

**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 тягово-зчіпних показників колісних тракторів
ХТЗ-150К шляхом удосконалення ходової частини**

Виконав: студент 4 курсу, групи МС-4-20 за
спеціальністю 208 «Агроінженерія»

_____ Єременко Валерій Едуардович

Керівник: _____ Бойко Владислав Борисович

Рецензент: _____

Дніпро – 2023

**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)

« ____ » _____ 2023 р.

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

_____ Єременку Валерію Едуардовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Підвищення тягово-зчіпних показників колісних тракторів ХТЗ-150К шляхом удосконалення ходової частини

керівник роботи _____ Бойко Владислав Борисович, к.т.н., доцент

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від

«8» травня 2023 року № 820

2. Строк подання студентом роботи _____ 12.06.2023 р.

3. Вихідні дані до проекту Огляд стану питання підвищення тягово-зчіпних показників колісних тракторів. Патентний пошук, аналіз літературних джерел, останніх досліджень з обраної тематики.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). 1. Характеристика господарства. Аналіз техніко-технологічних рішень. 2. Удосконалення ходової частини колісного трактора. 3. Конструктивні розрахунки. 4. Охорона праці. 5. Техніко-економічна оцінка удосконалення ходової частини. Загальні висновки. Література.

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

1. Аналіз господарської діяльності (А1). 2. Об'єкт модернізації (А1). 3. Аналіз шляхів підвищення тягово-зчіпних показників колісних тракторів (А1). 4. Трактор ХТЗ-150К з здвоєними колесами (А1). 5. Складальне креслення пристрою здвоєння коліс (А1). 6. Стяжка (А4). 7. Зажим (А4). 8. Захват (А3). 9. Обід додаткового колеса (А3). 10. Вставка (А4). 11. Гайка-скоба (А4). 12. Техніко-економічні показники проекту (А1).

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
4	Деркач О.Д., доцент		
нормоконтроль	Золотовська О.В., доцентка		

7. Дата видачі завдання: 8.05.2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)	8.05.23-12.05.23	
2	Технологічний	13.05.23-19.05.23	
3	Конструкційний	20.05.23-29.05.23	
4	Охорона праці	30.05.23- 31.05.23	
5	Економічний	1.06.23-2.06.23	
6	Графічна частина	3.06.23-11.06.23	

Студент

(підпис)

Єременко В.Е.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Бойко В.Б.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Єременко В.Е. Підвищення тягово-зчіпних показників колісних тракторів ХТЗ-150К шляхом удосконалення ходової частини/ Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія» – ДДАЕУ, Дніпро, 2023.

Кваліфікаційна робота присвячена покращенню тягово-зчіпних показників тракторів за рахунок використання здвоєних шин на ведучих колесах тракторів марки ХТЗ-150К.

Запропоноване удосконалення ходового рушія трактора дозволить зменшити питомий тиск на родючий шар ґрунту та покращить тягово-зчіпні показники тракторів за рахунок збільшення площі контакту шин з опорною поверхнею.

Для реалізації поставленої мети в першому розділі проведено аналіз впливу колісних рушіїв тракторів на родючий шар ґрунту.

В другому розділі проведено аналіз шляхів підвищення тягово-зчіпних показників колісних тракторів, врахувавши переваги і недоліки кожного обрано способ з використанням здвоєння коліс.

В третьому розділі проведено удосконалення ходової частини, а саме розроблено конструкцію пристрою кріплення додаткових коліс. Проведено конструктивно-технологічні розрахунки запропонованого пристрою, якими доведено підвищення тягово-зчіпних показників трактора за рахунок збільшення площі контакту коліс з опорною поверхнею.

Розроблено питання з охорони праці при експлуатації тракторів з здвоєними колесами. Виконано економічне обґрунтування запропонованого удосконалення.

Ключові слова: колісний рушій, здвоєні шини, тягово-зчіпні показники, прохідність тракторів, коефіцієнт опору кочення, питомий тиск на ґрунт.

ЗМІСТ

Вступ	7
Розділ 1. АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАНЬ	9
1.1 Характеристика господарства	9
1.1.1 Загальні відомості	9
1.1.2 Характеристика рослинництва	10
1.1.3 Характеристика тваринництва	15
1.1.4 Економічні показники	16
1.2 Аналіз впливу колісних рушіїв тракторів на родючий шар ґрунту	18
1.3 Висновки	21
Розділ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	22
2.1 Аналіз шляхів підвищення тягово-зчіпних показників колісних тракторів	22
2.1.1 Підвищення тягово-зчіпних показників довантаженням ведучих коліс трактора	23
2.1.2 Підвищення тягово-зчіпних показників тракторів баластуванням	26
2.1.3. Підвищення тягово-зчіпних показників за рахунок модернізації ходової частини колісних машин	28
2.2 Висновки	34
Розділ 3. КОНСТРУКТИВНО-РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА	35
3.1 Конструктивне рішення встановлення здвоєних коліс на тракторі ХТЗ-150К	35
3.2 Розрахунок конструктивних параметрів пристрою	38
3.3 Теоретичне обґрунтування відстані між здвоєними колесами	39
3.4 Визначення рушійної сили здвоєних коліс трактора	44

3.5 Оцінка прохідності трактора	49
3.6 Висновки	50
Розділ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	51
4.1. Організація охорони праці в господарстві	51
4.2 Заходи з охорони праці при роботі машино-тракторного агрегату з здвоєними колесами	53
4.3 Оцінка впливу удосконаленої машини на навколишнє середовище	55
4.4 Висновки	56
Розділ 5. РОЗРАХУНОК ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ПРОЕКТУ	57
Висновки	64
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	65
ЛІТЕРАТУРА	66
ДОДАТКИ	69

ВСТУП

Актуальність роботи.

Зростання продуктивності в сільському господарстві полягає в інтенсифікації його виробництва, в господарствах впроваджують педові досягнення технічного прогресу з'являються нові енергозберігаючі технології та комплекс машин під їх реалізацію.

В великих Агрохолдингах все більше з'являється енергонасиченої техніки та широкозахватних машин для агрегування з нею. Такі машино-тракторні агрегати дозволяють реалізувати виконання декількох технологічних операцій одночасно. Більша частина такої техніки має колісний рушій. Використання колісного рушія на відміну від гусеничного дозволяє використовувати трактора, як на польових роботах, так і на транспортних роботах знижує вартість машини та експлуатаційні витрати в порівнянні з більш конструктивно складним гусеничним рушієм. Трактори з колісним рушієм складають близько 90 % від загальної кількості, що експлуатуються в Україні [1].

В даний час найбільшого поширення серед енергонасичених колісних тракторів отримали повнопривідні трактори вітчизняного виробника ХТЗ-150К, ХТЗ-243К, закордонних фірм FENDT 1000 VARIO, John Deere 9420, Case IH Steiger 500, CLAAS XERION та інші, так як вони мають кращі тягово-зчіпні властивості при тій же масі в порівнянні з класичним компонуванням.

Однак, незважаючи на явні переваги енергонасичених колісних тракторів, є ряд недоліків: відносно низькі тягово-зчіпні властивості в порівнянні з гусеничними тракторами і прохідність, що обмежує їх застосування на ранньовесняних і осінніх роботах на полях з підвищеною вологістю і низькою несучою здатністю ґрунту; а також високий питомий тиск рушіїв на ґрунт, що призводить до його переущільнення і як наслідок до зниження родючості.

Мета роботи - підвищення тягово-зчіпних показників енергонасичених колісних тракторів шляхом удосконалення ходової частини. Для досягнення даної мети необхідно вирішити наступні задачі:

1. Провести аналіз впливу колісних рушіїв тракторів на родючий шар ґрунту;
2. Провести аналіз шляхів підвищення тягово-зчіпних показників тракторів;
3. Розробити конструкцію здвоєння шин на тракторі ХТЗ-150К;
4. Провести конструктивно-технологічні розрахунки запропонованої конструкції здвоєння шин;
5. Розробити заходи по захисту навколишнього середовища та вимоги з охорони праці під час експлуатації тракторів з здвоєними колесами;
6. Провести економічне обґрунтування проекту.

Розділ 1. АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАНЬ

1.1 Характеристика господарства

1.1.1 Загальні відомості

Головний офіс ТОВ «Олдрідж Груп» знаходиться в м. Дніпро виробнича частина розташовується в с. Павлівка Синельниківського району Дніпропетровської області. Відстань до обласного центру становить 100 км, до найближчої залізничної станції 9 км. Спеціалізується дане господарство на вирощуванні зернових (пшениця, ячмінь), олійних (соняшник).

До складу господарства входять машино-тракторна бригада, майстерня, зерносховище, звіроферма та кормоцех.

В господарстві добре налагоджені транспортні зв'язки між виробничими комплексами та економічними і адміністративними будівлями. Продукція сільського господарства вивозиться на елеватори, залізничні станції.

На сьогоднішній день «Олдрідж Груп» – добровільне статутне об'єднання громадян - власників особистих земельних та майнових паїв. До об'єднаних земель господарства входять 52 пайщики, загальна площа сільськогосподарських угідь 298 га.

Господарство забезпечує робочими місцями 12 робітників в сезон робіт ця цифра зростає до 18 осіб.

Зростання господарчої діяльності товариства та впровадження новітніх технологій стимулює зростання потреб в нових кадрах особливо технічного напрямку.

Грунтово-кліматичні показники. Господарство знаходиться у засушливій, дуже теплій агрокліматичній зоні. Клімат області помірно континентальний з жарким літом й помірно холодною зимою. Середня температура січня -4...-6 °С, липня +20...+22 °С. Середня річна кількість опадів 370-420 мм.

Переважна кількість ґрунтів – чорноземи прості, добрі за родючістю. Поверхня області, в якій знаходиться господарство – хвиляста рівнина. Територія дуже висічена ярами, балками, долинами річок.

Тривалість холодного періоду з від’ємними температурами в середньому становить 118 днів. Зима прохолодна з відлигами, нестійкими морозами і снігами. Ґрунти промерзають на глибину в межах 0,62...0,88 метра. Середня кількість опадів з сніговими хуртовинами становить 53 днів. Період без морозів в середньому триває 157...240 днів. Найбільша кількість опадів припадає на теплий період до 240 мм, взимку опади випадають у вигляді дощу та снігу. Втрата вологи у вигляді випаровування перевищує суму річних опадів, що зумовлює використання волого-зберігаючих технологій (снігозатримування, весняне боронування).

1.1.2 Характеристика рослинництва

Як у же говорилося раніше в господарстві переважають прості чорноземи з досить незначною кількістю супіщаних ґрунтів. В зв’язку з посушливим роками землеробство в господарстві являється досить ризиковим, так в 2021 році більшість культур мали досить низьку рентабельність. Тому в господарстві ведеться робота по відновленню колись демонтованих зрошувальних систем. Основним джерелом води для зрошення являється канал Дніпро-Донбас орієнтовно до 2024 році буде відновлено першу гілку демонтованої мережі, яка дозволить забезпечити вологою 37 % посівної площі, а ще за два роки завершити відновлення всієї мережі зрошення. Крім зрошення ще одним важливим фактором успішного землеробства являється підтримання чергування посівних культур. Даний агротехнічний захід дозволить знизити інтенсивність поширення бур’янів, хвороб та шкідників, що позитивно вплине на врожайність сільськогосподарських культур.

Основними зерновими культурами, які вирощують в господарстві являється озима пшениця, кукурудза, ячмінь. Також господарство займається

вирощуванням і олійних культур: сої та соняшнику. Чергування культур у сівозмінах відповідає науково обгрунтованій системі в Дніпропетровській області, основними вимогами якої є розміщення культур на кращих попередниках.

Сівозміни проходять за шестипільною схемою: Пар – Пшениця – Соя – Кукурудза – Ячмінь - Соняшник. В таблиці 1.1 наведено структуру посівних площ господарства.

Таблиця 1.1 – Структура посівних площ

Культури	2020 рік		2021 рік		2022 рік	
	га	%	га	%	га	%
Чорний пар	35	12,0	61	20,96	38	12,75
Пшениця	45	15,5	35	12,03	68	22,82
Соя	55	18,9	45	15,46	35	11,74
Кукурудза	57	19,6	55	18,90	45	15,10
Ячмінь	38	13,1	57	19,59	55	18,46
Соняшник	61	21,0	38	13,06	57	19,13
Всього	291	100,0	291	100,00	298	100,00

В 2022 році в господарстві зростає загальна посівна площа за рахунок приєднання пайщиків. Аналізуючи дані наведені в табл. 1.1 можна побачити, що зміна посівних площ узгоджена з схемою прийнятих в господарстві сівозмін. Для відновлення врожайності після виснажливого сояшника обов'язково проводиться парування землі і наступне повернення його на дану ділянку відбудеться тільки через 6 років – це дозволяє забезпечити відновлення ґрунту після такого попередника. Аналіз врожайності основних культур в період з 2019 по 2022 рік наведено в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 - Врожайність основних культур ц/га

Культура	Роки			
	2019	2020	2021	2022
Яровий ячмінь	29,8	35,4	24,2	33,5
Соняшник	16,2	18,9	11,6	21,3
Озима пшениця	50,2	41,4	35,6	43,7
Соя	22,1	18,1	12,5	21,1
Кукурудза	62,3	68,8	35,6	66,3

За результатами проведеного аналізу видно, що агротехнічні заходи виконуються вірно і лише в 2021 році ми спостерігаємо зниження врожайності по всім культурам, що пов'язано з аномально посушливим літом.

В останні роки господарство застосовує як органічні, так і мінеральні добрива, але внесення мінеральних добрив переважає. В 2022 році на 1 га посівної площі внесено по 55 кг діючої речовини азоту, 32 кг фосфору і 15 кг/га калію. Аналізуючи стан справ в видно, що рослинництво господарства має досить стабільний стан. Урожайність сільськогосподарських культур з кожним роком підвищується за рахунок прогресивних технологій їх вирощування та системи заходів боротьби з бур'янами.

Механізація рослинництва має величезне значення в підвищенні продуктивності праці, знижує собівартість продукції, скорочує тривалість виконання основних операцій. З механізацією рослинництва нерозривно пов'язаний процес підвищення культури сільськогосподарського виробництва – застосування новітніх досягнень науки й техніки, освоєння прогресивних технологій, подальша інтенсифікація сільського господарства. В товаристві «Олдрідж Груп» механізації виробництва приділяють особливу увагу. Дані машино-тракторного парку ТОВ «Олдрідж Груп» наведено в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 - Склад машино-тракторного парку

Машини та обладнання	Одиниці виміру	Роки		
		2020	2021	2022
Трактор МТЗ-821	шт	1	3	3
Трактор JOHN DEERE 6910	шт	-	1	1
Трактор ХТЗ-150К	шт	2	2	2
Трактор ЮМЗ-8040	шт	1	1	1
Комбайн "ДОН 1500Б"	шт	1	1	1
Борона дискова ДМТ-6	шт	2	2	2
Борона дискова БДВП -4.2	шт	2	2	2
Плуг ПЛН-3.35	шт	2	2	2
Плуг ПНЯ-4-35	шт	4	4	4
Причіп 2ПТС-4	шт	3	3	3
Оприскувач ОП-2000	шт	1	1	1
Розкидач мін добрив РУМ-0,8	шт	1	1	1
Котки КЗК-10	шт	2	2	2
Культиватор КПС-4	шт	4	4	4
Культиватор КРН-5,6	шт	1	1	1
Культиватор КРН-6-72	шт	2	2	2
Сівалка Concord 2000	шт	1	1	1
Сівалка СЗ-5,4	шт	1	2	2
Сівалка СЗ-3,6	шт	3	3	3
Сівалка СУПН-8	шт	1	2	2
Зчіпка 2КПС-4	шт	1	1	1
ГАЗ - 53	шт	2	2	2
ЗІЛ - 130	шт	1	1	1
КАМАЗ - 5320	шт	2	2	2

Аналіз даних наведених в таблиці 1.3 свідчить про добре забезпечення господарства ресурсами для виконання механізованих робіт. Це дає можливість вчасно виконувати поставлені агровимогами задачі.

Нафто-господарство. Для забезпечення машин паливом та мастильними матеріалами підприємство має нафто-господарство, яке включає комплекс споруд і також стаціонарне та мобільне обладнання для транспортування, зберігання та видачі палива та мастила. Нафто-господарство у своєму складі має: центральний склад нафтопродуктів (з постом заправки) рухомі засоби для заправки машин нафтопродуктами; засоби для перевезення нафтопродуктів.

Зберігання та видача паливо-мастильних матеріалів здійснюється на території господарства. Схема пункту зберігання та видачі нафтопродуктів наведено на рис 1.1.

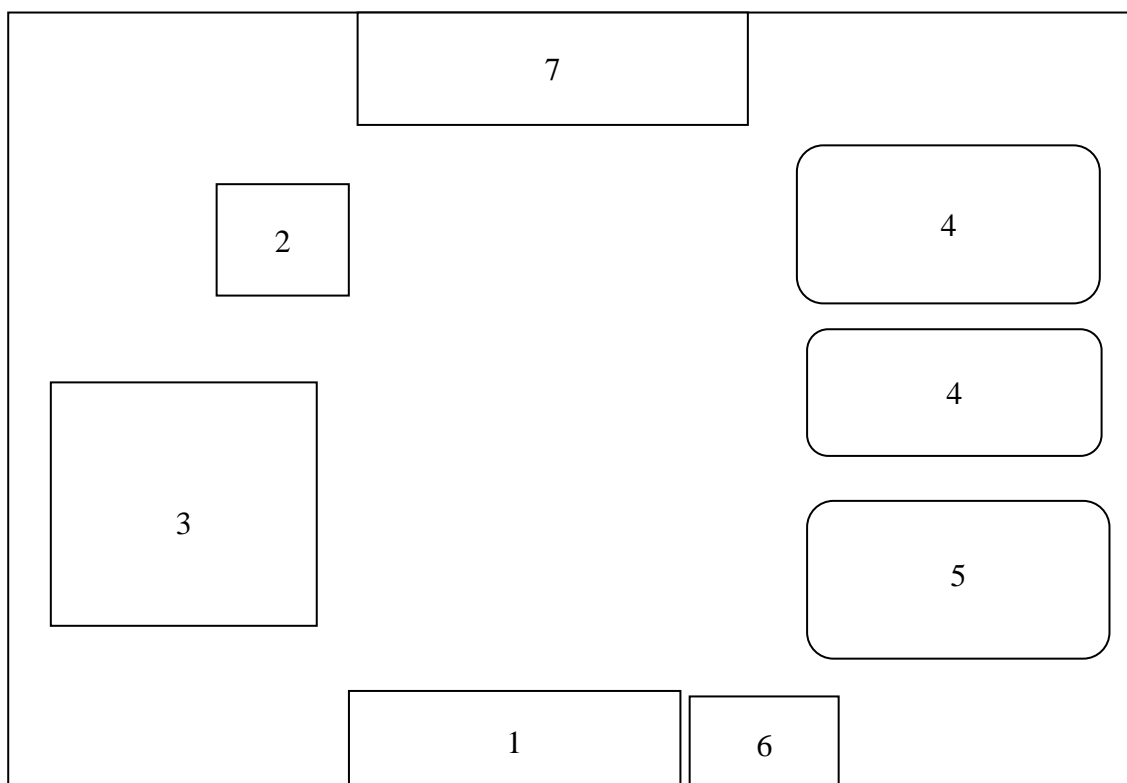


Рисунок 1.1 – Схема пункту зберігання та видачі нафтопродуктів
1 – в'їзд; 2 – заправна колонка; 3 – пункт зберігання-заміни оливи ;
4,5 – ємності для палив дизеля і бензину;

6 – куточок протипожежної безпеки; 7 – виїзд.

1.1.3 Характеристика тваринництва

Тваринництво – дуже важлива ділянка народного господарства, яка спрямована на раціональне розведення і використання сільськогосподарських тварин. Більшість галузей тваринництва успішно поєднуються в господарствах України, що дає змогу вигідно виробляти найрізноманітніші продукти. Молоко, м'ясо, масло, сало і яйця є основними продуктами харчування.

Тваринництво дає цінне органічне добриво – гній, використання якого дозволяє підвищити родючість ґрунтів та відповідно валовий збір вирощуваних культур.

Тваринництво господарства розвивається в хутовому напрямі. На даний час загальна кількістю звірів становить – 800 норок, 400 лисиць.

Обладнання, яке використовується на звірофермі господарства представлено в таблиці 1.4. Спосіб утримання звірів – клітковий. Клітки оснащені індивідуальними напувалками і годівницями. Вичинка звіра відбувається в спеціальному забойному цеху.

Звірі забезпечується підстилкою, що створює м'яке, тепле і сухе ложе. Послід забирається - 2 рази на рік. Фарш роздають вручну.

Таблиця 1.4 – Обладнання звіроферми

Назва машини	Марка	Кіл-сть,шт
Подрібнювач м'ясо-кісної сировини	Г7-ФІР	1
Транспортер шнековий	АВ-159	1
Фарше-змішувач	ФМ-6	1
Установка для мийки	УС- 155 А	1
Котел вакуумний	КВМ- 4.6	1

Завдяки механізації звіроферми в ТОВ «Олдрідж Груп» вдалося зменшити кількість ручної праці та затрати часу на виконання основних

операцій по догляду, що дало змогу зменшити витрати на виробництво хутрової продукції.

1.1.4 Економічні показники

Протягом останніх років в господарстві спостерігалось зростання виробництва як у рослинництві, так і в тваринництві.

Причини росту виробництва, в 2022 році, пов'язані з сприятливими погодними умовами та комплексом заходів по підживленню сільськогосподарських культур з початку їх посіву та протягом вегетації.

В 2021 році валовий збір мав низькі показники табл. 1.5, що пов'язано з низьким рівнем опадів в період інтенсивної вегетації рослин.

Таблиця 1.5 – Валові показники господарства

Культури	2020 рік		2021 рік		2022 рік	
	га	Валовий збір ц/га	га	Валовий збір ц/га	га	Валовий збір ц/га
Пшениця	45	1863,0	35	1246,0	68	2971,60
Соя	55	995,5	45	562,5	35	738,50
Кукурудза	57	3921,6	55	1958,0	45	2983,50
Ячмінь	38	1345,2	57	1379,4	55	1842,50
Соняшник	61	1152,9	38	440,8	57	1214,10
Всього	291	9278,2	291	5586,7	298	9750,20

Аналізуючи дані таблиці 1.5 можна зробити висновок, що зростання валового збору в 2022 році пов'язане з впровадженням новітніх технологій в вирощуванні сільськогосподарських культур та відновлення природної

родючості ґрунтів, вдалим застосуванням сівозмін та внесенням органічних добрив.

Господарство рік за роком збільшує власні капітали, та успішно використовую кредиторські послуги для росту темпів зростання власного виробництва та отримання очікуваних прибутків від реалізації.

Покращення виробництва також пов'язано з модернізацією старих технологій вирощування та впровадження нових, а також закупівлею нової техніки та обладнання, що дає змогу використовувати людський ресурс якомога ефективніше, як для господарства, так і безпечніше і комфортніше для працівників. Раціональне використання посівних площ, якісне чергування сівозмін та використання новітніх сільськогосподарських машин також є причиною зростання прибутків. Основні показники господарської діяльності наведено в таблиці 1.6

Таблиця 1.6 – Основні показники господарської діяльності

Найменування показників	Роки		
	2020	2021	2022
Рівень рентабельності, %	26,54	17,85	35,8
Середня зарплата одного працівника за рік, грн.	88325	84562	92654
Прибуток від реалізації продукції, млн. грн.	4,45	2,284	5,173
Кредиторська заборгованість, тис. грн	63,8	45,5	61,2

1.2 Аналіз впливу колісних рушіїв тракторів на родючий шар ґрунту

Вирощування сільськогосподарської продукції на землі зумовлює інтенсивне використання енергетичних засобів для реалізації всіх технологічних операцій від посіву, наступного догляду до збирання збіжжя. Поля піддаються багаторазовому впливу рушіїв енергетичних засобів. Дослідженнями встановлено, що покриття слідами ділянки для вирощування сільськогосподарських культур варіюється в межах від 35 до 85 відсотків в залежності від вирощуваних культур та технологій, що застосовуються. Так на вирощуванні цукрових буряків цей показник має найбільше значення, а саме 85 % (рис. 1.2) [2, 3]. На деяких ділянках поля повторюваність впливу рушіями може становити від 4 до 9 разів, що негативно впливає на врожайність культур через надмірне ущільнення ґрунтів. Найбільший вплив на ґрунти мають енергонасичені трактори, в яких за рахунок збільшення потужності та маси підвищують тягові показники. Все це зумовлює зростання ущільнюючих навантажень на ґрунти, акумуляцію залишкових деформацій в орному шарі, що призводить до зниження родючості ґрунтів.



Рисунок 1.2 – Ущільнення ґрунту ходовою частиною машин [4]

За результатами досліджень впливу ущільнення ґрунту рушіями проведеними науковцями з закордону встановлено зниження врожаю на вирощуванні зернових культур на 20..35 %. На вирощуванні корене-бульбо плодів врожай може знизитися до 50-60 відсотків за 4 чотирикратного ущільнення ґрунту.

Знизити негативний вплив рушіїв можливо зниженням питомого тиску на опорну поверхню рушіями. Виробники енергонасиченої техніки вирішують дану проблему збільшенням площі опорної поверхні рушіїв. Реалізувати це можливо застосуванням шин низького тиску, здвоєних шин, гусеничних рушіїв і т.д. питомий тиск. Допустимі значення питомого тиску на боронуванні повинні знаходитися в межах $0,31 \dots 0,42 \text{ кг / см}^2$, на передпосівній обробці та сівбі питомий тиск не повинен перевищувати $0,6 \text{ кг / см}^2$, на операціях по догляду за рослинами значення питомого тиску не повинно перевищувати $1,5 \text{ кг / см}^2$. Приведені дані актуальні для чорноземів центральної та східної частини України.

Для суглинків північної частини України, показники питомого тиску на посіві за вологості в межах 30% не повинні перевищувати $0,75 \text{ кг/см}^2$, за вологості 20 % питомий тиск не більше $1,26 \text{ кг/см}^2$, за вологості близько 10% не більше $1,4 \text{ кг/см}^2$.

Згідно проведених досліджень питомий тиск універсально-просапних тракторів на виконанні основних операцій по догляду за рослинами повинен становити не більше $1,0 \text{ кг / см}^2$.

Для контролю впливу рушіїв на родючий шар ґрунту розроблено державний стандарт ГОСТ 26955-86, згідно якого встановлено допустимі значення максимального питомого тиску рушіями енергетичних засобів.

Компонування трактора. В даний час в конструюванні тракторів (рис. 1.3) існує кілька основних тенденцій: класичне конструювання, інтегральна компоновка, трактори з шарнірно-зчленованою рамою. У тракторів з класичним конструюванням з колісною схемою 4x2 з шинами різного розміру ведучою є задня вісь на яку припадає близько 70% всієї маси трактора. В результаті цього

15-20% ваги трактора не використовується як зчіпна [5]. У повнопривідного трактора його вага повністю реалізується, але не дивлячись на це основна вага припадає на задній ведучий міст, який реалізує від 70 до 90% тягового зусилля. Крім того, колеса переднього і заднього мостів мають різний типорозмір шин, а, отже, і різні зчіпні властивості,

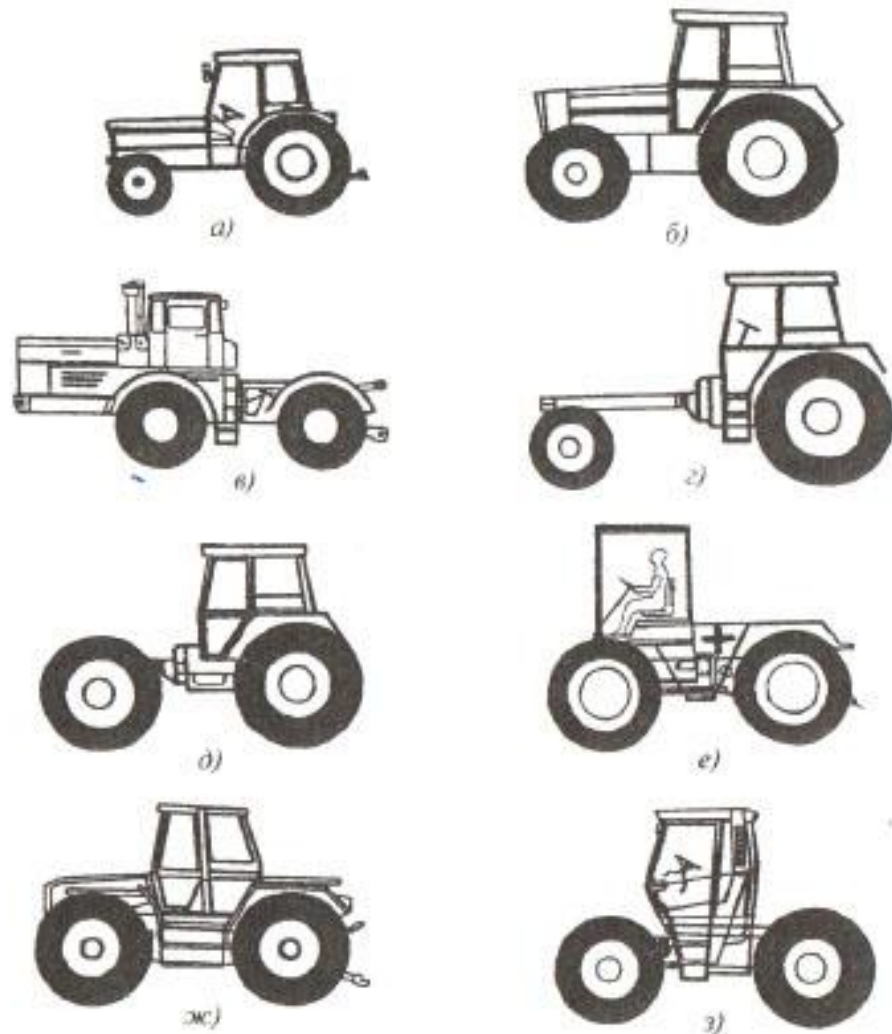


Рисунок 1.3 –Схеми компоновання тракторів:

а - класичне, б - покращене класичне, в – шарнірно-зчленована рама;
г - самохідне шасі; д - вільний огляд; е - самохідне шасі з несівною
частиною; ж і з –трактори інтегральної схеми

В даний час класичне компоновання трактора себе вичерпала, і подальший розвиток таких тракторів йде по шляху підвищення потужності двигуна та відповідно маси трактора. Найбільш ефективні в порівнянні з

тракторами з класичним компонованням шарнірно-зчленовані трактори з шинами рівного розміру. Дана компоновка має найбільш оптимальний розподіл маси по осях. У статичному положенні на передню вісь припадає 60-65% маси трактора [5, 6]. Під час роботи трактора за рахунок тягового зусилля відбувається збільшення нормальних реакцій на задніх колесах, у яких коефіцієнт зчеплення більше, ніж у передніх. Це обумовлено тим, що колеса задньої осі рухаються по попередньо ущільненій поверхні передніми колесами, за рахунок чого знижується коефіцієнт опору перекошування і підвищується на 20-30% коефіцієнт зчеплення [5, 7]. Завдяки оптимальному розподілу ваги відбувається більш рівномірний розподіл сили тяги по осях, ніж у тракторів з класичним компонованням, внаслідок чого знижуються навантаження, що передаються кожним окремо взятим колесом.

1.3 Висновки

1. Проаналізувавши виробничу діяльність ТОВ «Олдрідж Груп» можна зробити висновки, що господарство при наявності необхідної техніки виконує запланований обсяг робіт вчасно.

2. Основною метою даного сільськогосподарського підприємства є покращення умов праці для робітників, збільшення продуктивності та зменшення затрат.

3. За результатами аналізу впливу колісних рушіїв на родючий шар ґрунту встановлено, що використання енергонасичених тракторів ХТЗ-150К, John Deere та ін. має негативний вплив на родючий шар ґрунту зумовлений ущільненням в зоні колій, додаткові витрати пального та зниження продуктивності пов'язані з буксуванням рушіїв тракторів при роботі з широкозахватними машинами.

4. Для вирішення проблем викликаних колісними рушіями та підвищення тягово-зчіпних показників енергонасичених тракторів в

кваліфікаційній роботі проведемо модернізацію ходової частини колісних тракторів ХТЗ-150К.

Розділ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Аналіз шляхів підвищення тягово-зчіпних показників колісних тракторів

У сільському господарстві трактори, як правило, більшу частину часу працюють в полі і тільки транспортні роботи супроводжуються переміщенням по дорогам з ґрунтовим або удосконаленим покриттям. Транспортні роботи пов'язані, як з короткими переїздами в середині господарства до 5 км так і більш відносно далекі до 15 км (міжгосподарські), що пов'язано з вивезенням збіжжя. Більший період роботи тракторів припадає на виконання технологічних робочих операцій в умовах поля, а транспортні роботи можуть відбуватися в умовах бездоріжжя. Тому основною умовою при проектуванні тракторів являється його прохідність в умовах бездоріжжя та високі тягові властивості в умовах поля. [5, 6, 10]. Тягово-зчіпні показники трактора характеризують його здатність працювати за різних умов. Прокідність трактора безпосередньо залежить від стану зачепів рушіїв, зчіпної ваги, властивостей опорної поверхні з якою контактують рушії. Недостатнє зчеплення ходової частини з опорною поверхнею зумовлює буксування втрату тягових показників, перевитрату пального та зниження продуктивності агрегату. Буксування рушіїв викликає зривання поверхневого шару ґрунту зумовлює ріст опору кочення так як рушій занурюється в ґрунт до більш стійкого шару, що зумовить збільшення зчеплення та подальший рух енергетичного засобу. За умови відсутності зчеплення трактор втрачає прохідність і подальший рух не можливий без додаткової допомоги.

Буксування являється одним із негативних явищ, що виникає при контакті рушії з опорною поверхнею. Основними параметрів, які на нього впливають являються коефіцієнт зчеплення і опір кочення.

Підвищити прохідність і тягово-зчіпні показники можливо наступним чином: по перше збільшуючи зчіпну вагу трактора баластування тобто довантаженням коліс, передньої частини трактора; по-друге збільшенням площі контакту опорної частини рушіїв (використання накладних ґрунто-зачепів, ланцюгів проти ковзання). Основні фактори, що впливають на тягово-зчіпні показників тракторів представлено на малюнку 2.1.

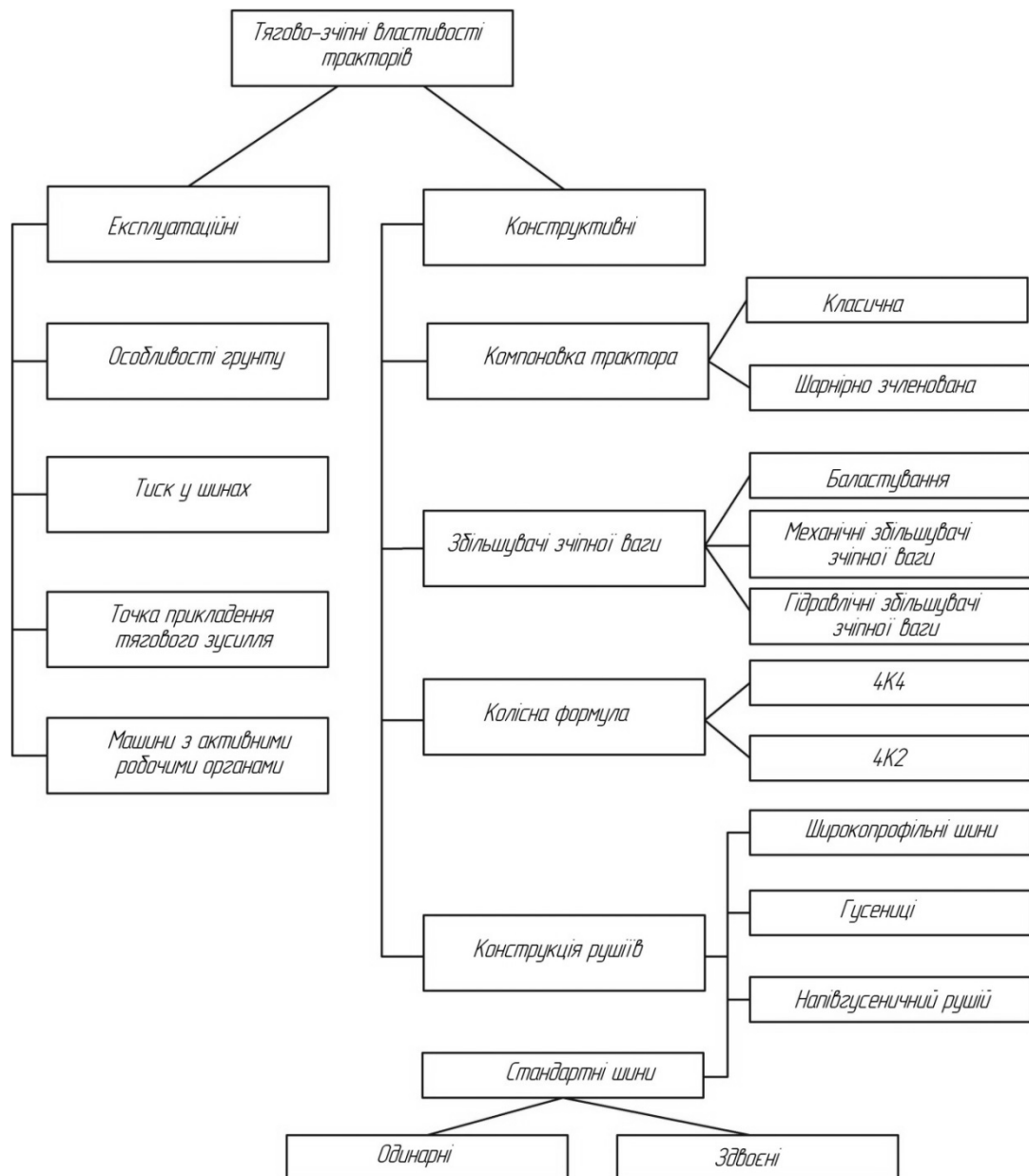


Рисунок 2.1 – Фактори що впливають на тягово-зчіпні показники тракторів [7]

2.1.1 Підвищення тягово-зчіпних показників довантаженням ведучих коліс трактора

Широке використання сільськогосподарських навісних машин привело до розвитку нових напрямків у підвищенні тягово-зчіпних показників колісних тракторів. Збільшення зчіпного ваги трактора відбувається за рахунок часткового або повного перенесення ваги сільськогосподарської машини і вертикальної складової сумарної реакції ґрунту на її робочі органи на ведучі колеса трактора. При цьому не тільки підвищуються тягові показники трактора, а й знижується реакція на опорних колесах сільськогосподарської машини і її тяговий опір [5, 7, 9].

Довантажування ведучих коліс трактора, що агрегатується з сільськогосподарською машиною отримало найбільше поширення, так як конструктивна вага трактора при цьому не збільшується і не потрібен додатковий час на його переоснащення.

Довантаження ведучих коліс трактора буває наступних видів: механічні і гідравлічні.

Механічне довантаження ведучих коліс (рис.2.2). За механічного довантаження ведучих коліс перенесення частини ваги навісного знаряддя і вертикальних реакцій, що діють на нього, відбувається за рахунок зміни кута нахилу центральної тяги 1 механізму навіски. Зміни кута нахилу центральної тяги відбувається поступово, за рахунок зміни її положень щодо кронштейна 2 [9, 10] . В результаті зміни кута нахилу центральної і поздовжньої тяги змінюється розташування миттєвого центру обертання навісної машини.

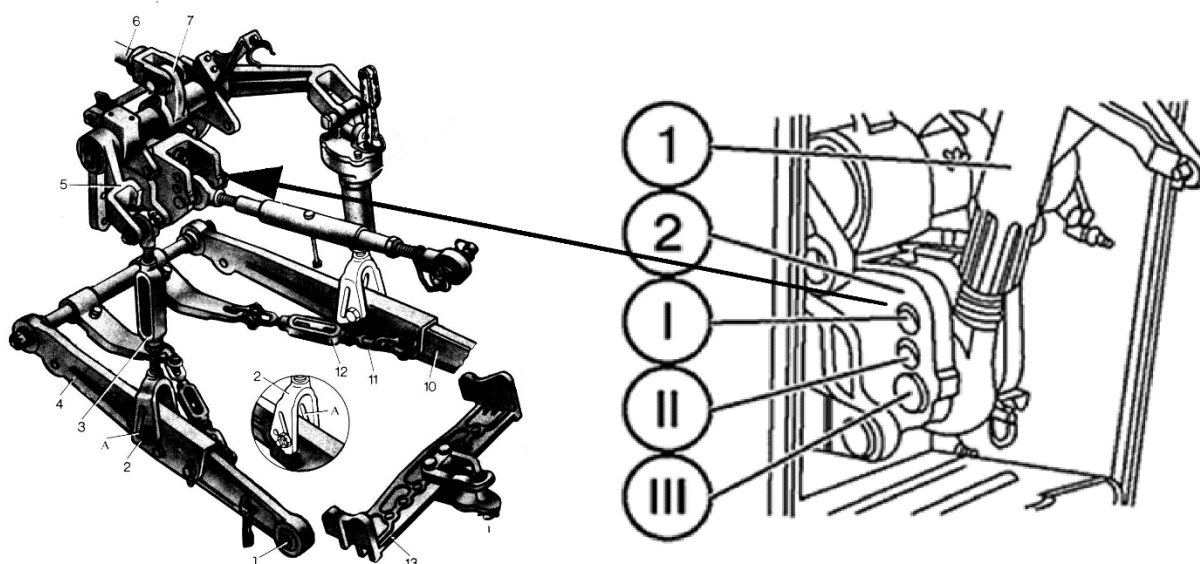


Рисунок 2.2 – Механічний довантажувач

1 – центральна тяга; 2 – кронштейн; I, II, III – позиції положення центральної тяги механічного довантажувача.

Основний обробіток оранки, виконується з використанням максимального тягового зусилля енергетичного засобу, але не завжди цього достатньо. Так за умови достатнього зусилля не достатнє зчеплення рушіїв спровокує їх буксування та неможливість використання технологічної операції. Виконати довантаження рушіїв можливо встановивши центральну тягу 1 нижнє положення III кронштейна 2.

Виконанні культивуації або глибоких розпушувань ґрунтів з різним агрофоном центральна тяга встановлюється в положення II кронштейна для зменшення маніпуляції по керування положення робочих органів культиватора.

Однак практично таке переналагодження навісного пристрою представляє значні незручності і не може виконуватися на ходу. Крім того, положення миттєвого центру обертання навісної машини певною мірою впливає на рівномірність глибини ходу робочих органів при русі трактора.

Гідравлічне довантажування ведучих коліс. У гідравлічних довантажувачів зчіпної ваги (ГЗВ) збільшення нормальних реакцій на ведучих колесах трактора здійснюється за рахунок створення надлишкового тиску в

порожнині підйому гідроциліндра 6 механізму навішування (рисунок. 2.3) [9, 10]

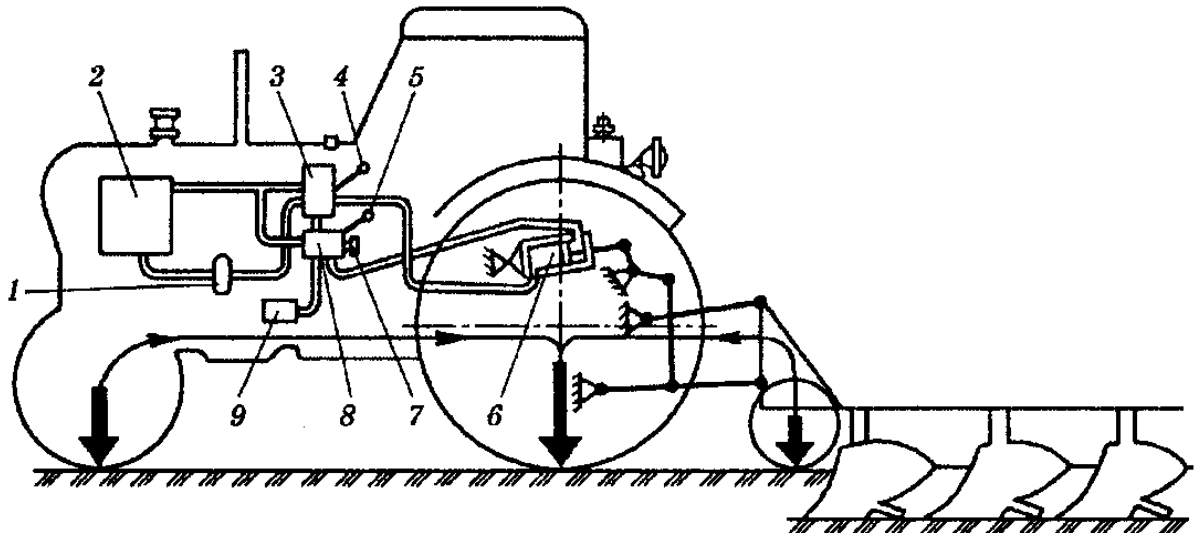


Рисунок 2.3 – Гідралічний довантажувач ведучих коліс

1 – насос; 2 – гідробак; 3 – розподільник гідроприводу; 4 – рукоятка;
5 – важіль; 6 – гідроциліндр; 7 – маховичок; 8 – гідрозбільшувач зчпної ваги;
9 – гідроаккумулятор

Збільшення зчпного ваги проводиться без внесення змін у конструкцію трактора і плавно регулюється в певних межах. Управління зчпними властивостями трактора здійснюється трактористом з кабіни під час руху.

2.1.2 Підвищення тягово-зчпних показників тракторів баластуванням

Для підвищення тягово-зчпних показників трактора збільшенням вертикального навантаження використовують такий спосіб, як баластування. Баластування трактора – це загальне збільшення ваги трактора баластними вантажами. Як баласт використовуються спеціальні знімні вантажі встановлені на передню частину рами трактора або на диски ведених і ведучих коліс (рис. 2.4 а, б) [11, 12].



а)



б)

Рисунок 2.4 – Баластування тракторів встановленням додаткових вантажів:

а – баластування трактора Т-150К;

б – баластування трактора Джон Дір на оранці;

В якості баласту також застосовують рідини, що заливають в шини (рис. 2.5) [13]. Такі заходи підвищують тягово-зчіпні показники тракторів за рахунок збільшення зчіпної маси. За рахунок рідини маса кожного колеса розміром 18.4-38 може збільшуватися до 400 кг. Заповнення колеса рідиною здійснюється не повністю а приблизно на 70...75 %, що пов'язано з конструктивним розміщенням дозуючого пристрою та підтриманням робочого тиску в шинах. До негативних сторін такого способу можна віднести ущільнення ґрунту і зниження його родючості. Крім того, використання в якості баласту рідини в шинах пов'язане зі складністю технологічного процесу наповнення та зливу робочої рідини, прискоренням корозії елементів колеса.



Рисунок 2.5 – Баластування тракторів рідиною

За результатами експериментальних досліджень проведених співробітниками корпорації CASE встановлено, що приблизно тільки 50% маси баласту реалізується в збільшенні дотичній сили тяги трактора при приблизно стандартних умовах експлуатації трактора.

Згідно проведених досліджень баластування [14] може надати найбільший ефект тільки при використанні трактора на транспортних роботах, що не відповідає його призначенню та не є характерною операцією при використанні трактора в сільському господарстві.

2.1.3 Підвищення тягово-зчіпних показників за рахунок модернізації ходової частини колісних машин

Одним з ефективних прийомів підвищення тягово-зчіпних показників трактора при роботі на звичайних пневматичних шинах є зниження внутрішнього тиску в них. Тиск в шинах є одним з основних факторів, що впливають на опір коченню.

При зміні тиску повітря в шині змінюється пляма контакту з опорною поверхнею, що призводить до збільшення дотичної сили тяги і зменшення ущільнення ґрунту [15].

Для підтримки заданої деформації шини при зміні вертикального навантаження або умов експлуатації тиск в шині має автоматично змінюватися

Системи підкачки повітря в шинах отримали поширення в військовій техніці. В тракторобудуванні нашої країни дані системи на трактори не встановлюються, що пов'язано з певними труднощами при зміні і підборі тиску повітря в шинах, займаючи тривалий період. Проведеними дослідженнями встановлено, що при зниженні тиску в шинах нижче $0,8 \text{ кгс} / \text{см}^2$ виникає небезпека провертання шини по диску колеса [15]. Результати експериментальних досліджень, проведених співробітниками корпорації CASE, показали, що приріст величини сили тяги незначний [14].

Додаткові накладні та каркасні ґрунто-зачеми не сприяють зниженню питомого тиску на ґрунт і не зменшують глибину сліду, і тому використовуються в основному для підвищення прохідності на слизьких дорогах і вологих ґрунтах. Ґрунто-зачеми в основному застосовують у вигляді ланцюгів проти ковзання.

З метою підвищення прохідності універсально-просапні трактори застосовуються легкі гусениці, що встановлюються на основне ведуче колесо та додаткове натяжне колесо встановлене попереду ведучого. Монтаж легкої гусениці відбувається досить швидко на протязі години трактор з колісного можна переобладнати в напівгусеничний (рис.2.6).



Рисунок 2.6 – Напівгусеничний рушій універсально-просапного трактора тягового класу 1,4 т

За рахунок збільшеної площі контакту підвищується зчеплення та прохідність трактора особливо в умовах бездоріжжя. Вага трактора передається, як на основне ведуче колесо так і на додаткове натяжне, що зумовлює зниження на питомого тиску на опорну поверхню та підвищує зчеплення а відповідно і прохідність трактора.

За рахунок використання напівгусеничного рушія середній тиск на опорну поверхню знижується з 97 до 60 кПа [1].

Розглянемо застосування гусеничних рушіїв на прикладі нової моделі трактора Джон Дір серії 9RX [16]. Дана модель чотири гусеничного над потужного трактора з'явилася на базі колісної серії 9.

Трактори серії 9RX (рис. 2.5) за потужністю на одну кінську силу відстають від такого гіганту як «Quadtrac» фірми Кайс. На трактор встановлено дизельний двигун потужністю 691 к.с. Трактор має досить хороші показники маневреності (радіус розвороту 5,8 м). Використання гусеничних рушіїв дозволяє знизити негативний вплив на поверхню ґрунту трактора маса, якого становить близько 26 тон за рахунок збільшення п'ятна контакту ходової частини на 120 % в порівнянні з колісними, та на 40 % з тракторами на яких

встановлено дві гусениці. Не дивлячись на таку масу трактор здатен розвивати швидкість на транспортних роботах до 40 км/год завдяки ефективній підвісці та гальмам.



Рисунок 2.5 – Трактор Джон Дір серії 9 з гусеничною ходовою частиною
Вітчизняні виробники тракторів також в своїх розробках впроваджують ходові системи з використанням легких гусениць. Так на Харківському тракторному заводі розроблено ходову частину для колісного трактора ХТЗ-280 з використанням легких гусениць дослідження якої проводиться в співпраці з науковцями Харківського національного технічного університету (рис.2.6) [17]



Рисунок 2.6 – Застосування гусеничних рушіїв на тракторах ХТЗ-280

Отримані результати польових досліджень довели ефективність проведеного удосконалення ходової частини трактора. Використання легких гусениць дозволило збільшити площу опорної поверхні рушії завдяки чому питомий тиск на родючий шар ґрунту знизився на 45 % в порівнянні з класичним колісним рушієм.

Розглянуті варіанти з використанням легких гусениць підвищують прохідність тракторів та знижують питомий тиск останніх на ґрунт. До недоліків даних способів можна віднести ускладнення конструкції ходової частини трактора, додаткові витрати робочого часу на переоснащення рушіїв. Ще одним вагомим недоліком розглянутих способів являється їхня Але найголовнішим недоліком додаткових пристроїв є відсутність універсальності, що обмежує їх широке використання.

В даний час в Україні набуває поширення застосування на тракторах здвоєних шин, яке дозволяє усунути недоліки попередніх способів підвищення тягово-зчіпних показників трактора та знизити механічний вплив елементів ходової частини на родючий шар ґрунту.

Використання здвоєних шин на тракторах розширює можливості реалізації максимального тягового зусилля, за максимальної потужності тракторного двигуна. Збільшення площі опорної поверхні дозволяє знизити питомий тиск в порівнянні з використанням одинарних коліс. Це дозволяє зменшити механічний вплив на органічну частину ґрунту. Всі ці фактори дозволяють збільшити продуктивність трактора, та знизити витрати на паливе при виконанні енергонасичених операцій.

Так дослідженнями проведеними в фермерському господарстві «Соболь» встановлено, що за використання здвоєних шин на тракторі John Deere 8200 під час його роботи з широкозахватним культиватором (рис. 2.7) [18] буксування знизилося на 38 % до 14,3 % за максимальної швидкості 12 км/год про що свідчить рисунок 2.8.



Рисунок 2.7 – Тягові випробування трактора Джон Дір на культивуації [18]

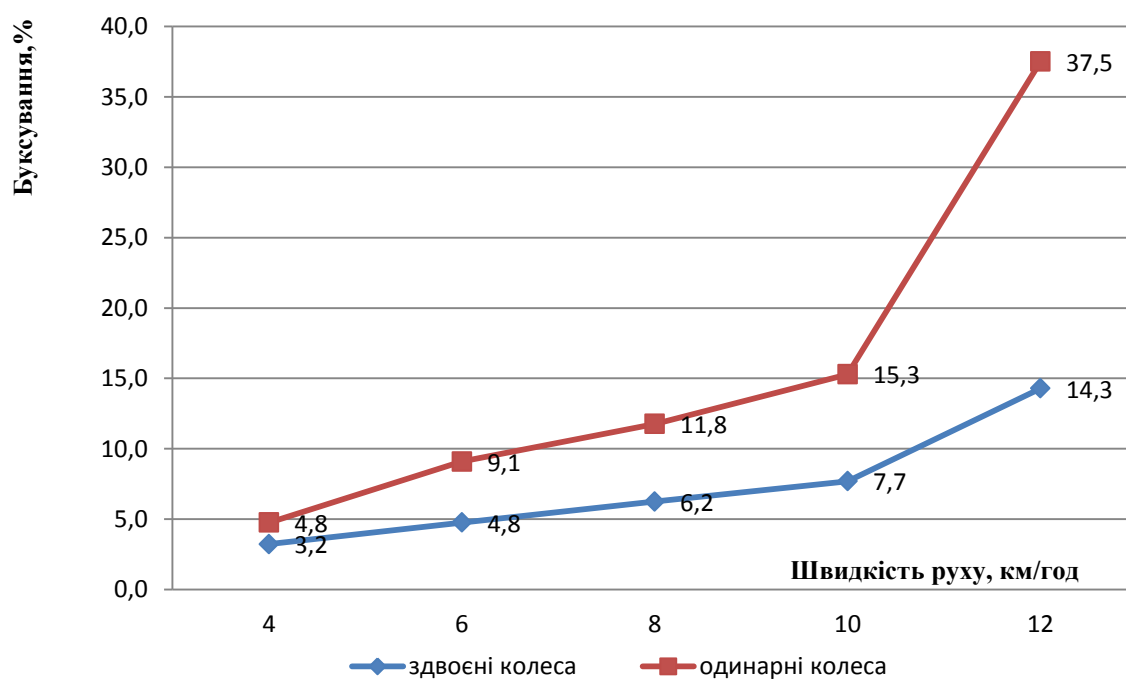


Рисунок 2.8 – Залежність буксування рушіїв трактора від швидкісного режиму при сталому тяговому зусиллі на гаку 42,3 кН [18]

Практично всі закордонні виробники тракторів розробляють пристрої для можливості здвоювання коліс ходової частини. Розглянемо варіант пристрою для здвоювання коліс на прикладі трактора Buhler Versatile (Канада). Пристрій дозволяє одночасно розміщувати до двох коліс (рис 2.9) [19]. Недоліком пристрою являється відсутність універсальності, тобто можливість роботи з одним колесом. До переваг можна віднести високу надійність кріплення здвоєних коліс.



Рисунок 2.9 – Використання здвоєних коліс на тракторі Buhler Versatile
Використання здвоєних коліс підвищило продуктивність трактора від 10 до 15 % в залежності від виконання робочих операцій.

Питання взаємодії здвоєних коліс з ґрунтом багатьма авторами [20, 21, 22] розглядалося з точки зору зменшення шкідливого впливу на ґрунт, тому потрібне подальше вивчення енергетичних показників здвоєних коліс.

2.2 Висновки

1. Аналіз способів підвищення тягово-зчіпних показників тракторів в деякій мірі поліпшують їх значення, але вони зовсім не відповідають поставленим до них вимогам: універсальності, простота і надійності.

2. Найбільш ефективним способом підвищення тягових показників колісних тракторів є використання повного приводу. Однак використання повного приводу не завжди дає позитивний ефект. На ґрунтах з підвищеною вологістю важкі енергонасичені трактори навіть з повним приводом утворюють глибоку колію і грузнуть.

3. За результатами аналізу шляхів підвищення тягово-зчіпних властивостей тракторів встановлено, що одним з найбільш ефективних прийомів підвищення тягово-зчіпних показників з можливістю розширення тягового діапазону тракторів є установка здвоєних коліс.

Розділ 3. КОНСТРУКТИВНО-РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

3.1 Конструктивне рішення встановлення здвоєних коліс на тракторі ХТЗ-150К

Враховавши проведений аналіз шляхів підвищення тягово-зчіпних показників тракторів для нашого випадку обрано варіант з здвоєнням коліс. Здвоєння коліс на тракторі ХТЗ-150К дозволить максимально реалізувати тягові властивості при роботі з широкозахватними машинами для обробітку ґрунту або посіву сільськогосподарських культур.

На рисунку 3.1 представлено поширені варіанти кріплення додаткових коліс. Кріплення додаткових коліс здійснюється за допомогою додаткової ступиці (рис. 3.1, а) або використовуючи короткі чи довгі стяжки з запірними пристроями (рис. 3.1, б). Кріплення колеса через додаткову ступицю має кращі показники міцності, але досить значний час виконання операції переналагодження ходової частини.



а



б

Рисунок 3.1 – Варіанти кріплення додаткових коліс

а – за допомогою додаткової ступиці; б з використанням стяжок та центруючої вставки (циліндра)

Враховавши переваги та недоліки конструкції обох варіантів кріплення коліс, для реалізації здвоєння шин розроблено швидкоз'ємну конструкцію пристрою для здвоєння коліс адаптованого для трактора ХТЗ-150К (рис. 3.2).

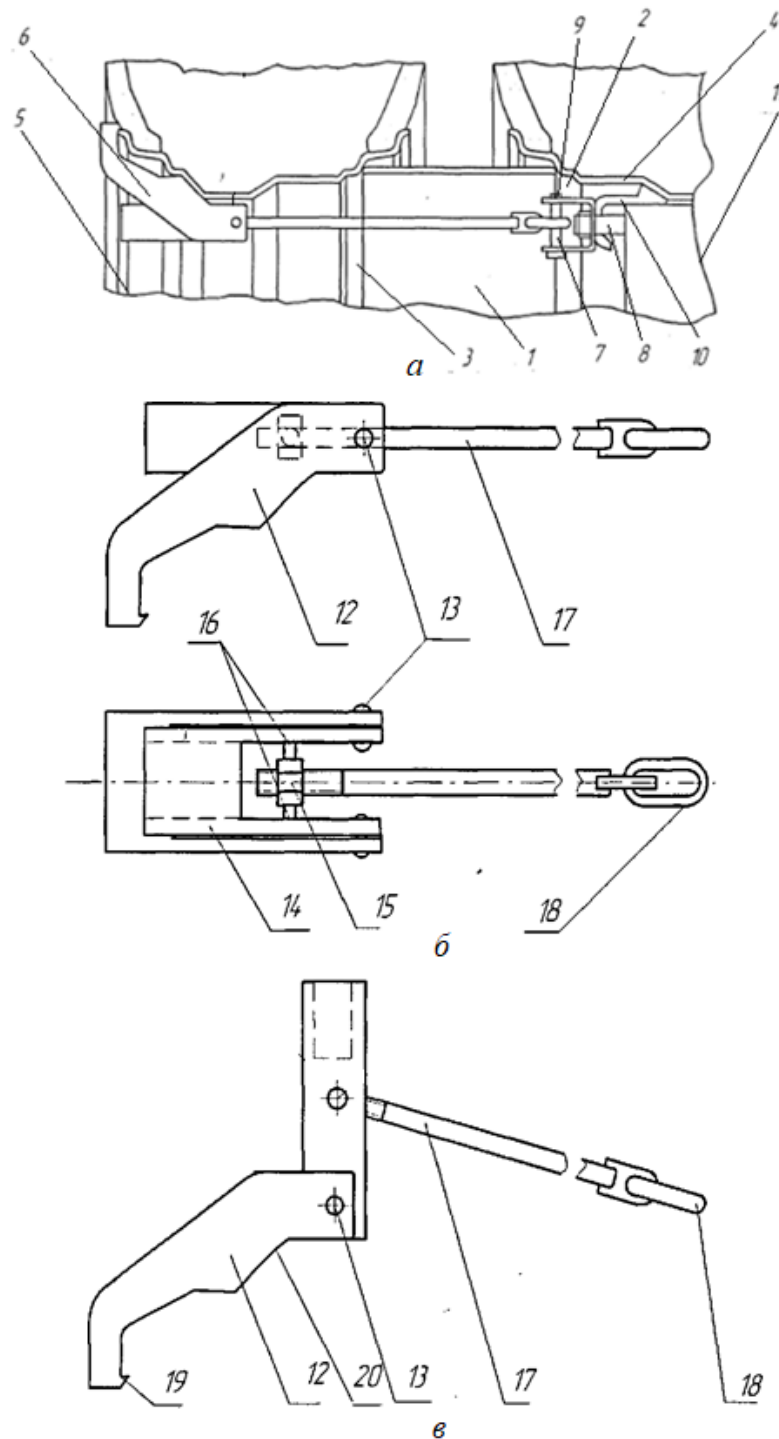


Рисунок 3.2 – Пристрій для здвоєння коліс трактора ХТЗ-150К:
 а – загальний вигляд пристрою для здвоєння коліс; б – пристрій в замкненому стані; в – пристрій в розімкненому стані

Пристрій складається з циліндра 1, на зовнішній поверхні якого виконані два конічні пояски 2 і 3, призначені для центрування коліс. Кріплення додаткового колеса здійснюється за допомогою запірних пристроїв 6 і вузла кріплення, що складається з пальця 7 і скоби 8, що кріпляться гайками 9 до шпильок 10 ступиці 11 основного колеса.

Замок пристрою складається із захвату 12, до якого за допомогою шарнірів 13 прикріплений зажим 14, виготовлений із квадратної труби. В технологічний отвір труби при монтажі колеса встановлюється важіль для надійної фіксації запірного пристрою. При виконанні монтажу колеса зажим замка обертається відносно шарнірів 13 на кут до 180° . За допомогою гайки 15 і стяжки 17 виконується регулювання зусилля запірного пристрою. Гайка через півосі 16 встановлена на шарнірах 13, на кінцях стяжки 17 виконано отвір з ланкою 18. Захват 12 має виступи 19, які забезпечують надійну фіксацію на ободі додаткового колеса 5, разом з натискною поверхнею 20. В цілому замок пристрою забезпечує надійне притискання додаткового колеса 5 до основного колеса 4. Загальна кількість запірних пристроїв становить 6 штук, що забезпечує рівномірне розподілення прижимного зусилля по ободу колеса.

Розроблений пристрій працює таким чином. За першого встановлення додаткового колеса 5 на кожному запірному пристрої 6 відвертаються гайки 9 кріплення основного колеса 4 і на шпильки 10 встановлюємо скоби 8 які надійно фіксуються гайками 9. Через скобу 8 кріпиться ланка 18 запірного пристрою і фіксується за допомогою пальця 7. Запірні пристрої кріпляться в ослабленому стані. Потім на основне колесо 4 встановлюється циліндр 1, фіксуючи пояском 2 основне колесо, а на циліндр 1 встановлюється додаткове колесо 5. За допомогою виступів 19 та натискної поверхні 20 відбувається надійна фіксація захвату 12 відносно додаткового колеса 5 (рис. 3.2, а).

Закриття запірного пристрою виконуємо за допомогою важеля встановленого в технологічний отвір зажиму 14. При повороті зажиму 14 відбувається стискання додаткового колеса 5 до циліндра 1 і циліндра 1 до

основного колеса 4. Використання різьбового з'єднання замкового механізму дозволяє регулювати зусилля стискання коліс.

3.2 Розрахунок конструктивних параметрів пристрою

Для визначення конструктивних показників пристрою для здвоєння коліс скористаємося напрацюваннями науковців кафедри ТСГМ [5, 23]. Для проведення розрахунків скористаємося вихідними даними наведеними в додатку А. Врахувавши конструктивні параметри рушіїв трактора обираємо діаметр проставки рівний 457 мм. Для визначення діаметра стяжки визначимо максимальний крутний момент на колесі:

$$M_{кр} = \frac{M_{дв} \cdot i_{мп}}{4} = \frac{0,693 \cdot 52,3}{4} = 9,06 \text{ кН} \cdot \text{м}, \quad (3.1)$$

де $M_{кр}$ – максимальний крутний момент на колесі, кН·м;

$M_{дв}$ – максимальний крутний момент двигуна, згідно додатку А, [24];

$i_{мп}$ – передаточне число трансмісії на першій передачі, згідно додатку А.

Дотичну силу на ободі колеса визначимо за рівнянням:

$$P_k = \frac{M_{кр}}{r_k} = \frac{9,06}{0,30} = 27,45 \text{ кН}, \quad (3.2)$$

де P_k – дотична сила на ободі колеса, кН;

r_k – радіус обода колеса, м.

Для того, щоб не відбувалося провертання проставки відносно колеса, необхідно, щоб виконувалася наступна умова:

$$P_k < P_{об} \quad (3.3)$$

де – сила тертя між ободом колеса і проставкою, кН.

Силу тертя визначимо за рівнянням:

$$P_{об} = N \cdot f_{cm}, \text{кН} \quad (3.4)$$

де N – сила стискання проставки до обода, кН;

f_{cm} – коефіцієнт тертя сталі по сталі, $f_{cm} = 0,19$ [25]

Врахувавши рівняння (3.3, 3.4) визначимо силу стискання:

$$P_{cm} \geq P_k / f_{cm} = 27,45 / 0,19 = 144 \text{ кН}, \quad (3.5)$$

Так як у пристрої є 8 стяжок то сила стискання, яка припадає на одну стяжку дорівнюватиме $P_{cm1} = 18$ кН.

Знайдемо допустимий діаметр стяжки виходячи з умови міцності на розтягування:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot P_{cm1}}{\pi \cdot \sigma}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 18000}{3,14 \cdot 180}} = 11,28 \text{ мм} \quad (3.6)$$

де $[\sigma]$ – допустима напруга на розрив сталі марки 20, $[\sigma] = 180$ МПа;

Приймаємо стандарте значення діаметра стяжки 12 мм.

3.3 Теоретичне обґрунтування відстані між здвоєними колесами.

Для обґрунтування відстані між здвоєними колесами розглянемо їх взаємодію з клином (рис. 3.3). Вихідні дані для проведення розрахунку наведено в додатку Б . Зробимо наступні припущення: клин має правильну геометричну форму рівнобедреного трикутника висотою h , деформація коліс

відсутня, фізико-механічні властивості клина відповідають наступним характеристикам ґрунт - чорнозем, вологістю 20%. В поперечному перерізі колесо має еліпсоїдну форму. Вважаємо, що об'єм ґрунту, витіснений одним колесом в зазор між колесами дорівнює половині об'єму колеса, зануреного в ґрунт, отже, в перерізі площа ґрунтового клину між колесами (площа трикутника ABC) буде дорівнює площі частини одного колеса, зануреного в ґрунт.

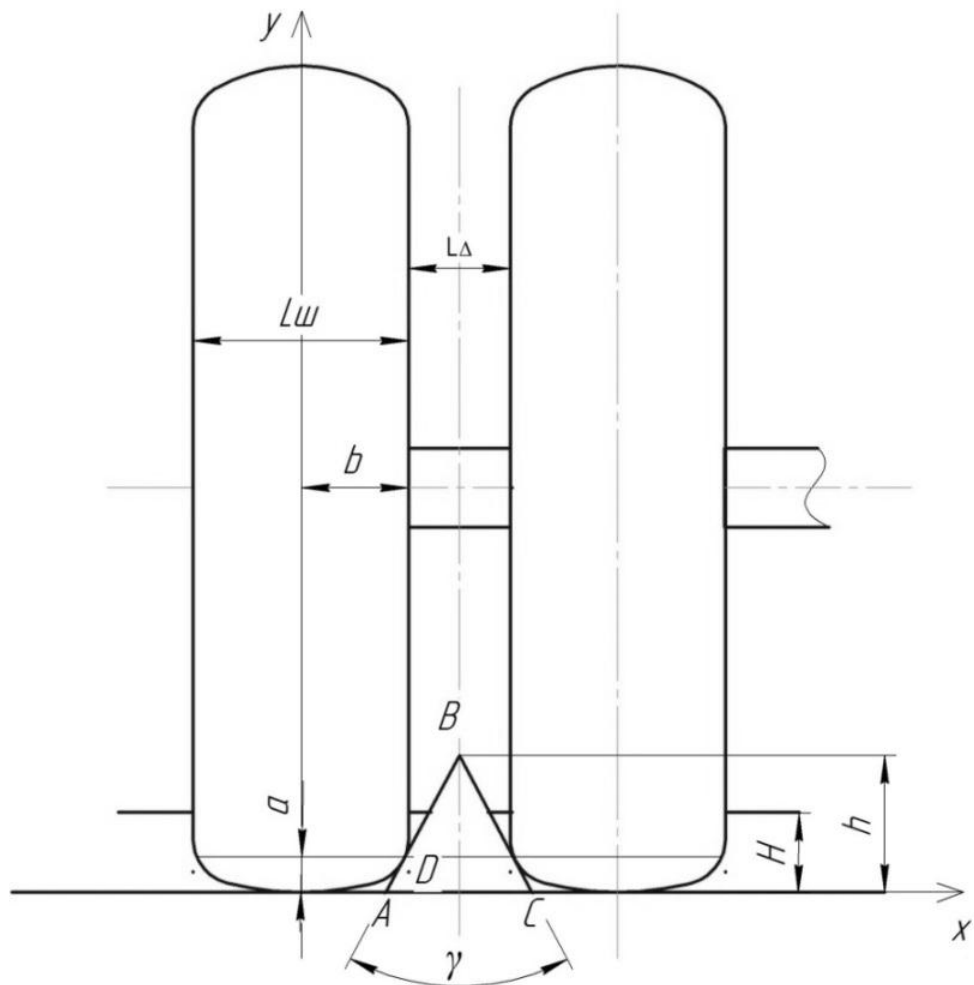


Рисунок 3.3 – Схема розміщення здвоєних коліс

$$S_T = \frac{\pi \cdot a \cdot b}{2} + (H - a) \cdot b \quad (3.7)$$

З іншого боку площа трикутника ABC буде дорівнює:

$$S_T = \frac{1}{2} h \cdot AC, \quad (3.8)$$

Прирівнявши вирази (3.7) і (3.8) отримуємо:

$$\frac{\pi \cdot a \cdot b}{2} + (H - a) \cdot b = \frac{1}{2} h \cdot AC \quad (3.9)$$

звідки

$$h = \frac{\pi \cdot a \cdot b + 2b(H - a)}{AC} \quad (3.10)$$

Величину основи трикутника AC знайдемо з умови торкання стороною трикутника AB еліпса в точці D . Для цього приймемо систему координат xOy з центром в точці O (рис 3.3). Складемо в обраній системі координат рівняння еліпса

$$\frac{x^2}{b^2} + \frac{(y - a)^2}{a^2} = 1 \quad (3.11)$$

звідки

$$y = a \cdot \left(1 \pm \sqrt{1 - \left(\frac{x}{b} \right)^2} \right) \quad (3.12)$$

Рівняння ділянки еліпса OA (нижньої половини еліпса) має вигляд:

$$y = a \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{x}{b} \right)^2} \right) \quad (3.13)$$

Рівняння дотичної АВ буде мати вигляд:

$$\operatorname{ctg}\left(\frac{\gamma}{2}\right) = \frac{dy}{dx} = \frac{a \cdot x}{b \cdot \sqrt{b^2 - x^2}}, \quad (3.14)$$

з іншого боку:

$$\operatorname{ctg}\left(\frac{\gamma}{2}\right) = \frac{y - y_A}{x - x_A}, \quad (3.15)$$

Прирівнявши праві частини рівнянь (3.14) і (3.15), отримаємо:

$$\frac{y - y_A}{x - x_A} = \frac{a \cdot x}{b \cdot \sqrt{b^2 - x^2}} \quad (3.16)$$

Розділивши вираз 3.10 на $2h$ і перетворивши його, отримуємо:

$$\frac{1}{2} = (\pi \cdot a \cdot b + 2b \cdot (H - a)) \cdot \operatorname{ctg}\left(\frac{\gamma}{2}\right) \quad (3.17)$$

звідки знайдемо

$$\operatorname{ctg}\left(\frac{\gamma}{2}\right) = \frac{1}{2b \cdot (\pi \cdot a + 2(H - a))} \quad (3.18)$$

З виразу (3.16) знайдемо

$$\frac{x_A}{\sqrt{b^2 - x_A^2}} = \frac{1}{2a \cdot (\pi \cdot a + 2(H - a))} \quad (3.19)$$

Позначимо вираз $\frac{1}{2a \cdot (\pi \cdot a + 2(H - a))} = Z$ і піднесемо обидві частини рівняння 3.19 в квадрат і провівши необхідні перетворення, отримаємо координату точки D (x_A)

$$x_A = \sqrt{\frac{Z \cdot b^2}{1 + Z}} \quad (3.20)$$

Підставивши отримане значення координати x_A в рівняння дотичної (3.16), отримаємо другу координату точки D (y_A)

$$y_A = a \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{Z}{1 + Z}} \right) \quad (3.21)$$

Точку А перетину дотичної з віссю x знайдемо з виразу (3.15), прирівнявши $y = 0$:

$$x_A = Z \cdot \sqrt{\frac{Z \cdot b^2}{1 + Z}} - b \left(1 - \sqrt{1 - \frac{Z}{1 + Z}} \right) \quad (3.22)$$

З малюнка (3.8) можна знайти величину основи трикутника AC

$$AC = 2 \cdot (b - x_A) + L_{\Delta} \quad (3.23)$$

Підставивши вираз (3.23) в (3.10) отримаємо:

$$h = \frac{\pi \cdot a \cdot b + 2b(H - a)}{2 \cdot \left(b - \sqrt{\frac{Z \cdot b^2}{1 + Z}} \right) + L_{\Delta}} \quad (3.24)$$

Використавши отримане рівнянням 3.24 визначимо значення відстані між колесами за умови допустимого значення висоти клину та глибини колії

$$L_{\Delta} = \frac{\pi \cdot a \cdot b + 2b(H - a)}{2 \cdot \left(b - \sqrt{\frac{Z \cdot b^2}{1 + Z}} \right)} - h = \frac{3,14 \cdot 18 \cdot 270 + 2 \cdot 270 \cdot (30 - 18)}{2 \cdot \left(270 - \sqrt{\frac{2 \cdot 270^2}{1 + 2}} \right)} - 33 = 186 \text{ мм} \quad (3.25)$$

За результатами проведених розрахунків за допомогою математичного пакету Mathcad оптимальне значення відстані між здвоєними колесами повинно знаходитися в межах 162 до 186 мм за глибини колії H в допустимих межах 20-30 мм, при цьому висота клину h становитиме 26 – 33 мм.

3.4 Визначення рушійної сили здвоєних коліс трактора

Розрахунок рушійної сили проведемо використовавши вихідні дані наведені в додатку В. Рушійна сила $P_{руш}$ утворюється як складова реакції ґрунту, спрямована у бік руху, внаслідок впливу ґрунтозачепів та зовнішньої поверхні шини колеса на ґрунт, а також наявності сил тертя між шинами та ґрунтом [26]:

$$P_{руш} = \sum P_{nz} + \sum P_{тр} \quad (3.26)$$

де $\sum P_{nz}$ – сумарне зусилля від ґрунту на ґрунтозачепах, Н;

$\sum P_{тр}$ – сумарні сили тертя між ґрунтом і колесами, Н.

Відповідно до роботи [26] сумарна реакція ґрунту на ґрунтозачепах визначатиметься наступним виразом:

$$\sum P_{nz} = \sum_i \int_0^h \int_0^b \tau \cdot dh \cdot db \quad (3.27)$$

де знак суми означає підсумовування за кількістю ґрунтозачепів, що знаходяться одночасно в зачепленні з ґрунтом.

dh і db – перпендикулярні до напрямку руху елементарні місця контакту ґрунтозачепу з ґрунтом;

τ – паралельна шляху проекція напруги ґрунту (дотичні напруги);

i – кількість ґрунтозачепів, що знаходяться в зачепленні, шт.

Приймаючи, що τ – середня проекція напруги ґрунту є постійна величина, винесемо її за знак інтеграла. Тоді формула (3.27) отримає вигляд:

$$\sum P_{nz} = \sum_1^i \tau \cdot h \cdot b \quad (3.28)$$

Проведемо уточнення формули (3.27), приймаючи, що контакт колеса з ґрунтом у поперечному перерізі відбувається приблизно по дузі еліпса (рис.3.4).

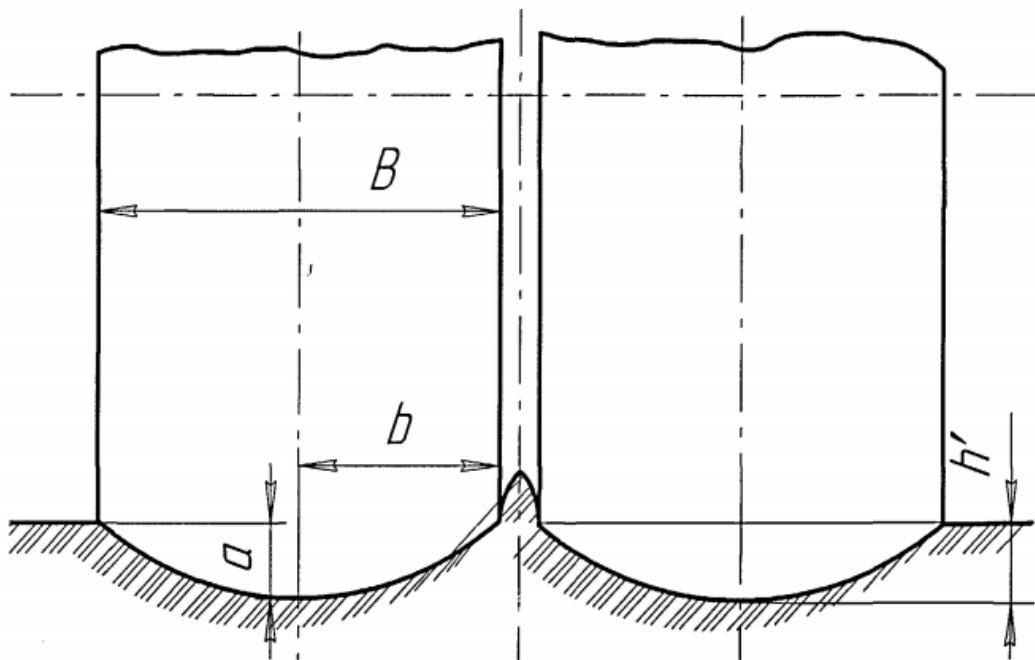


Рисунок 3.4 – Схема до розрахунку тягового зусилля здвоєних коліс

У цьому випадку формула (3.27) матиме вигляд:

$$\sum P_{nz} = \sum_1^i \int_0^h \int_0^B \tau \cdot dh \cdot db \quad (3.29)$$

де $B = \pi \left[1,5(a+b) - \sqrt{a \cdot b} \right]$ – половина периметра еліпса, м;

a – мала піввісь еліпса, м;

b – ширина одного протектора, приблизно рівна половині ширини колеса,

м.

За умови $\tau = const$ формула (3.27) набуде вигляду:

$$\sum P_{nz} = 0,5 \cdot \tau \cdot \sum_1^i (h \cdot \pi (3(a+b) - \sqrt{a \cdot b} - b)) \quad (3.30)$$

Врахуємо також, що поздовжня проекція напруги ґрунту залежить від ущільнення ґрунту [26], і отже, можна прийняти приблизно прямо пропорційну залежність дотичної напруги від ваги трактора:

$$\tau = K \frac{G_k}{S} \quad (3.31)$$

де G_k – навантаження на колесо, Н;

S – площа п'ятна контакту, м²;

K – коефіцієнт пропорційності, що залежить від фізико-механічних властивостей ґрунту.

Підставляючи (3.31) в (3.30) і виносячи постійні величини за знак суми, отримаємо вираз

$$\sum P_{nz} = G_k \cdot \frac{K \cdot h \cdot \pi (3(a+b) - \sqrt{a \cdot b} - b)}{2S} \cdot i \quad (3.32)$$

де i – кількість ґрунтозачепів, що вміщується на площі контакту

Виходячи з (3.32) умовний сумарний коефіцієнт зчеплення φ визначиться як

$$\varphi = \frac{\sum P_{nz}}{G_k} = \frac{K \cdot h \cdot \pi (3(a+b) - \sqrt{a \cdot b} - b)}{2S} \cdot i \quad (3.33)$$

Згідно роботи [27] число ґрунтозачепів i , що знаходяться в зачепленні може бути знайдено за такою формулою:

$$i = \frac{3 \cdot G_k \cdot z}{4 \cdot \pi \cdot C_r \cdot e} \quad (3.34)$$

де z – число ґрунтозачепів на шині, шт;

C_r – коефіцієнт радіальної жорсткості шини, Н/м;

e – розрахункова деформація шини у вертикальному напрямку, м.

Розрахункова деформація шини знаходиться за формулою:

$$e = 1,04 \cdot \sqrt[3]{\frac{G_k^2 \cdot r_0}{(1 + \sqrt{k+1}) C_r^2}} \quad (3.35)$$

де r_0 – вільний радіус колеса, м;

k – коефіцієнт відносної жорсткості циліндричної шини.

Підставивши вираз (3.35) в (3.34) і провівши перетворення, отримуємо число ґрунтозачепів у зачепленні:

$$i = 0,72 \cdot \frac{z}{\pi} \cdot \sqrt[3]{\frac{G_k \cdot (1 + \sqrt{k+1})}{r_0 \cdot C_r}} = 0,72 \cdot \frac{40}{3,14} \cdot \sqrt[3]{\frac{20600 \cdot (1 + \sqrt{0,1+1})}{0,7 \cdot 50000}} = 7,61 \quad (3.36)$$

у свою чергу, підставивши вираз (3.36) в (3.32) отримаємо сумарну реакцію ґрунту на ґрунтозачепах:

$$\sum P_{nz} = 0,36 \frac{K \cdot h' \cdot z (3(a+b) - \sqrt{a \cdot b} - b)}{S} \cdot \sqrt[3]{\frac{G_k^4 \cdot (1 + \sqrt{k+1})}{r_0 \cdot C_r}}, \quad (3.37)$$

$$\sum P_{nz} = 0,36 \frac{4 \cdot 0,03 \cdot 40 (3(0,03 + 0,27) - \sqrt{0,03 \cdot 0,27} - 0,27)}{0,58} \cdot \sqrt[3]{\frac{20600^4 \cdot (1 + \sqrt{0,1+1})}{0,7 \cdot 50000}} = 34733 \text{ Н}$$

Для умови, коли значення допустимої глибини колії не перевищує висоти ґрунтозачепа, величина h' – це висота ґрунтозачепа, що бере участь у зачепленні, дорівнюватиме глибині колії H_m . Отже реакція ґрунту на ґрунтозачепах залежатиме від глибини колії, утвореної рушіями.

Сумарні сили тертя між ґрунтом і колесами визначимо за рівнянням:

$$\sum P_{mp} = G_k \cdot \frac{f_{mp}}{r_0} = 20600 \cdot \frac{0,18}{0,7} = 5297,14 \text{ Н}, \quad (3.38)$$

тоді згідно рівняння 3.26 визначимо рушійну силу здвоєних коліс трактора;

$$P_{руш} = 34733 + 5297,14 = 40030,14 \text{ Н}$$

Згідно проведених розрахунків встановлено, що за рахунок встановлення здвоєних коліс збільшується опорна площа та кількість ґрунтозачепів в двічі при цьому рушійна сила зросте до 40 кН

3.5 Оцінка прохідності трактора

Прохідність являється одним з найважливіших тягово-зчіпних показників трактора. Прохідність зазвичай розподіляють на профільну та опорно-зчіпну.

Прохідність зазвичай оцінюється рядом параметрів, що викликано різноманітністю вимог, що пред'являються до тракторів. Для оцінки опорної прохідності робилися спроби встановити кількісні показники.

$$\lambda_c = \frac{V}{V_p} \cdot 100 \%, \quad (3.39)$$

де V – швидкість руху по важкопрохідній ділянці, км/год;

V_p – швидкість руху дорогами з твердим покриттям, км/год.

Аналогічний коефіцієнт буксування, що характеризує відношення дійсної швидкості поступального руху до теоретичної:

$$\delta = \frac{V_m - V}{V_m} \cdot 100 \%. \quad (3.40)$$

В нашому випадку оцінку прохідності для трактора з здвоєними колесами і без них виконаємо за узагальненим конструктивним показником:

$$k = \frac{\rho \cdot \beta'}{g_{ум.т}}, \quad (3.41)$$

де ρ – питома тягове зусилля, що дорівнює відношенню тягового зусилля до ваги трактора;

β' - коефіцієнт зчіпної ваги, що дорівнює відношенню зчіпної ваги до ваги трактора;

$g_{ум.т} \sim$ умовний питомий тиск колеса на ґрунт.

Прохідність трактора з стандартним рушієм:

$$\kappa = \frac{0,593 \cdot 1}{1,7} = 0,35.$$

Прохідність трактора зі здвоєними колесами:

$$\kappa' = \frac{0,555 \cdot 1}{0,86} = 0,65.$$

Ступінь підвищення прохідності визначимо за такою формулою:

$$\square_{\kappa} = \frac{\kappa' - \kappa}{\kappa} = \frac{0,65 - 0,35}{0,35} \cdot 100\% = 85,7\% \quad (3.42)$$

3.6 Висновки

1. В якості пілотного проекту розроблено конструкції пристрою для здвоєння коліс тракторів ХТЗ-150К, що широко використовуються на енергонасичених операціях в господарстві.
2. За результатами розрахунку на міцність встановлено, що діаметр стяжок пристрою для здвоювання коліс повинен становити не менше 12 мм.
3. За результатами проведених розрахунків встановлено, що оптимальне значення відстані між здвоєними колесами повинно знаходитися в межах 162 до 186 мм за глибини колії H в допустимих межах 20-30 мм, при цьому висота клину h становитиме 26 – 33 мм. Відстань між колесами приймаємо 165 мм.
4. За результатами оцінки прохідності трактора доведено, що здвоєння коліс на тракторі ХТЗ-150К покращує опорну прохідність на 85,7% порівняно зі стандартною ходовою частиною трактора.

Розділ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

4.1. Організація охорони праці в господарстві

Ефективна організація охорони праці в господарстві являється запорукою безпечного виконання основних технологічних операцій пов'язаних з виробничим процесом. Всі організаційні заходи та робота структурного підрозділу з охорони праці виконуються згідно Конституції України, статей Кодексу законів про працю та положень Закону «Про охорону праці» [28, 29]. Згідно закону «Про охорону праці» директор ТОВ «Олдрідж Груп» несе повну відповідальність за стан охорони праці на підприємстві. Відповідальними по підрозділам за виконання положень з охорони праці являються: головний агроном в рослинництві та головний інженер в підрозділі механізації.

Відповідальних по підрозділам за безпеку праці зобов'язані вести контроль та проведення всіх видів інструктажів в господарстві, про що свідчать журнали їх реєстрації з відповідними записами. Забезпечити контроль стану куточків з безпеки праці з засобами пожежогасіння, перевірки стану обладнання та засобів захисту небезпечних робочих зон. Забезпечити працівників засобами захисту від запилення та хімічного враження.

Виробничі підрозділи господарства обладнані куточками з охорони праці, та засобами пожежогасіння, першої медичної допомоги (аптечками) та інструкціями на виробничих місцях.

На території господарства розміщений медичний пункт де організовано щоденний огляд водіїв перед початком зміни. Всі виробничі підрозділи забезпечено засобами зв'язку.

Стан охорони праці по господарству знаходиться на хорошому рівні. Своєчасне проведення інструктажів на робочому місці, являється основним

заходом для практичного засвоєння працівниками правильних навичок роботи на виробничих місцях та правил санітарії.

Всі виробничі приміщення мають достатнє освітлення, забезпечені вентиляцію та громовідводами. В темну пору доби територія господарства добре освітлюється

Об'єкти підвищеної пожежної небезпеки нафто-господарства обладнано куточками з засобами пожежогасіння та громовідводами.

Всі особи, зайняті в виробничому процесі господарства проходять інструктаж з безпеки праці. Проведення інструктажу документально оформляється та підтверджується підписом проінструктованої особи.

З метою забезпечення протипожежної безпеки майстерні, склади, майданчики обладнано пожежними щитами, ємностями з водою, а також є пожежні водойми.

До осіб, які порушують правила пожежної безпеки, приймаються відповідні заходи впливу.

Відповідальність за забезпечення пожежної безпеки в бригадах, відділеннях, майстерень гаража, складах та інших ділянках несуть керівники підрозділів, а під час відсутності останніх - особи, що виконують їх обов'язки

На підставі правил пожежної безпеки, для всіх сільськогосподарських ділянок розробляються конкретні інструкції про заходи пожежної безпеки. Інструкції розробляються інженерно-технічним персоналом, затверджуються керівником ФГ «Соболь С-Л», вивчаються з усіма особами, які працюють на даному об'єкті, і вивішуються на видних місцях.

Особи, які не пройшли протипожежного інструктажу не допускаються до роботи. Протипожежний інструктаж робітників і службовців господарства проводимо одночасно з інструктажем по техніці безпеки. Про проведення інструктажу робиться відмітка у спеціальному журналі.

З метою виявлення недоліків нами проведено аналіз стану охорони праці в господарстві. За результатами проведеного аналізу можна зробити наступні висновки:

- Проведення інструктажів з охорони праці на робочих місцях з усіма працівниками та перевірка знань працівників виконується вчасно з реєстрацією в відповідних журналах.
- Контроль відповідності виконуваних робіт до фахового рівня працівників, відповідає дійсності.
- Техніка, сільськогосподарські машини, обладнання, знаходяться в задовільному стані, працівники повністю забезпечені необхідним інструментом.
- Вчасно здійснюється мобільне (виїзд у поле) харчування працівників, якщо вони харчуються за рахунок підприємства.
- Перед сезоном збирання урожаю здійснюється контроль за проведенням ремонту електрообладнання та відповідних електровимірювальних електроустановок зерно приймальних токів, зерноочисних машин та зерноавантажувачів.
- Не всі будівлі та ангари, забезпечено громовідводами та заземленням.

На потреби охорони праці підприємство виділяє до 6% від річного прибутку господарства. Фінансова підтримка сфери охорони праці, позитивно впливає на зниження втрат пов'язаних з відшкодуванням на лікування травмованих працівників та ремонт зіпсованої техніки.

4.2 Заходи з охорони праці при роботі машино-тракторного агрегату з двосічними колесами

До керування машино-тракторним агрегатом допускаються особи, які мають посвідчення відповідної категорії та не мають протипоказань по здоров'ю. Перед початком роботи працівники повинні пройти первинний інструктаж на робочому місці. Особливістю експлуатації тракторів з здвоєними колесами перш за все являється збільшення габаритів транспортного засобу та сліпих зон (рис. 4.1) [30] по ширині трактора.

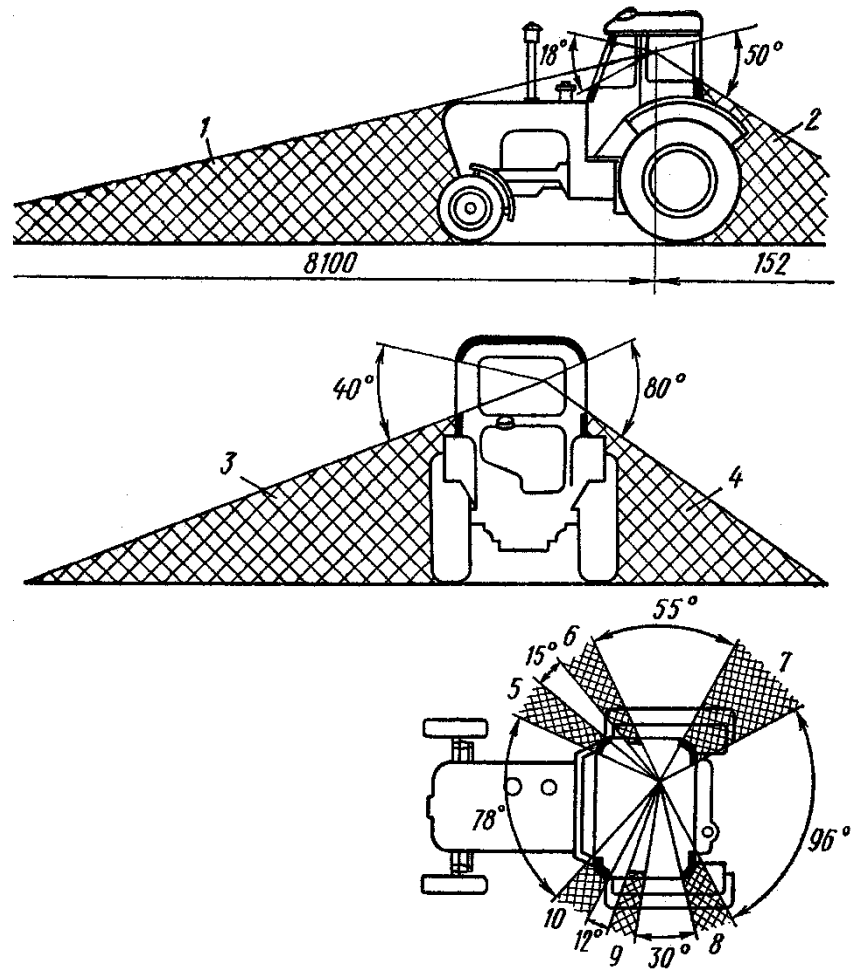


Рисунок 4.1 – Сліпі зони з кабіни трактора:

1 – спереду трактора; 2 – позаду трактора; 3-4 – бокові; 5-10 – перекриті перегородками стінок кабіни.

Для попередження аварійних ситуацій в темну пору доби або в умовах недостатньої освітленості необхідно винести сигнальні (габаритні) ліхтарі позначивши крайні точки габаритів трактора з врахуванням додаткових коліс.

Під час монтажу додаткових коліс необхідно приділити особливу увагу надійності кріплення додаткових коліс. Тракторист на початку зміни та по завершенню повинен перевіряти фіксуючі стяжки та замки до них. При появі коливань та зміщень додаткових коліс негайно зупинити трактор та усунути недоліки на місці за необхідності скористатися допомогою ремонтної бригади.

Періодично виконувати контроль тиску в колесах. Тиск в додатковому (зовнішньому) колесі повинен бути меншим на 15-20 відсотків порівняно з основним. Дана вимога дозволяє зменшити навантаження на опорну частину основного колеса та підвищити надійність кріплення додаткового колеса.

Переїзди машино-тракторного агрегату необхідно здійснювати тільки в транспортному положенні робочих органів широкозахватних машин.

Операції по агрегуванню трактора з причіпними машинами бажано виконувати в автоматичному режимі за неможливості скористатися допомогою помічника за умови двостороннього зв'язку між обома. Поміник також

По завершенню технологічних операцій машино-тракторний агрегат необхідно очистити від пилу і бруду та рослинних решток за необхідності провести мийку на спеціально відведеному місці.

4.3 Оцінка впливу удосконаленої машини на навколишнє середовище

З метою захисту навколишнього середовища запропоноване вдосконалення ходової частини енегонасичених тракторів дозволить знизити механічний вплив (ущільнення ґрунту, перетирання ґрунту при буксуванні) рушіїв на родючий шар ґрунту (рис. 4.2) за рахунок збільшення опорної поверхні.



Рисунок 4.2 – Негативний вплив колісних рушіїв на родючий шар ґрунту
Зниження буксування дозволяє зменшити негативне явище пов’язане з вивітрюванням поверхневого родючого шару ґрунту.

Для запобігання забруднення навколишнього середовища всі операції по заправці сільськогосподарської техніки та мийки виконуються у спеціально відведених місцях. Всі ємності з використаних експлуатаційних рідин утилізуються передаються на об’єкти переробки та утилізації.

4.4 Висновки

За результатами проведеного аналізу встановлено, що організацію охорони праці в господарстві організована належним чином. Розроблені заходи з охорони праці при роботі машино-тракторного агрегату з вдосконаленою ходовою частиною забезпечать безпечну його експлуатацію.

Запропоноване вдосконалення ходової частини тракторів дозволить знизити негативний вплив колісних рушіїв на ґрунти за рахунок зменшення тиску на опорну поверхню та буксування.

Розділ 5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ

Економічний ефект від проведеної модернізації ходової частини тракторів ХТЗ-150К визначали, зіставляючи наведені витрати базового і проектного варіанту [31]. Вихідні дані для розрахунку базового і проектного варіантів наведено в додатку Г. Оцінка економічної ефективності застосування розроблених машин проводилася в цінах 2023 року. Економічний ефект від зниження експлуатаційних витрат [31]:

$$E_e = (B_1 - B_2) \cdot B_p \quad (5.1)$$

де E_e - економічний ефект від впровадження трактора зі здвоєними колесами в порівнянні з базовим, грн;

B_1 і B_2 - приведені витрати на одиницю роботи, виробленої за допомогою базового і нового тракторів, грн/га;

B_p - річний обсяг робіт, виконаних трактором.

Приведені витрати являють собою суму експлуатаційних витрат і нормативного прибутку:

$$B_n = B_e + H_n \quad (5.2)$$

де B_e – експлуатаційні витрати, грн/га;

H_n – нормативний прибуток від капітальних вкладень, грн/га.

Експлуатаційні витрати є комплексною статтею витрат в собівартості продукції рослинництва.

Статті експлуатаційних витрат в залежності від виду та обсягу виконуваних за рік механізованих робіт, тобто річного завантаження, поділяють на постійні і змінні. До постійних витрат, які залежать від зміни річного завантаження, відносяться амортизаційні відрахування і витрати на утримання. До змінних витрат, що залежать прямо пропорційно від річного завантаження, відносяться витрати на технічне обслуговування і ремонт, паливо-мастильні матеріали і оплату праці механізаторів.

Продуктивність трактора на культивації визначається з вираження:

$$W_{\tau} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot \tau \quad (5.3)$$

де B_p – робоча ширина захвату агрегату, м;

V_p – робоча швидкість руху, км/год;

τ – коефіцієнт використання часу зміни приймаємо 0,75;

базовий

$$W_{\tau B} = 0,1 \cdot 8,4 \cdot 6 \cdot 0,75 = 3,78 \text{ га/год,}$$

проектний

$$W_{\tau II} = 0,1 \cdot 8,4 \cdot 9 \cdot 0,75 = 5,67 \text{ га/год.}$$

Експлуатаційні витрати за рік визначимо за рівнянням:

$$B_{\text{екс}} = B_{\text{оп}} + A + T + B_{\text{рес}} + IB, \quad (5.4)$$

де: $B_{\text{оп}}$ – витрати та нарахування на заробітну плату, грн;

A – амортизаційні відрахування на техніку, грн;

T – відрахування на обслуговування та ремонт техніки, грн;

$B_{\text{рес}}$ - вартість спожитих на протязі року енергоресурсів, грн;

IB – інші витрати, грн.

Витрати та нарахування на заробітну плату:

$$B_{\text{он}} = Z + H_3, \quad (5.5)$$

де: Z – фонд оплати праці, грн. (за рік);

H_3 - нарахування на фонд оплати праці, грн. Нарахування на фонд оплати праці включає єдиний соціальний внесок – 22% тоді $H_3 = 0,22 \cdot Z$.

Фонд оплати праці розрахуємо за наступною формулою:

$$Z = N_n \cdot t_{\text{доб}} \cdot D_p \cdot C_{\text{год}}, \quad (5.6)$$

де: N_n - кількість працівників, задіяних на виконанні операції, чол;

$t_{\text{доб}}$ - тривалість роботи агрегату за добу, год;

D_p - кількість днів виконання агрегатом операції на протязі року, днів.

$C_{\text{год}}$ - годинна тарифна ставка, грн.

Базовий:

$$Z = 1 \cdot 8 \cdot 24 \cdot 65 = 12480 \text{ грн,}$$

проектний:

$$Z = 1 \cdot 8 \cdot 16 \cdot 65 = 8320 \text{ грн.}$$

Визначимо нарахування на фонд оплати праці,

базовий:

$$H_3 = 0,22 \cdot 12480 = 2745,6 \text{ грн,}$$

проектний:

$$H_3 = 0,22 \cdot 8320 = 1830,4 \text{ грн.}$$

Тоді витрати на оплату праці становитимуть,

базовий:

$$B_{on} = 12480 + 2745,6 = 15225,6 \text{ грн,}$$

проектний:

$$B_{on} = 8320 + 1830,4 = 10150,4 \text{ грн.}$$

Амортизаційні відрахування на техніку:

$$A = \frac{B_m \cdot \alpha \cdot t_{доб} \cdot D}{100 \cdot D \cdot Z \cdot t} \quad (5.7)$$

де: B_m - балансова вартість техніки, грн;

α - річна норма амортизації на технічний засіб, %.

Для машин та обладнання приймаємо 15 %;

D - кількість днів роботи техніки на всіх роботах за рік, днів;

Z - кількість змін (планових) роботи за добу, змін/добу;

t - тривалість (планова) роботи техніки на протязі зміни, год/зміну.

Базовий:

$$A = \frac{1102000 \cdot 15 \cdot 8 \cdot 170}{100 \cdot 170 \cdot 8 \cdot 2} = 82650 \text{ грн,}$$

проектний:

$$A = \frac{1210540 \cdot 15 \cdot 8 \cdot 170}{100 \cdot 170 \cdot 8 \cdot 2} = 90790,5 \text{ грн.}$$

Відрахування на обслуговування та ремонт техніки:

$$T = \frac{B_m \cdot b \cdot t_{доб} \cdot D}{100 \cdot D \cdot Z \cdot t} \quad (5.8)$$

де: b - річна норма відрахувань на обслуговування та ремонт техніки, %
приймаємо $b = 10\%$.

Базовий:

$$T = \frac{1102000 \cdot 10 \cdot 8 \cdot 170}{100 \cdot 170 \cdot 8 \cdot 2} = 55100 \text{ грн,}$$

проектний:

$$T = \frac{1210540 \cdot 10 \cdot 8 \cdot 170}{100 \cdot 170 \cdot 8 \cdot 2} = 60527 \text{ грн.}$$

Витрати на енергоресурси протягом року:

$$B_{рес} = B_{пмм}, \quad (5.9)$$

де $B_{пмм}$ – витрати на паливно-мастильних матеріалів, грн.;

В свою чергу $B_{пмм}$ розраховуємо за формулою:

$$B_{пмм} = Z_{пмм} \cdot Ц_{пмм}, \quad (5.10)$$

де $Z_{пмм}$ - річні витрати паливно-мастильних матеріалів, кг;

$Ц_{пмм}$ - ціна 1 кг комплексного палива, приймаємо 40,5 грн/кг.

Базовий:

$$B_{пмм} = 8964 \cdot 40,5 = 363042 \text{ грн,}$$

проектний:

$$B_{пмм} = 4980 \cdot 28,5 = 201690 \text{ грн.}$$

Тоді витрати на енергоресурси протягом року станомитимуть:

базовий:

$$B_{рес} = B_{пмм} = 363042 \text{ грн,}$$

проектний:

$$B_{рес} = B_{пмм} = 201690 \text{ грн.}$$

Вартість інших витрат, які складають 5% від загальної суми експлуатаційних витрат:

$$IB = \frac{B_{on} + A + T + B_{pec}}{100} \cdot 5, \quad (5.11)$$

базовий:

$$IB = \frac{15225,6 + 82650 + 55100 + 363042}{100} \cdot 5 = 25800,8 \text{ грн},$$

Проектний:

$$IB = \frac{10150,4 + 90790,5 + 60527 + 201690}{100} \cdot 5 = 18157,9 \text{ грн.}$$

Згідно рівняння 5.4 визначимо експлуатаційні витрати за рік:

базовий:

$$B_{екс}^B = 15225,6 + 82650 + 55100 + 363042 + 25800,8 = 541818,4 \text{ грн}$$

проектний:

$$B_{екс}^П = 10150,4 + 90790,5 + 60527 + 201690 + 18157,9 = 381315,8 \text{ грн}$$

Термін окупності додаткових капітальних вкладень проекту визначимо за формулою:

$$T_o = \frac{\Delta K_\varepsilon}{E_p}, \quad (5.12)$$

де: ΔK_ε – розмір додаткових капітальних вкладень, ;

E_p - річний економічний ефект, грн.

Розмір додаткових капітальних вкладень ΔK_ε визначається як різниця між проектною і базовою вартістю машини

$$\square K_\varepsilon = B_{\text{м}}^{\text{п}} - B_{\text{м}}^{\text{б}} = 1210540 - 1102000 = 108540 \text{ грн.} \quad (5.13)$$

При не змінному обсязі виконання роботи річний економічний ефект можна визначити як суму зменшення річних експлуатаційних витрат при роботі агрегату

$$E_p = B_{\text{екс}}^{\text{б}} - B_{\text{екс}}^{\text{п}} = 541818 - 381315,8 = 160502,6 \text{ грн.} \quad (5.14)$$

Тоді термін окупності становитиме $T_o = \frac{108540}{160502,6} = 0,7$ року

Економічні показники ефективності модернізації ходової частини трактора ХТЗ-150К наведено в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Економічні показники ефективності проекту

Показник	Варіанти		Проектний варіант в грн до базового
	Базовий	Проектний	
1	2	3	4
Склад агрегату	ХТЗ-150К + КГШ-8,4	ХТЗ-150К+ КГШ-8,4	-

Вид робіт	культивуація	культивуація	-
Площа проведення культивуації протягом року, га	830	830	-
Балансова вартість машини, грн	1102000	1210540	108540
Витрати паливно-мастильних матеріалів на весь обсяг робіт, кг	8964	4980	-3984

Продовж. табл. 5.1

1	2	3	4
Експлуатаційні витрати за рік – всього, грн.	541818,4	381315,8	-160502,6
У тому числі: заробітна плата з нарахуваннями	15225,6	10150,4	-5075,2
амортизаційні відрахування, грн	82650	90790,5	8140,5
відрахування на поточний ремонт і техогляди технічного засобу, грн	55100	60527	5427
вартість спожитих на протязі року енергоресурсів, грн	363042	201690	-161352
інші витрати, грн	25800,8	18157,9	-7642,9
Річний економічний ефект, грн.	160502,6		
Термін окупності додаткових капітальних вкладень, років	0,7		

Висновки:

В даному розділі було проведено економічне обґрунтування удосконалення ходової частини колісного рушія трактора ХТЗ-150К. Проведено техніко-економічні розрахунки базового і проектного варіантів на культивуації ґрунту машинно-тракторним агрегатом з одинарними та здвоєними

ведучими колесами. Запропоноване удосконалення дозволило збільшити 1,5 рази продуктивність машино-тракторного агрегату в складі трактора ХТЗ-150К та культиватора КГШ-8,4 за рахунок кращого зчеплення рушіїв з ґрунтом та зменшенням буксування в процесі роботи.

Річний економічний ефект від застосування здвоєних шин на тракторі ХТЗ-150К при роботі з широкозахватними машинами склав 160502,6 грн. . Термін окупності удосконаленої ходової частини становить 0,7 року.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В кваліфікаційній роботі вирішено завдання підвищення тягово-зчіпних показників трактора ХТЗ-150К шляхом модернізації ходової частини. Для цього:

1. Проведено аналіз впливу колісних рушіїв тракторів на родючий шар ґрунту.

2. Визначено спосіб підвищення тягово-зчіпних показників трактора ХТЗ-150 шляхом здвоєння ведучих коліс.

3. Розроблено конструкцію пристрою для здвоєння коліс адаптованого під ходову частину трактора ХТЗ-150К.

4. Проведено конструктивно-технологічні розрахунки за результатами яких встановлено оптимальне значення відстані між здвоєними колесами L_d в межах 162...186 мм за глибини колії H в допустимих межах 20...30 мм. Розрахунками доведено, що використання здвоєних коліс на тракторі ХТЗ-150К покращує опорну прохідність на 85,7% порівняно зі стандартною ходовою частиною трактора. Для забезпечення надійності кріплення додаткового колеса згідно розрахунку на міцність діаметр стяжок повинен бути не менше 12 мм.

5. Розроблено заходи з охорони праці під час експлуатації трактора ХТЗ-150К з модернізованою ходовою частиною, які забезпечать безпечну його експлуатацію. Запропоноване вдосконалення ходової частини тракторів дозволить знизити негативний вплив колісних рушіїв на ґрунти за рахунок зменшення тиску на опорну поверхню та буксування.

6. Проведено розрахунки економічної ефективності за результатами яких встановлено, що запропоноване удосконалення дозволило збільшити 1,5 рази продуктивність машино-тракторного агрегату ХТЗ-150К+КГШ-8,4, а річний економічний ефект склав 160502,6 грн. Термін окупності удосконаленої ходової частини становить 0,7 року.

ЛІТЕРАТУРА

1. http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2018/zb/09/
2. Куляшов А. П., Колотилин В. Е. Экологичность движителей транспортно–технологических машин. М.: Машиностроение. 1993. - 288с.
3. “Driving a revolution in the paddock”, ECOS, Jan–Mar, 2004.
4. <https://www.metodolog.ru/01305/3.jpg>
5. Охмат, Петро Корнійович. Основи теорії та розрахунку трактора і автомобіля : курс лекцій для студ. за напрямом підготов. 6.100102 "Процеси, машини та обладнання агропром. вир-ва" : навч. посіб. / Охмат П. К., Мельниченко В. І. ; Дніпропетр. держ. аграр. ун-т, Каф. "Трактори і автомобілі". - Д. : ЕНЕМ, 2013. - 339 с.
6. Кашуба Б.П., Коваль И.А. Трактор Т-150 К. Устройство и эксплуатация. - М.: «Колос», 1976.-312 с.
7. Кузнецов Н.Г. Теорія тягового балансу енергонасичених колісних тракторів під час роботи на важких ґрунтах. Навчальний посібник. – Харків, 2005. – 145 с.
8. <https://propozitsiya.com/ua/ekspluataciya-tehniki-z-kolisnimi-rushiyami>
9. Лебедев А.Т. Трактори та автомобілі. Ч. 3. Шасі. – К.: Вища освіта, 2004. – 336 с.

10. Погорілець О.М. Гідропривід сільськогосподарської техніки.: Навчальне видання / О.М. Погорілець, М.С. Волянський, В.Д. Войтюк, С.І. Пастушенко; За ред. О.М. Погорільця.- К.: Вища освіта, 2004. – 368 с.: іл.
11. <http://xtz.ua/ua/news/40.html>
12. <https://agromester.md/news/johndeere-6b/>
13. <https://agrospectyre.in.ua/a254148-voda-traktornyh-shinah.html>
14. Richting ballastert - mindestens 20% mehr Zugkrafts. // Profi. - 1991. №12. с.84-88.
15. Шкарівський Г.В. Основи теорії мобільних машин: Навчальний посібник. К.: ФОП Ямчинський О.М., 2019. 723 с.
16. <https://www.deere.ua/ru/тракторы/больших/серия-9r/9rx640/>
17. <https://traktorist.ua/news/1307-htz-proviv-tyagovi-viprobovuvannya-eksperimentalnogo-traktora>
18. Охмат П.К., Бойко В.Б., Соболев А.С. Підвищення тягово-зчіпних властивостей тракторів марки John Deere шляхом використання здвоєних шин. *Wykształcenie i nauka bez granic* – 2019. *Przemysł Nauka i studia* 2019. с 52-55
19. https://odense.com.ua/buhler/buhler_versatile_hht.php
20. Bonhomme, J., Mollon, V. & Bonhomme, J. (2015). A method to determine the rolling resistance coefficient by means of uniaxial testing machines. *Experimental Techniques*, 39 (3), 37–41.
21. Russini, A., Schlosser, J. F. & Farias, M. S. (2018). Estimation of the traction power of agricultural tractors from dynamometric tests. *Cienc. Rural*, 48 (4), 16. doi: 10.1590/0103-8478cr20170532.
22. Stoessel, F., Sonderegger, T., Bayer, P., & Hellweg, S. (2018). Assessing the environmental impacts of soil compaction in Life Cycle Assessment. *Science of The Total Environment*, 630, 913-921. doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.02.222.
23. Охмат П.К., Улексін В.О., Мельниченко В.І. Трактори і автомобілі. Практикум: Навчальний посібник. – Дніпропетровськ.: «ЕНЕМ», 2011. – 156 с.
24. Трактор ХТЗ-150К-09-25. Руководство по эксплуатации 151.00.000-09-25 РЭ. – Харьков, 2013. – 251 с.

25. Дирда В.І., Овчаренко Ю.М., Рижков І.Є. Деталі машин: Підручник. – Дніпропетровськ: Авантаж, 2006. – 448 с.

26. Йофінов С.А., Лишко Г.П. Експлуатація машинно-тракторного парку. - К: «Колос», 1984-351 с.

27. А.П. Солтус, С.М. Черненко. Особливості роботи еластичного колеса як складного механізму. Технічні науки. Вісник ЖДТУ. – 2018. № 2 (82) с. 152-159

28. Ткачук К. Н. Основи охорони праці: підручник. / К. Н. Ткачук, М. О. Халімовський, В. В. Зацарний та ін. – К.: Основа, 2006. – 448 с.

29. «Закон України «Про охорону праці». Закон введено в дію з дня опублікування – 24.11.1992 року N 2695-ХІІ)»

30. Методичні рекомендації призначені для проведення лабораторно-практичних робіт при проходженні навчальної практики по керуванню сільськогосподарською технікою студентами інженерно-технологічного факультету денної форми навчання за спеціальністю 208 – «Агроінженерія», ДДАЕУ, 2020 .- 36 с.

31. Сичова М.О. Методичні рекомендації по економічному обґрунтуванню дипломних проектів для студентів факультету механізації сільського господарства, які захищають диплом на кафедрі тракторів і автомобілів [Текст] / Дніпр, держ. агр. ун-т.; уклад. М.О. Сичова, Н.О Шевченко. - Дніпропетровськ: ДДАУ, 2008. -24 с.

ДОДАТКИ

Додаток А

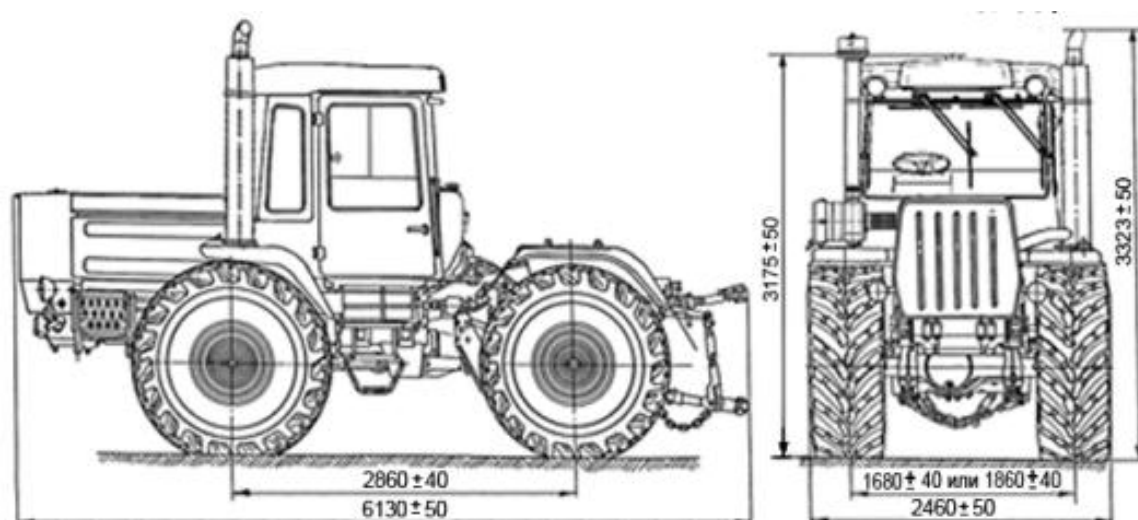


Рисунок А1 – Загальний вигляд трактора ХТЗ-150К

Таблиця А1 – Вихідні дані для розрахунку стяжок пристрою здвоєння коліс

Показник	Значення
Марка двигуна	ЯМЗ-236
Номінальна потужність, кВт	132,4
Крутний момент двигуна, Н·м	693
Кількість діапазонів/передач – вперед/назад	3/12 - 1/4
Передаточне число трансмісії на першій передачі	52,3
Частота обертання валу відбору потужності, хв ⁻¹	540/1000

Номінальне тягове зусилля, кН	30
Радіус обода колеса, м	0,30
База, мм	2860
Кліренс, мм	400
Маса, кг	8400
Діаметр вставки, мм	457
Кількість стяжок, шт	8
Коефіцієнт тертя сталі по сталі	0,19

Додаток Б

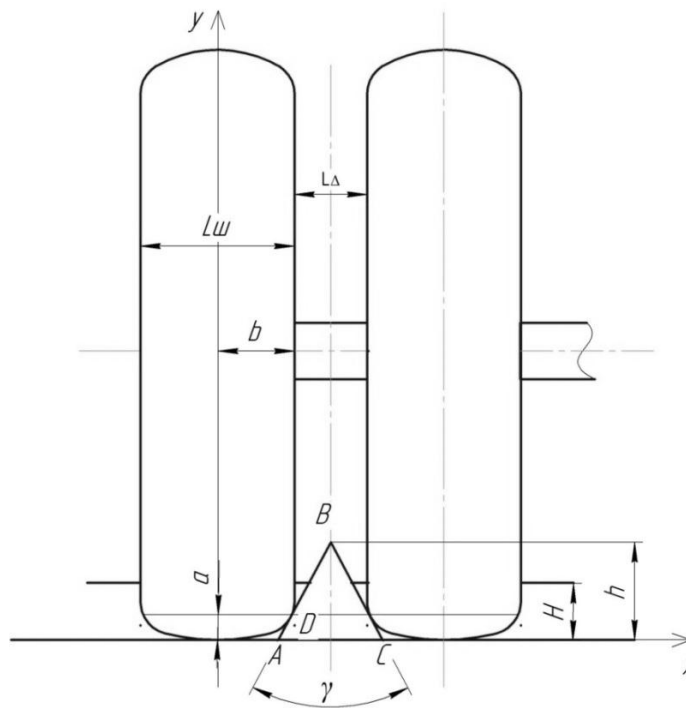


Рисунок Б1 – Геометричні розміри при здвоєнні коліс

Таблиця Б1 – Вихідні дані для визначення відстані між здвоєними колесами

Показник	Значення
Діапазон швидкості вперед/назад, км/ч	3,36-30,08 / 5,10-9,14
Шини (передні/задні колеса), дюйм	23,1R24

Мінімальний радіус повороту, м	6,5
База	2860 мм
Коля	1680 і 1860 мм
Ширина профілю шини $L_{ш}$, мм	540
Висота клину h , мм	30
Глибина колії H , мм	20-25

Додаток В

Таблиця В1 – Вихідні дані для визначення рушійної сили здвоєних коліс трактора

Показники	Значення
Мала піввісь еліпса, м	0,03
Ширина одного протектора, м	0,27
Навантаження на колесо, Н	20600
Число ґрунтозачепів на шині, шт	40
Коефіцієнт радіальної жорсткості шини, Н/м;	50000
Коефіцієнт пропорційності, що залежить від фізико-механічних властивостей ґрунту	4
Коефіцієнт відносної жорсткості циліндричної шини	0,1

Площа п'ятна контакту здвоєних шин, м ²	0,58
Вільний радіус колеса, м	0,7
Висоти ґрунтозачепа, м	0,03

Додаток Г

Таблиця Г – Вихідні дані для розрахунку економічної ефективності проекту

Показники	Базовий	Проектний
Склад агрегату	ХТЗ-150К (одинарні колеса) + КГШ-8,4	ХТЗ-150К (здвоєні колеса) + КГШ-8,4
Вид робіт	культивация	культивация
Площа проведення культивациі протягом року, га	830	830
Балансова вартість машини, грн	1102000	1210540
Максимальна швидкість на культивациі за буксування рушіїв $\delta = 7\%$, км/год	6	9
Витрати паливно-мастильних матеріали з врахуванням продуктивності агрегату, кг/га	10,8	6
Вартість палива, кг/га	40,5	40,5
Витрати паливно-мастильних	8964	4980

№	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл	Примітка
		матеріали на весь осяг робіт, кг			
		Годинна тарифна ставка, грн	Документація	68	
		Кількість працівників що обслуговують машину, год	Вигляд загальний	1	
		Кількість днів роботи машини на культивациї за рік, днів	Складальні одиниці	16	
		Тривалість зміни, год	Пристрій здвоєння коліс	8	
		Загальна кількість днів роботи трактора за рік, днів	Стандартні вироби	170	
	1		Двигун ЯМЗ-	1	
	2		Допоміжне обладнання	1	
	3		Ходова частина	1	
	4		Навісне обладнання	1	
	6		Механізм керування	1	
	7		Трансмісія 150.101.022	1	

Пілл. і дата
Взам. інв. №
Інв. № двбл.
Пілл. і дата
Інв. № пілл.

52.ДП.023.100.000ВЗ				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.		Єременко В.Е.		
Перев.		Бойко В.Б.		
Т. контр.				
Н. контр.		Золотовська		
Затв.		Теслюк Г.В.		
Трактор ХТЗ-150К			Літ	Лист
з здвоєними колесами				Листів
			ДДАЕУ	
			МС-4-20	

