

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Таврійський Державний Агротехнологічний Університет
імені Дмитра Моторного
Механіко-технологічний факультет

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. каф. "Машиновикористання в землеробстві"

доц. _____ Володимир КУВАЧОВ

"__" _____ 2021 року

Пояснювальна записка

до дипломної роботи здобувача СВО «Магістр»

(ступінь вищої освіти)

на тему: «Розробка лемішно – відвального причепного плуга загального призначення для агрегування з тракторами тягового класу 8 для сільськогосподарського товариства з обмеженою відповідальністю «Дружба» Веселівського району Запорізької області»

31МЗД.080.000000ПЗ

Виконав: здобувач ВО 2 курсу, групи 21МБ АІ
спеціальності 208 Агроінженерія

за ОПП Агроінженерія

шифр і назва спеціальності та ОПП

_____ Олескій ПОСТОЛ
(підпис)

Керівник проф. _____
(підпис)

Консультант проф. _____ Юрій РОГАЧ
(підпис)

Нормоконтроль доц. _____ Тетяна ЧОРНА
(підпис)

Рецензент _____
(підпис) (ініціали та прізвище)

Мелітополь
2021

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО

Інститут, факультет МТ

Кафедра Машиновикористання в землеробстві

Ступінь вищої освіти Магістр

Спеціальність 208 Агроінженерія

ОПП Агроінженерія
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри МВЗ

доцент Володимир КУВАЧОВ

“ ” 2020 року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Постол Олексій Геннадійович

1 Тема роботи: «Розробка лемішно – отвального причепного плуга загального призначення для агрегування з тракторами тягового класу 8 для сільськогосподарського товариства з обмеженою відповідальністю «Дружба» Веселівського району Запорізької області»

керівник проекту

затверджена наказом ректора університету від “13” жовтня 2020 р. № 1428-С.

2 Строк подання здовувачем роботи 05.02.2021 р.

3 Вихідні дані до роботи Результати практики, Інформація з науково-практичних періодичних видань України, рекомендовані технологічні карти на вирощування сільськогосподарських культур на півдні України, нормативні документи тощо.

4 Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Проаналізувати сучасний стан питання обробки ґрунтів

2. Обґрунтувати конструктивно – технологічну схему причепного плугу

3. Розробити програму та методика експериментальних досліджень

4. Проаналізувати, обґрунтувати та розробити заходи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях

5. Оцінити ефективність застосування причепного лемішно – відвального плуга ПБС – 12П

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

1. Засоби механізації для обробки ґрунту

2. Конструктивно – технологічна схема причіпного плуга

3. Основні параметри причіпного лемішно-відвального плуга загального призначення

4. Експлуатаційно-технологічні показники орного агрегату складається з трактора

Challenger MT865B і плуга ПБС-12П

5. Методика лабораторно-польових досліджень технологічного процесу, що виконується плугом ПБС-12П

6. Оцінка ефективності застосування причіпного плуга

6 Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	РОГАЧ Ю.П., професор		

7 Дата видачі завдання 21.12.2020 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Проаналізувати сучасний стан питання обробки ґрунтів	13.10.2020 р.- 31.10.2020 р.	
2	Обґрунтувати конструктивно – технологічну схему причіпного плугу	01.11.2020 р.- 30.11.2020 р.	
3	Розробити програму та методика експериментальних досліджень	01.12.2020 р.- 31.12.2020 р.	
4	Проаналізувати, обґрунтувати та розробити заходи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях	01.01.2021р. - 31.01.2021 р.	
5	Оцінити ефективність застосування причіпного лемішно – відвального плуга ПБС – 12П	01.02.2021 р.- 05.02.2021 р.	

Здобувач ВО

(підпис)

О.Г. ПОСТОЛ

(ініціали та прізвище)

Керівник роботи

(підпис)

(ініціали та прізвище)

№ рядка	Формат	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	№ аркуша	Примітка
	A4	31МЗД.080.000000ПЗ	Пояснювальна записка	114		
	A1	31МЗД.080.101000	Засоби механізації для обробітку ґрунту	1	1	
	A1	31МЗД.080.201000	Конструктивно – технологічна схема причіпного плуга	1	2	
	A1	31МЗД.080.202000	Основні параметри причіпного лемішно-відвального плуга загального призначення	1	3	
	A1	31МЗД.080.203000	Експлуатаційно-технологічні показники орного агрегату, що складається з трактора Challenger MT865B і плуга ПБС-12П	1	4	
	A1	31МЗД.080.301000	Методика лабораторно-польових досліджень технологічного процесу, що виконується плугом ПБС-12П	1	5	
	A1	31МЗД.080.501000	Оцінка ефективності застосування причіпного плуга	1	6	
31МЗД.080.000000ВДР						
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		
Розроб.	Постол				Літ.	Аркуш
Перев.	Мілько					1
Н. контр.	Чорна				ТДАТУ, 2021	
Затв.	Кувачов					

Дипломна робота

ТДАТУ, 2021

РЕФЕРАТ

Дипломна робота: складається з 114 сторінок машинопису, має 5 розділів, 51 рисуноків, 16 таблиць, 51 посилання.

Графічна частина: роботи складається з 6 аркушів формату А1.

Метою роботи є збільшення ефективності процесу загальної обробки ґрунтів.

Об'єкт досліджень: технологічний процес обробки ґрунтів (оранка).

Предмет досліджень: закономірності впливу показників розробленого устаткування на техніко – економічні показники процесу обробки ґрунту.

В дипломній роботі вирішені наступні завдання:

- **досліджено** існуючі засоби механізації для обробки ґрунту;
- обґрунтовано конструктивно – технологічну схему **інноваційного** причепного плугу;
- визначено основні параметри та режими роботи лафету та причіпного плугу;
- визначені основні показники для запропонованого причепного плугу, які враховують конструктивні особливості **інноваційних** робочих органів;
- розроблено методика досліджень запропонованого плугу;
- здійснено економічну оцінку розроблюваного устаткування для обробки ґрунту.

Ключові слова: **ОБРОБІТОК ГРУНТУ, ПЛУГ, ОРАНКА, ЛАФЕТ, ЯКІСТЬ ОБРОБКИ ГРУНТУ.**

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1. СУЧАСНИЙ СТАН ПИТАННЯ ОБРОБКИ ГРУНТІВ	8
1.1 Загальні відомості та аналіз виробничої діяльності СТОВ „Дружба”	8
1.2 Агротехнічні вимоги, що висувають до основного обробітку ґрунту	13
1.3 Сучасні енергонасичені трактори виробництва країн Митного союзу	14
1.4 Сучасні енергонасичені трактори виробництва країн далекого зарубіжжя	17
1.5 Розвиток конструкцій лемішно-відвальних плугів застосовуваних для агрегативання з тракторами великої потужності	19
1.6 Іноземні навісні та напівнавісні плуги для агрегативання з енергонасичених тракторів	23
1.7 Лемішно-відвальні плуги для агрегативання з тракторами великої потужності виробництва країн СНД	27
1.8 Причіпні іноземні плуги для агрегативання з енергонасиченими тракторами	30
1.9 Робочі органи лемішно-відвальних плугів загального призначення	33
1.10 Напрями вдосконалення лемішно-відвальних плугів загального призначення	35
2 ТЕОРЕТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНО - ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ПРИЧЕПНОГО ПЛУГА ДЛЯ АГРЕГАТУВАННЯ З ТРАКТОРАМИ ТЯГОВОГО КЛАСУ 8	39
2.1 Принципові схеми широкозахватних плугів загального призначення	39
2.2 Конструктивно-технологічна схема і основні параметри причіпного лемішно-відвального плуга загального призначення для агрегативання з тракторами тягового класу 8	48
2.3 Визначення експлуатаційно-технологічних показників орного агрегату складається з трактора Challenger MT865B і дванадцятикорпусного причіпного плуга	62
3 ПРОГРАМА І МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕННЯ	67
3.1 Програма проведення експериментальних досліджень	67
3.2 Методика лабораторно-польових досліджень технологічного процесу, що виконується плугом ПБС-12П	67

3.3	Методика оцінки достовірності результатів досліджень	78
4	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	81
4.1	Реалізація вимог нормативних документів з охорони праці при обробітку ґрунту	81
4.2	Постановка завдання щодо досліджень з питань охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях на підприємстві	82
4.3	Аналітично - розрахункова частина з питань охорони праці на виробництві	86
4.4	Заходи безпеки на виробництві	89
4.5	Безпека в надзвичайних ситуаціях	94
	Висновки по розділу	95
5	ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ПРИЧЕПНОГО ЛЕМІШНО – ВІДВАЛЬНОГО ПЛУГА ПБС-12П	96
5.1	Визначення економічних показників застосування причіпного лемішно-відвального плуга ПБС-12П	96
5.2	Визначення економічної ефективності використання орного агрегату Challenger MT865B + ПБС-12П	99
	ВИСНОВКИ	101
	СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	102
	ДОДАТКИ	108

ВСТУП

Найбільшу частку витрат енергії у виробництві сільськогосподарської продукції припадає на основний обробіток ґрунту. При цьому витрачається до 25 кг витрат дизельного палива на один га посівних площ. Від якості та своєчасності її проведення безпосередньо залежить врожайність польових культур [1, 2].

Для проведення основного обробітку ґрунту поряд з лемішно-відвальними плугами широко застосовуються плоскорізи-глибокорозпушувачі, дискатори, важкі дискові борони, а також чизельні плуги і щелерізи [3, 4, 5, 6, 7].

Незважаючи на численні спроби відмови від традиційної основного обробітку ґрунту на користь нульової обробки [2, 8], посухи 2010-2014 рр. показали необхідність проведення основної відвальної обробки ґрунту і необхідність вдосконалення її технології.

В даний час в Україні при оранці в основному використовують вітчизняні навісні лемішно-відвальні плуги в агрегаті з тракторами тягових класів 3-5 і іноземні навісні та напівнавісні оборотні плуги, призначені для агрегативання з тракторами тягових класів 3-8 потужністю до 380 кВт (Lemken, Kverneland, Gregoire Besson і ін.) [9].

Більшість ввезених в Україну потужних тракторів не укомплектоване навісним пристроєм, так як вони призначені для роботи з причіпними широкозахватних посівними комплексами і не можуть агрегатуватися з навісними і напівнавісними машинами. Широкозахватні посівні агрегати використовуються в основному у весняний час, що призводить до неповного завантаження тракторів протягом сезону і викликає проблеми з їх окупністю.

Таким чином, основним напрямком удосконалення технології основного обробітку ґрунту є розробка широкозахватних причіпних лемішно-відвальних плугів загального призначення, здатних завантажити сучасні енергонасичені трактори великої потужності, що значно збільшить їх сезонне завантаження.

1 СУЧАСНИЙ СТАН ПИТАННЯ ОБРОБКИ ГРУНТІВ

1.1 Загальні відомості та аналіз виробничої діяльності СТОВ „Дружба”

Сільськогосподарське товариство з обмеженою відповідальністю «Дружба» Веселівського району Запорізької області розташувалось у адміністративно-господарському центрі с. Піскошино, має такі координати $47^{\circ}08'16''$ північної широти $34^{\circ}47'32''$ східної довжини. Сільськогосподарське товариство з обмеженою відповідальністю «Дружба» розташоване на відстані 17 км від районного центру смт. Веселе та на відстані 58 км від районного центру м. Мелітополь. З північного боку до найближчого районного центру смт. Михайлівка відстань складає 36 км, тоді як до обласного центру м. Запоріжжя відстань складає 102 км. На рис. 1.1 наведений фрагмент карти з розташуванням с. Піскошине.



Рисунок 1.1 - Територіальне розміщення СТОВ «Дружба» с. Піскошине

Місцезнаходження адміністративно-господарського центру - степна безводна зона, що впливає на організацію клімату. Клімат сухий, кількість опадів - не більше 400 мм, коливається в різні роки. Кожен третій рік - посушливий. Часто засуха трапляється два, а то і три роки поспіль. Влітку сильна спека та часто дмуть вітри, переважно східні та північно - східні. Середня температура самого теплого місяця - 25 градусів, самого холодного - -4 градуса. Зима малосніжна. Весна приходить швидко, але бувають заморозки, інколи в квітні та травні. Вітри, швидко висушують землю. Територія району відноситься до зони ризикованого землеробства.

На території СТОВ „Дружба” переважають звичайні мало гумусові чорноземи, кількість гумусу в орному шарі складає 25–35%. Підземні води залягають на глибині 8–10 см. Це зона дуже сильної вітряної і слабкої водної ерозії.

Таким чином, клімат району є сприятливим для вирощування районованих сортів сільськогосподарських культур: озимої пшениці, ячменю, кукурудзи; соняшнику; баштанних культур; льону–кудряву; плодкових культур.

Характеристика земельного фонду

Далі розглянемо детальніше характеристику СТОВ „Дружба” і ознайомимось зі станом його виробництва (таблиця 1.1).

Таким чином, проаналізувавши розміри виробництва СТОВ „Дружба” за п’ять років, можна зробити наступні висновки, що в 2019 році валова продукція в порівняних цінах 2018 року порівняно з 2017 роком зменшилась на 30,6%. Реалізована продукція збільшилась на 23,1%. Площа сільськогосподарських угідь зменшилась на 10,7%, з них рілля – на 9,3%.

Таблиця 1.1 - Розміри виробництва господарства

Показники	2017	2018	2019	2019 у % до 2017
обсяг виробництва продукції у порів. цінах 2008 року, тис грн., всього	10675,2	12012,1	7411,3	69,4
у т.ч. рослинництва	7106,9	5871,2	4378,5	61,6
тваринництва	3568,2	6140,9	3032,9	85,0
обсяг продажу продукції, тис грн., всього	13287,0	10340,2	16362,6	123,1
у т.ч. рослинництва	4642,0	4716,3	8775,2	189,0
тваринництва	4902,0	5569,2	7587,4	154,8
власний капітал, тис грн.	33819,0	33862,4	33200,0	98,2
авансовий капітал	24339,0	25122,4	26380,0	108,4
кількість працюючих	474,0	437,0	341,0	71,9
балансовий прибуток, тис. грн.	2600,0	-4218,5	3717,6	143,0
площа сільськогосподарських угідь, га	5744,0	5131,0	5131,0	89,3
у т.ч.. рілля	5534,0	4921,0	5021,0	90,7
поголів'я худоби, всього, ум гол.	3800	3128	2309	60,8

У таблиці 1.2 розглянемо структуру земельного фонду та сільськогосподарських угідь.

Так, загальна земельна площа та площа сільськогосподарських угідь в 2019 році порівняно з 2017 роком зменшилась на 10,7%. Це зменшення відбулося за рахунок скорочення площі ріллі на 9,3%, сінокосів – на 97,1%. Площа пасовищ та багаторічних насаджень залишилася незмінною.

Таблиця 1.2 - Структура земельних угідь

Показники	2017		2018		2019		2019 р. у % до 2017 р.
	га	%	га	%	га	%	
загальна земельна площа	5781	100	5165	100	5165	100	89,3
в т.ч. сільськогосподарських угідь	5744	99,4	5131	99,3	5131	99,3	89,3
із них: рілля	5534	95,7	4921	95,3	5021	97,2	90,7
сінокоси	103	1,8	103	2,0	3	0,1	2,9
пасовища	24	0,4	24	0,5	24	0,5	100
багаторічні насадження	83	1,4	83	1,6	83	1,6	100
перелogi	15	0,3	12	0,2	12	0,2	80
ставки і водоймища	16	0,3	16	0,3	16	0,3	100
інші землі	6	0,1	6	0,1	6	0,1	100

Виробничий напрямок господарства

Спеціалізація – це процес суцільного періоду праці, який виявляється в зосередженні засобів виробництва і робочої сили на виробництво необхідної народногосподарської товарної продукції.

А з таблиці 1.3 видно, що направленість підприємства м'ясо-молочно-соняшниково–зернова.

Таблиця 1.3 - Структура товарної продукції

Види товарної продукції	Вартість товарної продукції, грн..		
	2017	2018	2019
зернові культури	1085	1574	1531
соняшник	1060	1276	5272
овочі	291	330,3	412,7
баштанні культури	0	0	109,7
плоди і ягоди	825	935,3	295,4
інша продукція рослинництва	1381	600,4	1155
разом по рослинництву	4642	4716	8775
скотарство	1845	2198	1880
свинарство	1621	1564	3656
бджільництво	0	21,7	4,7
інша продукція тваринництва	19	21,4	28,9
разом по тваринництву	4902	5569	7587
промислова продукція	3743	54,7	0
всього по с/г. Виробництву	13287	10340	16363

В таблиці 1.4 розглянемо показники забезпеченості основними та оборотними фондами.

Таблиця 1.4 - Забезпеченість фондами та ефективність їх використання

Показники	2017	2018	2019	2019 у % до 2017
Вартість основних виробничих фондів с.-г. призначення	90738,8	102102,9	51879,4	57,2
Вартість оборотних фондів	45782	41149,8	34426	75,2
Фондозабезпеченість, тис. грн/100 га	1579,7	1989,9	1011,1	64,0
Фондоозброєність, тис грн/чол	191,4	233,6	152,1	79,5
Фондозабезпеченість (по оборотним виробничим фондам) тис. грн/100 га	797,0	802,0	670,9	84,2
Відношення оборотних фондів до основних	0,50	0,40	0,66	131,5
Коефіцієнт зносу основних фондів	0,01	0,33	0,97	7260
Коефіцієнт придатності основних фондів	0,99	0,67	0,03	3,2
Фондовіддача	5,83	7,44	3,17	54,4
Фондомісткість	0,17	0,13	0,32	183,8
Тривалість одного обороту оборотних засобів	311,9	333,8	318,5	102,1
Коефіцієнт оборотності оборотних засобів	1,2	1,1	1,1	97,9
Норма прибутку, %	7,3	0,4	6,8	94,1

Основні фонди підприємства – це вартісне вираження засобів праці, які переносять свою вартість на продукти по частинам. Закон відтворення основних фондів полягає в тому, що їх вартість, яка введена в виробництво, повністю оновлюється, що забезпечує можливість технічного відновлення.

1.2 Агротехнічні вимоги, що висувають до основного обробітку ґрунту

Для проведення основного обробітку ґрунту поряд з лемішно-відвальними плугами широко застосовуються плоскорізи-глибокородушувачами, дискатори, важкі дискові борони, а також чизельні плуги і щелерізи. Більше 60 млн. га орних площ в обробляється лемішно - відвальними плугами загального призначення. Агротехнічні вимоги, що пред'являються до лемішно-відвальних плугів загального призначення, які застосовуються для виконання основного обробітку ґрунту, представлені в таблиці 1.5 [7].

Таблиця 1.5 - Агротехнічні вимоги, що пред'являються до лемішно-відвальним плугів загального призначення

Найменування показника	Значення показника
1. Рабочая швидкість рух, км/год	до 12
2. Глибина обробки, см	до 30
3. Глибина закладення рослинних рештків, см	Більш 15
4. Повнота закладення рослинних рештків, %	95±5
5. Крошення почvy, %: розміри комков, мм: - до 50 вкл.	не менш 75
7. Гребнистость поверхності почvy, не более, см	5
9. Подрезание сорняков, %	повне
10. Количество эрозийно-опасных частиц в слое от 0 до 5 см	не повинно зростати

Продовження таблиці 1.5

Найменування показника	Значення показника
11. Забивання, залипання робочих органів	не припускається
13. Висота рослинних та пожнивних рештків, см	не більш 25
Вологість ґрунту, %	до 28
Твердість ґрунту, МПа	до 4

Аналізуючи таблицю 1.5 видно, що плуги застосовуються для основної відвальної обробки при вологості ґрунту не більше 28% і твердості до 4 МПа і повинні забезпечувати глибину обробки ґрунту до 0,3 м. Необхідно забезпечувати повне закладення стерні і рослинних залишків. При цьому стерня і рослинні залишки повинні бути закладені глибше 0,15 м, а гребенясті поверхні після проходу плуга припустимі не більше 5 см. Робочі органи лемішно-відвальних плугів повинні забезпечувати ступінь подрібнення ґрунту (розмір грудок 0,025-0,05 м) не менше 70-80%. Для проведення основної обробки ґрунту застосовуються орні агрегати, що складаються з тракторів різної потужності, агрегуються з лемішно-відвальними плугами загального призначення певної ширини захоплення [10, 11, 12, 13]. В даний час в сільському господарстві частка енергонасичених тракторів з потужністю двигунів понад 220 кВт істотно зростає. На ринку ці трактори представлені продукцією вітчизняного та іноземного виробництва, причому частка імпорту постійно збільшується [14, 15].

1.3 Сучасні енергонасичені трактори виробництва країн Митного союзу

Сучасні важкі трактори виробництва країн входять в зону Митного Союзу представлені заводами: ЗАТ «Петербурзький тракторний завод» (Російська Федерація) і ВАТ «Мінський тракторний завод» (Республіка Білорусь). Випуск найбільш масового вітчизняного енергонасиченого

трактора К-701 на заводі ЗАТ «ПТЗ» припинено. Замість нього випускається трактор Кіровоць серії К-744Р і починається виробництво нового трактора Кіровоць серії К-9000 (рис. 1.2) [10].



Рисунок 1.2 - Трактор Кіровоць К-9000

З опису видно, що потужні трактори виробництва країн Митного Союзу представлені в діапазоні потужностей від 206 до 380 кВт. У їх конструкції застосована традиційна компановочна схема (Terrion (рис. 1.3), Беларус (рис. 1.4)) або схема з віссю копання що зміщується (К-744Р, К-9000). Всі ці енергонасичені трактори - колісні. Трактори Беларус серій 3000 і 3500 і Terrion АТМ 5280 по розвиваемому тяговому зусилля належать до тягового класу 5. Трактори «Кіровоць» серій К-744Р і К-9000 і Terrion АТМ 7360 до класів 6-8, в залежності від експлуатаційної маси і потужності встановленого двигуна. Ці трактори оснащені гідравлічною навісною системою застосовуваної для агрегативання з ґрунтообробними знаряддями.



Рисунок 1.3 - Трактор Беларус 3522



Рисунок 1.4 - Трактор Terrion АТМ 7360

1.4 Сучасні енергонасичені трактори виробництва країн далекого зарубіжжя

Україна в великій кількості закуповує енергонасичені трактори великої потужності в США таких компаній як Fendt, Challenger, Maasei Ferguson, John Deere (рис. 1.5), Євросоюзі CLAAS, New Holland (рис. 1.6). та ін. [16, 17].



Рисунок 1.5 - Трактор John Deere сериї 9RT



Рисунок 1.6 - Трактор New Holland сериї T9

Іноземні енергонасичені трактори по ГОСТ 27021-86 «Трактори сільськогосподарські та лісогосподарські. Тягові класи» умовно можна розділити на 3 тягових класу (5, 6 і 8) за тяговим зусиллям. Згідно ГОСТ для колісних тракторів класу 5 - експлуатаційна маса знаходиться в межах 11500-13800 кг. Для колісних тракторів тягового класу 6 експлуатаційна маса 13800-18400 кг; для гусеничних - 11000-14700 кг. Для колісних тракторів класу 8 експлуатаційна маса 18400-27600 кг; для гусеничних - 14700-22000 кг.

З вищевикладеного випливає, що іноземні енергонасичені трактори охоплюють широкий діапазон потужностей від 220 до 447 кВт і відповідно до ГОСТ 27021-86 за тяговим зусиллям умовно можуть бути віднесені до тягових класів 5 - 8. Також слід зазначити, що існує тенденція не комплектувати нові енергонасичені трактори, начіпним пристроєм в базових комплектаціях незалежно від тягового класу, зважаючи на відсутність начіпних і напівначіпних знарядь здатних завантажити ці трактори. Ці трактори протягом сезону використовуються тільки з широкозахватними посівними комплексами на посівних роботах і обробці ґрунту широкозахватними причіпними комбінованими знаряддями. В умовах браку механізаторів на селі, для підвищення продуктивності сільськогосподарського виробництва необхідно використовувати трактори великої потужності. Для досягнення цієї мети необхідно збільшити сезонне завантаження цих тракторів. Забезпечити використання трактора в літньо-осінній період можливо, якщо трактор застосовувати на переорювання парів і оранці зябу.

1.5 Розвиток конструкцій лемішно-відвальних плугів застосовуваних для агрегаткування з тракторами великої потужності

У 30-і роки ХХ ст. на Челябінському Тракторному Заводі був створений потужний трактор С-60. Щоб ефективно завантажити трактор С-60, були потрібні широкозахватні восьми- і десятикорпусні плуги. Перший в країні восьмикорпусний плуг, побудований в 1930 році під керівництвом професора Сладкова на Брянському заводі «Профінтерн», плуг конструкторів омського заводу «Сибсельмаш», розроблений в 1933 році, а також плуг заводу імені Коллющенко виявилися невдалими. [13].

Вчені ВІМа спільно з конструкторами заводу імені Жовтневої революції розробили восьми- і десятикорпусні плуги з жорсткою рамою. Випробування в Армавірі показали, що зважаючи на значну довжини (10 м) десятикорпусний плуг погано копіює рельєф місцевості [13].

В цей час Сталінградський і Харківський тракторні заводи були переведені на випуск гусеничного трактора середньої потужності СТЗ-НАТІ. Для агрегаткування з цим трактором були розроблені плуги 5К-35 (Одеса) і В-430 (ВІМ), на базі яких був згодом створено причіпний плуг П-5-35 «Труженик» (рис. 1.7) в 1940р.

Плуг мав три опорних металевих колеса Пов'язаних з автоматом підйому в транспортне положення. Автомат підйому приводився в рух від одного з коліс, включався оператором. Праве по ходу руху колесо рухалося по борозні, інші по полю. Заднє колесо було самовстановлювальним для забезпечення повороту знаряддя [18].

Причіпний плуг П-5-35 «Труженик» мав такі недоліки:

- висока металоємність;
- складність конструкції (наявність автомата підйому, складна рама);
- низька маневреність;

- потреба в широких смугах для развороту;
- наявність причіплювача;
- низька експлуатаційна надійність.

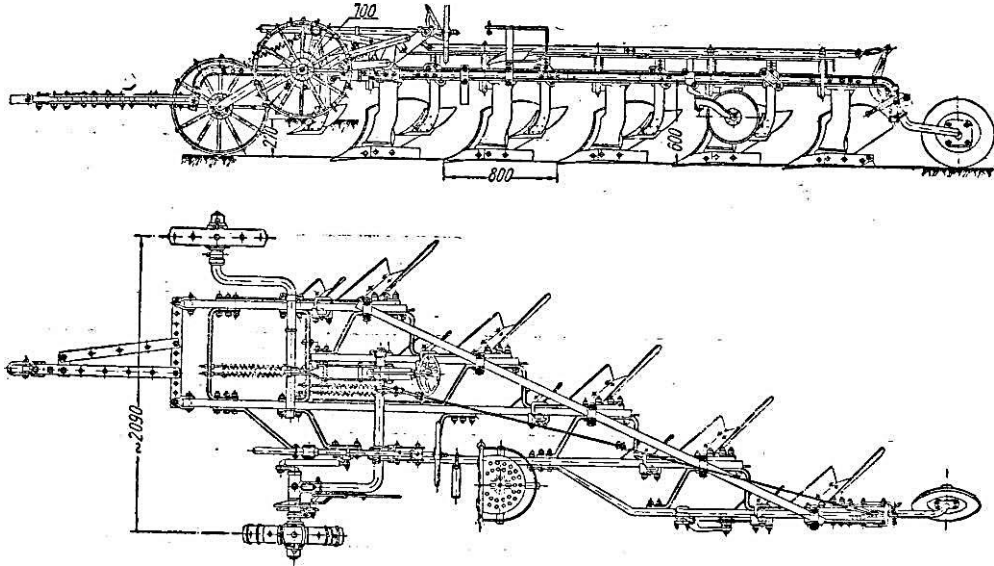


Рисунок 1.7 – Плуг П-5-35 «Труженик»

У 1948т. У «ВІСХОМе» був розроблений перший начіпний плуг ПН-2-30 для трактора «Універсал». Пізніше були розроблені 3-х і 4-х корпусні плуги.

На початку 50-х років був розроблений новий гідропідйомник для трактора ДТ-54, який дозволяв плугам в робочому положенні спиратися на опорне колесо і копіювати рельєф поля [13].

В середині 50-х років була впроваджена роздільно-агрегатна система навішування, яка привела до якісного стрибка в розвитку конструкцій навісних знарядь. Були створені масові плуги ПН-4-35 «Пахарь» (рис. 1.8), які комплектувалися корпусами оснащеними напівгвинтовими, гвинтовими, циліндричними і культурними відвалами (рис. 1.9) [19, 18, 12].

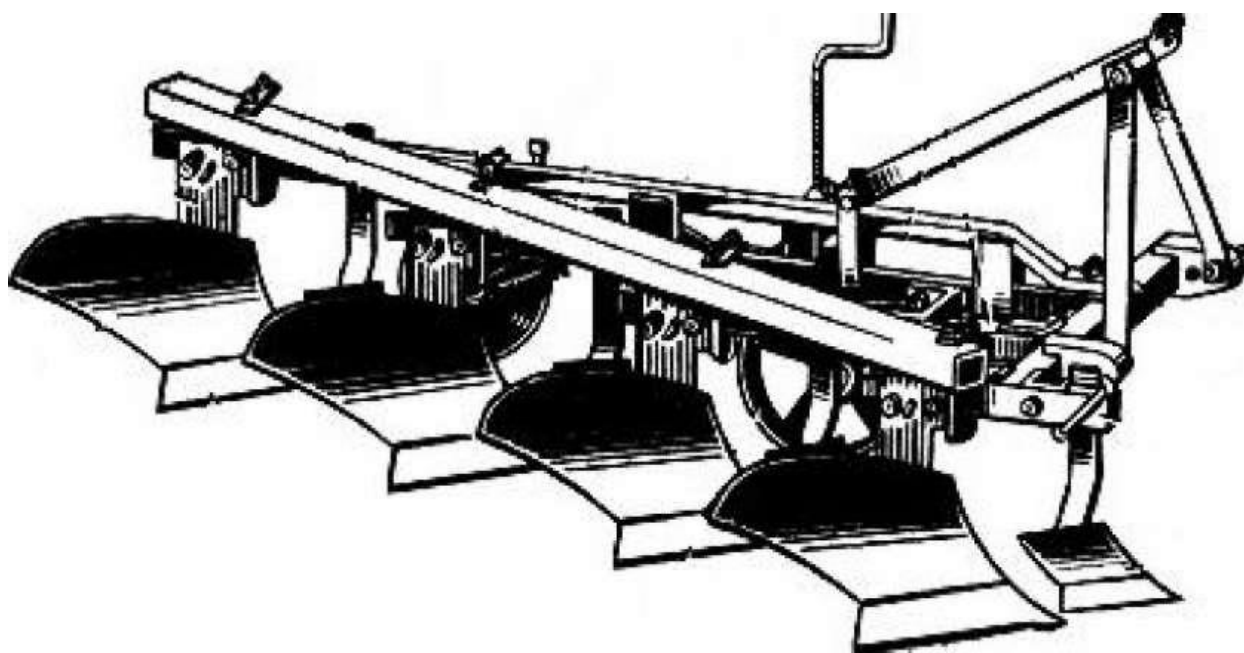


Рисунок 1.8 – Плуг ПН-4-35 «Пахарь»

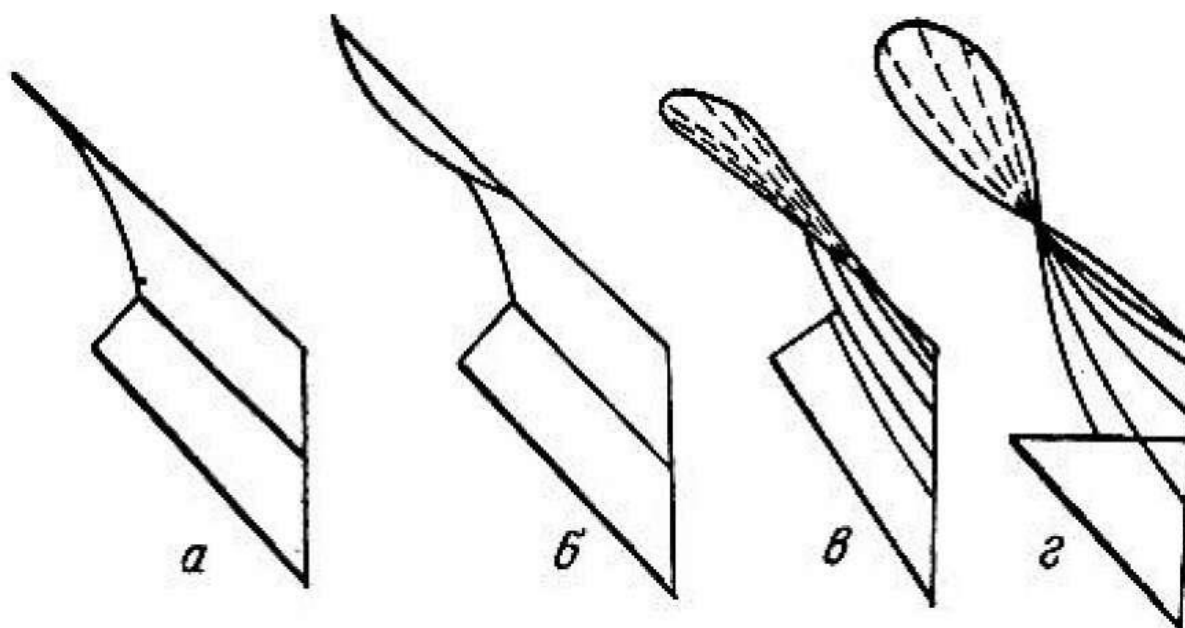


Рисунок 1.9 - Типи відвальних поверхонь плужного корпусу: а - циліндрична; б - культурна; в - напівгвинтова; г - гвинтова

Для виключення забивання міжкорпусного простору ґрунтом і рослинними залишками корпусу встановлювалися на основний брус рами на відстані 0,8 ... 1 м один від одного. Для виконання цієї умови, з огляду на що

Ширина захвату корпусу плуга становила 35...40см, брус рами розташовувався під кутом 27...30 ° до напрямку руху агрегату [18, 13].

Ці плуги мали такі переваги: висока маневреність, низька матеріаломісткість і експлуатаційна надійність.

У 1975 р налагоджений випуск трактора К-701 з двигуном ЯМЗ-240БМ2 потужністю 220кВт. Для завантаження нових тракторів були розроблені нові начіпні плуги шириною захвату - 2,8 м ПНЛ-8-35 (рис. 1.10). Знаряддя мали габаритну довжину 6,85м, масу 2100кг, брус рами розташовувався під кутом 27 ° до напрямку руху агрегату [20, 21].

До недоліків даних плугів відносяться: велика габаритна довжина і маса, велике навантаження на задню вісь трактора при транспортуванні, великий перекидний момент, діючий на орний агрегат в транспортному положенні.



Рисунок 1.10 - ПНЛ-8-35

Згодом був налагоджений випуск плугів ПНЛ-8-40 шириною захвату 3,2 м для тракторів тягового класу 5 [22, 23]. Ці плуги дозволяють проводити обробку ґрунту зі швидкістю до 10 км/год, на глибину до 0,3 м. Продуктивність ПНЛ 8-40 складає 2,56 - 3,2 га/год при питомій витраті палива 19,3-21,2 кг/га. Енергоємність виконання основного обробітку ґрунту цими плугами становить 49 - 57 кВт г/га.

Для зменшення навантаження на задній міст і навішення трактора, був розроблений плуг ПТК-9-35 (ПП-9-35) (рис. 1.11) напівначіпної схеми агрегування з трактором. На плуг встановлюються колеса, на які він спирається в транспортному положенні, спереду плуг спирається на навіску трактора. У деяких модифікаціях плуг оснащується механізмом виглиблення з гідроциліндром, встановленому на причепі знаряддя тобто не вимагає наявності гідрофікованої навіски трактора і за способом агрегування є причіпним [24]. За енергетичними показниками плуги ПТК-9-35 аналогічні начіпним плугам ПНЛ-8-40 [25].

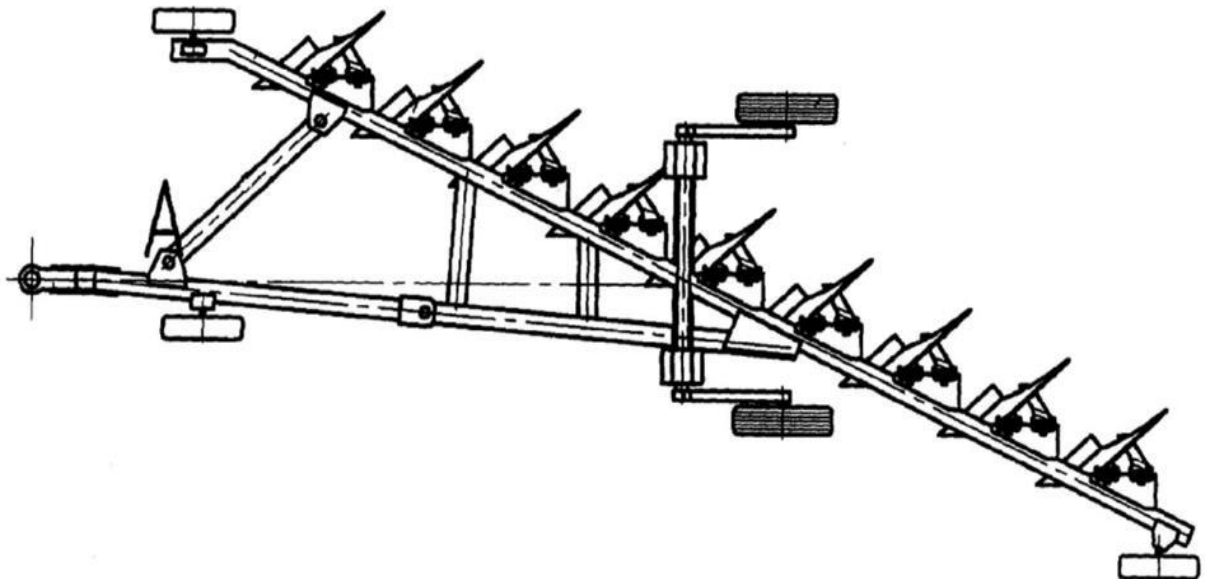


Рисунок 1.11 - Схема плуга ПП-9-35

1.6 Іноземні навісні та напівнавісні плуги для агрегування з енергонасичених тракторів

Для завантаження тракторів великої потужності в Україну в даний час масово імпортуються начіпні та напівначіпні плуги зарубіжних фірм Німеччини - Lemken (рис. 1.12), Норвегії - Kverneland (рис. 1.13), Франції - Kuhn, Gregoire Besson (рис. 1.14) та ін.



Рисунок 1.12 - Німецький напівначіпний плуг Lemken Diamant 12 в агрегаті з трактором John Deere, з опорою на колесо



Рисунок 1.13 – Норвезький напівначіпний плуг Kverneland



Рисунок 1.14 – Французький начіпний сьомикорпусний плуг Gregoire Besson HRP-7

Ці плуги в основному представлені в оборотному виконанні. Оборотні плуги призначаються для гладкої оранки без гребенів і роз'ємних борозен. На рамі плуга встановлені дзеркально право- і лівообернені корпуси. Під час розвороту на наступний хід плуг перевертається іншою стороною і обертає ґрунт в той самий бік [22]. Для забезпечення повороту рами плуга на наступний хід в конструкції застосовано оборотне пристрій, який приводиться в дію від гідросистеми трактора (рис. 1.15). У варіантному виконанні ці плуги оснащуються системою регулювання ширини захвату, за рахунок зміни кута постановки основного бруса рами в межах 25-32°.



Рисунок 1.15 - Оборотний пристрій плугів фірми Lemken

В таблиці 1.6 приведені характеристики основних іноземних плугів, які призначені для агрегування з тракторами великої потужності.

Таблиця 1.6 – Технічні характеристики плугів іноземного виробництва призначених для агрегування з тракторами класу 8

Виробник	Gregoire Besson	Salford	Kverneland
Серія	SPSL-SPEL9	8200	PW-RW
Тип	Напівначіпний, оборотний, з опорою на телегу	Причепний	Напівначіпний, оборотний, з опорою на телегу
Кількість корпусів	7-13	12-14	7-14
Положення трактора	По полю	По полю	По полю
Ширина захвату, м	2,10-6,5	4,2-7,0	2,45-6,3
Маса, кг	5400-7600	4717-5533	4600-7620
Потужність трактора, кВт	до 340	до 360	до 340

У плугів гібридної конструкції напівначіпний оборотний плуг агрегується з додатковим транспортним модулем - лафетом, який має свою гідравлічну систему для підйому плуга в транспортне положення, лафет в свою чергу агрегується з трактором в причіпному варіанті. При перекладі в транспортне положення плуг піднімається за рахунок власної гідросистеми і гідроциліндрів лафета. До недоліків цього способу агрегування можна віднести значне збільшення довжини знаряддя і зниження маневровості агрегату. Довжина плуга Lemken Titan складає 21м [26].

З вищесказаного випливає, що в даний час іноземні широкозахватні начіпні, напівначіпні та причіпні (гібридні) плуги мають оборотне виконання. До недоліків оборотних плугів можна віднести:

- 1) велику габаритну довжину,
- 2) металоємність конструкції,
- 3) високу вартість,

4) наявність великої кількості складних систем і шарнірів, які зменшують експлуатаційну надійність.

1.7 Лемішно-відвальні плуги для агрегування з тракторами великої потужності виробництва країн СНД

Аналіз серійно випускаються вітчизняних плугів показує, що ці плуги є розвитком конструкцій розроблених за часів СРСР і призначені для агрегування з тракторами класів 3, 5, потужністю до 220 кВт [27, 28].

Ці плуги виготовляються в начіпному та напівначіпному варіантах.

В даний час для агрегування з тракторами великої потужності в країнах СНД починається виробництво і проходять приймальні випробування на МІС нові оборотні плуги, які є аналогами конструкцій провідних іноземних фірм. До них відносяться плуги виробництва ВАТ «Светлоградагромаш» (ПП0- (8 + 2 + 1) x40) (рис. 1.16) і «Мінойтовского ремонтного заводу» (ППРО-12-01) Республіка Білорусь (рис. 1.17).

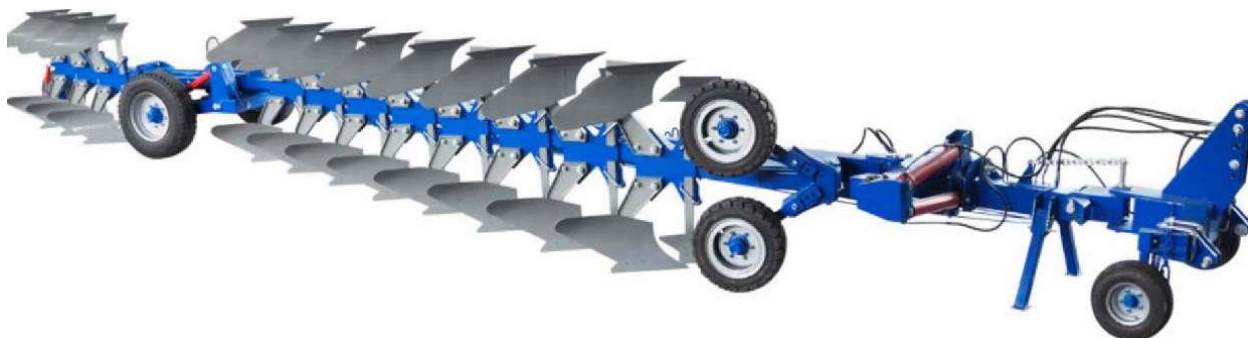


Рисунок 1.16 - Плуг напівначіпний оборотний ПП0-(8+2+1)x40

Аналогом плуга ППРО-12-01 є плуг П0-10 + 2П виробництва ТОВ «Волгаагромаш» г. Кинель Самарської області. Ці плуги представлені в напівначіпному і причіпному (гібридному) виконанні. При цьому можлива зміна числа корпусів в залежності від потужності трактора [29].



1 - лафет; 2 – плуг.

Рисунок 1.17 - Плуг причепний оборотний ППРО-12-01

Технічні характеристики нових плугів представлені в таблиці 1.7

Таблиця 1.7 – Технічна характеристика широкозахватних плугів загального призначення виробництва стран СНД

	ППО-(8+2+1)х40 г. Светлоград, РФ	ППРО-12-01 Республіка Білорусь
Тип	полуначпний, оборотний	причепний, оборотний
Продуктивність, га/год	до 4,1	3,54-4,55
Робоча швидкість, км/год	до 10	7-9
Глибина обробки, см	до 30	до 27
Ширина захвату, м	4,4	5,05
Транспортна швидкість, не більш, км/год	15	20
Кількість корпусів, шт.	11	12
Відстань між корпусами, м	1,2	1,2
Тип корпусу	Культурний, полувинтовой	Культурний, полувинтовой
Маса машини, кг	8760	10175
Габаритні розміри, см	14200х4500х2100	20300х5400х2500

Лафети для агрегування напівначіпних плугів з тракторами, які не обладнані начіпними пристроями, виготовляються як виробниками плугів, так і сторонніми організаціями. Так ЗАТ ПТФК «Технотрон» виготовляє візок перехідний універсальний «Кама ТПУ 6000» (рис. 1.18) [30].

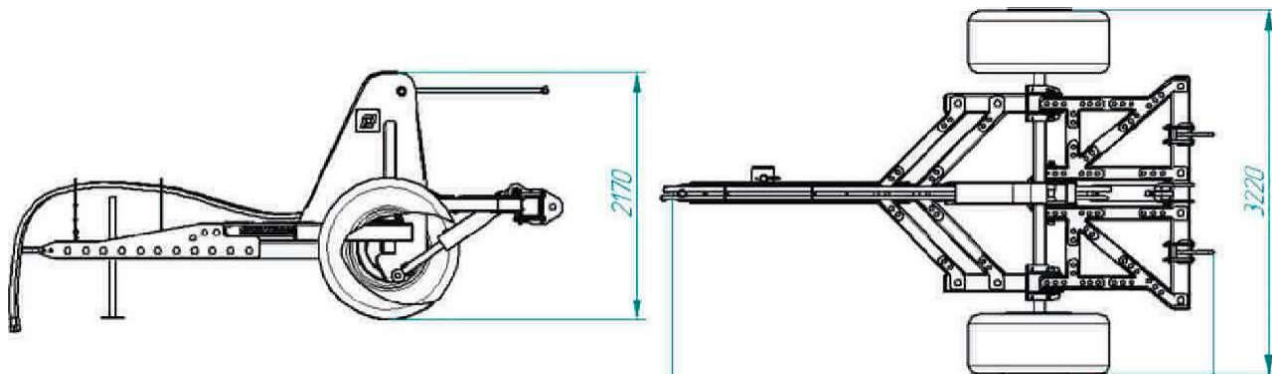


Рисунок 1.18 - Візок перехідний універсальний «КАМА ТПУ 6000»

В таблиці 1.8 приведені характеристики

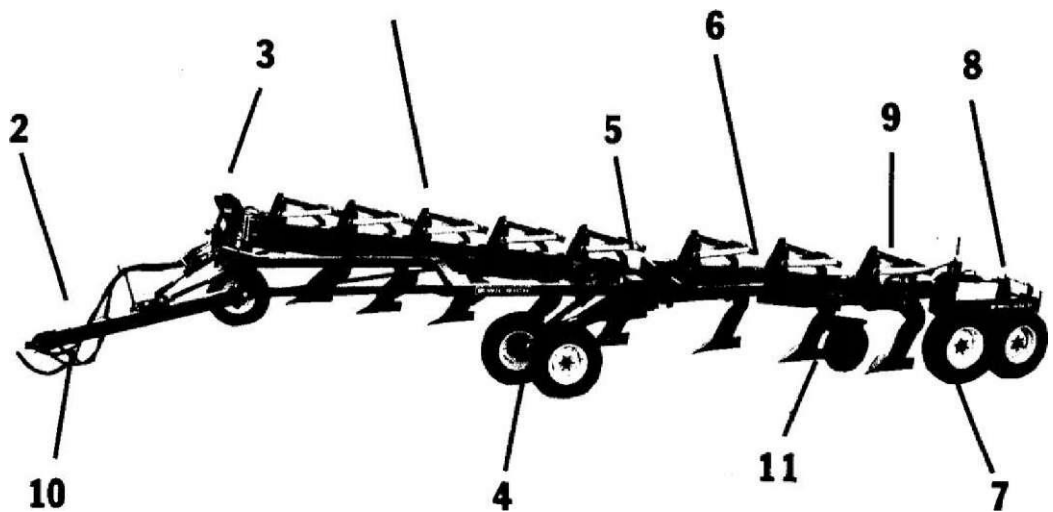
Таблиця 1.8 - Технічні характеристики візка перехідного універсального «КАМА ТПУ 6000»

Максимальна вага начіпного агрегату, кг	
- начіпного, при довжині до 3500 мм	4000
- напівначіпного, що має власну колісну опору	8000
Максимально припустиме навантаження на вісь, кг	12000
Висота, мм	2170
Довжина, мм	4776
Ширина, мм	3220
Маса, кг	2800

З таблиці 1.8, видно, що при використанні перехідного візка в агрегаті з широкозахватними напівначіпними плугами, габаритна довжина плуга збільшується на 4776 мм.

1.8 Причіпні іноземні плуги для агрегування з енергонасиченими тракторами

У США причіпні плуги виготовлялися до 2006 р. Останніми були зняті з виробництва плуги Wil Rich серії 2900, на які встановлювалося до 12 корпусів. Ці плуги мали класичне компонування (рис. 1.19).



1 - основна секція; 2 - причіп; 3 - бороздне колесо; 4 - середнє колесо, що рухається по полю; 5 - механізм підйому; 6 - задня секція; 7 - опорне колесо; 8 - задня самовстановлювальне бороздне колесо; 9 - захисний пристрій; 10 - гідравлічні шланги; 11 - робочі органи.

Рисунок 1.19 - Схема американського причіпного плуга Wil Rich серії 2900

Для забезпечення стійкого становища на оранці плуг спирається на три колеса - переднє колесо 3, воно рухається по борозні, проміжний візок 4, і задню пару коліс 7 і 8, одне з них служить для регулювання глибини обробки 7, друге 8 рухається по борозні останнього корпусу і служить для стабілізації ходу плуга і перекладу в транспортне положення [31].

Ці плуги переводяться з робочого в транспортне положення за допомогою трьох опорних коліс приводяться гідروциліндрами (рис. 1.19, позиції 3,4,8), для забезпечення маневровості заднє колесо (8) вільно повертається навколо вертикальної вісі (є самовстановлювальні). У деяких плугів на причепі встановлено гідроциліндр для додаткової стабілізації плуга в піднятому положенні [31].

Аналогічну конструкцію мають плуги фірми John Deere серії 370. (рис. 1.20). В даний час ці плуги не випускаються.



Рисунок 1.20 - Прицепной американский 10-ти корпусный плуг
John Deere 3710

Широкозахватні причіпні плуги представлені в основному плугами канадської фірми Salford серій 8200; 8300 (рис. 1.21).

Плуги Salford серії 8200 мають зчленовану двосекційну раму, три опорно-транспортних гідрофікованих колеса. Перед кожним корпусом встановлений дисковий ніж. Серія 8300 відрізняється наявністю гідравлічної

системи регулювання ширини захвату. Технічні характеристики плугів Salford серії 8200 представлені в таблиці 1.9.



Рисунок 1.21 - Канадський причепний плуг Salford 8214

Таблиця 1.9 - Технічні характеристики причепних плугів Salford серії 8200

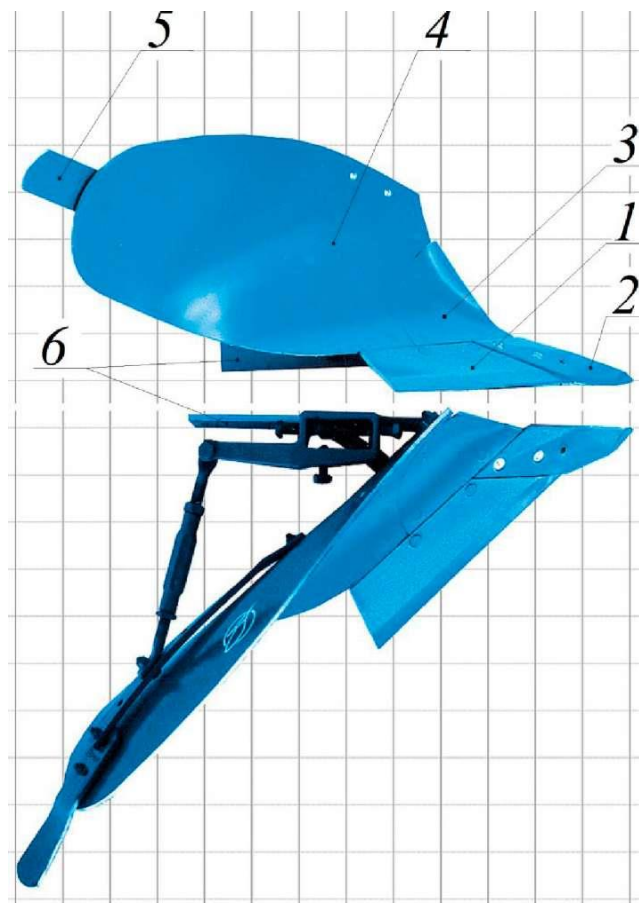
Модель	Кількість корпусів	Ширина захвата, м	Маса, кг	Габаритна довжина у робочому положенні, м	Габаритна довжина у транспортному положенні, м	Необхідна потужність трактора, л.с.
8212	12 (6+6)	4,2-6	4717	13,6	15	300-420
8213	13 (6+7)	4,55-6,5	5126	14,5	16	325-455
8214	14 (6+8)	4,9-7	5533	15,4	17	350-490

З таблиці 1.9 видно, що причіпні плуги Salford мають велику габаритну довжину (до 15,4 м) і масу (до 5533 кг), що знижує експлуатаційні характеристики.

З вищевикладеного випливає, що широкозахватні причіпні плуги мають велику габаритну довжину і вагу, не менше трьох гідрофікованих опорно-транспортних коліс, оснащених механізмом переходу у транспортне положення і зчленовану двосекційну раму. Орний агрегат з причіпним плугом відрізняється низькою маневровістю і вимагає широких оборотних смуг. Класичні причіпні плуги в оборотному виконанні не випускаються.

1.9 Робочі органи лемішно-відвальних плугів загального призначення

На сучасні іноземні плуги встановлюються робочі органи класичної конструкції (рис. 1.22).



1 - лемех; 2 - сменное долото; 3 - грудь відвала, 4 - крило відвала;
5 - кутознім, 6 - польова дошка

Рисунок 1.22 - Робочий орган Lemken серії В 40 із суцільним отвалом

На стійці корпусу (рис. 1.22) монтується леміш 1, груди відвалу 3, крило відвалу 4, кутознім 5 і польова дошка 6. Застосовуються складні лемеші, які включають змінні долота 2. Відвали по конструкції діляться на суцільні і смугові, незалежно від типу, груди відвалу 3, змінна. У конструкції плугів передбачено застосування предплужників або кутознім 5 [32]. Основні характеристики робочих органів встановлюються на іноземні плуги представлені в таблиці (1.10).

Таблиця 1.10 – Основні характеристики робочих органів плугів закордонного виробництва

Виробник	Lemken		Kverneland		
Серія	B40	DuraMax	№9	№28	№30
Тип отвалу	Суцільний	Суцільний /смуговий	Суцільний	Суцільний	Смуговий
Ширина захвату, см	35-45	35-45	35-50	35-50	35-50
Глибина обробки, см	15-30	15-30	15-30	15-35	20-35
Тип ґрунту	Усі типи.	Усі типи.	Важкі	Усі типи.	Важкі

З таблиці 1.10 випливає, що більшість іноземних корпусів призначені для обробки всіх типів ґрунтів на глибину до 30 см. Застосовуються суцільні і смугові відвали. На всіх корпусах для стабілізації руху встановлюються польові дошки. Ці корпуси мають ширину захвату 35-50 см, однак при застосуванні їх на максимальній ширині захоплення якість обробки знижується [32].

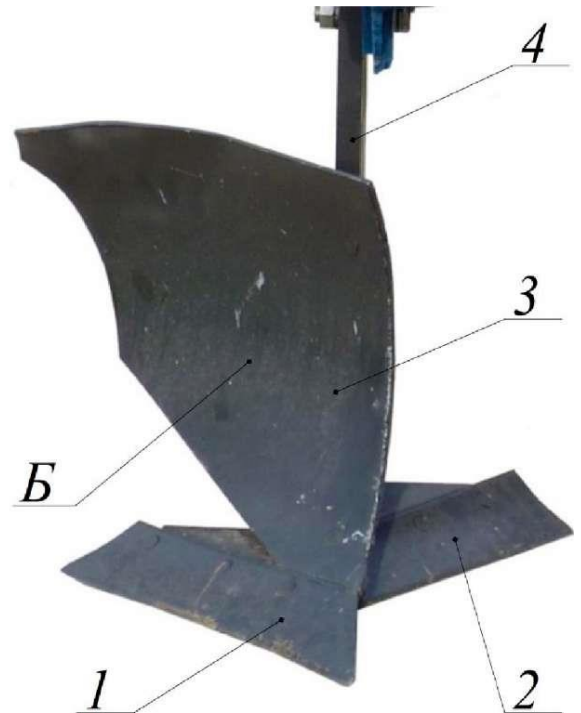
1.10 Напрями вдосконалення лемішно-відвальних плугів загального призначення

Основним напрямком удосконалення плугів загального призначення є зниження їх тягового опору. В даний час відомі наступні способи зниження тягового опору плуга:

- застосування вібрацій робочих органів плуга (коливання високої частоти і малої амплітуди);
- нанесення полімерних матеріалів на робочі поверхні корпусу плуга;
- заміна тертя ковзання частин корпусу плуга тертям кочення;
- подача рідини (води) на робочі поверхні корпусу плуга;
- вдосконалення конструкції корпусу плуга.

У Саратовському державному аграрному університеті ім. Н.І. Вавилова розроблені і застосовуються на плугах серії ПБС вдосконалені робочі органи шириною захвату 0,6 м (патент РФ №93616) (рис. 1.23). Польова дошка в новому корпусі замінена на леміш, який розташований під кутом 45° до напрямку руху. За рахунок зміненої конструкції корпусу досягається економія питомих енерговитрат на 20-30% в порівнянні з традиційним корпусом. Відсутність польовий дошки дозволило розташувати основний брус рами плуга під кутом 45° до напрямку руху агрегату і зменшити відстань між стійками корпусів по довжині основного бруса рами до 0,85м. Нові корпуси мають високі агротехнічні показники роботи [33].

Нові корпуси (рис. 1.23) комплектуються смуговим (А) і суцільним (Б) відвалами. Основні технічні характеристики нових корпусів представлені в таблиці 1.11.



1 - правий леміш; 2 - лівий леміш; 3 - відвал; 4 - стійка

Рисунок 1.23 - Робочі органи плугів ПБС: А - з стрічковим відвалом;
Б - з суцільним відвалом

Таблиця 1.11 - Основні технічні характеристики нових корпусів

Тип відвалу	Стрічковий	Суцільний
Ширина захвату, см	60	60
Глибина обробки, см	15-30	15-30
Твердість ґрунту, МПа	До 4	До 4
Вологість ґрунту, %	До 30	До 30
Крихкість ґрунту, %, розмір фракцій до 50 мм	68-85	72-92
Закладка стерни, %	95-97	95-97

На основі нових робочих органів розроблено серію начіпних плугів: ПБС-3; ПБС-4; ПБС-5; ПБС-6; ПБС-7 ПБС-8. На рис. 1.24 представлений орний агрегат, що складається з трактора К-701 тягового класу 5 і плуга ПБС-8.



Рисунок 1.24 - Пахотный агрегат К-701+ПБС-8

Використовуючи результати досліджень плугів серії ПБС в СГАУ ім. Н.І. Вавилова розроблений дослідний зразок причіпного десятикорпусного плуга (рис. 1.25, 1.26) для агрегування з тракторами великої потужності. На рамі причіпного плуга встановлено десять нових корпусів, два опорно-транспортних гідрофікованих колеса і одне опорне регульоване.



Рисунок 1.25 - Причепний десятикорпусний плуг в агрегаті з трактором Versatile Buhler 2425 (потужність 313 кВт) у роботі



Рисунок 1.26 - Десятикорпусний причепний плуг у транспортному положенні

У транспортному положенні плуг спирається на два колеса і причіп, в робочому - на три колеса. Рама розташована під кутом 45° до напрямку руху агрегату. Регулювання глибини обробки здійснюється зміною положення опорно-транспортних і опорного коліс відносно рами.

В результаті проведених досліджень були виявлені наступні недоліки плуга [34]:

- недостатня стабільність руху в транспортному положенні;
- нерівномірність глибини обробки;
- великі вертикальні навантаження на фаркоп трактора;
- низька транспортна швидкість і експлуатаційна надійність плуга.

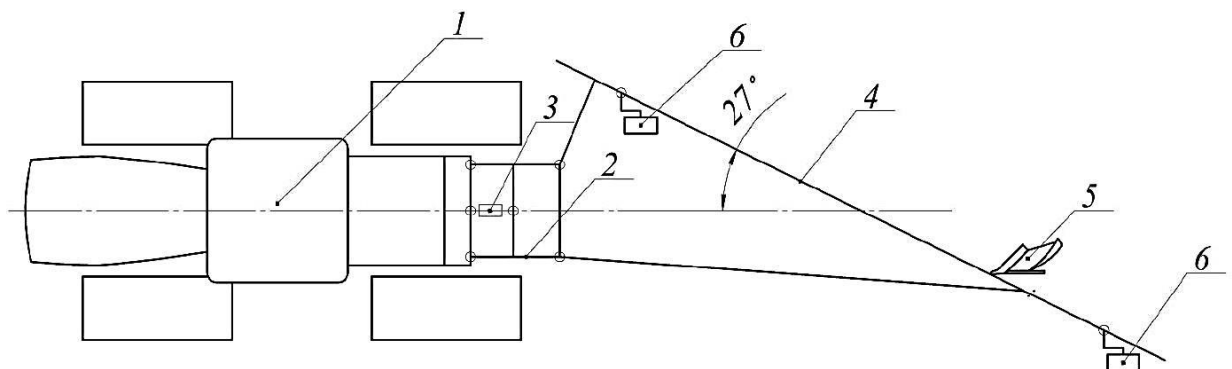
Аналізуючи вищевикладене, можна зробити висновок, що використання корпусів шириною захвату 0,6 м дозволяє значно зменшити довжину плуга. Принципову схему причіпного десятикорпусного плугу, слід враховувати при розробці нового причіпного лемішно-відвального плуга загального призначення.

2 ТЕОРЕТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНО - ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ПРИЧЕПНОГО ПЛУГА ДЛЯ АГРЕГАТУВАННЯ З ТРАКТОРАМИ ТЯГОВОГО КЛАСУ 8

2.1. Принципові схеми широкозахватних плугів загального призначення

Аналізуючи вищесказане видно, що на відомі плуги загального призначення встановлюються класичні корпуси. При використанні цих випадків основний брус каркасу розташовується під кутом $27 - 30$ градусів, щоб забезпечити відстань між стійками $1 \dots 1,2$ м, що призводить, при великій ширині захвату плуга, до збільшення його довжини [18]. Також можна встановити, що плуги агрегуються з тракторами великої потужності за начіпним, напівначіпним та причепним варіантами, причому причепні плуги виконані як по класичній причепній, так і по схемі із застосуванням лафету.

На рис. 2.1 представлена принципова схема орного агрегату, що складається з трактора та начіпного плуга фірми Gregoire Besson



1 - трактор; 2 - навіска; 3 - гідроциліндр навіска; 4 - рама плуга; 5 - робочий орган; 6 - опорне колесо

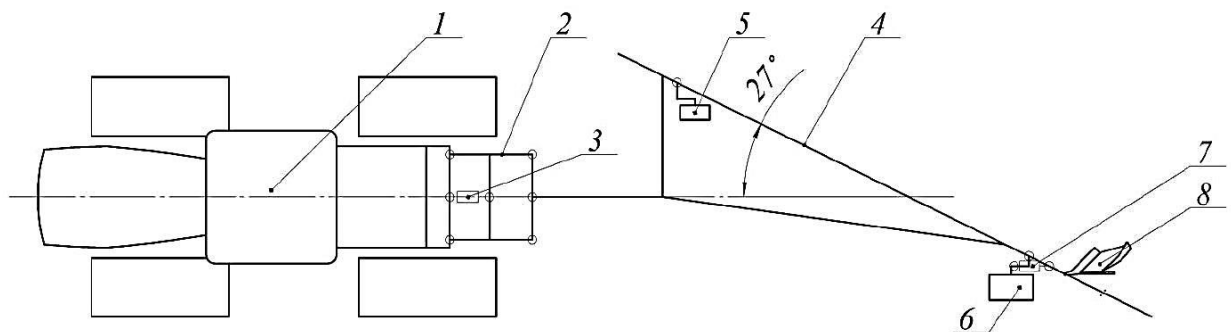
Рисунок 2.1 - Принципова схема орного агрегату складається з широкозахватного навісного плуга загального призначення з класичними робочими органами

Згідно зі схемою основний брус рами широкозахватного навісного плуга 4 розташований під кутом 27° до напрямку руху агрегату, для регулювання глибини обробки використовуються два опорно-регулювальних колеса 6. У транспортне положення плуг перекладається шляхом підйому на гідравлічному начіпному пристрої трактору.

Згідно з дослідженнями начіпні плуги випускаються шириною захвату до 3,5 м (Gregoire Besson SP7), мають масу до 1950 кг при довжині 6,8 м. Агрегатування плуга великої довжини по навісного варіанту призводить до зниження керованості агрегату і порушення стабільності руху в транспортному положенні, збільшення навантаження на задній міст трактора і прискореного його зносу [35]. Подальше збільшення ширини захоплення навісного плуга недоцільно.

Також впливає, що напівначіпні плуги виконуються за двома основними схемами:

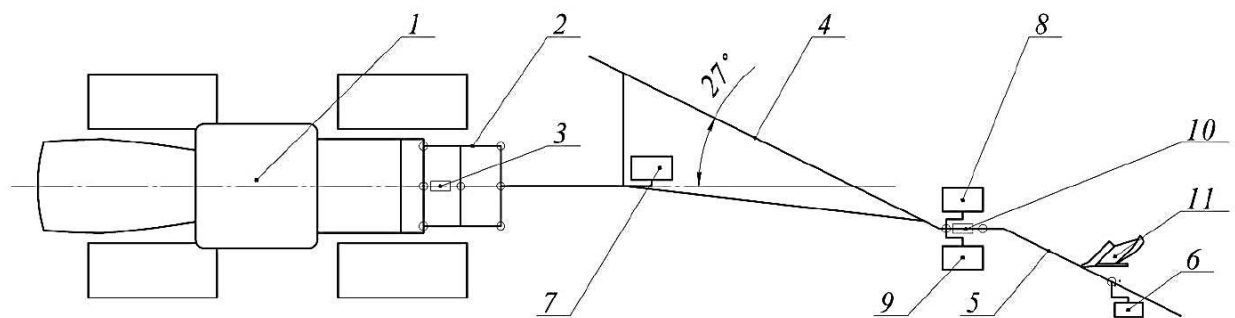
1. З цільною рамою і одним заднім опорним колесом (рис. 2.2);
2. Зі складеною рамою та заднім опорним візком (рис.2.3).



- 1 - трактор; 2 - навіска; 3 - гідроциліндр навіски; 4 - рама; 5 - опорне колесо; 6 – опорно - транспортне колесо; 7 - гідроциліндр підйому плуга;
8 - робочий орган

Рисунок 2.2 - Принципова схема орного агрегату складається з трактора і широкозахватного напівначіпного плуга загального призначення з класичними робочими органами виконаними за першою схемою

З рисунку 2.2 випливає, що напівначіпний плуг виконаний за першою схемою має цілісний основний брус рами, який розташований під кутом 27° до напрямку руху. Переведення в транспортне положення здійснюється шляхом підйому знаряддя на начіпному пристрої трактора 2 і задньому колесі плуга 6. Напівначіпні плуги виконані за першою схемою мають ширину захвату не більше 4,05 м. Для забезпечення кращого копіювання рельєфу і поліпшення маневреності широкозахватних напівначіпних плугів застосовується друга схема зі складеною рамою. На рис. 2.3 представлена принципова схема орного агрегату, що складається з трактора і широкозахватного напівначіпного плуга фірми Kverneland, виконаного за другою схемою.



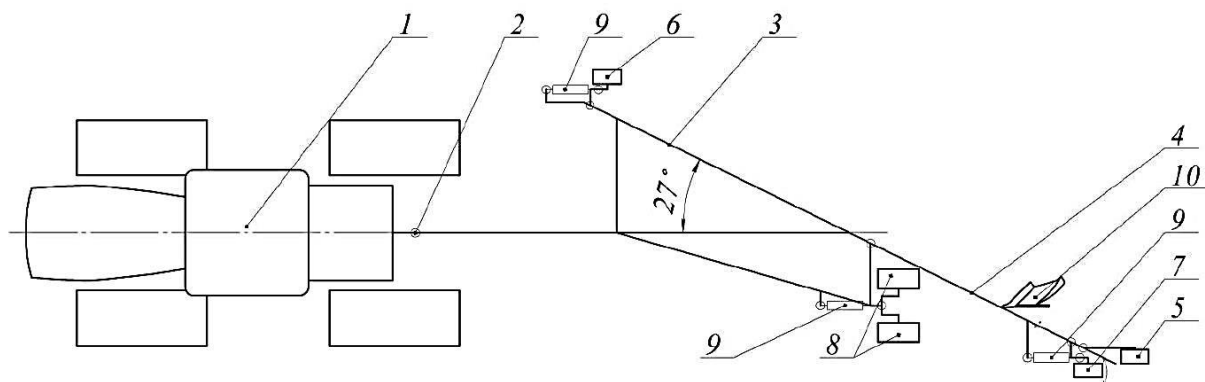
1 - трактор; 2 - навішування; 3 - гідроциліндр навішування; 4 - рама основна секція; 5 - рама додаткова секція; 6 - опорна колесо; 7 - додаткове колесо; 8 - опорно-транспортний колесо «по борозні»; 9 - опорно-транспортний колесо «по полю»; 10 - гідроциліндр підйому плуга; 11 - робочий орган

Рисунок 2.3 - Принципова схема орного агрегату, що складається з трактора і широкозахватного напівначіпного плуга загального призначення з класичними робочими органами виконаного за другою схемою

На напівнавісному плузі, виконаному за другою схемою (рис. 2.3), основний брус рами основної 4 і додаткової 5 секцій встановлені під кутом 27° до напрямку руху агрегату, додаткова секція шарнірно з'єднана з

основною. Регулювання глибини обробки здійснюється опорним колесом 6, додатковим колесом 7 і опорно-транспортними колесами заднього візка 8, 9. У транспортне положення плуг переводиться шляхом підйому на начіпному пристрої трактора і опорно-транспортних колесах заднього візка 8, 9 за допомогою гідросистеми трактора і плуга.

Широкозахватні плуги виконані по напівначіпній схемі, яку відрізняє висока матеріаломісткість і вага до 9500 кг, велика габаритна довжина до 14,2 м. Опорно-транспортне колесо 8 (рис. 2.3) рухається по борозні, значно ущільнюючи її дно. Застосування начіпної і напівначіпної схем вимагає наявності у трактора гідравлічного начіпного пристрою, однак у тракторів великої потужності ці навішування відсутні. На рисунку 2.4 представлена принципова схема орного агрегату, що складається з трактора і причіпного широкозахватного плуга фірми Salford.



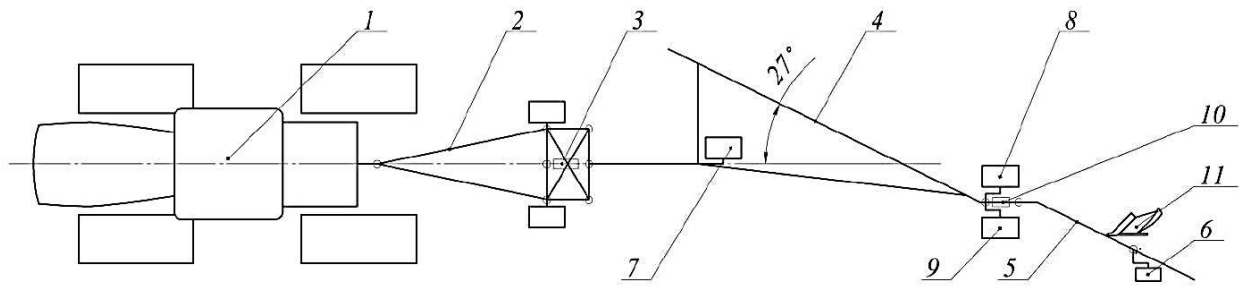
1 - трактор; 2 - фаркоп трактора; 3 - рама основна секція; 4 - рама додаткова секція; 5 - опорне колесо; 6 - опорно-транспортне колесо; 7 - опорно-транспортне колесо; 8 - опорно - транспортний візок; 9 - гідроциліндр підйому; 10 - робочий орган

Рисунок 2.4 - Принципова схема орного агрегату складається з трактора і широкозахватного причіпного плуга загального призначення з класичними робочими органами

Із схеми рис. 2.4 слідує, що основний брус рами розташований під кутом 27° до напрямку руху. Рама складається з двох секції - основної 3 і додаткової 4. Додаткова секція шарнірно закріплена з основною для поліпшення копіювання рельєфу і поліпшення маневровості в транспортному положенні. Регулювання глибини обробки здійснюється за допомогою опорно - транспортних коліс 6, 7 і опорно-транспортного візка 8. Переведення в транспортне положення здійснюється шляхом підйому на опорно-транспортних колесах 6, 7, 8 за допомогою гідросистеми плуга.

Недоліками причіпного плуга є габаритна довжина до 15,4 м, низька маневровість, велика металоємність і вага, складність конструкції (наявність великої кількості гідроциліндрів, механізму регулювання глибини обробки на опорно-транспортних колесах). Заднє опорно - транспортне колесо 7, для забезпечення повороту агрегату, виконано самовстановлювальним, що також ускладнює конструкцію. Для забезпечення стабільності ходу агрегату в робочому положенні і зниження відхилення робочої ширини захоплення від конструктивної в конструкції застосовані два колеса, які в робочому положенні рухаються по борозні 5, 6, ущільнюючи дно борозни. В даний час застосовуються причіпні плуги виконані за гібридною (лафетною) схемою. На рисунку 2.5 представлена принципова схема орного агрегату, що складається з трактора і причіпного (гібридного) широкозахватного плуга фірми Lemken.

З рис. 2.5 випливає, що причіпний плуг гібридної схеми є напівначіпний плуг, агрегатований до транспортного модулю - лафет. До трактора такий плуг агрегується в причіпному варіанті. Переведення в транспортне положення здійснюється шляхом підйому плуга за допомогою гідросистеми лафета 2 на опорних колесах лафета і гідросистеми плуга на опорно-транспортних колесах заднього візка 8, 9.



1 - трактор; 2 - лафет; 3 - гідроциліндр лафета; 4 - рама основна секція; 5 - рама додаткова секція; 6 - опорне колесо; 7 - додаткове колесо; 8 - опорно-транспортне колесо «по борозні»; 9 - опорно-транспортне колесо «по полю»; 10 - гідроциліндр підйому плуга; 11 - робочий орган

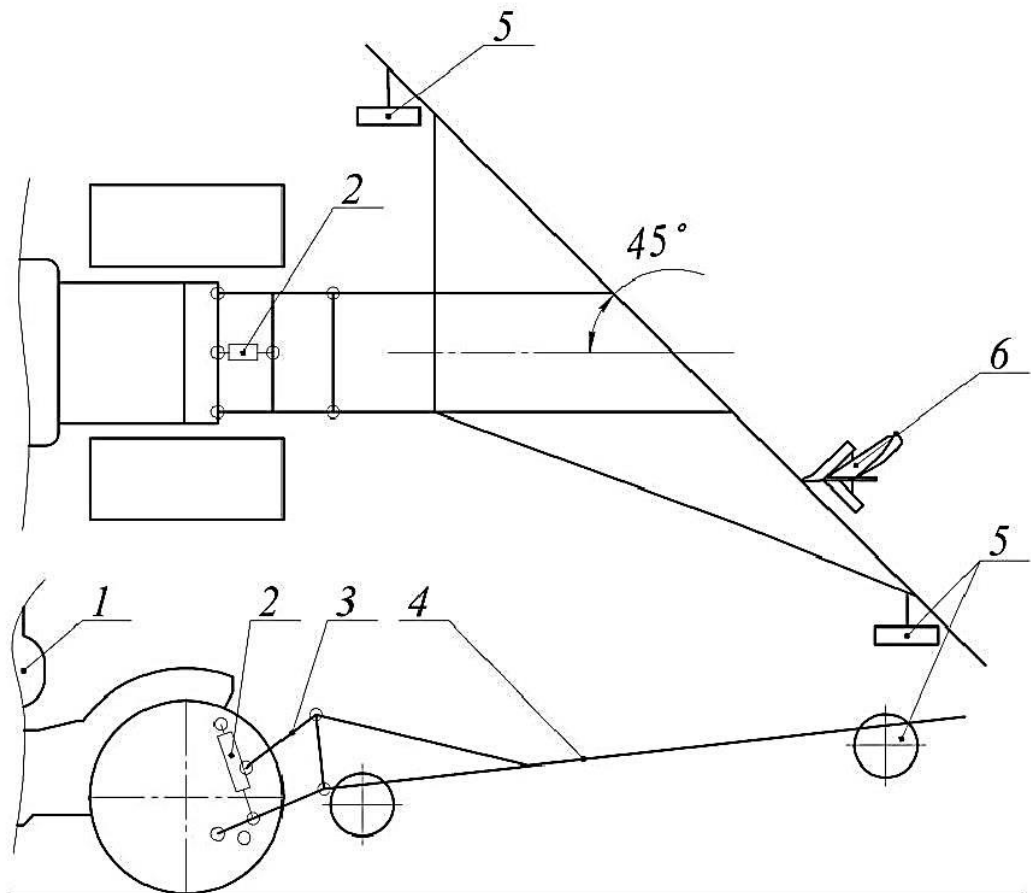
Рисунок 2.5 - Принципова схема орного агрегату складається з трактора і широкозахватних причіпного (гібридного) плуга загального призначення з класичними робочими органами

Недоліком даної схеми є збільшення металоємності і довжини (до 20,3 м), зниження маневровості агрегату в порівнянні з напівначіпним варіантом.

Агрегатування лемішно-відвального плуга загального призначення за причіпним варіантом виключає необхідність наявності начіпного пристрою трактора, проте такий агрегат має велику довжину що ускладнює копіювання рельєфу, знижує маневровість і збільшує час развороту агрегату.

Як зазначалося вище, в Саратовському Державному Аграрному університеті ім. Н.І. Вавилова створений корпус плуга шириною захвату 0,6 м, використання якого дозволяє розташувати основний брус рами плуга під кутом 45° до напрямку руху агрегату, що забезпечує значне скорочення довжини плуга. На базі цього корпусу була створена серія начіпних плугів для агрегатування з тракторами до 5 тягового класу. На рисунку 2.6 представлена принципова схема орного агрегату, що складається з трактора «Кіровоць» К-701А і начіпного плуга ПБС- 8. Зміна глибини обробки плугом

ПБС-8 відбувається шляхом переміщення по вертикалі опорних коліс 5 щодо рами. Брус рами розташований під кутом 45° до напрямку руху.



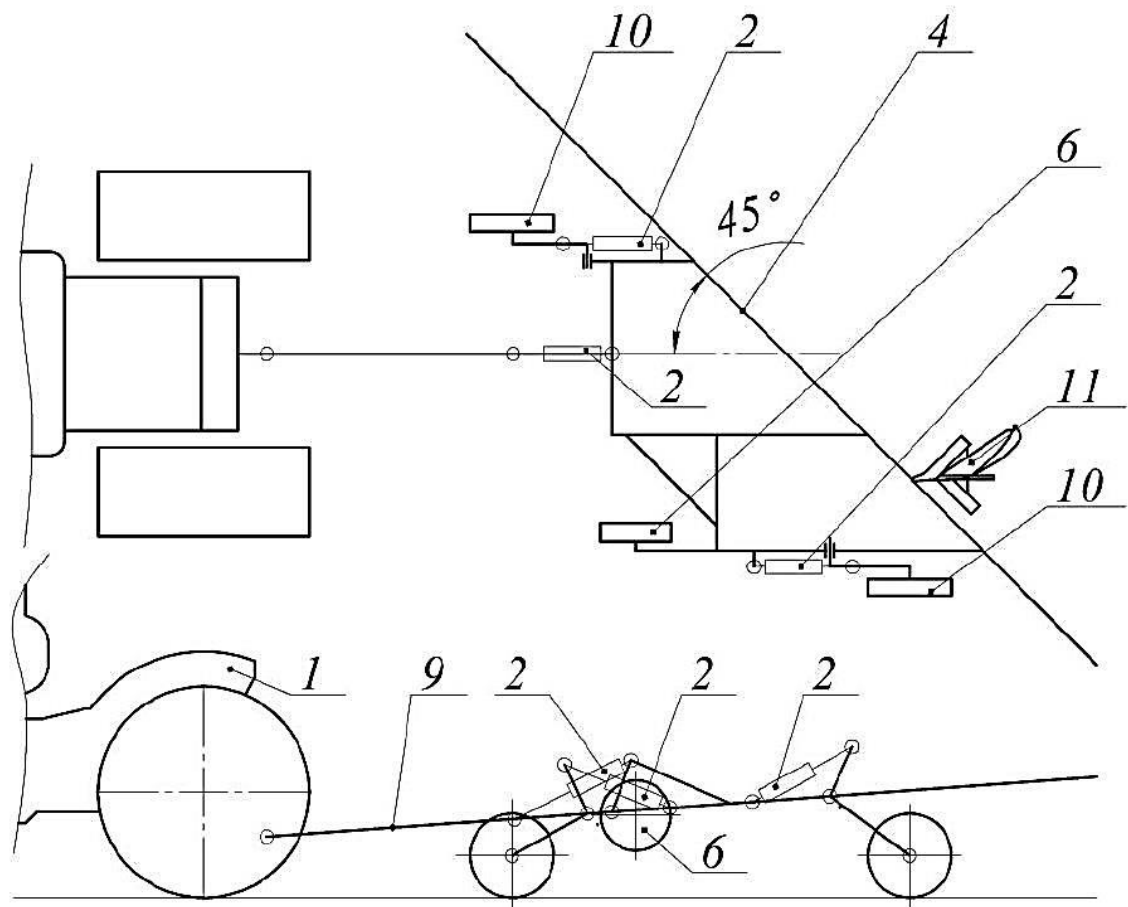
1 - трактор; 2 - гідроциліндр навісної системи трактора; 3 - навісна система трактора; 4 - рама плуга; 5 - опорні колеса; 6 - робочий орган

Рисунок 2.6 - Принципова схема орного агрегату складається з трактора і навісного плуга ПБС-8 оснащеного робочими органами шириною захвату 0,6 м

Використовуючи результати застосування нових начіпних плугів [36] та наведеного аналізу нами була розроблена принципова схема (рис. 2.7) причіпного десятикорпусного плуга.

Згідно зі схемою плуг має брус рами розташований під кутом 45° до напрямку руху. Регулювання глибини обробки здійснюється вертикальним переміщенням опорного колеса 6, зміною положення опорно-транспортних коліс 10. Переведення в транспортне положення здійснюється шляхом

підйому на опорно-транспортних колесах 10 і причепі 9 за допомогою гідроциліндрів 2.

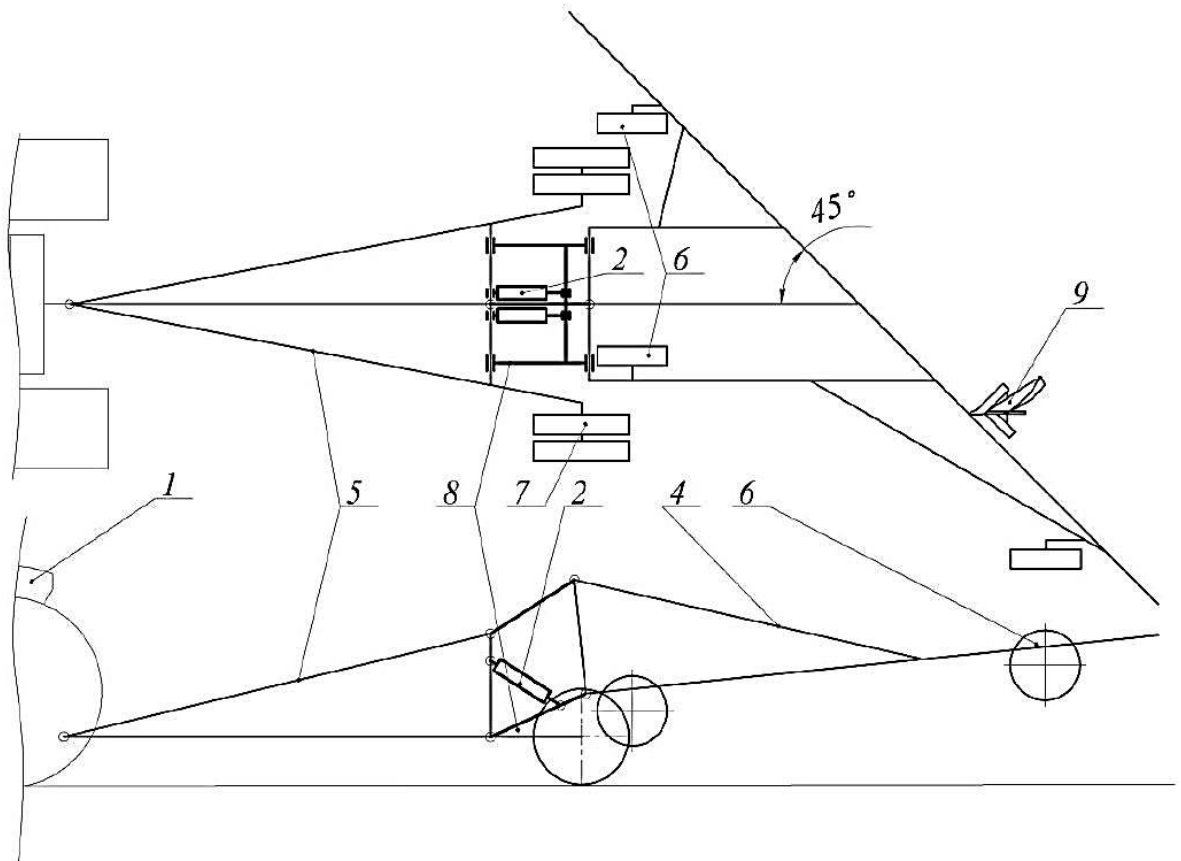


1 - трактор; 2 - гідроциліндр; 4, рама плуга; 6 - колесо опорне; 9 - причіп; 10 - опорно-транспортні колеса; 11 - робочий орган

Рисунок 2.7 - Принципова схема орного агрегату складається з трактора і причіпного плуга ПБС-10П оснащеного робочими органами шириною захвату 0,6м

Як зазначалося вище в ході випробувань плуга виконаного за схемою рисунку 2.7, було виявлено суттєві недоліки. Для виключення з конструкції плуга опорно-транспортних коліс, що не дозволяють точно регулювати глибину обробки, і зниження вертикального навантаження на фаркоп трактора в конструкцію плуга був впроваджений додатковий транспортний модуль - лафет - оснащений власними опорними колесами. При цьому

плужна секція повинна навішуватися на лафет і переводитися в транспортне положення за рахунок гідросистеми лафета. Це повинно дозволити збільшити стабільність в робочому положенні і транспортну швидкість агрегату. Виходячи з вищесказаного, була розроблена принципова схема нового причіпного плуга (рис. 2.8).



1 - трактор; 2 - гідроциліндр; 4 - плужна секція; 5 - лафет; 6 - колесо опорне; 7 - транспортні колеса; 8 - проміжна ланка; 9 - робочий орган

Рисунок 2.8 - Принципова схема орного агрегату, що складається з трактора і причіпного плуга оснащеного новим робочим органом

Згідно зі схемою слід зазначити, що основний брус рами плуга розташований під кутом 45° до напрямку руху, плужна секція має свої опорно-регульовальні колеса 6, за допомогою яких здійснюється регулювання глибини обробки. Плуг агрегується з лафетом по начіпному варіанту за

допомогою проміжної ланки 8. Лафет рухається по полю за допомогою коліс 7, переведення у транспортне положення здійснюється шляхом підйому плуга відповідно лафета гідроциліндрами лафета 2.

З вищесказаного випливає, що застосування нової схеми дозволяє відмовитися від застосування опорно-транспортних коліс в конструкції плуга. Скорочено кількість гідроциліндрів необхідних для перекладу плуга в транспортне положення. Застосування робочого органу шириною захвату 0,6 м з постановкою основного бруса рами під кутом 45° для широкозахватного орного агрегату, дозволяє скоротити його габаритну довжину, що збільшує маневровість агрегату, знижує матеріаломісткість і масу плуга.

2.2 Конструктивно-технологічна схема і основні параметри причіпного лемішно-відвального плуга загального призначення для агрегування з тракторами тягового класу 8

2.2.1 Аналіз залежності продуктивності орного агрегату від потужності трактора

Основним показником, що визначає ефективність орного агрегату (МТА), є продуктивність W [40].

$$W=0,36B\vartheta\tau\beta, \quad (2.1)$$

де W - продуктивність ґрунтообробного агрегату, га/год;

B - ширина захвату знаряддя, м;

ϑ - швидкість, м/с;

τ - коефіцієнт використання часу зміни;

β - коефіцієнт використання ширини захоплення зброї.

Аналізуючи формулу (2.1), можна зробити висновок, що продуктивність орного агрегату в основному залежить від енергетичного засобу \mathcal{E} , тобто трактора і від ґрунтообробного знаряддя B , тобто ширини захвату цього знаряддя.

Започатківець науки про експлуатацію МТА, академік Б.С. Свірщевській, відзначав, що продуктивність прямо пропорційна максимальній потужності трактора на гаку $N_{кр}$, коефіцієнтам використання потужності η_u часу τ , ширини захвату β і обернено пропорційна величині питомого опору знаряддя K [37].

$$W=0,36N_{кр}\eta_u\tau\beta/K, \quad (2.2)$$

де, $N_{кр}$ - потужність трактора на гаку, кВт;

η_u - коефіцієнт використання тягового зусилля трактора;

K - питомий опір знаряддя, кН/м.

Аналізуючи формулу (2.2), можна зробити висновок, що з одного боку для збільшення продуктивності агрегату необхідно збільшувати потужність трактора на гаку $N_{кр}$, а з іншого боку на продуктивність агрегату великий вплив робить питомий опір знаряддя, яке не враховує глибину обробки ґрунту.

На підставі виразу (2.2) можна орієнтовно проаналізувати зміну продуктивності орного агрегату з ростом потужності трактора. Приймаємо $\eta_u = 0,8$; $\tau = 0,85$; $\beta = 0,9$; без урахування глибини обробки ґрунту $K = 11-17$ для різних ґрунтів [38]. Результати аналізу представлені на рисунку (2.9).

Аналізуючи діаграму (рис. 2.9) видно, що з ростом потужності трактора, продуктивність МТА збільшується, при цьому на величину продуктивності великий вплив робить питомий опір знаряддя, і фізико-механічні властивості ґрунту. Порівнюючи продуктивність МТА з

тракторами К-744Р1 і Challenger МТ865В видно, що їх продуктивність в порівнянні з ВТ-100 вище у 2 і 3,45 рази відповідно [39].

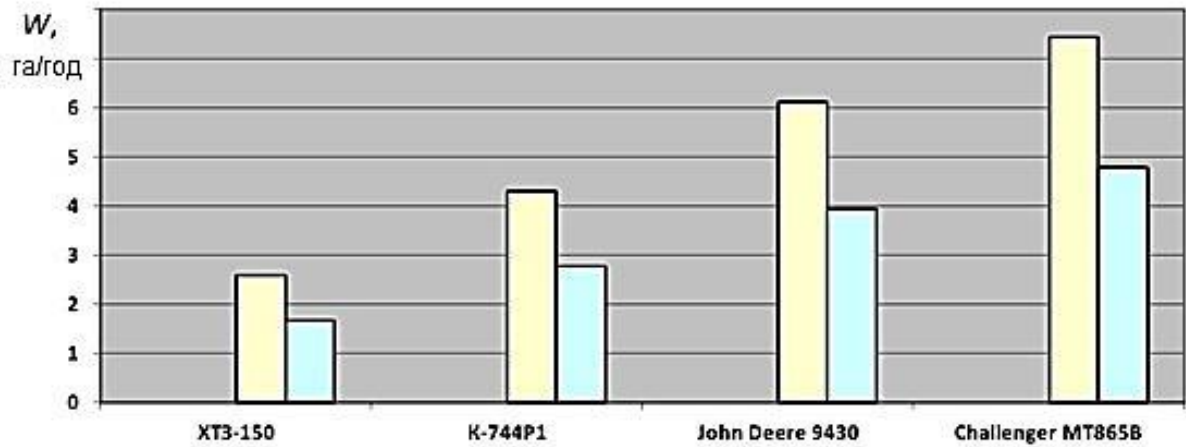


Рисунок 2.9 - Діаграма залежності продуктивності орного агрегату W від потужності трактора $N_{кр}$ на різних ґрунтах.

2.2.2 Визначення ширини захоплення нового плуга агрегується з трактором великої потужності

Відомо, що при роботі орного агрегату повинно виконуватися наступна умова [40].

$$P_{кр}(\vartheta)\eta_u = R_n(\vartheta), \quad (2.3)$$

де, $P_{кр}$ - зусилля трактора на гаку, кН;

R_n - тяговий опір ґрунтообробного знаряддя, кН;

η_u - коефіцієнт використання тягового зусилля трактора.

Величина коефіцієнта η_u , знаходиться в залежності від швидкості і виражається наступною емпіричною залежністю [41]

$$\eta_u = 0,964 - 0,0066v^2. \quad (2.4)$$

На підставі схеми (рис. 2.10) тяговий опір причіпного плуга визначається відповідно до виразу [42]

$$R_n = R_l + R_c, \quad (2.5)$$

де R_l - тяговий опір лафета, кН;

R_c - тяговий опір плужної секції, кН.

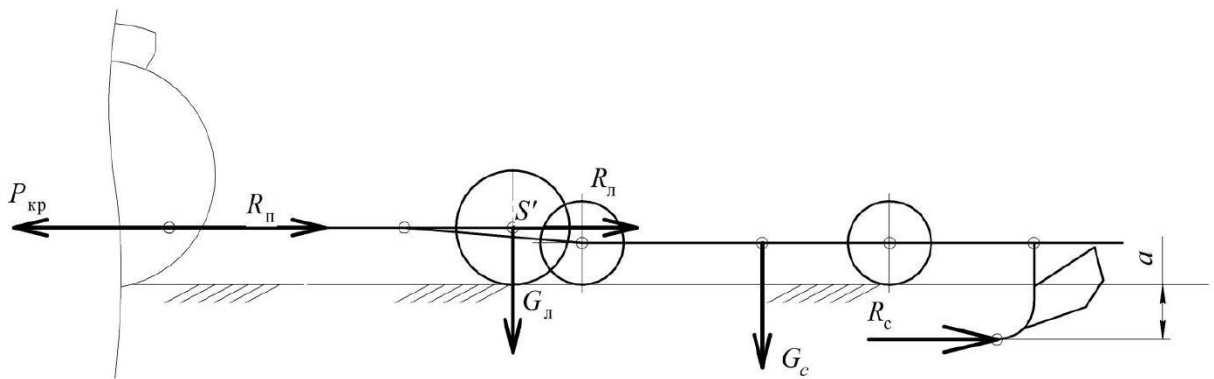


Рисунок 2.10 - Схема сил діючих на причіпний лемішно-відвальний плуг загального призначення.

З огляду на те, що основна вага лафета зосереджена в задній його частині, припустимо, для спрощення розрахунку, що сила тяжіння лафета G_l прикладена до осі опорних коліс S' , тоді тяговий опір лафета [40]

$$R_l = G_l \cdot \eta_l, \quad (2.6)$$

де G_l - сила тяжіння лафета, кН;

η_l - коефіцієнт опору перекочування коліс лафету.

Тяговий опір плужної секції на підставі раціональної формули академіка В.П. Горячкіна [43]

$$R_c = G_c f + kaB + \varepsilon aB^2, \quad (2.7)$$

де, G_c - сила тяжіння плужної секції, кН;
 a - глибина обробітку ґрунту, м;
 B - ширина захвату плуга, м;
 ϑ - швидкість руху плуга, м/с;
 f, k, ε - коефіцієнти формули В.П. Горячкіна.

Відомо [40], що

$$G_c = 0,001\mu g B, \quad (2.8)$$

де μ - питома конструкційна маса плуга, кг/м;
 g - прискорення вільного падіння, м/с².

Підставами вираз (2.8) в формулу (2.7), отримаємо

$$R_c = B(0,001\mu g f + k a + \varepsilon a \vartheta^2). \quad (2.9)$$

Попередній розрахунок, проведений на підставі аналізу конструкції плугів ПБС-8 і принципової схеми нового причіпного плуга (рис. 2.8), показав, що сила тяжіння лафета $G_{\text{л}} = 0,70G_c$. Тоді на підставі формул (2.6, 2.8) отримаємо

$$R_{\text{л}} = 0,0007\mu g B \eta_{\text{л}}. \quad (2.10)$$

Тоді, тяговий опір плуга на підставі формули (2.5)

$$R_n = B(0,0007\mu g \eta_{\text{л}} + 0,001\mu g f + k a + \varepsilon a \vartheta^2). \quad (2.11)$$

Для визначення ширини захоплення плуга орієнтовно приймаємо коефіцієнт опору перекочування коліс лафета $\eta_{\text{л}} = 0,3$ [44].

З огляду на, що плужна секція аналогічна по конструкції навісним плугів серії ПБС, прийmemo, що питома конструкційна маса плужної секції $\mu = 365$ кг/м [45].

В результаті дослідження відомих плугів серії ПБС на Поволзькій МВС для ґрунтів чорноземно-середньосуглінистих були отримані наступні коефіцієнти для емпіричної формули академіка В.П. Горячкіна (2.3) - $f = 0,8$ кН/м²; $k = 31$ кН/м²; $\varepsilon = 1,58$ кНс²/М⁴ [45].

Підставимо у вираз (2.11) значення коефіцієнтів $\eta_{\text{л}}$, f , k , ε , і приймаючи глибину обробки ґрунту $a = 0,3$ м, отримаємо

$$R_{\text{п}} = B(0,0007 \cdot 365 \cdot 0,3 + 0,001 \cdot 365 \cdot 0,8 + 31 \cdot 0,3 + 1,58 \cdot 0,3^2) = B(12,91 + 0,47 \vartheta^2). \quad (2.12)$$

Використовуючи дані випробувань для тракторів Versatile Buhler 2375 (275 кВт, тяговий клас 6), John Deere 9430 (313 кВт, тяговий клас 8) Challenger MT865B (375 кВт, тяговий клас 8), апроксимуючи їх методом найменших квадратів з величиною достовірності $R = 0,991$ отримаємо наступні емпіричні залежності зусилля трактора на гаку від швидкості агрегату при $N_{\text{кр}} = N_{\text{крmax}}$. Зусилля трактора на гаку Versatile Buhler 2375 (275 кВт, тяговий клас 6) в залежності від швидкості агрегату

$$P_{\text{кр}} = 241,85 - 72,841 \vartheta + 6,865 \vartheta^2. \quad (2.13)$$

Зусилля трактора на гаку John Deere 9430 (313 кВт, тяговий клас 8) в залежності від швидкості агрегату

$$P_{\text{кр}} = 241,85 - 72,841 \vartheta + 6,865 \vartheta^2. \quad (2.14)$$

Зусилля трактора на гаку Challenger MT865B (375 кВт, тяговий клас 8)
в залежності від швидкості агрегату

$$P_{кр} = 329,79 - 94,374 \vartheta + 8,223 \vartheta^2. \quad (2.15)$$

Підставив вирази (2.4, 2.12, 2.13, 2.14, 2.15) в рівняння (2.3), отримаємо наступні рівняння

$$(241,85 - 72,841 \vartheta + 6,865 \vartheta^2)(0,964 - 0,0066 \vartheta^2) = B(12,91 + 0,47 \vartheta^2), \quad (2.16)$$

$$(269,39 - 71,137 \vartheta + 4,841 \vartheta^2)(0,964 - 0,0066 \vartheta^2) = B(12,91 + 0,47 \vartheta^2), \quad (2.17)$$

$$(329,79 - 94,374 \vartheta + 8,223 \vartheta^2)(0,964 - 0,0066 \vartheta^2) = B(12,91 + 0,47 \vartheta^2). \quad (2.18)$$

Рішення рівнянь (2.16, 2.17, 2.18) графо-аналітичним методом представлені на малюнках (2.11, 2.12, 2.13).

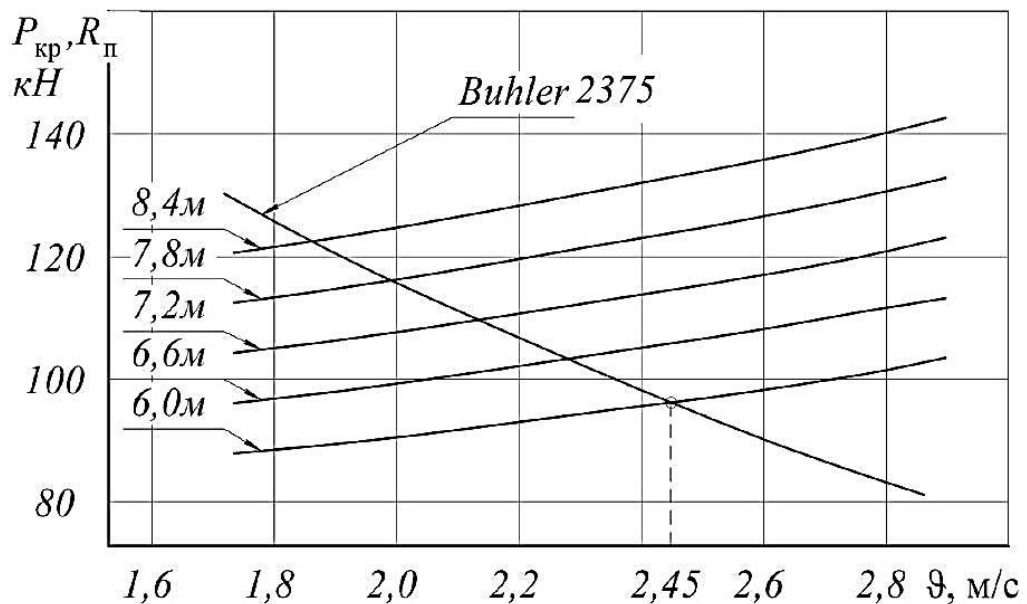


Рисунок 2.11 - Залежність зусилля трактора на гаку (Versatile Buhler 2375 тягового класу 6 $P_{кр}$ і тягового опору плуга $R_{п}$ від швидкості руху агрегату ϑ , при різній ширині захвату плуга

На підставі отриманих результатів і враховуючи, що на плуг встановлюються нові корпуси шириною захвату 0,6 м, трактори тягового класу 6 (потужністю 275кВт) можливо використовувати з плугом шириною захвату 6,0 м на швидкостях не більше 2,44 м/с (рис. 2.11). Трактори тягового класу 6-8 (потужністю 313 кВт) можливо використовувати з плугами шириною захвату 6,0 м на швидкості до 2,74 м/с (рис. 2.12), з плугами 6,6 м - на швидкості до 2,58 м/с.

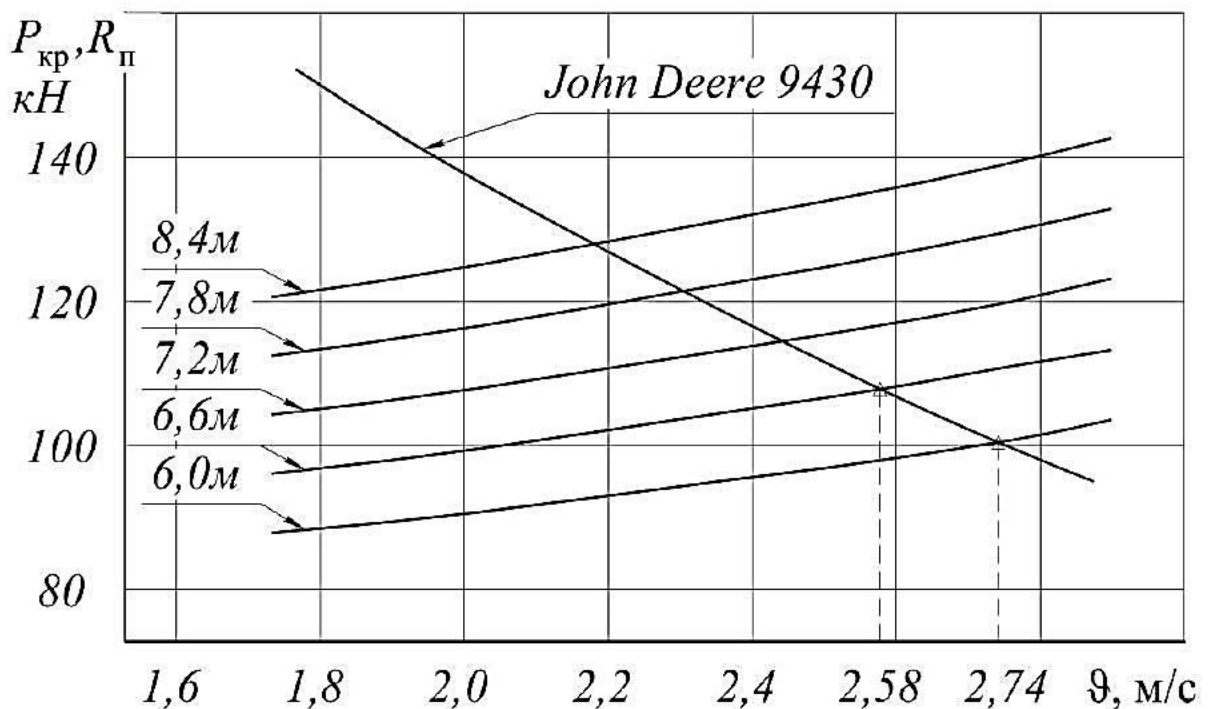


Рисунок 2.12 - Залежність зусилля трактора на гаку (John Deere 9430, тягового класу 6-8) $P_{кр}$ і тягового опору плуга $R_{п}$ від швидкості руху агрегату v , при різній ширині захоплення плуга

Трактори тягового класу 8 (потужністю 375кВт) можливо використовувати з плугом шириною захвату 7,2 м на швидкостях до 2,75 м/с, і з плугом шириною захвату 6,6 м на швидкості 2,89 м/с (рис. 2.13).

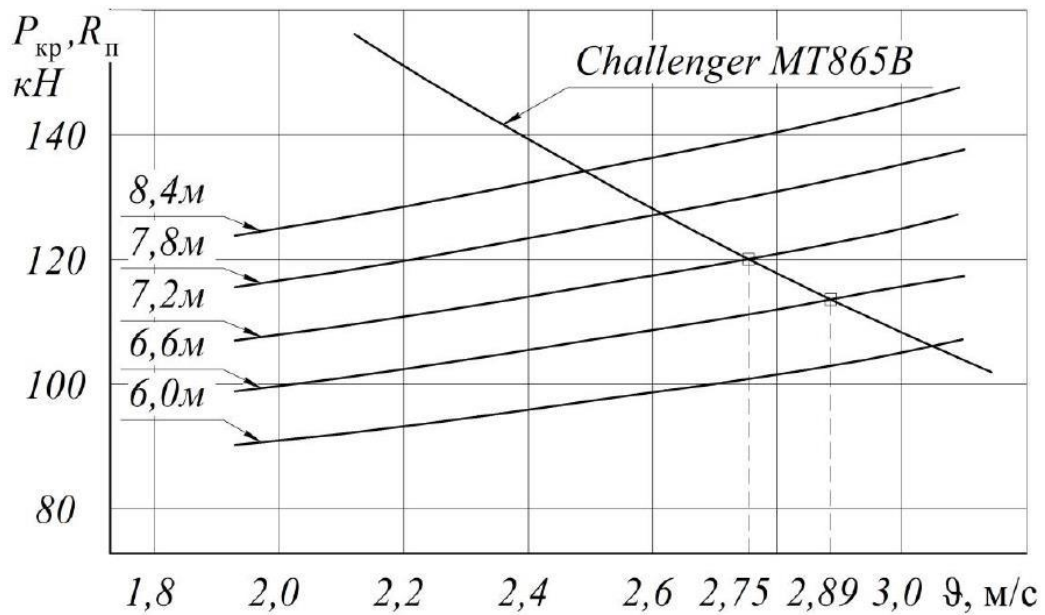
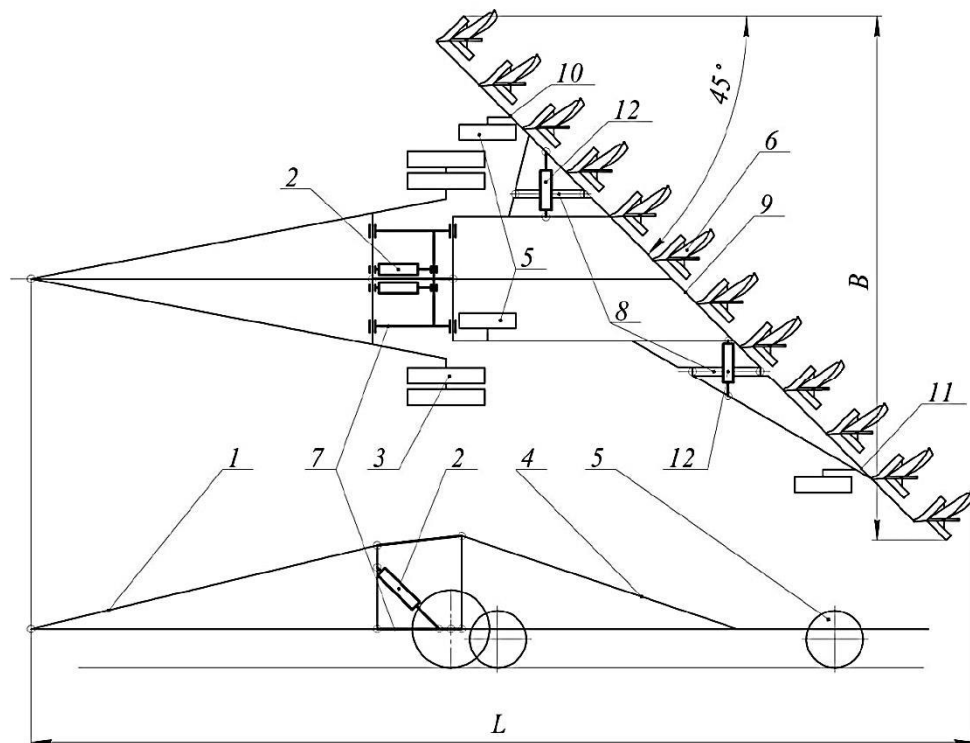


Рисунок 2.13 - Залежність зусилля трактора на гаку (John Deere 9430, тягового класу 6-8) $P_{кр}$ і тягового опору плуга $R_{п}$ від швидкості руху агрегату v , при різній ширині захвату плуга

Відомо, що по агротехнічним і експлуатаційно-технологічними вимогами доцільно забезпечити роботу орного агрегату на швидкостях 9–10 км/год (2,5-2,78 м/с). На цих швидкостях роботи плуга найвищі агротехнічні показники обробітку ґрунту [46].

Згідно підрозділу (2.2.1) для отримання максимальної продуктивності орного агрегату доцільно збільшити ширину захвату плуга і потужність трактора, тобто трактор тягового класу 8, потужністю 375 кВт необхідно агрегатувати з плугом шириною захвату 7,2 м. На підставі проведених досліджень, було встановлено, що новий плуг для агрегування з тракторами тягового класу 8 необхідно виконати за такою принциповою схемою (рис. 2.14). У цьому випадку на раму плуга необхідно встановити дванадцять корпусів шириною захвату 0,6 м. Плуг, виконаний за модульною схемою і складається з наступних основних елементів (рис. 2.14): лафета 1, транспортних коліс 3, гідроциліндрів 2, 12, плужної секції 4, яка складається

з основної секції 9 і бічних напіврам 10, 11, робочих органів 6, опорних коліс 5 і проміжної ланки 7. Лафет плуга має власні опорні (транспортні) колеса, начіпна секція плуга в робочому положенні спирається на свої опорні колеса, за рахунок яких проводиться регулювання глибини обробки. При переведенні в транспортне положення, проміжна ланка плуга за допомогою гідроциліндра піднімається щодо лафета, і знаряддя рухається, спираючись тільки на опорні колеса лафета. При транспортуванні знаряддя на великі відстані необхідно забезпечити транспортний габарит знаряддя не більше 4,4 м для чого бічні напіврами піднімаються гідроциліндрами.



1 - лафет; 2 - гідроциліндр підйому; 3 - транспортні колеса; 4 - плужна секція; 5 - опорні колеса; 6 - робочий орган; 7 - проміжна ланка; 8 - шарніри; 9 - основна секція; 10 - права напіврама; 11 - ліва напіврама, 12 – гідроциліндр.

Рисунок 2.14 - Принципова схема дванадцятикорпусного плуга для агрегування з трактором тягового класу 8

2.2.3 Визначення параметрів лафета причепного плуга

В транспортному положенні на плуг та трактор діє система зусиль, що представлена на рисунку 2.15.

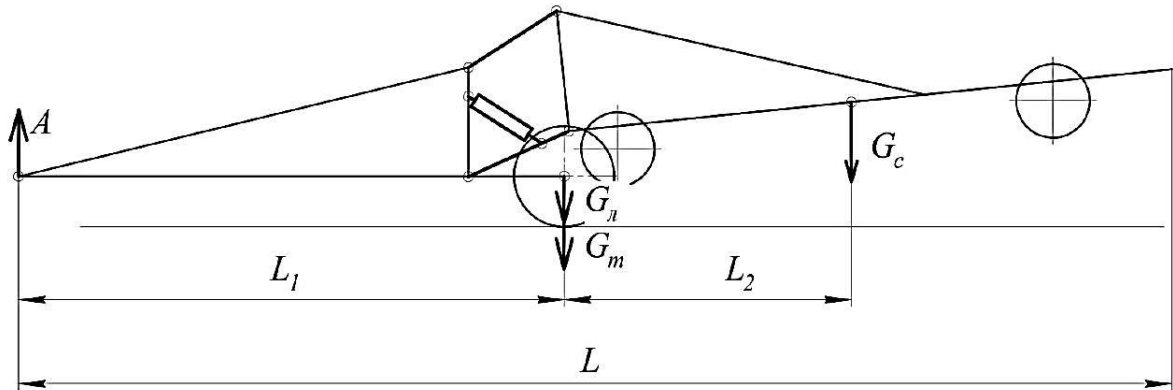


Рисунок 2.15 – Схема зусиль, що діють на плуг у транспортному положенні

З представленої схеми маємо, що при ширині захвату 7,2 м довжина плужної секції становитиме 7,2 м. Проміжна ланка плуга має трьохточкову начіпну систему. Прийmemo його розміри аналогічними розмірами навішування трактора Challenger MT865B (довжина 1100 мм). Центр ваги плужної секції знаходиться в точці на середині рами. Сила тяжіння секції при питомій конструкційній масі секції 365 кг/м складе 25,78кН.

З підрозділу (2.2.2) відомо, що сила тяжіння лафета прикладена до осі опорних коліс лафета і дорівнює $G_{л} = 0,7 G_c$, тоді навантаження на колеса лафета в транспортному положенні складається з сили тяжіння лафета $G_{л}$ і реакції сили тяжіння плужної секції G_c . Довжина лафета і навантаження на опорні колеса лафета визначаються за системою рівнянь

$$\begin{cases} A = G_c L_2 / L_1 \\ G_T = G_{л} + G_c (L_2 + L_1) / L_2 \end{cases} \quad (2.19)$$

де, L_1 - довжина лафета, м;

L_2 - відстань від осі колеса лафета до центра ваги плуга, м;

A - підйомна сила, що діє на фаркоп трактора, кН;

G_m - навантаження на колеса лафета в транспортному положенні, кН;

G_c - сила тяжіння секції плуга, кН.

Приймаємо, що центр ваги плужної секції знаходиться на середині довжини основного бруса рами плуга, тоді $L_2 = 3,6$ м.

Рішення системи рівнянь (2.18) представлено на рисунку (2.16).

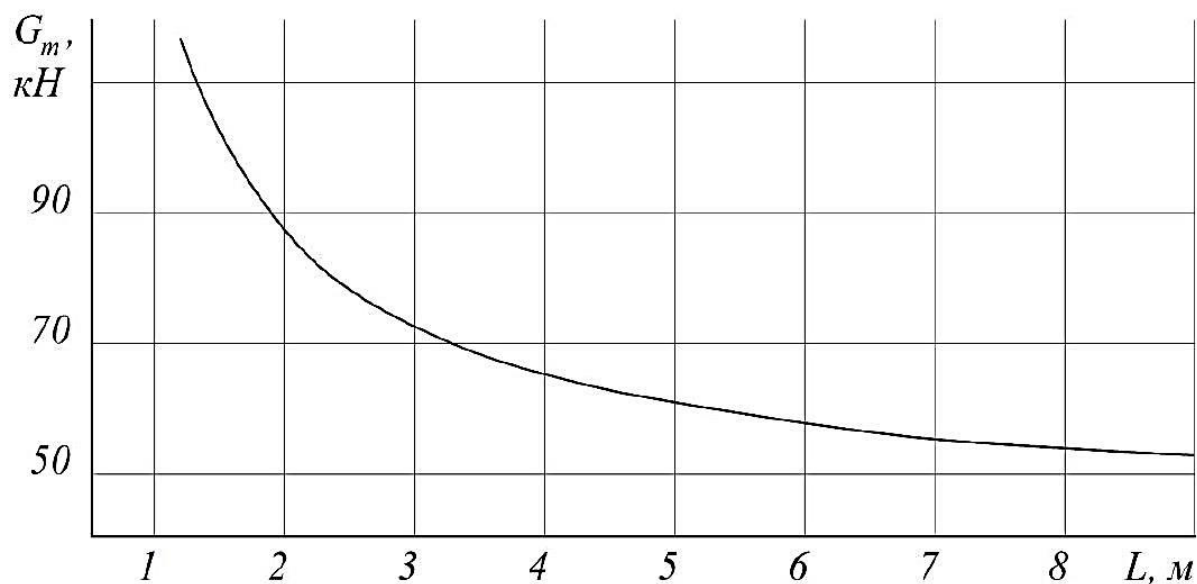


Рисунок 2.16 - Залежність навантаження на колеса G_m від довжини лафета L_1 , при відомих параметрах плуга

З огляду на те, що висота фаркопа трактора 540 мм, для забезпечення горизонтального положення лафета приймемо діаметр колеса лафета рівним 1000 мм. Заявлена вантажопідйомність колеса парної установки 15кН. Максимальне навантаження на вісь з чотирьох коліс 60кН. Із залежності (рис. 2.16) видно, що при навантаженні Від 60 кН довжина лафета повинна становити 5,5 м. При цьому навантаження на фаркоп трактора А складе 16,9 кН

2.2.4 Визначення положення лінії тяги плуга

Під час руху агрегату приймаємо, що всі корпуси плуга мають однакову силу опору R (рис. 2.17), а рівнодіюча цієї сили для кожного корпусу паралельна напрямку руху плуга. Для врівноваження плуга в

горизонтальній площині необхідно щоб сума моментів сил R , щодо точки причепа J дорівнювала нулю

$$\sum (M_1(R) + M_2(R) + \dots + M_{11}(R) + M_{12}(R)) = 0; \quad (2.20)$$

звідки

$$Rh_6 = Rh_7 \text{ или } h_6 = h_7. \quad (2.21)$$

Отже, лінія тяги трактора повинна проходити через середину рами між 6 м і 7 м корпусом (рис. 2.17).

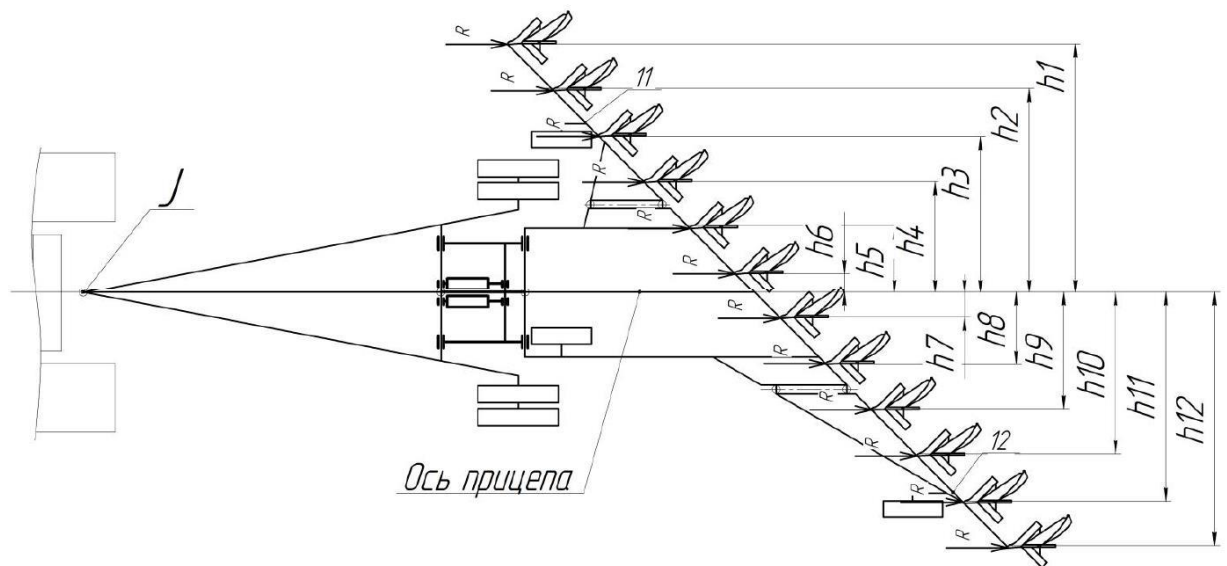
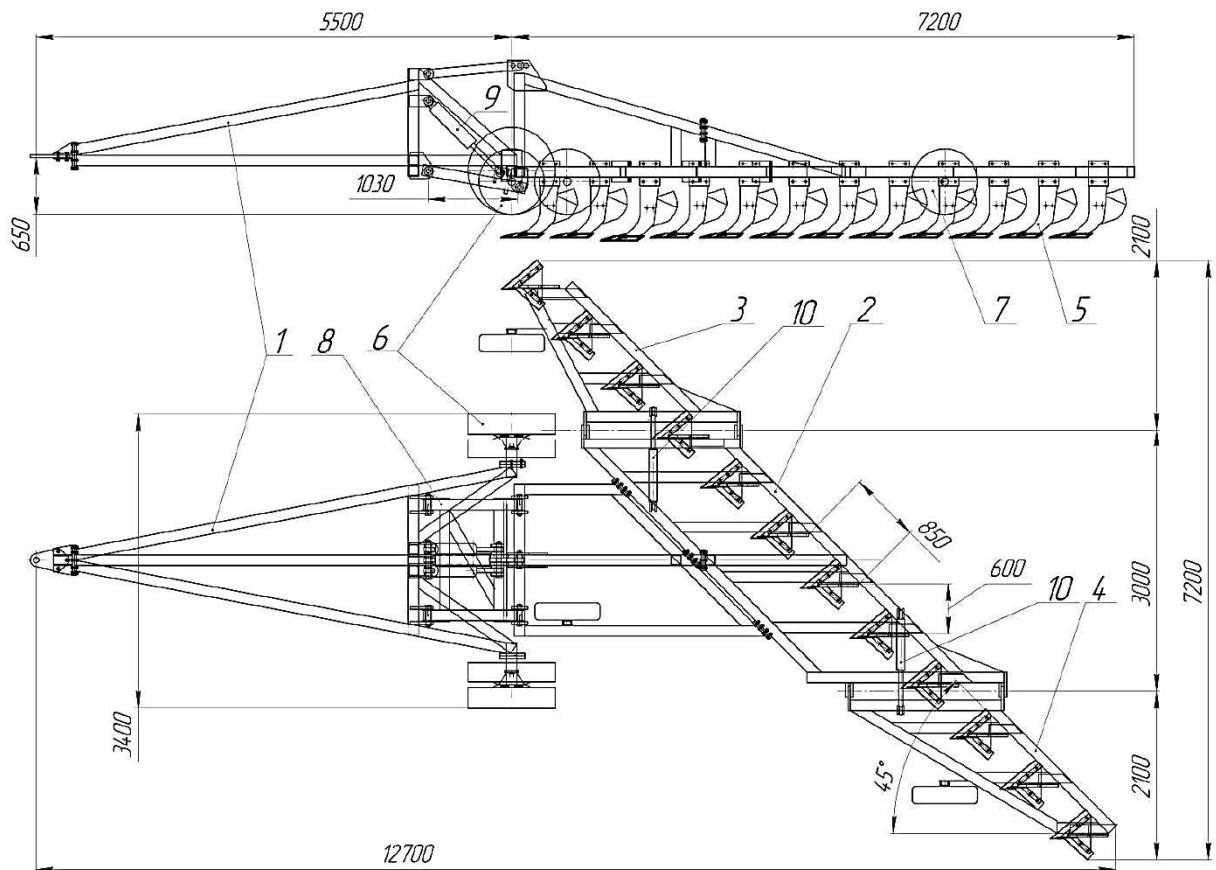


Рисунок 2.17 – Схема врівноваження дванадцятикорпусного причепного плуга

2.2.5. Конструктивно-технологічна схема розробленого лемішно-відвального плуга для тракторів тягового класу 8

На підставі отриманих результатів були розроблена конструктивно технологічна схема для нового плуга, призначеного для агрегування з трактором тягового класу 8, яка має такий вигляд (рис. 2.18).

Згідно зі схемою плуг складається з лафета 1, на який через проміжну ланку 8 навішена плужна секція 2, 3, 4, що складається з трьох частин. Бічні напіврами 3, 4 для забезпечення транспортного габариту агрегату не більше 4,4 м, піднімаються у вертикальне положення гідроциліндрами 10. Плужова секція піднімається в транспортне положення за допомогою гідроциліндра 9.



1 - лафет; 2 - плужна секція; 3 - права напіврама; 4 - ліва напіврама; 5 - робочий орган; 6 - транспортні колеса; 7 - опорні колеса; 8 - проміжна ланка, 9, 10 – гідроциліндри.

Рисунок 2.18 - Конструктивно-технологічні схеми нового плуга для агрегування з трактором тягового класу 8

При ширині захвату 7,2 м плуг має габаритну довжину 12,7 м. При цьому плече повороту (відстань від точки причепа до осі коліс лафета) становить 5,5 м, що забезпечує високу маневровість агрегату.

2.3 Визначення експлуатаційно-технологічних показників орного агрегату складається з трактора Challenger MT865B і дванадцятикорпусного причіпного плуга

Основними експлуатаційно-технологічними показниками орного агрегату є його швидкість руху; глибина обробітку ґрунту; тяговий опір плуга, потужність, що витрачається на рух агрегату, продуктивність агрегату і енергоємність виконання технологічного процесу основного обробітку ґрунту орним агрегатом. Тяговий опір дванадцятикорпусного плуга, який агрегується з трактором потужністю 375кВт (тяговий клас 8) визначається на підставі рівняння (2.11). Рішення рівняння (2.11) представлено на рисунку 2.19.

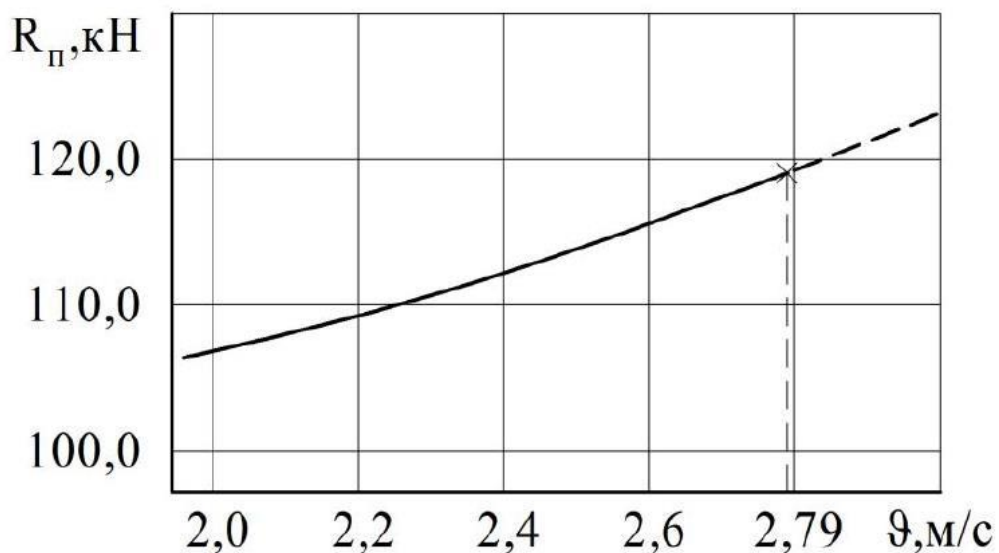


Рисунок 2.19 - Залежність тягового опору причіпного дванадцятикорпусного плуга R_p від швидкості ϑ

З рисунку 2.19 видно, що тяговий опір плуга шириною захвату 7,2 м змінюється за нелінійною закономірністю. При зміні швидкості орного агрегату від 2,0 до 2,79 м/с тяговий опір плуга змінюється на 12,1%.

Для визначення потужності витрачається при русі плуга В.П. Горячкин запропонував наступну формулу

$$N_{\text{пл}} = \frac{R_{\text{п}} \cdot \vartheta}{75} = \left(\frac{f \cdot Gc}{75} + \frac{k + \varepsilon \vartheta^2}{75} \cdot aB \right) \vartheta, \quad (2.22)$$

де, $N_{\text{пл}}$ – потужність, що витрачається на рух плуга, к.с.

Тоді на підставі формули (2.22) і виразу (2.11) потужність, що витрачається на рух причіпного плуга складе

$$N_{\text{пл}}(\vartheta) = \vartheta B(0,0007 \mu g \eta_{\text{л}} + 0,001 \mu g f + ka + \varepsilon a \vartheta^2), \quad (2.23)$$

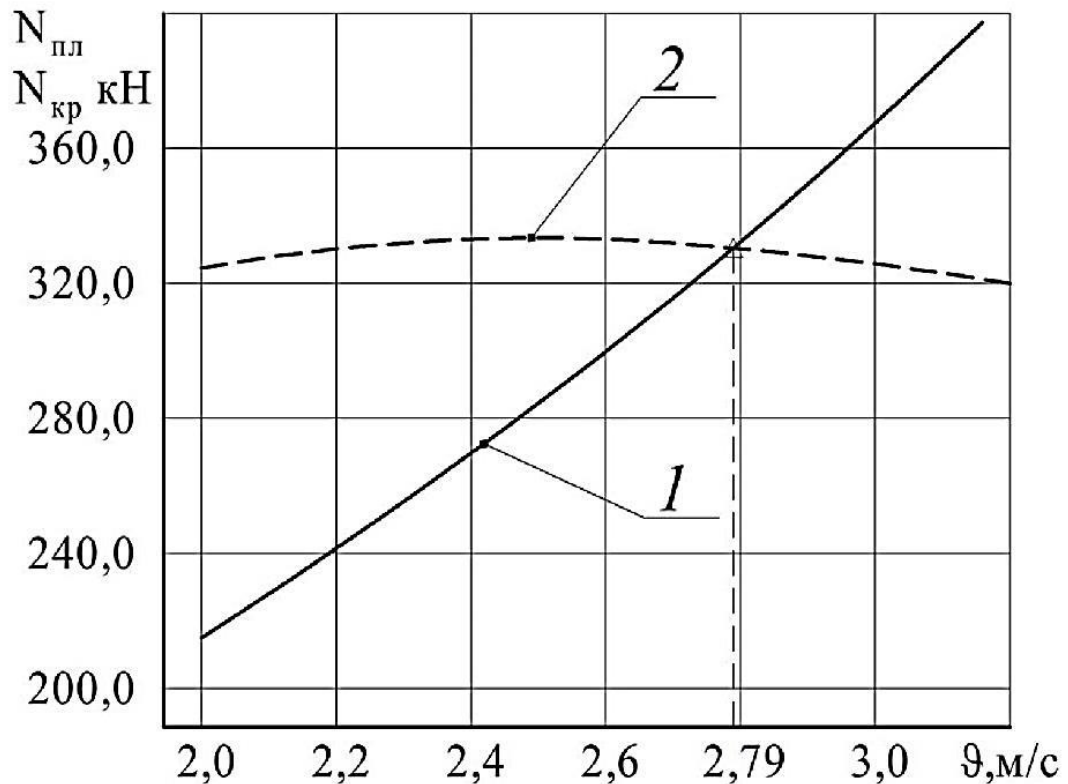
де, $N_{\text{м}}$ – потужність, що витрачається на рух плуга, кВт.

Для вирішення рівняння (2.23) графо-аналітичним методом, використовували результати досліджень трактора Challenger MT865B в лабораторії Nebraska Tractor Test Laboratory. Результати рішення рівняння (2.23) представлені на рисунку 2.20

Аналізуючи залежності (рис. 2.20), видно, що потужність, що витрачається на рух дванадцятикорпусного причіпного плуга, змінюється з нелінійної залежності.

На підставі виразу (2.1) формула продуктивності орного агрегату W у функції швидкості руху ϑ для плуга набуде вигляду

$$W(\vartheta) = 0,36B\vartheta \tau\beta. \quad (2.24)$$



1 - потужність витрачається на рух плуга; 2 потенційна характеристика трактора Challenger MT865B

Рисунок 2.20 - Залежність потужності $N_{пл}$, що витрачається на рух дванадцятикорпусного причіпного плуга від швидкості орного агрегату v

Відомо, що

$$\tau = 0,924 - 0,0157v. \quad (2.25)$$

Підставимо вираз (2.25) у вираз (2.24), отримаємо

$$W(v) = 0,36Bv (0,924 - 0,0157v)\beta. \quad (2.26)$$

Приймаємо $\beta = 1$. Рішення виразу (2.26) для агрегату, що складається з трактора тягового класу 8 і плуга шириною захвату 7,2 м представлено на рисунку 2.21.

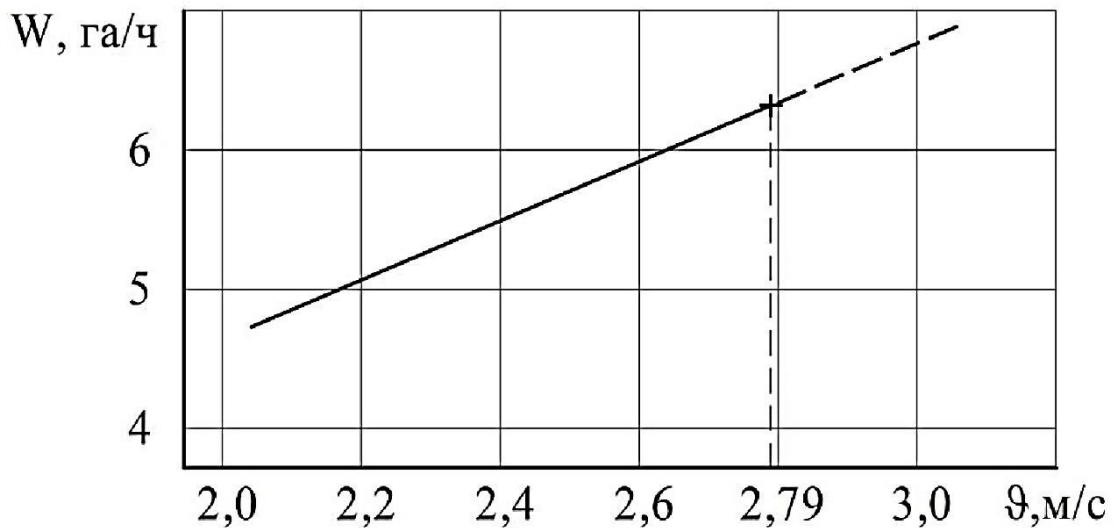


Рисунок 2.21 - Залежність продуктивності W орного агрегату, що складається з трактора Challenger MT865B та дванадцятикорпусного причіпного плуга від швидкості v

З представленої залежності (рис. 2.21) видно, що при незмінній ширині захоплення плуга B з ростом швидкості продуктивність агрегату лінійно зростає до повного завантаження трактора. При цьому вплив швидкості на коефіцієнт τ незначне.

Згідно з дослідженнями [22], енергоємність виконання технологічного процесу основного обробітку ґрунту виконуваної плугом на відомій швидкості визначається за наступним виразом

$$\mathcal{E} = N_{пл} / W, \quad (2.27)$$

де \mathcal{E} - енергоємність технологічного процесу основного обробітку ґрунту виконуваної плугом на відомій швидкості агрегату, кВт год/га.

Тоді на підставі виразу (2.27) формула для визначення енергоємності технологічного процесу в залежності від швидкості руху агрегату буде мати вигляд

$$\mathcal{E}(\vartheta) = N_{пл}(\vartheta) / W(\vartheta). \quad (2.28)$$

Рішення виразу (2.28) представлено на рисунку (2.22).

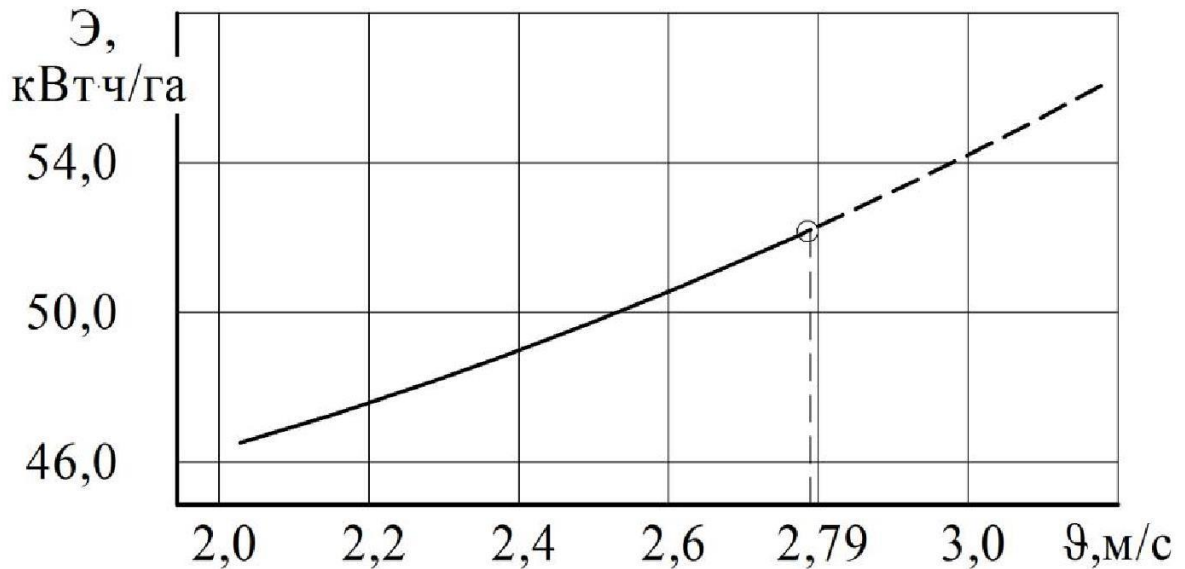


Рисунок 2.22 - Залежність енергоємності технологічного процесу W , виконуваного агрегатом Challenger MT865B + ПБС-12П, від швидкості руху ϑ

З рисунку 2.22. випливає, що енергоємність технологічного процесу змінюється з нелінійною залежністю. Для швидкостей руху агрегату від 2,0 до 2,79 м/с знаходиться в межах від 46,0 до 52,3 кВт год/га відповідно.

Представлені енергетичні показники свідчать про високу ефективність плуга ПБС-12П.

3 ПРОГРАМА І МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Програма проведення експериментальних досліджень

Складено програму і методика експериментальних досліджень для перевірки і підтвердження результатів теоретичних досліджень. До програми експериментальних досліджень увійшли:

1. Визначення якісних показників технологічного процесу основного обробітку ґрунту, виконуваного причіпним плугом загального призначення в лабораторно-польових умовах
2. Визначення енергетичних, експлуатаційно-технологічних показники енергонасиченого орного агрегату в лабораторно-польових і господарських умовах.

3.2 Методика лабораторно-польових досліджень технологічного процесу, що виконується плугом ПБС-12П

Лабораторно-польові дослідження планується проводити згідно з програмою і методам випробувань, викладеним в ГОСТ 20915-88, ГОСТ Р 52778-2007, ГОСТ 18509 - 88, ОСТ 10 2.18 - 2001, ОСТ 10 2.2-2002, РТМ 10 13.001 - 87.

Дослідження експериментального лемішно-відвального плуга ПБС-12П будуть проводитися на агрофонах, характерних для даної зони. Поле підбирають з рівним рельєфом однорідне за фізико-механічними властивостями ґрунту.

Згідно методики проведення досліджень проводили визначення наступних показників стану ґрунту: механічного складу ґрунту та його назви; виду попередньої обробки; вологості (%) і твердості (МПа) ґрунту; типу рельєфу і мікрорельєфу; висоти (м) і маси (г / м) рослинних і поживних залишків.

Для визначення маси і висоти рослинних і поживних залишків зважували і підраховували їх кількість на п'яти облікових майданчиках розміром 1м. Майданчики мали по діагоналі ділянки. На кожній проводили по 10 підрахунків.

Поле розбивають на загонки. Під час досліджень експериментальний агрегат рухається по схемі (рис. 3.1).

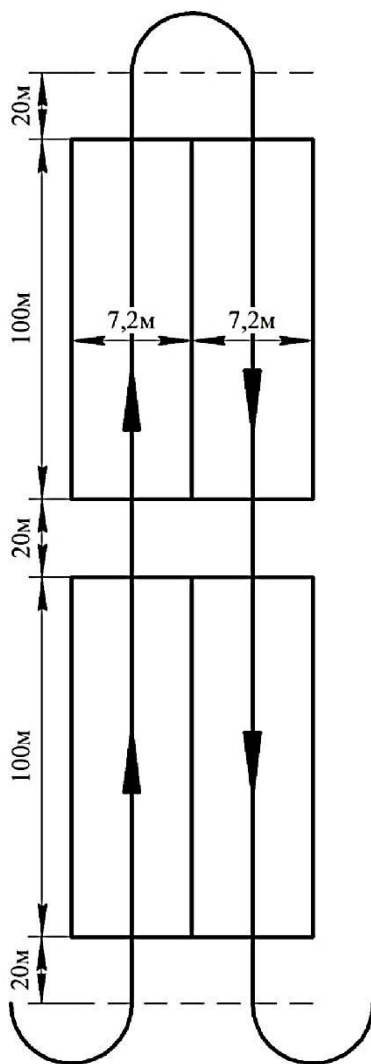


Рисунок 3.1 - Схема розмітки дослідної ділянки і спосіб руху агрегату

При лабораторно-польових дослідженнях визначають такі агротехнічні показники орного агрегату як: швидкість руху, м/с; ширину захвату, м і відхилення від настановної ширини захвату; глибину обробки, м і середньоквадратичне відхилення глибини обробки, м; профіль пласта ґрунту після проходження агрегату; подрібнення ґрунту,%; гребенястої поверхні поля, м;

ступінь і глибину закладення рослинних і поживних залишків,%; тяговий опір плуга, кН; питомий тяговий опір робочого органу; забивання рослинними залишками і залипання ґрунтом робочих органів; буксування рушіїв трактора; питомі енерговитрати; коефіцієнт завантаження двигуна трактора.

3.2.1. Визначення якісних показників технологічного процесу, що виконується експериментальним плугом загального призначення

Перед дослідженнями пошарово визначають вологість в горизонтах 0 - 0,1 м, 0,1 - 0,2 м, 0,2 - 0,3 м, по діагоналі ділянки. Проби на вологість відбирають п'ятикратно. Проби відбирають у бюкси з наступним зважуванням. Потім, для визначення вологості ґрунту проби з бюкс висушують при температурі 105 ° протягом 8 годин. Після просушування бюкси поміщали в ексікатори для охолодження і через 15-20 хвилин зважували повторно. Зважування проводили з точністю до 0,01 г. Для визначення абсолютної вологості ґрунту (W) використовували формулу

$$W = \left[\frac{m_{\text{п}} - m'_{\text{п}}}{m'_{\text{п}}} \right] \cdot 100 \% \quad (3.1)$$

де W - вологість ґрунту,%;

$m_{\text{п}}$ - маса вологого ґрунту, г;

$m'_{\text{п}}$ - маса сухого ґрунту, м.

Твердість ґрунту вимірювали ґрунтовим твердоміром Ревякіна, в місцях визначення вологості. В ході вимірювань отримували діаграми на міліметровці, які потім обробляли за допомогою планіметрії. Величину середньої твердості визначали за формулою

$$T = (h_{\text{ср}} \cdot g_{\text{п}}) / S, \quad (3.2)$$

де T - величина середньої твердості ґрунту, кг/см²;

g_n - масштаб пружини кг/см;

S - площа перетину плунжера, см².

Перемикання робочих передач здійснювалося тільки на початку і кінці ділянки, час кожного проходу орного агрегату по досвідченому ділянці фіксувалося, швидкість руху агрегату ϑ розраховували за відомою формулою

$$\vartheta = S / t, \quad (3.3)$$

де ϑ - швидкість руху агрегату м/с;

S - довжина експериментальної ділянки, м;

t - час проходження ділянки, с.

Робочу ширину захвату знаряддя вимірювали за два проходи орного агрегату в 50 точках на кожному проході, інтервал – 1 м по ходу руху агрегату. Для цього розставляли по 50 колів на відстані розрахункової ширини захоплення знаряддя плюс 1 м від кромки обробленого поля. Після кожного проходу агрегату проводили вимірювання відстаней між кілками і краєм обробленого ґрунту з похибкою ± 1 см. Ширину захвату вираховували за різницею значень вимірів до і після проходу. Дані, отримані в ході вимірювань, обробляли методом математичної статистики, з використанням ПК, для отримання середнього значення ширини захоплення і стандартного відхилення. Середнє значення ширини захвату вираховували з округленням до першого десяткового знака.

Для визначення гребінистості поверхні поля вимірювали висоту гребенів після проходу агрегату. Вимірювання проводили за допомогою рейки і лінійки. Рейку накладають по ширині захвату знаряддя після проходу агрегату на вершини гребенів у випадково вибраних місцях.

Вимірюють відстань від поверхні ґрунту між гребенями до нижньої площини рейки. Припустима похибка ± 5 мм. Всього проводять не менш

сорока вимірювань. Отримані дані оброблялися на ПК методом математичної статистики.

Глибину обробки (розпушування шару) визначають шляхом занурення мірної лінійки в ґрунт до необробленого шару. Виміри проводилися по сліду робочого органу з інтервалом 1 м по ходу руху плуга. Повторність чотириразова. Похибка вимірювання глибини не більше ± 1 см. Отримані дані оброблялися методом математичної статистики на ПК з отриманням середнього значення глибини обробки і середнього квадратичного відхилення.

Для визначення крихкості ґрунту відбирали дві проби по ходу руху агрегату і дві при русі назад, з майданчиків 0,5x0,5 м на глибину обробки. Проби брали через годину після проходу агрегату. Після цього проби розділяли на фракції відповідно до АТТ на лемішні плуги, і просівали через набір решіт з осередками, відповідними розміру фракцій. Вміст кожного решета зважували. Допустима похибка ± 50 г. За результатами зважувань обчислювали масову частку і - тої фракції грудок K_i , % згідно з формулою до десятої частки відсотка

$$K_i = \left(\frac{m_i}{m} \right) \cdot 100\% \quad (3.4)$$

де, m_i - маса і - тої фракції в пробі, кг;

m - маса проби, кг.

Для оцінки якості закладення рослинних залишків, зважували рослини, що залишилися на поверхні ґрунту. Заміри проводили на чотирьох облікових майданчиках довжиною 5 м, шириною 7,2 м. Рештки рослинних залишків на поверхні зістригали, збирали і зважували з точністю $\pm 10-50$ г. Кількість взяття проб з кожної ділянки - одноразове. За даними отриманими за всіма пробами визначали масову долю не закладених в ґрунт залишків а %. Для розрахунків використовували формулу

$$a = \left[\frac{m_1 - m_2}{m_1} \right] \cdot 100 \quad (3.5)$$

де m_1 - маса пожнивних і рослинних рештків до проходу знаряддя, приведена до площі облікового майданчика ($5 \times S_0$), г;

m_2 - маса пожнивних і рослинних рештків після проходу знаряддя, г;

S_0 - площа облікового майданчика до проходу машини, м².

3.2.2. Визначення енергетичних показників технологічного процесу, що виконується причіпним плугом загального призначення ПБС-12П

Визначення енергетичних показників орного агрегату Challenger MT865B + ПБС-12П виконується за допомогою тензометричної ланки.

Використання тензоланки дозволяє досягти більшої точності, спрощує тарування, дозволяє використовувати одноразово відтаровані тензоланки для проведення вимірювання тягового опору різних знарядь.

Тензобалка є брусом перерізом 100 x 100 мм виготовлений зі сталі марки 30ХГСА. На балці встановлено 4 плівкових тензорезистори типу 2ФКПА за схемою (рис. 3.2). Монтаж проведений на клей ВЛ-931, зовні тензорезистори зафарбовані.

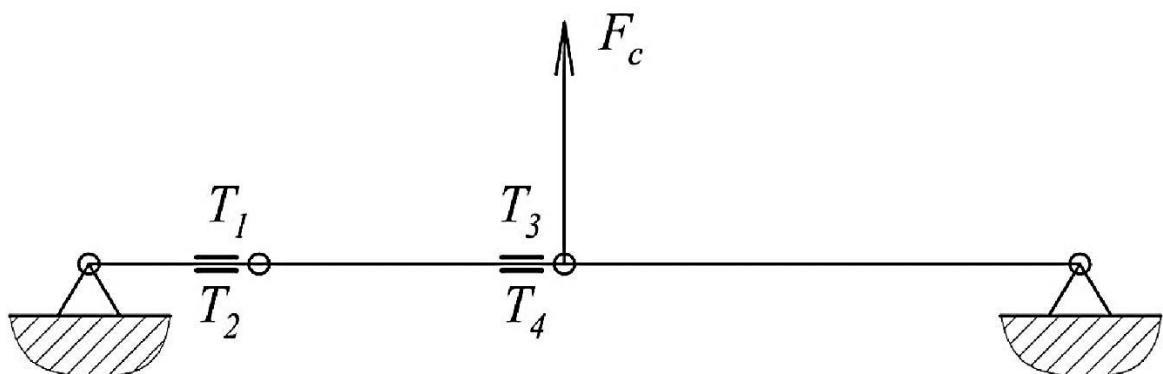


Рисунок 3.2 - Схема тензометричної балки: T1-T4 - тензорезистори, F_c - прикладена сила опору машини

Тензорезистори з'єднані за мостовою схемою (рис. 3.12)

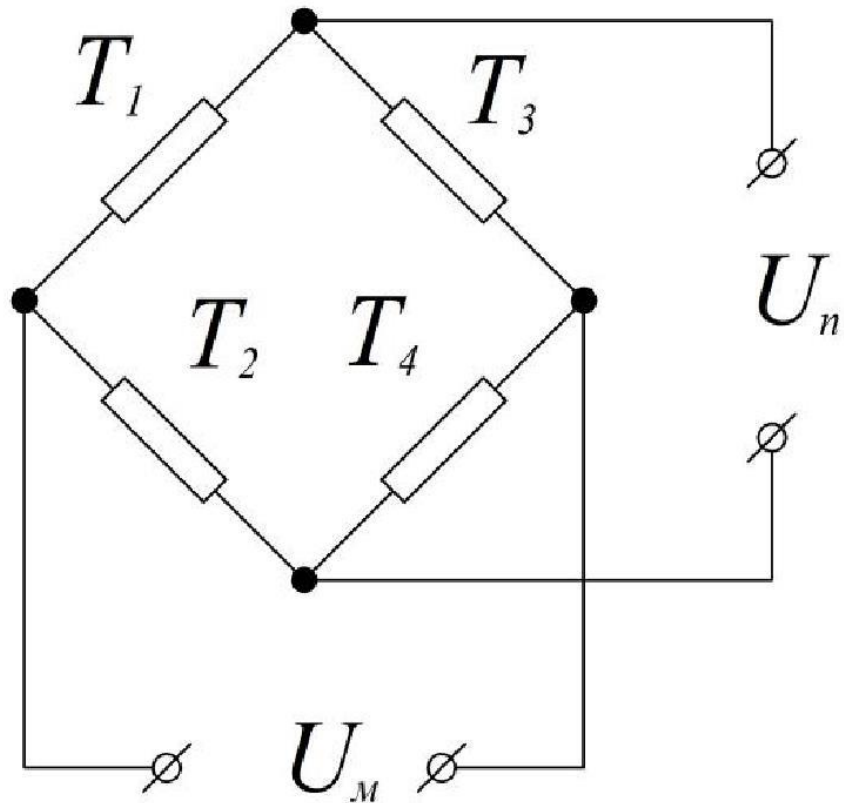


Рисунок 3.3 - Схема підключення тензорезисторів: T_1 - T_4 - тензорезистори; U_n - напруга джерела живлення, В; U_M - напруга, що знімається з моста тензорезисторів, В

До схеми підводиться напруга джерела живлення U_n , знімається змінене в залежності від деформації балки напруга U_M

$$U_M \approx \frac{U_n \cdot \Delta R}{2R}, \quad (3.6)$$

де U_M - напруга мосте, В;

U_n - напруга джерела живлення, В;

ΔR - зміна опору тензорезисторів в ході випробувань, Ом;

R - паспортний опір тензорезистору, Ом.

Для забезпечення точності вимірювань тензобалка повинна працювати в межах пропорційності (пружних деформацій) в діапазоні потрібних зусиль. Розміри і матеріал балки повинні бути підібрані таким чином, щоб при максимальному вимірюваному зусиллю напруження в ній складала не менше 0,05-0,06 ГПа.

Перед початком випробувань балка тарують в діапазоні розрахункових зусиль. Для проведення тарування тензоланка навантажується зусиллям 50-100 кН. Після виконання 3х циклів навантаження обчислюють середні значення показань приладу в усіх точках. Після апроксимації значень методом найменших квадратів з величиною достовірності $R = 0,9994$ отримана шукана залежність показань від навантаження.

Величини U_m перетворювалися в величини навантаження на зчпний пристрій в регистрирующем устрої, згідно з отриманою залежності.

В результаті руху проводилися виміри параметрів, за якими розраховувалися в подальшому показники витрат енергетичного засобу.

Енергетичні показники агрегату складається з причіпного плуга ПБС-12П і трактора Challenger MT865В розраховувалися за формулами

Миттєва швидкість

$$\mathcal{G}_m = I_{nc} \cdot K_n \cdot 3,6, \quad (3.7)$$

де \mathcal{G}_m - миттєва швидкість, м/с;

I_{nc} - частота імпульсів датчика шляху s^{-1} ;

K_n - коефіцієнт, що необхідний для колибрування датчику шляху, m^4 .

Середня швидкість

$$\mathcal{G}_{cp} = I_n \cdot K_n \cdot 3,6/T, \quad (3.8)$$

де ϑ_{cp} - середня швидкість за дослід, м/с;

I_n - кількість імпульсів датчика шляху за дослід;

T - тривалість дослід, с.

Миттєве буксування

$$\sigma_M = \sum_{i=1}^n (1 - K\delta_i \cdot I_n / I_{\text{кci}}) \cdot 100 / n_K, \quad (3.9)$$

де σ_M - миттєве буксування по всьому рушію, %;

n_K - кількість рушіїв;

$K\delta_i$ - коефіцієнт, що необхідний для калібрування датчика по буксуванню i -го рушія;

$I_{\text{кci}}$ - кількість імпульсів, отриманих з i -го рушія, с⁻¹.

Середнє буксування:

$$\sigma_{\text{cp}} = \sum_{i=1}^n (1 - K\delta_i \cdot I_n / I_{\text{ки}}) \cdot 100 / n_K, \quad (3.10)$$

де $I_{\text{ки}}$ - кількість імпульсів, отриманих з i -го рушія за дослід, імп.

Миттєве тягове зусилля

$$P_M = S_{\text{мс}} \cdot K_m, \quad (3.11)$$

де P_M - миттєве тягове зусилля, кН;

$S_{\text{мс}}$ - середнє значення показань тензOMETричних датчиків, В;

K_m - коефіцієнт, що необхідний для калібрування тензOMETричних датчиків, кН/В.

Середнє тягове зусилля

$$P_{cp} = S_m \cdot K_m, \quad (3.12)$$

де P_{cp} - середнє тягове зусилля за дослїд, кН;

S_m - середнє значення отримане з тензометричних датчиків за дослїд, В.

Середня потужнїсть

$$N_{cp} = P_{cp} \cdot V_{cp}, \quad (3.13)$$

де N_{cp} - середня потужнїсть за дослїд, кВт.

Середня швидкїсть обертання валу вїдбору потужностї (ВВП)

$$n_{вомср} = I_{вом} \cdot K_{вом} / T, \quad (3.14)$$

де $I_{вомср}$ - середня швидкїсть обертання ВОМ, s^{-1} ;

$I_{вом}$ - кїлькїсть їмпульсїв за час дослїду, отриманих з датчика обертїв ВВП, шт;

$K_{вом}$ - коефїцієнт, що служить для калїбрування датчика обертїв ВВП, s^{-1} .

Середня частота обертання колїнчастого валу двигуна

$$n_{двср} = n_{вомср} \cdot K_{дв}, \quad (3.15)$$

де $n_{двср}$ - середня швидкїсть обертання колїнчастого валу за дослїд, s^{-1} ;

$K_{дв}$ - коефїцієнт, що показує передавальне число трансмісії вїд колїнчастого валу двигуна до ВВП.

3.2.3 Визначення експлуатаційних показників орного агрегату складається з причіпного лемішно-відвального плугу ПБС-12П і трактора Challenger MT865B

Оцінку проводили згідно ГОСТ 24057-88 при виконанні основного обробітку ґрунту. Плуг агрегувався з трактором Challenger MT 865B. Під час роботи орний агрегат обслуговувався одним механізатором.

Умови проведення випробувань визначають за методикою, викладеною в ГОСТ 20915-88.

Для визначення продуктивності орного агрегату вибирали таку передачу, щоб забезпечувалося оптимальне завантаження двигуна трактора при поточному значенні глибини обробки. Час відраховували з першого проходу трактора, тривалість робочої зміни агрегату - 7 годин.

Визначали коефіцієнт використання часу зміни за допомогою хронометражу роботи агрегату. Дані хронометражу вносили в бланк обліку часу зміни. Після закінчення зміни проводили вимірювання ширини обробленої ділянки на заданій довжині гону і визначали ширину обробленої площі. Середнє значення обчислювали за результатами трьох змін роботи агрегату.

Витрата палива визначали методом доливання. Перед початком зміни проводили повну заправку баків трактора паливом, після закінчення зміни - заправляли повторно. Змінна витрата палива дорівнює значенню отриманого при повторній заправці. Питому витрату палива визначали поділом значення змінної витрати палива на величину продуктивності агрегату.

3.3 Методика оцінки достовірності результатів досліджень

Методики оцінки достовірності результатів досліджень розроблялися на підставі положень ГОСТів і рекомендації. Збіжність результатів досліджень визначалася на підставі критерію χ^2 відповідно до ГОСТ 11.0004-

74 «Прикладна статистика. Правила визначення оцінок і довірчих кордонів для параметрів нормального розподілу», а також ГОСТ 11.006-74«Правила перевірки згоди досвідченого розподілу з теоретичним».

Незміщеної оцінкою для генерального середнього а нормального розподілу (результатів теоретичних досліджень) є математичне очікування \bar{x} , яке визначали за формулою

$$\bar{x} : \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i. \quad (3.16)$$

Обчислюють розмах $x_n - x_1$, після чого визначають розмір інтервалу h за формулою

$$h : \frac{x_n - x_1}{r}, \quad (3.17)$$

де $x_1 \dots x_n$, результати спостережень досліджуваної випадкової величини;
 r - кількість інтервалів.

Кількість інтервалів r вибирають в залежності від обсягу вибірки n .

Середнє арифметичне значення досліджуваної величини вираховували за формулою

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^r (j - 0,5) m_j, \quad (3.18)$$

Середнє квадратичне відхилення вираховували за формулою

$$S = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^r ((j - 0,5) - \bar{x})^2 \cdot m_j}, \quad (3.19)$$

Величина u_i обчислюється за наступним виразом

$$y_j = -(((j - 0,5) - \bar{x}) / S), \quad (3.20)$$

Ймовірність влучення даних отриманих в результаті експериментальних досліджень в j -й інтервал.

$$Rh_6 : Rh_7 \text{ или } h_6 = h_7. \quad (3.21)$$

де $j=2, \dots, r$.

За отриманими даними вираховують значення χ^2 використовуючи формулу

$$\chi^2 = \sum_{j=1}^r \frac{(m_j - np_j)^2}{np_j}, \quad (3.22)$$

Задаємося довірчою ймовірністю того, що величина χ^2 , отримана внаслідок випадкових відхилень значень розподілу величин отриманих в результаті експериментальних досліджень від відповідних значень отриманих в результаті теоретичних досліджень, буде менше значення $(\chi^{\gamma})^2$, встановленого для обраної довірчої ймовірності. За табличними даними для довірчої ймовірності і числа ступенів свободи $k = r - 1$, знаходять величину $(\chi^{\gamma})^2 / k$, обчислюють $(\chi^{\gamma})^2$ і порівнюють ним обчислену за даними величину χ^2 . Якщо значення критерію χ^2 менше $(\chi^{\gamma})^2$, то результати експериментального дослідження для прийнятої довірчої ймовірності вважаються достовірними, в іншому випадку - не достовірними.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Реалізація вимог нормативних документів з охорони праці при обробітку ґрунту

1. Закон України «Про охорону праці»;
2. Закон України «Про внесення змін до Закону України «Про охорону праці». – Введ. 17.12.2002.
3. Законодательство Украины об охране труда. Сборник нормативных документов. Т.1-4. – К.: Основа, 1995.
4. Державний реєстр міжгалузевих і галузевих нормативних актів про охорону праці (Реєстр ДНАОП). – К.: Основа, 1995. - 234 с.
5. НПАОП 01.1-1.01-00 «Правила охорони праці у с.-г. виробництві»;
6. НПАОП 01.41-1.01-01 «Правила охорони праці під час технічного обслуговування та ремонту машин і обладнання сільськогосподарського виробництва»;
7. НАПБ А.01.001-04 «Правила пожежної безпеки в Україні»;
8. НПАОП 0.00-1.03-02 «Правила будови і безпечної експлуатації вантажопідіймальних кранів»;
9. ГОСТ 12.2.003-91 «Обладнання виробниче. Загальні вимоги безпеки»;
10. ГОСТ 12.2.061-81 «Устаткування виробниче. Загальні вимоги безпеки до робочих місць»;
11. ГОСТ 12.3.002-75 «Процеси виробничі. Загальні вимоги безпеки»;
12. НПАОП 0.03-1.07-73 «Санітарні правила організації технологічних процесів та гігієнічні вимоги до виробничого обладнання №1042-73» тощо;
13. НАОП 1.8.10-4.01-80 Єдина система організації робіт з охорони праці, [47, 48]

4.2 Постановка завдання щодо досліджень з питань охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях на підприємстві

Санітарний захист будівель включає наступні аспекти:

Санітарні розриви (відстані між будівлею і потенційними джерелами) факторами передачі інфекції та інвазії;

Санітарні зони (ізолювані один від одного території комплексів).

Санітарні принципи в процесі ветеринарного обслуговування будівель;

Санітарні режими пропускнуго характеру людей до будівель;

Санітарні розриви між фермами і потенційними джерелами заразного почала - це охорона об'єктів шляхом розосередження за рахунок певних відстаней, узаконених норм технологічного проектування виробничих підприємств.

Санітарні зони - це ізолювані шляхом огороження ділянки території комплексу для запобігання занесенню заразного початку у виробничу зону розташування виробничих від адміністративних, господарських, допоміжних, утилізаційних об'єктів і з зовнішньої території підприємства. Вони поділяються на 4 зони.

Стороннім вхід заборонено [49, 50]. Артезіанська свердловина з водонапірною баштою і карантинний приміщення повинні розташовуватися за межами території санітарних зон комплексу на відстані, що забезпечує санітарну захист води і тварин від відходів тваринництва.

При організації інспектуючих, екскурсійних та інших комісій слід дотримуватися санітарного принципу "Рух спереду - тому технологічного циклу" , тобто спочатку відвідують адміністративно-господарську, після санпропускника в кормову зону, потім на виробничу і , нарешті, утилізаційну зону.

Санітарні принципи - це неспецифічні заходи, які наступність і посилення вірулентності умовно-патогенної мікрофлори серед різних вікових груп сприйнятливих тварин. До них відносяться:

Виділення хворих тварин від здорових і лікування їх в ізольованих умовах до повного одужання, не можна повертати вилікуваних в колишні виробничі групи, а відправляти на відгодівлю.

Використання тваринницьких приміщень (секцій) за принципом “Все вільно від тварин - все зайнято тваринами” з повною санацією приміщення та профілактичними перервами.

Рух кормів, води, тварин та їх відходів спереду-тому технологічного циклу, по напрямку нахилу поверхні території ферми і пануючих вітрів. Маршрути руху гною і кормів не повинні перехрещуватися на одному рівні.

Чорно-білої лінії, тобто чіткої межі між виробничою білою та іншими чорними зонами комплексу. Особливо чітко повинна бути визначена вона в санпропускнику, на вантажній рампі і санітарно-забійній пункті, щоб не було безладних рухів обслуговуючого персоналу між виробничою та іншими зонами.

Єдиних виробничих груп худоби (за віком, статтю, живій масі та імунної статусу) від початку до кінця, тобто якщо вакциновані, то все; якщо оброблені, то все; якщо перехворіли, то теж все.

Найменшого контакту між єдиними виробничими групами худоби, між зовнішнім і внутрішнім транспортом, між обслуговуючому персоналу різних санітарних зон, секторів, відділів, між тваринами виробничої зони і різними зовнішніми факторами передачі інфекції.

Внутрішнього і зовнішнього транспорту: внутрішній транспорт не повинен виїжджати за межі зон А, Б, В, а зовнішній - не в'їжджати в виробничу зону без дезобробки. Внутрішній і зовнішній транспорт не повинні мати контакт між собою в гаражі, майстерень, ПММ та ін. або мати дезобробку після контакту між ними. Зона Р має обслуговуватися тільки зовнішнім транспортом. На період масової заготовки грубих кормів кормову зону В відвідує тільки спеціально виділений для цих цілей зовнішній транспорт і тільки через зовнішній в'їзд, але не через виробничу зону.

Аналіз небезпечних факторів та ситуацій

Носіями небезпечних і шкідливих факторів на проєктованому підприємстві є об'єкти, що формують трудовий процес і входять у нього: предмет праці, засоби праці (машини, будинки, інструменти), задіяні в технологічному процесі.

До характерних небезпечних факторів при виробництві відносяться:

рухливі частини устаткування;

підвищена запиленість робочої зони;

підвищений рівень шуму та вібрації;

недостатня освітленість робочої зони;

пожежонебезпечні фактори (вибух, іскри, підвищений рівень вибухонебезпечного пилу);

фізичні пере навантаження;

нервово-психічні пере навантаження

На підприємстві для забезпечення пожежної безпеки, насамперед повинні бути вжиті всі заходи для запобігання виникнення пожеж, у помешканнях повинні бути вогнегасники. На території повинні бути резервуари запасу води. Необхідно дотримувати пожежні розриви між спорудами. Розмір протипожежних розривів регламентується по СНиП 15-89-80.

Необхідно створити передбачені технічним регламентом і паспортними даними режимів роботи устаткування, регламентів його експлуатації, припустимих навантажень. Необхідно оснастити устаткування, обладнання, у яких можуть виникнути пожежонебезпечні умови, контроль-вимірювальною апаратура, термореле, які усувають або сигналізують про небезпечну ситуацію.

Дотримання режимів змащення відповідними мастилами виключає можливість збільшення температури тертьових поверхонь.

Машини повинні мати запобіжні пристрої для їх зупинки при перевантаженні.

Перелік небезпечних і шкідливих факторів приведено у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – План заходів, спрямованих на нормалізацію умов праці при обслуговуванні тракторів у майстерні, на 2021 рік

Найменування заходів	Відповідальна особа	Термін виконання
ОРГАНІЗАЦІЙНІ		
1.1 Придбати необхідну нормативну й спеціальну літературу	Інженер з ОП	4 кв. 2021 р.
1.2 Контролювати проведення інструктажів з безпеки праці	Інженер з ОП	Регулярно
1.3 Провести навчання посадових осіб охороні праці	Інженер з ОП	2 кв. 2021 р.
1.4 Скласти комплект інструкцій по кожному робочому місцю	Завідуючий майстернею	3 кв. 2021 р.
1.5 Контролювати виконання працівниками вимог нормативних документів по охороні праці	Головний інженер, завідуючий майстернею	Регулярно відповідно до встановленої системи контролю
ТЕХНІЧНІ		
2.1 Встановити та привести до ладу перехідні містки, огороження тощо	Завідуючий майстернею	2 кв. 2021 р.
2.2 Встановити захисне заземлення, засоби блискавкозахисту та освітлення	Інженер-електрик	1 кв. 2021 р.
2.3 Забезпечення тваринницьких приміщень засобами пожежогасіння	Інженер з ОП	1 кв. 2021 р.
2.4. Спроекувати та обладнати систему вентиляції приміщення	Головний інженер	4 кв. 2021 р.
САНІТАРНО-ГІГІЄНІЧНІ		
3.1 Своєчасне складання заявок на придбання ЗІЗ	Завідуючий майстернею	1 кв. 2021 р.
3.2 Забезпечити санітарно-побутове обслуговування тваринників	Завідуючий майстернею	3 кв. 2021 р.
3.3 Провести атестацію робочих місць по показникам безпеки	Комісія з проведення атестації	4 кв. 2021 р.
3.4 Слідкувати за станом спецодягу працівників	Керівники робіт	Постійно

4.3 Аналітично - розрахункова частина з питань охорони праці на виробництві

4.3.1 Розрахунок витяжної вентиляції обладнання майстерні.

Розрахунок.

Визначаємо кількість видаляемого повітря (повітряобмін):

$$W = K \frac{Q \cdot n}{C \cdot \gamma \cdot (t_v - t_n)}, \quad (4.1)$$

де W – необхідний повітряобмін, м³/год.

Q – виділення в приміщенні тепла, ккал/год. $Q = 2500$.

C – теплоємність повітря, $C = 0,24$ ккал/кг;

t_v та t_n – температура видаляемого та приточного повітря, °С;

γ – густина повітря, кг/м³. $\gamma = 1,149$;

n – кількість обладнання, шт.;

K – коефіцієнт, що враховує тепловидалення від технологічного обладнання. $K = 0,8$.

$$W = 0,8 \cdot \frac{3 \cdot 2500}{0,24 \cdot 1,149 \cdot (42 - 29)} = 1073 \text{ м}^3 / \text{год.}$$

Визначаємо швидкість повітря

$$v = \frac{W}{3600 \cdot F}, \quad (4.2)$$

де F – площа перерізу каналу, м². $F = 0,04$.

$$v = \frac{1073}{3600 \cdot 0,04} = 7,45 \text{ м} / \text{год.}$$

Визначаємо продуктивність вентилятора

$$L_v = K_3 \cdot W, \quad (4.3)$$

де L_v – продуктивність вентилятора, м³/год;

K_3 – коефіцієнт запасу, $K_3 = 1,3 \dots 2$.

$$L_v = 1073 \cdot 1,3 = 1395 \text{ м}^3 / \text{год.}$$

Втрати повітря на прямолінійних ділянках

$$H_{en} = \frac{\psi_m \cdot l_m \cdot \gamma_n \cdot v^2}{2d_{mp}}, \quad (4.4)$$

де H_{en} – втрати на прямолінійних ділянках, Па;

ψ_T – коефіцієнт опору трубопроводу, $\psi_T = 0,02$;

γ_T – густина повітря при 42 °С, кг/м³, $\gamma_T = 1,12$;

$d_{тр}$ – еквівалентний діаметр трубопроводу, мм, $d_{тр} = 225$.

$$H_{en} = \frac{0,02 \cdot 5 \cdot 1,12 \cdot 7,45^2}{2 \cdot 225} = 0,01 \text{ Па.}$$

Місцеві втрати

$$H_m = 0,5 \cdot \psi_m \cdot v^2 \cdot \gamma_n, \quad (4.5)$$

де H_m – місцеві втрати, Па;

ψ_m – коефіцієнт місцевих втрат, $\psi_m = 0,5...3$.

$$H_m = 0,5 \cdot 0,5 \cdot 7,45^2 \cdot 1,12 = 16 \text{ Па.}$$

Сумарні витрати

$$H_{yc} = H_{nn} + H_m, \quad (4.6)$$

$$H_{yc} = 16 + 0,01 = 16,01 \text{ Па.}$$

Знаючи величину втрат, вибираємо вентилятор за номограмою.

Вентилятор № 4, $n = 915$ об/хв.

Електродвигун 4A71A643, $N = 0,37$ кВт, $n = 915$ об/хв.

4.3.2 Розрахунок загального штучного освітлення виробничого приміщення

Для забезпечення нормативного освітлення в приміщенні вибирається тип лампи ЛД 6Г-4.

Розраховуємо індекс приміщення:

$$i = S / Hp (L + B), \quad (4.7)$$

де S – площа приміщення, m^2 .

$H_p = 1$ м - висота підвісу ліхтарів;

L і B – відповідно довжина та ширина приміщення, м;

$$i = 12 \cdot 6 / 1 (7+5) = 5,9$$

Кількість ламп розраховується таким чином:

$$N = E \cdot K_3 \cdot S \cdot Z / \Phi_l \cdot n \cdot m, \quad (4.8)$$

де E – освітленість, $E = 150$ лк;

K_3 – коефіцієнт запасу, $K_3 = 1,8$;

S – площа приміщення, $S = 72$ m^2 ;

Z – коефіцієнт нерівномірності, $Z = 1,2$;

Φ_l – світловий потік, $\Phi_l = 3390$ лм;

n – коефіцієнт, що враховує індекс приміщення, $n = 0,6$;

m – коефіцієнт, що враховує затемнення іншими спорудами, $m = 4$.

$$N = 150 \cdot 1,8 \cdot 35 \cdot 1,2 / 3390 \cdot 0,6 \cdot 4 = 0,16$$

Приймаємо 1 лампу типу ЛД 6Г-4.

4.4 Заходи безпеки на виробництві

4.4.1 Безпека праці при роботі машинно-тракторних агрегатів

Поля для роботи машинно-тракторних агрегатів повинні бути заздалегідь підготовлені в залежності від виду культури. Межу поля зі сторони яру чи обриву необхідно закінчити контрольною борозною на відстані не менше 10м від краю. Місця для відпочинку необхідно позначати гарно видимими позначками. Необхідно зібрати каміння, солому, засипати ями і інші перешкоди. Біля великих каменів, розмитих ділянок і інших перешкод необхідно встановити позначки. Відбиваються поворотні смуги.

Робота машин на не підготовлених полях не дозволяється. При виявленні вибухонебезпечних предметів (снарядів, мін, гранат і ін.) всі роботи на ділянках повинні бути негайно призупинені, межі ділянки

позначені попереджувальними знаками “ Обережно! Небезпека вибуху ”. На ділянці повинна бути організована охорона, а в органи МВС необхідно негайно передати повідомлення.

Комплектування і наладка машинно-тракторного агрегату і стаціонарних машин здійснюється трактористом-машиністом під керівництвом і при участі одного із наступних осіб: бригадира, помічника бригадира, механіка відділення, агронома. Зміна трактористом-машиністом складу агрегату без дозволу спеціалістів не допускається.

Агрегатування сільськогосподарських машин і знарядь допускається тільки з тими тракторами і самохідними шасі, які рекомендовані заводом – виготовлювачем.

Перед початком руху трактора до машини (знаряддя) тракторист повинен подати звуковий сигнал, впевнитися у відсутності людей між трактором і машиною і тільки після цього почати рухатися. Під'їжджати до машини (знаряддя) необхідно заднім ходом на нижчій передачі, плавно і без ривків. При цьому тракторист повинен спостерігати за командами причіплювачів. Причіплювач в момент руху трактора до причіпної машини не повинен знаходитися на шляху його руху. З'єднання (роз'єднання) причіпного знаряддя дозволяється тільки при повній зупинці трактора по команді тракториста.

Під час причіплювання машини тракторист повинен установити важіль переключення коробки зміни передач в нейтральне положення, а ногу тримати на гальмі.

Гальмівна система агрегованих машин повинна бути підключена до трактора. Причіпні сільськогосподарські машини, які обладнані постійними робочими місцями, повинні мати справну двохсторонню сигналізацію, з'єднану під час роботи з трактором.

Транспортні засоби повинні додатково з'єднуватися з трактором страхувальним ланцюгом. Водій (тракторист, комбайнер) повинен до початку роботи пройти медичний огляд і мати посвідчення і шляховий

листок (наряд), підписаний посадовою особою, відповідальною за проведення робіт.

Пересування агрегатів до місця роботи і виконання робіт повинні виконуватися у відповідності з заздалегідь розробленими маршрутами і технологією, затвердженими керівником або відповідним головним спеціалістом господарства (підприємства), з якими повинні бути ознайомлені при проведенні інструктажу всі механізатори, які будуть брати участь у виконанні того чи іншого виду робіт.

При груповій роботі машин із числа працюючих призначається старший:

- на машинно-тракторному агрегаті – старший тракторист – машиніст;
- на самохідних комбайнах – комбайнер;
- в виробничих приміщеннях (на виробничих майданчиках) – механік.

На ділянках полів і доріг, над якими проходять повітряні лінії електропередач (ЛЕП), проїзд і робота машин дозволяється в тому випадку, коли відстань від найвищої точки машини чи вантажу на транспортному засобі до проводу не менше:

Напруга ЛЕП, кВ	до 1	1-20	35-100	154	220	330	500
Відстань по горизонталі, м	1,5	2	4	5	6	7	9
Відстань по вертикалі, м	1	2	3	4	5	6	7

На дорогах, в місцях перетину з повітряними ЛЕП напругою 330 кВ і вище повинні встановлюватися дорожні знаки, які забороняють зупинку транспорту в охоронних зонах цих ліній. Щоб не бути ураженим розрядом блискавки, роботу на машинах під час грози необхідно припинити. Якщо близько є закрите приміщення (сарай, дім, барак), то необхідно заховатися в ньому; при цьому вікна і двері приміщень повинні бути закритими.

Забороняється також знаходитися поблизу електричних і телефонних проводів, знаходитися поряд з підвищеними над землею одинокими предметами (деревами, машинами, опорами електропередач, стогами сіна, соломи і ін.). При відсутності сховищ необхідно переконатися грозу на землі на відстані не менше 80м від машини.

4.4.2 Безпека праці при роботах на ґрунтооброблювальних машинах і знаряддях

При роботі на ґрунтооброблювальних машинах мають місце наступні небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

- рухомі агрегати і машини;
- рухомі частини машин: причинні (навісні) пристрою, робочі органи, пружини, механізми передачі руху, колеса і інш.
- робоча рідина гідросистеми;
- незакриті ями, колодязі, зрошувачі тощо ;
- підвищена концентрація пилу, мінеральних добрив в повітрі робочої зони;
- несприятливі метеорологічні умови і інші.

Технічний стан ґрунтооброблювальних машин і пристосувань для очищення робочих органів повинні відповідати вимогам безпеки.

Захисні огороження, робочі органи, циліндри і шланги гідравлічної системи повинні бути справні і надійно закріплені на машині.

Гайки вісі в дискових луцильників і борін, катків повинні бути затягнуті і зафіксовані. Скребки (чистики) дисків повинні бути гострі і встановлені з зазором 2-4 мм від поверхні диска.

Зубові борони повинні бути приєднані до машини так, щоб їх зуби скошеним ребром були направлені в сторону руху агрегату. Це поліпшує їх самоочищення під час роботи від залишків рослин. Залишати борони зубами ввєрх, навіть на короткий час, забороняється.

Перед початком руху агрегату, включенням гідросистеми або валу відбору потужності (ВВП) трактора необхідно подати сигнал (отримати зворотній сигнал, якщо агрегат обладнано двохсторонньою сигналізацією), впевнитися, що це нікому не загрожує і тільки після цього можна виконувати намічені дії.

Заглиблення робочих органів повинно виконуватися тільки на ходу агрегату.

Управління гідросистемою необхідно виконувати тільки з сидіння трактора.

При роботі на тракторі з навісною машиною не дозволяється її піднімати з включеним ВВП і не включати ВВП при транспортному положенні машини (знаряддя).

В процесі роботи агрегату необхідно періодично перевіряти надійність причіпки (навіски) агрегуємої машини, кріплення і роботу робочих органів.

Заправку машини, заміну, регулювання і очищення робочих органів від зайвих предметів, земляних глиб, налипшого ґрунту і залишків рослин необхідно виконувати тільки спеціальними чистиками і при виключеному двигуні.

При заправці машин пиловидними добривами необхідно розташовувати заправщик добрив з підвітряної сторони заправляємої машини.

При засипанні добрив, що створюють пил, в банки (бункери) туковисіваючих апаратів, необхідно знаходитися з підвітряної сторони і працювати в захисних окулярах і респіраторі.

Для забезпечення надійної роботи машини не дозволяється заправляти банки (бункери) туковисіваючих апаратів не просіяними і вологими добривами.

При обробці ґрунту з одночасним внесенням пестицидів необхідно попередньо перемішати розчин пестициду 2-3 хв. За допомогою насоса

відкрити запираючий клапан, включити подачу робочого розчину в магістраль, подати сигнал про початок руху і тільки після початку руху заглибити робочі органи у ґрунт.

Перед початком маневрування агрегату (поворот, розворот) необхідно впевнитися, що в радіусі руху агрегату не знаходяться люди, а потім переводиться машина (робочі органи) в транспортне положення.

Маневрування заднім ходом з заглибленими робочими органами забороняється. Після закінчення маневрування на початку прямолінійного руху необхідно перевести машину (робочі органи) в робоче положення.

При аварійній ситуації необхідно негайно зупинити агрегат, загальмувати і виключити двигун трактора.

Не дозволяється залишати без нагляду ґрунтооброблювальний агрегат з працюючим двигуном трактора. При тривалій зупинці агрегату необхідно його загальмувати, опустити робочі органи і виключити двигун.

Найбільш небезпечною операцією при обслуговуванні ґрунтооброблювальних машин і механічному обробітку ґрунту (оранка, культивация) являється очищення робочих органів, тому її потрібно проводити при зупиненому агрегаті, опущених робочих органах і в рукавицях з застосуванням спеціальних чистиків. Управлять робочими органами, а також переводити їх в робоче або транспортне положення необхідно тільки з кабіни трактора.

При заміні робочих органів (лемехів, лап та ін.) рама причіпної чи навісної машини повинна бути установлена на надійні підставки.

При наявності на ґрунтооброблювальних машинах сидінь, вони обладнуються поясами і опорами для ніг.

4.5 Безпека в надзвичайних ситуаціях

- У зв'язку з законом “Про пожежну безпеку в Україні”, ССБГ. ГОСТ 12.1.053-81 необхідно передбачити на території підприємства декілька пожежних постів з усіма необхідними засобами пожежотушіння та зберігати їх в постійній готовності.
- Забороняється розпалювати вогнище на території підприємства.
- Забороняється палити в приміщеннях виробничого корпусу, у тому числі в компресорній та в складських приміщеннях. Палити дозволяється у спеціально відведених місцях.
- Забороняється оставляти без нагляду діюче устаткування, обладнання, прибори та апарати. Перед пуском машини необхідно перевірити справність стоянкових гальм.
- Необхідно дотримуватися правил пожежної безпеки при зберіганні аміаку в балонах. Температура повітря в приміщеннях для зберігання заповнених балонів не повинна перевищувати +35 °С.
- У випадку виникнення пожежі необхідно терміново сповістити в пожежну охорону та приступити до гасіння пожежі.
- При збільшеній ГДК пилу можливий вибух від відкритого джерела тепла. Слід регулярно перевіряти повітроводи та інше технологічне обладнання від надмірного забруднення пилом.
- При виникненні вибуху необхідно у короткочасний термін сповістити пожежну службу, а також приступити до тушіння вимкненої пожежі користуючись правилами тушіння пожежі. Працівник зобов'язаний надати першу медичну допомогу постраждавшим робітникам, використовуючи аптечку першої медичної допомоги, а також усі підручні матеріали.

Висновки до розділу

У результаті аналізу виконання робіт на підприємстві СТОВ «Дружба» були виявлені потенційні небезпеки та шкідливості при роботі з устаткуванням.

На підставі виявлених небезпечних та шкідливих факторів запропоновано заходи, які мають на меті зменшити ймовірність виникнення травмонебезпечних ситуацій при виконанні основних операцій обробки ґрунту, які можуть спричинити матеріальні втрати та травмувати працівників.

Присвячено увагу питанням безпеки у надзвичайних ситуаціях.

5 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ПРИЧЕПНОГО ЛЕМІШНО – ВІДВАЛЬНОГО ПЛУГА ПБС-12П

Вихідні дані для розрахунку приведені в таблиці 5.1

Таблиця 5.1 - Вихідні дані для визначення економічної ефективності застосування причіпного лемішно-відвального плуга загального призначення ПБС-12П

Показники	Challenger MT865B+ПБС-12П	Challenger MT865B+Gregoire Besson SPSL9
Швидкість руху агрегату, м/с	2,78	2,78
Глибина оранки, м	0,28	0,28
Ширина захвату, м	7,2	5,4
Коефіцієнт використання потужності двигуна	0,9	0,82
Коефіцієнт використання часу зміни	0,8	0,8

5.1 Визначення економічних показників застосування причіпного лемішно-відвального плуга ПБС-12П

Експлуатаційну продуктивність орних агрегатів за 1 год часу ЖЧ, га / год розраховували за формулою [51]

$$W_{\text{ч}} = 0,36 B \cdot \vartheta \cdot K_{\text{п}}, \quad (5.1)$$

де B - ширина захвату плуга, м;

ϑ - швидкість руху МТА, м/с;

$K_{\text{п}}$ - коефіцієнт переходу від технічної продуктивності агрегату до експлуатаційної (0,7...0,9).

Продуктивність визначали для експериментального і базового агрегатів.

Питомі витрати праці визначали за виразом

$$T_p = N / W_{\text{ч}}, \quad (5.2)$$

де T_p - трудомісткість робіт, люд-год./га;

N - кількість робочих, необхідних для обслуговування МТА;

W - годинна продуктивність агрегату, га/год.

Питома витрата дизельного палива розраховували за виразом

$$\mathcal{E}_{\text{дт}} = q_{\text{уд}} \cdot N \cdot K_{\text{д}} / W_{\text{ч}}, \quad (5.3)$$

де $E_{\text{дт}}$ - погектарна витрата дизельного палива, кг/га;

$q_{\text{уд}}$ - питома витрата палива на 1 кВт потужності трактора, кг-кВт/год;

N - потужність двигуна трактора, кВт;

$K_{\text{д}}$ - коефіцієнт використання двигуна.

Для розрахунку собівартості одиниці роботи використовували формулу

$$C = A + Z + \Gamma + P + H + C_{\text{н}}, \quad (5.4)$$

де A - амортизаційні відрахування, грн./га;

Z - заробітна плата обслуговуючого персоналу, грн./га;

Γ - витрати на пальне та мастильні матеріали (ПММ), грн./га;

P - витрати на ТО і ремонт, грн./га;

H - накладні витрати, грн./га;

$C_{\text{н}}$ - собівартість обробки експериментальної машиною, грн./га;

Амортизаційні відрахування розраховували виходячи з балансової вартості машини і її річного завантаження, використовуючи формулу

$$A = B \cdot a / (100 \cdot T \cdot W_{\text{ч}}), \quad (5.5)$$

де B - балансова вартість машини, грн;

a - норма амортизаційних відрахувань, %;

T - завантаження машини протягом року, год.

Заробітна плата грн/га, обслуговуючого персоналу розраховували з використовуючи вираз

$$З = Ч \cdot N \cdot K_3 / W_{\text{ч}}, \quad (5.6)$$

де $Ч$ - годинна тарифна ставка, грн;

K_3 - коефіцієнт, що враховує різні види доплат і нарахувань.

Витрати на ПММ

$$Г = Э_{\text{дт}} \cdot Ц \cdot K_2, \quad (5.7)$$

де $Ц$ - ціна 1 кг дизельного палива, грн;

K_2 - коефіцієнт, що враховує витрати на мастильні матеріали.

Витрати на ремонт

$$P = B \cdot a_1 / (100 \cdot T \cdot W_{\text{ч}}), \quad (5.8)$$

де a_1 - норма відрахувань на ремонт, %.

Для визначення накладних витрат H використовували формулу

$$H=0,05(A+3+P+Г), \quad (5.9)$$

де А - амортизаційні відрахування, грн/га;

З - заробітна плата обслуговуючого персоналу, грн/га;

Г - витрати на ПММ, грн/га;

Р - витрати на ремонт і ТО, грн/га.

5.2 Визначення економічної ефективності використання орного агрегату Challenger MT865B + ПБС-12П

Для визначення річної економії експлуатаційних витрат \mathcal{E}_r використовували формулу

$$\mathcal{E}_r = (C_6 - C_9) \cdot T \cdot W_{\text{ч}}, \quad (5.10)$$

де \mathcal{E}_r - річна економія експлуатаційних витрат, грн.;

C_6, C_9 собівартість роботи експериментальної і базовою машиною, відповідно, грн/га;

T - річне завантаження агрегату, год;

$W_{\text{ч}}$ - годинна продуктивність МТА, га/год.

Термін окупності додаткових капіталовкладень L визнач використовуючи формулу

$$L = (B_6 - B_9) / \mathcal{E}_r, \quad (5.11)$$

де B_6 - балансова вартість базового агрегату, грн;

B_9 - балансова вартість експериментального агрегату, грн.

Використовуючи представлені в підрозділах вираження і дані був проведений розрахунок економічної ефективності застосування орного

агрегату, що складається з причіпного лемішно-відвального плуга ПБС-12П і трактора Challenger MT865B. Отримані дані представлені в таблиці 5.2.

Таким чином, застосування нового причіпного плуга в агрегаті з трактором тягового класу 8 на основного обробітку ґрунту дозволило підвищити продуктивність МТА, за рахунок зниження енергоємності обробки, що призвело до зниження витрат праці в порівнянні з базовим плугом на 25%.

Таблиця 5.2 - Показники економічної ефективності застосування орного агрегату Challenger MT865B + ПБС-12П в порівнянні з Challenger MT865B + Gregoire Besson SPSL9

Найменування показника	Основний обробіток	
	Challenger MT865B+Gregoire Besson SPSL 9	Challenger MT865B+ПБС-12П
Витрати праці, люд-год/га	0,24	0,18
Зниження витрат праці, %	-	25
Собівартість робіт, грн./га	359,58	217,37
Зниження собівартості технології, %	-	39,5
Річна економія витрат, грн..	-	409565
Термін окупності, років	-	2,2

Вартість обробки ґрунту причіпним плугом загального призначення ПБС- 12П в порівнянні з серійним напівнавісного оборотного плугом + Gregoire Besson SPSL9 нижче на 39,5%. В результаті отримано наведений річний економічний ефект в розмірі 409 565 грн.

ВИСНОВКИ

1. **Досліджено** аналіз ситуації із основною обробкою ґрунту. Було визначено актуальний напрямок вирішення встановленої задачі покращення якості обробки ґрунту.

2. **Розроблено** конструктивно-технологічну схему причепного лемішно – відвального плуга загального призначення для агрегування з тракторами тягового класу 8, яка виключає основні недоліки попередників.

3. Відповідно до основних показників запропонованого **інноваційного** обладнання, **розраховані** оптимальні кінематичні коефіцієнти.

4. **Розроблено** програму і методику лабораторно - польових досліджень технологічного процесу з плугом ПБС-12П .

5. Проведено ретельний аналіз забезпечення показників охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях на підприємстві. Приведені рішення по уникненню виявлених недоліків.

6. Розраховано економічну ефективність запропонованого обладнання, а саме річний економічний ефект від впровадження може скласти близько 409565 грн.

05.02.21

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- 1 Румянцев, В. И. Земледелие с основами почвоведения / В. И. Румянцев, З. Ф. Коптева, Н. Н. Сурков ; під ред. В. И. Румянцева. - М. : Колос, 1979. - 367 с.
- 2 Сизов, О. А. Энергосберегающие приёмы предпосевной обработки почвы / О. А. Сизов, Н. И. Бычков // Механизация и электрификация сельского хозяйства. - 2001. - № 6. - С. 11-13.
- 3 Агротехнические требования на корпуса и винтовые отвалы к серийным плугам общего назначения. - Т. XI. - С. 71-73.
- 4 ГОСТ 26677-85. Плуги общего назначения. Общие технические требования. - М. : Изд-во стандартов, 1986.
- 5 Сборник агротехнических требований на тракторы и сельскохозяйственные машины / ЦНИИТЭИ. - М., 1981. - Т. 28. - 240 с.
- 6 СТО АИСТ 104.6-2003. Стандарт организации. Испытания сельскохозяйственной техники. Машины почвообрабатывающие. Показатели назначения. Общие требования.
- 7 Пат.138140 Україна, МКП7 А 01 В 15/00. Вібраційно – пластинчастий корпус плуга. / Мілько Д.О., Федоренко В.А. заявник та патентовласник Таврійський державний агротехнологічний університет. – №201903854. заявл. 15.04.19, опубл. 25.11.19, Бюл. №22. – 3 с. : ил..
- 8 Coughenour, M. Conservation tillage and cropping innovation / M. Coughenour, S. Chamala. Iowa State University Press, USA, 2000. - 360 p.
- 9 Предприятия-изготовители и поставщики сельскохозяйственной техники в регионах России, странах СНГ и Балтии : справочник. - 3-е изд. - М. : Агропроектинвест, 2006. - 656 с.
- 10 Бабкин, К. А. Сельхозмашиностроение России - 2006 : итоги и прогнозы / К. А. Бабкин // Тракторы и сельскохозяйственные машины. - 2007. - № 5 - С. 3-8.

11 Румянцев, В. И. Земледелие с основами почвоведения / В. И. Румянцев, З. Ф. Коптева, Н. Н. Сурков ; под ред. В. И. Румянцева. - М. : Колос, 1979. - 367 с.

12 Халанский, В. М. Экскурсия за плугом / В. М. Халанский. - М. : Колос, 1974. 207 с.

13 Щучкин, Н. В. Лемешные плуги и луцильники / Н. В. Щучкин. - М. : Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, 1952. - 290 с.

14 Нефедов, А. Зарубежные колесные тракторы классической компоновки высокой мощности / А. Нефедов // Основные средства. - 2009. - № 6. - Продукция, Тракторы, Беларусь-3522.5.

15 Предприятия-изготовители и поставщики сельскохозяйственной техники в регионах России, странах СНГ и Балтии : справочник. - 3-е изд. - М. : Агропроектинвест, 2006. - 656 с.

16 Офіційний сайт John Deere URL: http://www.deere.com/en_US/products/equipment/tillage_equipment/primary_tillage/moldboard_plows/3710_moldboard_plow/3710_moldboard_plow.page?. (дата звернення 01.01.2021).

17 Офіційний сайт New Holland Agriculture URL: http://agriculture.newholland.com/ir/ru/Products/tractors/T8/Pages/Products_overview.aspx?nhpid=T8. (дата звернення 01.01.2021).

18 Сабликов, М. В. Сельскохозяйственные машины / М. В. Сабликов. - М. : Колос, 1968. - Ч. 1. Устройство и работа. - 343 с.

19 Гогунский, Г. Г. Навесные и полунавесные тракторные плуги, рыхлители, ямокопатели / Г. Г. Гогунский, Г. Д. Калюжный. - М. : Машгиз, 1962. - 160 с.

20 Воронов, Ю. И. Сельскохозяйственные машины / Ю. И. Воронов, Л. Н. Ковалев, А. Н. Устинов. - М. : Высшая школа, 1978. - 295 с.

21 Сельскохозяйственная техника : каталог / під ред. В. И. Черноиванова. - М., 1991. - Т. 1. - 364 с.

22 Бойков, В. М. Развитие конструкции плугов в СССР и РФ / В. М. Бойков, Г. Б. Побежимов // Вавиловские чтения - 2014 : сборник статей Международной науч.-практ. конф., посвящ. 127-й годовщине со дня рожд. академика Н. И. Вавилова / ФБГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». - Саратов, 2014. - С. 174-176.

23 Сельскохозяйственная техника : каталог / під ред. В. И. Черноиванова. - М., 1991. - Т. 1. - 364 с.

24 Халанский, В. М. Сельскохозяйственные машины / В. М. Халанский, И. В. Горбачев. - М. : КолосС, 2003. - 623 с.

25 Гаар, Ю. А. Повышение эффективности энергонасыщенных пахотных агрегатов с тракторами класса 50 кН в условиях Поволжья : дис. ... канд. техн. наук / Гаар Ю. А. - Саратов, 1983. - 234 с.

26 Офіційний сайт LEMKEN URL: <http://lemken.com.ua/ua/plows>. (дата звернення 01.01.2021).

27 Офіційний сайт Минойтовский ремонтный завод <http://www.mrz.by/state/AC:-1.180018050047/AA:navID>. (дата звернення 01.01.2021).

28 Современные сельскохозяйственные машины и оборудование для растениеводства (конструкции и основные тенденции развития) // Матер. Міжнародного салону сільськогосподарської техніки SIMA - 2001. - М. : ИНФРА-М, 2001. - С. 152.

29 Динамические исследования рам и рабочих органов культиваторов / Р. М. Анутов [и др.] // Современные наукоемкие технологии. - 2013. - № 3. - С. 9-11.

30 Предприятия-изготовители и поставщики сельскохозяйственной техники в регионах России, странах СНГ и Балтии : справочник. - 3-е изд. - М. : Агропроектинвест, 2006. - 656 с.

31 WIL-RICH 2900 HINGED MOLBOARD PLOW SERVICE&ASSEMBLY : operator's manual. - Wil-Rich P.O.BOX 1030 Wahpeton, ND 58074 (701) 642-2621, USA, 2006. - 31 p.

32 Landtechnik Bauwesen / BLV Verlagsgesellschaft mbH. - München, 1980. - S. 478.

33 Степнов, М. Н. Статистические методы обработки результатов механических испытаний : справочник / М. Н. Степнов. - М. : Машиностроение, 1985. - 232 с.

34 Бойков, В. М. Прицепные плуги для агрегатирования с энергонасыщенными тракторами / В. М. Бойков, Г. Б. Побежимов // Приоритеты развития АПК в современных условиях : сборник материалов Международной науч.-практ. конф., посвящ. 40-летию ФГБОУ ВПО «Смоленская ГСХА».- Смоленск : Универсум. 2014. - Ч. II. - С. 152-155.

35 Трепененков, И. И. Навесоспособность сельскохозяйственных тракторов / И. И. Трепененков, Е. И. Титова // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 1986. - № 10. - С. 12-14.

36 Бойков, В. М. Состояние и перспективы развития пахотных агрегатов / В. М. Бойков, С. В. Старцев, А. В. Павлов ; ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». - Саратов, 2011. - 175 с.

37 Свирщевский, Б. С. Эксплуатация машинно-тракторного парка / Б. С. Свирщевский. - М. : Изд-во с.-х. литературы, 1958. - 660 с.

38 Старцев, С. В. Альбом-справочник по производственной эксплуатации машинно-тракторного парка / С. В. Старцев, А. С. Старцев, Д. Г. Горбань ; ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». - Саратов, 2011. - 322 с.

39 Бойков, В. М. Направления повышения производительности энергонасыщенных пахотных агрегатов / В. М. Бойков, Г. Б. Побежимов // Научное обозрение. - 2014. - № 12. - Ч. 1. - С. 34-37.

40 Иофинов, С. А. Эксплуатация машинно-тракторного парка / С. А. Иофинов. - М. : Колос, 1974. - 480 с.

41 Вайнруб, В. Н. Оптимизация режимов работы пахотного агрегата / В. Н. Вайнруб // Механизация и электрификация сельского хозяйства. - 1980. - № 11. - С. 19-21.

42 Побежимов, Г. Б. Энергетические показатели прицепного плуга ПБС-12П / Г. Б. Побежимов, В. М. Бойков, Е. С. Нестеров // Научное обозрение. - 2015. - № 7. - С. 35-39.

43 Горячкин, В. П. Собрание сочинений : в 4 т. Т. II / В. П. Горячкин. - М. : Колос, 1968. - 455 с.

44 Динамические исследования рам и рабочих органов культиваторов / Р. М. Анутов [и др.] // Современные наукоемкие технологии. - 2013. - № 3. - С. 9-11.

45 Бойкова, Е. В. Разработка энергосберегающего технологического процесса основной обработки почвы и плуга общего назначения : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Бойкова Е. В. - Саратов, 2010. - 22 с.

46 Самсонов, В. А. Оптимизация мощности и энергонасыщенности МТА // В. А. Самсонов, А. А. Зангиев // Техника в сельском хозяйстве. - 1996. - № 3. - С. 10-11.

47 Житецький В. Ц. Основи охорони праці / В. Ц. Житецький, В. С. Джигирей, О. В. Мельников – Львів.: Афіша, 2000. – 347 с.

48 Охорона праці / Г. М. Грядник, С. Д. Лехман, Д. А. Бутко та ін. - К.: Урожай, 1994. – 271 с.

49 Рогач Ю. П. Пожежна безпека: Навчальний посібник / Ю.П. Рогач. – Сімферополь.: Таврія Плюс, 2001. – 124с.

50 Стеблюк М. І. Цивільна оборона: Підручник. — 3-тє вид., перероб. і доп. / М. І. Стеблюк — К.: Знання, 2004. — 490 с.

51 Летошнев, М. Н. Сельскохозяйственные машины. Теория, расчет, проектирование и испытания / М. Н. Летошнев. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - М. ; Л. : Сельхозгиз, 1955. - 764 с.

ДОДАТКИ