

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

Навчально-науковий інститут загальноуніверситетської підготовки

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Машиновикористання в землеробстві
доц. _____ Володимир КУВАЧОВ
“ ___ ” _____ 2021 року

Пояснювальна записка

до дипломної роботи
здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»

на тему: **«ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ
МІЖРЯДНОГО ОБРОБІТКУ ПРОСАПНИХ КУЛЬТУР З
ВИКОРИСТАННЯМ УДОСКОНАЛЕНОГО КУЛЬТИВАТОРА ALTAIR
ВИРОБНИЦТВА ПАТ «ЕЛЬВОРТІ» В УМОВАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ»**

32МЗД.122.000000ПЗ

Виконав: студент 2 курсу 22 МБ АІ 3 групи
Спеціальності 208 Агроінженерія
Освітня програма Агроінженерія

_____ І.Г. Тимошев
Керівник доц. _____ В.П. Кувачов
Консультант проф. _____ Ю.П. Рогач
Нормоконтроль доц. _____ Т.С. Чорна
Рецензент _____
(підпис) (ініціали та прізвище)

Мелітополь
2021

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

Інститут ННІ ЗУП Кафедра Машиновикористання в землеробстві

Ступінь вищої освіти Магістр
Спеціальність 208 Агроінженерія
Освітня програма Агроінженерія
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри МВЗ
доц. _____ Володимир
КУВАЧОВ
“ ___ ” _____ 20__ року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВО
ТИМОШЕВУ Ігорю Геннадійовичу

1 Тема роботи: «Обґрунтування технологічного процесу міжрядного обробітку просапних культур з використанням удосконаленого культиватора ALTAIR виробництва ПАТ «Ельворті» в умовах півдня України»

керівник роботи доцент КУВАЧОВ В.П.,
затверджена наказом ректора університету від “ ___ ” _____ 20__ р. № _____.

2 Строк подання студентом роботи 22.01.2021 р.

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

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

1. Проаналізувати проблему використання культиватора ALTAIR-8,4 на міжрядному обробітку посівів просапних культур

2. Розробити 12-ти рядну систему вирощування кукурудзи з використанням культиватора ALTAIR-8,4

3. Обґрунтувати схему, параметри культиваторного МТАта технологічний процес міжрядного обробітку соняшника з використанням удосконаленого культиватора ALTAIR-8,4

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

5. Оцінити економічну ефективність виконання технологічного процесу міжрядного обробітку просапних культур з використанням культиватора ALTAIR-8,4

- 5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
1. Операційна технологія міжрядного обробітку посівів кукурудзи
 2. Обґрунтування схеми та параметрів удосконаленого культиваторного МТА в складі ALTAIR-8,4
 3. Дослідження потенційних можливостей баластування рушія колісного трактора
 4. Моделювання процесу поперечних зміщень робочих органів культиваторного МТА
 5. Організаційна карта на міжрядний обробіток посівів соняшника
 6. Економічна ефективність виконання технологічного процесу міжрядного обробітку просапних культур

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	Актуальність теми та аналіз проблеми використання культиватора ALTAIR-8,4 на міжрядному обробітку посівів просапних культур	21.12.2020 р. - 29.12.2020 р.	
2	Обґрунтування 12-ти рядної системи вирощування кукурудзи з використанням культиватора ALTAIR-8,4	30.12.2020 р. - 06.01.2021 р.	
3	Обґрунтування технологічного процесу міжрядного обробітку соняшника з використанням удосконаленого культиватора ALTAIR-8,4	07.01.2021 р. - 14.01.2021 р.	
4	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	15.01.2021 р. - 18.01.2021 р.	
5	Оцінка економічної ефективності виконання технологічного процесу міжрядного обробітку просапних культур	19.01.2021 р. - 22.01.2021 р.	

ЗДОБУВАЧ ВО

(підпис)

І.Г. ТИМОШЕВ

(ініціали та прізвище)

Керівник роботи

(підпис)

В.П. КУВАЧОВ

(ініціали та прізвище)

№ рядка	Формат	Позначення	Найменування	кількість аркушів	№ аркуша	При- мітка
	A4	32МЗД.122.000000ПЗ	Пояснювальна записка	93		
	A1	32МЗД.122.201000	Операційна технологія міжрядного обробітку посівів кукурудзи	1	1	
	A1	32МЗД.122.301000	Обґрунтування схеми та параметрів удосконаленого культиваторного МТА в складі ALTAIR-8,4	1	2	
	A1	32МЗД.122.302000	Дослідження потенційних можливостей баластування рушія колісного трактора	1	3	
	A1	32МЗД.122.303000	Моделювання процесу поперечних зміщень робочих органів культиваторного МТА	1	4	
	A1	32МЗД.122.304000	Організаційна карта на технологічний процес міжрядного обробітку посівів соняшника	1	5	
	A1	32МЗД.122.501000	Економічна ефективність виконання технологічного процесу міжрядного обробітку просапних культур	1	6	
32МЗД.122.000000ВДР						
Зм.	Арку	№ докум.	Підп.	Дата		
Розроб.	Тимошев				Літ.	Аркушів
Перев.	Кувачов					1
Н. контр.	Чорна				ТДАТУ, 2021	
Затв.	Кувачов					

РЕФЕРАТ

Дипломна робота: **93 сторінки машинопису, 5 розділів, 9 таблиць, 19 джерел літератури.**

Графічна частина роботи – **6 листів формату А1.**

Мета роботи – підвищення ефективності 12-ти рядної системи вирощування просапних культур в умовах півдня України шляхом обґрунтування технологічного процесу міжрядного обробітку посівів просапних культур культиваторним МТА в складі удосконаленого ALTAIR-8,4 виробництва ПАТ «Ельворті».

Об'єкт досліджень – технологічний процес міжрядного обробітку просапних культур культиваторним МТА в складі ALTAIR-8,4.

Предмет досліджень – закономірності впливу схеми та параметрів культиваторного МТА в складі ALTAIR-8,4 на техніко-експлуатаційні показники його роботи.

В роботі проведений аналіз проблеми використання культиватора ALTAIR-8,4 на міжрядному обробітку посівів просапних культур.

Обґрунтовано 12-ти рядна система вирощування кукурудзи з використанням культиватора ALTAIR-8,4.

Обґрунтовано технологічний процес міжрядного обробітку соняшника з використанням удосконаленого культиватора ALTAIR-8,4 і універсально-просапного трактора класичної компоновальної схеми.

Обґрунтовано схему та параметри нового культиваторного МТА. Досліджено потенційні можливості баластування рушія колісного трактора.

Теоретично досліджено процес поперечних зміщень культиваторних робочих органів внаслідок кутових коливань агрегату.

Обґрунтований технологічний процес міжрядного обробітку посівів соняшника запропонованим новим культиваторним МТА.

Проаналізовано, обґрунтовано та розроблено заходи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Оцінено економічну ефективність виконання технологічного процесу міжрядного обробітку просапних культур з використання культиватора ALTAIR-8,4.

Ключові слова: 12-ТИ РЯДНА СИСТЕМА, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, ALTAIR-8,4, ДОСЛІДЖЕННЯ, МОДЕЛЮВАННЯ, ЕФЕКТИВНІСТЬ.

ЗМІСТ

Вступ	7
1 Актуальність теми та аналіз проблеми використання культиватора ALTAIR-8,4 на міжрядному обробітку посівів просапних культур	8
1.1 Аналіз агрокліматичної характеристики Запорізької області	8
1.2 Перспективи та проблеми використання культиватора ALTAIR-8,4 на міжрядному обробітку посівів просапних культур	11
2 Обґрунтування 12-ти рядної системи вирощування кукурудзи з використанням культиватора ALTAIR-8,4	17
2.1 Вибір технології вирощування кукурудзи на силос	17
2.2 Комплектування культиваторного МТА для виконання технологічного процесу міжрядного обробітку посівів кукурудзи	25
3 Обґрунтування технологічного процесу міжрядного обробітку соняшника з використанням удосконаленого культиватора ALTAIR-8,4	31
3.1 Обґрунтування способу агрегування навісного культиватора ALTAIR-8,4 та схеми культиваторного машинно-тракторного агрегату	31
3.2 Обґрунтування необхідної потужності двигуна і маси трактора	37
3.3 Дослідження потенційної можливості баластування переднього моста універсально-просапних тракторів	43
3.4 Моделювання поперечних зміщень робочих органів культиваторного МТА	47
3.5 Обґрунтування технологічного процесу міжрядного обробітку просапних культур	51
4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	60
4.1 Склад нормативних документів та вимоги до механізованих технологічних процесів у рільництві	60
4.2 Виявлення закономірностей реалізації потенційної небезпеки за критеріями	61
4.3 Вимоги безпеки під час експлуатації культиваторного агрегату	66
4.4 Безпека в надзвичайних ситуаціях	68
5 Оцінка економічної ефективності виконання технологічного процесу міжрядного обробітку просапних культур	81
Висновки	89
Список літератури	92

ВСТУП

ПАТ «Ельворті» сьогодні випускає серію культиваторів рослинорозпушувачів «ALTAIR» для міжрядного обробітку посівів просапних культур з одночасним внесенням гранульованих мінеральних добрив. Для агрегування культиваторів серії ALTAIR-5,6 з максимальною ефективністю, зрозуміло, потрібен і достатній для цього універсально-просапний трактор тягового класу 1,4. А от який універсально-просапний трактор можна запропонувати для його агрегування з культиватором ALTAIR-8,4? Оскільки цей культиватор реалізує перспективні, економічно вигідні і конкурентні технології використання широкозахватних агрегатів. Зокрема, 12-и рядну систему вирощування просапних культур. Але при цьому постає проблемне питання, яке, на наш погляд, полягає в агрегуванні саме культиватора ALTAIR-8,4 з трактором.

ПАТ «Ельворті» в своїх рекомендаціях з агрегування культиватора ALTAIR-8,4 націлює споживача на потужність трактора від 100 к.с., що становить близько 74 кВт. Не складно підрахувати, що маса тракторів тягової концепції з властивим їм рівнем енергонасиченості повинна бути близько 5 т. Однак велику вагу, близько 2 т, самого культиватора і його конструкція, напевно, орієнтує тільки на орно-просапний трактор ХТЗ серії 160. Однак його вага більше 8 т і потужність двигуна 180 к.с. свідчить про сумнівну ефективність створення культиваторного агрегату на його основі. До того ж, виробництво цього трактора нині і зовсім призупинено на ХТЗ ім. С. Орджонікідзе.

Проблема в агрегуванні вказаного культиватора загострюється і тим, що останнім часом в умовах агровиробництва з недостатньою ґрунтовою вологою спостерігаються тенденції до проведення міжрядного обробітку просапних культур на глибину менше 10 см. Це також зменшує тяговий опір культиватора, а його використання з важкими тракторами призводить до збільшення споживання питомих ресурсів задля цього.

Тому, нами була поставлене завдання – запропонувати ефективний спосіб агрегування даного культиватора з поширеними в Україні універсально-просапними тракторами класичної компоновальної схеми.

1 АКТУАЛЬНІСТЬ ТЕМИ ТА АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ ВИКОРИСТАННЯ КУЛЬТИВАТОРА ALTAIR-8,4 НА МІЖРЯДНОМУ ОБРОБІТКУ ПОСІВІВ ПРОСАПНИХ КУЛЬТУР

1.1 Аналіз агрокліматичної характеристики Запорізької області

За агрокліматичними районуваннями територія Запорізької області відноситься до південного агрокліматичного району. Умовно область поділяється на три природно-сільськогосподарські зони: зону степу (50,8%), степну посушливу (34,8%) сухостепну (14,4 %) зони (рис. 1.1) [1]. Клімат регіону – помірно-континентальний, характеризується чітко означеною посушливістю, яка обумовлена пануванням на більшості території області сухих східних вітрів. На рік у середньому припадає 225 сонячних днів, рівень опадів становить 448 мм.



Рисунок 1.1 – Схематична карта Запорізької області за агрокліматичними районуваннями: С – зона степу; СЗ – степова засушлива зона; СС – сухостепна зона

Перший агрокліматичний район (з підрайонами «а» та «б») характеризується як дуже теплий та помірно посушливий. До підрайону «1а» відносяться: Запорізький, Вільнянський, Новомиколаївський, Оріхівський і Гуляйпільський адміністративні райони. Щорічно тут спостерігаються суховії середньої та слабкої

інтенсивності, дуже інтенсивні – в 40-50 % років спостереження. У підрайон «1б» входять: Куйбишевський, Розівський і Пологівський адміністративні райони. Суховії середньої та слабкої інтенсивності відмічаються щорічно, дуже інтенсивні – в 30 % років спостереження.

Другий агрокліматичний район включає в себе Кам'янсько-Дніпровський, Великобілозерський, Михайлівський, Василівський, Токмацький, Чернігівський, північні частини Веселівського і Мелітопольського, крайні північні частини Бердянського, Приморського та Приазовського адміністративних районів. Клімат характеризується як дуже теплий і посушливий. Для цього району характерними є часті інтенсивні суховії, які відмічено у 70 % років спостереження.

Третій агрокліматичний район характеризується як дуже теплий і дуже посушливий. До нього відносяться Якимівський, Приморський, Приазовський, південні частини Бердянського, Веселівського та Мелітопольського адміністративних районів.

Загалом Запорізька область відноситься до другої кліматичної зони України. Однією з особливостей клімату є значне коливання погодних умов рік у рік, вологі роки змінюються різко посушливими, а посушливість нерідко збільшується дією суховіїв. Середньорічна кількість опадів коливається від 350 до 500 мм. Така кількість вологи здатна забезпечити досить гарний урожай всіх сільськогосподарських культур, вирощуваних у даній зоні, але опади випадають не рівномірно, бувають місяці коли опадів не буває зовсім. Найменше опадів випадає в період з лютого по квітень і з вересня по жовтень місяці, тобто до моменту весняної й осінньої сівби. Найбільше опадів випадає влітку, у вигляді злив, коли від них найменше користі. Вони заливають поверхневий шар ґрунту що викликає утворення кірки, яка перешкоджає проникненню води в орний шар. Середньо місячна відносна вологість повітря коливається в межах від 50 до 65%, але досить часто в зоні спостерігається повітряна посуха, викликана суховіями, що у сполученні із ґрунтом може привести непоправну шкоду врожаю. Характерними для області є домінування протягом року східних і північно-східних вітрів. Середня температура повітря в липні сприятлива для вирощування зернових культур, садів вона дорівнює 40°C. Найбільш висока температура спостерігається в липні +45...+47,5 °C, самий холодний – січень і лютий коли температура може знижуватися до -25 або до -30°C, що також завдає великої шкоди посівам озимих.

Для області характерний рівнинний ландшафт. Ґрунти переважно чорноземні. Рельєф Запорізької області складається з двох виразних геоморфологічних частин: окраїн Приазовської і Придніпровської височин, що геоструктурно відповідають південно-східній частині Українського кристалічного масиву і окраїн приморських (Приазовської та Причорноморської) рівнин, які розташовані в межах Причорноморської западини. Ці дві геоморфологічні одиниці ніби зв'язуються третьою – Запорізькою внутрішньою рівниною.

Площа сільськогосподарських угідь 2244 тис. га:

- ріллі – 1905,2 тис. га,
- зрошувальних земель – 240,4 тис. га,
- багаторічні насадження – 39,0 тис. га,
- сіножаті – 83,4 тис. га,
- пасовища – 216,4 тис. га.

Найпоширенішою групою ґрунтів є південні чорноземи із глибиною орного шару 27...32 см. Зволоження ґрунту цієї групи проходить за рахунок атмосферних опадів. Профіль цього типу ґрунтів підрозділяється на чотири типи: гумусні, верхній перехідний, нижній перехідний і почвоутворююча материнська порода.

Південні чорноземи – родючі ґрунти, які мають значні запаси живильних речовин і гумусу. По кількості гумусу ґрунти підрозділяються: середньо гумусні (36% гумусу), мало гумусні (4-6% гумусу) і слабо гумусні (<4%).

Валове виробництво сільськогосподарської продукції в області (по основним культурам) за останній рік становить:

- зернових і зернобобових культур (у вазі після доробки) склав 1905,4 тис. тонн при середній урожайності – 22,7 ц/га;
- соняшнику (у вазі після доробки) склав 758,2 тис. тонн при середній урожайності – 13,3 ц/га.

1.2 Перспективи та проблеми використання культиватора altair-8,4 на міжрядному обробітку посівів просапних культур

При вирощуванні просапних культур (таких як соняшник та кукурудза) за безгербіцидною технологією при догляді за посівами застосовують комплекс

агротехнічних заходів знищення проростків та сходів бур'янів, створення сприятливих умов для росту і розвитку рослин.

У посушливих умовах догляд за посівами починається з прикочування посівів (якщо сівалки не обладнані спеціальними котками). На 5-6 день після сівби, коли бур'яни знаходяться у фазі "білої ниточки", проводять досходове боронування легкими або середніми зубовими боронами впоперек або під кутом до посіву. Швидкість руху агрегату не повинна перевищувати 5-6 км/год. При затриманні сходів соняшнику, що буває в холодну погоду проводять друге боронування за 3-4 дні до появи сходів соняшнику. У фазі 1-3 пари справжніх листків проводять післясходове боронування легкими або середніми боронами, щоб знищити бур'яни та розпушити ґрунт.

Боронують посіви впоперек або під кутом до напрямку сівби за швидкості агрегатів 3-4 км/год. Щоб посіви менше пошкоджувалися зубцями борін, починають боронування після полудня, коли на рослинах зникне роса, вони підв'януть і не будуть крихкими і ламкими. За дотримання цих умов пошкодження сходів соняшнику не перевищує 10 %, знищення бур'янів сягає 80-90 %. На полях з великою кількістю пожнивних решток боронування по сходах не проводиться.

В подальшому, з метою знищення вегетуючих бур'янів, поліпшення повітряного режиму і режиму живлення проводять 1-3 міжрядних обробітки культиваторами (КРН-4,2А, КРН-5,6, КРН-8,4 та культиваторами ALTAIR виробництва ПАТ «Ельворті»). Кількість міжрядних обробіток залежить від забур'яненості посівів і стану ґрунту.

На чистих від бур'янів полях можна провести одну культивацію міжрядь на глибину 6-8 або 8-10 см. На засмічених посівах проводять 2-3 міжрядних культивації. Перший міжрядний обробіток проводять у фазі 3-4 справжніх листків, наступні – через 10-12 днів при появі бур'янів. Міжрядні обробітки закінчують коли висота рослин досягне 60-70 см. Глибина міжрядних обробіток залежить від вологості ґрунту і наявності бур'янів.

При вирощуванні соняшнику за інтенсивною технологією з використанням ґрунтових гербіцидів механічний післяпосівний обробіток зводиться до мінімуму. Якщо ґрунтові гербіциди, внесені в досходовий період, недостатньо ефективні та сходи забур'янені однорічними злаковими бур'янами, то їх слід обробити страховими гербіцидами.

У період вегетації рослин, при появі бур'янів або ущільненні ґрунту, проводять одне рихлення міжрядь на глибину не більше 5-6 см, щоб не вивернути на поверхню нижні шари ґрунту, які необроблені гербіцидами і містять життєздатне насіння бур'янів.

Культиватор ALTAIR-8,4 виробництва ПАТ «Ельворті» призначений для міжрядної обробки посівів просапних культур з одночасним внесенням гранульованих мінеральних добрив (рис. 1.2). Як було зазначено нами у вступі, що проблема його використання полягає в підпорі для нього трактора і його агрегуванні.

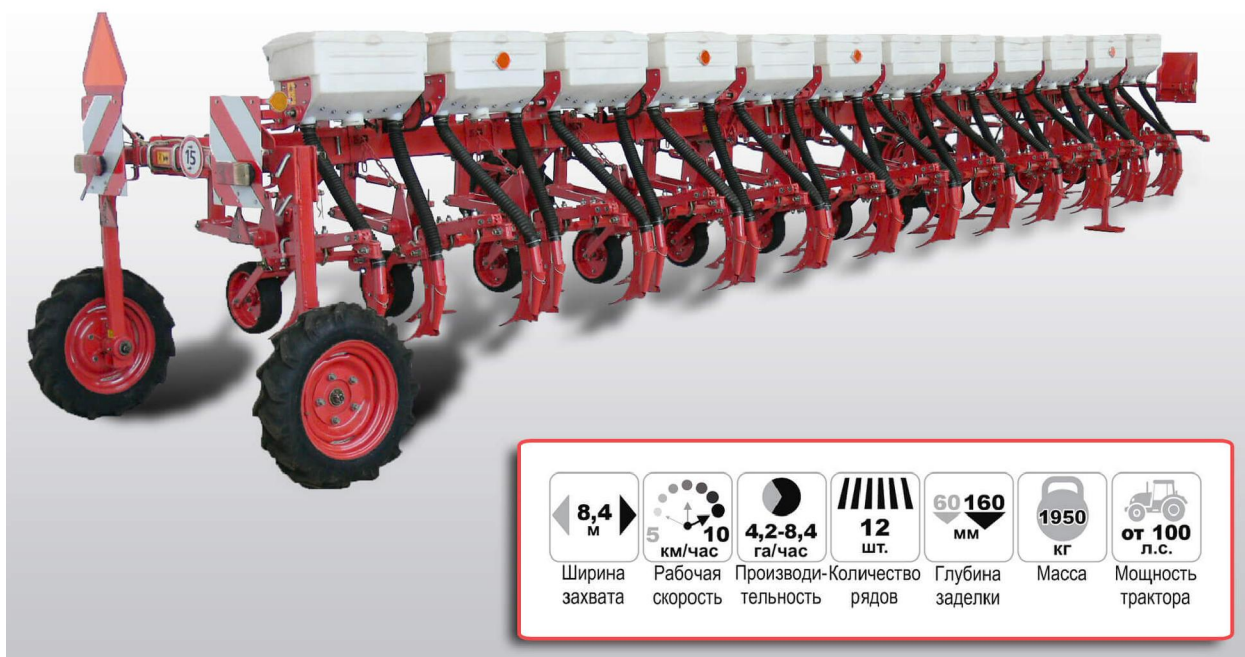


Рисунок 1.2 – Культиватор ALTAIR-8,4 виробництва ПАТ «Ельворті»

На першому етапі наших досліджень був розрахований необхідний рівень енергонасиченості трактора для його агрегування з культиватором ALTAIR-8,4 в діапазоні агротехнічних швидкостей роботи 5-10 км/год. Результат розрахунків показав, що при питомій тяговому опорі близько 1,6 кН/м в діапазоні робочих швидкостей руху трактор масою 4 т достатній для виконання технологічного процесу міжрядного обробки посівів просапних культур.

Що стосується необхідної потужності двигуна, то вона істотно визначена швидкісним режимом роботи культиватора. Цікаво, що для максимально можливої швидкості 10 км/год необхідний рівень потужності трактора становить 100 к.с.

Однак, це максимально необхідна потужність, а не мінімально необхідна, як вказує завод виробник «Ельворті» (див. рис. 1.2).

У навчально-виробничому відділенні ТДАТУ були пророблені спроби використання даного культиватора в агрегаті з трактором класу 1,4 (рис. 1.3).

Аналіз роботи такого агрегату показав, що навісна система трактора повністю справляється з переведенням культиватора в робоче і транспортне положення. Однак в процесі роботи, по-перше, сильно зменшується навантаження на передньому керованому мосту трактора. Останнє вимагає довантаження (баластування) переднього моста трактора. І, по-друге, через велику ширину захвату культиватора в процесі його роботи спостерігаються значні його кутові коливання в поперечній площині. Вони викликані, на нашу думку, недостатньою його фіксацією навісним механізмом трактора. Такі поперечні зміщення культиватора неприпустимі в силу жорстких вимог до захисних зон рослин. З іншого боку це сильно погіршує стійкість роботи агрегату.



а) культиваторний агрегат в транспортному положенні



б) культиваторний агрегат на робочому гоні

Рисунок 1.3 – Випробування агрегату в складі трактора Беларус-892 і культиватора ALTAIR-8,4 в умовах НВЦ ТДАТУ

З метою зменшення ваги культиватора на задньому навісному механізмі трактора та довантаженні його переднього моста без використання баласту нами пропонується винести технологічні ємності культиватора на передній навісний механізм трактора. Такі схеми створення агрегатів, як посівних, так і для внесення мінеральних добрив вже використовуються в світовій практиці (рис. 1.4).



Рисунок 1.4 – Закордонні посівні та удобрювальні агрегати з використанням фронтального технологічного бункера

Для вирішення зазначених проблем нами була запропоновано в якості баласту використовувати технологічний бункер, якій навішується на передній навісний механізм трактора, замість технологічних ємностей розміщених над робочими органами культиватора. Це, з одного боку зменшить вагу самого культиватора на задньому навісному механізмі трактора і сприятиме довантаженню переднього його моста.

З іншого боку нами запропоновано наблизити центр опору культиватора до центру мас трактора і його кінематичному центру за рахунок розміщення бічних секцій на рамі під кутом. По-третє, для того щоб мінімізувати кутові поперечні

коливання культиватора бічні секції зафіксувати тягами, які кріпляться до переднього бруса, закріпленого на передній частині остова трактора. Також це дозволить з меншою трудомісткістю переводити культиватор в транспортне положення з відносно компактною конструкцією його транспортування.

І вчетверте, створення агрегату за таким модульним принципом, на нашу думку, може дозволити з бічних секцій створити одну окрему. І, таким чином, замість одного культиватора, ми можемо мати, при необхідності, два окремих культиватора.

Проведені нами аналітичні дослідження і запропоновані при цьому конструктивно-технологічні зміни культиватора ALTAIR-8,4 виробництва ПАТ «Ельворті» дозволили зробити наступні висновки:

1. Для агрегування культиватора ALTAIR-8,4 виробництва ПАТ «Ельворті» достатньо універсально-просапного трактора тягового класу 1,4 або 2.

2. Для створення ефективного агрегату в складі даного культиватора Пат «Ельворті» рекомендується:

- винести технологічні ємності окремо від культиватора і об'єднати їх в єдиний технологічний бункер для його розміщення попереду трактора;

- 7 секцій культиватора залишити приєднаними на центральному брусі позаду трактора, а решта 6 секцій розмістити по три на бокових секціях, шарнірно прикріплених під кутом до основної, з можливістю їх фіксації тягами за допомогою бруса, розміщеного на передній частині остова трактора;

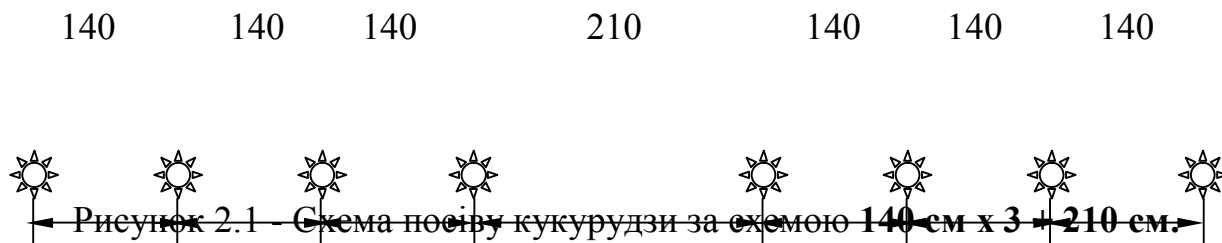
- конструктивно передбачити можливість з'єднання бічних секцій в одну, що дозволить реалізувати блочно-модульний принцип створення сільськогосподарських машин.

3. Запропоновані конструктивні зміни в певній мірі збільшать вартість культиватора ALTAIR-8,4, однак, з іншого боку, істотно поліпшать експлуатаційні властивості культиваторного агрегату.

2 ОБҐРУНТУВАННЯ 12-ТИ РЯДНОЇ СИСТЕМИ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ З ВИКОРИСТАННЯМ КУЛЬТИВАТОРА ALTAIR-8,4

2.1 Вибір технології вирощування кукурудзи на силос

Південним філіалом ІМЕСГ УААН свого часу [10] було розроблено та апробовано технологію вирощування кукурудзи за схемою **140 см х 3 + 210 см** (рис.2.1).



Як видно із рис.2.1, суть нової технології полягає в тому, що кожні три міжряддя кукурудзи шириною по 140 см чергуються з міжряддям шириною 210 см. Останнє потрібне для проходу тракторів тягових класів 1,4-3 під час обробітку посівів качанистої висококліренним культиватором у другий період її вегетації.

Обробітком міжрядь у цей (тобто другий) період знищується кірка, тріщини ґрунту та бур'яни. В принципі це дозволяє відмовитися від застосування гербіцидів під час догляду за посівами кукурудзи. Їх використання можливе лише при великій наявності багаторічних бур'янів.

Дослідженнями Південного філіалу ІМЕСГ встановлено, що використання нової технології вирощування качанистої позитивно впливає як на її урожайність, так і урожайність культур, посіяних після неї. А це дуже важливо в тому аспекті, що кукурудза на силос, як відомо, є хорошим попередником для такої важливої культури, як озима пшениця.

Схема посіву 140 см х 3 + 210 см свого часу дозволила на вирощуванні кукурудзи застосувати машини зі збільшеною шириною захвату: сівалки і культиватори - до 6,3 м замість 4,2 м; збиральні машини - до 3,15 м замість 2,1...2,8 м. Так, практика господарств Херсонської, Запорізької та Миколаївської областей України показала, що впровадження технології вирощування кукурудзи за схемою 140 см х 3 + 210 см дозволило підвищити продуктивність праці:

- на сівбі - на 57,8%;

- під час догляду за посівами - на 45,2%;
- на збиранні врожаю - на 16...50%.

Середній приріст урожаю силосу у порівнянні з квадратно - гніздовим посівом склав 11,8 ц/га або 8,7%. Збільшення зерна кукурудзи при цій технології становило 2,6 ц/га або 12,8%.

Середній приріст урожаю озимої пшениці по кукурудзі з міжряддями **140 см x 3 + 210 см** у порівнянні з урожаєм пшениці після кукурудзи з міжряддями 70 x 70 см склав 2,8 ц/га або 18,7%.

Слід підкреслити, що для міжрядного обробітку сходів кукурудзи, посіяних за такою схемою, потрібні висококліренсні просапні культиватори КВП-5,6 [13]. Нині такі знаряддя не випускаються, що, попри всі переваги нової технології, поки що унеможлиблює її здійснення.

Не менш ефективним шляхом підвищення врожайності кукурудзи є смугова технологія її вирощування [2, 10]. Суть цієї технології полягає в тому, що кукурудза висівається на одному полі з соєю таким чином, коли смуга однієї культури чергується зі смугою іншої (рис.2.2).

Чергування смуг низькорослої сої з високорослою кукурудзою створює ступінчасту структуру посіву, що дозволяє рослинам краще використовувати сонячну енергію, воду, поживні речовини тощо. У смугах сої при цьому створюється найбільш сприятливий температурний режим, покращується конвекція повітря, обмежується ступінь ураження рослин шкідниками.

Суміжні з соєю рядки кукурудзи отримують кращі умови світлового режиму та режиму живлення. В результаті, як показує практика впровадження такої технології в господарствах Кримської, Херсонської, Дніпропетровської, кіровоградської та Полтавської областей України, має місце зростання урожайності обох культур: сої - на 10...15%, кукурудзи - на 20...25% [15].

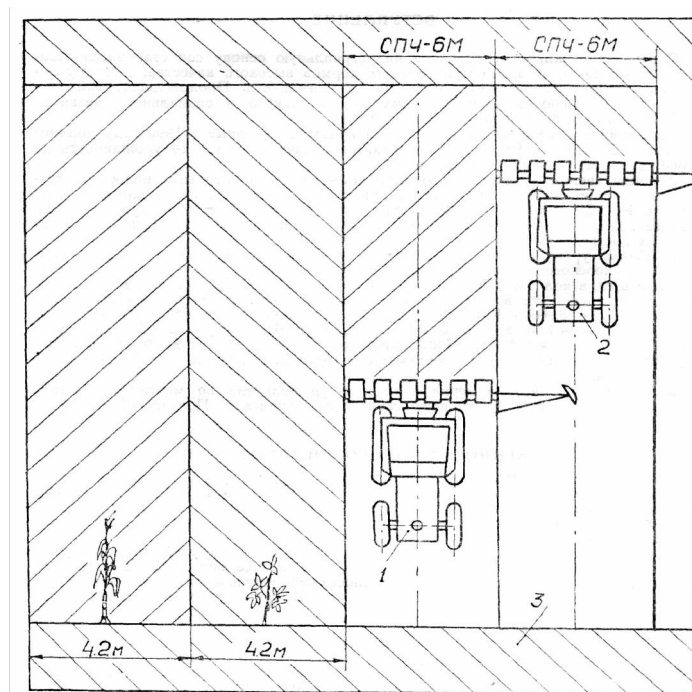


Рисунок 2.2 - Схема технології смугового посіву кукурудзи разом із соєю:
 1- МТА для сівби кукурудзи; 2 - МТА для сівби сої; 3 - поворотна смуга

Слід підкреслити, що впровадження смугової сівби цих с.-г. культур можливе в тих, господарствах, які крім вирощування кукурудзи культивують ще і сою. Цей фактор, а також певні складнощі технологічного порядку обмежують широке застосування даної технології.

Відзначимо і той факт, що під час сівби та догляду за посівами качанистої, вирощуємою як за традиційною, так і описаними новими схемами, господарники використовують універсально - просапні трактори тягового класу 1,4 або трактори загального призначення тягового класу 3.

Для ефективного використання останніх пропонуються 18-и рядні системи вирощування просапних культур з міжряддями 70 см. Основною проблемою практичної реалізації цих систем на базі гусеничних тракторів є необхідність створення спеціальних зчепів, оскільки моноблочну конструкцію мають лише 12-и рядкові просапні сівалки і культиватори.

Використання навісних 12-рядкових просапних машин з гусеничними тракторами є доволі проблематичним із-за погіршення стійкості руху МТА на поворотній смузі.

Такого недоліку позбавлені МТА на базі колісних тракторів тягового класу з інтегральної компоновки (типу Т-150К, наприклад). Проте задовільне їх використання на вирощуванні просапних потребує розробки спеціальних складних корегувальних пристроїв [10].

Нині Україна випускає орно - просапний трактор ХТЗ-16131, ефективність застосування якого на вирощуванні просапних культур є значно вищою, ніж вищезгаданих енергетичних засобів.

Взагалі вказаний колісний трактор інтегральної компоновки (рис.2.3) призначений для виконання:

- операцій загального призначення (оранка, дискування стерні, сівба);
- робіт по вирощуванню та збиранню просапних культур (соняшник, кукурудза, цукровий буряк, картопля тощо);
- транспортних перевезень;
- збиральних процесів у складі жниварно – луцильного МТА;
- комбінованих операцій.

Одномісна кабіна із задовільною оглядовістю, гідрооб'ємне і реверсивне та регулюєме по висоті і куту нахилу рульове керування, зручне розташування важелів створюють комфортні умови праці механізатора. Висока економічність здійснюємих технологічних операцій цим енергетичним засобом забезпечується наявністю у нього двигуна з двома рівнями потужності.

Що ж стосується тягово – зчіпних властивостей трактора ХТЗ-16131 на енергоємних роботах, то в значній мірі вони обумовлені автоматичним блокуванням диференціалів обох ведучих мостів.

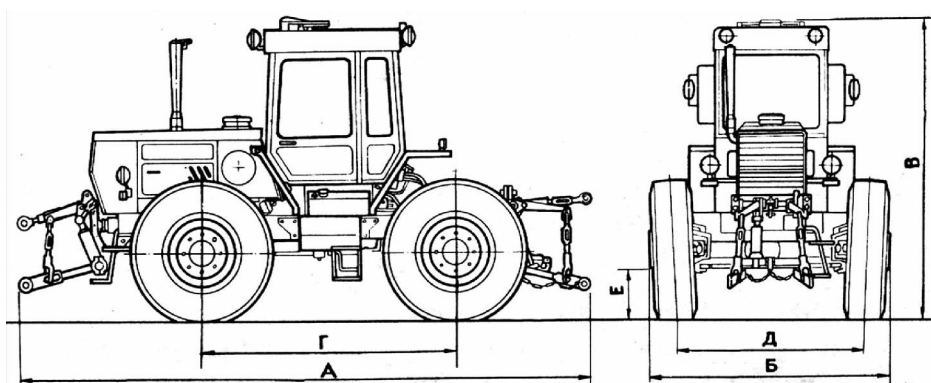


Рисунок 2.3 – Розмірні характеристики трактора ХТЗ-16131

Технічна характеристика трактора ХТЗ-16131

Потужність двигуна, кВт

1 режим.....	88,2
2 режим.....	106,6
Номінальне тягове зусилля, кН.....	30
Маса експлуатаційна, кг.....	8250
Діапазон швидкостей, км/год.	
переднього ходу.....	1,44 - 30,09
заднього ходу.....	2,21 - 9,10
Вали відбору потужності..... незалежні	
задній.....	$n_1 = 540$ об/хв.
	$n_2 = 1000$ об/хв.
передній.....	$n = 1000$ об/хв.
Вантажопідйомність навісних механізмів, кг	
передній.....	2000
задній.....	4000
Мінімальний радіус повороту, м.....	6,1
Габаритні розміри (рис.2.2), мм:	
(А) Довжина.....	6440
(Б) Ширина (при колії 2100 мм).....	2500
(В) Висота.....	3375
(Г) База.....	2860
(Д) Колія: на шинах 16,9R38 чи 13,6R38.....	2100 і 2800
на здвоєних шинах 9,5-42.....	1800/2700
(Е) Дорожній просвіт.....	530

Жорстка (не шарнірно – зчленована) рама разом з механізмом повороту передніх керованих коліс забезпечують трактору задовільну керованість та високу стійкість руху в міжряддях просапних культур як на одинарних, так і здвоєних передніх і задніх рушіях.

Оскільки по своїм тягово - зчіпним властивостям трактор ХТЗ-16131 відноситься до енергетичних засобів тягового класу 3, то на його основі можна реалізувати **12-ти рядну систему** вирощування просапних культур з міжряддями 70 см. Завдяки інтегральній компоновці, при якій на передній міст ХТЗ-16131 припадає близько 65% його ваги, піднімання 12-и рядних просапних сівалки або

культиватора під час переміщення на поворотній смузі чи здійсненні транспортних переїздів не відбувається такого розвантаження передніх рушіїв енергетичного засобу, при якому настає погіршення стійкості та керованості руху МТА.

На вирощуванні просапних з міжряддями 70 см колія енергетичного засобу, як відомо, повинна бути або 1400, або 2800 мм. Оскільки колія ХТЗ-16131 дорівнює 2100 мм, то завод розробив проставки, які дозволяють збільшити вказаний параметр до 2800 мм і завдяки цьому агрегатувати трактор з серійними просапними сівалками та культиваторами.

Південним філіалом ІМЕСГ запропоновано простий зчіпний пристрій, який дозволяє на вирощуванні просапних культур із міжряддями 70 см використовувати ХТЗ-16131 без переналагодження з колії 2100 на колію 2800 мм (рис.2.4). Маса зчіпного пристрою майже в 15 разів менша маси чотирьох проставок, призначених для переобладнання колії трактора. Приблизно в стільки ж разів менші витрати часу на його установлювання.

При використанні цього пристрою агрегатована машина зміщується відносно поздовжньої вісі симетрії ХТЗ-16131 на 35 см (рис.2.5). В результаті виключається розміщення висівних секцій сівалки по колії трактора і рух останнього по рядках рослин під час проведення міжрядного обробітку.

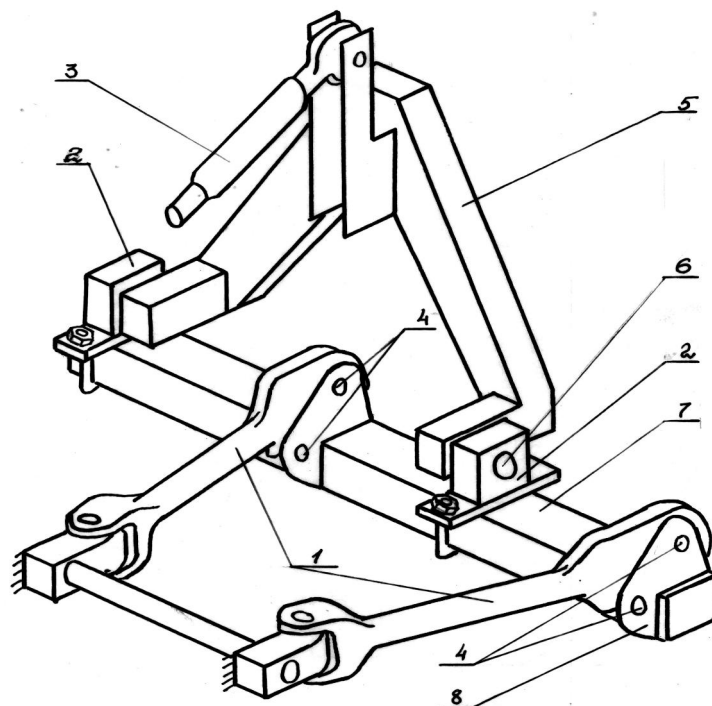


Рисунок 2.4 – Схема зчіпного пристрою: 1 – нижні тяги заднього навісного механізму (ЗНМ) трактора; 2 – рухомі провущини; 3 – центральна тяга ЗНМ трактора; 4 – фіксуючі пальці; 5 – автозчіпка СА-2; 6 – опора автозчіпки СА-2; 7 – брус коректора; 8 – нерухомі провущини



Рисунок 2.5 - Схема установки зчіпного пристрою на тракторі ХТЗ-16131

Перед посівом кукурудзи як правило проводиться передпосівний обробіток ґрунту. На практиці цю операцію здійснюють окремим агрегатом, технологічну частину якого складають культиватори типу КПС - 4 із зубовими (типу БЗТС-1,0) чи пружинними боронами.

Оскільки трактор ХТЗ-16131 крім заднього має ще й передній навісний механізм, то з'являється можливість скласти на його основі комбінований ґрунтообробно - посівний агрегат. Для цього на передній навісний механізм даного трактора можна навісити борону пружинну типу БП-8, а на задній - 12-и рядну просапну сівалку типу СУПН-12. Борона при цьому має працювати не в режимі тяги, а в режимі штовхання. Такий режим її роботи можна забезпечити шляхом установки на рамі знаряддя S - подібних робочих органів, розвернутих навколо вертикальної вісі на 180° .

Для збирання кукурудзи на силос підійде агрегат у складі трактора ХТЗ-16131 та комбайну КДП – 3000 «Полесьє». Проте спочатку слід з'ясувати умову їх агрегування із-за більшої ширини ходової системи ХТЗ-16131 у порівнянні з трактором Т-150К.

Таким чином, для господарства, який має трактор ХТЗ-16131, можна рекомендувати 12-и рядну систему вирощування кукурудзи на силос. Луцнення стерні попередника, основний обробіток ґрунту та внесення мінеральних чи

органічних добрив восени, весняне боронування зябу та післязбиральні операції при цьому не мають будь-яких відмінностей у порівнянні з аналогічними операціями традиційної технології вирощування цієї культури, а тому нами вони у дипломній роботі не розглядаються.

Особливостями пропонованої технології є:

- суміщення передпосівного обробітку ґрунту та сівби;
- сівба та міжрядний обробіток кукурудзи асиметричними МТА;
- косіння кукурудзи на силос агрегатом, у якого трактор має збільшену ширину ходової системи.

Комплекс машин для здійснення цих операцій по номенклатурі потребує наявності тракторів ХТЗ-16131, борін БП-8, сівалок СУПН-12, культиваторів ALTAIR-8,4 і комбайнів КДП – 3000 «Полесьє».

Ширина захвату просапного МТА на базі трактора ХТЗ-16131 така ж, як і ширина захвату вищерозглянутого комбінованого агрегату, тобто 8,4 м.

При культивації міжрядь 70 см на максимальну глибину (10...12 см) питомий тяговий опір культиватора (K_0) при швидкості руху 5...6 км/год. навіть на важких ґрунтах не перевищує 2,1 кН/м [8]. Під час першого міжрядного обробітку сходів швидкість робочого руху згідно агротехнічних вимог має бути в межах 5...6 км/год. Це означає, що максимальний тяговий опір культиватора ALTAIR-8,4 ($R_{a_{max}}$) буде дорівнювати:

$$(R_{a_{max}}) = K_0 \cdot B_p = 2,1 \cdot 8,4 = 17,6 \text{ кН.}$$

Згідно тягової характеристики трактора ХТЗ-16131 при такому опорі культиватора швидкість робочого руху могла бути не меншою, ніж 8,5 км/год. Але, враховуючи агротехнічне обмеження щодо швидкості, максимальну значину для даного просапного МТА приймаємо рівною 6 км/год. На другому та третьому міжрядних обробітках вона може бути збільшена до 8,0 км/год.

2.2 Комплектування культиваторного МТА для виконання технологічного процесу міжрядного обробітку посівів кукурудзи

Режим і організацію роботи просапного МТА представимо у вигляді організаційно – технологічної карти на міжрядний обробіток посівів кукурудзи на силос.

1) Характеристика умов роботи.

Тип ґрунту – темно – каштановий, слабо солонцюватий чорнозем.

Агрофон – сходи кукурудзи.

Схил поверхні – 0%.

Довжина поля – 800 м.

Ширина поля – 800 м.

2) Агротехнічні вимоги

- міжрядний обробіток посівів кукурудзи у фазі 5...7 листків проводять на глибину 10...12 см; При висоті рослин 35...40 см глибина розпушення ґрунту – 6...7 см [14];
- відхилення фактичної глибини розпушення ґрунту в міжряддях від заданої не повинна перевищувати 1 см;
- ширина захисної зони при обробітку у фазі 5...7 листків повинна становити 13 см. Відхилення більше 2...3 см не допускаються;
- поверхня ґрунту в міжряддях після обробітку повинна бути рівною, без великих грудок. Глибина борозенок більше 3 см не допускається;
- не підрізання бур'янів у міжряддях не допускається;
- нижній вологий шар ґрунту не повинен виноситися робочими органами на поверхню;
- пошкодження рослин кукурудзи більше 1%, а також огріхи та пропуски не допускаються.

Експлуатаційна характеристика агрегату.

МТА для міжрядного обробітку ґрунту включає трактор ХТЗ - 16131 (поз.1, рис.2.6) та просапний 12-и рядний культиватор ALTAIR-8,4 (поз.2), навішений на енергетичний засіб через зчіпний пристрій (поз.3) з поперечним зміщенням вправо на половину значини міжряддя (тобто 35 см).

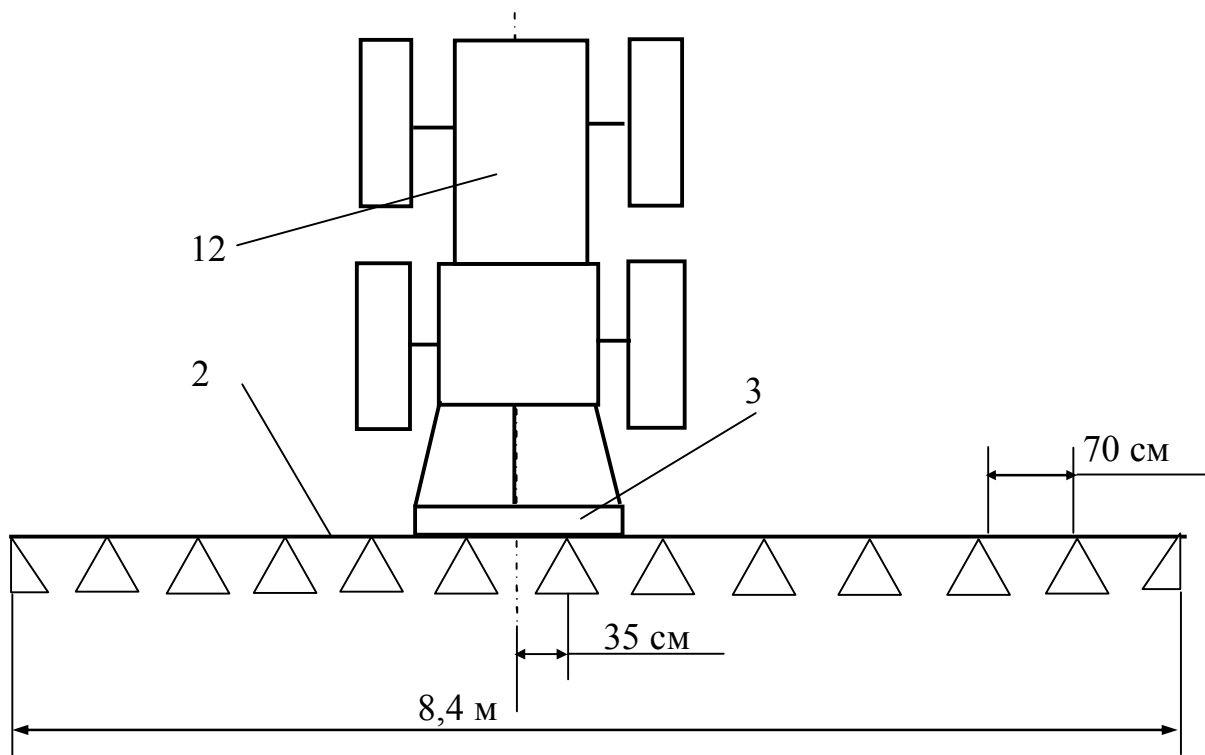


Рисунок 2.6 – Схема МТА для міжрядного обробітку посівів кукурудзи

Згідно даних [8] коефіцієнт використання часу зміни просапним агрегатом складає $\tau = 0,85$.

Із тягових характеристик трактора ХТЗ-16131 на фоні “поле, підготовлене до сівби” заходимо, що при швидкості руху розглядуваного просапного МТА 6...8,5 км/год. витрати палива складають 17...18 кг/год. відповідно [8].

Виходячи з цього експлуатаційні показники даного агрегату такі:

Склад агрегату		м, чол.	V_p , м	V_p , км/год.	τ	$W_{зм}$, га/год	G_p , кг/га	Z_p , чол.· год./га
трактор	знаряддя							
ХТЗ-16131	ALTAIR-8,4	1	8,4	6,0... 8,5	0,85	4,3... 6,1	3,9... 2,9	0,19... 0,14

3) Підготовка агрегату до роботи

При підготовці МТА до роботи необхідно уважно перевірити стан всіх вузлів і деталей. Слабкі кріплення підтягти, а деформовані деталі відремонтувати або замінити.

Леза просапних лап повинні знаходитися в одній горизонтальній площині і контактувати з опорною поверхнею по всій їх довжині. Допускається нахил робочих органів на носок на кут, не більший за 2...3°.

Стояки лап просапного знаряддя повинні бути розміщені на його рамі з інтервалом 70 см. Відхилення вказаного розміру від заданого допускається не більше ± 2 см.

Після перевірки і підготовки трактора ХТЗ-16131 його подають заднім ходом до культиваторів, приєднують останні і фіксують в горизонтальній площині симетрично відносно енергетичного засобу.

Регулювання кожного культиватора на задану глибину обробітку ґрунту проводять у такому порядку. На рівному майданчику під його опорні колеса підкладають бруси, товщина яких дорівнює глибині обробітку ґрунту, зменшеній на 1-2 см (рис.2.7). З допомогою зчпного механізму енергетичного засобу, а також опорних коліс культиватора раму останнього вирівнюють у горизонтальній площині.

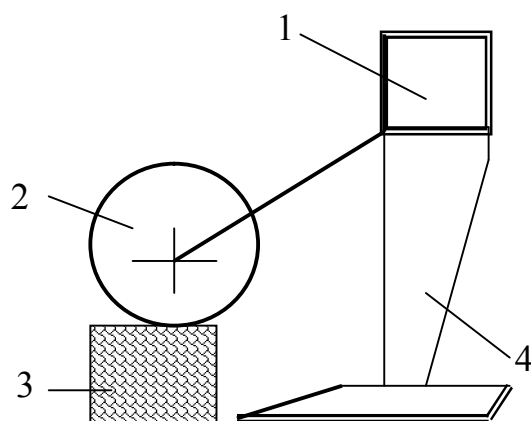


Рисунок 2.7 – Схема регулювання глибини ходу просапного культиватора:
1 – рама знаряддя; 2 опорне колесо; 3 - дерев'яний брус; 4 – лапа.

Підготовка поля до роботи.

Поле повинно бути очищене від каміння та інших предметів.

Ділянки поля між смугами кукурудзи повинні бути прокультивовані.

Режим роботи агрегату

Спосіб руху МТА – човниковий, а повороту - грушоподібний (рис.2.8).

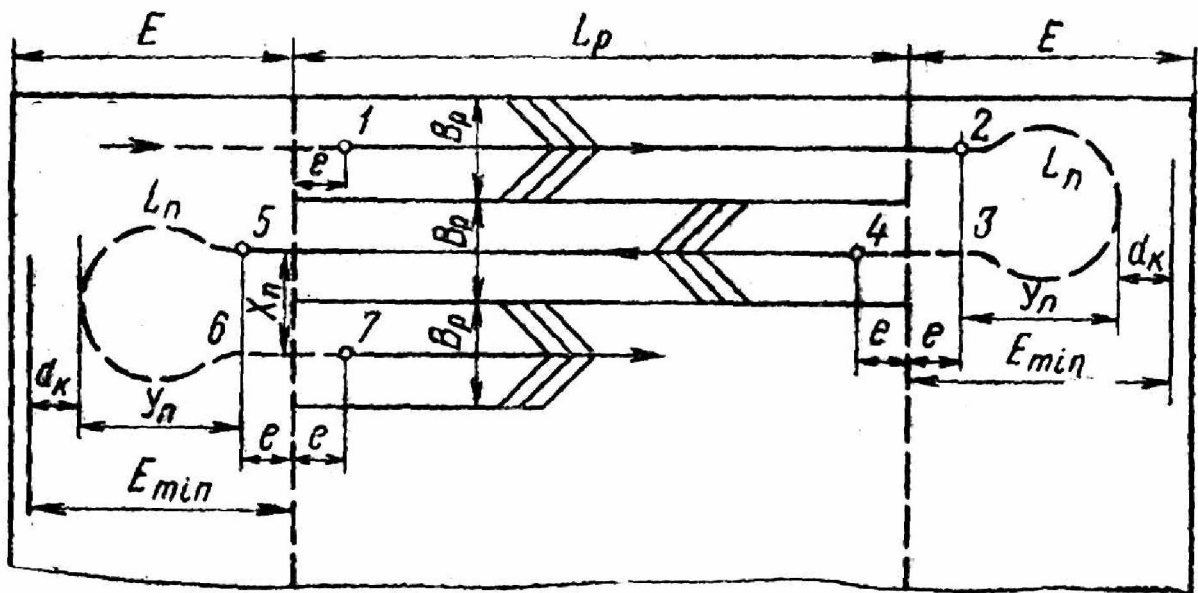


Рисунок 2.8 – Схема руху агрегату на полі

4) Контроль якості роботи.

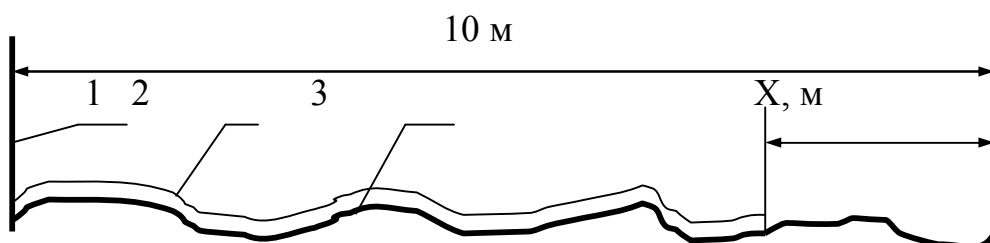
Для визначення значини відхилення глибини розпушення ґрунту вирівнюють поверхню агрофону і лінійкою заміряють глибину обробітку на трьох – чотирьох майданчиках по діагоналі поля. Довжина кожного майданчика має становити 10...20 м, а ширина повинна дорівнювати ширині захвату МТА. Заміри виконують за кожною секцією агрегату.

Підрізання бур'янів у міжряддях кукурудзи визначають візуально.

Пошкодження культурних рослин визначають шляхом підрахунку їх кількості.

Вирівняність поверхні поля визначають з допомогою шнура і рулетки. Посеред обробленої ділянки на відстані 10 м друг від друга установлюють два кілочки (рис.2.9). В напрямку від одного із них до другого вільно (не натягуючи) прокладають шнур. Оскільки останній при цьому повністю відтворить усі нерівності обробленого фону, то його кінець не дійде до другого кілочка. Відстань від цього кілочка до кінця шнура X виражають у відсотках і називають коефіцієнтом нерівності поля Δ [9]:

$$\Delta = [X/10] \cdot 100\%.$$



шнур, довжиною 10 м; 3 – поверхня поля

Гребенистість прокультивованого фону поля оцінюють середньою значиною приблизно 10...15 замірів висоти гребенів. Ця величина не повинна перевищувати 7 см.

5) Заходи безпеки.

До роботи на тракторі допускаються особи, які:

- досягли 18 років;
- пройшли медичний огляд;
- мають посвідчення відповідної категорії на право управління трактором;
- пройшли вступний інструктаж та інструктаж на робочому місці;
- пройшли стажування під наглядом наставника протягом 2...15 змін та засвоїли навички безпечного виконання робіт.

Перед початком роботи слід перевірити технічний стан трактора (двигун, гальмівну систему, рульове керування, електрообладнання, кабінку тощо) та технологічної частини агрегату (с.-г. машини та знаряддя). На тракторі повинна бути повністю укомплектована медична аптечка для надання потерпілому першої допомоги, а також засоби протипожежної безпеки.

Перед запуском двигуна слід переконатись, що важелі керування коробкою зміни передач, гідросистемою, валом відбору потужності знаходяться у нейтральному або виключеному положенні. При цьому слід пам'ятати, що пусковий двигун трактора слід запускати лише за допомогою стартера.

Перед початком руху енергетичного засобу до агрегатованого знаряддя чи до місця роботи необхідно обов'язково подавати звуковий сигнал та переконатись у відсутності людей в зоні запланованого переміщення.

Рух МТА до місця роботи слід здійснювати у відповідності із завчасно розробленим маршрутом.

Під час роботи треба постійно слідкувати за контрольними приладами трактора. При необхідності залишити кабінку слід зупинити енергетичний засіб, важіль коробки зміни передач перевести в нейтральне положення, муфту залишити включеною, заблоковані гальма загальмувати і встановити на заціпку гірського гальма. Забороняється виконувати очистку, ремонт і регулювання технологічної

частини агрегату та самого трактора з працюючим двигуном чи включеним валом відбору потужності. Робота агрегату з не справним освітлення з наступом темряви забороняється.

Після закінчення роботи тракторист – машиніст повинен:

- встановити трактор на відведене для цього місце, заглушити двигун, загальмувати трактор, перекрити подачу пального та відключити акумулятор від маси;
- зачинити кабіну, перевірити місця можливого підтікання паливо – мастильних матеріалів і охолоджуючої рідини;

В аварійних ситуаціях слід зупинити трактор, ретельно його обстежити і виявити поломки.

Якщо внаслідок аварії постраждали люди, треба терміново надати їм першу медичну допомогу та організувати (при потребі) транспортування потерпілих до лікарні. Про аварію слід терміново повідомити керівника робіт. Якщо аварія трапилась без людських жертв і травм, то необхідно терміново вжити заходів до її усунення.

3 ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ МІЖРЯДНОГО ОБРОБІТКУ СОНЯШНИКА З ВИКОРИСТАННЯМ УДОСКОНАЛЕНОГО КУЛЬТИВАТОРА ALTAIR-8,4

3.1 Обґрунтування способу агрегування навісного культиватора ALTAIR та схеми культиваторного машинно-тракторного агрегату

Відомий спосіб агрегування навісних культиваторів-рослинопідживлювачів (ЕЛЬВОРТИ «Червона зірка» [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Кропивницький. – Режим доступу: <https://www.elvorti.com>), прийнятий за аналог, включає з'єднання трактора з культиватором за допомогою тяг заднього навісного механізму першого і навіски останнього, прикріпленої до центрального бруса його рами.

Недоліком цього способу, прийнятого в якості прототипу, є складність узгодження параметрів агрегуючого універсально-просапного трактора класичної компоновальної схеми з параметрами культиватора-рослинопідживлювача. Ця проблема найбільш актуальна у випадку агрегування трактора з широкозахватним культиватором, маса якого велика. Прикладом такого культиватора є ALTAIR-8,4 виробництва ПАТ «Ельворті». Пов'язано це з тим, що більша частина ваги універсально-просапного трактора класичної компоновальної схеми припадає на його задній міст і при навішуванні на його задній навісний механізм вказаного культиватора відбувається суттєвий перерозподіл зчпної ваги по мостах трактора. Внаслідок цього з'являється загроза суттєвого погіршення керованості і стійкості руху агрегату. В такому випадку, як правило, приймають рішення про баластування переднього моста трактора. Але ж зайва вага трактора, як відомо, збільшує витрати потужності на додання опору його кочення, ступінь ущільнення ґрунту його рушіями тощо.

Відома конструкція агрегату культиваторного туковисівного (AURA-3215 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://solagrupo.com/uk>) [4] прийнята за прототип, містить трактор, заднєнавішане сільськогосподарське знаряддя, оснащене пристроями для прийому і розподілу під ці робочі органи добрив, систему їх подачі до вказаних пристроїв, що містить технологічний бункер, навішаний на фронтальний навісний механізм трактора, дозувальне і транспортувальні елементи.

Недоліками цієї конструкції агрегату є загроза отримати незадовільну керованість і стійкість його руху в процесі роботи та пошкодити культурні рослини у рядку робочими органами. При цьому ймовірність виникнення вказаної загрози зростає із збільшенням ширини захвату агрегату і використанням робочих органів, які володіють ефектом суттєвого збільшення тягового опору при боковому (поперечному) русі. Отримання зазначених явищ в запропонованому прототипі конструкції агрегату можна пояснити наступним. При русі агрегату прямолінійність його траєкторії, як відомо, корегується поворотом трактора на певний кут навколо кінематичного центра останнього. Внаслідок зазначених кутових зміщень трактора навколо його кінематичного центру існує ймовірність виникнення значних поперечних зміщень крайніх робочих органів, навіть із їх заходом у захисну зону культурної рослини. Останнє явище, по-перше, недопустимо з позиції агротехнічних вимог до виконання міжрядного обробітку ґрунту просапної сільськогосподарської культури, а вдруге, оказує суттєвий вплив на погіршення керованості і стійкості руху культиваторного агрегату.

В основу запропонованого нами способу агрегування культиватора ALTAIR з трактором тягового класу 1,4 або 2 покладено задачі:

- удосконалення способу агрегування навісного культиватора-рослинопідживлювача шляхом вибору правильного розміщення його бокових секцій та технологічних ємностей, забезпечуючи при цьому дозування, транспортування і розподіл мінеральних добрив від них до туковисівних робочих органів;

- удосконалення агрегату культиваторного туковисівного шляхом додаткового оснащення його боковими ланками з опорними самоустановлювальними колесами, які шарнірно кріпляться до центрального бруса під гострим кутом до напрямку руху агрегату.

Реалізація вказаних задач дозволяє покращити керованість і стійкість руху культиваторного агрегату, побудованого на основі універсально-просапного трактора класичної компоувальної схеми.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі агрегування навісного культиватора-рослинопідживлювача, який включає з'єднання трактора з культиватором за допомогою тяг заднього навісного механізму першого і навіски останнього, прикріпленої до центрального бруса його рами, відповідно до пропонованої нами схеми, технологічні ємності культиватора окремо навішуються

на передній навісний механізм трактора, а бокові секції культиватора з робочими органами і самоустановлювальними колесами приєднуються до центрального бруса під таким кутом до напрямку руху культиваторного агрегату, що центр опору їх крайніх робочих органів не виходить за межі поперечної осі, яка проходить через кінематичний центр трактора і додатково кріпляться силовими тягами, шарнірно з'єднуючи їх з передньою ланкою, прикріпленою до передньої частини остова трактора, при цьому додатково здійснюється дозування, транспортування і розподіл мінеральних добрив від передненавішаних технологічних ємностей до задненавішаних туковисівних робочих органів.

Застосування запропонованого способу, на відміну від відомого, дозволяє покращити тягово-зчіпні властивості повнопривідного універсально-просапного трактора класичної компоновальної схеми, керованість і стійкість його руху.

Реалізація нової схеми агрегування культиватора ALTAIR з універсально-просапним трактором класичної компоновальної схеми трактором пояснюється кресленням на рис. 3.1.

Агрегат культиваторний туковисівний включає трактор 1 з кінематичним центром, розміщеним в т. О, його фронтальний 2 і задній 3 навісний механізми, задненавішане культиваторне знаряддя 4, яке містить центральний брус або раму 5 з приєднувальним пристроєм 6 і опорними колесами 7, бокові ланки 8 з кутовими кронштейнами 9 і опорними самоустановлювальними колесами 10, секції 11 культиваторних і туковисівних робочих органів, передню ланку 12 з шарнірами 13 для приєднання силових тяг 14, які з'єднані з боковими ланками за допомогою шарнірів 15, механізми підйому 16, гідроциліндри 17, технологічний бункер 18, систему 19 дозування, транспортування і подачі мінеральних добрив.

Агрегат культиваторний туковисівний працює таким чином.

Для агрегування туковисівного культиватора з трактором 1 його технологічний бункер 18 окремо навішується на фронтальний навісний механізм 2. На задній навісний механізм 3 трактора 1 навішується культиваторне знаряддя 4 за допомогою приєднувального пристрою 6. Бокові ланки 8 культиватора з робочими органами 11 і самоустановлювальними колесами 10 приєднуються до центрального бруса 5 під гострим кутом до напрямку руху культиваторного агрегату таким чином, що центр опору (на фіг. 1 не показаний) їх крайніх робочих органів 11 не виходить за межі поперечної осі С-С, яка проходить через кінематичний центр (т. О) трактора

1. Бокові ланки 8 додатково кріпляться силовими тягами 14, шарнірно з'єднуючи їх з передньою ланкою 12, прикріпленою до передньої частини остова трактора 1. В результаті при заблокованих тягах заднього навісного механізму 3 трактора 1 культиваторний агрегат представляє собою єдину жорстку механічну систему. Якщо кутові повороти трактора 1 в процесі його плоскопаралельного руху в горизонтальній площині малі, то і поперечні переміщення крайніх робочих органів 11 бокових ланок 8 культиватора доволі незначні. А тому загальна прямолінійність і стійкість руху агрегату задовільна. Дозування, транспортування і подача мінеральних добрив від передненавішаного технологічного бункера 18 до задненавішаних туковисівних робочих органів 11 здійснюється за допомогою системи 19.

Під час розвороту агрегату задненавішане культиваторне знаряддя 4 переводиться тягами заднього навісного механізму 3 трактора 1 і підйомним брусом 5 в транспортне положення. А бокові ланки 8 переводяться в транспортне положення за допомогою механізмів підйому 16 силових тяг 14 і гідроциліндрів 17. При переїздах агрегату бокові ланки 8 в транспортному положенні розміщуються вздовж трактора 1 (на рис. 3.1 показано пунктирними лініями).

Запропонований схема навісного культиватора-рослинопідживлювача дозволяє підвищити тягово-зчіпні властивості агрегатуючого трактора, керованість і стійкість його руху.

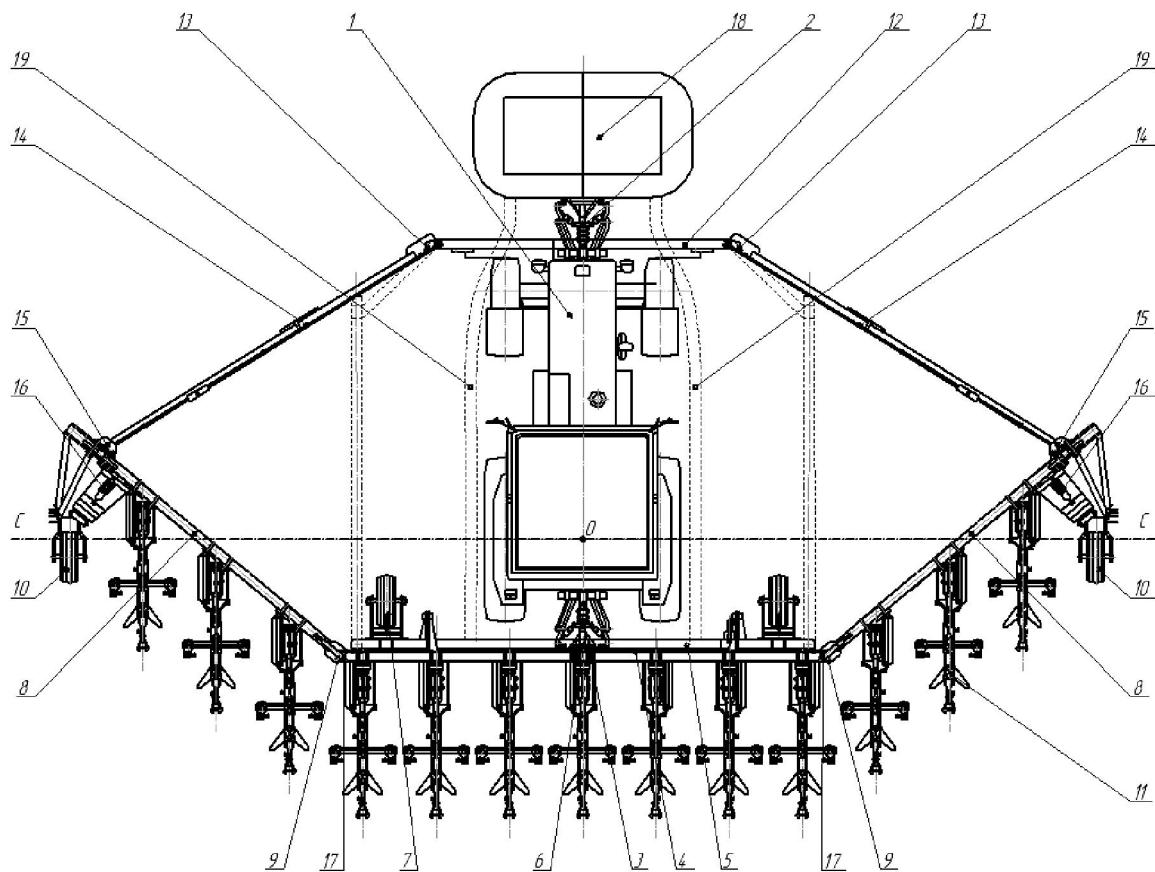


Рисунок 3.1 – Схема культиваторного агрегату для міжрядного обробітку посівів просапних культур в складі культиватора ALTAIR і універсально-просапного трактора

Технологічний бункер 18, систему 19 дозування, транспортування і подачі мінеральних добрив в новому культиваторному агрегаті (див. рис. 3.1) пропонується або взяти вже існуючий, наприклад AURA-3215 (рис. 3.2), або розробити новий, аналогічний існуючому.

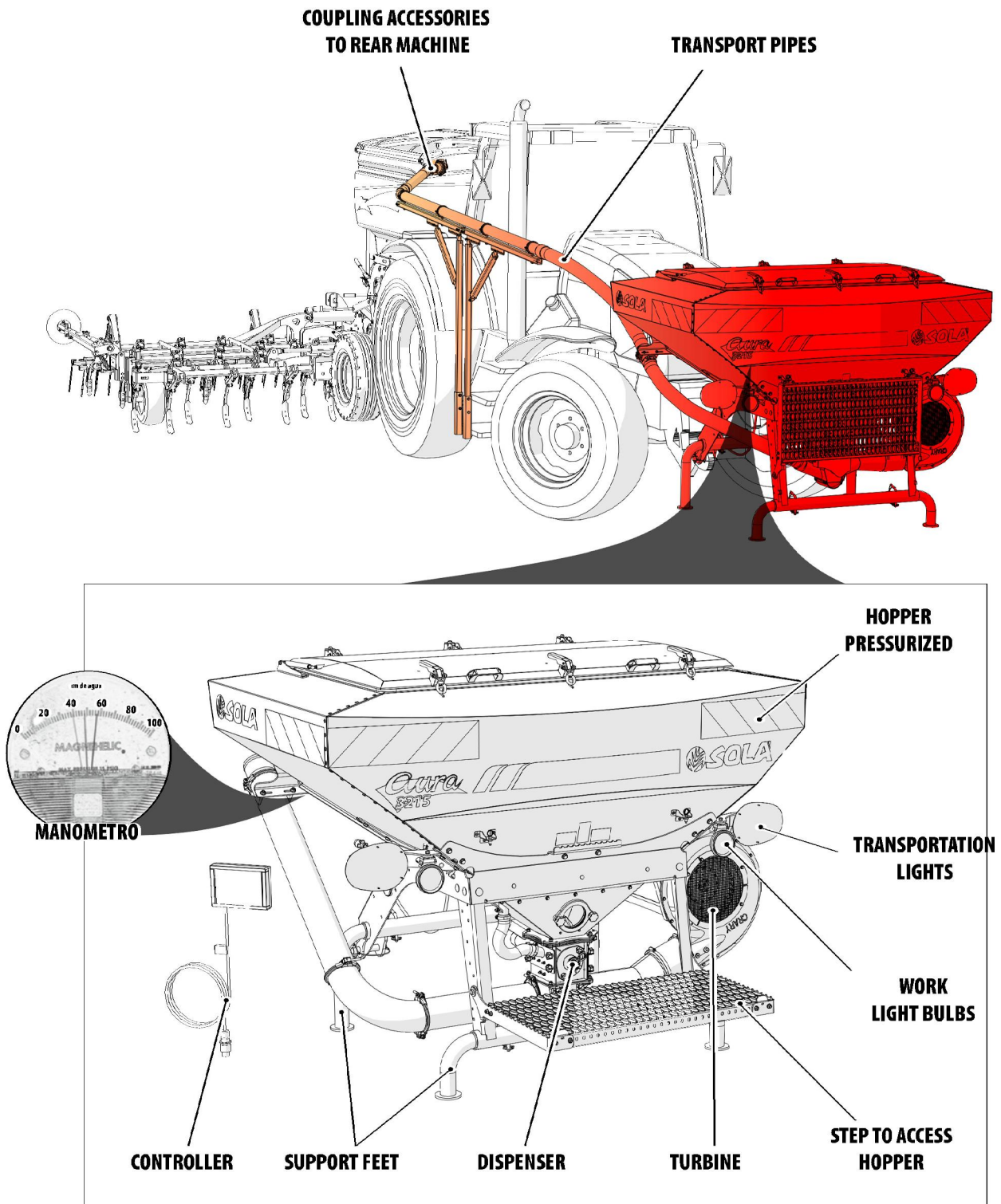


Рисунок 3.2 - Технологічний бункер фронтальний AURA-3215 виробництва компанії Sola [4]

3.2 Обґрунтування необхідної потужності двигуна і маси агрегуючого трактора

Під час роботи трактора у складі запропонованого в проєкті культиваторного МТА частина потужності його двигуна (N_e) реалізовується на втрати потужності агрегату і його корисну тягову потужність. З позиції максимальної реалізації енергетичних властивостей трактора необхідно щоб його витрати енергії на

подолання опорів коченню трактора, тертя в трансмісії, буксування його рушіїв та тягового опору агрегату не перевищували номінальну ефективну потужність двигуна:

$$N_{ai} \leq N_a, \quad (3.1)$$

де $N_{ен}$, N_e – номінальна та ефективна потужність, яку розвиває двигун трактора, кВт.

З теорії трактора відомо, що при усталеному русі трактора по горизонтальній ділянці поля, баланс потужності орного агрегату має наступний вигляд [5]:

$$N_a = N_f + N_{tr} + N_\delta + N_{pl} + N_{\text{ВВП}}, \quad (3.2)$$

де N_e – ефективна потужність двигуна трактора;

N_f , N_{tr} , N_δ – потужності, які характеризують витрати енергії на подолання опорів коченню трактора, тертя в трансмісії, та буксування його рушіїв;

N_{pl} – тягова потужність трактора;

$N_{\text{ВВП}}$ – витрати потужності на роботу систем дозування, транспортування і подачі мінеральних добрив (див. рис. 3.1).

Для подальших розрахунків положимо, що величина потужності $N_{\text{ВВП}}$, яка необхідна для роботи системи дозування, транспортування і подачі мінеральних добрив в новому культиваторному агрегаті, дорівнює 7 кВт. Таке значення мінімально необхідної потужності для бункера AURA-3215 (див. рис. 3.2).

Вказані складові балансу потужності трактора визначаються таким чином:

$$\begin{aligned} N_f &= f \cdot GV, \\ N_{tr} &= N_e (1 - \eta_m), \\ N_\delta &= N_e \cdot \eta_m \cdot \delta, \end{aligned} \quad (3.3)$$

де G – вага трактора, кН;

V – робоча швидкість руху агрегату, км·(год)⁻¹;

η_m – механічний коефіцієнт корисної дії трансмісії трактора;

f – коефіцієнт опору коченню коліс трактора;

δ – коефіцієнт буксування рушіїв трактора.

Після підстановки рівнянь (3.3) в (3.2) та урахування відомих залежностей з теорії трактора для досягнення поставленої мети величину N_e доцільно виразити у вигляді залежності від маси (Мт) [6]:

$$N_e = f(M_\delta) = \frac{D_1 \cdot M_\delta^3 + D_2 \cdot M_\delta^2}{M_\delta^2 - D_3 \cdot M_\delta - D_4} \cdot D_5 + N_{\text{ВВП}}, \quad (3.4)$$

де $D_1 = V \cdot f \cdot g$;

$$D_2 = V \cdot P_{кр.т}^H \cdot \delta_{lim};$$

$$D_3 = A \cdot P_{кр.т}^H \cdot \delta_{lim}/g;$$

$$D_4 = B \cdot (P_{кр.т}^H \cdot \delta_{lim}/g)^2;$$

$$D_0 = K_{VT}/\eta_{тр.т};$$

$$D_5 = N_{ВВП}/\eta_{ВВП}.$$

V - верхня межа швидкості робочого руху МТА;

f - коефіцієнт опору коченню;

g - прискорення вільного падіння;

$P_{кр.т}^H$ - номінальне тягове зусилля трактора;

δ_{lim} - коефіцієнт можливого гакового перевантаження енергетичного засобу;

A, B - коефіцієнти апроксимування кривої буксування трактора: залежать від ґрунтових умов (стерня чи поле, підготовлене до посіву), типу ходової системи енергозасобу (4К2, 4К4) тощо.

K_{VT} - коефіцієнт кінематичної невідповідності між коловими швидкостями передніх та задніх коліс трактора;

$\eta_{тр.т}$ - ККД трансмісії трактора.

Як показує практика, коефіцієнт можливого гакового перевантаження δ_{lim} трактора змінюється в досить широкому інтервалі. З урахуванням нормального закону розподілу тягового опору МТА можна вважати, що:

$$\delta_{lim} = 1 + 3 \cdot V_x, \quad (3.5)$$

де V_x - коефіцієнт варіації гакового навантаження.

Згідно рівняння (3.4) потужність двигуна (N_e) трактора розраховується при заданій значині його експлуатаційної маси (M_t). Якщо прийняти, що оптимальне значення цього параметра невідоме, то його можна знайти з допомогою розв'язку частинної похідної:

$$dN_e/dM_t = 0. \quad (3.6)$$

Після диференціювання виразу (3.4) по M_t , отримаємо кубічне рівняння виду:

$$M_t^3 + r \cdot M_t^2 + s \cdot M_t + t = 0, \quad (3.7)$$

де $r = -2 \cdot D_3$;

$s = -(D_2 \cdot D_3 + 3 \cdot D_1 \cdot D_4)/D_1$;

$$t = -2 \cdot D_2 \cdot D_4 / D_1.$$

Число дійсних рішень кубічного рівняння залежить від знаку дискримінанта:

$$D = (p/3)^3 + (q/2)^2, \quad (3.8)$$

де $p = (3 \cdot s - r^2)/3$;

$$q = (2 \cdot r^3/27) - r \cdot s/3 + t.$$

Встановлено, що дискримінант виразу (3.7) при всіх можливих значинах величин, які визначають коефіцієнти D_1 - D_4 для універсально-просапного трактора завжди більший нуля. Кубічне рівняння має при цьому два комплексно-спряжених та один дійсний корені.

З урахуванням вищезгаданого, вираз для визначення оптимальної значини маси енергетичного модуля МЕЗ має вигляд:

$$M_T = \sqrt[3]{-(q/2) + \sqrt{D}} + \sqrt[3]{-(q/2) - \sqrt{D}}. \quad (3.9)$$

Порядок розрахунку щодо визначення мінімально необхідної ефективної потужності двигуна агрегатуючого трактора і його маси такий:

- за вхідними даними розраховують значини коефіцієнтів D_1 - D_4 по (3.4);
- далі розраховують величини r , s і t виразу (3.7);
- по формулі (3.8) розраховують величини p та q ;
- по формулі (3.9) знаходять оптимальну значину експлуатаційної маси трактора;
- розрахувавши M_T , по формулі (3.9) розраховують оптимальну значину потужності двигуна трактора по (3.4);
- оптимальну енергонасиченість трактора знаходять із виразу:

$$E_T = N_e / M_T. \quad (3.10)$$

Вхідними параметрами для розрахунків вказаного культиваторного агрегату є:

- 1) Номінальний питомий тяговий опір агрегату $k_0 = 1,6 \cdot 10^3$ Н/м (при швидкості руху $V_0 = 1,4$ м/с).
- 3) Робоча швидкість руху МТА $V_p = 6 \dots 10$ км/год.
- 4) Коефіцієнт опору коченню коліс трактора $f = 0,16$.
- 5) Коефіцієнт варіації коливань тягового навантаження трактора $V_x = 0,04$.
- 6) Коефіцієнти апроксимації кривої буксування енергетичного засобу $A = 0,07$; $B = 0,7$ [6].
- 7) Коефіцієнт кінематичної невідповідності в приводі мостів енергетичного засобу $K_v = 1,0$.

8) ККД трансмісії трактора $\eta_{\text{тр}} = 0,92$.

9) Тяговий опір агрегату розраховується за рівнянням:

$$R_d = k \cdot \hat{A}_e, \quad (3.11)$$

де B_k – конструктивна ширина захвату агрегату, м, $B_k=8,4$ м;

k – тяговий опір агрегату для заданої швидкості руху, Н/м [7, 8]:

$$k = k_0 \left[1 + (V_\delta - V_0) \frac{\Delta c}{100} \right], \quad (3.12)$$

тут V_p – робоча швидкість руху агрегату, км/год;

Δc – темп зростання питомого тягового опору, $\Delta c = 2,5\%$ [7, 8].

Необхідні розрахунки для виконання завдання за вищенаведеною методикою здійснювали у середовищі Excel (рис. 3.3).

Вхідні дані												Результат		
V0	V0	f	k0	Bk	A	B	Vx	Kv	$\eta_{\text{тр}}$	g	ΔC	Mг	Ne	Et
км/год	м/с		Н/м	м						м/с ²	%	кг	Вт	кВт/т
5	1.389	0.16	1600	8.4	-0.07	0.7	0.04	1	0.92	9.81	2.5	3562	34591	9.708
6	1.667	0.16	1600	8.4	-0.07	0.7	0.04	1	0.92	9.81	2.5	3652	42546.4	11.65
7	1.944	0.16	1600	8.4	-0.07	0.7	0.04	1	0.92	9.81	2.5	3741	50847.9	13.59
8	2.222	0.16	1600	8.4	-0.07	0.7	0.04	1	0.92	9.81	2.5	3830	59495.6	15.53
9	2.5	0.16	1600	8.4	-0.07	0.7	0.04	1	0.92	9.81	2.5	3919	68489.5	17.47
10	2.778	0.16	1600	8.4	-0.07	0.7	0.04	1	0.92	9.81	2.5	4008	77829.6	19.42

Рисунок 3.3 – Результати розрахунку необхідної маси трактора і потужності його двигуна у середовищі Microsoft Excel

Розрахунок необхідного рівня енергонасиченості трактора для його агрегування з новим культиваторним агрегатом показав (рис. 3.3), що при питомому тяговому опорі культиватора близько 1,6 кН/м необхідна маса трактора в діапазоні робочих швидкостей руху від 5 до 10 км/год не перевищує 4,0 т. Для виконання технологічної операції потрібен трактор тягової концепції. Оскільки необхідний рівень енергонасиченості трактора становить трохи більше 16 кВт/т. При цьому необхідна потужність двигуна повинна бути в межах 70-80 кВт.

Що стосується необхідної потужності двигуна, то вона істотно визначена швидкісним режимом роботи культиватора. Цікаво, що для максимально можливої швидкості 10 км/год необхідний рівень потужності трактора становить 100 к.с. Однак, це максимально необхідна потужність, а не мінімально необхідна, як вказує завод виробник ПАТ «Ельворті» (див. рис. 1.2).

Згідно з проведеними розрахунками за даними рис. 3.3 для агрегування нового культиваторного агрегату ми рекомендуємо два універсально-просапні трактори, які продаються нині в Україні: Білорус-1025 з і Білорус-1221. У них номінальна ефективна потужність двигуна дорівнює відповідно 79 і 96 кВт, а експлуатаційна маса (з урахуванням їх баластування) – 4730 і 5655 кг [10].

Сумарна ємкість технологічних бункерів для туків культиватора ALTAIR-8,4 становить $V_6=0,576 \text{ м}^3$. Якщо прийняти в середньому величину насипної ваги мінеральних добрив $\gamma=0,8 \text{ т/м}^3$, то можна визначити масу (M_6), яка буде дорівнювати для фронтального технологічного бункера нового культиваторного агрегату:

$$\dot{I}_a = \gamma \cdot V_a$$

$$\dot{I}_a = 800 \cdot 0,576 = 489,6 \text{ т/год}.$$

Але ж, з одного боку, чи витримають таке навантаження рушії передніх коліс тракторів Білорус-1025 і Білорус-1221? З другого боку, внаслідок баластування, тиск на ґрунт, створюваний рушіями переднього моста тим чи іншим трактором, чи не буде перевищувати норм, регламентованих ДСТУ 4521:2006 «Техніка сільськогосподарська мобільна. Норми дії ходових систем на ґрунт»?

Для розв'язання двох важливих питань, від яких буде залежати взагалі можливість існування запропонованої схеми культиваторного агрегату, проаналізуємо потенційні можливості баластування переднього моста тракторів Білорус-1025 і Білорус-1221.

3.3 Дослідження потенційної можливості баластування переднього моста універсально-просапних тракторів

Для цього розраховуємо максимально можливу масу баласту для переднього моста вказаних тракторів в умовах їх використання на агрофоні поля, що підготовлене до посіву: щільність $0,9 \text{ г/см}^3$ і вологість $0,4\text{НВ}$ (пухка будова шару ґрунту), де допустимий питомий тиск на ґрунт за ДСТУ 4521:2006 «Техніка сільськогосподарська мобільна. Норми дії ходових систем на ґрунт» становить $[Q_{\text{тг}}] = 120 \text{ кПа}$.

Данні характеристик тракторів Білорус-1025 і Білорус-1221 для розв'язання поставленого завдання наведені в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Данні характеристик тракторів Білорус-1025 і Білорус-1221

Найменування показника	Данні технічної характеристики тракторів	
	Білорус-1025	Білорус-1221
Експлуатаційна маса (Мт), кг (сила ваги, кН)	4730 (46,4)	5655 (55,5)
Шини передніх коліс	360/70R24	420/70R24
Розподіл експлуатаційної маси, кг:		
- на передній міст	1735	2395
- на задній міст	2995	3260
Статичн. діаметр шини переднього моста (D), м	1,114	1,198
Ширина профілю шини переднього моста (B), м	0,357	0,418
Максимальна вантажопідйомність шини переднього моста ($P_{\text{вш}}$) (за тиску повітря 160 кПа), кН	14,7	18,6

Загальновідомо, що баластування енергетичного засобу найбільш ефективно на твердій поверхні, в той час як потреба у такому конструктивному рішенні виникає саме на м'якому агротехнічному фоні. А останній, особливо у ранньовесняний період, більш схильний до такого негативного процесу, як ущільнення ґрунту. З огляду на це тиск на нього, створюваний тим чи іншим трактором (неважливо - забаластованим чи ні), не повинен перевищувати норм $[Q_{\text{тг}}]$,

регламентованих ДСТУ 4521:2006 «Техніка сільськогосподарська мобільна. Норми дії ходових систем на ґрунт».

З іншої сторони, експлуатаційне навантаження на рушій $N_{ек}$ (далі будемо розглядати лише шину) має бути не більшим за його допустиму вантажопідйомність $P_{вш}$, встановлену ГОСТ 7463-2003.

Об'єднавши ці дві вимоги у одну, отримуємо умову екофільності шини [12]:

$$\begin{cases} N_{ек} \leq P_{вш}, \\ Q_{гт} \leq [Q_{гт}], \end{cases} \quad (3.13)$$

З виразу (1) однозначно випливає умова можливості баластування рушій:

$$\frac{N_{ек} < P_{вш}}{F_{оп}} < [Q_{гт}], \quad (3.14)$$

де $F_{оп}$ – площа опорної поверхні шини.

Якщо вимога (3.14) виконується, то маса баласту M_B , яка припадає на одиночний рушій, може бути знайдена із виразу:

$$M_B = (P_{вш} - N_{ек})/g, \quad (3.15)$$

де g – прискорення вільного падіння.

Опорна поверхня шини даного енергетичного засобу може бути розрахована з використанням наступних залежностей:

$$F_{оп} = \pi \cdot Hz \cdot \sqrt{(D - Hz) \cdot (B - Hz)}, \quad (3.16)$$

де $Hz = N_{ек} / \pi \cdot \rho_w \cdot \sqrt{D \cdot B}$ - глибина колії, яку утворює рушій;

ρ_w – тиск повітря в шині.

В формалізованому вигляді процес встановлення можливості баластування того чи іншого колісного енергетичного засобу описується простим алгоритмом (рис.3.4).

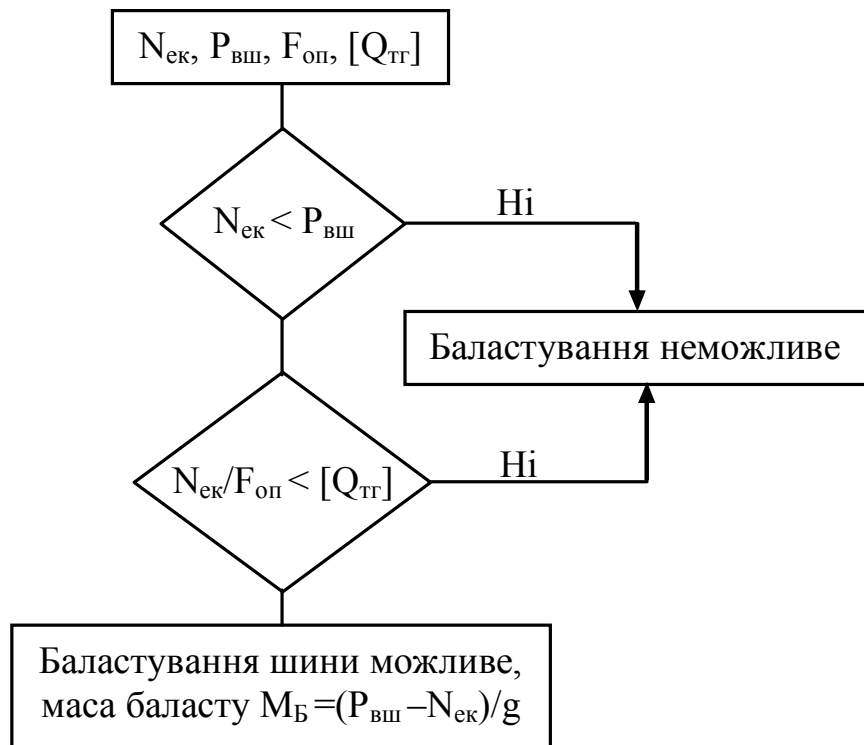


Рисунок 3.4 – Блок-схема алгоритму визначення можливості баластування рушія колісного енергетичного засобу [12]

Необхідні розрахунки для виконання практичного завдання виконували у середовищі Excell. Для цього було виконане наступне:

- 1) Сформований певний інтерфейс робочої сторінки у середовищі Excell, у якому були відокремлені вхідні та вихідні розрахункові параметри.
- 2) У відповідні комірки сформованої таблиці вносилися кількісні значення вхідних параметрів та формули для обчислення проміжних розрахунків та вихідних параметрів.

Результати розрахунків представлені на рис. 3.5.

Аналіз результатів оцінки потенційної можливості баластування переднього моста тракторів Білорус-1025 і Білорус-1221 показав (див. рис. 3), що за максимально можливим тиском у шинах коліс питомий тиск на ґрунт, який вони створюють, перевищує допустимий. Тому, слід зменшувати тиск в рушіях до значення 110-120 кПа. Але ж, за таким тиском максимальна маса баласту для переднього моста трактора Білорус-1025 становить 426 кг, а для трактора Білорус-1221 відповідно 461 кг.

Вхідні дані							Розрахунки			
	Nek	Pвш	ρw	D	B	Qтг	Hz	Fоп	Nek / Fоп	Mб
Білорус-1025										
	H	H	Па	м	м	Па	м	м2	Па	кг
Передній міст	8675	12850	110000	1.11	0.357	120000	0.0398	0.07	118845.7	426
Задній міст	14975	24500	110000	1.65	0.467	120000	0.0495	0.13	118123.1	971
Білорус-1221										
Передній міст	11975	16500	110000	1.2	0.418	120000	0.049	0.1	119544.8	461
Задній міст	16300	29400	110000	1.75	0.467	120000	0.0522	0.14	118497.4	1335

Рисунок 3.5 – Результати розрахунків баластування тракторів у середовищі Microsoft Excell

Отримані значення максимально можливої додаткової маси для баластування переднього моста вказаних тракторів менше за масу тільки мінеральних добрив 489,6 кг, яку містить серійний культиватор ALTAIR-8,4. Якщо врахувати ще вагу самого фронтального технологічного бункера з його комунікаціями, то фактично фронтальний бункер слід планувати на максимально можливу масу мінеральних добрив не більше 350-400 кг. При нормі внесення мінеральних добрив на підживленні сходів соняшника становить в середньому 60 кг/га, то місткість бункера дозволить за одну заправку технологічним матеріалом обробити 6,67 га. При продуктивності роботи нового агрегату близько 4,7 га/год таку площу він обробить за 1,5 год.

В якості альтернативного варіанту вирішення проблеми баластування універсально-просапного трактора і можливості агрегатувати навісний культиватор масою 1900 кг нами пропонується здвоювати колеса (передні та задні) на тракторі.

3.4 Моделювання поперечних зміщень робочих органів культиваторного МТА

Мета дослідження полягає у встановленні та аналізі залежностей впливу конструктивних і кінематичних параметрів культиваторного МТА на величину поперечних зміщень культиваторних робочих органів, що дозволить обґрунтувати величину захисної зони для культурних рослин, виходячи за умов щонайменшої ймовірності їх пошкоджуваності.

Для більш детального аналізу можливості виникнення вказаної проблеми далі розглянемо основні фактори з кінематичної точки зору, що впливають на поперечне зміщення робочих органів культиваторного МТА, який рухається в міжрядді просапної культури. Для цього побудуємо схему поперечних зміщень культиваторного МТА при кінематичному способі його керування шляхом повороту передніх коліс і його робочих органів (рис. 3.6).

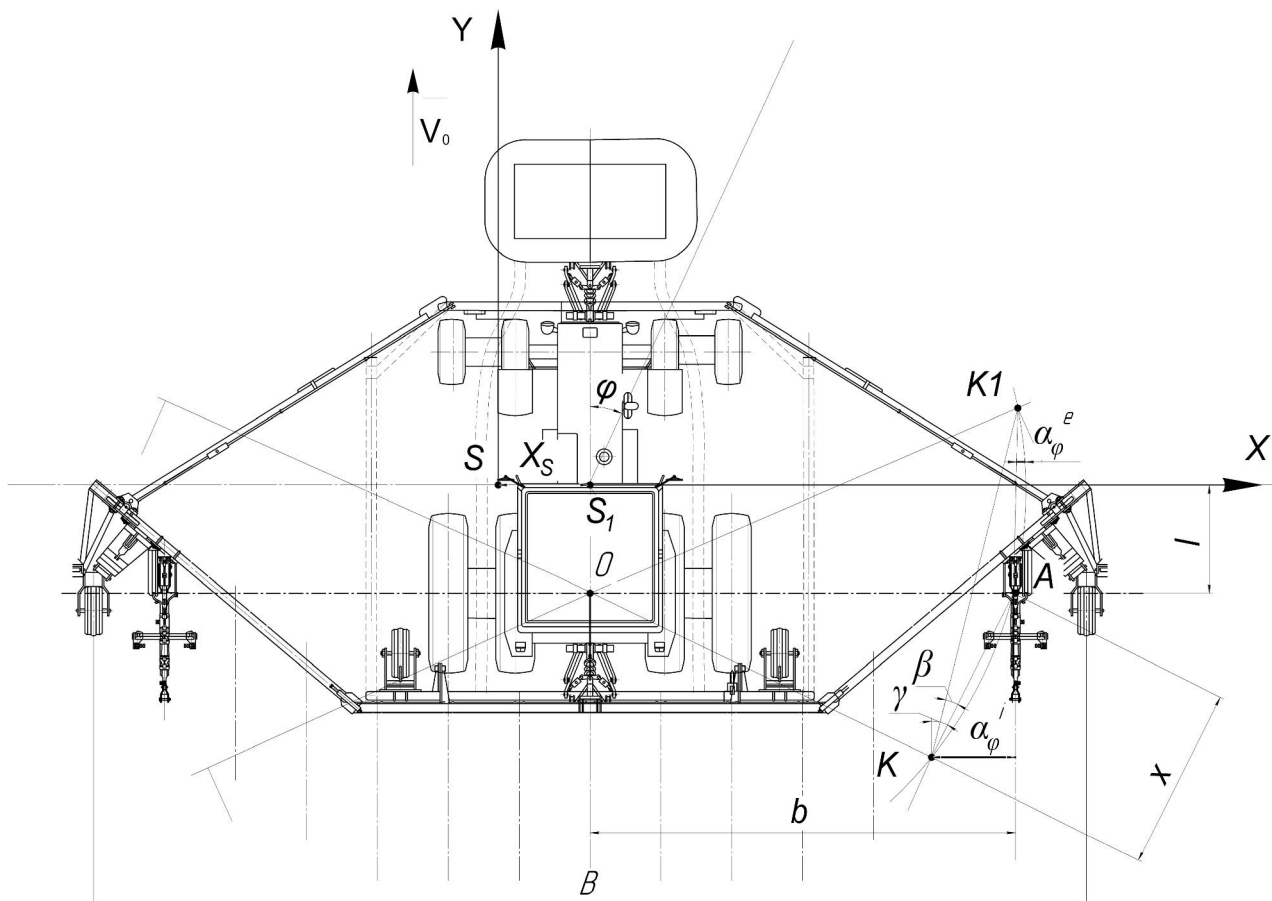


Рисунок 3.6 – Схема поперечних зміщень культиваторних робочих органів МТА (розглянуто на прикладі правого крайнього органу)

Внаслідок керуючої дії на МТА він в процесі власного руху здійснює кутові коливання на кут φ навколо центру мас (точка S) агрегату та поперечні зміщення X_S (рис. 3.6). За рис. 3,6 знаходимо, що кінематичне «внутрішнє» зміщення робочого

органу (розглянемо т. A робочого органу) за рахунок кутового відхилення МТА на кут φ , дорівнює:

$$\alpha_{\varphi}^i = x \cdot \sin(\gamma + \beta) = x \cdot (\sin \gamma \cdot \cos \beta + \cos \gamma \cdot \sin \beta), \quad (3.17)$$

де $x = K_0 A = AK_1$ – відхилення робочого органу;

γ – кут, що залежить від конструктивних параметрів МТА (b, l);

β – кут, що залежить від величини кутового відхилення МТА φ .

Аналогічно для зовнішнього зміщення робочого органу:

$$\alpha_{\varphi}^e = x \cos(\gamma + \beta) = x(\cos \gamma \cdot \cos \beta - \sin \gamma \cdot \sin \beta). \quad (3.18)$$

Виразивши величини правої частини рівнянь (3.17) та (3.18) через конструктивні параметри b і l МТА, а також курсовий кут φ отримаємо такі залежності поперечних зміщень робочого органу:

$$\begin{aligned} \alpha_{\varphi}^i &= l \sin \varphi + b(1 - \cos \varphi); \\ \alpha_{\varphi}^e &= l \sin \varphi - b(1 - \cos \varphi), \end{aligned} \quad (3.20)$$

де b і l – відповідно відстань від поздовжньої і поперечної осі МТА, яка проходить через його центр мас, до робочого органу.

Для крайнього робочого органу конструктивний параметр b в залежностях (3.20) пропорційний ширині транспортної колії МТА, який із рис. 3.6 можна представити у такому вигляді:

$$2b = \hat{A} - 2e, \quad (3.21)$$

де b_k – відстань від поздовжньої осі МТА, яка проходить через його центр, до крайнього робочого органу;

B – ширина транспортної колії;

e – ширина захисної зони.

В результаті отримаємо:

$$\begin{aligned} \alpha_{\varphi}^i &= l \sin \varphi + 0,5(\hat{A} - 2\hat{a})(1 - \cos \varphi); \\ \alpha_{\varphi}^e &= l \sin \varphi - 0,5(\hat{A} - 2\hat{a})(1 - \cos \varphi). \end{aligned} \quad (3.22)$$

Як впливає з одержаних рівнянь (3.22), внутрішнє і зовнішнє зміщення робочих органів не рівні між собою ($\alpha_{\varphi}^i \neq \alpha_{\varphi}^e$) при одному і тому ж кутовому відхиленні МТА на величину φ .

Про величину кількісної зміни внутрішнього α_φ^i і зовнішнього α_φ^e зміщення крайнього робочого органу в залежності від кутового відхилення φ МТА при різній величині його транспортної колії B можна спостерігати на рис. 3.7.

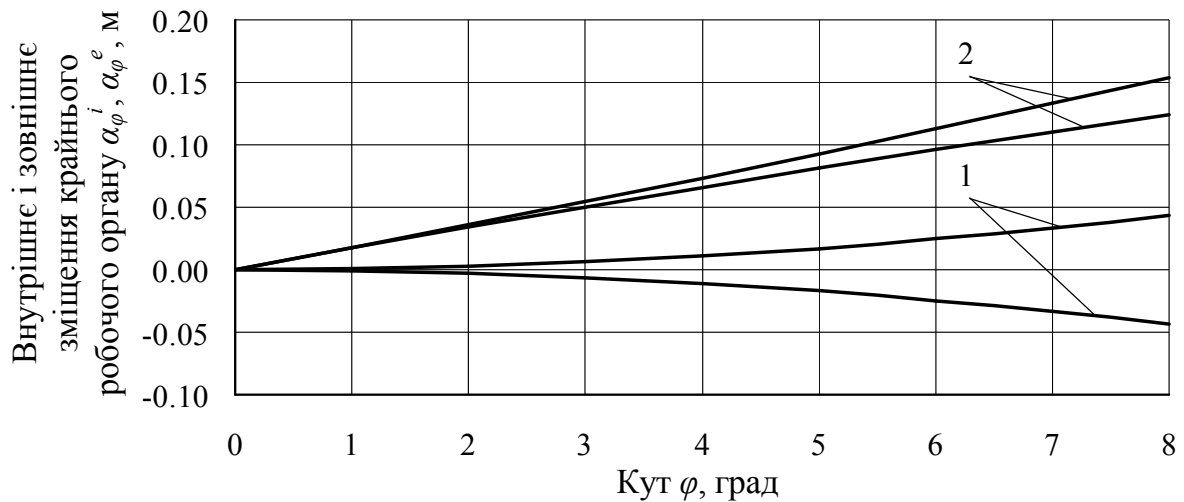


Рисунок 3.7 – Внутрішнє α_φ^i (більше значення функції) і зовнішнє α_φ^e (менше значення функції) зміщення крайнього робочого органу в залежності від кутового відхилення φ МТА при різній величині його транспортної колії:

$$1 - B = 5,6 \text{ м}; 2 - B = 9,8 \text{ м}$$

А в залежності від кутового відхилення φ МТА при різній величині його конструктивного параметру l представлено на рис. 3.8.

З рис. 3.7 і рис. 3.8 випливає, що різниця у зміщеннях крайніх робочих органів зростає із збільшенням транспортної колії B , конструктивного параметра l і кута відхилення φ . При невеликих значеннях вказаних параметрів різниця зміщень незначна. Тому, для широкозахватних МТА слід ураховувати фактор різниці зміщень робочих органів (особливо крайніх), який позначається на асиметричності розподілу.

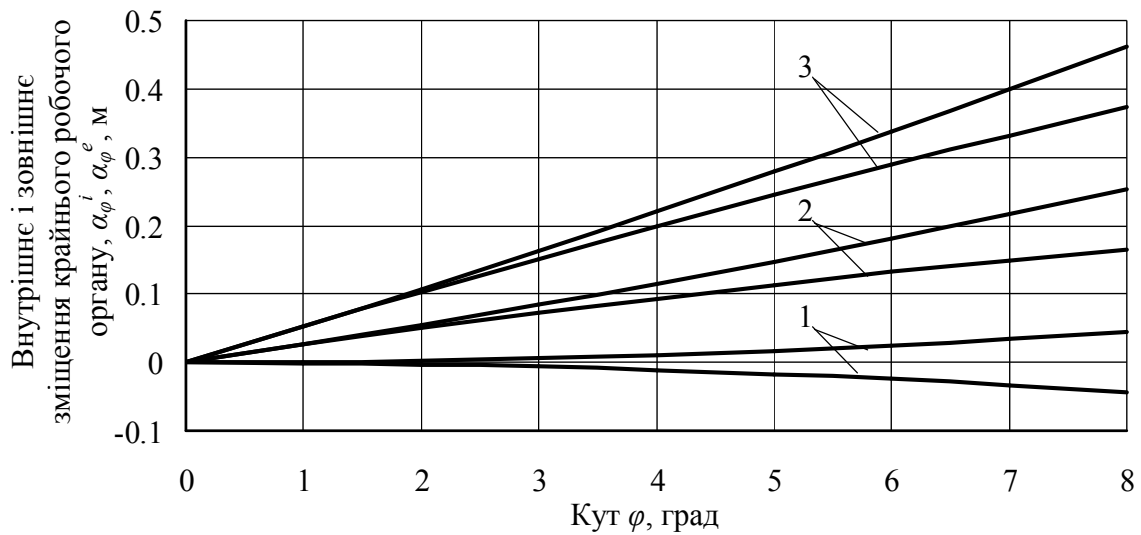


Рисунок 3.8 – Внутрішнє α_{φ}^i (більше значення функції) і зовнішнє α_{φ}^e (менше значення функції) зміщення крайнього робочого органу в залежності від кутового відхилення φ МТА при різній його віддаленості від кінематичного центра: 1 – $l = 0$ м; 2 – $l = 1,5$ м; 3 – $l = 3$ м

Водночас величину поперечного зміщення α_{φ}^i , за рис. 3.6, можна знайти у такий спосіб:

$$\alpha_{\varphi}^i = K_0 A \cdot \sin(\gamma), \quad (3.23)$$

де $K_0 A$ – хорда дуги по якій правий крайній орган знаряддя переміщується при відпрацюванні МТА кута повороту його керованих коліс.

З рис. 3.6 випливає, що:

$$\operatorname{ctg} \gamma = (L \cdot \operatorname{ctg} \alpha - b) / l, \quad (3.24)$$

де α – середній кут повороту керованих коліс трактора;

L – колісна база трактора.

Аналогічно можна визначити величину α_{φ}^e зміщення крайнього робочого органу МТА.

Оскільки кутові курсові коливання МТА, як правило, не перевищують $\varphi = 0 \dots 6$ град, то і діапазон середнього кута α повороту його керованих коліс також має бути $0 \dots 6$ град. Приблизно в цьому ж діапазоні має знаходитися і кут повороту робочих органів. Виходячи з цього теоретично встановлено, що зі збільшенням кута повороту керованих коліс трактора поперечні відхилення с.-г. робочих органів зростають (рис. 3.9).



Рис. 3.9 – Внутрішнє α_φ^i (1) і зовнішнє α_φ^e (2) зміщення крайнього робочого органу в залежності від кута α повороту керованих коліс трактора

З аналізу рис. 3.9 випливає, що зі збільшенням керуючого впливу (кута α) до 6 град внутрішнє зміщення крайнього робочого органу настільки велике, що переміщує його в захисну зону рядка культурної рослини. І, як наслідок, збільшує ймовірність його пошкодження цим робочим органом.

3.5 Обґрунтування технологічного процесу міжрядного обробітку просапних культур

Агротехнічні вимоги.

Міжрядний обробіток просапних культур виконують для боротьби з бур'янами та розпушування ґрунту. За допомогою міжрядного обробітку створюють мульчувальний шар на поверхні ґрунту, що запобігає утворенню ґрунтових тріщин, через які інтенсивно випаровується волога. Механічний обробіток міжрядь сприяє підвищенню водопроникності та поліпшує повітряний режим ґрунту.

Операції міжрядного обробітку дають змогу підтримувати верхній шар ґрунту у дрібногрудчковому стані. Це сприяє створенню в ньому найкращого водно-повітряного режиму і активізації мікробіологічних процесів.

Робочі органи культиваторів повинні повністю підрізати бур'яни в міжряддях, не виносити вологий шар ґрунту на поверхню поля, не пошкоджувати рослини понад 1-2%, не відхилятися від заданої глибини (для неглибокого обробітку це

становить 1 см, а для глибокого – 2 см). Підгортаючи рослини, робочі органи повинні утворювати рівний гребінь заданої висоти, вкриваючи дно і стінки борозни розпушеним ґрунтом.

При міжрядному обробітку з одночасним підживленням рослин відхилення дози внесення добрив від заданої не повинно перевищувати 15%, а нерівномірність висіву добрив між туковисівними апаратами повинна бути менше 5%. Допускається відхилення глибини загортання добрив від заданої до 3%, а пошкодження рослин при цьому не повинно перевищувати більше як 5%.

Періодичність проведення міжрядних обробітків та їх кількість залежать від структури і стану поверхневого шару ґрунту, ступеня і типу засміченості посівів, біологічних особливостей просапних культур, тривалості вегетаційного періоду. В умовах щільних ґрунтів, при сильній забур'яненості посівів і тривалому вегетаційному періоді кількість обробітків збільшується. Кожний наступний міжрядний обробіток проводять приблизно через 15-20 днів після попереднього. Ефективність обробітку підвищується, якщо його виконують невдовзі після дощу.

Глибина обробітку міжрядь просапних культур залежить від строків його проведення, фази розвитку рослин та вологості ґрунту. У посушливих зонах перший міжрядний обробіток виконують на глибину 10-12 см, другий – на 8-10 см, а третій (якщо це необхідно) – на 6-8 см. У місцях достатнього зволоження ця послідовність необов'язкова, тому що ймовірність висушування ґрунту невисока.

Кінематика МТА.

При човниковому способі руху начіпних культиваторних агрегатів можливе здійснення грибоподібних поворотів заднім ходом із відкритою чи закритою петлею. Хоча реалізація цих поворотів вимагає дворазового переключення передачі, проте дає змогу зменшити ширину поворотної смуги приблизно на 40% і, відповідно, скоротити пошкодження рослин.

При здійсненні грибоподібного повороту заднім ходом із відкритою петлею довжину холостого ходу на повороті визначають за формулою [9]:

$$l_{\text{в.д.}} = (4,1...5)R + 2e, \quad (3.25)$$

а із закритою петлею:

$$l_{\text{в.д.}} = (5...5.5)R + 2e, \quad (3.26)$$

при однаковій мінімальній ширині поворотної смуги [9]:

$$A_{\text{min}} = 1,1R + 0,5\hat{A}_{\text{а.о.}} + \hat{a}, \quad (3.27)$$

де $B_{\text{шир}}$ - габаритна ширина культиватора, м.

Найменший допустимий радіус повороту начіпних просапних культиваторних агрегатів при швидкості руху 5 км/год становить [9]:

$$R_{\min} = (0,8-0,9)B_K \quad (3.28)$$

де B_K – конструктивна ширина захвату агрегату, м.

Мінімальний радіус повороту (R_{\min}) за рівнянням (3.20) дорівнюватиме [9]:

$$R_{\min} = 0,9 \cdot 8,4 = 7,56 \text{ м}.$$

Довжина виїзду агрегату (e) – відстань, на яку слід перемістити від контрольної лінії центр агрегату з тим, щоб запобігти огріхам, пошкодженню рослин тощо:

$$e = L + l_K \quad (3.29)$$

$$e = 2,76 + 1,78 = 4,54 \text{ м}.$$

Мінімальний розмір ширини поворотної смуги (E_{\min}) в такому випадку дорівнюватиме:

$$E_{\min} = 1,1 \cdot 7,56 + 0,5 \cdot 8,4 + 4,54 = 17,1 \text{ м}.$$

Тоді довжина холостого ходу агрегату на повороті становитиме:

$$l_{\text{в.д.}} = 5 \cdot 7,56 + 2 \cdot 4,54 = 46,88 \text{ м}.$$

Для того, щоб після обробітку основної ділянки поля обробити цілим числом проходів агрегату і поворотні смуги, дійсний їх розмір (E) повинен бути кратним ширині захвату агрегату (B_p). Тобто

$$E_{\min} < E = k \cdot B_p \quad (3.30)$$

де k – найменше із можливих ціле число.

$$k = \frac{17,1}{8,4} = 2,03 \text{ м}.$$

Тому отримане значення E узгоджують з вимогою (3.30).

$$E = 2 \cdot 8,4 = 16,8 \text{ м}.$$

Кінематика повороту запропонованого нами культиваторного агрегату за даними розрахунків (див. табл. 3.2) представлена на рис. 3.10. Реалізація такого способу повороту МТА дозволяє зменшити ширину поворотної смуги приблизно на 40% і, відповідно, скоротити пошкодження рослин.

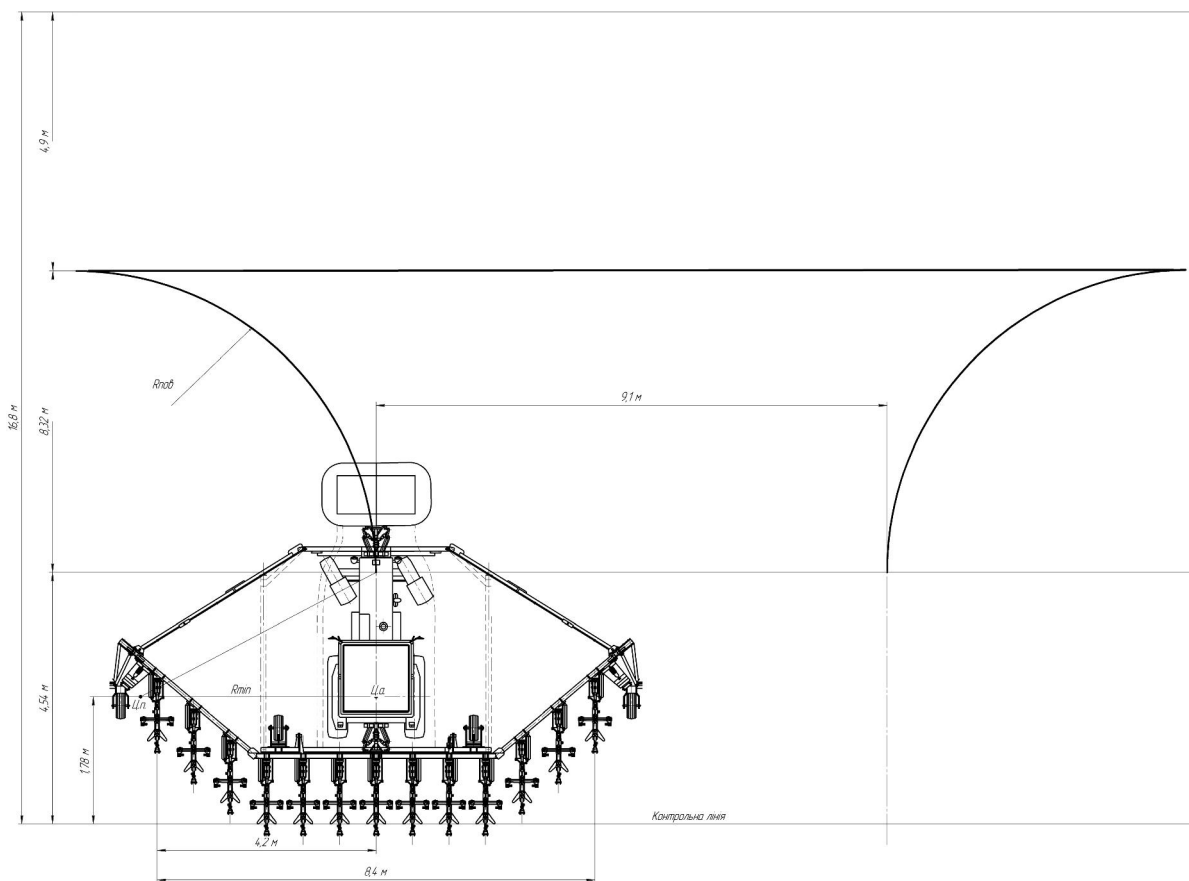


Рисунок 3.10 – Кінематичні параметри культиваторного МТА при здійсненні ним грибоподібного повороту заднім ходом із відкритою петлею

Експлуатаційна характеристика агрегату.

Таблиця 3.3 – Експлуатаційні показники культиваторного агрегату

Марка складових МТА		Робоча ширина захвату, B_p , м	Швидкість руху, км/год.	Продуктивність, га/год.	Витрати пального, кг/га	Витрати праці, люд.-год./га	Коефіцієнт використання часу	Експлуатаційні витрати, грн./га
трактор	с.-г. машина							
Білорус-1221	ALT AIR-8,4	8,4	1,0	0,9	1,68	1,17	0,78	59,2

Підготовка агрегату до роботи.

Оскільки міжрядний обробіток ставить жорсткі вимоги до точності водіння агрегату, прямолінійності його руху, курсової стійкості і маневрованості, то в тракторах класу 1,4 перевіряють і регулюють сходження коліс, добиваються визначеного тиску в їх шинах. Для кращого копіювання рельєфу поля по ширині захвату в механізмі навішування вилки розкосів з'єднують із поздовжніми тягами через прорізи, а самі поздовжні тяги повністю блокують від поперечних зміщень.

Для поліпшення керованості трактора довантажують його передню вісь шляхом кріплення в передній частині тягарів визначеної маси залежно від марки трактора і агрегованих культиваторів. Тягарі із задніх коліс знімають.

Для виконання робіт із догляду за посівами просапні культиватори комплектують відповідними наборами робочих органів: прополювальними, універсальними стрілчастими і долотоподібними лапами, підживлювальними ножами, лапами-полічками КРН-52 і КРН-53 (правими та лівими), ротаційними голчастими дисками КРН-28, прополювальними борінками КРН-38 (КЛТ-38) і захисними пристроями КРН-29.

Культиватор для міжрядного обробітку готують на спеціальному розмічувальному майданчику з нанесеними осями агрегату, розміщенням секцій на рівновіддалених відстанях від умовних рядків та позначеннями захисних зон рядка. Робочі органи встановлюють на задану глибину обробітку, а леза стрілчастих і плоскорізальних односторонніх лап на всій довжині мають торкатися поверхні майданчика.

Для забезпечення рівномірності глибини обробітку і більш вирівняної поверхні ґрунту універсальні стрілчасті лапи розміщують у секціях попереду плоскорізальних. Підживлювальні ножі в схемах із стрілчастими лапами встановлюють у першому ряду.

Прохід стрілчастої лапи дає змогу розробити слідові борозенки за підживлювальними ножами. Робочі органи в напрямку руху агрегату розміщують на максимальній відстані один від одного, наскільки дозволяє довжина гряділя. Це поліпшує схід ґрунту з поверхні робочих органів й запобігає можливим відмовам через нагромадження в просторі між стояками підрізаної рослинної маси бур'янів.

Крайні секції культиватора для обробітку стикових міжрядь комплектують не повним комплектом робочих органів. При цьому стикові міжряддя обробляють на всій площі за два проходи агрегату – в прямому і зворотному напрямках.

Підготовка поля до роботи.

Підготовка поля включає:

- огляд поля з метою усунення перешкод;
- вибір напрямку та способу руху агрегату;
- розмітку поворотних смуг за допомогою вішок, позначення лінії першого проходу агрегату;

- розмітку загонів;

Режим роботи агрегату.

Нециклові елементи часу зміни в кількісному розумінні негативно впливають на продуктивність агрегату, а тому бажано використовувати всі можливості для їх зменшення, але не повної ліквідації (лише за винятком).

Витрати часу на заїзди-виїзди (t_{3B}) приймаються до 2...3 хв., так як мається на увазі, що агрегат знаходиться на краю поворотної смуги і необхідно лише заїхати на початок робочого ходу.

Витрати часу на переїзди ($t_{ПЕР}$) орієнтовно можуть прийматися в межах 5...7 хв., а при необхідності розраховуються [9]:

$$t_{IAD} = \frac{60 \cdot L_{IAD}}{V_{IAD}}, \quad (3.31)$$

де $L_{ПЕР}$ - середня відстань переїзду, км;

$V_{ПЕР}$ - середня транспортна швидкість агрегату, км/год.

$$t_{IAD} = \frac{60 \cdot 4}{16} = 15 \text{ хв.}$$

Час на підготовчо-заклучні роботи ($t_{ПЗ}$) залежить від складності агрегату і, в багатьох випадках, може знаходитись в межах 5... 10 хв.

Витрати часу на зупинки агрегату за випадковими технологічними причинами ($t_{ОЧ}$) залежать від технологічної надійності агрегату і умов роботи. З деяким припущенням можна запланувати в межах 2...5 % від часу зміни, тобто 8...20 хв.

Час на фізіологічні необхідності (t_{ϕ}) регламентується і становить 15...20 хв.

Витрати часу па технічне обслуговування агрегату (в період зміни) ($t_{ТО}$) також регламентуються і повинні бути в межах 10...15 хвилин.

Витрати часу на контроль якості виконання технологічного процесу ($t_{ЯК}$) в значній мірі залежать від технологічної операції і можуть складати 10...20 хв.

Витрати часу на технологічне обслуговування МТА (заправлення технологічним матеріалом – мінеральними добривами) можна розрахувати за рівнянням:

$$t_{\text{запр}} = N_{\zeta} \cdot t_{1\text{запр}}, \quad (3.32)$$

де $t_{1\text{запр}}$ - час на одне заправлення мінеральними добривами культиватора, хв. З достатньою точністю цю величину можна прийняти на рівні 8 хв;

N_{ζ} - кількість заправлень культиватора мінеральними добривами протягом зміни:

$$N_{\zeta} = \frac{\dot{O}_{ini}}{t_{l\zeta}}, \quad (3.33)$$

де \dot{O}_{ini} - час основної роботи агрегату, год;

$t_{l\zeta}$ - час роботи агрегату при одному його заправленні мінеральними добривами, год.

$$N_{\zeta} = \frac{6}{1,5} = 4 \text{ за } \delta \hat{a}$$

Тоді сумарний час, який витрачається на заправлення агрегату мінеральними добривами дорівнюватиме

$$t_{\text{заправа}} = 4 \cdot 8 = 32 \delta \hat{a}$$

Витрати часу на один цикл ($t_{\text{Ц}}$) визначаються, хв.:

$$t_{\text{Ц}} = (t_D + t_{\text{ПВ}}) \cdot n_{\text{ЦФ}}, \quad (3.34)$$

де t_D – витрати часу на робочий хід, хв.;

$t_{\text{ПВ}}$ - витрати часу на поворот, хв.;

$n_{\text{ЦФ}}$ - фактична кількість робочих ходів за цикл.

Витрати часу (хв.) на робочий хід агрегату визначаються:

$$t_D = 0,06 \cdot \frac{L_P}{V_P}, \quad (3.35)$$

$$L_P = L - 2 \cdot E, \quad (3.36)$$

де: L , L_P - відповідно довжина поля і робочого ходу агрегату, м;

E - ширина поворотної смуги, м.

$$L_P = 800 - 2 \cdot 16,8 = 766,4 \text{ м.}$$

$$t_D = 0,06 \cdot \frac{766,0}{9,0} = 5,1 \text{ хв.}$$

Визначивши довжину траєкторії повороту і швидкість руху на повороті розраховуються витрати часу на поворот агрегату ($t_{\text{ПВ}}$):

$$t_{\text{ПВ}} = 0,06 \cdot \frac{L_X \cdot \delta}{V_X}, \quad (3.37)$$

де V_X - швидкість руху агрегату на поворотах, км/год.;

L_X - довжина шляху при повороті, м.

$$t_{\text{ПВ}} = 0,06 \cdot \frac{46,88}{7,2} = 0,39 \text{ хв.}$$

Площа обробітку за один прохід агрегату (га) розраховується:

$$S_{1P} = \frac{L_P \cdot B_P}{10^4}, \quad (3.38)$$

де B_P – робоча ширина захвата агрегату, м.

$$S_{1P} = \frac{766,4 \cdot 8,4}{10^4} = 0,64 \text{ га.}$$

Продуктивність агрегату.

Продуктивність агрегату за годину змінного часу (га/год.) може також розраховуватись за формулою:

$$W_{\dot{C}} = 0,1 \cdot \hat{A}_D \cdot V_P \cdot T_P \cdot \tau, \quad (3.39)$$

де T_P - час чистої роботи агрегату за період зміни при прийнятому режимі, хв. (год.).

$$W_{\tilde{a}\tilde{a}} = 0,1 \cdot 8,4 \cdot 9 \cdot 0,78 = 5,9 \text{ га/год.}$$

$$W_{\dot{C}} = 5,9 \cdot 7 = 41,3 \text{ га/зм.}$$

Коефіцієнт використання часу зміни (τ) представляє собою відношення:

$$\tau = \frac{\dot{O}_D}{\dot{O}_{\dot{C}\dot{O}}} . \quad (3.40)$$

$$\tau = \frac{325}{420} = 0,78 .$$

Витрати палива агрегатом оцінимо за даними питомої витрати палива двигуном трактора:

$$Q_i = q_{\dot{o}} \cdot N_e, \quad (3.41)$$

де $q_{\dot{o}}$ – норма питомих витрат палива двигуном трактора на одиницю потужності, г/кВт·год. Для трактора Білорус-1221 $q_{\dot{o}} = 229\tilde{a} / \hat{e}\hat{A}\dot{o} \cdot \tilde{a}\tilde{a}$.

$$Q_i = 10^{-3} \cdot 229 \cdot 69 = 15,8\hat{e}\tilde{a} / \tilde{a}\tilde{a}.$$

Середні питомі витрати палива на 1 га виконаної роботи дорівнюватимуть:

$$q_i = \frac{Q_i}{W_{\tilde{a}\tilde{a}}} . \quad (3.42)$$

$$q_i = \frac{15,8}{5,9} = 2,68\hat{e}\tilde{a} / \tilde{a}\tilde{a}.$$

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Склад нормативних документів та вимоги до механізованих технологічних процесів у рільництві

Головним нормативним документом є ДНАОП 2.0.00-1.01-00 - Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві, затвердженим Наказом Держнаглядохоронпраці від 11.08.2000 № 202.

Вимоги до технологічних процесів

1. Технологічні процеси вирощування, збирання та первинної обробки продукції рослинництва повинні відповідати типовим технологіям, затвердженим власником.

2. При розробці нових технологій вирощування, збирання та первинної обробки продукції рослинництва безпека працівників повинна забезпечуватися вимогами, викладеними в ДНАОП 2.0.00-1.01-00, а також через:

- усунення прямого контакту працівників із протруєним насінням під час завантаження у транспортні засоби, доставки на поле, завантаження сівалок і саджалок;

- забезпечення трактористу-машиністу з кабіни оглядовості робочих органів начіпних сільськогосподарських машин;

- застосування сільськогосподарських машин з автоматичним приєднанням до енергетичних засобів;

- передбачення візуальної та звукової сигналізації, які б забезпечували узгоджені та безпечні дії спільно працюючих агрегатів та машин;

- погодженість роботи агрегатів, яка унеможлиблює виникнення небезпек.

Вимоги до виконання робіт з обробітку ґрунту і догляду за посівами.

1. Механізовані роботи з обробітку ґрунту та догляду за посівами необхідно проводити відповідно до вимог технологічних (операційних) карт, експлуатаційної документації і цих Правил.

2. В зоні можливого руху маркерів або навісних машин при розвороті машинно-тракторних агрегатів не повинні знаходитися люди.

3. Завантаження культиваторів-підживлювачів добривами повинно проводитися за допомогою засобів механізації. Ручне завантаження дозволяється тільки при зупиненому посівному або садильному агрегаті, заглушеному двигуні

трактора, із застосуванням засобів індивідуального захисту і дотриманням гранично допустимих навантажень при переміщенні вантажів вручну.

4. Заміну, очищення і регулювання робочих органів навісних машин і знарядь, які знаходяться в піднятому стані, слід проводити після вжиття заходів, що запобігають їх самовільному опусканню.

5. Не допускається піднімання працівників на машини під час їх руху, а також спускання з них.

4.2 Виявлення закономірностей реалізації потенційної небезпеки за критеріями

Алгоритм рішення задачі.

Перший етап. Вибір технологічного процесу.

За темою дипломного проекту – міжрядний обробіток просапних культур.

Другий етап. Підбір нормативно-технічної документації.

Згідно до наявного переліку нормативно-технічної документації і технічної літератури вибираються ті документи і джерела, що безпосередньо відносяться до технічного процесу.

- 1) ДНАОП 0.00 – 4.12 – 99 Положення про навчання питань охорони праці.
- 2) Інструкції на проведення робіт з міжрядної обробки на підставі типових інструкцій.

Третій етап. Визначення складу засобів технічного оснащення процесу і параметрів умов праці.

- 1) На даному етапі, на підставі практичного досвіду, методом експериментальної оцінки, підбираються оптимальний склад засобів технічного оснащення для проведення процесів міжнародної обробки.

Для проведення даного технологічного процесу, що включає різні операції, на мій погляд, необхідно такий склад технічного оснащення: рама культиватора з опорними колесами, набір культиваторних лап і стійок для міжрядної культивування і щільювання, підгортальники.

- 2) Характеристика умов праці.

Міжрядна обробка проводиться на полях з ухилом до 2,0% у період із квітня по серпень. При роботі трактора на полях з великим ухилом місцевості необхідно рухатися нагору або вниз по схилу, для запобігання перекидання трактора.

Тракторист повинний мати, при необхідності, засоби індивідуального захисту і працювати в спеціальному одязі, тому що трактор не має кабіни, і робітник сильно піддається впливу навколишнього середовища.

Четвертий етап. Установлення вимог стандартів до елементів системи.

На даному етапі виявлятися в основоположних стандартах, вимоги безпеки до елементів системи «організація праці – людина – виробниче середовище – машина».

При проведенні робіт необхідно мати і знати інструкцію для даного технологічного процесу. Працюючий повинний бути навчений, проінструктований і мати допуск для даного виду робіт, а також повинний мати засоби індивідуального захисту і спецодяг. Машина повинна бути обладнана: захисними кожухами на обертових елементах конструкції, засобами блокування, що виключають запуск двигуна при включеній передачі, надійною фіксацією навісного знаряддя в піднятому положенні, засобами пожежогасіння і першої медичної допомоги, надійним робочими і стоянковими гальмами, штучним освітленням і системою сигналізації. Організація праці також має велике значення, від неї залежить продуктивність праці і якість.

П'ятий етап. Визначення складу дії виконавця.

Основні дії виконавця під час підготовки і реалізації технологічного процесу можуть бути прийняті за відповідними картами праці або встановлені аналітичним шляхом. Для цього необхідно мати вихідні дані: характеристики елементів системи; порядок комплектації агрегату; зміст елементів, які складають операцію; приблизний час виконання роботи. Загальна тривалість роботи не повинна перевищувати встановлений час зміни.

Перед початком робіт необхідно оглянути трактор, перевірити наявність палива в баці, масла двигуна, коробку зміни передач, задній міст, а також тиск у шинах. Після запуску двигуна необхідно навісити знаряддя, розставити робочі органи і виставити глибину обробки. Після чого можна приступати до виконання робіт.

Таблиця 4.1 – Часовий характер робіт і дії виконавця

Характер робіт і дії виконавця	Тривалість, хв.
Перевірити наявність палива в баці, рівень масла в двигуні, КПП і задньому мосту	10
Навішати раму культиватора на трактор	5

Зробити розміщення лап у залежності від виконуваної операції, і відрегулювати культиватор на задану глибину обробки	15
Переїзд від площадки місця базування до місця виконання робіт.	20
Виконання міжрядної обробки згідно технологічного процесу, витримуючи агрономи	Згідно тех. карти
Переїзд з місця роботи на площадку збереження сільськогосподарської техніки	10
Очищення робочих органів, рами культиватора і трактора від землі, пилу і рослинних залишків	5
Зняти раму культиватора з навішення трактора	5
Переїзд трактора з площадки збереження сільськогосподарської техніки до місця стоянки трактора	5

Шостий етап. Ранжирування факторів по рівнях небезпеки.

Значення рангу небезпеки фактора – це важлива початкова інтегрована інформація для встановлення критеріїв першочергового прийняття обґрунтованих рішень по виключенню або зниженню дії тих або інших факторів.

Ранжирування факторів виконується на основі властивостей факторів, прогнозованих реакцій людини на вплив небезпечних факторів, що відповідають статистичним даним про випадки травматизму і захворювань, допустимому шкоді здоров'ю і життю виконавця операції.

Фактори по рівнях небезпеки ранжируються по трьох класифікаційних групах: I – особливо небезпечні (ОН); II – інтенсивні (І); III – помірні (П), які у свою чергу бувають тривалі (Т) і короткочасні (К).

У загальному плані зв'язок між рангом небезпеки фактора і припустимою шкодою здоров'ю конкретного виконавця знаходиться в прямої залежності з можливими властивостями.

Звичайно імовірність появи події – це відносна імовірність, що дорівнює частоті появи цієї події на якому-небудь відрізку часу на фоні суми частот інших випадків. Для виявлення поставленої мети можна використовувати таку рекомендацію: летальний результат (ЛР) і інвалідність першої групи може наступити при дії на виконавця (ОН) і (І) факторів; інвалідність II и III групи – при

дії (I) факторів. Інвалідність III групи, а також видужання при дії помірних (II) факторів.

Результати аналітичної діяльності у процесі ранжирування факторів заносяться до таблиці 4.2.

Таким чином, запропоновані заходи повинні сприяти зниженню потенціалу небезпеки і шкідливості при виконанні міжрядної обробки на даній конструкції агрегату.

Таблиця 4.2 - Вихідна інформація і ранги небезпеки факторів

Тимчасовий характер роботи і дій виконавця процесу	Назва фактора небезпеки	Реакція організму на фактор небезпеки	Припустимий вид шкоди			Ранг небезпеки			
			ЛР	Група інвалідності	Виду жання	ОН	І	П	
								Т	К
Перевірити наявність палива в баці, мастила в КПП і задньому мосту	Витік палива	Термічні опіки	-	+	-	-	+	-	-
	Пари палива в баці	Опіки дихальних шляхів	-	+	-	-	+	-	-
		Термічні опіки	-	+	-	-	+	-	-
Навісити раму культиватора на трактор	Падіння рами	Переломи	-	+	-	-	+	-	-
	Гострі кромки	Порізи	-	-	+	-	-	+	-
Настроювання культиватора	Несправний інструмент	Забиті місця	-	-	+	-	-	+	-
		Порізи	-	-	+	-	-	+	-
	Гострі кромки	Порізи	-	-	+	-	-	+	-
	Обертаюча ланцюгова передача	Травми від захвату	-	+	-	-	+	-	-
	Несправність стоянкових гальм	Травми від наїзду трактора	-	+	-	-	+	-	-
Переїзд до місця виконання робіт	Несправність гальмової системи	Травми різного ступеня ваги	-	+	-	-	+	-	-
	Великий люфт у рульовому керуванні	Забиті місця	-	-	+	-	-	+	-
		Травми	-	-	+	-	-	+	-
		Переломи	-	+	-	-	+	-	-
	Витік палива	Опіки	-	+	-	-	+	-	-
	Можливість утворення іскри	Опіки	-	+	-	-	+	-	-
	Розрив шин	Переломи	-	+	-	-	+	-	-
Погане кріплення коліс	Переломи	-	+	-	-	+	-	-	

Тимчасовий характер роботи і дій виконавця процесу	Назва фактора небезпеки	Реакція організму на фактор небезпеки	Припустимий вид шкоди			Ранг небезпеки			
			ЛР	Група інвалідності	Виду жання	ОН	І	П	
								Т	К
Підвищена вібрація	Захворювання	–	+	–	–	+	–	–	
Підвищений шум	Захворювання	–	+	–	–	+	–	–	

4.3 Вимоги безпеки під час експлуатації культиваторного агрегату

Технічний стан ґрунтообробних машин і пристроїв 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 знаряддях повинні бути затягнуті і зафіксовані.

Перед початком руху агрегату, включенням гідросистеми або валу відбору потужності (ВВП) трактора необхідно подати сигнал (отримати зворотній сигнал, якщо агрегат обладнаний 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 (культиватором) 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) агрегатуємої машини, кріплення і роботу робочих органів.

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

При заправці машин пиловидними добривами необхідно розташовувати заправник 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 ґрунтообробний агрегат з працюючим двигуном трактора. При тривалій зупинці агрегату необхідно його загальмувати, опустити робочі органи і виключити двигун.

Найбільш небезпечною операцією при обслуговуванні ґрунтообробних машин і механічному обробітку ґрунту (культивация) являється очищення робочих органів, тому її потрібно проводити при зупиненому агрегаті, опущених робочих органах і в рукавицях з застосуванням спеціальних чистиків.

Керувати робочими органами культиватора, а також переводити їх в робоче або транспортне положення необхідно тільки з кабіни трактора. При заміні робочих органів (лап та ін.) рама навісної машини повинна бути установлена на надійні підставки.

Заходи безпеки в аварійних ситуаціях.

При несправності агрегату негайно його треба зупинити.

Якщо стався нещасний випадок, повідомити адміністрацію. Потерпілому надати першу долікарську допомогу, Місце нещасного випадку зберегти без змін до повного розслідування.

Вимоги безпеки після закінчення робіт.

Вигнати агрегат із загінки і, по затвердженим у господарстві маршрутам руху, поставити його на місце стоянки. Заглушити двигун, загальмувати трактор, у

холодний період року злити воду і впевнитись, що вона повністю витекла з системи охолодження.

Очистити агрегат від бруду, пилу, рослинних решток. Оглянути та усунути виявлені недоліки.

Зняти одяг, вмитися, по-можливості прийняти душ.

4.4 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Захист життя та здоров'я населення в умовах НС та під час ліквідування їх наслідків є загальнодержавним завданням обов'язковим для вирішення усіма територіальними, відомчими та функційними органами управління та регулювання, службами та формуваннями, а також підсистемами та структурними підрозділами, що входять до ЄСЦЗ.

Захист населення у НС забезпечують готуванням до захисту і самим захистом населення:

- зниженням імовірності виникнення та зменшення масштабів НС;
- локалізуванням, блокуванням, зменшенням часу впливу, масштабів та послабленням дії уражальних чинників джерел НС в осередках ураження;
- зниженням небезпеки ураження населення у НС за умови виконання спеціальних заходів щодо розселення людей із зони ураження;
- раціональним розміщенням об'єктів підвищеної небезпеки;
- улаштуванням систем раннього виявлення НС та оповіщення людей у разі їх виникнення на об'єктах підвищеної небезпеки;
- удосконаленням технологічних процесів;
- підвищенням надійності технологічного обладнання та експлуатаційної надійності систем контролю і технічної діагностики виробничих процесів та технологічного обладнання;
- своєчасним оновленням виробничих фондів;
- раціональним плануванням та забудовуванням міст, інших населених пунктів та будуванням споруд і будівель стійких у НС;
- підвищенням стійкості функціонування систем водо-, газо-, електропостачання та об'єктів життєзабезпечення;
- організуванням і проведенням навчання населення діям у НС згідно з ДСТУ 5058;

- удосконалення системи моніторингу навколишнього середовища, розширенням та підвищенням її інформаційної здатності;

- організуванням та проведенням заходів щодо захисту персоналу об'єктів підвищеної небезпеки та населення, що проживає поблизу під час дії уражальних чинників НС та проведенням аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт щодо усунення небезпеки для життя і здоров'я людей;

- ліквідуванням наслідків НС та медико-психологічним захистом населення.

Заходи щодо захисту населення у разі виникнення НС треба планувати і провадити в обсягах, що дозволяють максимально послабити дію впливів уражальних чинників джерел надзвичайних ситуацій.

Загроза життю та здоров'ю населення в умовах НС може виникати у випадку:

- безпосереднього впливу на людей уражальних чинників джерел НС;

- надходження у навколишнє природне середовище концентрованої енергії, речовин та препаратів, небезпечних для життя і здоров'я людей;

- руйнування енергонасичених та інших об'єктів підвищеної небезпеки, установок та технічних систем;

- руйнування або пошкодження об'єктів та систем життєзабезпечення населення;

- забруднення навколишнього середовища радіоактивними та небезпечними хімічними речовинами.

Захисту, у разі загрози життю та здоров'ю, підлягає усе населення на конкретних територіях, з урахуванням чисельності і особливостей основних категорій та груп людей: демографічних (вік, стать), залежно від стану здоров'я (рівень загального опору організму дії екстремальних чинників та несприятливих умов життя та побуту, фізична та психологічна спроможність до колективних і самостійних захисних дій та використання засобів індивідуального захисту тощо).

4 Запобіжні заходи щодо захисту населення в умовах НС треба планувати та провадити диференційовано відповідно до видів та рівнів НС на конкретних територіях та з урахуванням:

- насичення цих територій промисловими об'єктами;

- наявності номенклатури, потужності та розташування об'єктів підвищеної небезпеки;

- наявності гідротехнічних споруд;

- наявності об'єктів соціальної інфраструктури;
- наявності захисних будівель і споруд та їх конструктивних особливостей;
- особливостей розміщення населення;
- кліматичних умов та особливостей місцевості.

Комплекс заходів щодо захисту населення в умовах НС треба формувати на основі розподіляння відповідних територій на зони відповідно до видів і рівнів імовірної природної та техногенної небезпеки, а саме:

- аналізування ймовірності виникнення НС на конкретній території;
- прогнозування характеру, масштабів, часу виникнення НС та тривалості їх дії;
- оцінювання можливих чинників ризику, інтенсивності формування та прояву уражальної дії джерел НС;
- оцінювання особливостей об'єктів господарювання на конкретній території за нормативно встановленими показниками і характеристиками;
- встановлення санітарно-захисних зон навколо об'єктів підвищеної небезпеки та у зоні НС відповідно до ідентифікованих показників небезпеки, які характеризують її рівень.

Для визначених зон НС та віднесених до них територій, об'єктів господарювання треба розробляти типові варіанти захисту населення і провадити заходи завчасної підготовки до дій в умовах НС.

Типові варіанти захисту населення повинні бути прийняті як основні під час розроблення робочого плану дій на відповідній території та об'єкті у конкретній НС, згідно з попередньо розробленими Паспортами та (або) Атласами ризику відповідних територій та об'єктів. У разі потреби план дій потрібно коригувати залежно від обставин.

Обсяги та терміни проведення комплексу заходів щодо захисту населення визначають за принципом мінімізування ризику, з урахуванням економічної можливості їх реалізації:

- раціональної витрати матеріальних та фінансових ресурсів;
- максимально ефективного використання існуючих виробництв, будівель, споруд та об'єктів інфраструктури, захисних та рятувальних засобів, пристосувань, профілактичних і лікувальних препаратів тощо.

Важливими заходами, що істотно оптимізують весь комплекс заходів щодо захисту населення є використання призначених для захисту населення

матеріальних засобів та об'єктів не лише для захисту, а також в інтересах забезпечення функціонування об'єктів економіки та життєзабезпечення населення.

Основні заходи захисту населення у надзвичайних ситуаціях.

Для організації захисту життя і здоров'я населення, зменшення матеріальних втрат та збитків нанесених навколишньому природному середовищу у разі загрози виникнення, або в умовах НС та під час ліквідування їх наслідків, силами і засобами ЄСЦЗ потрібно здійснювати такі основні заходи:

- оповіщення та інформування;
- спостереження та лабораторний контроль;
- укриття у захисних спорудах;
- здійснення заходів щодо евакуювання населення із зон НС;
- інженерний захист території;
- медичний захист населення та забезпечення епідемічного благополуччя в районах НС;
- психологічний захист;
- біологічний захист;
- екологічний захист;
- радіаційний та хімічний захист;
- проведення аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт;
- життєзабезпечення населення.

Оповіщення та інформування населення.

Оповіщення та інформування населення у разі загрози виникнення та в умовах НС є основним принципом та головним і невід'ємним елементом усієї системи заходів щодо його захисту, яке провадять:

- оперативним доведенням до відома населення інформації щодо ймовірності виникнення або виникнення НС через системи оповіщення;
- завчасним створенням та організаційно-технічним поєднанням постійно діючих локальних систем спостереження, контролювання, оповіщення та інформування населення;
- використанням мереж зв'язку, радіомовлення, телебачення та інших технічних засобів передавання інформації, незалежно від форм власності та підпорядкування.

Спостереження та лабораторний контроль.

Спостереження та лабораторний контроль потрібно провадити:

- створюванням та підтриманням у постійній готовності загальнодержавної і територіальних систем спостереження та лабораторного контролю;

- організуванням системи збирання, аналізування та передавання інформації щодо стану навколишнього природного середовища, забруднення харчових продуктів, продовольчої сировини, фуражу та води радіоактивними, хімічними речовинами та збудниками інфекційних хвороб.

Укриття в захисних спорудах.

Для забезпечення укриття населення в містах, селах та селищах, завчасно створюють фонд захисних споруд:

- а) комплексним освоєнням підземного простору міст і населених пунктів для взаємопогодженого розміщення у ньому споруд і приміщень соціально-побутового, виробничого та господарського призначення з урахуванням потреби в пристосуванні і використуванні частини приміщень для захисту населення, а саме:

- підвальних приміщень будинків, що будують, та в існуючих будинках і споруд різного призначення;

- існуючих і таких, що будують, окремо розташованих заглиблених споруд різного призначення;

- метрополітенів;

- підземних гірничих виробок, печер та інших підземних виробок;

- б) пристосуванням під захисні споруди приміщень у цокольних і наземних поверхах існуючих і таких, що будуються, будинках та спорудах;

- в) будуванням окремо розміщених захисних споруд;

- г) масовим будуванням, у разі загрози виникнення НС, швидкозбудованих та найпростіших сховищ та укриттів.

Потребу у фондї захисних споруд визначають необхідністю укриття:

- працівників найбільшої працюючої зміни підприємств, незалежно від форми власності та відомчої належності;

- нетранспортабельних хворих лікувальних закладів, які не підлягають евакууванню або не можуть бути евакуйовані в безпечне місце у разі виникнення НС;

- всього працюючого та непрацюючого населення населених пунктів, яке не може бути евакуйовано в безпечне місце у разі НС.

У сховищах передбачають укриття:

- працівників найбільшої працюючої зміни підприємств, розміщених у зонах можливих сильних руйнувань і продовжують свою діяльність в умовах НС, а також працюючої зміни чергового і лінійного персоналу підприємств, які забезпечують життєдіяльність міст та об'єктів, віднесених до відповідних груп (категорій) із цивільного захисту (цивільної оборони);

- персоналу атомних електростанцій і працівників підприємств, які забезпечують функціонування цих станцій;

- нетранспортабельних хворих, а також медичного та обслуговувального персоналу лікувальних закладів, розміщених у зонах імовірних сильних руйнувань;

- працюючого та непрацюючого населення, яке проживає у містах, віднесених до груп із цивільного захисту (цивільної оборони), і яке не підлягає евакуюванню або не може бути евакуйоване в безпечне місце у разі виникнення НС.

Протирадіаційні укриття призначають для захисту:

- працівників найбільшої працюючої зміни підприємств (установ, організацій), розміщених за межею зон можливих сильних руйнувань та продовжують свою діяльність в умовах НС;

- населення, яке проживає у містах та інших населених пунктах, не віднесених до груп із цивільного захисту (цивільної оборони), а також населення, евакуйованого в міські та сільські поселення.

До споруд і приміщень підземного простору, які підлягають обстеженню щодо відповідності вимогам захисту і можливості їхнього використання для укриття населення, належать:

- тунелі (станційний метрополітен, автодорожний магістральний, автодорожний міський, пішохідний);

- камери (станцій метрополітену, переходи між станціями, депо залізничного транспорту, сховища, склади);

- колишні оборонні об'єкти, різні бази, підземні гірські виробки, печери та інші підземні порожнини різної призначеності;

- споруди котлованного типу (підземні торгові центри, підприємства громадського харчування, магазини, гаражі, автостоянки, паркінги, підземні переходи).

Здійснення заходів щодо евакуювання населення

Евакуювання населення треба провадити у випадку загрози виникнення НС, у разі неможливості задовольнити мінімально необхідні умови життєзабезпечення населення в зонах НС та у разі недостатнього забезпечення захисними спорудами у населених пунктах.

Евакуюванню підлягає населення, яке проживає в населених пунктах, перебуває в зонах імовірного катастрофічного затоплення, радіоактивного та хімічного забруднення, у районах виникнення стихійного лиха, аварій і катастроф, якщо виникає безпосередня загроза життю та здоров'ю людей.

Залежно від обставин, що трапилися у разі виникнення НС, треба проводити загальне або часткове евакуювання тимчасового або безповоротного характеру.

Евакуювати населення треба, організовуючи виведення та (або) вивезення основної його частини у розташовані поблизу безпечні райони міст та населених пунктів, які завчасно підготовлені і де створено мінімально необхідні умови для життєдіяльності евакуйованого населення.

Інженерний захист території.

З метою створення умов безпечного проживання населення на території з підвищеним техногенним навантаженням та ризиком виникнення НС розробляють та провадять такі заходи:

- проведення районування територій за наявністю об'єктів підвищеної небезпеки і виробництв та загрози виникнення небезпечних природних явищ та процесів, віднесення адміністративно-територіальних одиниць та об'єктів до відповідної категорії з цивільного захисту (цивільної оборони);

- врахування та реалізацію вимог інженерно-технічних заходів цивільного захисту під час розроблення містобудівної та проектної документації;

- врахування ймовірних проявів стихійних природних явищ і процесів та техногенних аварій і катастроф під час розроблення генеральних планів забудови населених пунктів і ведення місто-будування в умовах підвищеного ризику виникнення НС;

- врахування інженерно-технічних заходів захисту під час проектування, будування та експлуатування об'єктів господарювання, наслідки аварій на яких можуть створити загрозу життю та здоров'ю населенню та (або) завдати шкоди навколишньому середовищу;

- раціональне розміщення об'єктів підвищеної небезпеки з урахуванням імовірних наслідків аварій;
- розробляння і проведення заходів щодо безаварійного функціонування об'єктів підвищеної небезпеки;
- будування споруд, будівель, інженерних мереж і транспортних комунікацій із заданими рівнями безпеки та надійності;
- створення комплексних схем захисту населених пунктів та об'єктів у разі прояву небезпечних та стихійних природних явищ і процесів, організуванням будівництва протизсувних, проти-повенеких, протиселевих, протилавинних, протиерозійних та інших інженерних споруд спеціального призначення;
- проведення державної експертизи реалізації інженерно-технічних заходів щодо захисту населення під час розробляння генеральних планів забудови населених пунктів (у складі містобудівної документації), проектування, будування (реконструкції) об'єктів підвищеної небезпеки та інших об'єктів господарювання.

Медичний захист населення та забезпечення епідемічного благополуччя в районах надзвичайних ситуацій.

Для запобігання або зменшення ступеня ураження населення, своєчасного надання медичної допомоги постраждалим та їх лікування, забезпечення епідемічного благополуччя у зонах НС треба провадити такі заходи:

- використовувати існуючі сили та засоби закладів охорони здоров'я незалежно від форм власності та виду діяльності;
- розгортати в умовах НС необхідну кількість додаткових лікувальних закладів;
- своєчасно застосовувати профілактичні медичні препарати та санітарно-епідеміологічні заходи;
- контролювати якість харчових продуктів, продовольчої сировини, питної води та джерел водопостачання;
- завчасно створювати спеціальні медичні формування;
- накопичувати медичні засоби захисту, медичного та іншого спеціального оснащення і техніки; »
- навчати населення способам надання першої медичної допомоги, дотримуватися правил особистої гігієни та санітарії;

- контролювати стан навколишнього середовища, санітарно-гігієнічної та епідемічної ситуації;

- здійснювати санітарну охорону територій у зоні НС.

Заходи щодо медичного захисту населення організовують і здійснюють відповідно до планів медико-санітарного забезпечення населення в умовах НС або у разі загрози їхнього виникнення. Надання невідкладної медичної допомоги постраждалим в умовах НС здійснюють працівники медичних формувань Державної служби медицини катастроф, медичні працівники та особовий склад аварійно-рятувальних підрозділів, що володіють навичками надання першої медичної допомоги.

Психологічний захист.

Для запобігання або зменшення ступеня негативного психологічного впливу на населення та своєчасного надання ефективної психологічної допомоги в умовах НС провадять такі заходи:

- планують діяльність та використовують існуючі сили і засоби підрозділів психологічного забезпечення спеціально уповноваженого центрального органу виконавчої влади з питань цивільного захисту;

- своєчасно застосовують психопрофілактичні заходи;

- виявляють за допомогою психологічних та соціологічних методів чинники, що сприяють виникненню соціально-психологічної напруги;

- використовують сучасні технології психологічної підтримки для нейтралізування негативного впливу на населення.

Біологічний захист.

Захист населення від біологічного зараження охоплює проведення таких заходів:

- виявлення осередку біологічного зараження та оцінювання його рівня;

- прогнозування масштабів розвитку наслідків біологічного зараження;

- використання колективних та індивідуальних засобів захисту;

- введення режимів карантину та (або) обсервації (спостереження);

- знезаражування осередку біологічного зараження;

- проведення заходів екстреної та специфічної профілактики;

- дотримання протиепідемічного режиму суб'єктами господарювання, лікувальними закладами і населенням,

Екологічний захист.

Екологічний захист населення охоплює здійснення природоохоронних заходів, спрямованих на:

- захист родовищ (газових, нафтових, вугільних, торфових) від пожеж, затоплень, обвалів тощо;
- ліквідування лісових пожеж, буреломів, сніголамів, вітровалів тощо.

Радіаційний та хімічний захист.

Заходи з радіаційного та хімічного захисту населення охоплюють:

- виявлення та оцінювання радіаційної та хімічної обстановки;
- організування та здійснювання дозиметричного і хімічного контролю;
- розроблення типових режимів радіаційного захисту;
- забезпечення індивідуальними засобами захисту, приладами радіаційної та хімічної розвідки і дозиметричного контролю, організацію та проведення санітарного оброблення людей, спеціального оброблення одягу, оснащення, техніки та транспорту.

Виконання вимог радіаційного та хімічного захисту населення може бути забезпечено за умови:

- завчасного накопичення і підтримування в постійній готовності до використання засобів індивідуального захисту, приладів радіаційної та хімічної розвідки і дозиметричного контролю, забезпечення цими засобами та приладами, в першу чергу, особового складу аварійно-рятувальних формувань, працівників радіаційно та хімічно небезпечних об'єктів і населення, яке проживає з зонах ймовірного радіоактивного та (або) хімічного забруднення

- розроблення типових режимів радіаційного захисту населення;
- своєчасного впровадження у практику засобів і методів прогнозування;
- завчасного пристосовування об'єктів комунально-побутового обслуговування та інших об'єктів господарювання для проведення санітарного оброблення людей, спеціального оброблення одягу, майна і транспорту;

- надання населенню можливості придбання в особисте користування мінімально необхідних засобів індивідуального захисту;

- виявлення масштабів і наслідків радіаційних, ядерних та хімічних аварій.

Проведення аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт

Аварійно-рятувальні та інші невідкладні роботи проводять із метою пошуку і рятування людей, надання їм невідкладної медичної допомоги, локалізації та ліквідації осередків ураження, захисту і рятування матеріальних та культурних цінностей, відновлення життєзабезпечення постраждалого населення в умовах НС та під час ліквідування їх наслідків.

Комплекс аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт проводять відповідно до вимог ДСТУ 7093.

Життєзабезпечення населення.

Основною метою життєзабезпечення населення є задоволення фізіологічних, матеріальних і духовних потреб населення в умовах НС відповідно до встановлених норм.

У зонах НС потрібно організовувати життєзабезпечення населення та особового складу формувань, що залучені до участі в рятувальних та інших заходах.

До першочергових завдань життєзабезпечення населення належать: забезпечення населення водою, продуктами харчування, предметами першої необхідності, житлом, медичними послугами і засобами, комунально-побутовими послугами, транспортне та інформаційне забезпечення.

5 ОЦІНКА ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОНАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ МІЖРЯДНОГО ОБРОБІТКУ ПРОСАПНИХ КУЛЬТУР

Для оцінки економічної ефективності використання МТА в складі модернізованого культиватора ALTAIR-8,4 і універсально-просапного трактора класу 1,4 на міжрядному обробітку посівів соняшника порівнюємо економічні витрати з агрегатом у складі цього серійного культиватора і орно-просапного трактора класу 3.

За методику визначення показників економічного оцінювання культиваторного агрегату в складі ALTAIR-8,4 положимо ДСТУ 4397:2005 «Методи економічного оцінювання техніки на етапі випробовування». Цей стандарт поширюється на спеціалізовану сільськогосподарську техніку (далі за текстом – машини), призначену для виконання окремих операцій, трактори, транспортні засоби, універсальні самохідні машини, технологічні мобільні та стаціонарні комплекси. Стандарт встановлює загальні положення, показники економічного оцінювання та методи їх визначення на етапі випробування вказаних машин.

За базовий варіант культиваторного агрегату положимо МТА у складі трактора ХТЗ-16133 і культиватора ALTAIR-8,4.

За новий варіант культиваторного агрегату положимо МТА у складі трактора Білорус-1221 і модернізованого культиватора ALTAIR-8,4.

Річний економічний ефект від експлуатації нової машини з урахуванням кількості та якості продукції (E_p) у гривнях визначаються за формулою:

$$E_p = (П_б - П_н) \cdot B_3 + E_я, \quad (5.1)$$

де $П_б, П_н$ – сукупні витрати на га відповідно по базовій і новій машинах, грн/га;

B_3 – річний обсяг наробітку новою машиною в умовах певної природно-кліматичної зони, га;

$E_я$ – річний економічний ефект, отриманий за рахунок зміни кількості та якості продукції, грн.

Зональний річний обсяг наробітку новою машиною (B_3) в одиницях наробітку визначають за формулою:

$$B_3 = W_{ек} \cdot T_3, \quad (5.2)$$

де $W_{ек}$ – продуктивність нової машини за 1 год експлуатаційного часу, га/год.

T_3 – зональне річне навантаження машини, год.

$$B_{зб} = 350 \cdot 5,9 = 2065 \text{ га.}$$

$$B_{зб} = 350 \cdot 5,9 = 2065 \text{ га.}$$

Річний економічний ефект, отриманий за рахунок зміни кількості та якості продукції ($E_я$) у гривнях, визначається за формулою:

$$E_я = C_{ян} - C_{яб}, \quad (5.3)$$

де $C_{ян}$, $C_{яб}$ – вартість продукції, отриманої у разі застосування відповідно нової та базової машини протягом року, грн.

В дипломному проекті положимо, що за $E_я = 0 \text{ грн/га}$.

Вартість продукції, отриманої у разі застосування нової чи базової ($C_я$) у гривнях, визначають за формулою:

$$C_я = \sum_{j=1}^n \Pi_j \cdot V_j, \quad (5.4)$$

де Π_j – закупівельна ціна одиниці j -ї продукції, грн;

V_j – кількість j -ї продукції, одержаної у разі застосування нової чи базової машини, т.

Сукупні витрати (Π) у гривнях на га визначають за формулою:

$$\Pi = I + K \cdot E_n, \quad (5.5)$$

де I – прямі експлуатаційні витрати, грн/га;

K – питомі інвестиційні вкладення, грн/га.

Коефіцієнт ефективності капітальних вкладень (E_n) визначають за формулою:

$$E_n = C_б / 100, \quad (5.6)$$

де $C_б$ – ставка пільгового кредиту Національного банку України у відсотках, $C_б = 17,5\%$.

Прямі експлуатаційні витрати (I) у гривнях на га визначають за формулою:

$$I = Z + \Gamma + A + \Phi + M, \quad (5.7)$$

де Z – затрати на оплату праці обслуговуючого персоналу, грн/га;

Γ – затрати на паливно-мастильні матеріали та електроенергію, грн/га;

P – затрати на технічне обслуговування, поточне та капітальне ремонтування, грн./га;

A – затрати на амортизацію, грн./га;

Φ – затрати на допоміжні матеріали, грн./га;

M – затрати на зберігання, страхування та монтування, грн./га.

Затрати на оплату праці обслуговуючого персоналу (Z) у гривнях на га визначають за формулою:

$$Z = \frac{\sum_{i=1}^n L_i \cdot t_i \cdot r_i \cdot k_D \cdot n_i}{W_{3M}}, \quad (5.8)$$

де L_i – кількість i -ої категорії виробничого персоналу, зайнятого для виконання основного технологічного процесу, технічного обслуговування та ремонтування машини (визначаються за даними випробувань), люд;

t_i – тривалість зайнятості i -го виробничого персоналу, год;

r_i – погодинна тарифна ставка оплати праці на i -му виді робіт, грн./люд.год.;

k_D – коефіцієнт, що враховує доплати до годинної ставки за продукцію, класність, стаж роботи тощо;

n_i – коефіцієнт нарахувань на заробітну плату (пенсійний фонд, соціальне страхування, фонд сприяння зайнятості);

W_{cm} – продуктивність машини за годину змінного часу, га/год.

$$C_{\dot{a}} = \frac{49,8}{5,9} = 8,44 \text{ \$/год.}$$

$$C_{\dot{a}} = \frac{49,8}{5,9} = 8,44 \text{ \$/год.}$$

Затрати коштів на паливно-мастильні матеріали (Γ) у гривнях на га визначають за формулою:

$$\Gamma = q \cdot k_n \cdot C_n, \quad (5.9)$$

де q – питомі витрати палива, кг/га;

C_n – ціна одного літру палива грн/кг;

k_n – коефіцієнт, що враховує вартість мастильних матеріалів.

$$\Gamma_{\delta} = 2,77 \cdot 1,15 \cdot 29 = 92,38 \text{ грн/га.}$$

$$\Gamma_n = 2,68 \cdot 1,15 \cdot 29 = 89,38 \text{ грн/га.}$$

Затрати на капітальне, поточне ремонтування та технічне обслуговування (P) у гривнях на га визначають за формулою:

$$D = \frac{\hat{A} \cdot (r_{\dot{O}} + r_{\dot{E}})}{W_{\dot{a}\dot{e}} \cdot T_i}, \quad (5.10)$$

де r_T – коефіцієнт відрахувань на поточний ремонт та технічне обслуговування;

r_K – коефіцієнт відрахувань на капітальний ремонт;

T_n – нормативне річне завантаження, год.

$$D_a = \frac{1180000 \cdot (0,0712)}{1340} + \frac{177800 \cdot (0,0146)}{2065} = 63,96 \text{ \$/га}.$$

$$D_i = \frac{970000 \cdot (0,0638)}{1340} + \frac{212800 \cdot (0,0146)}{2065} = 47,69 \text{ \$/га}.$$

Затрати на амортизацію машини (A) у гривнях на га визначають за формулою:

$$A = \frac{B \cdot a}{W_{\text{зм}} \cdot T_3}, \quad (5.11)$$

де a – коефіцієнт відрахувань на амортизацію машини. Визначають за допомогою прямолінійного методу нарахування амортизації, тобто

$$a = 1 / n, \quad (5.12)$$

де n – термін служби в роках.

$$\dot{A}_a = \frac{1180000 \cdot (0,125)}{1340} + \frac{177800 \cdot (0,125)}{2065} = 120,84 \text{ \$/га}.$$

$$\dot{A}_i = \frac{970000 \cdot (0,105)}{1340} + \frac{212800 \cdot (0,125)}{2065} = 88,89 \text{ \$/га}.$$

Затрати на допоміжні технологічні матеріали (Φ) у гривнях на га визначають за формулою:

$$\Phi = \sum h_i \cdot C_{Ti}, \quad (5.13)$$

де h_i – питомі витрати i -го виду технологічного матеріалу, кг/га;

C_{Ti} – ціна одиниці i -го технологічного матеріалу, грн./кг.

Затрати на зберігання, страхування та монтування машин (M) у гривнях на га визначають за формулою:

$$M = \frac{\sum_{i=1}^n Z_{\text{п}} \cdot r_i \cdot n_i + C_{\text{д}} + S_{\text{ЗСМ}}}{W_{\text{ЕР}} \cdot T_3}, \quad (5.14)$$

де $Z_{\text{п}}$ – затрати праці i -ої категорії працівників на доскладання та монтування устаткування, люд.-год.;

$C_{\text{д}}$ – вартість матеріалів, які використані на доскладанні та монтуванні машини, грн.;

$S_{\text{ЗСМ}}$ – річні витрати на зберігання та страхування машини, грн.

$$\dot{M} = \frac{1180000 \cdot (0,03)}{1340} + \frac{177800 \cdot (0,03)}{2025} = 29,0 \text{ \$/га}.$$

$$\hat{I}_i = \frac{970000 \cdot (0,03)}{1340} + \frac{212800 \cdot (0,03)}{2025} = 24,8 \text{ \$/га}.$$

Питомі інвестиційні вкладення (K) у гривнях на га визначають за формулою:

$$K = \frac{B + K_{\text{БУД}}}{B_3}, \quad (5.15)$$

де $K_{\text{БУД}}$ – балансова вартість будівельної частини, необхідної для експлуатації машини, (вводиться в формулу за наявності різниці в обсягах будівельної частини нової та базової машини), грн.

$$\hat{E}_a = \frac{1180000 + 0}{1340} + \frac{177800 + 0}{2025} = 966,7 \text{ \$/га}.$$

$$\hat{E}_i = \frac{970000 + 0}{1340} + \frac{212800 + 0}{2025} = 826,93 \text{ \$/га}$$

Прямі експлуатаційні витрати (I) у гривнях на га складатимуть:

$$I_b = 8,44 + 120,84 + 63,96 + 92,38 + 29,0 = 314,6 \text{ грн/га.}$$

$$I_n = 8,44 + 88,88 + 47,68 + 89,38 + 24,8 = 259,2 \text{ грн/га.}$$

Сукупні витрати (Π) у гривнях на га складатимуть:

$$\Pi_b = 314,6 + 966,7 \cdot 0,175 = 483,8 \text{ грн/га.}$$

$$\Pi_n = 259,2 + 826,93 \cdot 0,175 = 403,9 \text{ грн/га.}$$

Річний економічний ефект від експлуатації нової машини у гривнях дорівнюватиме:

$$E_p = (483,8 - 403,9) \cdot 2065 = 164931,0 \text{ грн.}$$

Річний прибуток (O) від експлуатації нової машини у гривнях визначають за формулою:

$$O = (I_b - I_n) \cdot B_3 + E_p, \quad (5.16)$$

де I_b , I_n – прямі експлуатаційні витрати відповідно по базовій та новій машинах на одиницю виробітку, грн/га.

$$O = (314,6 - 259,2) \cdot 2065 = 114423,0 \text{ грн.}$$

Термін окупності додаткових інвестиційних вкладень на нову машину ($T_{\text{окд}}$) у роках визначають за формулою:

$$T_{\text{окд}} = \frac{\hat{E}_i}{\hat{I}}, \quad (5.17)$$

де K_n – сумарні інвестиційні вкладення відповідно у нову машину, грн.

$$T_{\text{окд}} = \frac{970000 + 212800}{114423} = 10,3 \text{ роки}.$$

Результати розрахунку прямих експлуатаційних витрат по елементах представлено в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Результати розрахунку прямих експлуатаційних витрат

Склад МТА за варіантом	Заробітна плата		Амортизація		Капітальне, поточне ремонтування, ТО		Паливо		Затрати на допоміжні матеріали		Затрати на зберігання, страхування та монтування		Всього
	грн/год	грн/га	%	грн/га	%	грн/га	кг/га	грн/га	т/га	грн/га	%	грн/га	
Базовий варіант													
ХТЗ-16133	49,8	8,44	12,5	110,1	7,12	62,69	2,77	92,4	0	0	3	26,42	314,6
ALTAIR-8,4			12,5	10,76	1,46	1,25						2,58	
Новий варіант													
Білорус-1221	49,8	8,44	10,5	76,01	6,38	46,18	2,68	89,4	0	0	3	21,72	259,2
ALTAIR-8,4 (модерн.)			12,5	12,88	1,46	1,50						3,09	

Результати обчислювання показників порівняльної економічної ефективності представлено в табл. 5.2.

Таблиця 5.2 - Показники порівняльної економічної ефективності нового культиваторного агрегату

Найменування показника	Варіант МТА		Відхилення (+,-)
	Базовий	Новий	
	ХТЗ-16133 + ALTAIR-8,4	Білорус-1221 +ALTAIR-8,4	
1	2	3	4
Балансова вартість агрегату, грн	1180000 + 177800	970000 + 212800	-175000
Продуктивність змінна, га/год	5,9	5,9	-
Зональний наробіток, год	350	350	-
га	2025	2025	-
Прямі експлуатаційні витрати, грн/га	314,6	259,2	-55,41
Сукупні витрати, грн/га	483,8	403,9	-79,87
Річна економія ресурсів (пальне), кг	-	185,85	-
Річний економічний ефект, одержаний за рахунок економії ресурсів, грн	-	5389,6	-
Річний економічний ефект від експлуатації нового агрегату, грн.	-	164931,0	-

1	2	3	4
Річний прибуток, грн.	-	114423,0	-
Термін окупності додаткових інвестиційних вкладень, роки	-	10,3	-

Результати розрахунків економічної ефективності свідчать, що використання модернізованого культиватора ALTAIR-8,4 з універсально-просапним трактором Білорус-1221 на міжрядному обробітку посівів просапних культур дозволить на кожному га оброблювальної площі заощаджувати 55,41 грн. За рахунок меншої вартості нового культиваторного агрегату в порівнянні з базовим на 175000 грн дозволить отримати річний економічний ефект в сумі 698481,0 грн. Затрати на придбання нового культиваторного агрегату при його річному зональному завантаженні окупляться за 10,3 років.

ВИСНОВКИ

1. Родючі ґрунти і кліматичні умови Запорізької області створюють благодатні умови для вирощування зернових і технічних культур, зокрема третина ріллі тут сьогодні відведена під вирощування соняшника. Догляд за посівами якого виконують шляхом 1-3 міжрядних обробітків культиваторами типу КРН-4,2А, КРН-5,6, КРН-8,4 або ALTAIR виробництва ПАТ «Ельворті».

2. Для реалізації ефективної 12-ти рядної системи вирощування просапних культур постає проблемне питання в агрегуванні культиватора ALTAIR-8,4 з трактором. Єдиним вітчизняним енергетичним засобом для його агрегування є орно-просапний трактор ХТЗ серії 160. але ж виробництво цього трактора нині і зовсім призупинено на ХТЗ ім. С. Орджонікідзе.

3. В роботі рекомендується агрегувати культиватор ALTAIR-8,4 з універсально-просапним трактором тягового класу 1,4 або 2. Для цього рекомендується:

- винести технологічні ємності окремо від культиватора і об'єднати їх в єдиний технологічний бункер для його розміщення попереду трактора;

- 7 секцій культиватора залишити приєднаними на центральному брусі позаду трактора, а решта 6 секцій розмістити по три на бокових секціях, шарнірно прикріплених під кутом до основної, з можливістю їх фіксації тягами за допомогою бруса, розміщеного на передній частині остова трактора;

- конструктивно передбачити можливість з'єднання бічних секцій в одну, що дозволить реалізувати блочно-модульний принцип створення сільськогосподарських машин.

4. Запропонований новий спосіб агрегування навісного культиватора-рослинопідживлювача, який включає з'єднання трактора з культиватором за допомогою тяг заднього навісного механізму першого і навіски останнього, прикріпленої до центрального бруса його рами, відповідно до запропонованої нами схеми, технологічні ємності культиватора окремо навішуються на передній навісний механізм трактора, а бокові секції культиватора з робочими органами і самоустановлювальними колесами приєднуються до центрального бруса під таким кутом до напрямку руху культиваторного агрегату, що центр опору їх крайніх робочих органів не виходить за межі поперечної осі, яка проходить через кінематичний центр трактора і додатково кріпляться силовими тягами, шарнірно з'єднуючи їх з передньою ланкою, прикріпленою до передньої частини остова трактора, при цьому додатково здійснюється дозування, транспортування і розподіл

мінеральних добрив від передненавішаних технологічних ємностей до задненавішаних туковисівних робочих органів.

Застосування запропонованого способу, на відміну від відомого, дозволяє покращити тягово-зчіпні властивості повнопривідного універсально-просапного трактора класичної компоувальної схеми, керованість і стійкість його руху.

5. Розрахунок необхідного рівня енергонасиченості трактора для його агрегування з новим культиваторним агрегатом показав, що при питомому тяговому опорі культиватора близько 1,6 кН/м необхідна маса трактора в діапазоні робочих швидкостей руху від 5 до 10 км/год не перевищує 4,0 т. Для виконання технологічної операції потрібен трактор тягової концепції. Оскільки необхідний рівень енергонасиченості трактора становить трохи більше 16 кВт/т. При цьому необхідна потужність двигуна повинна бути в межах 70-80 кВт. Вказаним вимогам задовольняє трактор Білорус-1221.

6. Аналіз результатів оцінки потенційної можливості баластування переднього моста тракторів Білорус-1221 показав, що за максимально можливим тиском у шинах коліс питомий тиск на ґрунт, який вони створюють, перевищує допустимий. Тому, слід зменшувати тиск в рушіях до значення 110-120 кПа. Але ж, за таким тиском максимальна маса баласту для переднього моста трактора відповідно 461 кг. В якості альтернативного варіанту вирішення проблеми баластування універсально-просапного трактора і можливості агрегувати навісний культиватор масою 1900 кг нами пропонується здвоювати колеса (передні та задні) на тракторі Білорус-1221.

7. Проведеними теоретичними дослідженнями встановленні залежності впливу конструктивних і кінематичних параметрів культиваторного МТА на величину поперечних зміщень культиваторних робочих органів, що дозволяє обґрунтувати величину захисної зони для культурних рослин, виходячи за умов щонайменшої ймовірності їх пошкоджуваності.

Аналізом моделювання цього процесу доведено, що при розстановці культиваторних робочих органів для широкозахватних МТА слід враховувати фактор різниці їх зовнішніх та внутрішніх зміщень. Так, для робочих органів, розташованих зовні, відносно геометричної осі рядка і кінематичного центру МТА, величина захисної зони повинна бути більшою, ніж для внутрішніх.

З позиції отримання щонайменших поперечних зміщень робочих органів в процесі роботи такі його параметри як ширина колії, амплітуди його кутових курсових коливань та віддаленість робочих органів від його кінематичного центру МТА мають бути якомога меншими. Доказом цього є той факт, що при ширині транспортної колії МТА на рівні 9,8 м і його амплітудах кутових коливань до 8 град, а також віддалені

робочих органів від його кінематичного центру на відстань 3 м, величина поперечних зміщень крайніх робочих органів становить 0,38...0,48 м. Практично це означає, що в процесі роботи робочі органи будуть потрапляти в зону розміщення рядка культурної рослини та знищувати їх при цьому. Тому автоматизація керування рухом МТА сприятиме зменшенню сукупності всіх кутових відхилень від заданого напрямку руху, що дозволить практично зменшити амплітуди поперечних зміщень робочих органів до 0,05 м, і, як наслідок, зменшити ймовірність підрізання рослин у рядку робочими органами, особливо крайніми.

8. Результат розрахунку експлуатаційних показників роботи нового культиваторного МТА показав, що за раціональною його швидкістю руху 9 км/год змінна продуктивність становитиме 5,9 га/год.

9. Результати розрахунків економічної ефективності свідчать, що використання модернізованого культиватора ALTAIR-8,4 з універсально-просапним трактором Білорус-1221 на міжрядному обробітку посівів просапних культур дозволить на кожному га оброблювальної площі заощаджувати 55,41 грн. За рахунок меншої вартості нового культиваторного агрегату в порівнянні з базовим на 175000 грн дозволить отримати річний економічний ефект в сумі 698481,0 грн. Затрати на придбання нового культиваторного агрегату при його річному зональному завантаженні окупляться за 10,3 років.

