

Центральноукраїнський національний технічний університет

Агротехнічний факультет

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

«Допущено до захисту»

Зав. кафедрою СГМ

к.т.н., професор

_____ Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

«___» _____ 2024 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА

**за другим (магістерським) рівнем вищої освіти
на тему:**

«Вдосконалення технології вирощування кукурудзи з
дослідженням культиватора для міжрядного обробітку ґрунту»

Виконав здобувач вищої освіти ІІ курсу,
групи АІ-23М-1

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

_____ Коваленко Вадим Володимирович

«___» _____ 2024 р.

Керівник роботи

доцент, канд. техн. наук

_____ Сергій ЛЕЩЕНКО

«___» _____ 2024 р.

Рецензент

доцент, канд. техн. наук

_____ Іван СКРИННІК

«___» _____ 2024 р.

м. Кропивницький

Центральноукраїнський національний технічний університет

Факультет Агротехнічний

Кафедра Сільськогосподарського машинобудування

Рівень вищої освіти другий (магістерський) рівень

Галузь знань 20 «Аграрні науки та продовольство»

Спеціальність 208 «Агроінженерія»

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

« » 2024 року

ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ

ЗА ДРУГИМ (МАГІСТЕРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ

ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ

Коваленку Вадиму Володимировичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи (проекту) Вдосконалення технології вирощування кукурудзи з дослідженням культиватора для міжрядного обробітку ґрунту

2. Керівник роботи (проекту) Лещенко Сергій Миколайович, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

3. Строк подання роботи до захисту

4. Мета та завдання дипломної роботи (проекту)

5. Перелік графічного матеріалу

Анотація

**Тема: «Вдосконалення технології вирощування кукурудзи з дослідженням культиватора для міжрядного обробітку ґрунту»
культиватор-рослинопідживлювач, міжрядний обробіток, локальне внесення засобів агрохімії, рівномірність розподілу, дальність польоту гранул**

На етапі виконання дипломної роботи вдалося підтвердити доцільність застосування культиватора-рослинопідживлювача УСМК-5,4В для міжрядного обробітку кукурудзи в поєднанні із одночасним внесенням засобів агрохімії. Такий спосіб міжрядного обробітку кукурудзи дозволяє порівняно із базовою операцією підвищити продуктивність на 7,39 га за зміну та забезпечує зниження витрат палива на 0,95 кг на 1 га обробітку.

У даній роботі описано конструкцію з аналізом переваг і недоліків культиватора для міжрядного обробітку та виконано інженерні розрахунки, що дозволяють обґрунтувати основні конструктивні параметри робочих органів культиватора, їх розташування на секції робочих органів та силовий аналіз агрегату. В якості вдосконалення змінено передній кронштейн кріплення секцій до рами агрегату. Таке вдосконалення забезпечує підвищення жорсткості конструкції та дозволяє значно знизити вібрацію кожної секції в горизонтальній площині під час обробітку.

За результатами експериментальних досліджень, які проведені з використанням методики планування багатофакторних дослідів, отримали раціональні значення факторів, що найбільше впливають на якість розподілу засобів агрохімії в підлаповому просторі культиваторної лапи, які є наступними: швидкість подачі гранул засобів агрохімії в зоні їх виходу із тукопроводу стояка стрільчастої лапи 1,4...1,5 м/с; кут розхилу конусного розподільника добрив 75...85 град; висота встановлення розподільника в підлаповому просторі відносно дна борозни 0,045...0,05 м.

Abstract

**Topic: «Improvement of corn growing technology with research on a cultivator for inter-row tillage»
cultivator-plant feeder, inter-row cultivation, local application of agrochemicals, uniform distribution, pellet flight range**

At the stage of completing the thesis, it was possible to confirm the feasibility of using the cultivator-plant fertilizer USMK-5.4B for interrow cultivation of corn in combination with the simultaneous application of agrochemicals. This method of interrow cultivation of corn allows, compared to the basic operation, to increase productivity by 7.39 hectares per shift and provides a reduction in fuel consumption by 0.95 kg per 1 hectare of cultivation.

This work describes the design with an analysis of the advantages and disadvantages of the cultivator for inter-row cultivation and engineering calculations are performed, which allow to substantiate the main design parameters of the cultivator's working elements, their location on the working element section and the force analysis of the unit. As an improvement, the front bracket for fastening the sections to the unit frame has been changed. This improvement provides increased structural rigidity and allows to significantly reduce the vibration of each section in the horizontal plane during cultivation.

According to the results of experimental studies conducted using the multifactorial experiment planning method, rational values of the factors that most affect the quality of distribution of agrochemicals in the under-foot space of the cultivator foot were obtained, which are the following: the speed of feeding granules of agrochemicals in the area of their exit from the fertilizer pipeline of the arrow foot riser 1.4...1.5 m/s; the angle of opening of the conical fertilizer distributor 75...85 degrees; the height of the distributor installation in the under-foot space relative to the bottom of the furrow 0.045...0.05 m.

Зміст

1. Вступ.....	7
2. Технологічна частина	9
3. Наукова частина	43
4. Охорона праці	67
5. Обґрунтування ефективності вдосконалень.....	69
6. Висновок	70
Список використаної літератури	72
Додатки.....	75

					ТВКК 00.000 ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Вступ

Наша держава є лідером із виробництва широкого спектру сільськогосподарських культур, серед яких можна виділити кукурудзу, яка протягом десятиліть залишається популярною агрокультурою, яка широко вирощується в багатьох селянських фермерських господарствах. Кукурудза, як цінна сільськогосподарська культура має вагоме значення для:

- продовольчої безпеки, адже ця культура достатньо часто входить до повсякденного раціону як людей так і тварин, зокрема із кукурудзи виготовляють борошно, крупи, рослинні олії та корми для худоби;
- економіки, так як навіть під час війни кукурудза залишається важливим продуктом експорту та дозволяє забезпечувати значну прибутковість підприємствам та дилерам;
- розвитку цілого ряду інших галузей, що підтверджує той факт, що кукурудза та продукція її виробництва і переробки є цінною сировиною для виробництва різних видів біопалива, ця ж культура використовується для виробництва глюкози, крохмалю та великого спектру інших харчових і нехарчових продуктів, що використовуються в різноманітних галузях промисловості і виробництвах.

Варто відмітити, що при вирощуванні кукурудзи невід'ємною і важливою операцією технологічного процесу є проведення міжрядного обробітку. Проведення міжрядного обробітку під час вирощування кукурудзи забезпечує реалізацію наступних функцій:

- руйнування капілярної сітки, що дозволяє створити сприятливі умови для запобігання випаровування ґрунтової вологи, що є дуже важливим при вирощуванні сільськогосподарських культур в засушливих умовах;
- сприяє поліпшенню аерації ґрунту, що фактично вирішує питання із забезпеченням доступу кисню до коріння культурних рослин, що є

					<i>ТВКК 00.000 ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Коваленко</i>			<i>Пояснювальна записка</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Леценко</i>					7	
<i>Реценз.</i>						<i>ЦНТУ, гр. АІ-23М-1</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Мачок</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Васильковський</i>						

важливим фактором інтенсифікації їх росту та розвитку;

- забезпечує знищення бур'янів, адже під час реалізації міжрядного обробітку відбувається підрізання і знищення бур'янів механічним способом, що конкурують із рослинами кукурудзи за вологу і наявні в ґрунті поживні речовини і навіть світло;
- поліпшує структуру ґрунту, оскільки регулярний міжрядний обробіток сприяє утворенню біологічно цінних агрегатів ґрунту (грудочок), що в своїй сукупності поліпшує водо і повітрепроникність оброблюваного горизонту;
- попереджує утворення ґрунтової кірки на поверхні ґрунту, що погіршує сходження рослин кукурудзи та сповільнює газообмін.

Проведення міжрядного обробітку під час реалізації технології вирощування кукурудзи є важливим із тих причин, що її розміщення на полі рядками із міжряддям 70 см є максимально сприятливим для реалізації означеної операції; коренева система кукурудзи є розгалуженою і проникає глибоко в товщу ґрунту, а тому ця культура є особливо чутливою до умов вологозабезпечення і аерації; довгий період вегетації кукурудзи потребує систематичного догляду за посівами рослин в тому числі і у вигляді проведення міжрядного обробітку.

Крім цього, варто зазначити, що при реалізації операцій міжрядного обробітку досить часто проводять внутрішньогрунтове внесення засобів агрохімії та стимуляторів росту, що дозволяє забезпечити сприятливі умови для формування стабільних врожаїв.

Таким чином, вирощування кукурудзи в наші державі є важливим для продовольчої безпеки і економіки в цілому. Міжрядний обробіток ґрунту із одночасним внесенням засобів агрохімії є одним із ключових прийомів, що дозволяють забезпечити сприятливі умови для росту рослин і дозволяє підвищити врожайність і якість зерна.

					ТВКК 00.000 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Технологічна частина

2.1. Загальна інформація про сільськогосподарську культуру кукурудза, технологія її вирощування в господарстві

Сільськогосподарська культура кукурудза відноситься до тих культур, що можуть потенційно забезпечувати найвищі врожаї у порівнянні із іншими польовими культурами. Є підтверджені факти, що кукурудза поширилася світом із Центральної та Північної Америки, а тому саме ці країни вважаються батьківщиною цієї культури. Зважаючи на потенціал та сфери використання кукурудзи, ця культура досить швидко набула неабиякої популярності і навіть сьогодні вона утримує третю позицію по виробництву в світі після рису та пшениці [1...3].

Є традиційним проводити розподіл за значенням культури кукурудза на продовольче, кормове, технічне та агротехнічне значення [2, 3, 5]. Якщо детально зупинитися на кожному із зазначених значень кукурудзи можна цілком підтвердити важливість і доцільність її вирощування та збільшення обсягів виробництва.

Для підтвердження продовольчої цінності кукурудзи слід зазначити, що зерно цієї культури використовується у якості сировини із якого виробляють більше 150 різноманітних продуктів. Широкого розповсюдження набуло кукурудзяне борошно, що є важливим інгредієнтом кондитерської галузі, із кукурудзяного борошна різного ступеню помолу виготовляють мюслі, пластівці, крупу, тістечка, бісквіти, повітряну кукурудзу, попкорм, печиво і тістечка та ін. Зернівки кукурудзи варяться і консервуються в стадії воскової стиглості та використовуються як складова для готування різноманітних страв, зокрема салатів тощо. Влітку часто молоді початки кукурудзи вживають у свіжо звареному стані, адже в ній вміщується значна кількість поживних речовин і білка до того ж кукурудза, зокрема цукрова, володіє гарними смаковими якостями. Крім переліченого кукурудза є сировиною для виробництва пива, прохолодних напоїв, цукру, меду та ін. [8].

					ТВКК 00.000 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Технічне значення культури кукурудза підтверджується тим, що вона є сировиною для виготовлення рослинної (кукурудзяної) олії, що володіє цінними харчовими і поживними якостями. Ця цінність кукурудзяної олії визначається, зокрема і тим, що до складу цієї олії входить лецитин, що є джерелом природнього зниження холестерину в організмі людей, до того ж підтверджено, що саме ця речовина вживається з ціллю профілактики такого поширеного захворювання як атеросклероз. Серед іншого, із кукурудзи виготовляють гліцерин, етиловий спирт, цілий ряд органічних кислот тощо. Крім переліченого, технічне значення кукурудзи підтверджується і повноцінним використанням відходів виробництва – листо-стеблової маси і стрижнів качанів, які використовуються у вигляді сировини з якої виготовляють целюлозу, папір, ацетон та ін. Останнім часом рослинні рештки кукурудзи та продукції її виробництва почали широко використовуватися у вигляді інгредієнтів для виготовлення пілетів, виробництва біодизелю та біогазу та інших речовин, що являються основою біоенергетики [8].

Кормова важливість сільськогосподарської культури кукурудза підтверджується тим, що її поживна цінність є найвищою серед інших зернових культур, що вирощуються в Україні. Кожен кілограм кукурудзи, яка використовується у вигляді корму, вміщує до 1,34 умовних кормових одиниць, що є дуже високим показником. На етапі підготовки кукурудзи до її згодовування худобі є важливим те, що цю культуру у якості корму можна споживати як у початках так і після їх подрібнення і переробки та вживання у вигляді висівок, кормового борошна, дерті та ін. Достатньо часто подрібнена і попередньо підготовлена кукурудза слугує базисом для створення повноцінних кормових раціонів, спеціальних комбикормів та концкормів що теж в черговий раз підтверджує кормову цінність цієї культури.

Варто наголосити, що кукурудза є найбільш поширеною силосною культурою нашої держави. Силосування кукурудзи починають під час активної фази розвитку листостеблової маси до настання початку воскової

					ТВКК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

стиглості качанів. Іноді в деяких агроформуваннях практикують пряме згодовування худобі зеленої рослинної маси кукурудзи, але слід відмітити, що тоді харчова цінність знижується і є близькою до 0,20 умовних одиниць, що знижує харчову цінність вирощеного продукту [8].

Кукурудза відіграє дуже важливе і агротехнічне значення, оскільки за умови ретельної організації технологічного процесу вирощування цієї сільськогосподарської культури та вчасного проведення окремих операцій, досягається високе розпушування орного горизонту, на поверхні поля можна досягти зниження кількості бур'янів та накопичення достатньої кількості органічних відходів, які легко і швидко засвоюються під час наступних технологічних операцій на поверхні поля. З точки зору організації сівозмін кукурудза є бажаним попередником для майже всіх зернових та зернобобових культур [8], поряд із тим небажано вирощувати кукурудзу на одному і тому ж полі в наступний період.

Актуальність вирощування кукурудзи підтверджується тим, що у розрізі світового виробництва її вирощують в середньому на площах, що становить 130...140 млн. га. Країнами, що являються лідерами по вирощуванню цієї культури вже достатньо давно є США, Індія та Бразилія. Щодо нашої держави, то найвищі врожаї по вирощуванню кукурудзи вдається досягти за умов якісної організації технології в умовах Лісостепу та півночі Степової зони, однак для досягнення гарних врожаїв мають протягом вегетаційного періоду забезпечуватися достатньо вологі умови та сприятливі температури. Згідно із статистичними даними щорічно на полях України кукурудзу вирощують на площах понад 5 млн. га. Такі площі посівів кукурудзи і достатньо сприятливі ґрунтово-кліматичні умови її вирощування дозволяють нашій державі входити в десятку лідерів по виробництву кукурудзи, причому отриманий врожай в більшості випадків є якісним і конкурентоздатним на світовому ринку агропродукції.

					ТВКК 00.000 ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

мають вигляд пасинків. Стебло кукурудзи під час свого розвитку накопичує близько 5% цукру. На етапі росту рослини стебло кукурудзи є соковитим та в залежності від сорту рослин забезпечує утворення на самому стеблі від двох до чотирьох качанів, у зеленій оболонці.

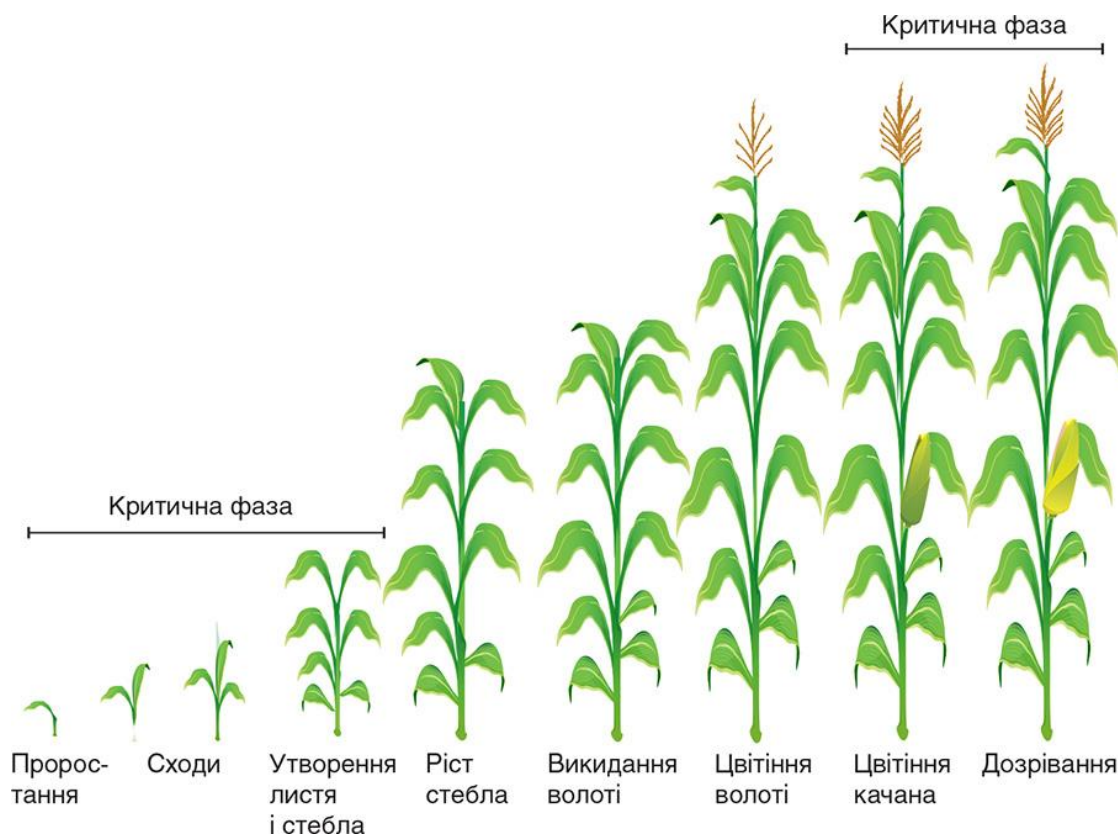


Рис. 2. Стадії розвитку кукурудзи на полях господарств

Кукурудза є класичною перехреснозапильною культурою, причому однодомною ще й роздільностатевою, що підтверджується тим, що на етапах вегетації рослин в полі відбувається утворення жіночого і чоловічого суцвіття (рис. 1). Можна відмітити, що чоловіче суцвіття кукурудзи – це розміщена вгорі рослини волоть, а жіноче суцвіття формується на стеблі і має вигляд початку, який вкритий щільною оболонкою, що розташовується в зонах основи стебла по боках від цього стебла [6...8].

Основною метою вирощування кукурудзи є отримання зернівок цієї культури, які формуються в початку. Окремо кожна зернівка цієї культури складається із зародка та ендосперму, які захищені щільною зовнішньою оболонкою (рис. 3).

кукурудза вкрай погано переносить зниження температур, зокрема і короткочасове, так за умови зниження температури до $-2^{\circ}\dots-3^{\circ}\text{C}$ має місце стійке поверхнєве ушкодження листків і стебел рослин. Однак, під час вирощування кукурудза порівняно непогано сприймає нетривалі періоди із дефіцитом вологи і короткочасові підвищені температури.

Рослина кукурудза відноситься до світлолюбивих культур хоч і є класичною культурою короткого світлового дня. Можна виділити і певну характерну ознаку вирощування кукурудзи – це те, що при її промисловому вирощуванні є висока ймовірність затінювання однієї рослини іншою, що за умов загущення кукурудзи може привести до того, що початок може не сформуватися.

Кукурудза відноситься до порівняно посухостійких культур. Відомо, що при вирощуванні кукурудзи має місце підвищене випаровування вологи, що відбувається через листки і стебло рослин, і на певних періодах вегетації це випаровування доходить до 3...4 літри на добу із однієї рослини. Незважаючи на посухостійкість кукурудзи, вона потребує достатню кількість вологи на етапі утворення волоті, що є запорукою отримання високого врожаю. Цей період цвітіння кукурудзи (формування волоті) триває в середньому близько 30 діб.

Порівняно із іншими сільськогосподарськими культурами кукурудза не висуває додаткових вимог до типу ґрунту і може давати стабільні врожаї на любих типах ґрунтів. Не рекомендується вирощувати кукурудзу на заболочених ґрунтах, солонцях і кислих ґрунтах, крім цього є обмеження під час культивування кукурудзи на надто перезволожених ґрунтах. Агрономи констатують, що найкращі врожаї кукурудзи можна потенційно отримати за умов, якщо кислотність ґрунтового середовища дорівнює 6...7,2 рН.

На якість і кількість вирощеного врожаю при вирощуванні кукурудзи має значний вплив забур'яненість посівів, адже висока забур'яненість спостерігається значне пригнічення рослин і навіть їх повна загибель. Тому,

					ТВКК 00.000 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

проектуючи технологічний процес вирощування кукурудзи в господарстві слід передбачити ефективні агротехнічні чи хімічні методи боротьби із бур'янами як у міжряддях так і в рядках.

Існуюча в господарстві технологія вирощування кукурудзи

Кожного року в базовому господарстві вирощують кукурудзу на площах, які в середньому складають до 15 % від загального банку площ орних угідь, що в об'ємах становить близько 250...265 га щорічно. Базове фермерське господарство на своїх землях провадить семипільну систему сівозміни, яка дозволяє створити сприятливі умови для відновлення мінерального складу ґрунтового середовища, створює сприятливі умови для природнього відновлення родючості угідь та забезпечує природнім способом знищення певних видів шкідників, бур'янів і хвороб, що відносяться насамперед до карантинних. Аналіз існуючої в господарстві технології вирощування кукурудзи підтверджує, що як за порядком реалізації технологічних процесів, так і за їх технічним забезпеченням існуюча технологія є типовою для умов Північного степу нашої держави. Фактичні терміни початку проведення окремих операцій технологічного процесу вирощування кукурудзи встановлюються керуючись існуючими агрономогами до конкретних робіт та приймаються на основі розрахунків і нормативних для цих задач таблиць.

На етапі організації робіт в полі, вибору сільськогосподарських агрегатів та енергетичних засобів, що насамперед відноситься до найбільш енергозатратних робіт, в господарстві максимально практикують використання найбільш широкозахватних і продуктивних комбінованих потужних засобів. Проектуючи операційні технології та проводячи вибір машин і енергозасобів керуються максимально допустимою робочою швидкістю агрегатів, прагнуть забезпечити максимальну якість проведених робіт за умов найвищої продуктивності та оцінюють і намагаються мінімалізувати затрати праці та технологічних матеріалів на одиницю

					ТВКК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

виконаної роботи та й загалом в повній мірі забезпечують виконання існуючих агротехнічних вимог до кожної операції в технології вирощування кукурудзи. Важливим і головним під час проектування вирощування сільськогосподарських культур в господарстві є повне дотримання принципів потоковості процесів, їх рядності та продуктивності [6].

Відповідальним етапом проектування технологічного процесу вирощування кукурудзи є правильний вибір попередника, і саме від цього залежить відновлення поживності ґрунтового середовища, можливість реалізації запланованої системи сівозмін, створюються умови для того, щоб все ж таки отримати врожай навіть тоді, коли під час вегетації рослин встановлюються несприятливі погодні умови. Бажаним попередником для кукурудзи є зернові, причому як ярі так і озимі, зернобобові культури, цукровий буряк та інші коренеплоди, наприклад картопля [7]. Окремі фермери стверджують [2, 7], що кукурудзу в умовах України можна без суттєвих проблем вирощувати на одному полі протягом двох років підряд, втім за таких умов мають місце значно підвищені норми внесення добрив (і органічних і мінеральних) та лише повноцінно підібрана і якісно реалізована система удобрення посівів може створити умови для досягнення стабільного врожаю і загалом подібне вирощування культури на одному полі є небажаним і за можливості його слід уникати в господарствах.

Операції основного обробітку ґрунту при вирощуванні кукурудзи

В базовому господарстві основний обробіток ґрунту проводять зяблевим і під час вирощування кукурудзи це у більшості випадків є класична полицева оранка. Для підготовки до процесу основного обробітку ґрунту спочатку на полі реалізують лушення стерні попередника, після чого ще й вносять розкидним способом стартову дозу добрив. Час початку основного обробітку та й загальні терміни виконання робіт, визначаються культурою-попередником, станом поверхні поля та орного горизонту ґрунту, наявністю на полі бур'янів тощо.

					ТВКК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Для лушення стерні у випадку підготовки до вирощування кукурудзи найкраще підходять дискові луцильники, серед яких ЛДГ-15, ЛДГ-10. Стерню дисковими луцильниками луцять на глибину 6...8 см, у тому випадку, коли спостерігається підвищена забур'яненість поля, насамперед коренепаростковими бур'янами, лушення стерні проводять двічі із взаємно перпендикулярними напрямками руху агрегатів у полі. За таких умов перший обробіток проводять класичними дисковими луцильниками а для другого обробітку у перпендикулярному напрямку руху найкраще підходять лемішні луцильники за умови збільшення глибини обробітку (до 12...14 см). Таке лушення найкраще проводити класичними лемішними луцильниками, в базовому господарстві для цього використовується луцильник ППЛ-10-25.

Після проведення лушення стерні попередника дають обробленому полю вистоятися приблизно 1,5...2 тижні, протягом часу якого відбувається сходження більшості насіння бур'янів. Далі проводять основний обробіток, для чого у господарствах використовуються класичні полицеві плуги на кшталт ПЛН-5-35, ПЛН-9-35, тощо, які працюють в агрегаті із тракторами згідно із їх тяговими зусиллями за умови, щоб скомплектований ґрунтообробний агрегат міг забезпечувати стійкий перебіг операції оранки на глибину до 25...27 см. Останнім часом більшість господарств почали проводити так звану гладку оранку із використанням оборотних плугів, таких як EurOral від Lemken, ПОН-7-40+ від Велес-АГРО, RABE Kormoran 7+1 та інші.

Операції передпосівного обробітку при реалізації технології вирощування кукурудзи

З метою якісного вирівнювання поверхні поля, створення дрібнокомкуватої структури ґрунту, знищення бур'янів на ранніх етапах розвитку (у стадії білої нитки), поліпшення водного і повітряного режимів проводять операції поверхневого (передпосівного) обробітку ґрунту. Для якісної реалізації технології вирощування кукурудзи в господарстві

					ТВКК 00.000 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

практикують дворазовий послідовний поверхневий обробіток ґрунту. Перший поверхневий обробіток ґрунту в господарстві проводять якомога раніше відразу після досягнення фізичної стиглості ґрунту. Такі ранні терміни проведення поверхневого обробітку ґрунту дозволяють усунути умови, які сприяють швидкому поверхневому випаровуванню вологи, забезпечують знищення бур'янів, що знаходяться на ранніх етапах розвитку і саме в цей час знищення бур'янів є найбільш простим і ефективним.

В базовому господарстві першу операцію поверхневого обробітку ґрунту під час вирощування кукурудзи проводять шляхом боронування поверхні поля, для чого використовують важкі та середні зубові борони, такі як БЗТС-1,0, БЗСС-1,0. При цьому боронування найдоцільніше проводити в перпендикулярному напрямку до попереднього обробітку, або, якщо це складно реалізувати, хоча б під кутом до нього. Доведено, що якщо боронування проведено вчасно, то забезпечується ефективне руйнування поверхневої дощової кірки і капілярів, які забезпечують випаровування вологи із нижніх горизонтів обробленого ґрунту. За таких умов вдається запобігти втраті вологи і операція має традиційну назву – закриття вологи.

Далі поверхневий обробіток ґрунту у господарстві реалізується шляхом проведення кількарязового (здебільше дворазового) обробітку у вигляді суцільної культивуації. Під час проведення цих культивуацій разом із обробітком ґрунту практикують внесення агрохімічних засобів у ґрунт, таких як мінеральні добрива, гербіциди, інсектициди та ін.

Першу культивуацію в господарстві проводять на полі приблизно за тиждень після поверхневого закриття вологи (боронування). Перша культивуація при вирощуванні кукурудзи реалізується на глибину до 10...12 см, а агрегатом, який здійснює поверхневу культивуацію в господарстві є культиватор КПС-4 у поєднанні із енергозасобом МТЗ-80. Другу поверхневу культивуацію в господарстві при вирощуванні кукурудзи проводять через

					ТВКК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

кілька тижнів після першої культивуації і використовують той самий агрегат, але при цьому глибину обробітку зменшують до 6...8 см.

Досить часто в господарстві доводиться проводити передпосівний обробіток ґрунту під посів кукурудзи у вигляді поверхневої культивуації раніше наведеним агрегатом і безпосередньо в день проведення посіву. За таких умов глибина поверхневого обробітку є ще меншою і становить 3...5 см. Якщо в господарстві є наявності, то для таких робіт по поверхневому обробітку ґрунту дуже гарно себе зарекомендували комбіновані агрегати на кшталт «Європак-6000», АК-6 і АК-7, КДЛ та інші, використання яких є пріоритетним.

Система удобрення в господарстві при виробництві кукурудзи

З метою отримання високих врожаїв кукурудзи в господарстві має реалізовуватися ефективна технологія удобрення, що за існуючими даними повинна передбачати достатню кількість органічних і мінеральних добрив. Відомо, що порівняно із вирощуванням зернобобових і зернових культур необхідні норми внесення добрив при вирощуванні кукурудзи є вищими. Типова технологія вирощування кукурудзи передбачає реалізацію основного, передпосівного внесення засобів агрохімії та підживлення рослин під час їх вегетації. Відмічаємо, що кожен окремий етап удобрення переважно реалізується у поєднанні із іншими етапами польових робіт при цьому віддається перевага використанню комбінованих агрегатів, що здатні за один прохід реалізувати максимальну кількість операцій.

Стартову (основну) норму добрив на етапі вирощування кукурудзи в базовому господарстві вносять способом поверхневого розкидання із подальшим заорюванням розкиданих по поверхні поля часток, що реалізують під час основного обробітку ґрунту полицевими плугами. Поверхневим способом найкраще вносити органічні добрива, торф'яні та торфо-перегнійні, які мають підвищені норми внесення до 35...40 т/га. Достатньо часто у сучасних умовах господарства мають проблеми із наявністю органіки, а тому

					ТВКК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

спостерігається тенденція заміни органіки рослинами-сидератами, у якості яких використовують горох, бобові, ряд багаторічних трав, люпин та ін.

Ефективно зарекомендувала себе, при вирощуванні кукурудзи, технологія удобрення за якої поєднують внесення мінеральних і органічних добрив. Для розрахунку норм внесення мінеральних добрив доцільно використовувати стандартний метод розрахунку, що базується із потреб у поживних речовинах та запланованої врожайності готової продукції. Достатньо гарні результати в базовому господарстві проявила себе технологія внесення калійних добрив K_2O , що мають норми на рівні 70...120 кг/га і фосфорних, норми яких коливаються в межах 80...100 кг/га. Під час проведення підготовки ґрунту під посів практикують внесення азотних добрив із нормами від 80 до 140 кг/га. На етапі посіву у рядок із насінинами кукурудзи вносять фосфорні добрива із нормами внесення в діапазоні 10...15 кг/га.

За умов, що перелічені вище системи удобрення проведені вчасно і повноцінно вдається мінімізувати у господарстві міжрядне підживлення під час проведення операцій догляду за посівами. Однак, в базовому господарстві під час вирощування кукурудзи на етапі розвитку, коли рослини мають 5...6 повноцінних листочки, під час міжрядного обробітку підживлюють посіви рослин азотними добривами, із нормами, що складають 20% від загальноприйнятих нормативів внесення азотних добрив.

Кукурудза має таку специфічну властивість, що вона сама може повноцінно інформувати фермера яких конкретно речовин і на якому етапі розвитку їй недостатньо. Так, якщо існує в ґрунтовому середовищі дефіцит калію, має місце значне сповільнення росту рослин кукурудзи, а поверхня листочків починає інтенсивно забарвлюватися у жовтий колір і сохнути. За умови, коли спостерігається недостача азоту, рослини набувають ознак низькорослості а листову масу набуває світло зеленого кольору, при цьому листочки ще й стають надто дрібними. В таких випадках відхилення росту

					ТВКК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

рослин на певних етапах їх розвитку, реалізують оперативне внесення недостаючих в ґрунті речовин.

Існуюча в господарстві технологія сівби кукурудзи

Для посіву кукурудзи в базовому господарстві використовують агрегат, що складається із енергозасобу МТЗ-82 та універсальної сівалки СУПН-8А. Під час посіву кукурудзи забезпечують глибину заробки насіння на глибину від 3 до 5 см. Під час посіву кукурудзи важливо забезпечити максимальну рівномірність розподілу насінин за довжиною рядків, адже за таких умов по перше – створюються умови для формування рівномірних зон живлення кукурудзи, а по-друге – вдається знизити зайвих витрат дороговартісного посівного матеріалу.

В нашому фермерському господарстві кукурудзу зазвичай сіють наприкінці квітня, за умови, коли ґрунт повноцінно прогрівається на температуру +10...+12°C. Для вирощування кукурудзи практикують пунктирний спосіб її посіву із міжряддями між рослинами 70 см. орієнтовні норми посіву кукурудзи за умови її вирощування в господарствах на зерно становлять до 25 кг/га, що у перерахунку на зернівки становить близько 65...80 тис. зернин на один гектар. Для покращення дружності сходів у господарстві під час посівних операцій реалізують прикочування ґрунту в рядку сівалками, що проводять різними за конструкціями котками.

Догляд за посівами кукурудзи під час її вирощування у господарстві

Для отримання стійких врожаїв важливо вчасно і ефективно проводити операції догляду за посівами. Початковим видом таких робіт є досходова культивация з метою руйнування дощової кірки і створення сприятливих умов для сходження рослин кукурудзи. Операцію першого досходового боронування посівів кукурудзи проводять через 6...8 діб після посіву із використанням легких зубових борін ЗПБ-06. Варто наголосити, що такий досходовий обробіток проводять в перпендикулярному напрямку до

					ТВКК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

розміщення на полі рядків кукурудзи за умов, що під час такого боронування відбувається знищення близько 80% наявних на полі бур'янів у стадії білої нитки. Якщо під час сходження спостерігається повторне виникнення поверхневої кірки, що може ускладнювати сходження рослин, у господарстві практикують ще одну операцію досходового боронування посівів аналогічними легкими дисковими боронами.

Наступні операції догляду за посівами кукурудзи передбачають проведення кількарязової міжрядної культивації рослин, що в господарстві проводять агрегатами, до складу яких входить культиватор-рослинопідживлювач УСМК-5,4В та енергозасіб МТЗ-80. Перший раз посіви кукурудзи обробляють на глибину до 10 см, за умови, що рослини повноцінно сформували 3...5 листки. Для проведення означених робіт на секціях культиватора-рослинопідживлювача розміщують односторонні лапи у поєднанні із іншими робочими органами для міжрядного обробітку. Для проведення другого і за потреби наступних міжрядних обробітків на базовий агрегат додатково встановлюють підживлюючі ножі та забезпечують збільшення захисної зони рядків, а глибину обробітку за таких умов зменшують до 6...8 см.

Слід зазначити, що другий і за потреби кожний наступний міжрядний обробіток кукурудзи поєднують із підживленням культурних рослин та за потреби внесенням інших засобів агрохімії, зокрема гербіцидів, біостимуляторів росту, інсектицидів та ін. Хоча все-таки, основною задачею міжрядного обробітку є знищення бур'янів агротехнічним методом. З цією метою на секціях робочих органів серед інших знарядь встановлюються різноманітні загортачі, борознорізи та інші робочі органи, які забезпечують за потреби присипання бур'янів у рядках ґрунтом, що дозволяє їх знищувати таким способом. Специфікою вирощування кукурудзи є те, що за умов присипання бур'яну в рядках вони з високою ймовірністю можуть загинути, а

					ТВКК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

молода кукурудза за таких умов в зоні присипання ґрунтом здатна сформувати біля стебла нові корінці, що поліпшує розвиток і укріплює культурну рослину.

Якщо на полі, на якому вирощується кукурудза спостерігається підвищена забур'яненість, на етапі догляду за посівами реалізують додатково обприскування кукурудзи. Обприскування проводять за умов, коли культурні рослини сформували від 3 до 5 повноцінних листки. Для обприскування кукурудзи використовують розчини, наприклад Дисулам, норми внесення від 0,5 до 0,6 л/га, аміачну сіль 2,4Д, що мають норми внесення від 0,7 до 1,2 кг/га. Таким же методом обприскування боряться на посівах кукурудзи із хворобами і шкідниками. У господарстві для обприскування посівів використовують оприскувач виробництва «ЛЬВІВАГРОМАШПРОЕКТ» ОПШ-24-18 у агрегаті із трактором КИЙ-82.1.

Збирання кукурудзи на зерно в господарських умовах

Збирання кукурудзи на зерно в господарстві розпочинається після досягнення качанів стадії повної їх стиглості. В господарстві збирають кукурудзу традиційним і найпоширенішим методом – прямого комбайнування, для чого використовують звичайні зернозбиральні комбайни, а початок робіт може бути лише тоді, коли вологість зерна кукурудзи є не більшою за 35...40 %. В базовому фермерському господарстві кукурудзу на зерно збирають комбайном John Deere 9610, і в залежності від потреб і налаштувань наведеним комбайном врожай із поля може збиратися як у вигляді качанів так і з повним обмолотом і очищенням зерна кукурудзи.

Отже, аналіз існуючої технології вирощування кукурудзи в даному господарстві підтверджує, що як технологія загалом так і окремі ланки її технологічних процесів є класичними і типовими для даних умов виробництва кукурудзи. Варто відмітити, що окремі етапи технологічного процесу є достатньо проблемними, а тому слід забезпечити вдосконалення деяких етапів промислового виробництва кукурудзи, що дозволить знизити енерговитрати та забезпечить стабільність врожаїв даної культури.

					ТВКК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

2.2. Пропозиції по вдосконаленню догляду за посівами кукурудзи

Тенденції, які існують в технологіях вирощування кукурудзи доводять, що шляхом інтенсифікації і поліпшення операцій догляду за посівами, зокрема – міжрядного обробітку, можна забезпечити поліпшення як умов вирощування так і загальної врожайності і якості зібраного збіжжя.

Проводячи класичний міжрядний обробіток ґрунту проводиться розпушування міжрядь, руйнування поверхневої ґрунтової кірки, підрізаються і знищуються бур'яни, покращується водний і повітряний режим ґрунту, за необхідності відбувається внесення засобів агрохімії в активну зону міжрядного обробітку тощо. За існуючими агровимогами на етапі міжрядного обробітку посівів кукурудзи слід забезпечити такі основні умови [8]:

- проведення операцій міжрядного обробітку посівів кукурудзи разом із її підживленням повинно проводитися лише на визначених етапах вегетації рослин та враховуючи дійсні ґрунтові умови за умов максимальної швидкості в межах одного поля господарства;
- не допускаються пропуски і необроблені ділянки поля в міжряддях, а в результаті роботи робочих органів має утворюватися дрібнокомкувата структура ґрунту, поверхня поля в міжряддях після обробітку повинна бути рівною а максимальна глибина западин чи висота гребенів не повинна перевищувати ± 4 см;
- вологі частки ґрунту, що залягають в нижніх горизонтах в результаті міжрядного обробітку не повинні виноситися на денну поверхню поля;
- пропуски і огріх в зоні міжрядь не можуть бути, виключенням є лише захисна зона рядків.

Враховуючи те, що в результаті вдосконалення операційної технології догляду за посівами соняшнику запропоновано проводити міжрядний обробіток культиватор-рослинопідживлювач УСМК-5,4В, в господарстві мають виконуватися до таких операцій наступні додаткові вимоги [9]:

					ТВКК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

- під час міжрядного обробітку відрегульовані секції робочих органів повинні забезпечувати задану глибину обробітку за умов, що відхилення дійсної глибини від заданої не перевищує ± 1 см;
- 100% бур'янів у міжряддях посівів кукурудзи повинні бути знищені, за виключенням захисної зони рядка культурних рослин;
- за умови, що технологічно не передбачено присипання рядка кукурудзи ґрунтом, має бути повністю виключена ймовірність потрапляння ґрунту в захисну зону рядка культурних рослин;
- в зонах руху робочих органів має повністю руйнуватися поверхнева кірка, при цьому повинна виключатися будь-яка можливість пошкодження коріння чи листків культурних рослин, не тільки від прямої взаємодії з робочими елементами, а й від зрушення молодих рослин частками ґрунту;
- при міжрядному обробітку кукурудзи повинна забезпечуватися мінімальна захисна зона рядка, виходячи тільки із уникнення ймовірного пошкодження культурних рослин;
- при розміщенні робочих органів на секціях, вони мають встановлюватися із перекриттям, яке в середньому складає 2...3 см.

За існуючою базовою технологією в господарстві догляд за посівами кукурудзи, а саме – міжрядний обробіток цієї культури проводять агрегатом у складу трактора МТЗ-80 та культиватора-рослинопідживлювача КРН-4,2. Так як кукурудза є класичним представником високостебельних культур та з метою більш чіткого копіювання рельєфу поля і проведення ефективного внесення засобів агрохімії під час цього процесу, запропоновано міжрядну культивуацію посівів кукурудзи проводити значно продуктивнішим і сучасним культиватором УСМК-5,4В, при цьому засіб агрегування залишиться без змін – трактор МТЗ-80.

При модернізації технології міжрядного обробітку кукурудзи проведемо технологічний розрахунок базового та модернізованого агрегату та

					ТВКК 00.000 ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

порівняємо проведені розрахунки. Керуючись існуючими даними і рекомендації виробників просапних культиваторів, встановимо, що на етапі міжрядного обробітку кукурудзи робоча швидкість скомплектованого агрегату перебуває в діапазоні – 9...12 км/год [8...12].

Взявши основні характеристики трактора МТЗ-80 [13...15] є можливість розрахувати значення робочих швидкостей руху енергозасобу, в діапазоні зазначених вище робочих швидкостей та задатися нормативними значеннями тягових зусиль, який може розвинути трактор на конкретній передачі.

Відомо, що енергозасіб МТЗ-80 може працювати зі швидкістю $V_p = 8,9$ км/год на IV передачі, при цьому за такого швидкісного режиму розвивається тягове зусилля на гаку, яке дорівнює $P_{ном.гак}^{IV} = 14$ кН. Якщо ж енергозасіб МТЗ-80 працює на V передачі то швидкість роботи є вищою $V_p = 10,54$ км/год, а тягове зусилля на гаку трактора суттєво знижується і дорівнює $P_{ном.гак}^V = 11,5$ кН. Отже, саме наведені вище дані швидкостей і тягових зусиль будуть використовуватися для подальших розрахунків.

Для визначення тягового зусилля трактора в полі із врахуванням його нерівностей використаємо відому формулу [13]:

$$P_{гак} = P_{ном.гак} - G_{тр} \cdot i,$$

де $P_{ном.гак}$ – номінальне тягове зусилля трактора на вибраній робочій передачі, кН;

$G_{тр}$ – вага енергозасобу, за [15] для МТЗ-80, $G_{тр} = 34,5$ кН;

i – розрахункове значення нахилу поля, на якому вирощується кукурудза, у долях одиниці, прийmemo $i = 0,03$.

Отже, розрахуємо значення тягового зусилля енергозасобу із врахуванням номінального тягового зусилля, робочої швидкості і нахилу поля, отримаємо:

$$P_{гак}^{IV} = 14,0 - 34,5 \cdot 0,03 = 12,96 \text{ кН};$$

					ТВКК 00.000 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P_{зак.}^V = 11,5 - 34,5 \cdot 0,03 = 10,46 \text{ кН.}$$

Знайдемо розрахункове значення тягового опору культиватора для міжрядного обробітку кукурудзи враховуючи значення питомого опору та ширини захвату агрегату, для чого використаємо відому залежність:

$$R_k = (K + R_i) \cdot B_k \cdot n,$$

де K – значення питомого опору культиватора для міжрядного обробітку приведенного на ширину його захвату, кН/м.

Використовуючи відомі дані [14] можна встановити, що питомий тяговий опір агрегату УСМК-5,4В при проведенні ним міжрядного обробітку складає 1,5 кН/м, в цьому ж джерелі [14] зазначено, що питомий тяговий опір культиватора-рослинопідживлювача КРН-4,2 при міжрядному обробітку складає 1,8 кН/м.

Із наведених даних є очевидним, що питомий тяговий опір культиватора-рослинопідживлювача КРН-4,2, який використовується за базовою технологією міжрядного обробітку кукурудзи є вищим за питомий тяговий опір універсального культиватора УСМК-5,4В. Така різниця пояснюється необхідністю встановлення на базовий агрегат додаткових робочих органів, що комплексно і повноцінно виконати операцію міжрядного обробітку кукурудзи, тоді як вдосконалений агрегат може легко виконати зазначені роботи без додаткових робочих елементів, а отже не потребує додаткових контактів цих робочих органів із ґрунтом і, відповідно, збільшення питомого тягового опору.

Проведемо розрахунок питомого опору агрегату для міжрядного обробітку, із врахуванням швидкості здійснення операцій. Для цього використаємо відому залежність:

$$K_v = K [1 + \Pi(V_p - V_0)],$$

де Π – фактичний коефіцієнт, який демонструє приріст тягового опору, відносно нульової швидкості руху культиватора-рослинопідживлювача, із врахуванням [12], обираємо $\Pi = 0,035$;

					ТВКК 00.000 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

V_0 – значення нульової швидкості роботи культиватора, $V_0 = 5$ км/год, відносно цієї нульової швидкості і проводиться встановлення тягового опору культиватора при його роботі на міжрядному обробітку посівів.

Таким чином, за умови міжрядного обробітку ґрунту базовим агрегатом, для обраних передач роботи отримаємо:

$$K_V^{IV\ KPH} = 1,8[1 + 0,035 \cdot (8,9 - 5)] = 2,04 \text{ кН};$$

$$K_V^{V\ KPH} = 1,8[1 + 0,035 \cdot (10,54 - 5)] = 2,15 \text{ кН}.$$

Такий же розрахунок проведемо для міжрядної культивації кукурудзи агрегатом із культиватором УСМК-5,4В, що має вигляд:

$$K_V^{IV\ УСМК} = 1,5[1 + 0,035 \cdot (8,9 - 5)] = 1,7 \text{ кН};$$

$$K_V^{V\ УСМК} = 1,5[1 + 0,035 \cdot (10,54 - 5)] = 1,79 \text{ кН}.$$

R_i – значення додаткового опору культиватора-рослинопідживлювача, який виникає під час обробітку посівів кукурудзи на підйом, кН/м, що описується наступною залежністю:

$$R_i = (G_{\kappa} / B_{\kappa}) \cdot i,$$

де G_{κ} – паспортна вага культиватора із набором робочих органів для міжрядного обробітку кукурудзи, так культиватор-рослинопідживлювач КРН-4,2 має вагу $G_{\kappa_6} = 7$ кН, в той час, як універсальний просапний культиватор УСМК-5,4В має вагу $G_{\kappa_m} = 7,56$ кН, вибрано за [11, 14];

B_{κ} – паспортна ширина захвату кожного із культиваторів для міжрядного обробітку, виходячи із марок культиваторів, можемо записати для КРН-4,2 – ширина захвату $B_{\kappa} = 4,2$ м; а для культиватора УСМК-5,4В ширина захвату відповідно складає $B_{\kappa} = 5,4$ м;

i – значення кута нахилу поля, на якому реалізується процес вирощування кукурудзи, в частках від одиниці, приймаємо $i = 0,03$.

					<i>ТВКК 00.000 ПЗ</i>	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Підставивши знайдені вище числові значення в наведену залежність можемо розрахувати додатковий опір, який виникає при міжрядному обробітку кукурудзи як базовим так і модернізованим агрегатом. Таким чином, отримаємо:

$$R_i^{KPH} = \left(\frac{7}{4,2} \right) \cdot 0,03 = 0,05 \text{ кН/м};$$

$$R_i^{VCMK} = \left(\frac{7,56}{5,4} \right) \cdot 0,03 = 0,042 \text{ кН/м}.$$

n – дійсна кількість культиваторів в одному агрегаті під час роботи. Враховуючи те, що агрегат проводить міжрядний обробіток ґрунту достатньо складно забезпечити задану захисну зону використовуючи зчіпку. Є відомим фактом, що міжрядний обробіток ґрунту, в тому числі і з посівами кукурудзи обробляють агрегатом у складі одного енергосасобу та одного культиватора.

Тоді можемо розрахувати тяговий опір агрегату для міжрядного обробітку посівів кукурудзи на обраних швидкостях роботи за базовою технологією реалізації процесу. Отримаємо:

$$R_k^{IV KPH} = (2,04 + 0,05) \cdot 4,2 \cdot 1 = 8,78 \text{ кН};$$

$$R_k^{V KPH} = (2,15 + 0,05) \cdot 4,2 \cdot 1 = 9,24 \text{ кН}.$$

Аналогічним чином знайдемо тяговий опір агрегату під час міжрядного обробітку кукурудзи за модернізованою технологією, отримаємо:

$$R_k^{IV VCMK} = (1,7 + 0,042) \cdot 5,4 \cdot 1 = 9,4 \text{ кН};$$

$$R_k^{V VCMK} = (1,79 + 0,042) \cdot 5,4 \cdot 1 = 9,89 \text{ кН}.$$

З метою визначення розрахункового значення використання тягового зусилля трактора, враховуючи попередні розрахунки на обраних робочих швидкостях слід використати формулу:

$$K_{m.з.} = \frac{R_k}{P_{зак}},$$

					ТВКК 00.000 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де R_k – знайдені раніше значення тягового опору агрегату для міжрядного обробітку ґрунту на обраних робочих передачах, кН;

$P_{зак}$ – знайдені вище значення тягові зусилля, які створюються на ґаку трактора відповідно до обраних швидкісних режимів його роботи та з врахуванням кутів нахилу поверхні поля, кН.

Якщо підставити знайдені цифрові значення в попередню формулу, отримаємо для базового агрегату:

$$K_{IV}^{KPH}{}_{м.з.} = \frac{8,78}{12,96} = 0,68;$$

$$K_V^{KPH}{}_{м.з.} = \frac{9,24}{10,46} = 0,88.$$

Подібним чином знайдемо відсоток використання тягового зусилля при роботі на міжрядному обробітку посівів кукурудзи модернізованого агрегату:

$$K_{IV}^{УСМК}{}_{м.з.} = \frac{9,4}{12,96} = 0,73;$$

$$K_V^{УСМК}{}_{м.з.} = \frac{9,89}{10,46} = 0,94.$$

Отже, в результаті проведених розрахунків доведено, що найповніше завантажуються двигун трактора МТЗ-80 під час його роботи на міжрядному обробітку кукурудзи на V передачі за умови агрегування з універсальним просапним культиватором УСМК-5,4В. Саме такий агрегат і було запропоновано використовувати у базовому господарстві для операцій догляду за посівами кукурудзи. Поряд з тим, проведені розрахунки доводять, що і інші агрегати та робочі швидкості їх роботи теж є цілком працездатними якщо проводити оцінку ефективності їх роботи зі сторони повноти завантаження двигуна трактора.

З метою визначення розрахункового значення змінної продуктивності агрегату для міжрядного обробітку кукурудзи можемо використати відому залежність:

					<i>ТВКК 00.000 ПЗ</i>	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$W_{зм} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot T_p,$$

де B_p – робоча ширина захвату ґрунтообробного агрегату, м;

V_p – обрана швидкість руху агрегату під час міжрядного обробітку посівів кукурудзи в господарстві, км/год;

$$V_p = V_m \cdot \left(1 - \left(\frac{q}{100}\right)\right),$$

де V_m – значення теоретичної швидкості руху агрегату для міжрядного обробітку, що визначається робочою передачею трактора, км/год;

q – довідникове значення коефіцієнту буксування рушіїв (ведучих коліс) енергозасобу, що за [13] для трактора МТЗ-80, який працює на операції міжрядного обробітку посівів цей коефіцієнт є рівним $q = 12$ %.

Після підстановки значень розрахуємо для трактора МТЗ-80 робоча швидкість руху:

$$V_p^{МТЗ} = 10,54 \cdot \left(1 - \left(\frac{12}{100}\right)\right) = 9,27 \text{ км/год.};$$

T_p – робочий час, протягом якого реалізується процес догляду за посівами кукурудзи ґрунтообробним агрегатом, год;

$$T_p = T_{зм} \cdot \tau,$$

де $T_{зм}$ – загальна тривалість зміни роботи, для розрахунків приймемо, що на етапі проведення міжрядного обробітку посівів, тривалість зміни – $T_{зм} = 8$ год.;

τ – узагальнений коефіцієнт, який дозволяє оцінити ефективність використання змінного часу. Так, на етапі догляду за посівами кукурудзи, за [15] визначимо, що коефіцієнт ефективності використання змінного часу дорівнює $\tau = 0,83$.

$$T_p = 8 \cdot 0,83 = 6,64 \text{ год.};$$

Визначимо змінну продуктивність базового і модернізованого агрегату для міжрядного обробітку посівів кукурудзи, маємо:

					ТВКК 00.000 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Це значить, що розрахункові витрати палива базового та запропонованого агрегату при їх роботі на операціях догляду за посівами кукурудзи дорівнюють:

$$Q_{\text{за}}^{\text{МТЗ+КРН}} = \frac{15,4 \cdot 6,64 + 9,7 \cdot 0,68 + 1,9 \cdot 0,68}{25,85} = \frac{102,26 + 6,6 + 1,29}{25,85} = 4,26 \text{ кг/га.};$$

$$Q_{\text{за}}^{\text{МТЗ+УСМК}} = \frac{15,4 \cdot 6,64 + 9,7 \cdot 0,68 + 1,9 \cdot 0,68}{33,24} = \frac{102,26 + 6,6 + 1,29}{33,24} = 3,31 \text{ кг/га.}$$

Таким чином, технологічні розрахунки дали змогу довести доцільність на етапі проведення догляду за посівами кукурудзи у вигляді її міжрядного обробітку замінити базовий агрегат із культиватором-рослинопідживлювачем КРН-4,2 на більш сучасний універсальний культиватор для міжрядного обробітку УСМК-5,4В. Така зміна в технології забезпечує зниження витрат пального, підвищення якості робіт та дозволяє підвищити змінну продуктивність агрегату для міжрядного обробітку на 7,39 га/зм.

2.3. Заходи по організації роботи агрегату для догляду за посівами кукурудзи

На етапі підготовки МТА для догляду за посівами кукурудзи агрегат для міжрядного обробітку має перевіритися в полі щодо його технічного стану, розташування робочих органів, надійності і правильності їх кріплення і розміщення, потрібно усунути всі виявлені недоліки, провести необхідні регулювання та реалізувати всі необхідні операції із технічного обслуговування агрегату, що мають бути проведеними до початку проведення робіт. Перелік базових операцій, що потрібно провести із трактором такі [12]:

- проводиться заміна на тракторі задніх коліс на колеса, шириною 400 мм;
- проведення регулювання робочої колії енергозасобу, які встановлюють на рівні близько 1340 мм;
- довантажити передні керовані колеса трактора з метою поліпшення управління агрегатом під час проведення міжрядного обробітку кукурудзи;

					ТВКК 00.000 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- проводиться корегування тиску в рушіях енергозасобу, так в приводних задніх колесах тиск встановлюється на рівні 0,23 МПа а в передніх рульових тиск має бути на рівні 0,16...0,17 МПа, що загалом дозволяє урівноважити тиск на ґрунт під час роботи агрегату;
- реалізувати операції із підготовки до комплектування ґрунтообробного агрегату, що включає насамперед роботи по підготовки навіски трактора, а саме – встановити довжину лівого і правого розкосів на рівні 515 мм, при цьому центральну тягу відрегулювати на довжину 550...600 мм.;
- провести жорстке з'єднання розкосів навіски трактора із поздовжніми тягами, що виконується за рахунок установки штирів у відповідні пази;
- відпустити стяжки обмежувачів, що виконується за рахунок обертання відповідних гайок, та відрегулювати інтервал між тягами шарнірів трактора встановивши його в розмір 780 мм;
- провести приєднання до тяг навіски енергозасобу автонавіску культиватора та зафіксувати цю навіску на поздовжніх та центральній тязі трактора штирями;
- заблокувати начіпний пристрій трактора, що проводиться за рахунок встановлення максимально коротких стяжок-обмежувачів. Це фактично забезпечує паралельне розміщення рамки автонавіски культиватора відносно задньої осі енергозасобу.

Працюючи на етапі підготовки із культиватором-рослинопідживлювачем механізатор має послідовно реалізувати наступні роботи [12]:

- навішують культиватор-рослинопідживлювач на механізм навіски трактора, після чого проводять фіксацію запобіжним пристроєм, функцію якого виконує зуб, який ще й додатково унеможливорює роз'єднання агрегату під час його роботи в полі;

					ТВКК 00.000 ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- після з'єднання агрегату для міжрядного обробітку, його спрямовують на регульовальний майданчик, тут перевіряють натяг і довжину обмежувальних стяжок, коли в тому є потреба їх додатково підтягують, проводять регулювання співвідношення енергозасобу і ґрунтообробного агрегату;
- змінюючи довжину розкосів навіски енергетичного засобу регулюють положення ґрунтообробного агрегату відносно осі та рушіїв трактора у горизонтальній площині;
- проводять зміну довжини центральної тяги навіски трактора, за рахунок чого забезпечують горизонтальне розміщення верхнього бруса ґрунтообробного агрегату, що до того ж забезпечує ще й вертикальне розміщення механізму автонавіски відносно трактора;
- на цьому етапі проводять додаткову перевірку розміщення секції робочих органів, надійності фіксації робочих органів на секціях та їх загальне розміщення на агрегаті;
- перевіряють положення у горизонтальній площині секції робочих органів та рухомість і здатність ефективно копіювати рельєф поля у вертикальній площині;
- регулюють та забезпечують горизонтальне розміщення секцій культиватора по відношенню до покриття майданчика, що регулюють окремо на кожній секції шляхом зміни довжини верхньої лаки навіски секцій культиватора;
- проводять перевірку натягу стабілізуючих пружин культиватора, за необхідності – підтягують кожну пружину секцій окремо;
- гідросистемою проводять підймання ґрунтообробного агрегату та встановлюють у кронштейни-тримачі необхідні робочі органи для міжрядного обробітку, без їх фіксації у кронштейнах;
- розміщують під опорно-приводні колеса культиватора бруски, розміри яких перевищують необхідну глибину обробітку робочими органами на

					ТВКК 00.000 ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1...1,5 см крім цього під опорні колеса кожної із робочих секцій розміщують бруски, що є рівними глибині міжрядного обробітку;

- відпустити болти кріплення кожного із встановлених на секціях робочих органів кронштейнів та вручну опустити робочі органи до повного дотику їх нижніх частин із поверхнею регульовального майданчика, під час цієї ж операції відрегулювати розміщення робочих органів як у горизонтальній так і у вертикальній площинах та провести надійну фіксацію кожного відрегульованого робочого органу;
- використовуючи розміточну дошку, яку розмістити на поверхню майданчика і провести встановлення заданої захисної зони рядків на цьому ж етапі за потреби провести корегування глибини міжрядного обробітку.

В розрізі підготовки поля до робіт із міжрядної культивації кукурудзи, це поле спочатку оглядають з метою отримання інформації про час початку робіт, знаходять найбільш доцільний напрямок здійснення робочих ходів агрегату, проводять вибір необхідної схеми руху, розмічають поворотні смуги і загінки на полі. Зазвичай, час виконання операцій догляду за посівами кукурудзи встановлюється агрономами, за умови комплексного врахування стану та фази розвитку культурних рослин, вологості ґрунту, забур'яненості посівів і фази розвитку бур'янів, стану поверхні поля тощо. З врахуванням перелічених вище факторів, проводиться обґрунтування та підбір необхідних для проведення операцій робочих органів, приймається їх схема розстановки на секціях робочих органів. Під час розмітки поля із посівами кукурудзи проводиться вибір ширини поворотних смуг, розмічаються загінки, розраховуються та перевіряються кінематичні характеристики ґрунтообробного агрегату. Важливо на етапі підготовчих робіт максимально врахувати додаткові фактори, що можуть вплинути на проведення міжрядного обробітку кукурудзи.

					ТВКК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

Для визначення розмірів поворотних смуг, зважаючи на те, що на полі під час догляду за посівами будуть проводити петльові повороти, можна використати відому залежність:

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

де R_{\min} – фактичний мінімальний радіус повороту скомплектованого ґрунтообробного агрегату, яким в господарстві проводять міжрядний обробіток кукурудзи, м;

L_a – сумарна кінематична довжина енергозасобу разом із культиватором-рослинопідживлювачем, м;

Зважаючи на те, що мінімальний радіус повороту напряму пов'язаний із сумарною шириною ґрунтообробного агрегату, можемо для його знаходження використати формулу:

$$R_{\min} = 1,7 \cdot B,$$

$$R_{\min} = 1,7 \cdot 5,4 = 9,18 \text{ м.}$$

Розрахуємо кінетичну довжину агрегату, яким в господарстві проводять міжрядний обробіток, маючи на увазі, що трактор працює лише із одним культиватором-рослинопідживлювачем. Ця кінематична довжина агрегату визначається за відомим виразом:

$$L_a = L_{mp} + L_m,$$

де L_{mp} – фактична кінематична довжина трактора, так за [12], розрахункове значення кінематичної довжини МТЗ-80 складає $L_{mp} = 0,94$ м;

L_m – фактична кінематична довжина ґрунтообробного агрегату, для культиватора-рослинопідживлювача УСМК-5,4В, вона складає $L_m = 1$ м.

Отже, можна підставити у останню формулу наведені цифрові дані і розрахуємо кінематичну довжину агрегату для міжрядного обробітку кукурудзи:

$$L_a = 0,94 + 1 = 1,94 \text{ м.}$$

					ТВКК 00.000 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Отже, враховуючи проведені вище розрахунки можемо визначити розрахункове значення ширини поворотної смуги, яка дорівнює:

$$E = 3 \cdot 9,18 + 1,94 = 29,48 \text{ м.}$$

Під час розрахунку кінематичних характеристик ґрунтообробного агрегату слід мати на увазі, що дійсна ширина поворотної смуги має бути кратною ширині агрегату для міжрядного обробітку ґрунту до того ще й має бути узгодженою із шириною захвату посівного агрегату. Таким чином, можемо записати формулу, яка описує таку залежність у наступному вигляді:

$$E = k \cdot B_p,$$

Керуючись крайньою формулою можемо знайти фактичний коефіцієнт кратності проходів агрегату для міжрядного обробітку ґрунту, який становить:

$$k = \frac{E}{B_p}.$$

Таким чином, у числовому вигляді можемо записати:

$$k = \frac{29,48}{5,4} = 5,45$$

Знайдену кратність проходів маємо округлити до найбільшого цілого значення, це значить, що кратність проходів дорівнює 6.

Проведемо уточнення дійсної величини поворотної полоси з врахуванням коефіцієнту кратності проходів ґрунтообробного агрегату, отримаємо:

$$E = 6 \cdot 5,4 = 32,4 \text{ м.}$$

Далі маємо розрахувати довжину виїзду ґрунтообробного агрегату при проведенні ним в полі операцій міжрядного обробітку посівів кукурудзи. Виконуючи це слід мати на увазі, що культиватор-рослинопідживлювач УСМК-5,4В є класичним причіпним агрегатом, і враховуючи його фактичну кінематичну довжину отримаємо наступну розрахункову формулу:

$$l = 0,2 \cdot L_a.$$

Підставивши цифрові значення в наведене вище рівняння отримаємо:

					ТВКК 00.000 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$l = 0,2 \cdot 1,94 = 0,39 \text{ м.}$$

Розрахуємо значення довжини гонів поля на якому вирощується кукурудза, використовуючи наступну залежність:

$$L_p = L - 2 \cdot E,$$

де L – значення довжини гонів на полі з посівами кукурудзи, керуючись даними господарства приймаємо, що $L = 1250$ м.

Після підстановки у вище приведену формулу цифрових значень отримаємо:

$$L_p = 1250 - 2 \cdot 32,4 = 1185,2 \text{ м.}$$

Знайдемо оптимальну ширину загінок на полі із посівами кукурудзи, що теж має прямий зв'язок із кратністю ширини захвату ґрунтообробного агрегату для догляду за посівами. Це описується наступною формулою:

$$C = \frac{10^4 \cdot (2...3) \cdot W_{зм}}{L},$$

де $W_{зм}$ – знайдена вище змінна продуктивність агрегату для міжрядного обробітку посівів кукурудзи, що складає $W_{зм} = 33,24$ га/зм;

L – значення довжини загінки на полі із посівами соняшнику, приймаємо $L = 850$ м;

(2...3) – за існуючими нормативами тривалість роботи ґрунтообробного агрегату при виконанні ним міжрядного обробітку в одній загінці.

Підставивши значення маємо:

$$C = \frac{10^4 \cdot 2 \cdot 33,24}{850} = 782,1 \text{ м.}$$

Враховуючи те, що поле, на якому вирощується кукурудза і на якому реалізуються операції догляду за посівами є відносно невеликим за розмірами, а міжрядний обробіток на ньому можна провести всього за одну зміну проводити розбивання цього поля на окремі загінки недоцільно, а отже поле буде оброблятися без додаткового його розбивання на загінки. Прийняту схему руху агрегату по догляду за посівами кукурудзи представлено на рис. 4.

					ТВКК 00.000 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

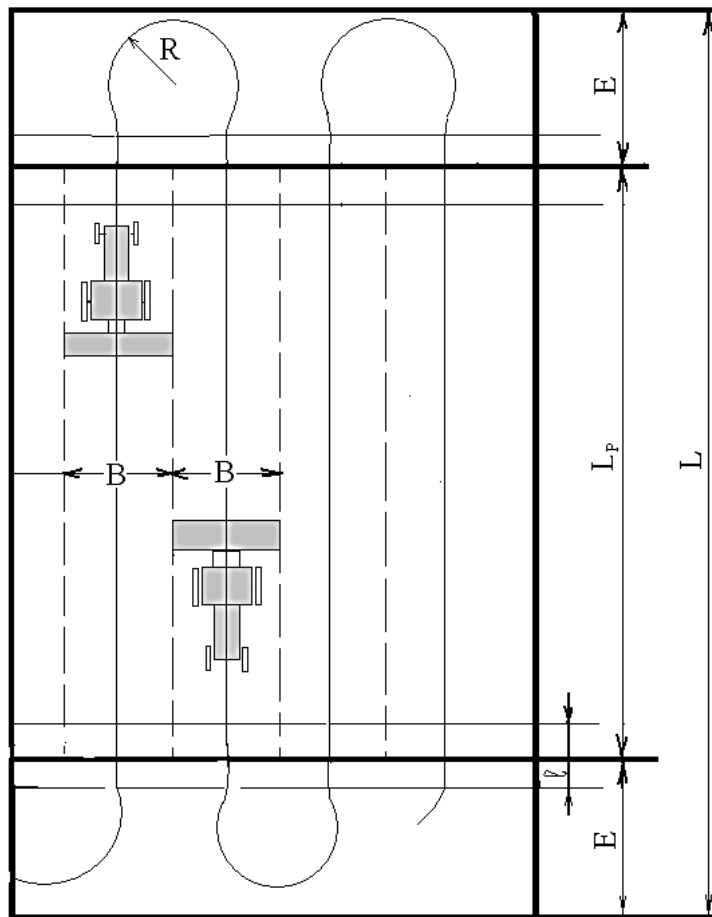


Рис. 4. Загальна схема руху агрегату для міжрядного обробітку в полі:
 L – загальна довжина поля із посівами кукурудзи; L_p – довжина гонів поля, на якому відбувається робочий рух агрегату при міжрядному обробітку кукурудзи; E – розрахована ширина поворотної смуги в полі; e – виїзд ґрунтообробного агрегату; B – ширина захвату ґрунтообробного агрегату для міжрядного обробітку кукурудзи

Якість проведення робіт із міжрядного обробітку кукурудзи проводять шляхом порівняння результатів робіт із встановленими агрономіями до означених операцій. До основних параметрів, що мають контролюватися під час догляду за посівами кукурудзи є глибина обробітку та її рівномірність, причому значення цього параметру контролюють за загальноприйнятою методикою по діагоналі поля, проводячи при цьому не менше 50...100 замірів. Якість обробітку ґрунту (його кришення) проводять теж керуючись стандартною методикою із відбором для оцінки проб методом середніх проб.

					<i>ТВКК 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Подальші роботи проводяться із використанням набору решіт і взяті проби розділяють на фракції та проводять розрахунок відсоткового вмісту фракцій відповідного розміру у загальному відібраному об'ємі. Для фактичного визначення якості обробітку ґрунту зразки беруться в обробленому міжрядді по діагоналі обробленого поля, а інтервал відбору проб становить від 80 до 100 м. Щоб інформація про якість кришення була максимально повною проби ґрунту відбирають в кількості 8...10 проб із ділянок, загальний розмір яких дорівнює 40×25 см.

Якість підрізання бур'янів на посівах кукурудзи оцінювалася базуючись на окометричному методі, поряд із цим важливо проводити оцінку і відсотку пошкодження коріння кукурудзи і листової маси культурних рослин в рядку.

Таким чином, під час виконання технологічних розрахунків і обґрунтувань доведено, що в умовах господарств на операціях міжрядного обробітку кукурудзи найбільш доцільно операцію догляду за посівами проводити агрегатом до складу якого входить культиватор-рослинопідживлювач УСМК-5,4В у складі із енергозасобом МТЗ-80. Використання такого агрегату на зазначеній операції в господарстві забезпечує приріст продуктивності на операціях догляду за посівами на 7,39 гектар за зміну, до того ж під час роботи представленого агрегату є змога знизити витрати пального на 0,95 кг з гектару обробленої площі. Наведені розрахунки, які підтверджують економічну та технологічну доцільність використання в базовому господарстві запропонованого агрегату для міжрядного обробітку кукурудзи.

					ТВКК 00.000 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Наукова частина

3.1. Загальна характеристика культиватора для міжрядного обробітку

Культиватор-рослинопідживлювач УСМК-5,4В (рис. 5, рис. 6) це традиційний за будовою ґрунтообробний агрегат, за допомогою якого проводять міжрядний обробіток ґрунту на посівах широкого спектру сільськогосподарських культур у поєднанні із їх підживленням чи внесенням інших, необхідних для отримання врожаїв засобів агрохімії. На етапі розробки і проектування наведений культиватор-рослинопідживлювач було призначено для обробки культур, що мають міжряддя 450 мм, зокрема буряку, однак висока універсальність агрегату дозволяє швидко і легко змінювати ширину оброблюваних міжрядь за рахунок знімання чи встановлення на поперечний брус культиватора заданої кількості секцій робочих органів (гряділей). Будова культиватора-рослинопідживлювача забезпечує одночасно із міжрядним обробітком проводити внесення широкого спектру і з значним діапазоном норм внесення засобів агрохімії, що відбувається в зону оброблюваного рядка. Для проведення підживлення посівів встановлюються на секцію робочих органів додаткові елементи, наприклад живильні ножі, які дозволяють заробляти внесені хімікати на певну глибину ґрунтового горизонту.

За відомою інформацією [10, 12, 16...18] культиватор УСМК-5,4В призначено для проведення міжрядного обробітку посівів просапних культур з повним знищенням бур'янів в міжряддях, поліпшення водно-повітряного режиму ґрунту, за потреби – боротьби із бур'янами в рядку культурних рослин методом їх присипання частками ґрунту та одночасним внесенням в оброблювану зону засобів агрохімії методом локального їх внесення.

Зазначений ґрунтообробний агрегат УСМК-5,4В призначено для роботи у всіх без виключення кліматичних зонах України [18]. Цей культиватор-рослинопідживлювач повинен якісно забезпечувати міжрядний обробіток за умови, що температура навколишнього середовища є вищою за +5°C, причому, для якісного перебігу процесу діапазон ґрунтової вологості

					ТВКК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

вирощується в конкретному випадку та її міжряддям. З однієї та іншої сторони поперечної рами 1 виготовляється транспортний механізм, який виконується із однієї сторони бруса у вигляді причіпної сніці 8, з іншої сторони – транспортного бруса 14, який розміщують перпендикулярно до рами агрегату, та на який під час транспортування культиватора перевстановлюються опорно-приводні колеса 2, що дозволяє під час транспортування агрегату елементарно його переміщувати як звичайний причіп.



Рис. 6. Загальний вигляд культиватора-рослинопідживлювача УСМК-5,4В

Додатково на брусі рами 1 монтуються спеціальні подіуми, що дозволяють зафіксувати на них бункери для засобів агрохімії 6 із встановленими в нижній частині цих бункерів туковисівними апаратами 20, що працюють отримуючи привід від механізму приводу 7. Кожна секція робочих органів (гряділь) 8 дозволяє зафіксувати у тримачах (кронштейнах) необхідні для обробітки робочі органи 25, 26, 27, 28, 30, причому від цих робочих органів їх кількість і поєднання може змінюватися залежно від виду міжрядного обробітки і культури, що потрібно обробити.

Симетрично від осі культиватора на спеціальних кронштейнах 16 встановлюються опорно-приводні колеса 2, які дозволяють утримувати культиватор над поверхнею поля та передають обертання на редуктор. Обертання цих пневматичних колій забезпечується за рахунок встановлених на осях підшипниках, а самі осі виконуються швидкоз'ємними.

					ТВКК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

Ґрунтообробні робочі органи, якими проводиться міжрядний обробіток кукурудзи, повинні бути встановлені на секції робочих органів (гряділі) 8 та мають рухатися вздовж міжрядь, забезпечуючи при цьому захисну зону рядків. Секції робочих органів 8 фіксуються із потрібною відстанню одна відносно іншої на рамі культиватора 1. При послабленні скоби 21 всю секцію в зборі можна рухати вздовж поздовжнього бруса 1, або ж, якщо відкрити цю скобу – секцію можна зняти повністю. Таким чином можна встановити на культиваторі-рослинопідживлювачі таку кількість секцій робочих органів, скільки міжрядь повинен обробляти агрегат, а максимальна кількість встановлених секцій може обмежуватися тільки геометричною довжиною поперечного бруса культиватора 1.

Секції робочих органів 8 здатні ефективно копіювати рельєф поля, що забезпечує їх паралелограмна навіска та центральна пружина із регульованим натягом, ступінь стиснення якої і визначає швидкість і ефективність копіювання рельєфу поля. Щоб здійснити регулювання глибини обробітку всіх робочих органів, які встановлені на секції 8 призначено сектор, переміщуючи паз якого відбувається опускання чи підймання всієї секції відносно копіювального колеса секції. В таблиці 1 наведені основні характеристики агрегату.

Таблиця 1

Деякі технічні характеристики культиватора УСМК-5,4В

Назва параметру	Одиниця вимірювання	Значення
1	2	3
Просапний культиватор-рослинопідживлювач УСМК-5,4В		
Культиватор агрегується з енергетичними засобами тягового класу		1,4; 2
Агрегування		напівнавісний
Продуктивність культиваторного агрегату за 1 год:		
- основного часу	га	2,16...4,86
- змінного часу, не менше	га	1,8
- експлуатаційного часу, не менше	га	1,5

Продовження таблиці 1

1	2	3
Швидкість руху культиватора: - робоча швидкість - транспортна по дорогам загального призначення, не більше	км/год км/год	4...9 15,0
Робоча ширина захвату культиватора	м	5,4
Кількість осіб, що обслуговують МТА	<u>чол.</u>	1 (механізатор)
Здатність культиватора в агрегаті з трактором працювати на схилах, не більше	град.	7
Габаритні розміри культиватора в робочому положенні: <u>довжина×ширина×висота, не більше</u>	мм	2200×7200×1900
Маса культиватора, що вказана заводом-виготовлювачем, не більше	кг	1240
Мінімальна температура за якої дозволена експлуатація культиватора, не менше	°С	+5
Ступінь кришення ґрунту під час міжрядного обробітку: - частки розміром до 25 мм, не менше - частки розміром більше 25 мм, не більше	% %	70 30
Відсоток знищення пророслих або не дуже укорінених бур'янів, не менше	%	97
Степінь пошкодження культурних рослин в рядку робочими органами, не більше	%	3
Кут поперечної стійкості агрегату, з'єднаного з трактором, не менше	град	30
Фактичний об'єм одного тукового бункера, не більше	м ³	0,05

Найчастіше на секціях 8 культиваторів для міжрядного обробітку, серед яких і культиватор УСМК-5,4В встановлюються в кронштейнах 26 односторонні бритви, універсальні стрільчасті лапи, підживлюючі ножі, полольні лапи, підгортачі, різні щитки, борінки, диски та ін. Глибину обробітку ґрунту кожним робочим органом можна змінювати шляхом регулювання положення стояка робочого органу у цих кронштейнах кріплення, крім того кожен із цих кронштейнів, після проведених регулювань має бути надійно затиснутим.

					ТВКК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

На етапі транспортування культиватора УСМК-5,4В за допомогою описаного вище транспортного механізму 8 та 17 вдається зменшити фактичні габаритні розміри агрегату до 2,2 м, а це значно спрощує рух агрегатів по під'їзним шляхам до місця робіт і в зворотному напрямку.

В нижній частині пластикового бункера для засобів агрохімії 6 встановлюється туковисівний апарат 20, який виконує основну функцію дозування хімікатів, шляхом їх захоплення і винесення у тукопроводи із подальшим скиданням туків до місця їх заробки в ґрунт. Варто відмітити, що в такій комплектації (базовій) агрегат здатен працювати із засобами агрохімії лише у твердому вигляді наприклад у формі туків, гранул чи сухого порошку. Після певного переобладнання наведений культиватор може працювати і з рідкими засобами агрохімії. В серійних культиваторах УСМК-5,4В туковисівний апарат встановлюється серійний, який відноситься до типу АТП-2, який приводиться в рух за рахунок обертового моменту, який передається від опорно-приводного колеса 2 за допомогою ланцюгових передач та редуктора 7.

З ціллю інтенсифікації обробітку ґрунту на етапі міжрядного обробітку кукурудзи в господарстві та поліпшення якості внесення засобів агрохімії в будову серійного культиватора УСМК-5,4В запропоновано внести деякі зміни, а саме:

- змінити конструкцію універсальної стрільчастої лапи з метою покращення зрізання бур'янів та розміщення у внутрішньому її просторі (під лапою між крилами) конічного розподільника, який забезпечить після спрямування на нього туків засобів агрохімії їх розподіл у підлаповому просторі стрільчастої лапи, а для спрямування засобів агрохімії до ділильника до стояка лапи слід закріпити тукопровід;
- виготовити і закріпити на секціях робочих органів більш масивний і жорсткий передній кронштейн, що забезпечує зниження коливання робочих органів у горизонтальній площині, а отже дозволить більш

					ТВКК 00.000 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

точно забезпечувати захисну зону рядка і сприятиме уникненню можливого пошкодження культурних рослин під час міжрядного обробітку посівів;

- поліпшити конструкцію механізму регулювання глибини обробітку ґрунту, що дозволить забезпечити більш точне регулювання та скоротить час на проведення цих регулювань.

3.2. Обґрунтування параметрів ст рільчастої лапи культиватора для міжрядного обробітку ґрунту

Одним із найбільш поширених робочих органів просапних культиваторів під час операцій догляду за посівами залишаються класичні стрільчасті лапи. На етапі обґрунтування параметрів культиваторної лапи за стандартною методикою [16, 17] будемо вважати, що даний робочий орган працює в товщі ґрунту як звичайний тригранний клин. При русі стрільчастої лапи у міжрядді на заданій глибині обробітку цей робочий орган повинен максимально зрізати коріння бур'янів, що опиняється в зоні дії лапи, при цьому крила лапи не повинні забиватися рештками бур'янів.

Враховуючи специфіку роботи леза лапи, процес зрізання рослин лапою відбувається тоді, коли частки рослин ковзають по лезу стрільчастої лапи. Тоді, відповідно користуючись традиційними обґрунтуваннями [16], маємо на етапі виготовлення цього робочого органу забезпечити кут розхилу 2γ (рис. 7), який би забезпечував вільне і безперешкодне ковзання рослинних решток вздовж леза лапи. Якщо такий кут забезпечено, то частки бур'янів будуть легко і без надлишкових витрат енергії рухатись по лезу лапи і під час цього перерізатися. У тому ж випадку, коли бур'ян не перерізався, він за сприятливих умов буде сходити з крила лапи без забивань і, відповідно, зайвих енерговитрат та погіршення роботи лапи (наприклад – вимілення стрільчастої лапи).

					ТВКК 00.000 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Враховуючи приведені раніше вирази можна їх підставити в загальну умову ковзання часток бур'яну по крилу стрільчастої лапи, враховуючи це отримаємо:

$$R \cdot \cos \gamma > R \cdot \sin \gamma \cdot \operatorname{tg} \varphi.$$

Можемо перетворити отриману умову, розділивши обидві частини нерівності на $R \cdot \sin \gamma$, що дозволяє отримати нерівність:

$$\operatorname{ctg} \gamma > \operatorname{tg} \varphi,$$

Скористаємося елементарними тригонометричними перетвореннями та перейдемо до тангенса кута, маємо:

$$\operatorname{tg}(90^\circ - \gamma) > \operatorname{tg} \varphi.$$

Відомо, що якщо функції нерівності чи рівняння є однаковими можна прирівняти значення аргументів. Із врахуванням наведеного твердження правомірно отримали нерівність:

$$90^\circ - \gamma > \varphi.$$

Це значить, що половина кута розхилу культиваторної лапи для уникнення її забивання під час роботи рештками рослин має забезпечувати наступну умову:

$$\gamma < 90^\circ - \varphi,$$

де φ – значення кута тертя рослин по крилу (лезу) лапи, град.

Враховуючи те, що матеріалом виготовлення універсальної стрільчастої лапи є Сталь 45, з достатньою точністю для розрахунків приймемо, $\varphi = 45^\circ$.

Враховуючи наведені дані та підставивши їх в умову роботи лапи, отримаємо наступну умову ковзання часток по лезу лапи, що має такий вигляд:

$$\gamma < 45^\circ.$$

Маючи на увазі, що більшість виробників для культиваторів виготовляють універсальні стрільчасті лапи, що мають зберігати свою роботоздатність за різних умов роботи, в тому числі і під час ускладнених

					ТВКК 00.000 ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

умов, із запасом приймаємо половину кута розхилу стрільчастої лапи на рівні $\gamma = 30^\circ$.

Наступним параметром лапи, що визначає її працездатність є кут кришення β . Цей кут характеризує в більшості випадків нахил лапи до горизонту і напряду визначає здатність даного конкретного робочого органу зрушувати розкришувати моноліти ґрунту. Під час пошуку раціональних значень кута кришення стрільчастої лапи, слід задаватися достатньою умовою для кришення ґрунту при цьому варто розуміти, що під час обробітку ґрунту нижні вологі горизонти не повинні виноситися на поверхню поля. Дослідники та фермери свідчать [16, 17, 19, 20], що достатнім кутом кришення універсальних стрільчастих лап є кут на рівні $\beta = 20...30^\circ$. Враховуючи те, що дана лапа буде використовуватися на операціях догляду за посівами просапних культур, зокрема кукурудзи, прийmemo кут кришення цього робочого органу $\beta = 30^\circ$. Варто зауважити, що за умови, якщо кут кришення лапи буде на рівні $\beta \geq 25^\circ$, загострення такого робочого органу потрібно проводити зверху.

Положення крила лапи відносно горизонту (поверхні поля) задається кутом різання β_0 (рис. 8). Очевидно, що кут різання утворюється між денною поверхнею, що утворюється під час руху лапи в товщі ґрунту і направляючою леза лапи.

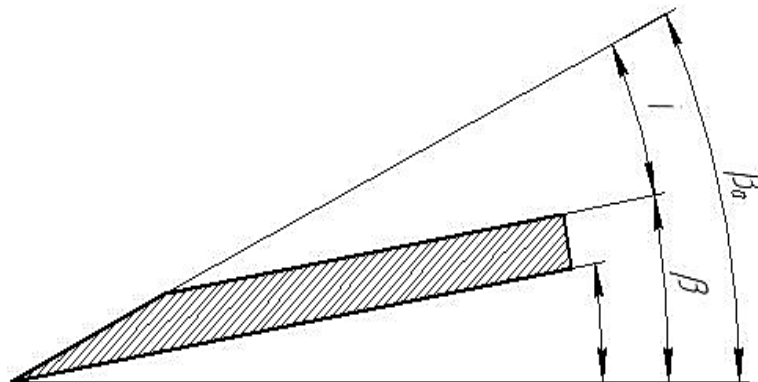


Рис. 8. Функціональна схема характерних кутів крила універсальної стрільчастої лапи

Враховуючи наведену схему кутів (рис. 8), кут різання стрільчастої лапи β_0 має пряму залежність від кута загострення леза та дійсного кута кришення даного робочого органу, що з математичної точки зору виглядає наступним чином:

$$\beta_0 = i + \beta,$$

де i – характерний кут заточування крила ґрунтообробного робочого органу, за рекомендаціями [16], приймаємо, що $i = 10^\circ$;

ε – кут внутрішнього нахилу крила стрільчастої лапи, який визначає положення цього крила до горизонталі, за [16], $\varepsilon = 30^\circ$.

Проведемо розрахунок наведеної вище формули і отримаємо:

$$\beta_0 = 10 + 30 = 40^\circ.$$

Доведено і цілком логічно, кут підймання робочої поверхні стрільчастої лапи пов'язаний із кутом кришення β та кутом розхилу даного робочого органу (півкутом) γ . Дана залежність виражається наступним рівнянням:

$$\alpha = \arctg(\operatorname{tg} \beta \cdot \sin \gamma).$$

Після підстановки даних в останнє наведене рівняння отримаємо:

$$\alpha = \arctg(\operatorname{tg} 30^\circ \cdot \sin 30^\circ) = 15^\circ.$$

Ширина захвату універсальної стрільчастої лапи B обирається керуючись умовою стійкості цього робочого органу на потрібній глибині міжрядного обробітку ґрунту, створення необхідних умов для самоочищення робочих лез лапи від рослинних решток та часток ґрунту, дійсних ґрунтово-кліматичних умов, наявності додаткових перепон для реалізації технологічного процесу обробітку ґрунту тощо. Задаючись достатньою умовою для самоочищення робочої поверхні стрільчастої лапи від налипшого ґрунту та залипших рослинних часток за [16], розрахункова ширина захвату лапи B не має бути більшою за 400 мм. Вибираючи із стандартної розмірної лінійки [16, 17], для проведення міжрядного обробітку приймаємо універсальну стрільчасту лапу, яка має наступну ширину захвату $B = 270$ мм.

					ТВКК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

На етапі вибору товщини матеріалу S , з якого виготовляється стрільчаста лапа, враховують значення її ширини захвату B , максимальну глибину руху лапи під час обробітку h , ширину крила даного робочого органу b_1 та дійсні характеристики ґрунту, що визначають загальні умови роботи лапи. До того, ж на цьому етапі мають бути врахованими характеристики металу, з якого даний робочий орган виготовляється. Для попереднього розрахунку товщини лапи можна скористатися відомою формулою [16], яка демонструє існуючий зв'язок ширини захвату даного робочого органу із товщиною матеріалу, що має наступний вигляд:

$$S \leq 0,02 \cdot B,$$

Якщо підставити параметри обраної стрільчастої лапи у представлену нерівність, отримаємо:

$$S \leq 0,02 \cdot 270 = 5,4 \text{ мм.}$$

Для підвищення тривалості роботи лапи збільшуємо товщину матеріалу до $S = 6$ мм.

За загальноприйнятою методикою ширину крил лапи b_1 теж приймаємо стандартною, і керуючись [16], маємо $b_1 = 58$ мм.

Знайдемо довжину рівної ділянки стрільчастої лапи l в її лобовій частині [16]. Знову є відомим, що ця прямолінійна ділянка стрільчастої лапи залежить від її робочих кутів та ширини крила. Цю функціональну залежність представимо у вигляді:

$$l = b_1 \cdot \sin \beta / \sin \alpha .$$

Підставивши наведені дані, маємо:

$$l = \frac{58 \cdot \sin 30^\circ}{\sin 15^\circ} = 113 \text{ мм.}$$

Таким чином, проведені розрахунки дозволяють встановити, що сумарна довжина рівної ділянки універсальної стрільчастої лапи для міжрядного обробітку кукурудзи дорівнює $l = 120$ мм.

					ТВКК 00.000 ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Іншим параметром даного робочого органу, який визначає його функціональність виліт носка лапи відносно її стояка L . Виліт носка лапи теж пов'язаний із рядом раніше знайдених параметрів і може бути визначеним із виразу:

$$L = l \cdot \cos \alpha + \delta,$$

де δ – товщина відповідних пластин, яка за [17] для розрахунків можемо прийняти $\delta = 7$ мм.

$$L = 120 \cdot \cos 15^\circ + 7 = 122,91 = 123 \text{ мм.}$$

З метою розрахунку висота стояків лапи H слід керуватися умовою уникнення забивання стояка стрільчастої лапи рослинністю та глибами ґрунту. Цю висоту стояка можна описати наступним рівнянням:

$$H = H_1 + h_0,$$

де H_1 – висота розміщення рами культиватора над поверхнею поля, за [16], для культиватора-рослинопідживлювача УСМК-5,4В ця висота дорівнює, $H_1 = 140$ мм.;

h_0 – максимальна глибина обробітку стрільчастою лапою, враховуючи конкретний вид робіт, для яких даний робочий орган призначено. Так, для міжрядного обробітку сільськогосподарських культур, приймемо максимально допустиму глибину, $h_0 = 120$ мм.

Підставимо описані вище величини у формулу та знайдемо розрахункове значення висоти стояка лапи:

$$H = 140 + 120 = 260 \text{ мм.}$$

Отже, за результатами наведених вище розрахунків у даному підрозділі, встановлені основні конструктивні параметри універсальної стрільчастої лапи, що має ефективно проводити міжрядний обробіток кукурудзи у комбінації з іншими робочими органами для такого виду робіт.

					ТВКК 00.000 ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.3. Розстановка робочих органів просапного культиватора для міжрядного обробітку кукурудзи

Під час розрахунку і обґрунтування робочих органів на кшталт універсальних стрільчастих лап культиватора варто мати на увазі, що умови роботи лапи, що опрацює окремо від інших лап і лапи, що працюють в умовах деблокованого різання ґрунту є докорінно різними. В такому випадку суттєва різниця в роботі є не лише з точки зору самих умов виконання технологічного процесу, а й відрізняються енергетика процесу та зони деформації. Якщо прийняти, що стрільчаста лапа проводить технологічний процес у раніше не зрушеному ґрунті, то цей робочий орган деформує ґрунт попереду своєї зони руху діючи при цьому на моноліти як звичайний двогранний клин, причому ці деформації розповсюджуються здебільшого у поздовжньо-вертикальній площині. Однак, при роботі лапи відбувається деформація ґрунту і у вертикальній площині, що напряму пов'язане з властивостями оброблюваного ґрунту та взаємного контакту, який відбувається між структурними елементами ґрунту.

Попередні дослідники відмітили [16], що на етапі руху відділеного ґрунту вздовж робочої поверхні лапи, по аналогії із звичайним клином виникають нормальна сила N та сила тертя часток по робочому органі F , що зводяться до однієї рівнодіючої сили R (рис. 9). Отримана результуюча сила відхилена від нормалі на кут φ , який визначає значення кута тертя середовища, в конкретному випадку – ґрунту по самому клину. За умови використання класичної теорії дотичних напружень є правомірним припущення, що дійсний напрямок сколювання необроблених монолітів ґрунту за напрямком задається напрямком рівнодіючої сили R , нахиленої під кутом ω . Проведені дослідження Т.М. Гологурського [16], дозволяють стверджувати, що значення цього кута становить $\omega = 40...50^\circ$. Враховуючи таку властивість ґрунту, як його висока неоднорідність, наявність значної кількості включень та порожнин, можна припустити, що дійсний напрямок

					ТВКК 00.000 ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$L_p \geq l_3 + L,$$

де L – дійсний виліт носка культиваторної лапи відносно її стояка, що за розрахунками вище дорівнює $L = 123$ мм;

l_3 – відстань, що утворена між стояком переднього ряду лап та носком задніх лап, яку можна знайти за рівністю:

$$l_3 = h_0 \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi),$$

де φ – розрахункове значення кута тертя.

Після того, як підставимо наведені вище залежності до нерівності маємо наступний вираз:

$$L_p \geq h_0 \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi) + L;$$

Після внесення відомих та прийнятих величин можемо розрахувати:

$$L_p \geq 120 \cdot \operatorname{tg}(15^\circ + 45^\circ) + 123 = 325 \text{ мм}$$

$$L_p \geq 325 \text{ мм.}$$

Далі, маємо врахувати напрямки сколювання монолітів ґрунтового середовища та розрахуємо граничні зони деформацій, що виникають під час обробітку ґрунту та напрямлені за вектором руху агрегату. Ці граничні зони фронтальних деформацій можна знайти використовуючи наступні вирази:

$$L_{p \max} \geq h_0 \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi + \omega / 2) + L;$$

$$L_{p \min} = h_0 \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi - \omega / 2) + L;$$

$$L_{p \max} \geq 120 \cdot \operatorname{tg}\left(15^\circ + 45^\circ + \frac{40^\circ}{2}\right) + 123;$$

$$L_{p \max} \geq 403 \text{ мм};$$

$$L_{p \min} = 120 \cdot \operatorname{tg}\left(15^\circ + 45^\circ - \frac{40^\circ}{2}\right) + 123;$$

$$L_{p \min} = 246 \text{ мм.}$$

Щоб гарантовано уникнути необроблених ділянок поля та огріхів під час обробітку ґрунту маємо знайти значення відстані між лапами P (рис. 9).

Для розрахунку цієї відстані скористаємося нерівністю:

					ТВКК 00.000 ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

органів у міжрядді забезпечує максимальну рівномірність глибини розпушування.

3.4. Силкові розрахунки просапного культиватора

Є доведеним фактом, що сумарні енерговитрати на суцільну культивування є вищими порівняно із операціями міжрядного обробітку, якщо роботи проводяться на ідентичну глибину.

Традиційно, розрахункове значення тягового опору культиватора можна знайти за відомою формулою [16]:

$$R_x = K_K \cdot B_M,$$

де K_K – питомий опір культиватора на метр ширини захвату при поверхневому обробітку ґрунту, $K_K = 1,8...2,7$ кН/м;

B_M – робоча ширина захвату культиватора, для агрегату УСМК-5,4В, приймаємо $B_M = 5,4$ м.

Після підстановки значень маємо:

$$R_x = 2,3 \cdot 5,4 = 12,42 \text{ кН.}$$

Враховуючи те, що культиватор проводить не суцільний обробіток, а відбувається розпушування тільки міжрядь, більш доцільно питомий опір шукати за наступною розрахунковою формулою:

$$R_x = (A - 2 \cdot e) \cdot n \cdot K_K,$$

де n – дійсна кількість міжрядь, що просапний культиватор обробляє під час одного проходу, на етапі міжрядного обробітку кукурудзи приймаємо $n = 7$;

A – відстань між рядками (ширина міжряддя) вирощуваної на полі культури, для посівів кукурудзи стандартне міжряддя складає $A = 0,7$ м;

e – прийнятий на даному етапі виконання робіт розмір захисної зони рядка, так для обробітку кукурудзи прийmemo $e = 20$ мм = 0,02 м.

					ТВКК 00.000 ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Підставивши цифрові значення маємо питомий опір просапного культиватора:

$$R_x = (0,7 - 2 \cdot 0,02) \cdot 7 \cdot 2,3 = 10,63 \text{ кН.}$$

Отже, після того, як розраховали тяговий опір культиватора під час виконання догляду за посівами кукурудзи можемо обґрунтувати засіб агрегування, з яким найбільш доцільно експлуатувати зазначений ґрунтообробний агрегат. Керуючись інструкцією по експлуатації культиватора УСМК-5,4В та використовуючи довідникові дані [5, 11, 16, 18] при проведенні ним операцій міжрядного обробітку його доцільно агрегувати із трактором МТЗ-80 тягового класу 1,4.

Проаналізуємо силову взаємодію культиваторної лапи, керуючись класичними підходами [16, 17]. Щоб це повноцінно реалізувати знайдемо результуюче зусилля R_{zx} (рис. 11), що виконаємо за залежністю:

$$R_{zx} = \frac{R_x}{\cos \theta} = \frac{10^{-3} \cdot K \cdot B}{\cos \theta};$$

$$R_{zx} = \frac{10^{-3} \cdot 2,3 \cdot 270}{\cos 10^\circ} = \frac{0,621}{0,985} = 0,63 \text{ кН.}$$

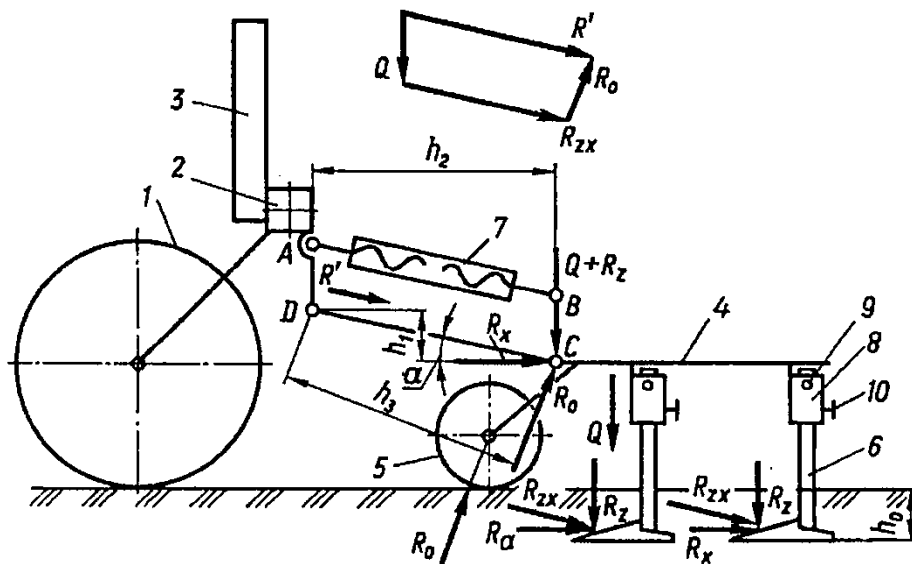


Рис. 11. Силова взаємодія під час роботи культиватора

Враховуючи те, що на етапі виконання робіт слід, щоб всі ґрунтообробні робочі органи культиватора заглиблювалися, має

забезпечуватися необхідна для цього вага секцій робочих органів Q і реакція, яка може протидіяти заглибленню робочого органу R_{zx} . Достатньо сильно на можливість заглиблення та стійкість руху робочих органів культиватора на заданій глибині впливає конструкція, положення і технічний стан паралелограмної навіски секцій. Розміщення в просторі паралелограмної навіски $ABCD$. (рис. 11) фактично і є одним із факторів, що визначає легкість і можливість повного (згідно із регулюваннями) заглиблення робочих органів та й загалом має прямий вплив на реакцію з боку ґрунту на копіювальне колесо кожної секції R_0 .

Загальну умову, що описує рівновагу працюючої секції робочих органів культиватора маємо забезпечити через розрахунок тієї реакції, яка діє зі сторони ґрунту безпосередньо на опорне колесо кожної секції робочих органів R_0 враховуючи сумарну силу (рівнодіючу) усіх сил у даній системі. Для цього, на етапі моделювання ланку паралелограмного механізму $ДС$ механізму навіски приймають у вигляді повернутого плану швидкостей. Наступний етап роботи полягає в прикладанні до плану швидкостей кожної із тих сил, які діють на зазначену систему. Після прикладання всіх сил, використовуючи метод Жуковського маємо записати наступне рівняння:

$$R_x \cdot h_1 + R_0 \cdot h_3 - (Q + R_z) \cdot h_2 = 0;$$

$$R_0 = \frac{l[(Q + R_z) \cos \alpha - R_x \cdot \sin \alpha]}{h_3};$$

$$R_0 = 275[(15,6 + 0,2) \cos 10 - 0,58 \cdot \sin 10] / 310 = 13,7 \text{ кН.}$$

Отже, в результаті проведених розрахунків і обґрунтувань вдалося отримати ряд основних конструктивних параметрів та необхідної компоновки робочих органів культиватора-рослинопідживлювача, який може ефективно використовуватися під час реалізації технологічного процесу міжрядного обробітку посівів кукурудзи у господарських умовах.

					<i>ТВКК 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

3.5. Результати досліджень ефективності локального внесення засобів агрохімії під час міжрядної культивуації посівів кукурудзи

З метою перевірки можливості якісного локального внесення засобів агрохімії в підлаповий простір стрільчастої лапи просапного культиватора із обґрунтованими в попередньому підрозділі конструктивними параметрами цієї лапи були за класичною методикою планування багатофакторного експерименту [23, 24] проведені дослідження. З метою проведення розподілення гранул засобів агрохімії в середині підлапового простору стрільчастої лапи на жорсткому кронштейні встановлювали пасивний конічний розподільник, конструктивні параметри якого і впливали на рівномірність розподілу гранул агрохімічних засобів. Проведені дослідження базувалися на твердженнях і результатах виконаної роботи [20] але при цьому в якості розподільника використовували не призматичний елемент а конічний.

За результатами досліджень, які виконано в [20] автором сформульовано гіпотезу, за якою констатується, що для забезпечення розподілу туків засобів агрохімії в підлаповому просторі універсальних стрільчастих культиваторних лап необхідно в нижній частині лапи між її крилами встановити додатковий робочий орган – ділильник, конструкція і форма якого визначає якісні показники локального внесення. З метою комплексної оцінки робочого органу для локального внесення твердих засобів агрохімії слід вивчити вплив ряду параметрів цього пристосування на дальність поперерчного польоту туків ℓ_n^n та концентрацію розподілених туків на дні борозни, утвореної стрільчастою лапою M .

Планування та проведення досліджень відбувалося за стандартною методикою планування багатофакторного експерименту [23, 24], при цьому, повторюваність досліджень була трикратною а обробку отриманих даних та представлення результатів експериментальних досліджень відбувалося в пакеті прикладних програм STATISRICA 12.

					ТВКК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

Використовуюючи даний програмний продукт побудували і на серійному культиваторі УСМК-5,4В провели експерименти, що представлені матрицею експериментальних досліджень, наведеної в таблиці 2. Статистична математична модель була реалізована у вигляді центрального композиційного плану 2^3+ зіркові точки. Під час експериментальних досліджень вивчали вплив факторів, серед яких x_1 – швидкість подачі гранул засобів агрохімії в зоні їх виходу із тукопроводу стояка стрільчастої лапи, $V_{пад}$, м/с; x_2 – кут розхилу конусного розподільника добрив, θ , град; x_3 – висота встановлення розподільника в підлаповому просторі відносно дна борозни, h , м.

Таблиця 2

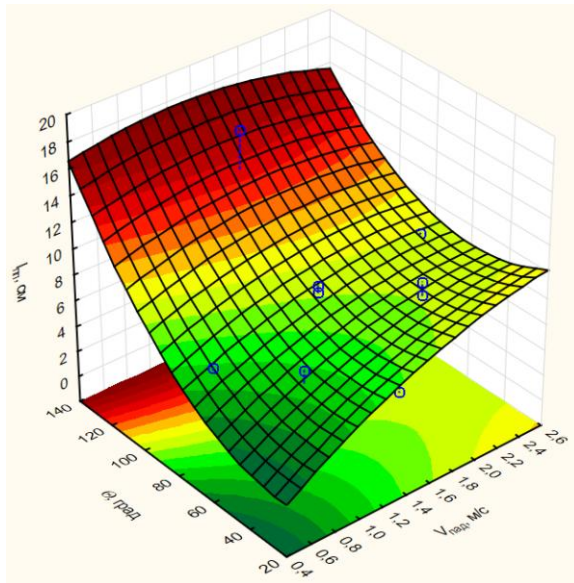
Матриця планування та результати експериментальних досліджень впливу параметрів пристосування для локального внесення засобів агрохімії на критерії оптимізації

	1	2	3	4	5
	$V_{пад}$, м/с	θ , град	h , м	$l_{пл}$, см	M , %
1	1,000	50,000	0,040	5	17,9
2	1,000	50,000	0,060	6,5	17,5
3	1,000	100,000	0,040	7	20
4	1,000	100,000	0,060	8,5	19,2
5	2,000	50,000	0,040	8	22
6	2,000	50,000	0,060	9	20,63
7	2,000	100,000	0,040	7,5	19,2
8	2,000	100,000	0,060	10	17,75
9	1,500	75,000	0,050	8	26,15
10	0,618	75,000	0,050	6	16,8
11	2,382	75,000	0,050	9	18,42
12	1,500	30,904	0,050	4,5	21,09
13	1,500	119,096	0,050	16,5	15,7
14	1,500	75,000	0,032	5	18,81
15	1,500	75,000	0,068	7	21
16	1,500	75,000	0,050	8,5	24,4

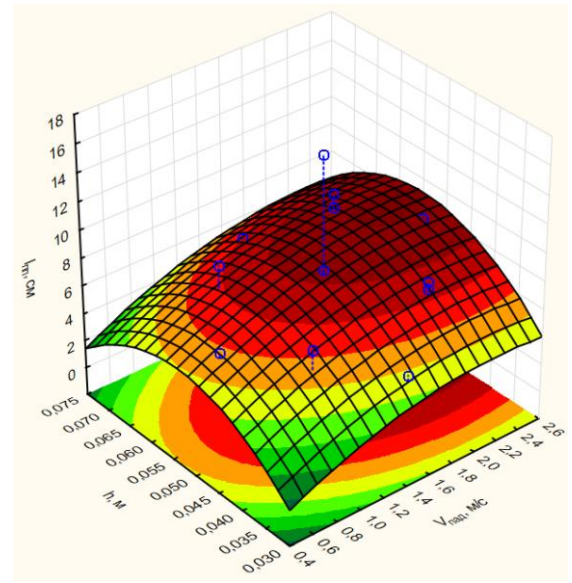
Програмний продукт STATISRICA 12 дозволяє в автоматичному режимі обробити наведений в таблиці 2 результат досліджень та отримати результати у вигляді табличного результату та тривимірних графіків попарного впливу обраних факторів на критерії оптимізації, а саме вплив параметрів на Y_1 –

дальність поперержного польоту туків ℓ_n^n (рис. 12) та Y_2 – концентрацію розподілених туків на дні борозни, утвореної стрільчастою лапою M (рис. 13).

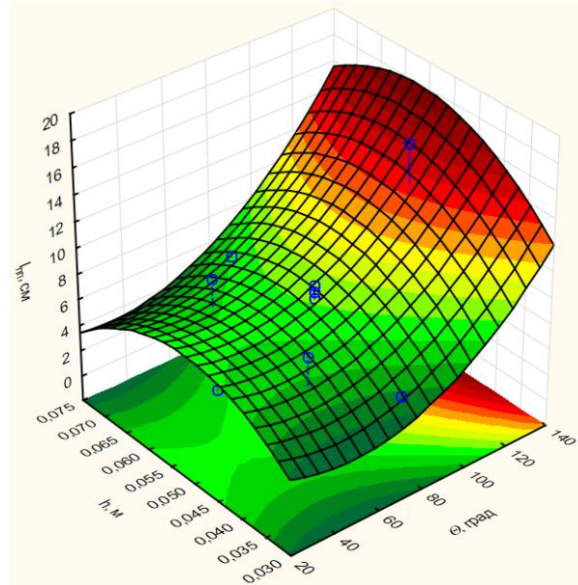
Effect Estimates; Var.: I _{пн} , см; R-sqr=,75074; Adj.,37686 (Результат.sta)										
3 factors, 1 Blocks, 16 Runs; MS Residual=4,870886										
DV: I _{пн} , см										
Factor	Effect	Std.Err.	t(6)	p	-95.% Cnf.Limt	+95.% Cnf.Limt	Coeff.	Std.Err. Coeff.	-95.% Cnf.Limt	+95.% Cnf.Limt
Mean/Interc.	8,22955	1,558816	5,27936	0,001866	4,41526	12,04383	8,229545	1,558816	4,41526	12,04383
(1)V _{пад} , м/с(L)	1,79881	1,170443	1,53686	0,175240	-1,06517	4,66278	0,899403	0,585221	-0,53258	2,33139
V _{пад} , м/с(Q)	-0,58734	1,366225	-0,42990	0,682281	-3,93037	2,75569	-0,293669	0,683112	-1,96518	1,37785
(2)φ, град(L)	3,60928	1,170443	3,08369	0,021561	0,74531	6,47325	1,804641	0,585221	0,37266	3,23663
φ, град(Q)	1,34123	1,366225	0,98171	0,364156	-2,00180	4,68427	0,670617	0,683112	-1,00090	2,34213
(3)h, м(L)	1,41014	1,170443	1,20479	0,273644	-1,45383	4,27411	0,705070	0,585221	-0,72691	2,13706
h, м(Q)	-1,55162	1,366225	-1,13570	0,299402	-4,89466	1,79141	-0,775812	0,683112	-2,44733	0,89570
1L by 2L	-0,87500	1,560591	-0,56069	0,595313	-4,69363	2,94363	-0,437500	0,780295	-2,34681	1,47181
1L by 3L	0,12500	1,560591	0,08010	0,938764	-3,69363	3,94363	0,062500	0,780295	-1,84681	1,97181
2L by 3L	0,37500	1,560591	0,24029	0,818102	-3,44363	4,19363	0,187500	0,780295	-1,72181	2,09681



$$Y_1 = f(x_1, x_2)$$



$$Y_1 = f(x_1, x_3)$$

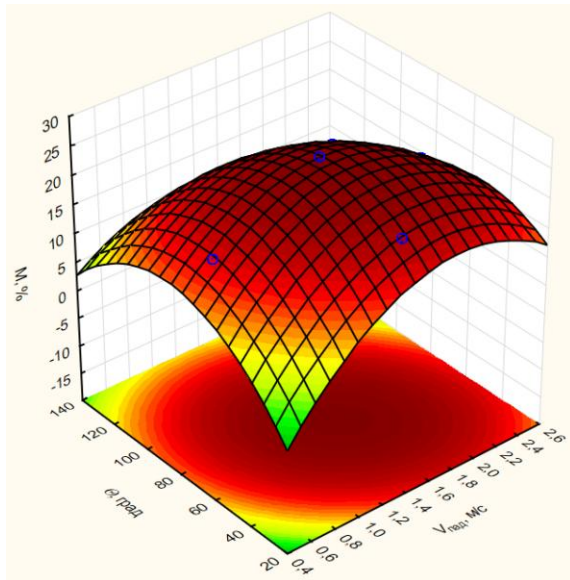


$$Y_1 = f(x_2, x_3)$$

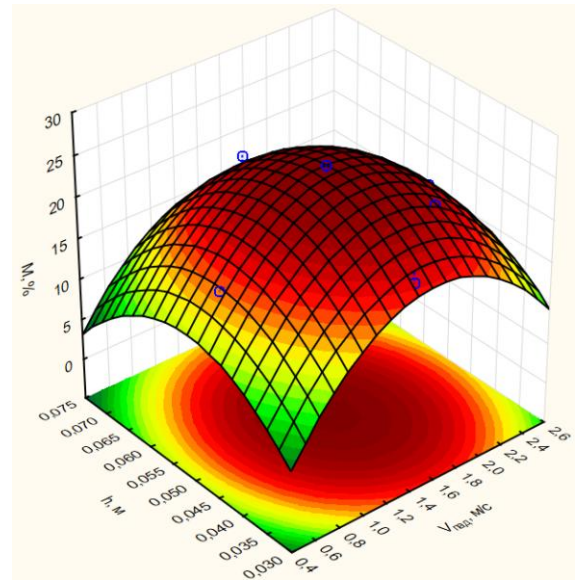
Рис. 12. Результати моделювання впливу факторів на критерій $Y_1(\ell_n^n)$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

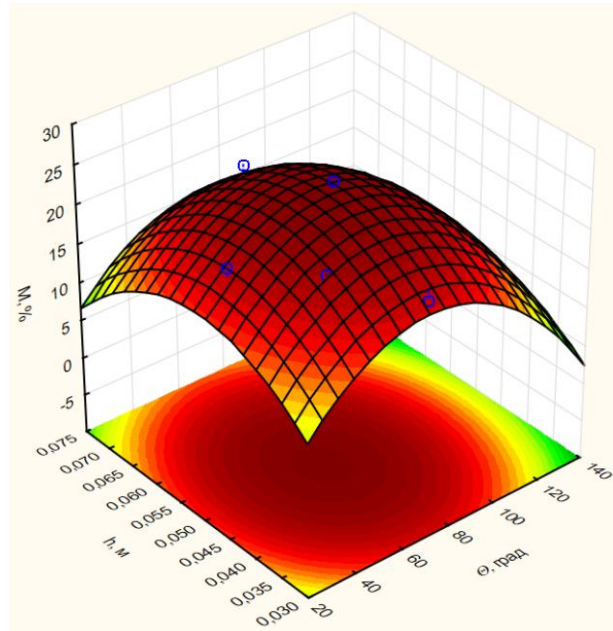
Effect Estimates; Var.:M, %; R-sqr=,88931; Adj.,72328 (Результат.sta)										
3 factors, 1 Blocks, 16 Runs; MS Residual=2,078517										
DV: M, %										
Factor	Effect	Std.Err.	t(6)	p	-95,% Cnf.Limt	+95,% Cnf.Limt	Coeff.	Std.Err. Coeff.	-95,% Cnf.Limt	+95,% Cnf.Limt
Mean/Interc.	25,30037	1,018281	24,84616	0,000000	22,80873	27,79202	25,30037	1,018281	22,80873	27,79202
(1)V _{пад.} м/с(L)	1,10214	0,764580	1,44149	0,199530	-0,76872	2,97300	0,55107	0,382290	-0,38436	1,48650
V _{пад.} м/с(Q)	-4,79700	0,892473	-5,37495	0,001704	-6,98080	-2,61320	-2,39850	0,446236	-3,49040	-1,30660
(2)φ, град(L)	-1,60131	0,764580	-2,09436	0,081108	-3,47217	0,26955	-0,80065	0,382290	-1,73608	0,13478
φ, град(Q)	-4,29236	0,892473	-4,80951	0,002972	-6,47616	-2,10855	-2,14618	0,446236	-3,23808	-1,05428
(3)h, м(L)	-0,02211	0,764580	-0,02891	0,977871	-1,89297	1,84875	-0,01105	0,382290	-0,94648	0,92438
h, м(Q)	-3,32164	0,892473	-3,72184	0,009831	-5,50545	-1,13784	-1,66082	0,446236	-2,75272	-0,56892
1L by 2L	-2,37000	1,019440	-2,32481	0,059059	-4,86448	0,12448	-1,18500	0,509720	-2,43224	0,06224
1L by 3L	-0,40500	1,019440	-0,39728	0,704910	-2,89948	2,08948	-0,20250	0,509720	-1,44974	1,04474
2L by 3L	-0,12000	1,019440	-0,11771	0,910138	-2,61448	2,37448	-0,06000	0,509720	-1,30724	1,18724



$$Y_1 = f(x_1, x_2)$$



$$Y_1 = f(x_1, x_3)$$



$$Y_1 = f(x_2, x_3)$$

Рис. 12. Результати моделювання впливу факторів на критерій $Y_2(M)$

Таким чином, за результатами проведених експериментальних досліджень вдалося отримати раціональні значення параметрів універсальної стрільчастої лапи культиватора під час внесення нею на етапі міжрядного обробітку ґрунту локальним способом (в підлаповий простір) засобів агрохімії в твердому (гранульованому) вигляді. Так, проведені дослідження доводять, що для найбільш ефективного розподілу засобів агрохімії в підлаповому просторі лапи необхідно забезпечити наступні параметри: швидкість подачі гранул засобів агрохімії в зоні їх виходу із тукопроводу стояка стрільчастої лапи $x_1(V_{над}) = 1,4...1,5$ м/с; кут розхилу конусного розподільника добрив $x_2(\theta) = 75...85^\circ$; висота встановлення розподільника в підлаповому просторі відносно дна борозни $x_3(h) = 0,045...0,05$ м.

4. Охорона праці

В процесі проведення міжрядного обробітку посівів кукурудзи вдосконаленим агрегатом УСМК-5,4В на обслуговуючий персонал може діяти цілий ряд шкідливих чи небезпечних виробничих чинників, які є типовими для подібних агрегатів [25, 26]. Серед тих чинників, що за умов виконання даної операції зустрічаються найчастіше наступні:

- має місце значна кількість конструктивних елементів ґрунтообробного агрегату, що є незахищеними та таких, що є швидкообертливими;
- відсутні чи не належним чином встановлені захисні кожухи або ж огордження, що захищають працюючих від можливих ушкоджень;
- вища за норму загазованість чи запиленість повітря, що перебуває в робочій зоні під час налаштування чи виконання міжрядного обробітку ґрунту;
- підвищений рівень коливань чи вібрацій, які виникають на етапі міжрядного обробітку ґрунту культиватором-рослинопідживлювачем;

					ТВКК 00.000 ПЗ	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- при роботі ґрунтообробного агрегату на ньому є певна кількість заусенців, гострих країв та ін, що може бути джерелом ушкодження обслуговуючого персоналу;
- є ймовірність виникнення перевертання ґрунтообробного агрегату під час його транспортування або ж під час робочого ходу в полі під час руху на спуск чи підйом, або ж при значному куті нахилу поверхні поля;
- є загроза виникнення пожежі під час підготовки ґрунтообробного агрегату до роботи або ж під час міжрядного обробітку ним просапних культур;
- ймовірність ураження струмом, за умови, якщо агрегат для міжрядного обробітку ґрунту працює безпосередньо під лініями електропередач або ж дуже близько до них;
- є значна ймовірність та загроза для організму обслуговуючого персоналу в результаті контакту із засобами агрохімії чи вдихання шкідливих випарів та інших шкідливих сполук, що супроводжують роботу агрегату в полі, таких як паливно-мастильних матеріалів, технічних рідин та ін.

На рівні проектування та виготовлення культиватора-рослинопідживлювача агрегат повинен забезпечувати безперешкодну оглядовість з робочого місця (кабіни трактора) механізатора. З метою створення комфортних умов виконання робіт, в тому числі і з обслуговування культиватора в його конструкції передбачені спеціальні підніжки і поручні, що спрощують роботу обслуговуючого персоналу. В тих конструктивних елементах культиватора-рослинопідживлювача, доступ до яких є ускладненим передбачається установка необслуговуваних підшипників та інших конструктивних елементів, які не потребують обслуговування протягом всього терміну експлуатації. Місця змащування та обслуговування на культиваторі, місця стропування та установки домкратів мають бути

					ТВКК 00.000 ПЗ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зафарбовані в контрастний колір до всього забарвлення ґрунтообробного агрегату.

На елементах культиватора, рамі, захисних огороженнях наносяться спеціальні наліпки і написи, стандартні знаки, що надають обслуговуючому персоналу вичерпну інформацію щодо дій операторів під час виконання робіт або ж виникнення аварійних ситуацій, чи вказівки на те, що робити під час виконання або ж обслуговування агрегату небезпечно чи заборонено.

Під час комплектування агрегату із трактором допустимі навантаження на керуючі рушії енергозасобу не мають бути більшими 50% відносно повної ваги ґрунтообробного знаряддя.

Допустимі кути стійкості агрегату для міжрядного обробітку повинні бути більшими за 30°.

Механізм автонавішування культиватора-рослинопідживлювача дозволяє проводити комплектування агрегату з енергетичним засобом одним механізатором без допомоги помічника. Допустиме зусилля на регулювальні механізми та органи керування культиватором-рослинопідживлювачем мають бути не вищими за 200 Н. Крім цього, максимальна кількість рухів оператора під час міжрядного обробітку не має бути більшим за 25 рухів протягом однієї хвилини.

5. Обґрунтування ефективності вдосконалень

Слід зазначити, що сьогодні отримати врожай просапних культур, в тому числі і кукурудзи неможливо без їх кількарязового міжрядного обробітку. Варто наголосити, що останнім часом значну роль в забезпеченні стабільних врожаїв відіграє хімізація виробництва, а тому на етапі міжрядного обробітку ґрунту практикують внесення фінішної норми добрив. Крім цього, існує чітка тенденція до того, що поряд із внесенням добрив, підвищується значення внесення інших засобів агрохімії на кшталт біостимуляторів росту, інсектицидів, інших хімічних сполук. В класичному просапному культиваторі для внесення добрив використовують звичайні підживлюючі ножі, які можуть

					ТВКК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

вносити добрива смугою в зоні руху зазначеного робочого органу. Такий спосіб внесення і заробки засобів агрохімії виключає можливість більш рівномірного розподілу гранул по всьому міжряддю, яке обробляється, а тому в розрізі виконаної роботи нами запропоновано до складу культиватора УСМК-5,4В додати в конструкцію класичної стрільчастої лапи тукопровід і конусний розподільник, які в сукупності дозволять забезпечити високу рівномірність локального внесення засобів агрохімії.

Запропоновані зміни в конструкцію секції робочих органів культиватора для міжрядного обробітку дозволяють забезпечити стабільність врожаїв за рахунок вірного і рівномірного розподілу засобів агрохімії в підлаповому просторі культиваторної лапи, що гарантує поліпшення умов вирощування навіть за несприятливих умов.

6. Висновок

В роботі наведено інформацію про умови вирощування, місце в сівозміні, господарське значення, сфери використання, та типова технологія вирощування кукурудзи в базовому фермерському господарстві. Окремо зацентовано увагу на проблемних ланках технології, наголошено, що сьогодні для отримання стабільних і високих врожаїв за будь-яких умов вирощування кукурудзи відіграє проведення міжрядного обробітку посівів кукурудзи із своєчасним і ефективним внесенням під час проведення означених робіт засобів агрохімії в міжряддя. В ході обґрунтувань було запропоновано міжрядний обробіток замість базового агрегату проводити культиватором УСМК-5,4В разом із трактором МТЗ-80. Використання запропонованого ґрунтообробного агрегату в господарстві під час вирощування кукурудзи підвищує продуктивність міжрядного обробітку на 7,39 гектар за зміну. Крім зазначеного на етапі проведення міжрядної культивуації кукурудзи із одночасним внесенням засобів агрохімії досягається економія пального на 0,95 кг на кожен гектар. Поведені відповідні розрахунки,

					<i>ТВКК 00.000 ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		70

які підтверджують економічну та технологічну доцільність використання в господарстві запропонованого агрегату для догляду за посівами кукурудзи.

В науковій частині проведено опис запропонованого агрегату для міжрядного обробітку ґрунту, проаналізовано напрямки вдосконалення серійного культиватора УСМК-5,4В, проведено інженерні розрахунки, що дозволили отримати ряд основних конструктивних параметрів та необхідної компоновки робочих органів культиватора-рослинопідживлювача, який може ефективно використовуватися під час реалізації технологічного процесу міжрядного обробітку посівів кукурудзи у господарських умовах.

За результатами проведених експериментальних досліджень, які реалізовані керуючись класичною методикою багатофакторного експерименту вдалося отримати раціональні значення параметрів універсальної стрільчастої лапи культиватора під час внесення нею на етапі міжрядного обробітку ґрунту локальним способом (в підлаповий простір) засобів агрохімії в твердому (гранульованому) вигляді. Отримані результати дозволяють стверджувати, що для найбільш ефективного розподілу засобів агрохімії в підлаповому просторі лапи необхідно забезпечити наступні параметри: швидкість подачі гранул засобів агрохімії в зоні їх виходу із тукопроводу стояка стрільчастої лапи $x_1(V_{над}) = 1,4...1,5$ м/с; кут розхилу конусного розподільника добрив $x_2(\theta) = 75...85^\circ$; висота встановлення розподільника в підлаповому просторі відносно дна борозни $x_3(h) = 0,045...0,05$ м.

Додатково проаналізовано шкідливі та небезпечні виробничі фактори, що можуть супроводжувати процес міжрядного обробітку та можуть виникати під час роботи культиватора і вжиті заходи щодо усунення окремих загроз. Доцільність змін підтверджена обґрунтуванням ефективності вдосконалень та ймовірним підвищенням продуктивності агрегату у поєднанні із зниженням витрат пального у випадку практичного використання розробок в роботі.

					ТВКК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

Список використаної літератури

1. Каталог-довідник 2019-2020. Masseeds. United to grow. Кукурудза, соняшник, озимий ріпак, люцерна. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://bizontech.ua/file//builder/bGlvtOLMvc.pdf> – Назва з екрана.
2. Технологія виробництва продукції рослинництва: Навчальний посібник / А.О. Рожков, Е.М. Огурцов, А.М. Свиридов та ін.; за ред. А.О. Рожкова. – Х.: Майдан, 2016. – 550 с.
3. Технологія виробництва продукції рослинництва: Навч. посіб. Ч.2 / Мельник С.І., Муляр О.Д., Кочубей М.Й., Іванцов П.Д. – К. : Аграрна освіта, 2010. – 405 с.
4. Єщенко В.О. Загальне землеробство. – К.: Вища освіта, 2004. – 336 с.
5. Механізація технологічних процесів в землеробстві: Навчально-методичний комплекс: навч. посіб. / С.М. Грушецький, І.М. Бендера, Т.Д. Іщенко та ін.. – Кам'янець-Подільський : ФОП Сисин О.В., 2011. – 352 с.
6. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві: Підручник / С.М. Каленська, Л.М. Єрмакова, В.Д. Паламарчук та ін.. – Вінниця: ФОП Рогальська І.О., 2015. – 448 с.
7. Практикум із землеробства: Навчальний посібник / М.С. Кравченко, О.М. Царенко, Ю.Г. Міщенко та ін.: За ред.. М.С. Кравченка і З.М. Томашівського. – К.: Мета, 2003. – 320 с.
8. Лихочвор В.В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. – Львів: НВФ «Українські технології», 2002. – 800 с.
9. Технологія виробництва продукції рослинництва: навч. посіб. Ч.2 / Мельник С.І., Муляр О.Д., Кочубей М.Й., Іванцов П.Д. – К. : Аграрна освіта, 2010. – 405 с.

					ТВКК 00.000 ПЗ	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10. Машина для обробітку ґрунту та внесення добрив. Навчальний посібник для студентів агротехнічних спеціальностей / Сало В.М., Лещенко С.М., Лузан П.Г., Мачок Ю.В., Богатирьов Д.В. – Х.: Мачулін, 2016. – 244 с.
11. Довідник з машиновикористання в землеробстві / За ред. В.І. Пастухова – Харків: Веста, 2001. – 347 с.
12. Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва: Підруч. у 2 т: Т. 2 / А.В. Рудь, І.М. Бендера, Д.Г. Войтюк та ін.; за ред. А.В. Рудя. – К. Агроосвіта, 2012. – 434 с.
13. Ільчук М.М., Зрібняк Л.Я., Мельник С.І. Організація і планування сільськогосподарського виробництва: Підручник – К.: Вища освіта, 2013. – 535 с.
14. Експлуатація машин і обладнання: Навчальний посібник / Ружицький М.А., Рябець В.І., Кіяшко В.М. та ін. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 617 с.
15. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з курсів «Технологія механізованих робіт в рослинництві» та «Машиновикористання в рослинництві» для студентів спеціальностей 208 «Агроінженерія» та 133 «Галузеве машинобудування» / Укладачі: В.М. Сало, С.М. Лещенко, О.М. Васильковський, Д.І. Петренко, П.Г. Лузан – Кропивницький: ЦНТУ, 2018. – 170 с.
16. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування: Підруч. для студент. вищ. навч. зал. із спец. «Машина та обладн. с.-г. вир-ва»/ За ред. М.І. Черновола. Кн. 1: Машина для рільництва/ П.В. Сисолін, Т.І. Рибак, В.М. Сало; За ред. М.І. Черновола. – К.: Урожай, 2002. – 364 с.
17. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2005. – 464 с.
18. Сільськогосподарські машини: Підручник. / Д.Г. Войтюк, Л.В. Аніскевич, В.В. Іщенко та ін.; За ред. Д.Г. Войтюка. – К.: «Агроосвіта», 2015 – 679 с.

					ТВКК 00.000 ПЗ	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

19. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. Т.1 (частина1). Машини та знаряддя для обробітку ґрунту. – Харків: ОКО, 2001. – 444 с.
20. Дейкун В.А. Обґрунтування параметрів робочого органа для внутрішньогрунтового внесення мінеральних добрив [Текст] : Дис. ... канд. техн. наук : 05.05.11 / Дейкун Віктор Анатолійович ; Кіровоградський національний технічний університет – Кіровоград, 2013. – 138 с.
21. Войтюк Д.Г., Дубровін В.О., Іщенко Т.Д. та ін. Сільськогосподарські та меліоративні машини// За ред. Д.Г. Войтюка. К.: Вища освіта, 2004. 544 с.
22. Войтюк Д.Г., Яцун С.С., Довжик М.Я. Сільськогосподарські машини: основи теорії та розрахунку/ За ред. Д.Г. Войтюка. – Суми: ВТД Університетська книга, 2006. – 480 с.
23. Підручник дослідника. Навчальний посібник для студентів агротехнічних спеціальностей. / Васильковський О.М., Лещенко С.М., Васильковська К.В., Петренко Д.І. – Кіровоград, Х.: Мачулін, 2016. – 204 с.
24. Основи наукових досліджень. Перші наукові кроки: Навч. посіб. для студ. агротехн. спец. / О.М. Васильковський, С.М. Лещенко, К.В. Васильковська, Д.І. Петренко. – Харків: Мачулін, 2019. – 164 с.
25. Войналович О.В. Охорона праці в сільському господарстві. / О.В. Войналович, Є.І. Марчишина, Т.О. Білько. – К.: Центр навчальної літератури, 2018. – 691 с.
26. Основи охорони праці: Підручник / М.С. Одарченко, А.М. Одарченко, В.І. Степанов, Я.М. Черненко. – Х.: Стиль-Издат, 2017. – 334 с.
27. Андрійчук В.Г. Економіка аграрних підприємств: Підручник. – 2 – ге вид., доп. і перер. – К.: КНЕУ, 2002. – 624 с.

					ТВКК 00.000 ПЗ	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

Центральноукраїнський національний технічний університет

Презентація графічної частини дипломної роботи
за другим рівнем вищої освіти на тему:

Вдосконалення технології вирощування кукурудзи з дослідженням культиватора для міжрядного обробітку ґрунту

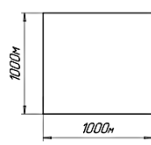

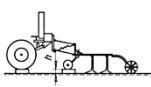
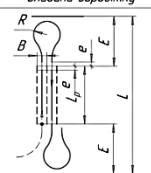
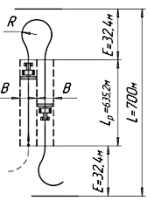
Виконав: ст.гр. АІ-23М-1 Коваленко Вадим Володимирович

Керівник роботи: доц. Сергій ЛЕЩЕНКО

Кропивницький, 2024 р.

Операційно-технологічна карта на культивуацію

ВКДК 00.001 Т4

Назва груп показників	Параметри, вимоги, нормативи	Схеми
Умови роботи	Площа – 100 га; довжина гонів – 1000 м; максимальна величина схилів – 3°%; глибина обробітки – 11–12 см.	Схема поля
Агротехнічні вимоги	1. Проведення обробітки в кращі агротехнічні строки. 2. Глибина розпушування шару ґрунту після проходу агрегату повинна становити 50±5 мм. 3. В обробленім шарі ґрунту вміст зрідок розміром більше 20 мм не повинен перевищувати 10% від маси проби. 4. Ширина перекриття попереднього проходу культиватора не повинна перевищувати 15–20 см (особливо при внесенні гербіцидів одночасно з обробіткою ґрунту)	
Склад агрегату	Трактор МТЗ-80 + культиватор ЧСМК-5,4. Робоча ширина захвату $B_p = 5,4$ м, мінімальний радіус повороту $R_{min} = 9,18$ м, кінематична довжина агрегату $L_a = 1,94$ м.	Схема агрегата 
Підготовка МТА до роботи	1.Провести щозмінний технічний огляд трактора і культиватора 2.Перевірити кріплення вузлів і загострення робочих органів. 3. Перевірити надійність та правильність розстановки попольних лоп. 4. Відрегулювати культиватор на задану глибину обробітки міжрядь.	 Схема налагодження культиватора на задану глибину обробітки
Спосіб руху Підготовка поля	Спосіб руху – загінний, човниковий з петльовими поворотами Перед початком обробітки поле оглянути, усунути виявлені перешкоди. Відмітити ширину поворотних смуг $E = 32,4$ м; ширину заїзнок, довжину робочого ходу $L_p = 935,2$ м.	 Схема підготовки поля до роботи
Робота МТА на ділянці Показники організації процесу	1. Роботи виконувати на V-ї передачі. З врахуванням продуксування робоча швидкість повинна становити $V_p = 9,27$ км/год. 2. Тривалість одного циклу – 0,18 год. 3. Технічна продуктивність за цикл – 0,75 га/цикл. 4. Кількість циклів за зміну – 39,4 ц/зм. 5. Змінна продуктивність агрегату – 24,86 га/зм. 6. Витрати палива на 1 га – 3,29 кг/га. 7. Витрати палива за зміну – 96,82 кг/зм.	 E – поворотна смуга, Lp – робоча довжина гонів R – мінімальний радіус повороту Схема руху одного циклу
Контроль за якістю	1. Відхилення глибини від заданої не повинно перевищувати ±4 см. 2. Знищення бур'янів в міжряддях більше 90%. 3. Пошкодження та зрізання рослин картоплі – до 2%. 4. Гребенистість поверхні ґрунту в міжряддях – до 3 см.	

Операційно-технологічна карта на культивуацію

Стор. №

Стор. №

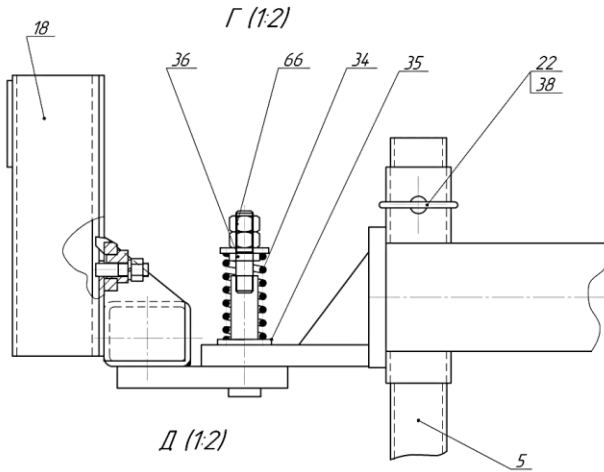
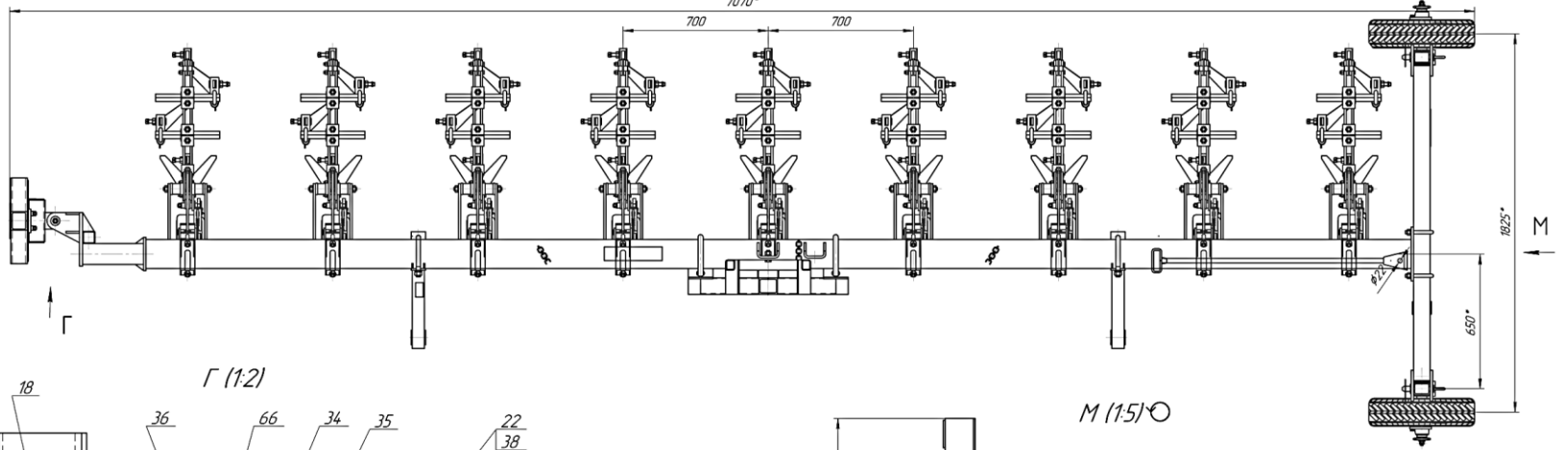
		ВКДК 00.001 Т4			
Ізг. №	В. №	Ізг. №	В. №	Ізг. №	В. №
Розроб.	Кубиш	Викон.	-	Відр.	-
Замов.		Перевір.		Відр.	1
Метод.	Метод	Метод		Ізг. №	7
Вид	Вид	Вид		ЗД №	2042(14)
				Кількість	1

Складальні креслення просапного культиватора

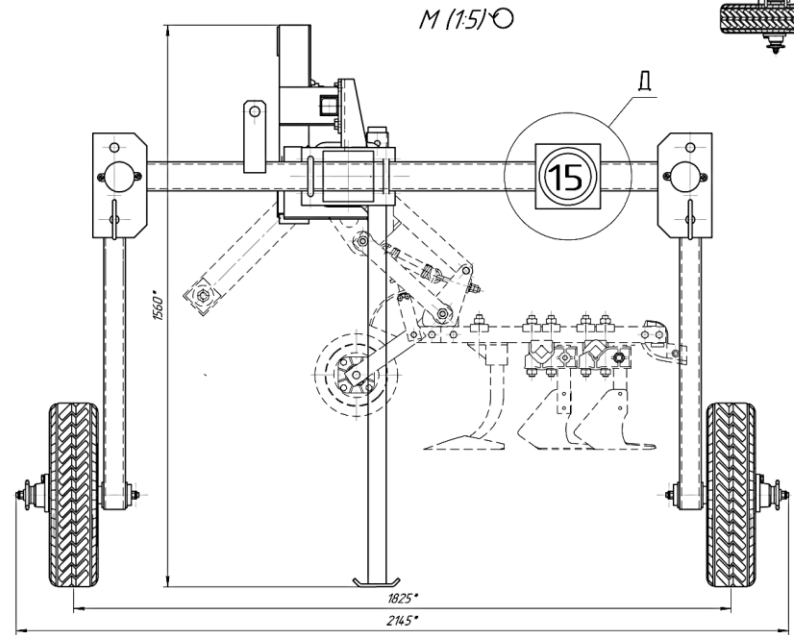
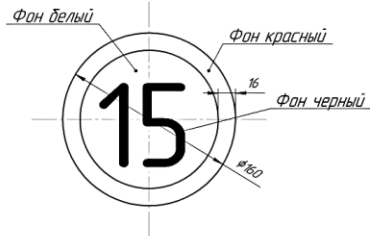
ТВКК 00.000 СБ

Транспортне положення

7070°



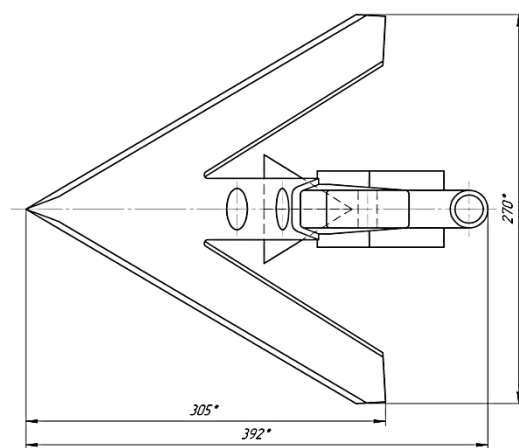
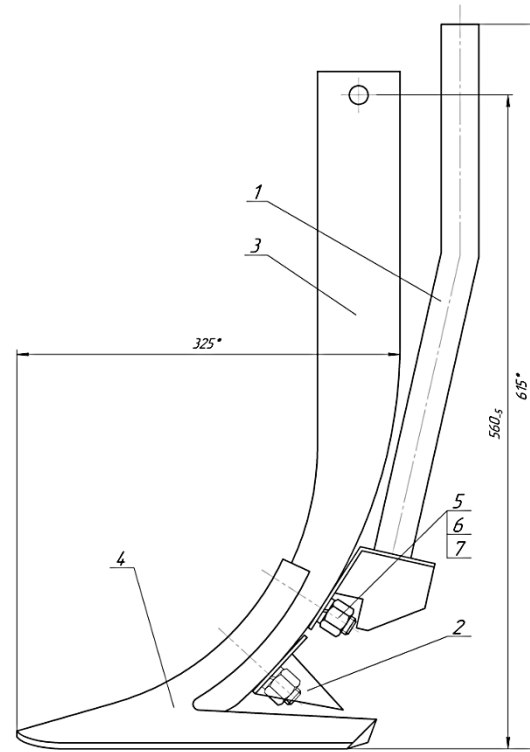
Д (1:2)



Лист 1
Лист 2
Лист 3
Лист 4
Лист 5
Лист 6
Лист 7
Лист 8
Лист 9
Лист 10
Лист 11
Лист 12
Лист 13
Лист 14
Лист 15
Лист 16
Лист 17
Лист 18
Лист 19
Лист 20
Лист 21
Лист 22
Лист 23
Лист 24
Лист 25
Лист 26
Лист 27
Лист 28
Лист 29
Лист 30
Лист 31
Лист 32
Лист 33
Лист 34
Лист 35
Лист 36
Лист 37
Лист 38
Лист 39
Лист 40
Лист 41
Лист 42
Лист 43
Лист 44
Лист 45
Лист 46
Лист 47
Лист 48
Лист 49
Лист 50

ТВКК 00.000 СБ				Лист	Масса	Расчет
Культиватор-рослинотриблеач 9СЧК-54В				1240	170	
Лист	Кабельная	Лист	Лист	Лист 2	Листов 2	
Лист	Кабельная	Лист	Лист	ЦНТУ, гр. А1-23М-1		
Лист	Кабельная	Лист	Лист	Формат А1		

ТВКК 10.030 СБ



Лист № 1
Лист № 2
Лист № 3
Лист № 4
Лист № 5
Лист № 6
Лист № 7
Лист № 8
Лист № 9
Лист № 10
Лист № 11
Лист № 12
Лист № 13
Лист № 14
Лист № 15
Лист № 16
Лист № 17
Лист № 18
Лист № 19
Лист № 20

- 1. *Разміри для довідок.
- 2. Складанням забезпечити відхилення осі лопи відносно осі стійки не більше 3°.

				ТВКК 10.030 СБ		
Лист	Маса	Масштаб				
Лист	Маса	Масштаб	Лист			
1	12,1	1:1	Лист			
			ЦНТУ			
			гр. АТ-23М-1			
			Формат А2			

Складальні креслення вдосконалених елементів конструкції

Наукова частина роботи

Центральний композиційний план проведених досліджень оцінки впливу факторів на критерії оптимізації та табличний результат досліджень

	1	2	3	4	5
	$V_{пад}, м/с$	$\theta, град$	$h, м$	$l_{пп}, см$	$M, \%$
1	1,000	50,000	0,040	5	17,9
2	1,000	50,000	0,060	6,5	17,5
3	1,000	100,000	0,040	7	20
4	1,000	100,000	0,060	8,5	19,2
5	2,000	50,000	0,040	8	22
6	2,000	50,000	0,060	9	20,63
7	2,000	100,000	0,040	7,5	19,2
8	2,000	100,000	0,060	10	17,75
9	1,500	75,000	0,050	8	26,15
10	0,618	75,000	0,050	6	16,8
11	2,382	75,000	0,050	9	18,42
12	1,500	30,904	0,050	4,5	21,09
13	1,500	119,096	0,050	16,5	15,7
14	1,500	75,000	0,032	5	18,81
15	1,500	75,000	0,068	7	21
16	1,500	75,000	0,050	8,5	24,4

Effect Estimates; Var.: $l_{пп}, см$; R-sqr=,75074; Adj.: ,37686 (Результат.sta)
3 factors, 1 Blocks, 16 Runs; MS Residual=4,870886
DV: $l_{пп}, см$

Factor	Effect	Std.Err.	t(6)	p	-95, % Cnf.Limt	+95, % Cnf.Limt	Coeff.	Std.Err. Coeff.	-95, % Cnf.Limt	+95, % Cnf.Limt
Mean/Interc.	8,22955	1,558816	5,27936	0,001866	4,41526	12,04383	8,229545	1,558816	4,41526	12,04383
(1) $V_{пад}, м/с(L)$	1,79881	1,170443	1,53686	0,175240	-1,06517	4,66278	0,899403	0,585221	-0,53258	2,33139
$V_{пад}, м/с(Q)$	-0,58734	1,366225	-0,42990	0,682281	-3,93037	2,75569	-0,293669	0,683112	-1,96518	1,37785
(2) $\theta, град(L)$	3,60928	1,170443	3,08369	0,021561	0,74531	6,47325	1,804641	0,585221	0,37266	3,23663
$\theta, град(Q)$	1,34123	1,366225	0,98171	0,364156	-2,00180	4,68427	0,670617	0,683112	-1,00090	2,34213
(3) $h, м(L)$	1,41014	1,170443	1,20479	0,273644	-1,45383	4,27411	0,705070	0,585221	-0,72691	2,13706
$h, м(Q)$	-1,55162	1,366225	-1,13570	0,299402	-4,89466	1,79141	-0,775812	0,683112	-2,44733	0,89570
1L by 2L	-0,87500	1,560591	-0,56069	0,595313	-4,69363	2,94363	-0,437500	0,780295	-2,34681	1,47181
1L by 3L	0,12500	1,560591	0,08010	0,938764	-3,69363	3,94363	0,062500	0,780295	-1,84681	1,97181
2L by 3L	0,37500	1,560591	0,24029	0,818102	-3,44363	4,19363	0,187500	0,780295	-1,72181	2,09681

Effect Estimates; Var.: $M, \%$; R-sqr=,88931; Adj.: ,72328 (Результат.sta)
3 factors, 1 Blocks, 16 Runs; MS Residual=2,078517
DV: $M, \%$

Factor	Effect	Std.Err.	t(6)	p	-95, % Cnf.Limt	+95, % Cnf.Limt	Coeff.	Std.Err. Coeff.	-95, % Cnf.Limt	+95, % Cnf.Limt
Mean/Interc.	25,30037	1,018281	24,84616	0,000000	22,80873	27,79202	25,30037	1,018281	22,80873	27,79202
(1) $V_{пад}, м/с(L)$	1,10214	0,764580	1,44149	0,199530	-0,76872	2,97300	0,55107	0,382290	-0,38436	1,48650
$V_{пад}, м/с(Q)$	-4,79700	0,892473	-5,37495	0,001704	-6,98080	-2,61320	-2,39850	0,446236	-3,49040	-1,30660
(2) $\theta, град(L)$	-1,60131	0,764580	-2,09436	0,081108	-3,47217	0,26955	-0,80065	0,382290	-1,73608	0,13478
$\theta, град(Q)$	-4,29236	0,892473	-4,80951	0,002972	-6,47616	-2,10855	-2,14618	0,446236	-3,23808	-1,05428
(3) $h, м(L)$	-0,02211	0,764580	-0,02891	0,977871	-1,89297	1,84875	-0,01105	0,382290	-0,94648	0,92438
$h, м(Q)$	-3,32164	0,892473	-3,72184	0,009831	-5,50545	-1,13784	-1,66082	0,446236	-2,75272	-0,56892
1L by 2L	-2,37000	1,019440	-2,32481	0,059059	-4,86448	0,12448	-1,18500	0,509720	-2,43224	0,06224
1L by 3L	-0,40500	1,019440	-0,39728	0,704910	-2,89948	2,08948	-0,20250	0,509720	-1,44974	1,04474
2L by 3L	-0,12000	1,019440	-0,11771	0,910138	-2,61448	2,37448	-0,06000	0,509720	-1,30724	1,18724

Дякую за увагу!