

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного
Механіко-технологічний факультет

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. каф. “Машиновикористання в землеробстві”

доц. _____ Володимир КУВАЧОВ

“ _____ ” _____ 2021 р.

Пояснювальна записка
до дипломної роботи здобувача СВО Магістр
(ступінь вищої освіти)

на тему: «Обґрунтування засобів механізації для весняного обробітку ґрунту за технологією Strip-till в умовах півдня України»

31МЗД.032.000000ПЗ

Виконав: здобувач ВО 2 курсу, групи 21МБ АІ

спеціальності 208 Агроінженерія

за ОПП Агроінженерія

(шифр і назва спеціальності та ОПП)

_____ **Сергій ДАНИЛЕВСЬКИЙ**

(підпис)

Керівник доц. _____

(підпис)

Консультант проф. _____

(підпис)

Нормоконтроль доц. _____

(підпис)

Рецензент інж. _____

(підпис)

Мелітополь – 2021 рік

РЕФЕРАТ

Дипломна робота складається з пояснювальної записки яка виконана на 78 сторінках і містить 5 розділів, 29 рисунків та 28 джерел використаної літератури.

Об'єкт дослідження. Технологічний процес весняного обробітку ґрунту при вирощуванні польових культур за технологією Strip-till.

Предмет дослідження. Закономірності впливу конструктивних параметрів знаряддя на якість виконання технологічний процесу весняного обробітку ґрунту при вирощування польових культур за технологією Strip-till.

Метою магістерської роботи є зниження втрат вологи навесні та знищення паростків бур'янів у зоні майбутнього висіву основної культури.

У першому розділі магістерської роботи було проведено аналіз природно-кліматичних умов півдня України та способи проведення весняного обробітку ґрунту за різними технологіями вирощування польових культур. Спираючись на отримані дані, було сформульовано мету та задачі досліджень даної магістерської роботи. Другий розділ було присвячено аналізу існуючих конструкцій для поверхневого обробітку ґрунту. В результаті аналізу було запропоновано схему агрегату для виконання весняного обробітку ґрунту при вирощуванні польової культури за технологією Strip-till. Також проведено теоретичні дослідження впливу схеми вирощування на конструктивні параметри агрегату. Третій розділ присвячено розробці операційної технології проведення весняного обробітку ґрунту запропонованим агрегатом. У магістерській роботі один з розділів присвячений питанням охорони праці та безпеці в надзвичайних ситуаціях. Проведено оцінку економічної ефективності використання агрегату запропонованої конструкції при проведенні ранньовесняного обробітку смуг.

Ключові слова: СМУГОВИЙ ОБРОБІТОК, STRIP-TILL, СХЕМА ВИРОЩУВАННЯ, ВЕСНЯНИЙ ОБРОБІТОК.

ЗМІСТ

	Стор.
Вступ	5
1. СТАН ПИТАННЯ І ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	6
1.1. Природно-кліматичні умови південних регіонів України	6
1.2 Аналіз весняного обробітку ґрунту	13
1.3 Висновки по розділу та постановка задач досліджень	16
ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВЕСНЯНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ	19
2.1 Аналіз способів обробітку ґрунту та конструкцій для їх реалізації	19
2.2 Аналіз схем смугового обробітку ґрунту	23
2.3 Висновки по розділу	30
ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ	33
3.1 Теоретичні дослідження впливу схеми вирощування на конструктивні параметри агрегату	33
3.2 Розробка операційно-технологічної системи проведення весняного обробітку ґрунту запропонованим агрегатом	39
3.3 Висновок по розділу	47
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	49
4.1 Аналіз стану організації робіт по забезпеченню охорони праці	49
4.2 Постановка завдання щодо досліджень з питань охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях	53
4.3 Пожежна безпека	54
4.4 Екологічна безпека	54
4.5 Висновки по розділу	56
5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ РОБОТИ	57
5.1 Техніко-економічні показники роботи	57

5.2 Висновки по розділу	64
ВИСНОВКИ	65
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	66
ДОДАТКИ	70

ВСТУП

В останні роки клімат постійно змінюється [1]. Основною тенденцією є зменшення сніжного покриву взимку, підвищення температури повітря під час вегетації польових культур, внаслідок чого збільшення випаровування вологи. Тому одним з основних завдань, що постають сьогодні перед аграріями південних регіонів України є накопичення та збереження вологи [2].

Існують різні технології вирощування польових культур. Сільськогосподарські підприємства використовують як інтенсивні технології вирощування польових культур, так і більш сучасні технології, наприклад, Strip-till [3, 4].

Традиційно при смуговій технології вирощування польових культур проводиться одночасно основний обробіток смуг з внесенням мінеральних і / або органічних добрив восени з наступним посівом у оброблені смуги навесні. Або нарізання смуг навесні з наступним посівом польової культури.

Але у південних регіонах України проводять тільки осінній основний смуговий обробіток. Частіш за все смугові технології використовують для просапних культур, наприклад, соняшнику. Він відноситься до культур пізнього висіву. Тому навесні значна частина випаровується через капіляри, що утворюються за зимовий період у ґрунті. Тому необхідно розробити технологію ранньовесняного смугового обробітку ґрунту з метою закриття вологи та знищення паростків бур'янів на обробленій з осені смузі.

Тому темою даної магістерської роботи було обрано обґрунтування засобів механізації для весняного обробітку ґрунту за технологією Strip-till в умовах півдня України. Це дозволить зменшити втрати вологи у весняний період, що дасть можливість отримати кращі сходи польової культури.

1. СТАН ПИТАННЯ І ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1. Природно-кліматичні умови південних регіонів України

Одним з природних ресурсів країни є клімат. Дані сучасних досліджень підтверджують зміну клімату. Однією з головних причин цього є діяльність людини – збільшення спалювання вугілля, нафти, газу, вирубки лісів. Зміна клімату сьогодні вже відчуваються і будуть лише посилюватися. За наступні 10 років, на думку екологів, в Україні природні зони перемістяться з півдня на північ на 150...200 км [5].

Практично всі посівні площі сільськогосподарських культур в Україні знаходяться в зоні ризикованого землеробства (території із природним дефіцитом опадів), де є постійний ризик втрати обсягів урожаю у надто посушливий рік або втрати якості урожаю у надмірно дощовий рік. Аграріям необхідно знати, що фактор глобальної зміни клімату посилює такі ризики. Варто враховувати цей фактор для прийняття ефективних рішень та практичних заходів для пристосування (адаптації) до зміни клімату у довгостроковій перспективі та об'єктивно оцінювати погодні умови кожного року для зниження ризиків у короткостроковій перспективі. Крім того, поінформованість фермерів про погоду, клімат, зміну клімату та адаптацію до неї допоможуть більш оптимістично дивитись у майбутнє.

Клімат кожної країни є її природним ресурсом. У нашій країні цей ресурс, у цілому, сприятливий для сільського господарства, однак фактична щорічна погода дуже різноманітна й іноді буває досить несприятливою.

Останніми роками фактична погода все частіше надзвичайно відрізняється від клімату і мінливість погодних умов саме й пов'язана зі зміною клімату. Дані спостережень за погодою на метеорологічних станціях світу, зокрема й України, на даний момент не залишають сумнівів в тому, що клімат змінюється.

Зараз клімат України у тренді глобального потепління, воно охопило всю територію нашої країни, а швидкість підвищення температури повітря

навіть дещо випереджає середньосвітову. Головна характеристика зміни клімату (основний параметр) – це зміна середньої річної температури повітря нижнього шару атмосфери (на висоті 1 метр над поверхнею). Вона визначається за даними вимірювань 163-х метеорологічних станцій України, які мають безперервний період спостережень від 65 до 140 років. Згідно досліджень цього параметру сучасний клімат України характеризується нерівномірним по території потеплінням, яскраво вираженим у зимові та літні місяці. За останні 30 років середня річна температура повітря в Україні підвищилася більше, ніж на 1 °С. Підвищення температури у холодний період (листопад-березень) складає в середньому 1,3° С, у теплий (квітень-жовтень) – 1,1 °С. Позитивна аномалія (відхилення температури повітря від норми) по всій території країни у період 1989-2019 рр. була найбільшою за всю історію інструментальних спостережень за погодою.

На рисунку 1.1 представлено зміну середньорічної температури повітря в Україні за декадами впродовж 20-го та на початку 21-го сторіччя та лінія тренду.

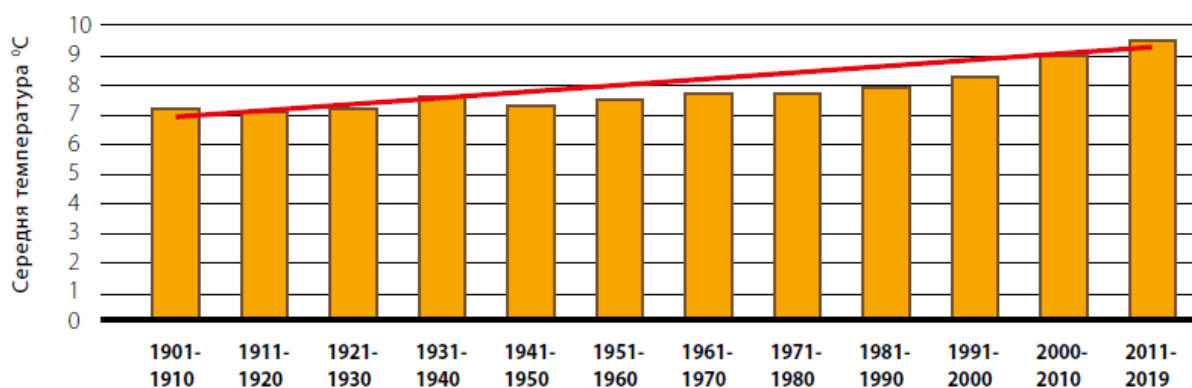


Рисунок 1.1 – Середньорічна температура повітря в Україні

Аналіз рисунку 1.1. показав, що починаючи із 1991 року кожне наступне десятиріччя було теплішим попереднього: 1991-2000 – на 0,5 °С, 2001-2010 – на 1,2 °С, 2011-2019 – на 1,7 °С.

На зміну температур значно впливає також сільське господарство шляхом зв'язування (накопичення) вуглецю в ґрунті та викидів вуглекислого

газу в результаті землекористування. Наприклад, виснаження органічної складової ґрунту на орних землях і пасовищах, переведення лісових угідь в сільськогосподарське користування.

Останні чотири роки у світі визнані найжаркішими за всю історію метеорологічних спостережень за погодою. Відбувається стійке підвищення температури повітря у всі сезони. Погодні умови 2019 року це підтверджують, адже і в Україні встановлено безліч температурних рекордів. Середня місячна температура повітря у лютому, березні, червні, жовтні та листопаді 2019 року була найвищою або однією із найвищих для цих місяців за весь період інструментальних спостережень за погодою. На жаль, разом із потеплінням збільшується повторюваність екстремальних температур та кількості опадів, які негативно впливають на врожай сільськогосподарських культур. Однак, для ефективного ведення сільського господарства дуже важливо знати як змінюється не лише середня річна температура повітря, а й тенденції зміни середніх місячних та сезонних температур. Від цих змін значною мірою залежить планування польових робіт. На рисунку 1.2 представлені відхилення від норми середніх місячних температур повітря (аномалії) за період 1991-2019 років та за період 2010...2019 років. Як видно на діаграмі, за останнє десятиріччя температура була вищою за норму в усі місяці.

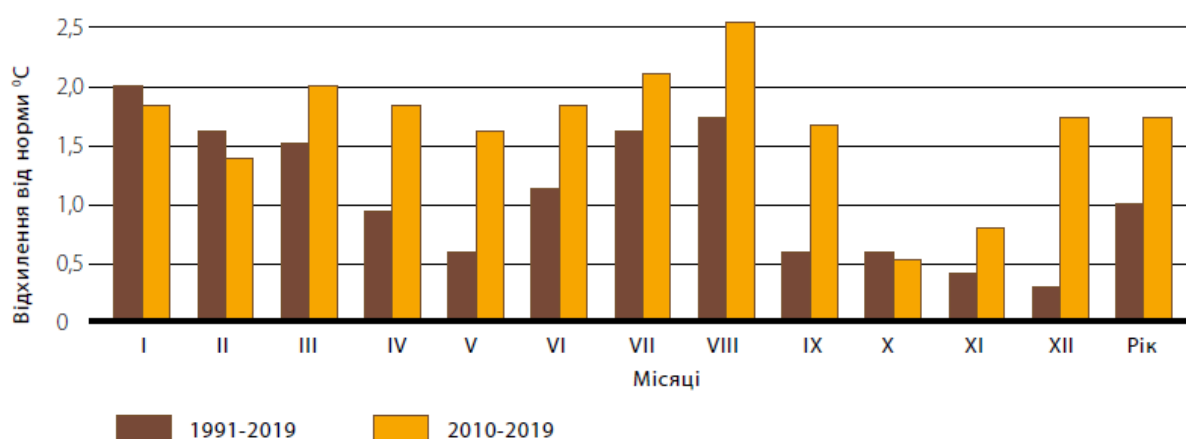


Рисунок 1.2 – Відхилення від норми середньомісячних температур

Абсолютні максимуми температури повітря +40...42 °C (у тіні), які до 90-х років фіксували лише в окремих населених пунктах південних та східних

областей, поширилися у центральні і північні області. На всій території країни збільшилась кількість днів з температурами вище $+30\dots35^{\circ}\text{C}$, або кількість днів із тепловим стресом. У південних областях за вегетаційний період раніше таких днів було в середньому $30\dots40$, стало $50\dots65$, у північних та західних областях було менше 10, стало більше $15\dots30$.

На крайньому півдні (південні райони Херсонської, Миколаївської, Одеської та Запорізької областей) з'явилася термічна зона із сумою температур більше $3400\dots3700^{\circ}\text{C}$. Це райони, де достатньо тепла для вирощування дуже теплолюбних культур. Сьогодні області Північного і Південного лісостепу України вже мають умови Південного степу. Характерною особливістю є те, що у північних областях зростання кількості тепла більш стрімке.

Найважливіший фактор для гарного врожаю будь-якої культури в Україні з її природною (за кліматом) досить обмеженою кількістю опадів (рис. 1.3) – це достатнє зволоження ґрунту. Дефіцит ґрунтової вологи у вегетаційний період – головний фактор, який зменшує врожайність.

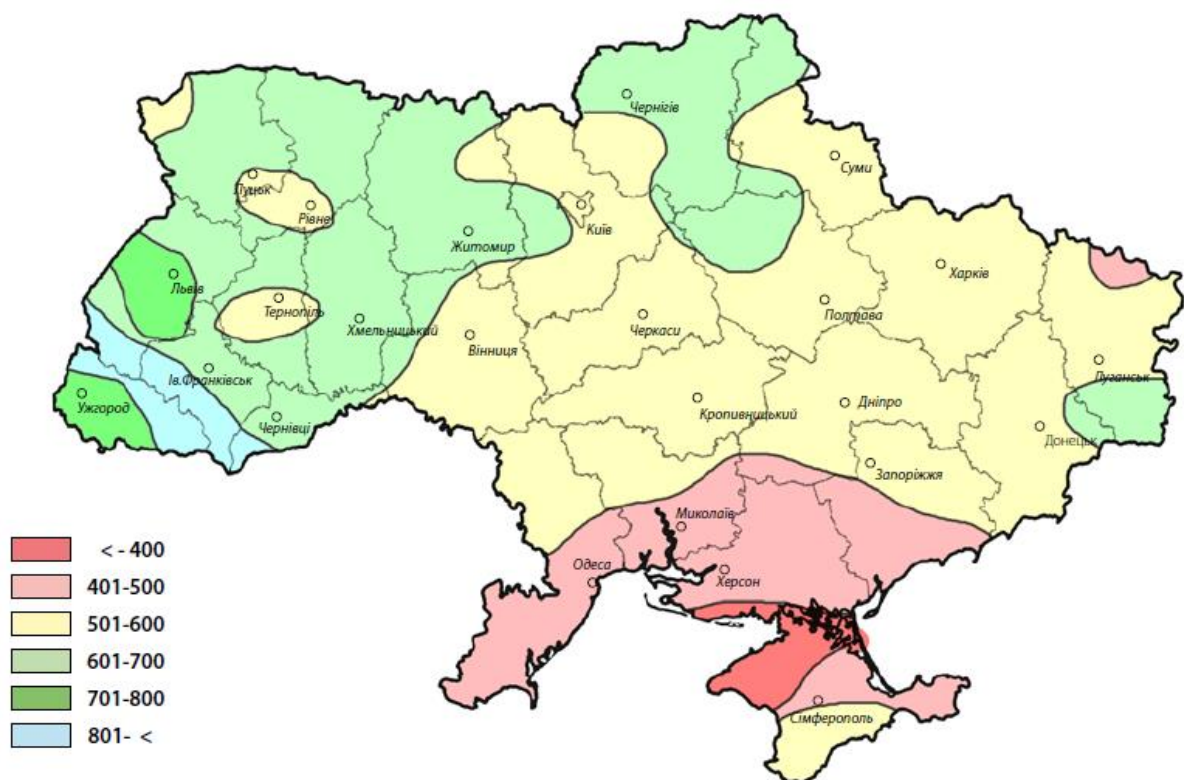


Рисунок 1.3 – Річна кількість опадів на території України, мм

Джерело ґрунтової вологи – це опади. Річна кількість опадів – це загальний показник зволоження території. Норма річних опадів за період 1961...1990 роки в Україні складає 578 мм. Тоді як показник стійкого землеробства – це гарантовані 700 мм і більше. Отже, для стійкого землеробства Україні не вистачає 100...150 мм. Всупереч попереднім оцінкам кліматологів, які прогнозували зменшення кількості опадів, за останні 20 років у середньому кількість річних опадів не зменшилася. Але спостерігається вкрай нерівномірний розподіл у часі та по території.

Опади вегетаційного періоду (квітень...жовтень) – найважливіші опади для всіх культур. Зараз змінюється характер опадів, а саме збільшується кількість сильних злив, які після тривалих сухих періодів завдають більше шкоди, ніж користі. У 2019 році зафіксовано короткочасні зливи з такою великою кількістю опадів, яку раніше не фіксували. На рисунку 1.4 представлено зміни кількості опадів по місяцях та за рік за 1991...2019 рр. та 2010...2019 рр. За останнє десятиріччя у грудні та лютому місячні кількості опадів зменшилися на 10...15%. Більше випадало опадів у вересні та жовтні. Кількість опадів була на 15...27% у липні та серпні меншою норми й спричинило сильні літні посухи. Як будуть змінюватися опади – залишається надзвичайно невизначеним, однак значне збільшення їх кількості малоімовірне і це загрожує посиленням посух та збільшенням площ земель схильних до опустелювання.

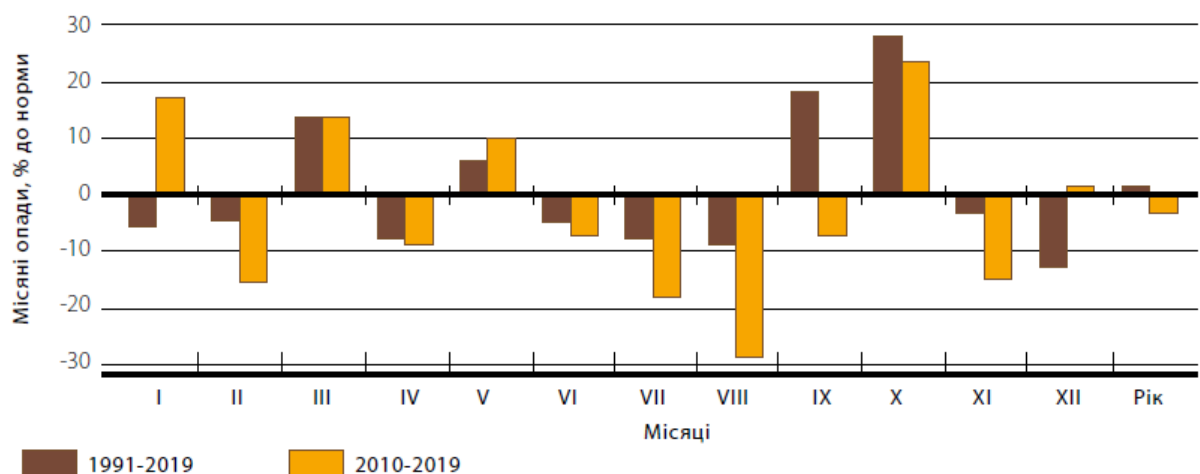


Рисунок 1.4 – Зміна кількості опадів за місяцями відносно норми

Стрімке й надмірне накопичення тепла скорочує вегетаційний період, сприяє передчасному досягнанню різних культур, що може призвести до зменшення врожайності. На рисунку 1.5 наведено дані щодо теплозабезпечення території України.

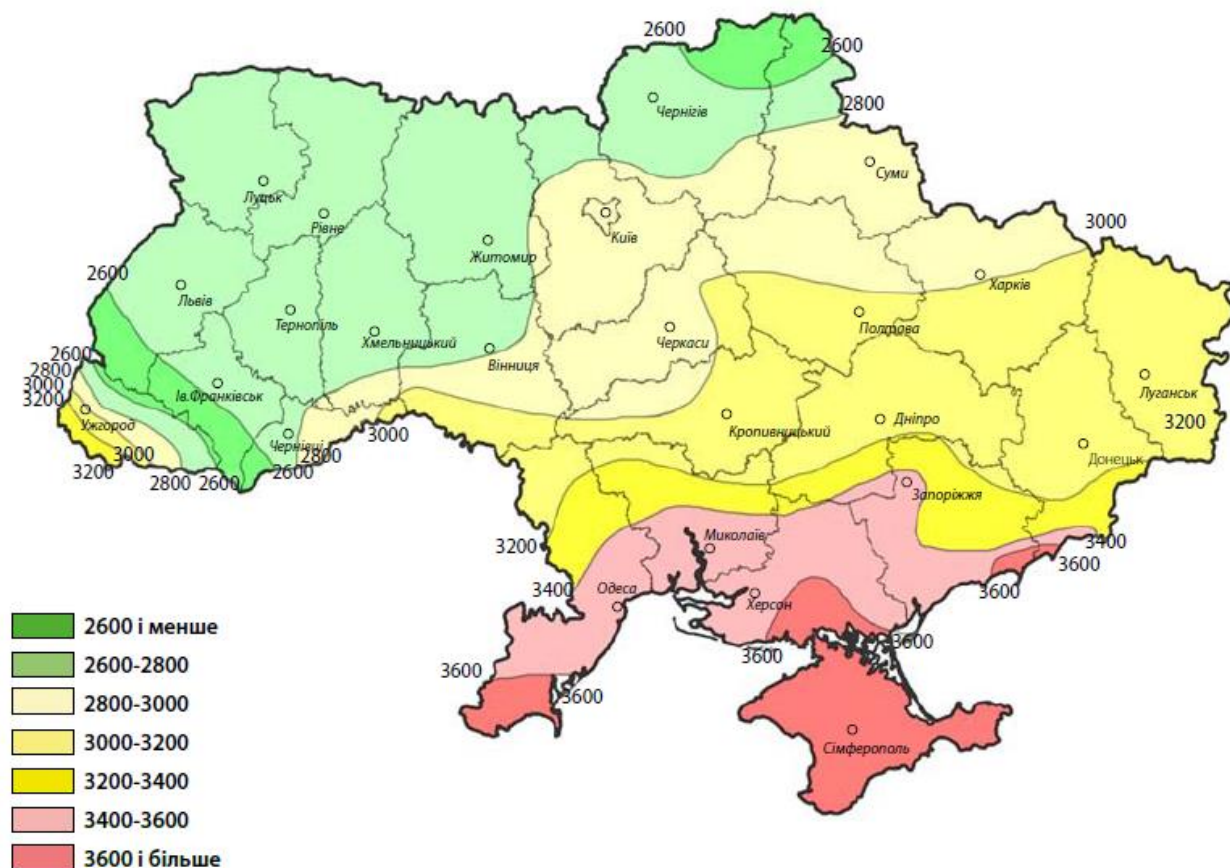


Рисунок 1.5 – Суми активних (позитивних) температур повітря із середньодобовою температурою рівною та вище $+10^{\circ}\text{C}$

Зараз вегетаційний період для вирощування сільськогосподарських культур починається раніше і триває довше. Період активної вегетації сільськогосподарських культур вже подовжився на 10 днів і більше. У південній частині України підвищення температури та подовження вегетаційного періоду дозволять фермерам вирощувати по два врожаї деяких культур за умови зрошення. Це додаткові можливості для вирощування усіх видів теплолюбних сільськогосподарських культур.

Площа, де необхідні епізодичні поливи, вже набагато більша, ніж вся степова зона України, яка у 90% випадків потребує поливу.

Істотне потепління взимку, незначне промерзання ґрунту та раннє настання весняних процесів сприяють збільшенню кількості та площ осередків шкідників та хвороб сільськогосподарських культур і лісу. Також ймовірна міграція шкідників, не характерних для території України, збільшення їх чисельності та кількості поколінь.

Для зменшення негативних наслідків зміни клімату необхідно фермерським господарствам впровадження адаптаційних заходів щодо використання більш екологічних підходів та зміна технологій.

Однією з технологій, використання якої дозволяє зменшити вплив вітрової та водної ерозії на ґрунт, а також отримувати ранній прогрів ґрунту в зоні майбутнього висіву, є технологія Strip-till. Її відмінність полягає в тому, що основний смуговий обробіток проводять восени з внесенням добрив та наступним висівом навесні у оброблені смуги. Соняшник є культурою пізнього висіву, тому без весняного обробітку відбувається значна втрата вологи. Технологія обробки ґрунту Strip-till є альтернативою нульового обробітку No till, при якій обробляється тільки вузька смуга сівби шириною 15...25 см. Близько двох третин поля залишається необробленим. Такий обробіток дозволяє скоротити витрати на обробіток ґрунту в 2...3 рази. В основному її застосовують під просапні культури (кукурудзу, соняшник, буряки), а також під сою. Причому сівбу за такого обробітку можливо проводити звичайними сівалками (не стерньовими) у розпушені смуги (рис. 1.6).



Рисунок 1.6 – Приклад смугового обробітку ґрунту

1.2 Аналіз весняного обробітку ґрунту

Зазвичай при традиційній технології першою технологічною операцією навесні є ранньовесняне боронування. Виконують його як правило пружинними або зубовими боронами (рис. 1.7 – 1.8). Дана технологічна операція дає змогу здійснити первинне вирівнювання площі.



Рисунок 1.7 – Боронувальний машинно-тракторний агрегат [6]



Рисунок 1.8 – Боронувальний машинно-тракторний агрегат [6]

Розрізняються за глибиною обробітку три основні типи легких зубчастих борін: це 6...10 см, 3...5 см, 2...3 см. Агрегати, які здатні провадити розпушення ґрунту та закриття вологи глибиною до 10 см за умови якісно проведеного основного обробітку, цілком можуть розглядатися у якості повноцінних передпосівних знарядь. Після них відразу можна сіяти, якщо не плануються якісь додаткові агрозаходи. В агрегатів, які працюють на мінімальній глибині обробітку, до основних завдань належить утворення захисного дрібногрудкуватого шару на поверхні поля, це суттєво уповільнює випаровування вологи, захищає ґрунт від висихання і дає змогу знищити кірку. Первинне подолання проблеми паростків бур'янів є додатковим плюсом ранньовесняного боронування. Ефективне здійснення операції ранньовесняного боронування дає змогу досягти основної локальної мети – забезпечення нормального розвитку сходів на самому початку розвитку за відсутності конкуренції з боку бур'янів. Особливо, якщо погодні умови дозволять здійснити дворазове ранньовесняне боронування, на початку березня закрити вологу, а після, у квітні, пройтися по бур'янах безпосередньо перед сівбою. Ця процедура не потребує значних витрат на паливо. У регіонах з достатнім рівнем зволоження для проведення ранньовесняного боронування застосовуються зубчасті агрегати, а у посушливих регіонах – голчасті. До найбільш ефективних конструкцій таких борін належать агрегати так званого сітчастого типу, у яких кожен механізм рухається незалежно один від одного. Враховуючи можливість компонування зчіпок для закриття вологи, їх робоча ширина може бути значною, що забезпечує високу продуктивність роботи, не маючи потреби у використанні надпотужних тракторів [6].

Серед головних агротехнічних заходів, які є запорукою отримання високого врожаю, значну роль грає передпосівний обробіток ґрунту. Якісне виконання даної операції створює оптимальні умови для біологічних, хімічних і фізичних процесів, які в разі збільшують ефективність усіх інших заходів, що проводяться у процесі вирощування культур [7].

Ранньовесняне боронування для закриття вологи та культивація є основною операцією передпосівного обробітку. Як тільки просохнуть гребні від оранки проводять боронування. Його слід проводити протягом одного...двох днів. До значних втрат вологи та зниження врожайності призводить запізнення з виконанням цього агрозаходу. Зазвичай, передпосівний обробіток проводиться за настання фізичної стиглості ґрунту. Великий розрив між передпосівним обробітком ґрунту та сівбою призводить до значної втрати вологи у ґрунті. Комбіновані агрегати – найкращі знаряддя для передпосівного обробітку ґрунту. Саме агрегатами у складі яких є культиватори та борони можливо досягти неглибокого та рівномірного розпушування ґрунту. Під пізні культури ранньовесняний обробіток ґрунту є одним з найскладніших завдань землеробства, особливо в посушливій зоні Степу. Сьогодні зберігати вологу в кінці квітня й на початку травня стає все складніше через стрімке наростання плюсових температур [7, 8].

Загальновідомо, що за сухої вітряної погоди запізнення із ранньовесняним боронуванням призводить до втрати близько 50...60 т/га, а в степовій зоні навіть до 100 т/га води на добу [8]. Боронування, як правило, проводять вибірково у міру досягання полів і ділянок: спочатку на підвищених ділянках і південних схилах, а потім у низинах і на північних схилах. Показником високої якості закриття вологи є утворення на його поверхні дрібно-грудочкуватого шару завтовшки 3...5 см [8].

Ранньовесняне вирівнювання і розпушування ґрунту не завжди забезпечує вирішення усіх поставлених вище завдань у системі допосівного обробітку. Значну частину їх доцільніше і краще вирішувати за рахунок другого етапу – передпосівного обробітку. Під час підготовки ґрунту до сівби встановлюють відповідну послідовність виконання окремих агротехнічних заходів чи комплексно, підбирають певні знаряддя і необхідні для них робочі органи.

Обробіток ґрунту надмірно глибокий навесні, в степовій зоні особливо, збільшує шпаруватість, що посилює його висушування, особливо за жаркої

вітряної погоди. Тому глибина передпосівної культивуації в усіх випадках повинна відповідати глибині посіву. Таким чином, передпосівний обробіток ґрунту під пізні культури повинен бути перш за все своєчасним і зорієнтованим на збереження ґрунтової вологи, запобігати ерозійним процесам та виконуватись безпосередньо перед самим посівом польових культур [8].

1.3 Висновки по розділу та постановка задач досліджень

Технологія Strip-till є компромісним варіантом між інтенсивною (традиційною) технологією вирощування польових культур та No-till технологією. Її застосування дозволяє зменшити вплив вітрової та водної ерозії на ґрунт, а також підтримувати біоту за рахунок живих коренів на необроблених ділянках.

Однак існує проблема ранньовесняної втрати вологи з оброблених смуг. Вирішенню її й присвячена дана магістерська робота.

У першому розділі магістерської роботи було проведено аналіз природно-кліматичних умов півдня України та способи проведення весняного обробітку ґрунту за різними технологіями вирощування польових культур. Спираючись на отримані дані, сформулюємо мету та задачі досліджень.

Метою роботи є дослідження конструктивних та технологічних параметрів машинно-тракторного агрегату для ранньовесняного обробітку ґрунту та передпосівної культивуації з метою зменшення випаровування вологи навесні й підготовки посівного ложе для висіву пізньої культури.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі досліджень:

- провести аналітичне дослідження існуючих конструкцій для поверхневого обробітку ґрунту;
- запропонувати, на основі проведеного аналізу, схему агрегату для виконання весняного обробітку ґрунту при вирощуванні польової культури за технологією Strip-till;

- провести теоретичні дослідження впливу схеми вирощування на конструктивні параметри агрегату;
- розробити операційно-технологічну систему проведення весняного обробітку ґрунту запропонованим агрегатом;
- розробити заходи з питань охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях;
- провести оцінку економічної ефективності використання агрегату запропонованої конструкції при проведенні ранньовесняного обробітку смуг.

ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВЕСНЯНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

2.1 Аналіз способів обробітку ґрунту та конструкцій для їх реалізації

Головна особливість сучасних систем землеробства – це формування стійких високих урожаїв, в основі яких лежить максимальне зв'язування кінетичної енергії сонця і переведення її в форму органічної речовини. Оптимізація умов життя рослин для найбільшого синтезу органічної речовини в агроценозах є однією з теоретичних основ систем землеробства. З цією метою використовують закони землеробства і вчення про відтворення родючості, які служать основою оптимізації факторів життя рослин. Весь комплекс агротехнічних заходів в системах спрямований на усунення причин, що обмежують отримання високих і сталих врожаїв високої якості [9].

Серед основних факторів, що визначають рівень врожайності є система прийомів впливу на ґрунт і рослини (рис. 2.1). Як бачимо зі схеми окрім сорту та якості насіння до змінних факторів відноситься саме обробіток ґрунту [9].



Рисунок 2.1 – Основні фактори, що визначають рівень врожайності [9]

Розрізняють наступні способи обробітку ґрунту: оранка, глибоке розпушування, дискування, фрезерування, культивація, боронування, коткування, підготовка посадочних місць нарізкою борозен, пластів, мікропідвищення, саморобка гряд, копка посадкових ям, аерація і ряд інших. На рисунку 2.2 наведено класифікацію способів обробітку ґрунту. Спосіб

обробітку ґрунту визначається категорією лісокультурної площі або категорією земель. У класичному розумінні обробіток ґрунту підрозділяється на суцільну (основний і поверхневий) і часткову (нарізка смуг, борозен та ін.). В залежності від способів обробітку ґрунту машини і знаряддя поділяються на машини для суцільного та часткового обробітку ґрунту. Машини для основного обробітку ґрунту (плуги, розпушувачі та інші) здійснюють обробку з оборотом пласта або без обороту на глибину до 40 см.



Рисунок 2.2 – Способи обробітку ґрунту

Машини для поверхневого обробітку (борони, культиватори, лушпильники, фрези, катки, мотики) здійснюють вирівнювання поверхні й розпушування ґрунту, а також заробку добрив. Поверхневий обробіток проводиться перед посівом або посадкою, під час або після посіву або в міжряддях культур. Глибина додаткової і міжрядної обробки, як правило, не перевищує 10...12 см. Часткова обробка може виконуватися смугами, борознами, мікропідвищення, майданчиками, ямками, терасами і т. ін.

Борони призначені для поверхневого обробітку ґрунту (розпушування, боротьби з бур'янами, вирівнювання поверхні). Польові борони застосовують для поверхневого обробітку ґрунту зораного поля, передпосівного обробітку ґрунту, лушення стерні. Дискові борони, робочі органи яких є сферичні диски, застосовують для розпушування ґрунту. Борони, робочі органи яких – стрілочасті лапи, використовують для інтенсивного розпушування ґрунту та підрізання бур'янів. Борони, робочі органи яких зроблені у формі зірочок, що вільно обертаються на осі, застосовують для інтенсивного розпушування ґрунтів. Шлейф-борони мають плоский ніж, гребінку і брус-шлейф. Застосовують такі борони для вирівнювання поверхні, неглибокого розпушування ґрунту, закладення насіння і закриття вологи [10].

За способом приєднання робочих органів до рами зубові борони поділяються на жорсткі, шарнірні і пружинні. За масою, що припадає на один зуб, борони діляться на легкі (до 1 кг маси на зуб), середні (1,0 ... 1,5 кг маси на зуб) і важкі (понад 1,5 кг маси на зуб). Робочі органи таких борін – зуби різного перетину (круглого, квадратного, овального) і трикутної форми. Зуби круглого перетину застосовують на легких боролах (рис. 2.3) для вирівнювання ґрунту, знищення кірки, загортання насіння і добрив. Зуби квадратного і ромбічного перетинів (рис. 2.4) застосовують у середніх і важких борін для глибокого розпушування ґрунту і вичісування бур'янів. Вони добре перемішують ґрунт в горизонтальному напрямку, не розпилюють його. Зуби трикутного перетину (ножевидні) використовуються у лугових борін для освіження (аерації) газонів, луків і пасовищ [10].

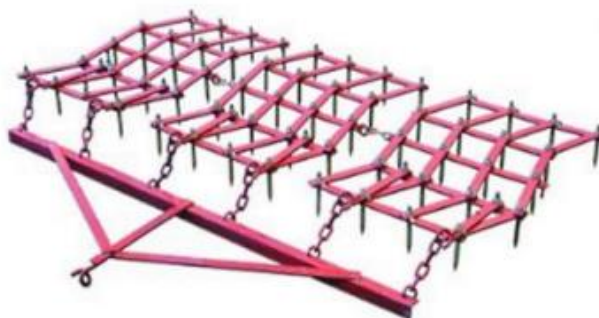


Рисунок 2.3 – Борола зубова ЗЗБС-0,6 [10]

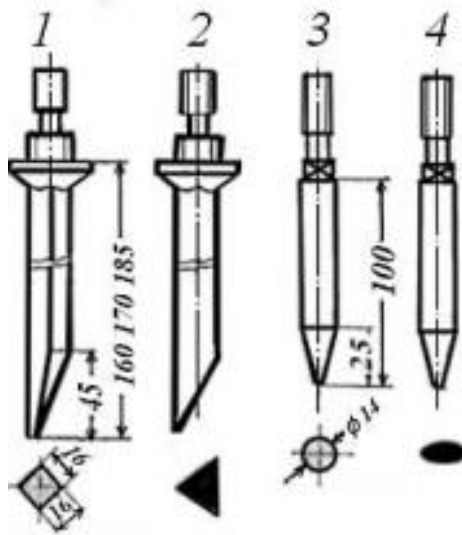


Рисунок 2.4 – Параметри зубів борін: 1 – зуб квадратного перетину; 2 – зуб з трикутним перетином; 3 – зуб круглого перетину; 4 – зуб овального перетину [10]

Борони зубові: важка швидкісна БЗТС-1,0 (рис. 2.5) і середня швидкісна БЗСС-1,0 з шириною захвату однієї секції 0,98 м, причіпні з зубами квадратного перетину застосовують, відповідно, в важких умовах на глибину обробітку 8 см і робочій швидкості до 12 км/год., середніх – на глибину до 6 см. Трьох секційна борона посівна ЗЗБП-0,6 причіпна (рис. 2.3), легкого типу, призначена для передпосівного вирівнювання поля, руйнування ґрунтової кірки після поливу або дощу. Вона має зуби круглого перетину, ширину захвату секції 0,6 м використовується на глибині обробітку 5...6 см [10].

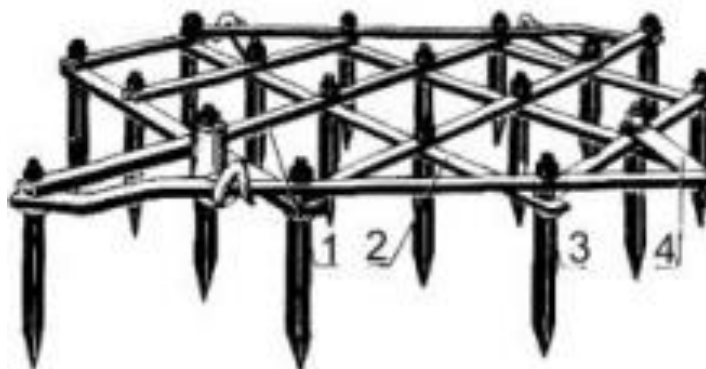


Рисунок 2.5 – Зубова борона БЗТС-1,0: 1, 2 – планки; 3 – зуб; 4 – причіп

Також відома конструкція борони для обробітку ґрунту під пар, зубці якої оснащені плоскорізальними сегментами, причому плоскорізальні сегменти першого ряду борони встановлені у поздовжньо-вертикальній площині до напрямку робочого руху, а сегменти другого ряду встановлені під більшим кутом нахилу до горизонту, ніж сегменти останніх (3, 4, 5) рядів (рис. 2.6). Встановлення плоскорізальних сегментів першого ряду борони у поздовжньо-вертикальній площині дає можливість перерізати бур'ян, встановлення плоскорізальних сегментів другого ряду під більшим кутом нахилу до горизонту, ніж сегменти останніх рядів, дозволяє більше заглиблюватися у ґрунт, розпушувати його без виносу вологого шару на поверхню і забезпечує 20 високу якість обробітку ґрунту [11].

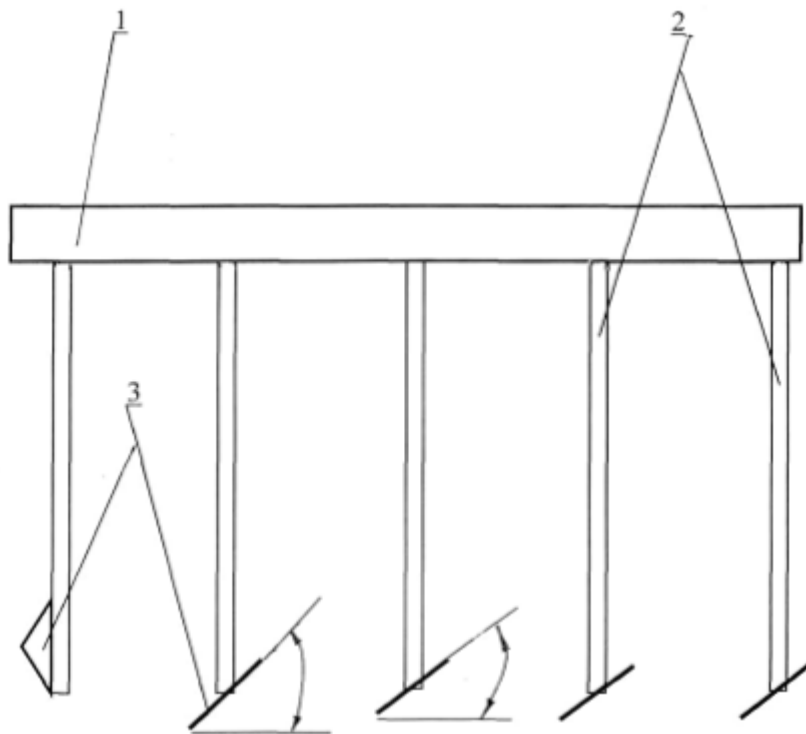


Рисунок 2.6 – Борона Надикти-Аюбова для обробітку ґрунту під пар:
1 – рама, 2 – зубці, 3 – плоскорізальні сегменти [11]

Борона працює таким чином. Борона причіплюється до транспортного засобу. Перший ряд борони розрізає рослинні рештки, не даючи їм скупчуватися на зубцях сегменту. Другий та інші ряди розпушують ґрунт без виносу вологого шару на поверхню, а також підрізають бур'ян [11].

2.2 Аналіз схем смугового обробітку ґрунту

Система Strip-Till в певній мірі компенсує недоліки No-Till при збереженні більшості її позитивних якостей. Технологія Strip-Till передбачає нарізання механічно оброблених і не оброблених смуг завширшки 200 – 300 мм. Оброблена смуга використовується для вирощування корисних культур, на необробленій – залишається стерня попередника і вона служить для накопичення корисних речовин. Таким чином в залежності від співвідношення ширини смуг залишається не обробленим від 50 до 70% поверхні поля, на якій повістю зберігаються природні біологічні процеси.

Як показує аналіз конструкцій машин для роботи в умовах Strip-till землеробства особливих інноваційних технічних рішень не спостерігається. Машина складається з системи гряділів, кількість яких відповідає кількості оброблюваних смуг. Кожен гряділь несе на собі комплект ґрунтообробних знарядь. В Україні для технології Strip-Till завдяки відносно низькій вартості в основному поширення отримав комплекс розпушувачів «Агріватор» виробництва ТОВ «Агрохіммаш». Технологія Strip Till передбачає осінній і весняний обробіток ґрунту, тому гряділі мають два варіанти комплектації (рис.3 та рис.4).

Наведена конструкція пропонується для використання восени, коли необхідно виконати глибоке розпушення. Основним робочим органом є долотоподібний розпушувач 3, інші робочі органи доводять якість розпушення поверхневого шару смуги до необхідного стану.

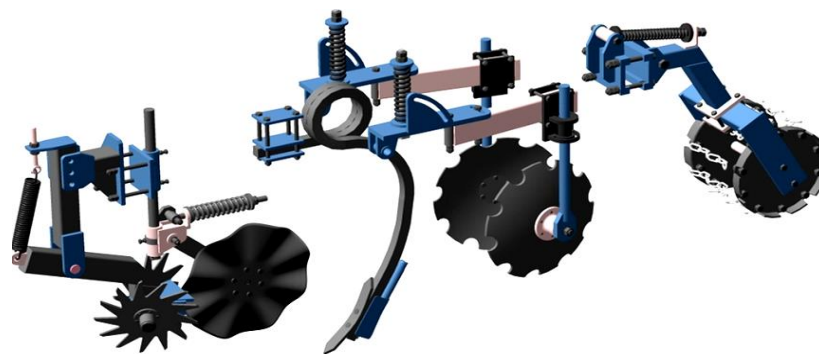


Рисунок 2.7 – Типова схема розміщення робочих органів на гряділі для осіннього обробітку смуг

Для весни розроблений полегшений варіант, в якому відсутній глибокорозпушувач (рис.2.8) і встановлений реберчастий коток для інтенсифікації розпушення поверхневого шару. На базі наведених схем гряділів випускаються ТОВ «Агрохіммаш» машини серії ЛРН (рис.2.8 – 2.9 та таблиця 2.1).

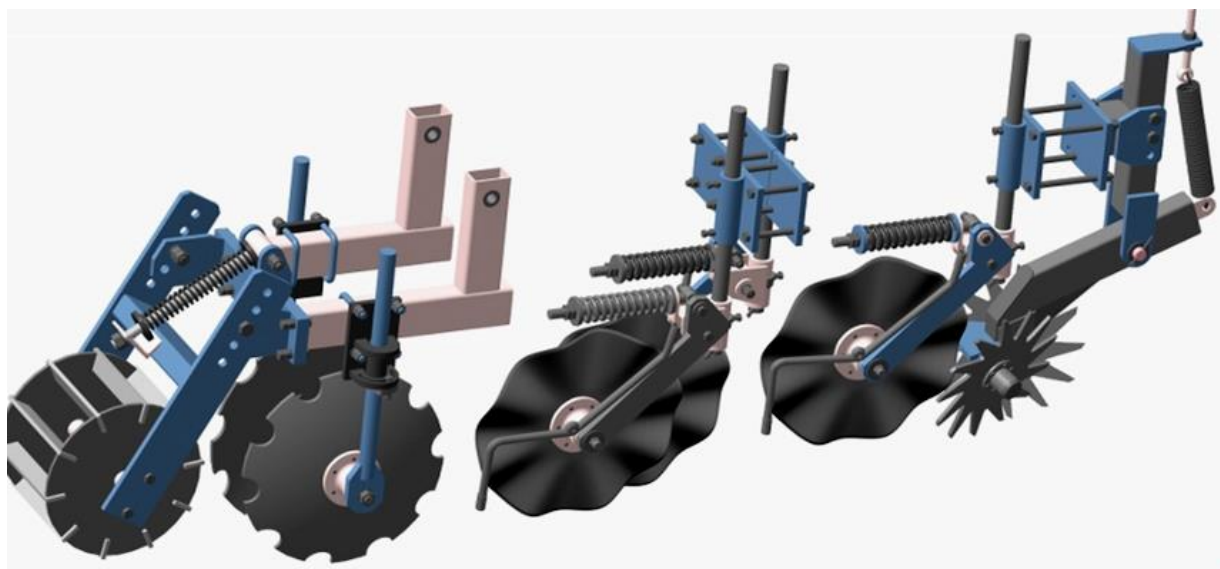


Рисунок 2.8 – Облегшений варіант гряділя для весняного обробітку смуг

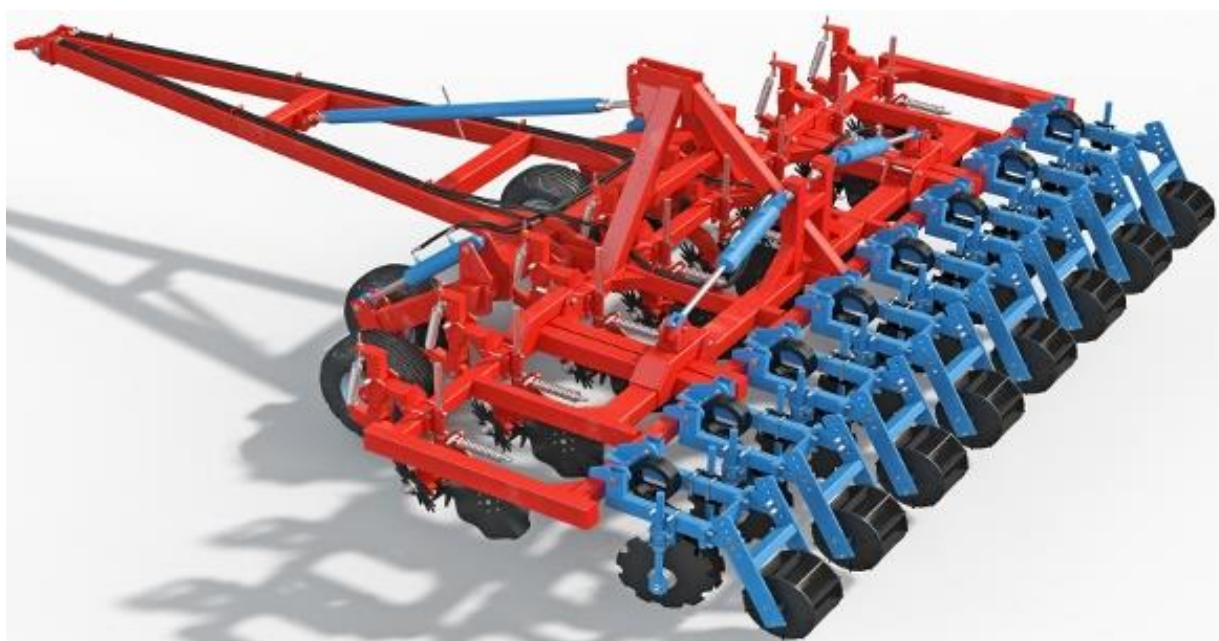


Рисунок 2.9 – Розпушувач ЛРН – 8/70, комплектація весняного варіанту

Таблиця 2.1 – Технічні характеристики розпушувачів «Агріватор» для технології STRIP-TILL

Модель	ЛРН – 4/70	ЛРПС – 6/70	ЛРН – 8/70	ЛРПС – 12/70	ЛРПС – 16/70
Ширина захвату, м	2,8	4,2	5,6	8,4	11
Тип	начіпний	начіпний	причепний	причепний	причепний
Кількість рядків (секцій)	4	6	8	12	16
Міжряддя	70-75	70-75	70-75	70-75	70-75
Маса, кг	1600	2300	3100	4500	6800
Робоча швидкість, км/год.	8-12	8-12	8-12	8-12	8-12
Продуктивність, га/год.	2,2-3,4	3,2-4,5	4,5-6,7	6,7-10,0	9,0-13,0
Потужність трактора, к.с.	90-100	130-150	180-220	270-300	350-390

Аналіз конструкцій робочих органів показує, що всі вони підпружинені. По-перше, це зроблене для запобігання виходу з ладу, по-друге – вібрація сприяє перерізанню кореневої системи бур'яну. Винятком є центральне долото, яке поставляється як у підпружиненому варіанті, так і жорстко прикріпленим. Але практично у всіх виробників вони комплектуються механізмом подачі мінеральних добрив на глибину 20...25 см. Практично всі виробники комплектують гряділі котками. Вони необхідні для копіювання місцевості, регулювання глибини ходу робочих органів і додаткового розпушення ґрунту у межах смуги. Враховуючи те, що великого навантаження вони не несуть, конструктивно вони виконані за найпростішою схемою

практично у всіх конструкціях для відділення смуги, що обробляються, використовують реберчасті диски (рис.2.10).

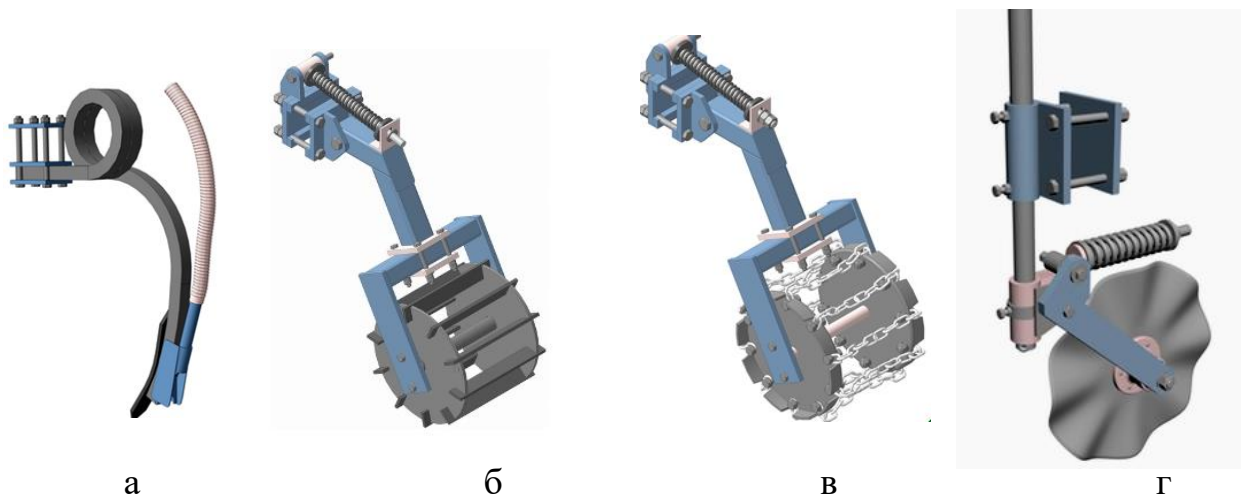


Рисунок 2.10 – Типові конструкції стояка та котків: а – пружного стояка глибокорозпушувача з механізмом подачі сипких добрив на глибину 20...25 см; б – реберчастого котку для роботи весною (формує рівну поверхню без гребенів); в – котку з ланцюговими перемичками для формування гребенів; г – реберчастий диск

Особливість використання саме реберчастих дисків полягає в тому, що вони прорізають канавку на межі обробленої і не обробленої смуги, а і завдяки ребрам штучно її розширюють. Це призводить до повного відокремлення смуг одна від одної і розриву кореневої системи бур'яну.

Дослідження ефективності впровадження технології Strip Till виконані рядом дослідників. В основному дослідження стосуються порівняння Strip-Till з Mini-Till та No-Till. Дослідженнями доведено, що за всіма наведеними технологіями можна вирощувати практично всі відомі сільськогосподарські культури, Проте, реакція буде різною. Вид обробітку ґрунту суттєво впливає на врожайність конкретних сільськогосподарських культур. Так, біологічний врожай кукурудзи за системою Strip-till в середньому більше на 20ц/га від Mini-till і на 30-40 ц/га більше за No-till [18]. Цибулеві культури (цибуля, часник) на Strip-Till дають кращі врожаї. В середньому за різними джерелами 23-25% більше за Mini-Till і до 35% більше за No-Till. Глибокий обробіток під

ці культури не практикують. Аналогічні дані отримані стосовно і інших культур. Важливим показником є енергетичні витрати на технологію. Зрозуміло, що при No-Till енергетичні витрати на на обробіток ґрунту відсутні. Технологія Strip-Till дає в порівнянні з Mini-Till на 50...70% зменшення енерговитрат в залежності від співвідношення ширини оброблених та необроблених смуг. Тому технологія Strip-Till за результатами огляду досліджень має хороші перспективи до широкого розповсюдження в Україні, перш за все завдяки меншим енерговитратам на технологічний процес. Не в останню чергу, вона важлива з точки зору збереження та відновлення родючості ґрунту.

Існуючі ґрунтообробні машини для використання в Strip-Till не залежно від зони застосування конструктивно діляться на осінні і весняні. Завдання осінніх – виконати глибоке розпушення і в разі потреби внести мінеральні добрива. Весною, агрегат виконує поверхневе розпушення, оброблених з осені смуг.

Серед технологічних операцій, які застосовуються за інтенсивної технології при вирощуванні просапних культур, дуже схожий за алгоритмом проведення міжрядний обробіток. Тільки вплив на ґрунт відбувається у міжрядді, де немає вегетуючих рослин (рис. 2.11, рис. 2.12).

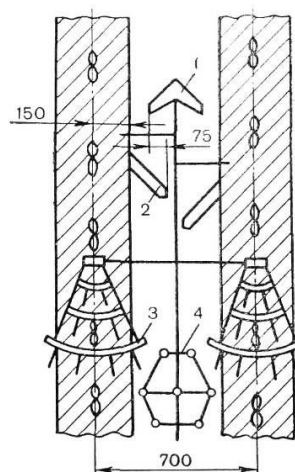


Рисунок 2.11 – Розстановка робочих органів культиватору на міжрядному обробітку: 1 – лапа стрілчаста; 2 – одностороння лапа-бритва; 3 – борінка КЛТ-38; 4 – борінка для розрівнювання ґрунту в міжряддях

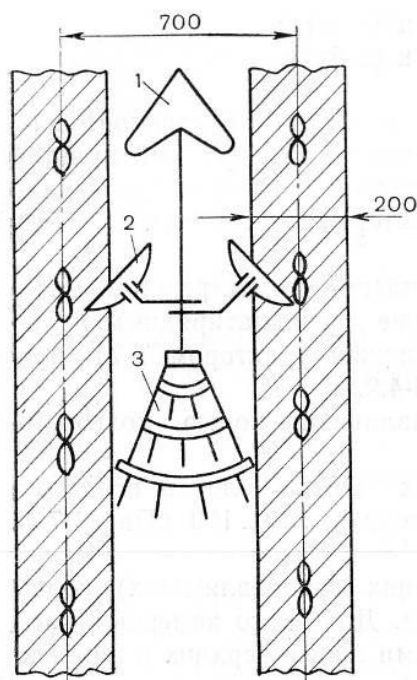


Рисунок 2.12 – Розстановка робочих органів культиватору на другому міжрядному обробітку: 1 – лапа стрілочаста; 2 – підгортач; 3 – борінка КЛТ-38; 4 – борінка для розрівнювання ґрунту в міжряддях

Технологічні операції при виробництві польової культури, наприклад, соняшнику, можливо поділити на наступні:

- основний обробіток ґрунту;
- передпосівний обробіток ґрунту;
- сівба;
- догляд за посівами;
- збирання, транспортування, доробка отриманого врожаю.

Основна відмінність між різними технологіями у особливостях проведення основного обробітку ґрунту та передпосівної підготовки ґрунту. Розглянемо більш детально специфіку виконання технологічних операцій за технологією Strip-till.

На основі аналізу існуючих конструкцій було запропоновано наступну схему секції знаряддя для проведення смугового поверхневого обробітку ґрунту навесні замість суцільного боронування (рис. 2.13).

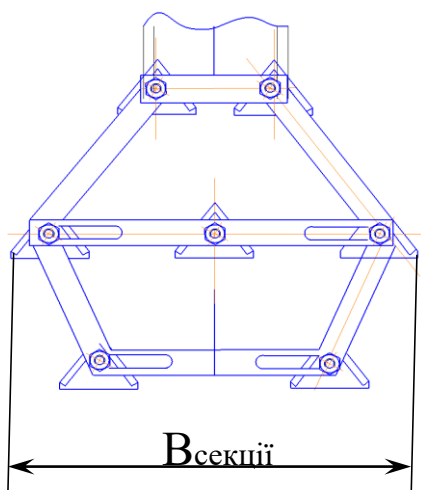


Рисунок 2.13 – Схема секції для смугового обробітку ґрунту

За аналог було взято додаткову борону з пружинним зубом «борона прополочна КРИ 31.040», яка містить раму та робочі органи, які розташовані у декілька рядів. Недоліком даної конструкції є той факт, що підвищити якість розпушування ґрунту можна лише підвищенням швидкості руху агрегату. Але це зменшує глибина обробітку ґрунту, з рахунок зростання опору ґрунту. Як результат маємо зменшення стабільності ходу борони.

За прототип було взято борону Надикто-Аюбова для обробітку ґрунту під пар. Недоліком цієї конструкції є постійна ширина захвату. Це унеможлиблює обробіток смуг різної ширини.

Було поставлено задачу розробки техніко-технологічної системи для смугового обробітку ґрунту навесні. Для її реалізації було запропоновано використання трьох рядів самозаточувальних плоскорізних робочих органів з високою міцністю. Форма рами робочої секції має геометричну форму шестикутника, а два останні ряди робочих органів встановлено з можливістю змінювати робочу ширину захвату секції. Робочі органи планується виготовити зі сталі 65Г товщиною 6...10 міліметрів. Кут заточки лез 1 повинен бути виконаний під 25° для кращого входження в ґрунт та підрізання бур'янів. На краї леза з одного боку, спеціальними електрозварювальними електродами наноситься шар сормаїту ПР-С27, що сприятиме самозаточуванню під час роботи, а термічне нагрівання ножа електродами дасть більший запас міцності

Знаряддя для смугового обробітку працює таким чином. Борона причіплюється позаду кожної секції міжрядного культиватора. Перший ряд борони підрізає рослинні рештки, не даючи їм скупчуватися на поверхні ґрунту. Другий та інші ряди розпушують ґрунт без виносу вологого шару на поверхню, а також підрізають бур'ян. Для смугового обробітку ґрунту запропоновано наступну схему машинно-тракторного агрегату (рис. 2.15), а фрагмент обробленого поля представлено на рисунку 2.16.

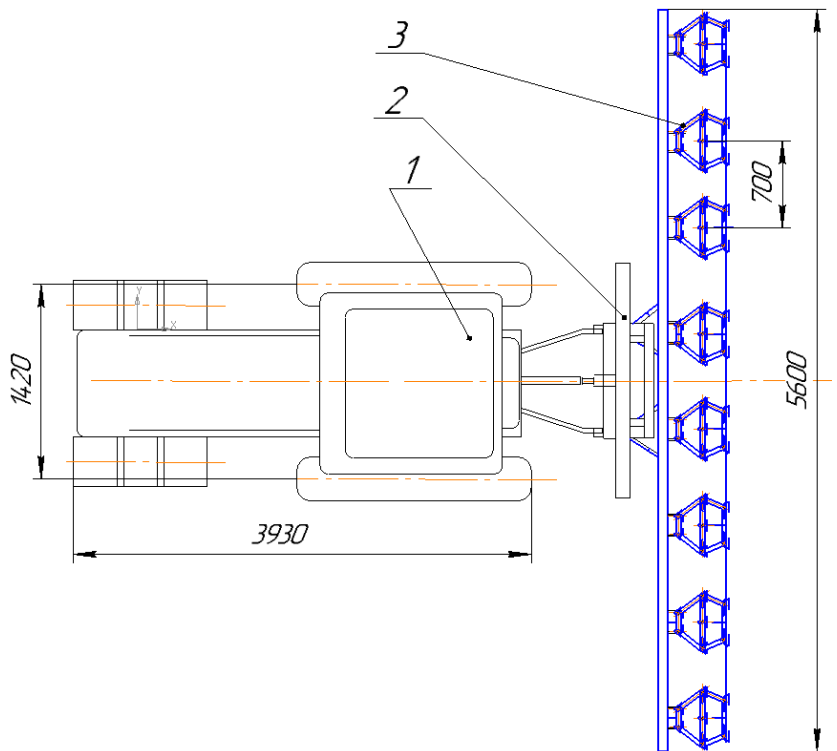


Рисунок 2.15 – Технологічна схема агрегату для смугового обробітку

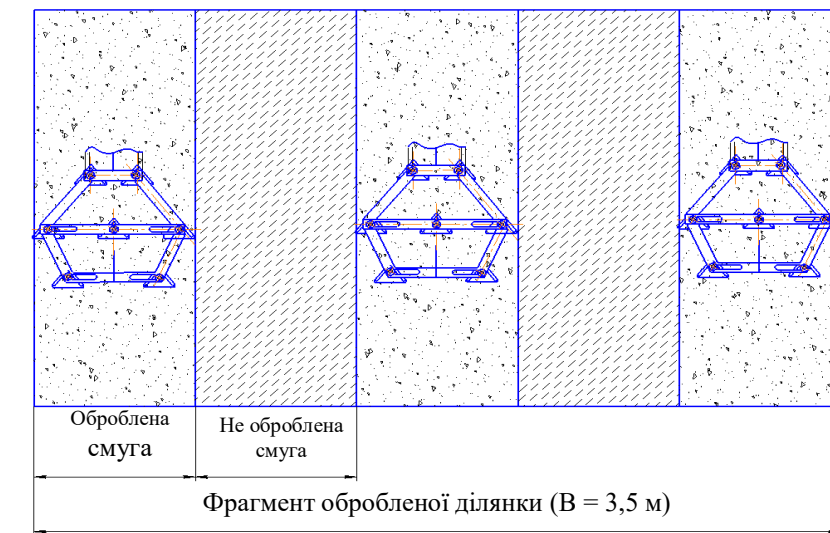


Рисунок 2.15 – Фрагмент обробленого поля

2.3 Висновки по розділу

У даному розділі було проведено аналітичне дослідження існуючих конструкцій для поверхневого обробітку ґрунту, а також запропоновано техніко-технологічну систему для виконання весняного обробітку при вирощуванні польової культури за технологією Strip-till.

ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1 Теоретичні дослідження впливу схеми вирощування на конструктивні параметри агрегату

В залежності від схеми вирощування польової культури, ширину робочої секції можливо регулювати на задану ширину обробітку. Для цього є регулювальні гвинти та отвори для позиціонування у потрібній позиції. Загальна схема розташування робочої секції для смугового обробітку ґрунту представлена на рисунку 3.1.

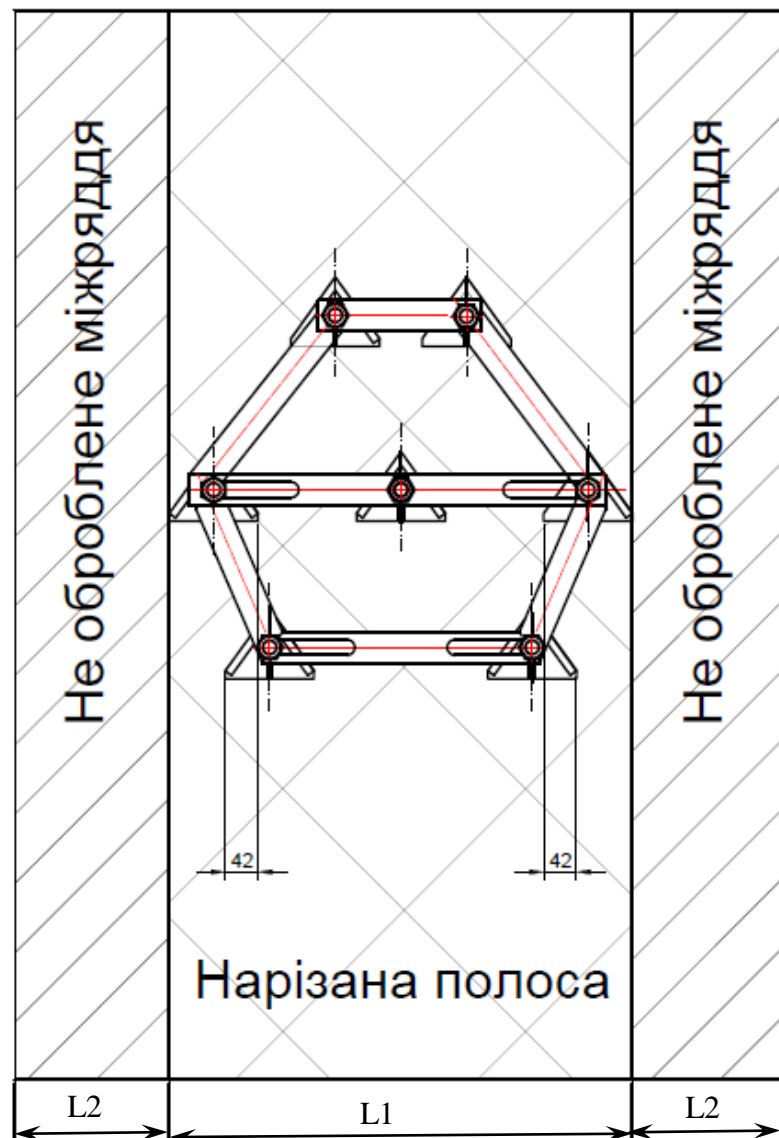


Рисунок 3.1 – Схема розташування секції знаряддя для поверхневого смугового обробітку ґрунту

Тут L_1 – ширина смуги, обробленої з осені знаряддям для основного обробітку ґрунту з внесенням добрив фосфорних, L_2 – ширина необробленої смуги, яка є джерелом для харчування біоорганізмів, а також допомагає затримці розповсюдження вітрової ерозії.

Розглянемо можливі варіанти зміни ширини обробленої та необробленої смуги. При вирощуванні соняшника частіш за все використовують схему 70×70 см.

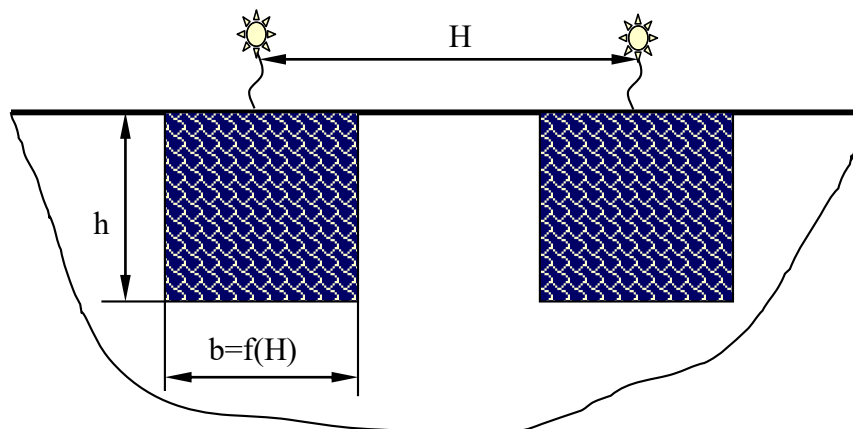


Рисунок 3.2 – Схема вирощування соняшника з міжряддям H

Частіш за все ширина обробленої смуги дорівнює половині міжряддя. У випадку вирощування за схемою 70×70 см маємо $L_1 = L_2 = 35$ см. Тоді як при широкорядних посівах ширина необробленої полоси може збільшуватися до 60 см, а при вузькорядних посівах з міжряддям 45 см $L_1 = L_2 = 22,5$ см.

Запропонована конструкція дозволяє змінювати робочу ширину секції в залежності від схеми вирощування польової культури. До того ж можливо змінювати відсоток обробленої площі до необробленої та використовувати те тільки співвідношення 50/50, а, наприклад, 80/20. Тут 80 відсотків займає необроблена частина ділянки й 20 відсотків навпаки – оброблена. Хоча це співвідношення може змінюватися. Проведемо теоретичні дослідження залежності впливу схеми вирощування на ширину полоси, що потребує обробітку. А також дослідимо, як змінюється при цьому тяговий опір знаряддя.

Для розрахунку даних залежностей використаємо правило, що при роботі смугового знаряддя кількість необроблених смуг буде на 1 більше ніж оброблених.

Приймаємо, що

S – ширина обробленої смуги, мм;

n – кількість секцій смугового знаряддя, шт.;

b_c – ширина необробленої смуги (вона повинна бути більша за ширину колеса для вільного проїзду машинно-тракторного агрегату по полю);

L – ширина агрегату, мм.

Тоді

$$L = n \cdot S + (n - 1) \cdot b_c \quad (3.1)$$

Розглянемо наступні схеми вирощування польових культур:

- ширина обробленої смуги дорівнює необробленій при міжрядді 70 см;
- ширина обробленої смуги менше необробленої при міжрядді 70 см;
- ширина обробленої смуги менше необробленої при міжрядді 450 см;
- ширина обробленої смуги дорівнює необробленої при міжрядді 450 см;
- ширина обробленої смуги менше необробленої при міжрядді 120 см.

Після проведення розрахунків за допомогою програми Excel отримуємо наступні залежності (рис. 3.3 – 3.5).

Розглянемо, як змінюється ширина робочої секції в залежності від зміни ширини необробленої смуги при обробітку смугами за різними схемами вирощування. На графіках досліджено варіанти за різного відношення площі обробленої смуги до необробленої. Граничний варіант – 100% обробіток ґрунту. При ньому ширина робочої секції дорівнює ширині міжряддя. Як бачимо, ці залежності мають лінійний характер.

Наступна залежність показує візуально, як змінюється відсоток обробленої площі в залежності від схеми вирощування та ширини робочої секції по відношенню до площі необробленої смуги (рис. 3.4). Для її розрахунку використовували твердження, що зміна (збільшення або

зменшення) ширини необробленої смуги відбувається пропорційно зі зміною (зменшенням або збільшенням) ширини обробленої смуги.

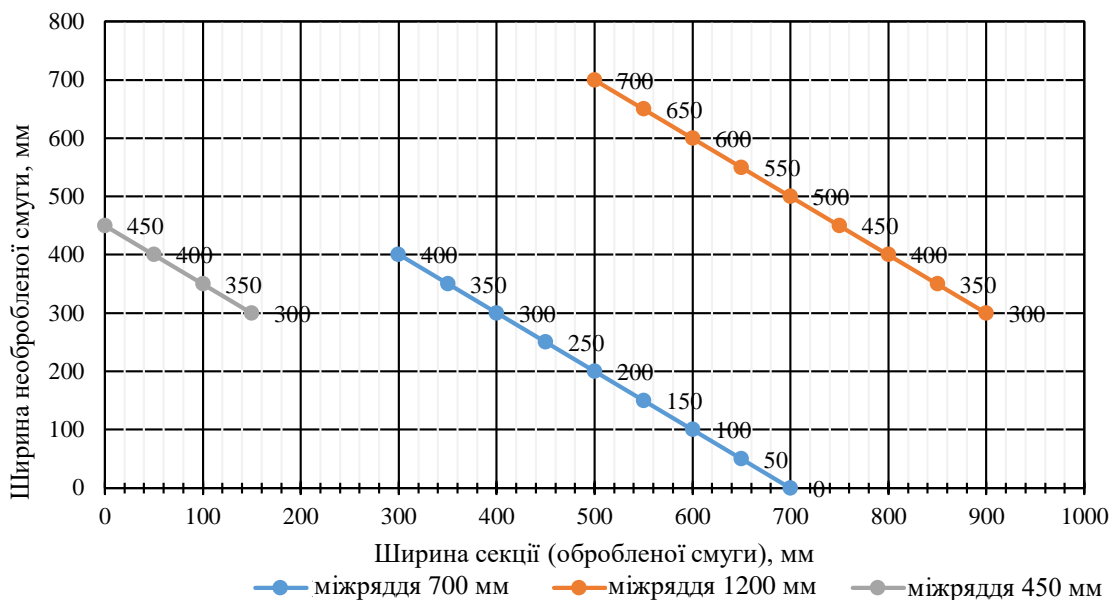


Рисунок 3.3 – Залежність ширини робочої секції від ширини необробленої смуги

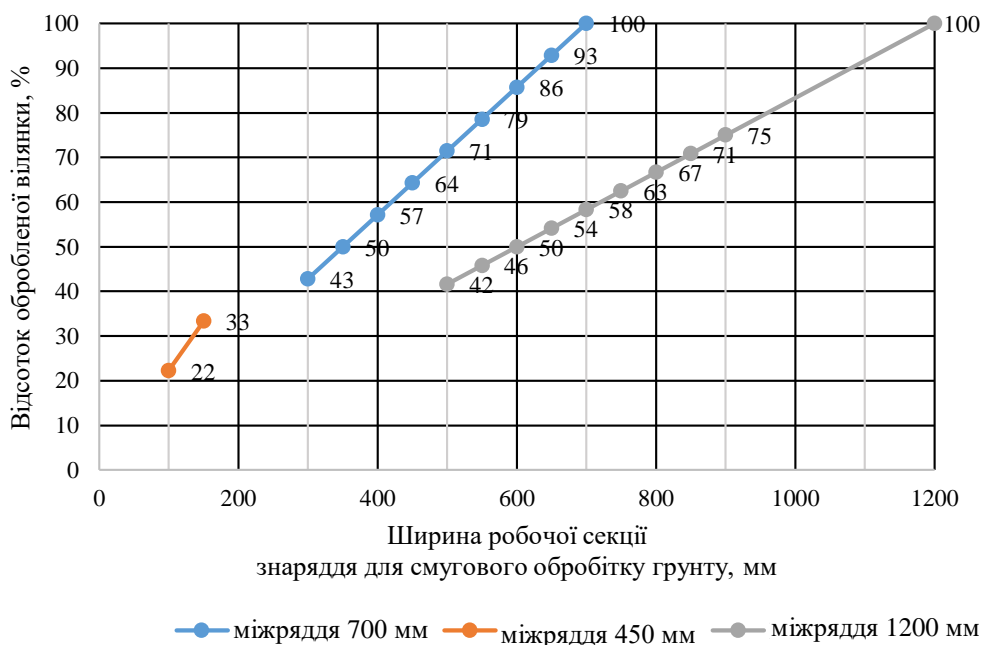


Рисунок 3.4 – Залежність ступеня обробленої площі від ширини робочої секції

Залежність на рисунку 3.5 показує зміну тягового опору знаряддя для смугового обробітку ґрунту в залежності від ширини секції.

Розрахунок тягового опору знаряддя R_m проводили за наступною математичною залежністю

$$R_m = k_v \cdot B_p, \quad (3.2)$$

де k_v – питомий опір, кН/м^2 ;

B_p – робоча ширина захвату знаряддя, м

тут

$$B_p = B_{\text{сек.}} \cdot n. \quad (3.3)$$

Результати математичного моделювання представлені на рисунку 3.5.

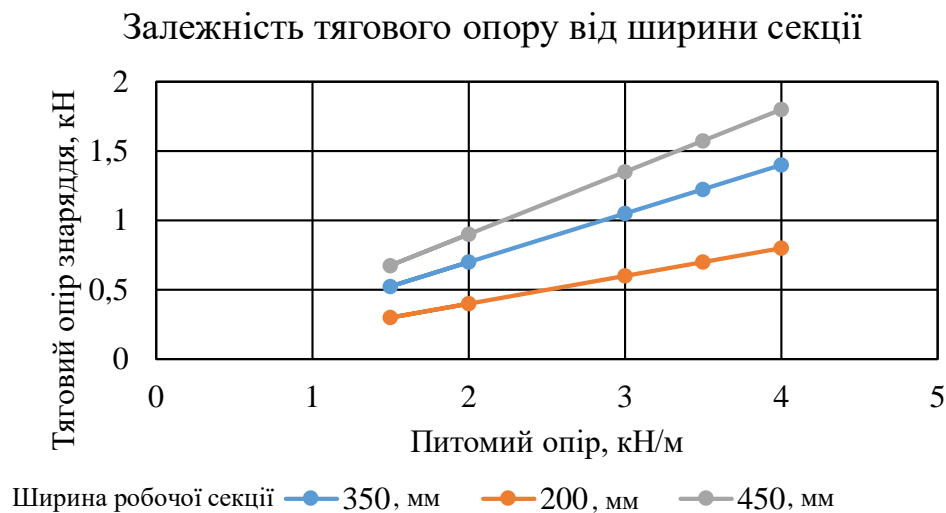


Рисунок 3.5 – Залежність тягового опору знаряддя від ширини робочої секції для смугового обробітку ґрунту

Після проведення досліджень можна зробити висновок, що в залежності від схеми вирощування змінюється ширина обробленої смуги. А також тяговий опір всього знаряддя. Як бачимо з рисунку 3.5 при зміні питомого тягового опору в діапазоні від 1,5 кН/м до 4,0 кН/м максимальне значення тягового опору отримуємо при ширині робочої секції 450 мм, а при мінімальній ширині, яка дорівнює 350 мм – мінімальне значення тягового опору знаряддя для смугового обробітку ґрунту.

3.2 Розробка операційної технології проведення весняного обробітку ґрунту машинно-тракторним агрегатом для смугового обробітку ґрунту

Вихідні дані:

тип ґрунту – чорнозем;

агрофон – смуговий обробіток комбінованими знаряддями з чизельними робочими органами восени;

ухил поверхні поля – $i = 1 \%$;

питомий тяговий опір $K = 0,7$ кН/м;

розміри поля: довжина $L = 1000$ м, ширина $B = 1000$ м.

Агротехнічні вимоги до виконання заданої операції

Смуговий обробіток рано навесні проводять на глибину 3...5 см.

Обробіток проводять наприкінці лютого – початку березня, в залежності від вологості.

Відхилення фактичної глибини обробітку від заданої допускається не більше $\pm 15\%$.

Ширина захисної зони при обробці в фазі 5...7 листків повинна бути 13 см; відхилення більше 2...3 см не допускаються.

Підрізання бур'янів має складати 95%.

Нижні вологі шари не повинні виноситися робочими органами на поверхню, глиби відсутні.

Для виконання заданої технологічної операції використовуємо наступний МТА: МТЗ-82+знаряддя для смугового обробітку ґрунту.

Альтернативні робочі передачі трактора визначаються за умовою:

$$v_p \leq v_{a \max}, \quad (3.1)$$

де v_p – номінальна робоча швидкість трактора, км/год;

$v_{a \max}$ – максимальна агротехнічна швидкість для с.-г. машини, км/год., $v_p \leq 9$

Згідно з цією умовою альтернативними передачами трактора є 3 і 4, для яких виписуються параметри тягової характеристики трактора в таблицю 3.1

Таблиця 2.2 – Параметри тягової характеристики трактора МТЗ-82 на агрофоні поле під посів.

Передача	Номінальне тягове зусилля ($P_{крн.}$), кН	Робоча швидкість ($V_{рн.}$), км/год.	Максимальна крюкова потужність ($N_{кр.мах}$), кВт	Номінальна годинна витрата палива ($G_{тн}$), кг/год.	Годинна витрати палива на холостому ході ($G_{тхх}$), кг/год.
5	15,3	6,6	33,8	10,7	5,8
6	13,8	6,4	34,0	9,7	6,2
7	11,6	7,2	33,4	10,0	6,5

Визначення питомого тягового опору с.-г. машини на альтернативних передачах трактора:

$$K_{vчч} = K_o \left[1 + \frac{(V_{phi} - V_o) \cdot \Delta C_k}{100} \right], \quad (3.2)$$

де K_o – питомий тяговий опір с.-г. машини зі швидкістю $V_o = 5$ км/год, кН/м;

$$K_{v5} = 0,7 \left[1 + \frac{(6,6 - 5) \cdot 2,5}{100} \right] = 0,73 \text{ кН / м};$$

$$K_{v6} = 0,7 \left[1 + \frac{(6,4 - 5) \cdot 2,5}{100} \right] = 0,72 \text{ кН / м};$$

$$K_{v7} = 0,7 \left[1 + \frac{(7,2 - 5) \cdot 2,5}{100} \right] = 0,74 \text{ кН / м}.$$

Визначення граничної ширини захвату на альтернативних передачах трактора

$$B_{прі} = \frac{[\xi_p] \cdot \left(P_{крні} - \frac{G \cdot i}{100} \right)}{K_{vчч} + \frac{g_{мк} \cdot i}{100}}, \quad (3.3)$$

де $[\xi_p]$ – припустимий ступінь завантаження трактора за тягою; $[\xi_p] = 0,94$;

G – експлуатаційна вага трактора, кН, для ХТЗ-МТЗ-82: $G = 82,6$ кН;

i – похил поверхні поля, %; $i = 1\%$;

$g_{мк}$ – середня вага на один метр ширини захвату для с.-г. машин, кН/м.

$$g_{мк} = \frac{(G_{мк})}{B_{мк}}, \quad (3.4)$$

де $G_{мк}$ – конструктивна вага с.-г. машини, кН;

B_{mk} – конструктивна ширина захвату, м;

$$g_{mk} = \frac{21,4}{8,4} = 2,5 \text{ кН / м};$$

$$B_{np3} = \frac{0,94 \cdot \left(26,2 - \frac{82,6 \cdot 1}{100}\right)}{1,12 + \frac{2,5 \cdot 1}{100}} = 20,7 \text{ м};$$

$$B_{np4} = \frac{0,94 \cdot \left(23,0 - \frac{82,6 \cdot 1}{100}\right)}{1,15 + \frac{2,5 \cdot 1}{100}} = 17,7 \text{ м};$$

Визначаємо кількість машин у агрегаті

$$n_{mki} = \frac{B_{npi}}{B_{mk}}, \quad (3.5)$$

де n_{mki} – кількість с.-г. машин у складі МТА.

$$n_{mk3} = \frac{20,7}{5,6} = 3,5 \text{ шт.}$$

Приймаємо $n_{mk3} = 1$ шт.

$$n_{mk4} = \frac{17,7}{5,6} = 3 \text{ шт.}$$

Приймаємо $n_{mk4} = 1$ шт., враховуючи, що знаряддя начіпне.

Вибір робочих передач трактора. Орієнтований вибір робочої передачі трактора проводиться за умов найкращого завантаження трактора за тягою

$$\xi_{pi} = \frac{R_{ai}}{P_{крpi} - \frac{G \cdot i}{100}}, \quad (3.6)$$

де R_{ai} – тяговий опір МТА на i -й передачі трактора, кН.

$$R_{ai} = K_{vii} \cdot B_{mk} \cdot n_{mki}, \quad (3.7)$$

$$R_{a5} = 0,73 \cdot 5,6 \cdot 1 = 4,1 \text{ кН};$$

$$R_{a6} = 0,72 \cdot 5,6 \cdot 1 = 4,0 \text{ кН}; R_{a7} = 0,74 \cdot 5,6 \cdot 1 = 4,1 \text{ кН};$$

$$\xi_{p5} = \frac{4,0}{15,3 - \frac{82,6 \cdot 1}{100}} = 0,28;$$

$$\xi_{p6} = \frac{4,0}{13,8 - \frac{82,6 \cdot 1}{100}} = 0,30., \quad \xi_{p4} = \frac{4,1}{11,6 - \frac{82,6 \cdot 1}{100}} = 0,38.$$

Остаточний вибір основної робочої передачі проводиться з умов максимуму чистої годинної продуктивності МТА

$$W_{чиi} = 0,1 \cdot B_{pi} \cdot V_{pi}, \quad (3.8)$$

де B_{pi} – робоча ширина захвату МТА на i -й передачі трактора, м;

$$B_{pi} = B_{mk} \cdot n_{mki} \cdot \beta, \quad (3.9)$$

де β – коефіцієнт використання конструктивної ширини захвату с.-г. машини.

Для культиватора $\beta = 1$.

$$B_{p5} = B_{p6} = 5,6 \cdot 1 \cdot 1 = 5,6 \text{ м};$$

$$W_{чи5} = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 6,6 = 3,7 \text{ га/год};$$

$$W_{чи6} = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 6,4 = 3,6 \text{ га/год}; \quad W_{чи7} = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 7,2 = 4,1 \text{ га/год}.$$

Основна робоча швидкість трактора є 5-а передача, тому що при роботі на ній досягається максимальне завантаження двигуна по тязі та найбільша продуктивність МТА.

Розрахунок годинної витрати палива на холостому ході МТА на обраній передачі

$$G_{mpi} = G_{mni} - (G_{mni} - G_{mxi}) \cdot (1 - \xi_p), \quad (3.10)$$

де $G_{тхxi}$ – годинна витрата палива на холостому ході трактора на обраній передачі, кг/год.

$$G_{mp} = 16,5 - (16,5 - 7,7) \cdot (1 - 0,43) = 11,5 \text{ кг/год}.$$

Визначення швидкості руху МТА на холостому ході. Спочатку визначаємо тяговий опір МТА на холостому ході

$$R_{ax} = G_{mk} \cdot n_{mk} \cdot f_m; \quad (3.11)$$

де f_m – коефіцієнт опору кочення коліс с.-г. машини; $f_m = 0,22 \dots 0,42$.

$$R_{ax} = 21,4 \cdot 1 \cdot 0,3 = 6,4 \text{ кН}.$$

Для більшої операції швидкість при повороті агрегату обмежується умовами безпеки повороту до 6...8 км/год. Виходячи з цього на поворотах потрібно перейти на нижню передачу, тобто 4-у, для неї $V_{хх3} = 6,05 \text{ км/год}$.

Розрахунок годинної витрати палива на холостому ході МТА

$$G_{\text{тх}} = G_{\text{тх}} \cdot \left(1 - k_G \cdot \xi_{\text{рх}} \frac{V_{\text{рх}} - V_{\text{рх}}}{V_{\text{рх}}} \right); \quad (3.12)$$

де $V_{\text{рх}}$ – значення швидкості руху МТА, км/год.

k_G – поправочний коефіцієнт, $k_G \approx 1,2 \dots 1,7$;

$\xi_{\text{рх}}$ – ступінь завантаження по тязі на холостому ході

$$\xi_{\text{рх}} = R_{\text{ax}} / P_{\text{крні}}, \quad (3.13)$$

$$\xi_{\text{рх}} = 5,4 / 23,0 = 0,23;$$

$$G_{\text{тх}} = 7,7 \cdot \left(1 - 1,5 \cdot 0,23 \cdot \frac{6,7 - 6,05}{6,7} \right) = 7,4 \text{ кг/год.}$$

Розглянемо експлуатаційну схему агрегату. На схемі з дотриманням основних пропорцій зображується всі складові елементи агрегату і вказують їх експлуатаційні розміри.

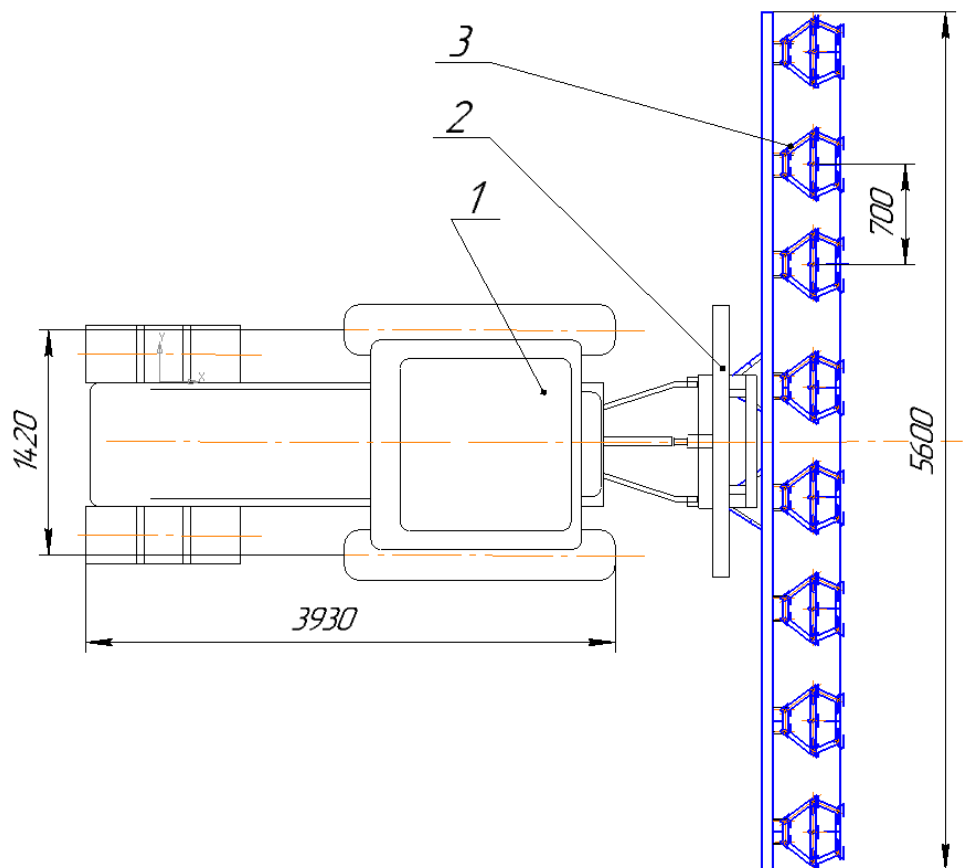


Рис. 3.5 – Схема агрегату: 1 – трактор; 2 – начіпний механізм, зняряддя для смугового обробітку

До початку міжрядного обробітку на полі відмічають вішкою перше від краю стикове міжряддя посіву, яке повинно бути і при обробці міжрядь.

Перед обробітком з поля видаляють всі по сторонні предмети, особливо металеві. Якщо їх неможливо видалити, відмічають вішками.

Вибір способу руху агрегату по полю

Спосіб та радіус повороту залежить від типу та ширини захвату агрегату. Для навісних МТА радіус повороту визначається мінімально допустимим радіусом повороту трактора.

Для трактора МТЗ-82 $R_o = 3,0 \text{ м}$, $R_o < 0,5 B_p$, $3 < 0,5 \cdot 8,4 = 4,2$, тому приймаємо розворот по окружності.

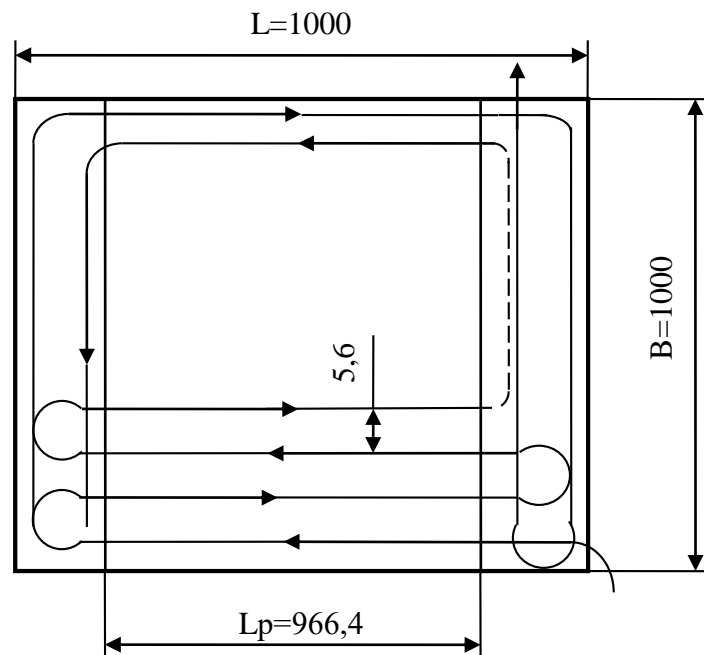


Рис. 3.6 – Схема руху агрегату по полю

Довжина виїзду агрегату визначається для навісного агрегату за формулою

$$e \approx 0,1 \cdot l_a; \quad (3.14)$$

де l_a – кінематична довжина МТА, м;

$$l_a = l_T + l_M; \quad (3.15)$$

де l_T , l_M – відповідно кінематична довжина енергетичного засобу і с.г.м., м.

$$l_a = 1,3 + 1,5 = 2,8 \text{ м};$$

$$e = 0,1 \cdot 2,8 = 0,28 \text{ м}.$$

Визначаємо мінімальну ширину поворотної смуги

$$E_{\min} = K_E \cdot R_o + e + d_k; \quad (3.16)$$

де K_E – коефіцієнт, що залежить від способу повороту для кругового способу,

$$K_E = 1,1;$$

R_o – радіус повороту агрегату, м;

e – довжина виїзду агрегату, м;

d_k – кінематична ширина агрегату, м.

$$d_k = 0,5 \cdot B_p; \quad (3.17)$$

$$d_k = 0,5 \cdot 8,4 = 4,2 \text{ м};$$

$$E_{\min} = 1,1 \cdot 3 + 0,28 + 4,2 = 7,78.$$

Визначаємо кількість проходів агрегату на поворотній смузі

$$n_{np} \geq E_{\min} / B_p; \quad (3.18)$$

$$n_{np} \geq 7,78 / 8,4 = 0,93.$$

Приймаємо $n_{np} = 1$.

Визначаємо ширину поворотної смуги

$$E_n = n_{np} \cdot B_p \geq E_{\min}; \quad (3.19)$$

$$E_n = 1 \cdot 8,4 = 8,4 \text{ м}.$$

Визначаємо коефіцієнт робочих ходів

$$\varphi = \frac{S_p}{(S_p + S_x)}; \quad (3.20)$$

де S_p , S_x – загальна довжина шляху відповідно робочого і холостого ходу на

ділянці, м.

$$S_p \approx L_{\text{рсп}} \cdot n_{\text{рх}} \quad (3.21)$$

$$S_x \approx L_{\text{хсп}} \cdot n_{\text{хх}} \quad (3.22)$$

де $L_{\text{рсп}}$, $L_{\text{хсп}}$ – середня довжина відповідно робочого і холостого ходу, м;

$n_{\text{рх}}$, $n_{\text{хх}}$ – кількість відповідно робочих і холостих ходів агрегату на ділянці

$$n_{px} = B/B_p; \quad (3.23)$$

де B – ширина поля, м; $B = 1000$ м.

$$n_{px} = 1000/8,4 = 120$$

Приймаємо $n_{px} = 120$.

$$n_{xx} = n_{px} - 1; \quad (3.24)$$

$$n_{xx} = 120 - 1 = 119;$$

$$L_{xcp} = K_x \cdot R_o + 2e + X_{cp}; \quad (3.25)$$

де K_x – коефіцієнт, що залежить від способу повороту, для кругового способу

$$K_x = 3,2...4.$$

X_p – середня довжина прямолінійного ділянки повороту, м; $X_{cp} = 0$.

$$L_{xcp} = 4,0 \cdot 3 + 2 \cdot 0,28 + 0 = 12,58 \text{ м};$$

$$L_{pcp} = L \cdot 2 \cdot E_n; \quad (3.26)$$

де L – довжина поля, м; $L = 1000$ м.

$$L_{cpc} = 1000 - 2 \cdot 8,4 = 983,2 \text{ м};$$

$$S_p = 983,2 \cdot 120 = 117984 \text{ м};$$

$$S_x = 12,58 \cdot 120 = 1509,6 \text{ м};$$

$$\gamma = \frac{117984}{(117984 + 1509,6)} = 0,99.$$

Підготовка агрегату до роботи

Механізми навіски трактора готують як до роботи з культиватором.

Знаряддя для смугового обробітку, начеплене на трактор, укомплектоване робочими органами встановлюють на майданчик в робочому положенні так, щоб опорні колеса торкалися поверхні регульовального майданчику.

На брусі закріплюють секції для смугового обробітку так, щоб відстань між їх центрами складала 700 мм для подальшого вирощування просапної культури з міжряддям 70 см.

Визначення тривалості циклу

$$t_{ц} = (t_p + t_x + t_{оч}) \cdot n_{прц} + t_3; \quad (3.27)$$

де t_p, t_x – середня тривалість відповідно одного робочого ходу і одного повороту, хв;
 $t_{оч}$ – середня тривалість очищення робочих органів в розрахунку на один
робочий прохід агрегату, хв; $t_{оч} = 0...5$ хв.

$$t_p = 0,06 \cdot \frac{L_{cp}}{V_p}; \quad (3.28)$$

$$t_x = 0,06 \cdot \frac{L_{xx}}{V_x}; \quad (3.29)$$

$$t_p = 0,06 \cdot \frac{983,2}{6,75} = 8,74 \text{ хв};$$

$$t_x = 0,06 \cdot \frac{12,58}{6,05} = 0,12 \text{ хв};$$

$$t_y = (8,74 + 0,12 + 5) = 17,48 \text{ хв}.$$

Тривалість нециклових операцій за зміну

$$T_{нц} = t_{в1} + t_{в2} + t_k + t_{то} + t_{\phi}; \quad (3.30)$$

де $t_{в1}, t_{в2}$ – тривалість переїзду агрегату відповідно на поле й з поля (до місця
завантаження), хв;

$t_k, t_{то}, t_{\phi}$ – тривалість зупинок агрегату відповідно для контролю якості
роботи і регулювань агрегату в полі і для внутрішньо змінного
технічного обслуговування агрегату та фізіологічних потреб,
 $t_k = 10...30$ хв, $t_{то} \approx t_{\phi} \approx 12...20$ хв.

$$t_{в1} \approx t_{в2} = 60 \cdot \frac{l_n}{V_x}; \quad (3.31)$$

де l_n – відстань між тракторною бригадою та полем (місцем завантаження) км;

$$t_{в1} = t_{в2} = 60 \cdot \frac{2,5}{6,7} = 22,3 \text{ хв};$$

$$T_{нц} = 22,3 + 22,3 + 15 + 15 + 10 = 84,6 \text{ хв}.$$

Тривалість циклів (поїздок) агрегату за зміну

$$n_y = (T_{см} - T_{нц}) / t_y + 0,5; \quad (3.32)$$

де $T_{см}$ – тривалість зміни, $T_{см} = 420$ хв.

$$n_y = (420 - 84,6) / 17,48 + 0,5 = 19,7.$$

Приймаємо $n_{ц} = 19$.

Фактична тривалість зміни

$$T_{см}^* = t_{ц} \cdot n_{ц} + T_{нц}; \quad (3.33)$$

$$T_{см}^* = 13,86 \cdot 19 + 84,6 = 348 \text{ хв.}$$

Обсяг робіт МТА відповідно за прохід, за цикл, за зміну

$$F_{пр} = 10^{-4} \cdot B_p \cdot L_{пер}; \quad (3.34)$$

$$F_{ц} = F_{пр} \cdot n_{прц}; \quad (3.35)$$

$$F_{см} = F_{ц} \cdot n_{ц}; \quad (3.36)$$

$$F_{пр} = 10^{-4} \cdot 8,4 \cdot 983,2 = 0,82 \text{ га};$$

$$F_{ц} = 0,82 \cdot 2 = 1,64 \text{ га};$$

$$F_{см} = 31,16 \cdot 19 = 31,16 \text{ га.}$$

Коефіцієнт використання часу зміни

$$\tau = t_p \cdot n_{прц} \cdot n_{ц} / T_{см}^*; \quad (3.37)$$

$$\tau = 8,74 \cdot 19,7 \cdot 2 / 420 = 0,82.$$

Контроль якості роботи

- глибину рихлення міряють на 3...4 площадках по діагоналі поля, замір проводять за кожною секцією;
- підрізання бур'янів у оброблених смугах проводять візуально оглядом поля по діагоналі, дозволяється не більше 1% незрізаних бур'янів;
- гребнистість поверхні ґрунту в смугах заміряють лінійкою: висоту гребнів у 4...3 місцях по діагоналі поля по ширині захвату агрегату.

Охорона праці

- До роботи допускаються особи не молодше 18 років, що мають посвідчення тракториста-машиніста не нижче 2 класу;
- Тракторист має пройти інструктаж з БЖ;
- Їздити на великих швидкостях та робити круті повороти з навісними знаряддями забороняється;
- Перед початком роботи перевірити надійність кріплень усіх складових агрегату, надійність роботи гідросистеми;
- Забороняється будь-кому знаходитися в зоні руху агрегату;
- При довгостроковій зупинці агрегату опускають робочі органи на землю та глушать трактор.

- Забороняється під час руху агрегату змащувати, регулювати та очищувати знаряддя для смугового обробітку, находячись між трактором та знаряддям, сідати на трактор.

3.3 Висновок по розділу

В результаті проведених теоретичних досліджень встановлено закономірності зміни тягового опору знаряддя для смугового обробітку ґрунту в залежності від схеми вирощування та ширини секції для смугового обробітку.

Також розроблено техніко-технологічну систему для проведення ранньовесняного обробітку при вирощуванні просапної культури, а також для передпосівної культивуації при вирощуванні пізніх теплолюбивих просапних культур.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Аналіз стану організації робіт по забезпеченню охорони праці

Одним з основних напрямків, що потребують обов'язкового розгляду є стан організації робіт по забезпеченню охорони праці при виконанні технологічних операцій при вирощуванні польових культур незалежно від технології їх вирощування. Для працівника охорона праці єдиний спосіб зберегти життя, здоров'я і працездатність. Тому вона повинна бути невід'ємною, обов'язковою частиною його трудових обов'язків, яка строго виконується. Для роботодавця охорона праці найважливіший спосіб запобігання шкоди і організації продуктивного і якісного праці. Вона повинна бути обов'язковим елементом управління виробництвом. Для суспільства охорона праці єдиний спосіб запобігання шкоди та збереження життя його членів.

Виходячи з цих позицій повинна бути побудована ефективна робота по організації управління охороною праці, результативна діяльність якої можлива тільки за умови сталості та систематичності.

Практичним інструментом забезпечення безпеки праці та збереження здоров'я, запобігання будь-яких несприятливих наслідків, прямо або побічно пов'язаних з роботою, повинна стати система управління охороною праці (СУОП). Система управління охороною праці визначається як регламентована нормативними та організаційно-методичними документами діяльність по здійсненню організаційних, технічних, санітарно-гігієнічних, лікувально-профілактичних та санітарно-побутового заходів, спрямованих на забезпечення безпеки і високої працездатності людини в процесі праці. Її головна мета – створення здорових, безпечних і високопродуктивних умов праці, поліпшення виробничого побуту, запобігання виробничого травматизму і профзахворювань.

Система управління охороною праці – сукупність об'єкта та суб'єкта управління. Об'єктом управління є безпосередньо умови праці на робочих

місцях, діяльність функціональних служб і структурних підрозділів по забезпеченню безпечних і нешкідливих умов на робочих місцях, виробничих ділянках, у цехах і на підприємстві в цілому, ризики ушкодження здоров'я працівників підприємства внаслідок дії на них небезпек, які створюються виробничими процесами та обладнанням. Суб'єкт управління – органи, елементи, які керують станом об'єкта. В процесі управління орган отримує різну інформацію про стан об'єкта і зовнішнього середовища, в якій знаходиться і з якою пов'язаний керований об'єкт. На основі цієї інформації керівний орган виробляє рішення, а виконавчий орган здійснює відповідну діяльність з управління об'єктом. Суб'єкт управління контролює стан об'єкта, ставить необхідні завдання, розробляє керуючі дії, реалізує ці дії, контролює виконання керуючих дій (зворотний зв'язок). Суб'єктом управління в СУОП підприємства є керівник (головний інженер), а на виробничих ділянках, службах – керівники відповідних підрозділів і служб. Функціонування СУОП відповідно до законодавства повинен здійснювати роботодавець. Він очолює роботу з управління охороною праці та несе безпосередню відповідальність за її функціонування на підприємстві в цілому [22].

СУОП, як підсистема загальної системи управління виробництвом, повинна здійснювати наступні функції:

- організацію і координацію робіт (обов'язки, відповідальність, повноваження керівників різного рівня, осіб, які виконують і контролюють виконання робіт);
- облік, аналіз і оцінку ризиків;
- планування показників стану умов і безпеки праці;
- контроль планових показників та аудит всієї системи;
- коригування, запобігання та надання можливості адаптації до обставин, що змінюються;
- заохочення працівників за активну участь та ініціативу в проведенні заходів щодо підвищення рівня безпеки та поліпшення умов праці.

Завдяки СУОП забезпечується рішення таких основних завдань:

- професійний відбір працівників, які виконують роботи підвищеної небезпеки з урахуванням стану їх здоров'я та психофізіологічних показників;
- навчання і пропаганда з охорони праці;
- безпека обладнання;
- безпека виробничих процесів;
- забезпечення нормативних санітарно-гігієнічних умов праці;
- наявність засобів індивідуального захисту;
- оптимальні режими праці та відпочинку;
- лікувально-профілактичне обслуговування працюючих;
- санітарно-побутове обслуговування.

Для визначення політики необхідно спочатку ідентифікувати всі небезпечні та шкідливі виробничі фактори, визначити неприпустимі рівні ризику виникнення нещасних випадків і професійних захворювань і фінансові можливості підприємства, а потім установити першочергові цілі і завдання. На наступному етапі розробляється організаційна схема і програма реалізації декларованої політики і досягнення цілей і виконання поставлених завдань.

При ідентифікації небезпек необхідно розглянути відповідність нормативно-правовим актам існуючої системи організації робіт з охорони праці на підприємстві, порядок проектування робочих місць і розробки технологічних процесів, проведення монтажу обладнання, його технічного обслуговування, ремонту, а також систему входного контролю продукції, що застосовується в технологічних процесах.

На кожному підприємстві управління існує, як мінімум, на двох рівнях на рівні підприємства, як об'єкта управління в цілому, і на рівні структурного підрозділу.

Будь-яка технологія вирощування складається з послідовності технологічних операцій, які виконуються із застосуванням енергетичних засобів та сільськогосподарських знарядь. При виконанні кожної з них необхідно дотримуватись вимог, що викладені у нормативних документах [22...25]. Правила поширюються на всіх юридичних та фізичних осіб, які

провадять діяльність у сільському господарстві і відповідно до законодавства використовують найману працю, та працівників, що працюють у сільськогосподарському виробництві.

Вимоги безпеки під час експлуатації сільськогосподарської техніки.

1. Експлуатація сільськогосподарських машин (сільськогосподарських тракторів, їх причепів і змінних причіпних машин, систем складових частин та окремих технічних вузлів) має здійснюватися з урахуванням вимог експлуатаційної документації.

2. Вузли та елементи сільськогосподарських машин, що рухаються, обертаються та можуть становити небезпеку, мають бути огорожені захисними кожухами, які забезпечують безпеку працівників.

3. Не дозволяється:

- експлуатація несправних машини та обладнання;
- експлуатація сільськогосподарських тракторів без електростартерного запуску двигуна та з відсутньою або несправною системою блокування запуску двигуна за ввімкнутої передачі.

4. Перед виконанням робіт треба переконатися, що дроти повітряних ліній електропередач не буде зачіпати техніка, проїжджаючи під ними.

5. Під час проїзду сільськогосподарської техніки потрібно дотримуватися безпечної дистанції.

Вимоги безпеки під час обробітку ґрунту. Працівникам не дозволяється перебувати у зоні можливого руху маркерів або навісних машин під час розвертання машинно-тракторних агрегатів. Заміну, очищення і регулювання робочих органів навісних машин і знарядь, які підняті, потрібно проводити тільки спеціальними чистками в рукавицях із зупиненим, загальмованим агрегатом та вимкнутим двигуном і вжиттям заходів, що запобігають їх самовільному опусканню [22].

7. Працівникам заборонено підніматися на або спускатися з машин під час їх руху.

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

Відповідно до вимог НПАОП 0.00-4.12-98 всі працівники підприємств, включаючи власників, повинні проходити навчання, інструктаж, перевірку знань правил, норм та інструкцій з питань охорони праці в порядку й у строки, які встановлені для певних видів робіт, професій та посад.

Усі працівники при прийнятті на роботу й у процесі роботи проходять інструктаж (навчання) з питань охорони праці, з подання першої медичної допомоги потерпілим під час нещасних випадків, з правил поведінки при виникненні аварій згідно з вимогами Типового положення про навчання з питань охорони праці, що діє на підприємстві.

Усі працівники підприємства мають проходити спеціальне навчання, інструктажі та перевірку знань з питань пожежної безпеки згідно з вимогами Типового положення про спеціальне навчання, інструктажі та перевірку знань з питань пожежної безпеки на підприємствах, в установах та організаціях України.

Особи, які не пройшли навчання й перевірку знань з питань охорони праці, до роботи не допускаються.

Згідно з вимогами НПАОП 0.00-8.24-05 до керування об'єктами з підвищеною небезпекою допускаються особи, яким виповнилося 18 років і які мають право керування машинами відповідних категорій. При видачі посвідчення в ньому вказується дата, з якої власник посвідчення має право працювати на машинах.

Працівники, які виконують роботи з підвищеною небезпекою, а також роботи, де є потреба у професійному підборі, проходять попереднє спеціальне навчання й перевірку знань з питань охорони праці та пожежної безпеки, а також щорічну перевірку знань з питань охорони праці.

4.3 Пожежна безпека

Пожежна безпека під час технічного обслуговування машин і обладнання сільськогосподарського виробництва повинна відповідати вимогам Закону України «Про пожежну безпеку» та іншим нормативним актам пожежної безпеки. Згідно з законом забезпечення пожежної безпеки підприємств покладається на їх власників і уповноважених ними осіб, якщо інше не передбачено відповідним договором.

Для забезпечення пожежної безпеки при проведенні технічного обслуговування енергетичних засобів та машинно-тракторних агрегатів повинні бути розроблені відповідні інструкції, в яких встановлюється такий протипожежний режим:

- місце паління, використання відкритого вогню, побутових нагрівальних приладів;
- правила проїзду і стоянки транспортних засобів;
- порядок проходження безпосередніми керівниками робіт навчання і перевірки знань з питань пожежної безпеки, а також, проведення з робітниками протипожежних інструктажів і занять по пожежно-технічному мінімуму з призначенням відповідальних за їх проведення;
- порядок збору членів добровільної пожежної дружини і відповідних осіб у випадках виникнення пожежі.

Відповідальний за пожежну безпеку повинен слідкувати щоб через шляхи, проїзди, під'їзди до водних джерел і місць розташування пожежного інвентарю і обладнання повинні бути вільними для руху, а пожежна сигналізація повинна бути доступною.

4.4 Екологічна безпека

Техногенна безпека як сукупність дій по забезпеченню проектування, будівництва і експлуатації складних технічних пристроїв з дотриманням необхідних вимог безаварійної їх роботи і виконання екологічних умов стає все більш значущою у нашому житті. У всьому світі спостерігається феномен

зростання числа нещасних випадків, аварій і катастроф, що пояснюється трьома причинами: з розвитком техніки небезпека росте швидше, ніж людська здатність протистояти їй; зростає ціна помилки; люди схильні звикати не тільки до небезпеки, а й до порушення правил.

Прогнозування, попередження і ліквідація наслідків надзвичайних ситуацій є актуальною проблемою для будь-якої адміністративно-територіальної освіти. У кожному великому або малому районі нарівні з житловою забудовою розташовані різні промислові підприємства, які виробляють, використовують або зберігають шкідливі й небезпечні речовини. У разі аварії на виробництві виявляється дія, як правило, цілого комплексу чинників, оскільки кожний з них ініціює виникнення безлічі інших, нових і небезпечних ситуацій.

Для збереження техногенної безпеки фахівцям пропонуються такі заходи: виявлення всіх чинників ризику техногенного характеру, включаючи виявлення небезпеки продукції, що випускається, технологічних процесів, операцій, виробничих об'єктів і об'єктів життєзабезпечення населення на даній території; встановлення міри небезпеки об'єктів на основі комплексних методів оцінки з обліком пожежної та вибухової безпеки, електробезпеки, надійності ємностей і судин, що знаходяться під тиском і т.д., а також реальними гідрогеологічними, територіальними і кліматичними умовами, виявлення найбільш небезпечних вузлів і об'єктів, здатних в екстремальних умовах викликати ланцюгову реакцію і найбільш руйнівні наслідки; розробка прогнозу наслідків катастроф, розмірів утрат і збитку у всіх виявах цієї проблеми; розробка профілактичних заходів з метою стійкої й безаварійної роботи підприємств і збереження екологічної рівноваги, в тому числі: розроблення методів і способів техногенного характеру щодо попередження аварій, які супроводжуються загибеллю людей, виходом із ладу обладнання, забрудненням навколишнього середовища шкідливими викидами і т.д.; розроблення технічних і організаційних способів зниження збитків людським, матеріальним і природним ресурсам у разі їх виникнення; розробка термінових

заходів по захисту від можливих диверсій, включаючи напади й загрози тероризму, особливо на ядерних і хімічних підприємствах, а також об'єктах життєзабезпечення населення; розроблення заходів по ліквідації наслідків і відновленню нормального режиму роботи підприємств і адміністративно-територіальних освіт загалом.

4.5 Висновки по розділу

В даному розділі було проведено аналіз стану організації робіт по забезпеченню охорони праці, а також досліджено питання безпеки у надзвичайних ситуаціях.

Побудовано моделі поведінки у разі небезпеки. Розглянуто поведінку робітників при пожежній небезпеці та вплив на стан навколишнього середовища розробленої техніко-технологічної системи.

5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ РОБОТИ

5.1. Підготовка вихідних даних для порівняльного техніко-економічного аналізу

Економічне оцінювання агрегатів проводили згідно з ДСТУ 4397:2005 [27]. Відповідно до нього критерієм економічного оцінювання було обрано річний економічний ефект від експлуатації нового посівного агрегату з урахуванням зміни кількості та якості продукції у гривнях.

Обраний критерій визначали за формулою:

$$O = E_{\text{я}} + V_{\text{з}} \cdot (P_{\text{б}} - P_{\text{н}}), \quad (5.1)$$

де $P_{\text{б}}$, $P_{\text{н}}$ – сукупні витрати на одиницю наробітку відповідно по базовому і новому агрегату, грн/га;

$V_{\text{з}}$ – річний обсяг наробітку новим МТА в умовах певної природно-кліматичної зони, га;

$E_{\text{я}}$ – річний економічний ефект, отриманий за рахунок зміни кількості та якості продукції, грн.

тут

$$E_{\text{я}} = C_{\text{ян}} - C_{\text{яб}}, \quad (5.2)$$

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

$$C_{\text{я}} = \sum_{j=1}^n C_j \cdot V_j, \quad (5.3)$$

де C_j – закупівельна ціна одиниці j -ої продукції, грн.;

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

Після підстановки (5.3) у (5.2) річний економічний ефект, отриманий за рахунок зміни кількості та якості продукції, визначиться як

$$E_{\text{я}} = C_{\text{н}} \cdot V_{\text{н}} - C_{\text{б}} \cdot V_{\text{б}}, \quad (5.4)$$

Зональний річний обсяг наробітку новим агрегатом $V_{\text{з}}$ становив

$$V_z = W_{zm} \cdot T_z, \quad (5.5)$$

де W_{zm} – продуктивність нового агрегату за 1 год. змінного часу, га/год.;

T_z – зональне річне навантаження агрегату, год./рік [28].

А сукупні витрати у гривнях на одиницю наробітку визначили з виразу

$$\Pi = I + K \cdot E_n, \quad (5.6)$$

де I – прямі експлуатаційні витрати, грн/га;

K – питомі інвестиційні вкладення на агрегат, грн/га;

E_n – коефіцієнт ефективності інвестиційних вкладень [28];

тут питомі інвестиційні вкладення на агрегат дорівнювали:

$$K = B / (T_z \cdot W_{zm}), \quad (5.7)$$

де B – балансова вартість компонента агрегату (трактора, знаряддя), грн.

тут

$$B = \text{ЦМ} \cdot k_b, \quad (5.8)$$

ЦМ – ціна машини, грн;

k_b – коефіцієнт перерахунку ціни машини у балансову вартість.

Коефіцієнт перерахунку ціни машини у балансову вартість дорівнює $k_b = 1,1$ для машин та устаткування, що не потребують монтажних робіт чи додаткового складання безпосередньо на місці експлуатації і $k_b = 1,2$ – якщо вони потребують вище перелічені роботи.

Прямі експлуатаційні витрати у гривнях на одиницю наробітку визначали як

$$I = Z + \Gamma + P + A + M, \quad (5.9)$$

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

Γ – затрати на паливо-мастильні матеріали, грн/га;

P – затрати на ремонт і технічне обслуговування, грн/га;

A – затрати на амортизацію, грн/га;

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

Проведемо розрахунки кожного зі складових виразу (5.9).

Оплата праці працівників при виконанні технологічної операції залежить від складності роботи, а відповідно й від кваліфікації робітника. У

сільському господарстві кваліфікація працівника оцінюється за розрядами. Технологічні операції смугового обробітку при вирощуванні просапних культур відноситься до 5 розряду [28].

Затрати на оплату праці обслуговуючого персоналу знаходили з виразу:

$$Z = \sum_{i=1}^n L_i \cdot t_i \cdot r_i \cdot k_D \cdot n_i / W_{зм.}, \quad (5.10)$$

де L_i – кількість i -ої категорії виробничого персоналу, зайнятого для виконання основного технологічного процесу, технічного обслуговування та ремонтування машини, люд.;

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

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

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

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

Затрати на паливо-мастильні матеріали розраховували по формулі:

$$G = q \cdot C_{кп}, \quad (5.11)$$

де q – питомі витрати палива, кг/га;

$C_{кп}$ – комплексна ціна палива, грн./кг.

А затрати на ремонт і технічне обслуговування визначали з виразу:

$$P = \frac{B \cdot (r_T + r_K)}{W_{зм.} \cdot T_3}, \quad (5.12)$$

де r_T – коефіцієнт відрахувань на поточний ремонт та ТО;

r_K – коефіцієнт відрахувань на капітальний ремонт.

Затрати на амортизацію знаходили по формулі:

$$A = \frac{B \cdot a}{W_{зм.} \cdot T_3}, \quad (5.13)$$

де a – коефіцієнт відрахувань на амортизацію, %.

Коефіцієнт відрахувань на амортизацію машини визначали за допомогою прямолінійного методу нарахування амортизації:

$$a = 1/n,$$

де n – термін служби машини в роках.

Затрати на зберігання, страхування та монтування визначали як

$$M = \frac{\sum_{i=1}^n Z_{ni} \cdot r_i \cdot k_i + \Pi_D + S_{ЗСМ}}{W_{ЗМ} \cdot T_З}, \quad (5.14)$$

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

Π_D – вартість матеріалів, які використані на доскладанні та монтуванні машини, грн.;

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

Після підстановки (5.10) – (5.14) у вираз (5.9) і перетворень отримуємо

$$И = \sum_{i=1}^n L_i \cdot t_i \cdot r_i \cdot k_D \cdot n_i / W_{ЗМ} + q \cdot \Pi_{кн} + \frac{\Pi_M \cdot k_0 \cdot (r_T + r_K + 1/n) + \sum_{i=1}^n Z_{ni} \cdot r_i \cdot k_i + \Pi_D + S_{ЗСМ}}{W_{ЗМ} \cdot T_З}, \quad (5.15)$$

Тоді сукупні витрати у гривнях на одиницю виробітку визначаються як

$$\begin{aligned} \Pi = & \sum_{i=1}^n L_i \cdot t_i \cdot r_i \cdot k_D \cdot n_i / W_{ЗМ} + q \cdot \Pi_{кн} + \\ & + \frac{\Pi_M \cdot k_0 \cdot (r_T + r_K + 1/n) + \sum_{i=1}^n Z_{ni} \cdot r_i \cdot k_i + \Pi_D + S_{ЗСМ} + \Pi_M \cdot k_0 \cdot E_n}{W_{ЗМ} \cdot T_З} \end{aligned} \quad (5.16)$$

Після підставлення (5.4), (5.5) і (5.16) до (5.1) і перетворень річний економічний ефект від експлуатації нового посівного агрегату з урахуванням зміни кількості та якості продукції визначиться за формулою

$$O = C_n \cdot V_n - C_{\delta} \cdot V_{\delta} + W_{зм} \cdot T_3 \times$$

$$\times \left(\left(\sum_{i=1}^n L_{\delta i} \cdot t_{\delta i} \cdot r_{\delta i} \cdot k_{\delta D} \cdot n_{\delta i} / W_{\delta зм} + q_{\delta} \cdot C_{\delta кп} + \right. \right. \\ \left. \left. \frac{C_{\delta M} \cdot k_{\delta \delta} \cdot (r_{\delta T} + r_{\delta K} + 1/n_{\delta} + \cdot E_n) + \sum_{i=1}^n Z_{\delta ni} \cdot r_{\delta i} \cdot k_{\delta i} + C_{\delta D} + S_{\delta зсм}}{W_{\delta зм} \cdot T_{\delta з}} \right) - \right. \\ \left. - \left(\sum_{i=1}^n L_{ni} \cdot t_{ni} \cdot r_{ni} \cdot k_{nD} \cdot n_{ni} / W_{нз.м} + q_n \cdot C_{нкп} + \right. \right. \\ \left. \left. \frac{C_{нМ} \cdot k_{н\delta} \cdot (r_{нT} + r_{нK} + 1/n_n + \cdot E_n) + \sum_{i=1}^n Z_{ниi} \cdot r_{ni} \cdot k_{ni} + C_{нD} + S_{нзсм}}{W_{нз.м} \cdot T_{нз}} \right) \right) \quad (5.17)$$

Другим важливим показником ефективності МТА є питомі витрати праці:

$$Z_{п} = \sum_{i=1}^n L_i \cdot t_i / B_з,$$

де L_i – кількість i -ої категорії виробничого персоналу, зайнятого для виконання основного технологічного процесу, технічного обслуговування та ремонтування машини, люд.;

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

$B_з$ – зональний річний обсяг наробітку машиною, га.

Річна економія витрат праці $Z_{пр}$ під час експлуатації нової машини, люд.-год.

$$Z_{пр} = (Z_{пб} - Z_{пн}) \cdot B_з,$$

де $Z_{пб}$, $Z_{пн}$ – витрати праці відповідно базовою та новою машиною на одиницю наробітку, люд.-год./га.

А річна економія ресурсів під час експлуатації нової машини дорівнювала:

$$Z_{рр} = (Z_{рб} - Z_{рн}) \cdot B_з,$$

де $Z_{рб}$, $Z_{рн}$ – затрати ресурсів базовим та новим МТА на одиницю наробітку, грн./га.

Ступінь зміни витрат під час експлуатації нової машини порівняно з базовою у відсотках визначають за формулою:

$$C = 100 \cdot (Z_{зб} - Z_{зн}) / Z_{зн},$$

де $Z_{зб}$, $Z_{зн}$ – річні затрати (затрати праці, ресурсів, прямі експлуатаційні затрати, сукупні затрати) відповідно за базовою та новою машиною.

В даній магістерській роботі порівняний аналіз проводили між агрегатами для суцільного поверхневого обробітку ґрунту (боронування) та для смугового обробітку.

- МТЗ-82 + зубові борони, комплектації з шириною захвату 6,0 м;
- МТЗ -82 + знаряддя для смугового обробітку ґрунту для обробки 8 смуг з шириною захвату 5,6 м.

Базовий та новий МТА обслуговуються 1 людиною. В якості вихідних даних для розрахунків техніко-економічних показників прийняті наступні показники (табл. 5.1) [18, 20, 27, 28].

Таблиця 5.1

Вихідні параметри для техніко-економічного аналізу агрегатів

Показник	Агрегати	
	базовий	новий
Витрати дизельного палива агрегатом, кг/га	3,6	3,4
Комплексна вартість 1 кг палива, грн./кг	23	23
Продуктивність МТА за годину змінного часу, га/год.	4,1	4,1
Балансова вартість, грн.:		
– знаряддя	50300	16000+20000
Норма відрахувань на амортизацію, %:		
– трактора	15	15
– знаряддя	15	15
Норма відрахувань на ремонт і ТО, %:		
– трактора	13	13
– знаряддя	9,0	9,0
Нормативне річне завантаження, год.:		
– знаряддя	350	350

5.2. Розрахунок річного економічного ефекту від впровадження агрегату для смугового обробітку ґрунту

Розрахунок техніко-економічних показників порівнюваних агрегатів проводили на ЕОМ з використанням програми, написаної у Microsoft Office Excel. Основні показники для порівняння техніко-економічної ефективності базових і нових агрегатів наведені в таблиці 5.2.

Річний прибуток від експлуатації нового агрегату з урахуванням кількості і якості продукції Ея у гривнях визначали відповідно до формули (5.17).

Таблиця 5.2 – Результати розрахунків техніко-економічної ефективності

Показники	Витрати праці, люд. · год./га	Експлуатаційні витрати, грн./га	Додаткові капіталовкладення, грн./га	Сукупні витрати, грн./га
Агрегати				
Базовий:	0,3	485,4	-	603,2
новий	0,3	364,1	16000	452,4

Економічні розрахунки, виконані в роботі, підтверджують доцільність удосконалення технологічного процесу обробітку ґрунту за допомогою розробленої техніко-технологічної системи. Розроблені в роботі заходи окупляться за 0,17 року за додаткових капіталовкладень 16000 грн. на виготовлення секцій знаряддя для смугового обробітку ґрунту.

ВИСНОВКИ

Аналіз природно-кліматичних умов півдня України показав постійне підвищення температурних режимів одночасно зі зменшенням опадів. Одним з варіантів збереження вологи є смуговий обробіток ґрунту.

Заходи щодо удосконалення технологічних операцій, виконані в роботі дозволили:

1. Прийняти обґрунтовану, для конкретних виробничих умов, найбільш доцільну систему технологічних операцій, що дозволить забезпечити своєчасне і якісне виконання с.-г. робіт.

2. Розроблена техніко-технологічна система проведення смугового ранньовесняного та передпосівного обробітку просапних культур в умовах півдня України. Це дозволить зберегти вологу навесні та покращить умови при підготовці смуг до посіву.

3. Будо досліджено вплив ширини робочої секції смугового знаряддя на тяговий опір, а також в залежності від схеми вирощування запропоновані розміри секцій. Запропонована конструкція дозволяє змінювати робочу ширину секції в залежності від схеми вирощування польової культури. До того ж можливо змінювати відсоток обробленої площі до необробленої та використовувати те тільки співвідношення 50/50, а, наприклад, 80/20. Тут 80 відсотків займає необроблена частина ділянки й 20 відсотків навпаки – оброблена. Хоча це співвідношення може змінюватися. Проведемо теоретичні дослідження залежності впливу схеми вирощування на ширину полоси, що потребує обробітку. А також дослідимо, як змінюється при цьому тяговий опір знаряддя.

Після проведення досліджень можна зробити висновок, що в залежності від схеми вирощування змінюється ширина обробленої смуги. А також тяговий опір всього знаряддя.

4. Проаналізована система охорони праці і довкілля. Розроблено заходи до її поліпшення.

5. Економічні розрахунки, виконані в роботі, підтверджують доцільність удосконалення технологічного процесу обробітку ґрунту за допомогою розробленої техніко-технологічної системи. Розроблені в проекті заходи окупляться за 0,17 року.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Адаменко Т. Зміна клімату та сільське господарство в Україні: що варто знати фермерам? / Тетяна Адаменко. – Режим доступу: https://mepr.gov.ua/files/docs/Zmina_klimaty/2020_96.pdf
2. Капустіна К. Продуктивна волога в ґрунті: визначення запасів і поради щодо збереження / К. Капустіна // Kurkul.com. – 2020 р. – Режим доступу: <https://kurkul.com/spetsproekty/807-produktivna-volog-a-v-grunti-viznachennya-zapasiv-i-poradi-schodo-zberejennya>
3. Культиватор для полосной обработки STRIP-TILL // електронний ресурс – Режим доступу: <https://www.farmet.cz/ru/strip-till-track-cultivator>
4. Весенние стратегии стрип-тилл // Грінко АГРО – Режим доступу: <http://striptill.com.ua>
5. За 10 років природні зони в Україні зсунуться з півдня на північ на 150-200 кілометрів / УКРІНФОРМ. – електронний ресурс – Режим доступу: <https://www.ukrinform.ua/rubric-culture/3103813-za-10-rokiv-prirodni-zoni-v-ukraini-zsunutsa-z-pivdna-na-pivnic-na-150200-kilometriv-ekologi.html>
6. Павлюк І. Чому ранньовесняне боронування сьогодні повертає свою популярність серед вітчизняних аграріїв / І. Павлюк // Агробізнес сьогодні . – Режим доступу: <http://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiia-apk/item/13875-chomu-rannovesniane-boronuvannia-sohodni-povertaie-svoiu-populiarnist-sered-vitchyznianskykh-ahraryiv.html>
7. Техніка для передпосівного обробітку ґрунту // Цукровий бізнес. – №1 (7), 2019 р. – Режим доступу: <http://www.ukrsugar.com/uk/post/tehnika-dla-pередposivnogo-obrobitku-gruntu>
8. Циліорик О. Передпосівний обробіток ґрунту під пізні культури. Внесення добрив та засобів захисту рослин / О. Циліорик // Агробізнес сьогодні – Режим доступу: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia->

sohodni/item/13077-peredposivnyi-obrobitok-gruntu-pid-pizni-kultury-vnesennia-dobryv-ta-zasobiv-zakhystu-roslyn.html

9. Экологическое земледелие с основами почвоведения и агрохимии: Учебник / Н.С. Матюк, А.И. Беленков, М.А. Мазиров, В.Д. Полин, А.Я. Рассадин, Е.Д. Абрашкина. М.: Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2011. 189 с. – Режим доступа: <https://coollib.com/b/360314/read>

10. Машины и орудия для обработки почвы // БЕЛСТУ. – Режим доступа: <https://www.belstu.by/Portals/0/userfiles/217/lekcii/Lekciya-2-Pochvoobrabativayuschie-mashini.pdf>

11. Патент 88940 UA МПК А01В 19/02 (2006.01), А01В 19/08 Борона Надикти-Аюбова для обробітку ґрунту під пар / Надикто В.Т., Аюбов А.М.; заявник ТДАТУ. – u 2013 11396; заявл. 26.09.2013; опубл. 10.04.2014, Бюл. №7. – Режим доступа: <http://elar.tsatu.edu.ua/handle/123456789/6898>

12. Чорна Т.С. Пошукові дослідження щодо вирощування соняшника за технологією Strip-till / Т. С. Чорна // Проблеми та перспективи сталого розвитку АПК: матер. міжнар. наук.- практ. конф., м. Мелітополь, 04-12 квітня 2017 року. – Мелітополь: ТДАТУ, 2017. – 157 с. – С. 143. – Режим доступа: <http://elar.tsatu.edu.ua/handle/123456789/9314>

13. Что такое strip-till? Плюсы и минусы щадящей обработки почвы // AGGEEK. – Режим доступа: <https://aggeek.net/ru-blog/chto-takoe-strip-till-plyusy-i-minusy-schadyaschej-obrabotki-pochvy>

14. Агротехнические особенности использования Strip-till технологии в растениеводстве (рекомендации производству) / Х.М. Сафин, Р.С. Фахрисламов, Л.С. Шварц, Ф.М. Давлетшин, С.Г. Мударисов, З.С. Рахимов, Д.С. Аюпов, А.Ш. Уметбаев. – Уфа, Мир печати, 2017. – 44 с. – Режим доступа: <https://apkrb.info/sites/default/files/doc/pdf/agrotehnikiesobennostiispolzovaniyastrip-till.pdf>

15. Полосовая (комбинированная) технология обработки почвы «СТРИП-ТИЛЛ» (STRIP-TILL, СТРИПТИЛ) // АГРИСТО. – Режим доступа: http://www.agristo.ru/Catalog/TechMain_Pochv_StripTill.html

16. Чорна Т.С. Обґрунтування доцільності використання технології strip-till у сівозміні / Т. С. Чорна // Проблеми та перспективи сталого розвитку АПК: матер. міжнар. наук.- практ. конф., м.Мелітополь, 7-14 квітня 2015 року. – Мелітополь: ТДАТУ, 2015. – Т.5. Технічні науки (ч.2). – С. 107. – Режим доступу: <http://www.tsatu.edu.ua/nauka/wp-content/uploads/sites/49/tom-4-ch.-2-problemy-ta-perspektyvy-staloho-rozvytku-apk-materialy-mizhнарод.-nauk-prakt.-konf.-tdatu-2015.pdf>

17. Довідник з машиновикористання в землеробстві / За ред. В.І. Пастухова – Харків: Веста, 2001. – 347 с.

18. Експлуатація машин та обладнання / [Бендера І.М. та ін.]; за ред. І.М. Бендери. – Кам'янець–Подільський: ФОП «Сисин Я.І.», 2013. – 576 с.

19. Типові норми продуктивності машин і витрат палива на передпосівному обробітку ґрунту. – К.: НДІ «Укראгропромпродуктивність», 2005. – 672 с.

20. Орманджи, К. С. Контроль качества полевых работ / К. С. Орманджи. – М. : Росагропромиздат, 1991. – 189 с.

21. Методичні положення та норми продуктивності витрати палива на обробіток ґрунту/ В.С. Пивовар, Є.М. Нуждін, М.Ф. Кисляченко та ін. – К.: НДІ "Укראгропромпродуктивність", 2010. – 584 с.

22. Наказ Міністерства соціальної політики України від 29.08.2018 № 1240 «Про затвердження Правил охорони праці у сільськогосподарському виробництві». – електронний ресурс. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1090-18#Text>

23. Безпека технологічних процесів при виробництві та післязбиральній обробці продукції рослинництва. Д.А.Бутко, В.Л.Луценков, Ю.П.Рогач, В.В.Петров./ Навчальний посібник. Сімферополь :Бізнес-Інформ, 2002 - 344 с.

24. НПАОП 01.0-1.02-18. Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві // Мінсоцполітики. – електронний ресурс. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1090-18/print>

25. НПАОП 0.00-4.12-05. Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці // Будстандарт online. – електронний ресурс. – Режим доступу: http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page.html?id_doc=24622

26. НПАОП 01.41-1.01-01. Правила охорони праці під час технічного обслуговування та ремонту машин і обладнання сільськогосподарського виробництва // Мінпраці України. – електронний ресурс – Режим доступу: https://dnaop.com/html/43127/doc_01.41-1.01-01

27. Національний стандарт України. ДСТУ 4397:2005 Сільськогосподарська техніка. Методи економічного оцінювання техніки на етапі випробовування: - К.: Держспоживстандарт України, 2005 – 23 с.

28. Дробот В. І. Економічний довідник аграрника. /В. І. Дробот, Г. І. Зуб, М. П. Кононенко та ін. / За ред. Ю. Я. Лузана, П. Т. Саблука. – К.: "Преса України", 2003. – 800 с.