

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

Механіко-технологічний факультет

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Машиновикористання в землеробстві
доцент _____ Володимир КУВАЧОВ

“ ___ ” _____ 2021 року

Пояснювальна записка

до дипломної роботи
здобувача ступеня вищої освіти Магістр

на тему: ***«ОБґРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ
МІЖРЯДНОГО ОБРОБІТКУ ПОСІВІВ ПРОСАПНИХ КУЛЬТУР З
ВИКОРИСТАННЯМ РОТАЦІЙНОЇ БОРОНИ В УМОВАХ ПП
«АСКОН» ЯКИМІВСЬКОГО РАЙОНУ ЗАПОРІЗЬКОЇ ОБЛАСТІ»***

Виконав: здобувач ВО 21 МБАІ групи, 2 курсу
Спеціальності 208 Агроінженерія
за ОПП Агроінженерія

_____ Владислав ПОДРЕЗОВ

**Мелітополь
2021**

РЕФЕРАТ

Дипломна робота: 89 сторінок машинопису, 5 розділів, 7 таблиць, 20 джерел літератури.

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

Метою дипломної роботи є підвищення ефективності технологічного процесу міжрядного обробітку посівів соняшника в умовах ПП «Аскон» шляхом обґрунтування схеми та параметрів боронувального агрегату на основі культиватора ALTAIR-5,6, кожна секція робочих органів якого містить ротаційні борінки і плоскорізальні сегменти.

Об'єктом досліджень є процес міжрядного обробітку посівів соняшника боронувальним агрегатом на основі культиватора ALTAIR-5,6, кожна секція робочих органів якого містить ротаційні борінки і плоскорізальні сегменти.

Предметом досліджень є закономірності впливу схеми, параметрів боронувального агрегату та умов його використання на техніко-експлуатаційні показники його роботи.

Робоча гіпотеза полягає в тому, що успішна боротьба з бур'янами при міжрядній обробці соняшника із збереженням ґрунтової вологи і здійснення аерації ґрунту можлива шляхом використання ротаційних борінок і плоскорізальних сегментів, спосіб обробки ґрунту якими буде націлений на глибину обробки не більше 6 см і ефективне знищення бур'янів у фазі сходів.

В роботі проаналізовано проблеми міжрядного обробітку посівів просапних культур та перспективи використання борін-мотик.

Обґрунтовано схему та параметри нових робочих органів для міжрядного обробітку посівів просапних культур, а також нову енергоощадну екологічно безпечну технологію міжрядного обробітку посівів соняшника.

Теоретично досліджено процес агрегування трактора з ротаційною бороною.

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

Оцінено економічну ефективність технологічного процесу міжрядного обробітку посівів соняшника інноваційним боронувальним агрегатом.

Ключові слова: ТЕХНОЛОГІЯ, ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ, БОРОНУВАЛЬНИЙ АГРЕГАТ, МОДЕЛЮВАННЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ЕФЕКТИВНІСТЬ.

ЗМІСТ

Вступ	7
1 Актуальність теми та аналіз проблеми міжрядного обробітку посівів просапних культур	9
1.1 Аналіз традиційної технології догляду за посівами просапних культур (на прикладі соняшника)	9
1.2 Перспективи та проблеми використання ротаційної борони-мотики при міжрядному обробітку посівів соняшника	21
2 Обґрунтування енергоощадної екологічно безпечної технології міжрядного обробітку посівів соняшника	32
2.1 Обґрунтування нової технології міжрядного обробітку посівів соняшника	32
2.2 Оптимізація та вибір режиму роботи боронувального МТА	38
2.3 Розроблення організаційної карти на міжрядний обробіток посівів соняшника	43
3 Теоретичне моделювання необхідного рівня енергонасиченості трактора для його агрегування із ротаційною бороною	54
4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	64
4.1 Основні законодавчі та нормативно-правові акти згідно вимог чинного законодавства України	64
4.2 Охорона праці та вимоги безпеки при експлуатації агрегату для міжрядного обробітку посівів соняшника	68
4.3 Моделювання травмоопасних та небезпечних ситуацій під час виконання робіт з догляду за сільськогосподарськими культурами	73
4.4 Безпека в надзвичайних ситуаціях	76
5 Оцінка економічної ефективності технологічного процесу міжрядного обробітку посівів соняшника боронувальним агрегатом	81
Висновки	89
Список літератури	91

ВСТУП

Головне завдання землеробства полягає в тому, щоб забезпечити все зростаючі потреби населення екологічно чистими рослинницькими продуктами харчування, тваринництво – кормами, а переробну промисловість – сільськогосподарською сировиною. Успішне вирішення цієї проблеми можливе при умові розширеного відтворення родючості ґрунтів, високій культурі поля і врожайності сільськогосподарських культур.

В технології вирощування просапних культур, наприклад – соняшника, основне завдання догляду за посівами полягає у створенні оптимальних умов для проростання насіння, одержанні дружних сходів, захисті їх від бур'янів та забезпеченні вологою і поживними речовинами на всіх етапах органогенезу. В традиційній системі вирощування соняшнику проведення міжрядних обробок є обов'язковим заходом.

Проведення міжрядного обробітку ґрунту в посівах соняшника дозволяє: якісно боротися з бур'янами на початкових фазах росту культури; проводити розпушування ґрунту; створити шар мульчі на поверхні ґрунту, якій запобігає утворенню тріщин та щілин і таким чином зменшує непродуктивні втрати вологи; підвищити рівень водопроникності шляхом покращення структури ґрунту; поліпшити аерацію ґрунту, що оптимізує умови для життєдіяльності ґрунтової біоти й активізації мікробіологічних процесів; проведення міжрядної культивуації можна поєднувати з підживленням соняшнику добривами; можливість зменшити кількість обробок посівів гербіцидами.

Попре це проблемою міжрядної культивуації посівів соняшнику є: збільшення кількості технологічних операцій, що підвищує вартість отримання одиниці продукції та додатково навантажує техніку; ґрунт в міжрядді швидше втрачає вологу, особливо на ранніх етапах росту та розвитку соняшнику, до змикання рядків; збільшення кількості проходів ґрунтообробної техніки полем активізує процеси вітрової (видування) та водної (змивання) ерозії ґрунту.

Перспективним в цьому плані є альтернативна заміна культиваторними робочими органами – ротаційними. Робочими органами мотики створюються ідеальний агрофон для початкового розвитку кореневої системи рослин, добре мульчується верхній шар ґрунту, руйнується ґрунтова кірка, тим самим, зберігається волога. Під час роботи борони-мотики пошкоджується до 0,8% культурних рослин. Для порівняння при роботі зубової борони типу БЗСС пошкодження складають 10-15%. При цьому знищуються ниткоподібні коріння бур'янів до ста відсотків на швидкостях до 15 км на годину. Своєчасне застосування борони-мотики дозволяє повністю відмовитися від гербіцидів. При появі монолітної ґрунтової кірки, на ранніх сходах культурних рослин, наприклад, соняшника в стадії 2-3 листків, застосування зубових борін стає неможливим і тоді ефективність використання мотики різко зростає.

Тому **метою** дипломної роботи є підвищення ефективності технологічного процесу міжрядного обробітку посівів соняшника в умовах ПП «Аскон» шляхом обґрунтування схеми та параметрів боронувального агрегату на основі культиватора ALTAIR-5,6, кожна секція робочих органів якого містить ротаційні борінки і плоскорізальні сегменти.

Об'єктом досліджень є процес міжрядного обробітку посівів соняшника боронувальним агрегатом на основі культиватора ALTAIR-5,6, кожна секція робочих органів якого містить ротаційні борінки і плоскорізальні сегменти.

Предметом досліджень є закономірності впливу схеми, параметрів боронувального агрегату та умов його використання на техніко-експлуатаційні показники його роботи.

В якості робочої гіпотези нами було покладено припущення, згідно якого успішна боротьба з бур'янами при міжрядній обробці соняшника із збереженням ґрунтової вологи і здійснення аерації ґрунту можлива шляхом використання ротаційних борінок і плоскорізальних сегментів, спосіб обробки ґрунту якими буде націлений на глибину обробки не більше 6 см і ефективно знищення бур'янів у фазі сходів.

1 АКТУАЛЬНІСТЬ ТЕМИ ТА АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ МІЖРЯДНОГО ОБРОБІТКУ ПОСІВІВ ПРОСАПНИХ КУЛЬТУР

1.1 Аналіз традиційної технології догляду за посівами просапних культур (на прикладі соняшника)

При вирощуванні соняшнику за безгербіцидною технологією при догляді за посівами застосовують комплекс агротехнічних заходів знищення проростків та сходів бур'янів, створення сприятливих умов для росту і розвитку рослин [1, 2].

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

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

В подальшому, з метою знищення вегетуючих бур'янів, поліпшення повітряного режиму і режиму живлення проводять 1-3 міжрядних обробітки культиваторами. Кількість міжрядних обробіток залежить від забур'яненості посівів і стану ґрунту.

На чистих від бур'янів полях проводять одну культивуацію міжрядь на глибину 6-8 або 8-10 см. На засмічених посівах проводять 2-3 міжрядних культивуації. Перший міжрядний обробіток проводять у фазі 3-4 справжніх листків, наступні – через 10-12 днів при появі бур'янів. Міжрядні обробітки закінчують коли висота рослин досягне 60-70 см [4].

Глибина міжрядних обробітків залежить від вологості ґрунту і наявності бур'янів. При достатній кількості опадів на рік у період вегетації рослин, глибину міжрядних обробітків поступово збільшують і останнє розпушування проводять на глибину 10-12 см.

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

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

З шкідників у посівах соняшнику найбільш шкодочинними є дротяники, несправжні дротяники, сірі довгоносики, різні види трав'яних клопів, попелиці та ін. З хвороб – біла та сіра гнилі кошиків і стебел, фомоз, борошниста роса, фомопсис, іржа, септоріоз [4]. Хімічні обробки проти шкідників і хвороб в період вегетації рослин проводять після попереднього обстеження посівів. При наявності їх на рівні або вище порогу шкодочинності посіви обробляють рекомендованими препаратами. У випадку виявлення сірої або білої гнилі а також фомопсису посіви соняшнику обробляють препаратом «Колфуго супер» (2 л/га), який не впливає на бджіл.

Для кращого запилення соняшнику на початку цвітіння в господарстві практикують бджолярство. Зокрема вивозять пасічників в поле з розрахунку 1-3

бджолосім'ї на гектар. Запилення бджолами знищує пустозерність і збільшує врожайність соняшнику на 1,5-2,5 ц/га.

Міжрядну обробку посівів соняшнику проводять на глибину 6... 8 см з одночасним знищенням бур'янів в захисній зоні. При проведенні міжрядних обробок в пізніші фази розвитку бур'яни знищуються в захисних зонах рядків шляхом присипання їх шаром ґрунту. Відхилення фактичної глибини розпушення ґрунту в міжряддях від заданої не повинне перевищувати ± 1 см. Ширина захисної зони при обробці соняшнику в ранні фази розвитку не повинна бути більше 7 см з допустимим відхиленням ± 2 см. При другій обробці міжрядь робочі органи культиватора повинні забезпечувати зминання бур'янів в захисних зонах рядків з подальшим присипанням ґрунтом. Поверхня ґрунту в міжряддях після обробки повинна бути рівною, без крупних грудок ґрунту; глибина борозен допускається до 3 см. Робочі органи культиватора не повинні виносити вологі шари ґрунту на поверхню поля, але повинні забезпечувати повне підрізання бур'янів у міжряддях і не менше 90 % - в захисних зонах. Робочі органи культиватора не повинні пошкоджувати рослин соняшнику. Допускається присипання культурних рослин в ранні фази розвитку не більш 1 %. При роботі просапного агрегату огріхи і пропуски не допускаються.

Культиватори призначені для розпушування ґрунту, боротьби з бур'янами, підгортання культурних рослин та внесення у ґрунт мінеральних добрив.

Культиватори класифікують [1-3]:

- за призначенням: для суцільного обробітку ґрунту (парові, плоскорізні, штангові, садові, лісові); для обробітку міжрядь просапних культур (культиватори-рослинопідживлювачі, підгортачі, універсальні, борознорізи, проріджувачі), спеціальні;
- за видом агрегування: тракторні, кінні;
- за способом під'єднання: причіпні, напівнавісні, навісні;
- за типом робочих органів: лапові (універсальні, плоскорізні), розрихлювачі (долотоподібні, пружинні, ножовидні), ротаційні

(штангові, дискові, голкові), фрезерні (з Г-подібними робочими органами, шаблевидні, зубові).

На культиваторах для розпушування ґрунту, боротьби з бур'янами, підгортання культурних рослин та внесення у ґрунт мінеральних добрив застосовують такі робочі органи (рис. 1.1), як лапи, підгортачі, голчасті диски, підживлювальні ножі, штанги та полільні зуби.

Лапи залежно від призначення і виконуваного процесу поділяють на полільні і розпушувальні. Полільні бувають однобічні плоскорізальні (бритви), стрілчасті плоскорізальні без хвостовика і з хвостовиком, долотоподібні (розпушувальні), оборотні (наральникові) та списоподібні.

Однобічні плоскорізальні лапи (рис. 1.1 а) призначені для перших міжрядних обробітків з метою підрізування бур'янів і розпушування ґрунту на глибину до 6см. Лапи бувають ліві і праві з шириною захвату від 85 до 182мм.

Стрілчасті плоскорізальні лапи без хвостовика (рис. 1.1б) без хвостовика і стрілчасті плоскорізальні з хвостовиком призначені для обробітку ґрунту на глибину до 6см. вони підрізають бур'яни і частково розпушують ґрунт, ширина захвату від 1,45 до 3,3м.

Стрілчасті лапи-плоскорізи (рис. 1.1в) призначені для обробітку ґрунтів, які піддаються ерозії, максимальна глибина обробітку до 16см, ширина захвату 1,15-2,5м.

Стрілчасті універсальні лапи з хвостовиком (рис. 1.1г) і стрілчасті універсальні лапи без хвостовика поєднують роботу полільних і розпушувальних лап. Одночасно із підрізанням бур'янів добре розпушують ґрунт. Такі лапи застосовують для передпосівного обробітку ґрунту і міжрядного обробітку просапних культур на глибину до 12см. Ширина захвату лап від 220 до 330мм.

Розпушувальні долотоподібні лапи (рис. 1.1д) призначені для розпушування ґрунту на глибину до 16см без вивертання його на поверхню нижнього шару. Таі лапи застосовують для міжрядного обробітку посівів цукрових буряків та інших культур.

Розпушувальними оборотними лапами (рис. 1.1е) розпушують ґрунт. Ці лапи заточені з обох боків, при спрацюванні одного кінця лапу можна повернути на 180° . Оборотні лапи кріплять як до жорстких так і до пружинних стояків, перші застосовують для передпосівного або міжрядного обробітку окремих культур, другі - для вичісування кореневищ багаторічних бур'янів при суцільному обробітку. Ширина лап - 45-55мм, глибина обробітку до 12см.

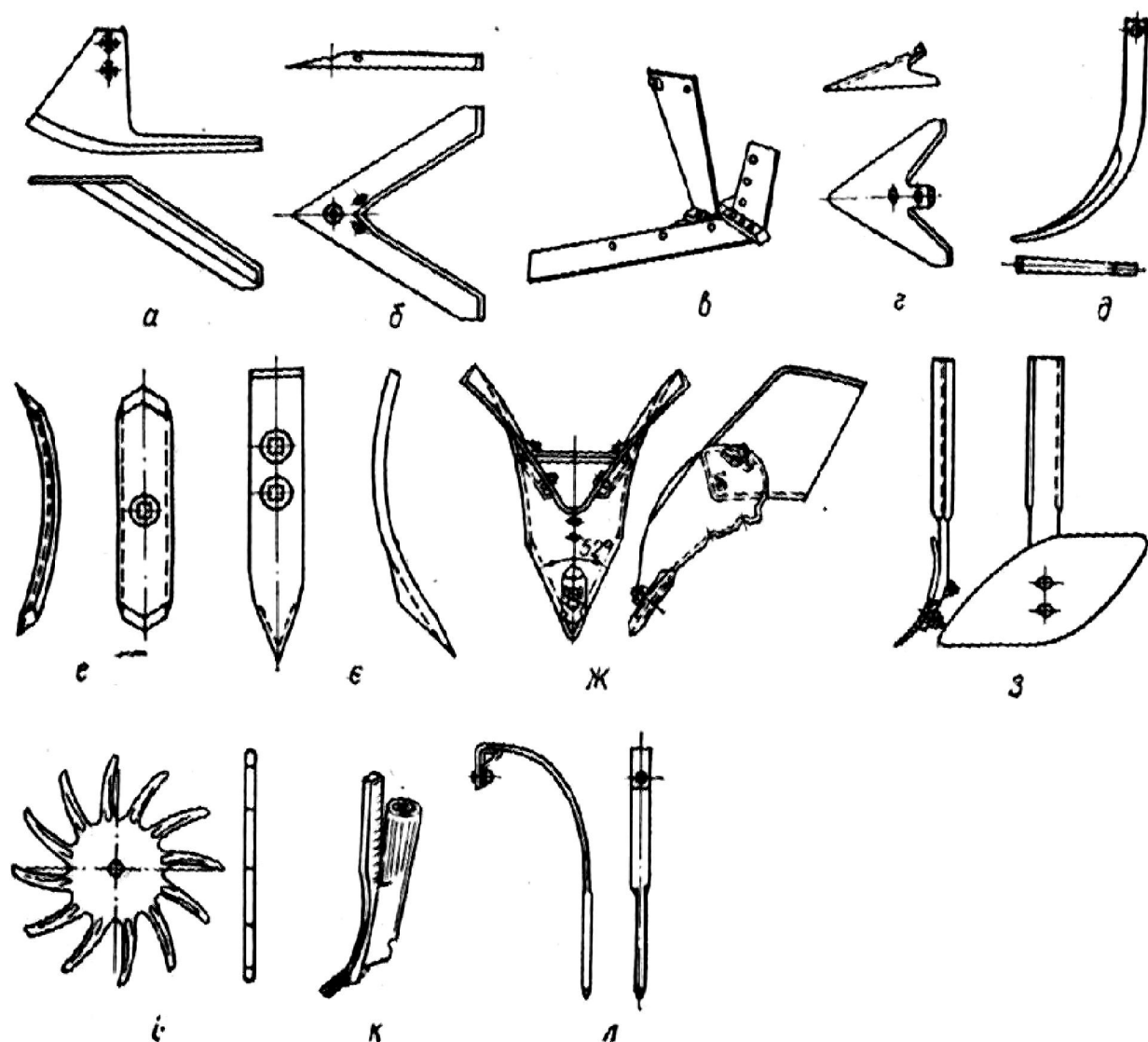
Списоподібні лапи (рис. 1.1є) призначені для розпушування ґрунту та знищення кореневищ багаторічних бур'янів. Глибина обробітку до 16см.

Підгортачі (рис. 1.1ж) використовують для підгортання картоплі, капусти та інших культурних рослин і нарізування поливних борозен. Підгортач має полицю, до якої знизу прикріплено наральник, що розрізає ґрунт, а у верхній частині – крила, які піднімають угору ґрунт, розпушений полицею, і зміщують в обидва боки. Підгортачі застосовують для формування гребенів висотою до 25см.

Лапи-полиці (рис. 1.1з) призначені для підгортання картоплі та інших культур. Полиці підрізають бур'ян, розпушують ґрунт у міжряддях і частину ґрунту відкидають на захисну зону до куща картоплі, присипаючи бур'ян, який там є.

Голчасті диски (рис. 1.1і) призначені для руйнування кірки і знищення бур'янів у рядках рослин. Диски мають діаметр 350, 450 і 520мм. При перекочуванні полем голки заглиблюються у ґрунт до 9 см і руйнують кірку та виривають сходи бур'янів.

Підживлювальні ножі (рис. 1.1 к) призначені для розпушування ґрунту і одночасного внесення сухих мінеральних добрив. Підживлювальний ніж складається з розпушувальної долотоподібної лапи і тукопроводу, прикріпленого ззаду до лапи.



а – однобічна плоскорізальна лапа, б – стрілочаста плоскорізальна лапа без хвостовика, в – плоскоріз, г – стрілочаста універсальна лапа з хвостовиком, д – розпушувальна долотоподібна лапа, е – розпушувальна оборотна лапа, є – списоподібна лапа, ж – підгортач, з – лапа-полиця, і – голчастий диск, к – підживлювальний ніж, л – полільний зуб

Рисунок 1.1 - Робочі органи культиваторів [10]

Полільні зуби (рис. 1.1 л) призначені для одночасного обробітку захисних зон і міжрядь. Виготовлені зуби у вигляді стержнів круглого перерізу довжиною 275мм із загостреними кінцями. Своєчасний обробіток захисних зон полільними лапами дає можливість знищувати до 72% однорічних бур'янів.

Штанговий робочий орган культиватора – це стальна квадратного перерізу штанга, яка заглиблюється у ґрунт на задану глибину і під час роботи обертається, розриваючи корені бур'янів, виносячи їх на поверхню та одночасно розпушуючи верхній шар ґрунту без перевертання його. Штанга обертається у напрямку, зворотному обертанню коліс культиватора. Такий робочий орган обробляє ґрунт на глибину 4-10 см.

Полільний ротор використовують для рихлення ґрунту і знищення бур'янів у міжряддях з мінімальними захисними зонами. Так як диск ротора нахилений до поверхні поля, то розрихлювачі поблизу рядка рослин заглиблюються у ґрунт, а з протилежної сторони рядка навпаки. Зуби рихлять ґрунт, вичісуючи бур'яни засипаючи їх землею.

Полільний диск використовують для обробітку захисних зон при великій листовій поверхні рослин. Під час роботи диск і лезо лапи заглиблюються у ґрунт, ножі зачіплюються за ґрунт, диск обертається, підрізуючи кореневу систему бур'янів і рихлить ґрунт у захисній зоні рядків.

Розрізняють дві системи кріплення робочих органів культиваторів – жорстку і шарнірну. При жорсткій роботі органи нерухомо кріпляться безпосередньо до рами культиватора або до додаткових перемичок і не можуть вільно переміщатись відносно рами, а також копіювати поверхню поля, тому змінюють своє положення лише разом із рамою.

При шарнірній системі робочі органи з рамою з'єднані рухомо і кожний окремий робочий орган (або їх група) переміщається у вертикальній площині відносно рами. Таке вільне переміщення дає можливість робочим органам копіювати рельєф поля та забезпечувати більш рівномірну глибину обробітку [11, 12].

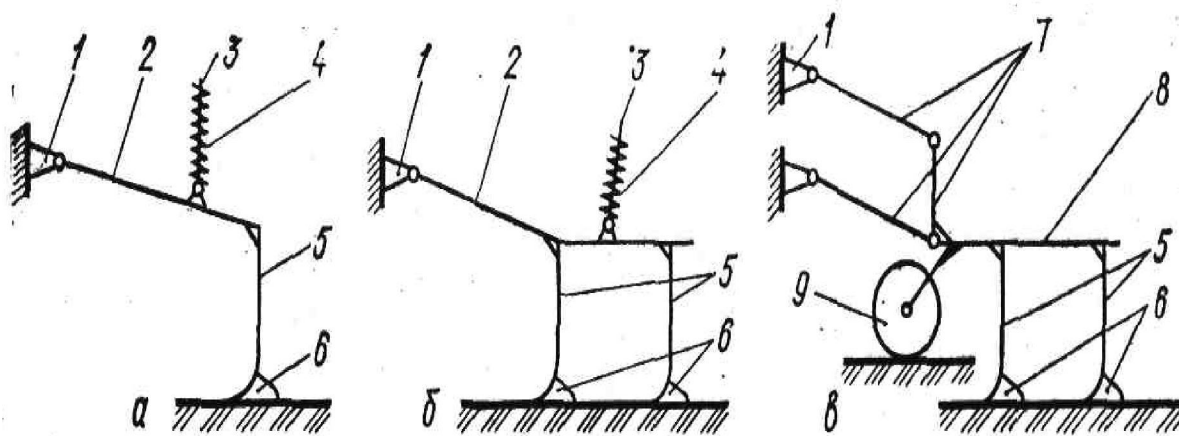
Розрізняють одношарнірну (радіальну) індивідуально-повідцеву та секційну і багатшарнірну (паралелограмну) системи кріплення робочих органів з рамою.

Радіальна індивідуально-повідцева система кріплення (рис. 3.2а) – це система, при якій до повідця, шарнірно приєднаного до рами культиватора, кріпиться один робочий орган.

Радіальна секційна система кріплення (рис. 1.2 б) передбачає кріплення до шарнірно закріпленого повідця кількох робочих органів.

Паралелограмна система кріплення (рис. 1.2 в) – це система, при якій гряділь (секція) з робочими органами і опорним колесом кріпиться до бруса рами паралелограмним механізмом. Ця система забезпечує найкращу рівномірність глибини обробітку. До її недоліку можна віднести те, що вона складніша від одношарнірної [13].

Культиватор-рослинопідживлювач начіпний КРН-4,2 (рис. 1.3) призначений для передпосівного обробітку ґрунту, догляду за посівами кукурудзи, соняшника та інших просапних культур, посіяних з міжряддями 60 або 70см.

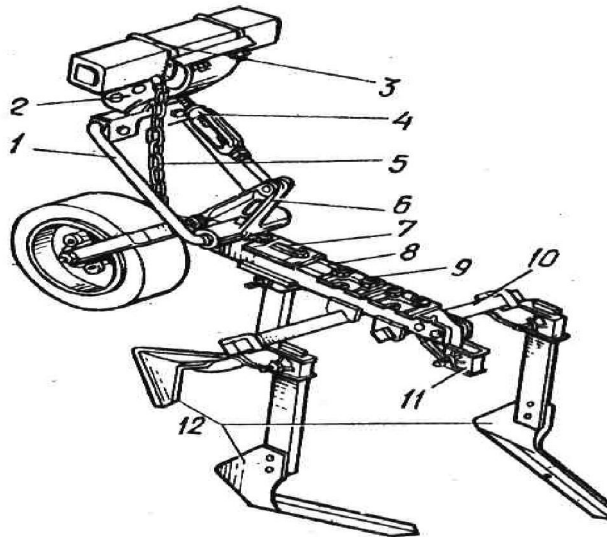


а – радіальна індивідуально-повідцева; б – радіальна багатосекційна;
 в – паралелограмна; 1 – поперечний брус рами, 2 – повідець, 3 – штанга,
 4 – пружина, 5 – стояки, 6 – лапи, 7 – паралелограмний механізм, 8 – гряділь,
 9 – опорне колесо

Рисунок 1.2 – Системи кріплення робочих органів культиватора [13]

До комплекту культиватора КРН-4,2 належать такі робочі органи, як плоскорізальні однобічні лапи з шириною захвату 165мм – 14шт. (7 лівих і 7 правих), стрілочасті плоскорізальні лапи з шириною захвату 270мм – 7шт., розпушувальні зуби – 19 шт., підживлювальні ножі – 12 шт. Культиватор можна

комплектувати обертовими голчастими дисками для обробітку рядків і захисних зон.



1 – нижня ланка паралелограмного механізму; 2 – передній кронштейн; 3 – скоба; 4 – натяжна гайка; 5 – транспортний ланцюг; 6 – задній кронштейн; 7 – накладка з тримачем; 8 – гряділь; 9 – накладка з призмою; 10 – стержень з боковим тримачем; 11 – задній тримач; 12 – робочі органи

Рисунок 1.3 – Секція робочих органів культиватора КРН-4,2 [13]

Культиватор - рослинопідживлювач КРН-4,2А комплектують додатково борознорізом, а КРН-4,2Б – підгортачами. Якщо культиватор КРН-4,2 використовують для суцільного передпосівного обробітку, його обладнують пристроєм КРН-60. Агрегатують з тракторами класу 0,9 і 1,4.

Культиватор-рослинопідживлювач начіпний КРН-4.2Г призначений для догляду за посівами просапних культур, посіяних шестирядними сівалками з міжряддями 70см, за картоплею, посадженою шестирядними саджалками з міжряддями відповідно 90 та 60см. Культиватор комплектують долотоподібними, стрілочастими, плоскорізальними однобічними лапами, підживлювальними ножами, корпусами-підгортальниками і двома секціями сітчастої борони КГН-410. Агрегатують з універсально-просапними тракторами тягового класу 1,4 [1-13].

Культиватор-рослинопідживлювач овочевий КОР-4,2 призначений для знищення бур'янів, розпушування ґрунту, підгортання і внесення мінеральних добрив при вирощуванні овочевих культур на рівній поверхні, гребенях та грядках з міжряддями 45; 60; 70; 50+90; 60+120; 8+62 і 32+32+76см. За бажанням замовників укомплектовують полільними лапами, наплавленими або не наплавленими твердим сплавом. Рослинопідживлювач КОР-4,2 використовують для роботи на рівній поверхні і гребенях, а КОР-4,2-0,1 - на грядках. Агрегатують з універсально-просапними тракторами тягового класу 1,4.

Цей культиватор є модифікацією культиватора КРН-4,2. У нього рама піднята вище над поверхнею поля, що зумовило обладнання його понижувачами для секцій робочих органів і опорно-приводних коліс. Для внесення мінеральних добрив культиватор обладнують туковисівними апаратами АТД-2 [1-13].

Культиватор-рослинопідживлювач універсальний начіпний КРН-5,6 призначений для міжрядного обробітку і підживлення посівів кукурудзи, соняшника та інших просапних культур, посіяних восьмирядними сівалками з міжряддями 70 см.

За будовою КРН-5,6 подібний до культиватора КРН-4,2 і має багато уніфікованих складальних одиниць. Особливістю є те, що з обох боків до поперечного бруса приєднані подовжувачі, на яких встановлено по одній секції робочих органів і одному туковисівному апарату. Якщо культиватор використовують на шестирядних посівах, то подовжувачі бруса знімають. Комплектують культиватор 9 правими і лівими однобічними полільними лапами з шириною захвату 165 мм, 9 і 16 стрілчастими полільними лапами з шириною захвату відповідно 270 та 220мм, 25 розпушувальними лапами і 16 підживлювальними ножами. Агрегатують з універсально-просапними тракторами тягового класу 1,4.

Культиватор-рослинопідживлювач начіпний широкозахватний для високостебельних культур КРН-8,4 призначений для міжрядного обробітку високостеблових культур (кукурудза, сорго, соняшник та ін.), висіяних із

шириною міжрядь 60,70 і 90см. при ширині міжрядь 60 і 70см культиватор обробляє 12-рядні посіви, а при міжряддях 90см – 8-рядні.

Рама складається із зварної конструкції шириною 5,6м та двох боковин, які кріпляться до неї болтами і збільшують ширину захвату до 8,4м.

Секції робочих органів нагадують секції робочих органів культиватора КРН-4,2. Кожна секція складається з шарнірного чотириланкового механізму, гряділя, копіювального колеса, механізму регулювання глибини ходу робочих органів і механізму фіксації секції.

Культиватор комплектують однобічними плоскорізальними, стрілчастими і долотоподібними лапами, лапами-поличками (лівими та правими) і щитками для захисту рослин від засипання ґрунтом [13].

Культиватор висококліренсний просапний начіпний КВП-6,3 призначений для міжрядного обробітку і підживлення кукурудзи, соняшника та інших просапних культур висотою до 2м, посіяних стрічковим способом. Якщо висота рослин до 2 м, культиватором підрізують бур'яни і розпушують ґрунт на глибину 6-12 см. Коли висота рослин менша 70 см, додатково розпушують міжряддя на глибину до 16см і вносять мінеральні добрива на глибину до 15см.

На ці культиватори можуть бути встановлені ротаційні голчасті диски і рядкові прополювальні начіпні борінки КРН-38 з плоскими пружинними зубами (для обробітку рядків та захисних зон посівів кукурудзи), захисні пристрої (для запобігання присипанню рослин кукурудзи при обробітку на підвищених швидкостях), а також лапи-полиці (для присипання бур'янів шаром ґрунту у захисних зонах). Агрегатують культиватор з універсально-просапними тракторами тягового класу 1,4 [13].

Культиватор-рослинопідживлювач начіпний УСМК-5,4А призначений для передпосівної підготовки ґрунту, досходового суцільного розпушування і руйнування ґрунтової кірки, міжрядного обробітку з одночасним підживленням мінеральними добривами цукрових буряків, а також інших просапних культур, посіяних дванадцятирядними буряковими сівалками з міжряддями 45 або 60см.

Основними складальними одиницями культиватора є зварна рама із замком автозчіпки СА-1, два опорно-приводні колеса з пневматичними шинами, дванадцять секцій робочих органів, шість туковисівних апаратів АТД-2 з механізмом привода.

Основними робочими органами культиватора є полільні і долотоподібні лапи, підживлювальні ножі, ротаційні батареї та легкі начіпні борінки. Агрегатують з універсально-просапними тракторами тягового класу 1,4 [1-13].

Культиватор-підгортальник начіпний КОН-2,8ПМ (рис. 2.4) призначений для міжрядного обробітку, підживлення і підгортання картоплі та інших культур посаджених (посіяних) чотирирядними саджалками (сівалками) з міжряддями 60 і 70 см. Агрегатують з універсально-просапними тракторами тягового класу 1,4.

Культиватор складається з рами-бруса, двох опорно-приводних коліс з пневматичними шинами, п'яти секцій робочих органів, чотирьох тарілчастих туковисівних апаратів, ланцюгової передачі і начіпного пристрою з двома секціями сітчастих борін.

Кожна секція робочих органів має паралелограмний механізм, як і у культиваторі КРН-4,2, що складається з переднього і заднього кронштейнів, верхньої і нижньої ланок. Передній кронштейн кріпиться до рами-бруса, а до заднього прикріплюють гряділь з тримачами робочих органів і копювальне колесо з пневматичною шиною атмосферного тиску. Конструкцією заднього тримача передбачена можливість зміни кута входження лапи у ґрунт. Кут входження у ґрунт всіх робочих органів секції регулюють зміною довжини верхньої ланки секції.

Культиватор КОН-2,8ПМ комплектують п'ятьма підгортальними корпусами, тринадцятьма долотоподібними лапами, п'ятьма стрілчастими лапами, вісьмома одnobічними плоскорізальними, вісьмома підживлювальними ножами, та двома секціями сітчастої борони [11-13].

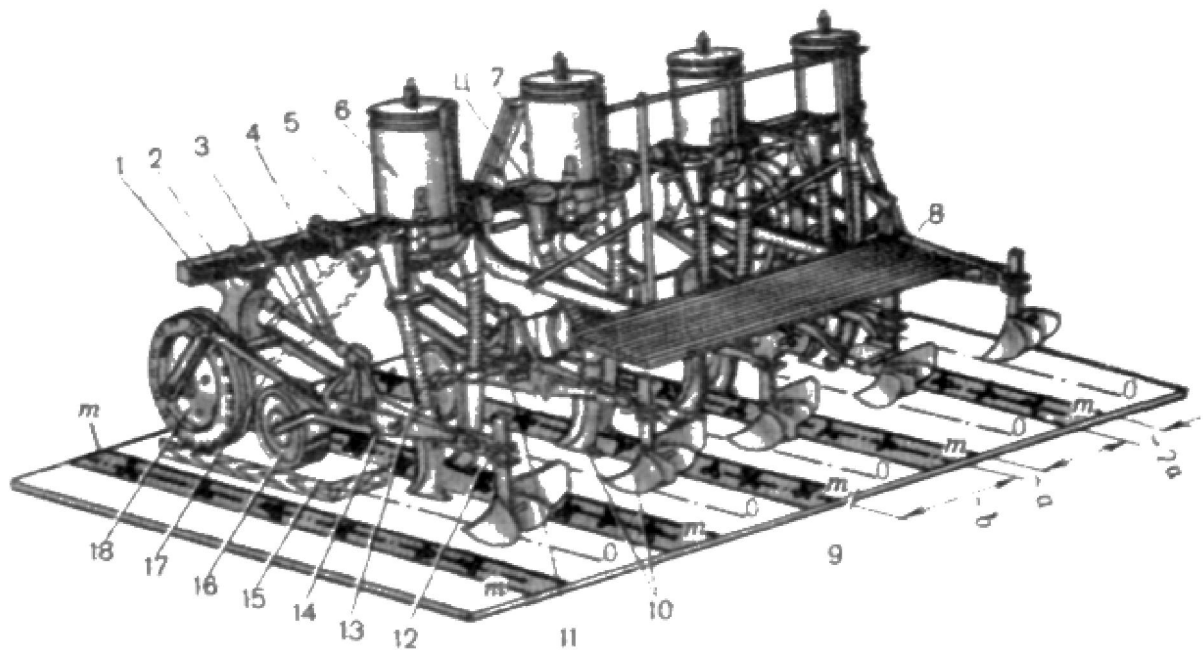


Рисунок 1.4 – Культиватор-підгортальник начіпний КОН-2,8ПМ [13]

1.2 Перспективи та проблеми використання ротаційної борони-мотики при міжрядному обробітку посівів соняшника

Навесні на першому етапі сходів і росту соняшника всі капіляри й некапілярні проміжки в ґрунті заповнені водою (рис. 1.5). Щоб зберегти її, потрібно верхній шар ґрунту подрібнити до дрібногрудкуватого стану, порушити капіляри й таким чином запобігти випаровуванню вологи. Її запаси стануть потужним чинником, який сприятиме розвитку кореневої системи культури, а отже, створить основу якісного формування врожаю. Для реалізації цих заходів останнім часом широкого рекламується виконання цієї операції боронування ґрунту із застосуванням ротаційної борони-мотики (рис. 1.6).

Ротаційні борони – це сільськогосподарські машини, що призначені для до- та післясходового боронування посівів польових культур (в т.ч. і просапних та технічних) для поверхневого розпушування та аерації ґрунту, знищення ниткоподібних сходів бур'янів [5].



Рисунок 1.5 – Ґрунтова кірка на посівах просапних культур

Ротаційні борони відносять до безпривідних ґрунтообробних машин, які мають різноманітні конструкційні рішення робочих органів: дискові ротори з пелюстковими, голчастими, зубовими або ножовими елементами. Завданням цієї групи робочих органів є розпушування поверхневого шару ґрунту, кришіння брил і грудок, часткове вирівнювання мікрорельєфу, перемішування ґрунтових шарів між собою, ґрунту з добривами та боронування ґрунту.



Рисунок 1.6 – Борона-мотика БР-6, виробництва ТОВ «Оріхівсільмаш» на експлуатаційно-технологічних випробуваннях науковцями кафедри МВЗ

Найпоширенішими робочими органами ротаційної борони-мотики є голчасті колеса, які, залежно від виробника, мають різну форму та діаметр. Робочі органи, виконані у вигляді голчастих дисків, знаходять дуже широке використання як в одноопераційних, так і в комбінованих агрегатах. Філософія застосування ротаційних борін полягає в тому, що за потреби мінімальної дії на ґрунт, наприклад, для руйнування кірки на поверхні ґрунту зі збереженням рослин або стерні, диски встановлюють таким чином, щоб вони працювали тильною стороною, тобто під час занурення голок у ґрунт були спрямовані випуклою стороною в протилежний бік щодо руху борони.

Під час переміщення машини оброблюваним полем голчасті колеса ротаційної борони починають обертатися, заглиблюючись у ґрунт на 3–5 см, у результаті чого руйнується ґрунтова кірка і відбувається насичення ґрунту повітрям. Під час такої дії голчастого диска азот, що міститься в повітрі, проникає в родючий шар ґрунту. Застосування ротаційної борони дає можливість зменшити кількість унесення азотних добрив, а в деяких випадках навіть зовсім відмовитись від їхнього використання. Ротаційна борона добре мульчує верхній шар ґрунту, руйнує ґрунтову кірку (рис. 1.7), таким чином створюючи ідеальні умови для початкового розвитку кореневої системи рослин і забезпечуючи потужний старт їхнього росту.

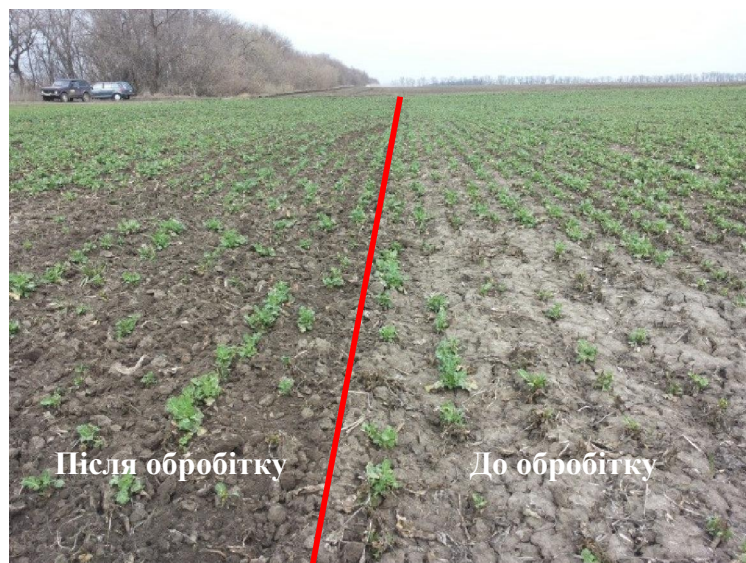


Рисунок 1.7 – Агрофон до обробітку посівів просапної культури і після обробітку ротаційною бороною

По суті, ротаційна борона виконує ті самі функції, що й зубова, але перевагою використання першої, порівняно з другою, є екофільний вплив дії робочих органів на ґрунтову кірку, що забезпечує можливість використання її на ранніх сходах культурних рослин, у фазі двох-трьох листків. Це означає, що під час роботи ротаційних борін пошкоджується значно менше культурних рослин, порівняно з використанням зубових борін, і водночас досягається поставлене завдання – руйнування капілярів, тобто закриття вологи. Крім того, своєчасне застосування борони дає змогу повністю відмовитися від унесення гербіцидів, оскільки за проходження цих сільськогосподарських машин на великих швидкостях знищуються бур'яни у фазі білої ниточки.

Приємно відмітити, що левову частку машин цього виду постачають на український ринок вітчизняні компанії, хоча, звісно, є також і техніка закордонного виробництва. Зокрема, борона зубова міжрядна БЗМ-5,6, «Хмільниксільсмаш» призначена для обробітку просапних культур буряків, соняшнику, кукурудзи із шириною міжрядь 45; 60; 70 см та для суцільного обробітку ґрунту з метою: подрібнення ґрунту перед висівом; вирівнювання поверхні поля; руйнування ґрунтової кірки; проріджування озимих посівів обробітком уперек рядків. Борона складається з таких основних частин: рами із секціями, опорних коліс, зчіпки, гідросистеми, опорних кронштейнів, повідків, робочих органів. Рама із секціями – металева зварна конструкція, призначена для монтажу основних збірних одиниць борони. Опорні колеса слугують для встановлення заданої глибини обробітку та підтримування рами в робочому положенні. Опорне колесо складається з корпусу з валом, ребер, обода та кріпиться у вилці зі стійкою. Зчіпка призначена для приєднання борони до навіски трактора. Гідросистема призначена для переведення борони з транспортного положення в робоче й навпаки. Вона складається з розривних муфт, рукавів високого тиску, трубопроводів та гідроциліндрів. Опорні кронштейни слугують для утримування секцій рами в транспортному положенні. Повідки виготовлені з труби 60x30x4 та призначені для кріплення робочих органів. До рами вони кріпляться за допомогою скоб та кронштейнів, що дає змогу легко пересувати

їх та встановлювати потрібну ширину міжрядь. На другому кінці повідка приварений корпус із валом, на якому закріплені робочі органи.

Робочі органи борони ротаційної БРП-9,7 (рис. 1.8) виробництва компанії «Технополь» – це диски, виготовлені з металевого листа завтовшки 5 мм та зуби у формі скоби. Диски кріпляться на валу повідка. Для кріплення зубів (за допомогою болтів) на диску є пази й отвори.



Рисунок 1.8 – Борона ротаційна БРП-9,7 («Технополь»)

Ротаційні борони Antoks (рис. 1.9), ТОВ «Агромаш-Калина» (м. Калинівка Вінницької області) мають різну ширину захвату – 6, 9 та 14 м, агрегуються з тракторами потужністю 80 і 110 к. с. Борона цієї марки сконструйована за схемою підпружиненого хитного важеля. Гнучкість важеля забезпечує пружина, яка чинить тиск на ґрунт за допомогою двох зубчастих коліс. У конструкції борони передбачено регулювання відстані між рядами. Кількість робочих органів ротаційної борони Antoks-9 становить 45 шт. Робоча швидкість — до 15 км/год, продуктивність роботи сягає 15 га/год. Особливістю конструкції 14-метрової борони Antoks є те, що вона складається з центральної секції робочих органів та двох бічних 6-метрових секцій, оснащених системою навіски, які за потреби можна використовувати самостійно.

ПП «Степаненко і К^о» (м. Біла Церква) виробляє цілу лінійку навісних та напівпричіпних ротаційних борін «СТЕП РШ-4,2», «СТЕП РШ-5,6», «СТЕП РШ 7,0», «СТЕП РШ-9,3». В боронах «СТЕП РШ-5,6» і вище застосована пружна стійка, на якій закріплені два робочі голчасті диски на необслуговуваних

підшипникових вузлах. Диски комплектуються прямими або лопатевими голками від 10 до 13 шт. Ротаційна борона «СТЕП РШ-9,3» має ширину захвату 9,3 м, агрегується з тракторами потужністю від 100 к. с. та працює за робочої швидкості 15 км/год.



Рисунок 1.9 – Борона ротаційна Antoks (ТОВ «Агромаш-Калина»)

ТОВ «Аверс-Агро» (м. Дніпро), регіональний дилер компанії Bellota пропонує ротаційні борони Green Star (рис. 1.10), які призначені для весняного та осіннього розпушування ґрунту на глибину 4-11 см. Борона складається з рами та підпружинених стійок, на кожній із яких кріпляться на необслуговуваних підшипникових вузлах два голчасті дискові робочі органи. Своєю чергою, кожна голка, загострений кінець якої має криволінійну форму, кріпиться до маточини й кільця жорсткості болтовим з'єднанням, що забезпечує легку їхню заміну. Поворотом борони на 180° у горизонтальній площині можна забезпечити різну активність її дії на ґрунт та рослини.

Конструктивні особливості борони Green Star від компанії «Аверс-Агро» наступні:

- рама виготовлена із суцільнотягнутої безшовної труби 140x140x8 (сталь марки 09Г2С);
- стійка ротаційних коліс виконана з труби 50x50x5 (сталь марки 20);
- у вузлах кочення застосовані втулки зі спеціального композитного матеріалу, що не потребують обслуговування (матеріал запатентований — авторська розробка компанії «Аверс-Агро»);

- на кожну зірочку встановлені два закриті підшипники від компанії SKF, що не потребують обслуговування, і додатково - два пильники;

- зуб борони має правильну форму й виготовлений із якісної сталі 30ХГСА;

- кожен зуб можна замінити в польових умовах (вони кріпляться індивідуально високоміцними болтами з гайками, що самостійно фіксуються);

- притискання секції до поверхні ґрунту відбувається за допомогою пружини, виготовленої з дроту діаметром від 6 до 12 мм, що забезпечує індивідуальне регулювання притискного зусилля залежно від польових умов.

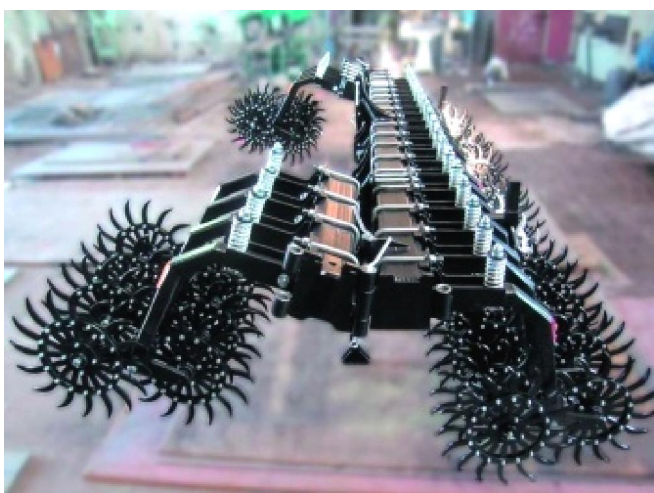


Рисунок 1.10 – Борона ротаційна Green Star (ТОВ «Аверс-Агро» «Агромаш-Калина»)

Додатково ротаційні борони Green Star можуть бути оснащені турбоножами, що дає змогу використовувати їх як подрібнювач за роботи з великою кількістю пожнивних решток (соняшнику та кукурудзи) в осінній період. Застосування пружинок для амортизації робочих органів дає змогу працювати бороною на посівах просапних культур і знищувати до 99% бур'янів у фазі ниточки. Також на цій бороні можливе встановлення ємності для сипких і рідких добрив.

Австрійська фірма Einboeck пропонує українським сільгоспвиробникам ротаційні культиватори Rotarystar 300 та Rotarystar 600 (рис. 1.11), які агрегуються із тракторами потужністю 70 і 120 к. с. відповідно. Руйнування монолітної ґрунтової кірки після дощу забезпечують робочі органи — зірочки діаметром 52 см із 16-ма змінними пальцями. На центральній рамі передбачений захист від каміння. Виробник декларує робочу швидкість борони до 25 км/год, що може забезпечити високопродуктивний обробіток ґрунту, однак, на нашу

думку, такий параметр має бути ретельно досліджений. Додатковою функцією Rotarystar є встановлення на бороні висівного апарата, що дає змогу водночас із виконанням розпушування ґрунту проводити висівання різних видів культур та їхнє загортання.



Рисунок 1.11 – Ротаційний культиватор Rotarystar (Австрійська фірма Einboöck)

Фірма Yetter (США) виробляє ротаційні борони Yetter 3400 та Yetter 3500 (рис. 1.12) із шириною захвату 3, 7 та 8 м для агрегування з тракторами потужністю 130 та 150 к. с. відповідно. Ротаційні борони обладнані голчастими колесами, які встановлені на пружній стійці. Робоча швидкість борони становить 8–13 м/год.



Рисунок 1.12 – Ротаційна борона Yetter (Фірма Yetter (США))

Вищенаведене свідчить про те, що ротаційні борони є багатофункціональними знаряддями, які ефективно застосовують для закриття вологи, руйнування кірки, знищення бур'янів. Особливість їхніх конструкцій та режимів роботи за-

безпечують щадну дію на поверхневий шар ґрунту в точці контакту з ним голки робочого органу та водночас якісне виконання технологічного процесу з мінімальним негативним впливом на культурні рослини. Такі знаряддя є потужною альтернативою використанню хімічних методів боротьби з бур'янами, до того вони чинять комплексну дію на ґрунт. Вказані знаряддя мають типові розміри лінійки, що дає змогу дібрати їх для господарства відповідно до наявного енергозасобу. До того ж висока швидкість агрегування цих борін мінімізує їхній кількісний склад.

Але, на відміну переваг ротаційних борін є певні недоліки.

1. На відміну від просапного культиватора придбання нової борони-мотиги – це додаткові вкладення від 100 до 285 тис грн і більше, що збільшує собівартість вирощування соняшника.

2. Проведені випробування борони мотики на обробітку парів показали, що ефективність знищення бур'янів, які вже достатньо укорінилися в ґрунті є низької (рис. 1.13). Певна їх частина утримується на полі. Також малоефективною буде знищення багаторічних бур'янів, таких наприклад, як осот. Взагалі ці борони не призначені для їх механічного знищення.



Рисунок 1.13 – Агрофон поля під паром після проходу ротаційної борони БР-6

3. Більшість серійно виробляємих ротаційних борін мають нульовий кут атаки. Незважаючи на те, що відома борона «БІГ» має можливість змінювати цей кут в межах до 20 град. Тому з причин неможливості змінювати кут атаки борони також це сприяє погіршенню процесу знищення бур'янів.

4. Відстань між дисками ротаційної борони як правило складає 120 мм. Цієї відстані достатньо для того, щоб залишити поза робочими органами бур'ян в стані нитки і, залишивши його на полі, надати йому можливість для подальшого укорінення.

В якості робочої гіпотези нами було покладено припущення, згідно якого успішна боротьба з бур'янами при міжрядної обробці соняшника із збереженням ґрунтової вологи і здійснення аерації ґрунту можлива шляхом використання ротаційних, спосіб обробки ґрунту якими буде націлений на глибину обробки не більше 6 см і ефективне знищення бур'янів у фазі сходів.

Також в завдання досліджень входило обґрунтування конструктивно-технологічної схеми ротаційної і пружинної борони, створення яких розв'язало би проблеми догляду за посівами просапних культур, що передбачає проведення досліджень та здійснення інновацій і характеризується невизначеністю умов і вимог.

Висновки.

Проблема традиційного догляду за посівами просапних культур, шляхом проведення міжрядного обробітку просапним культиватором типу КРН полягає в тому, що в зоні з недостатньою ґрунтовою вологою обробка культиваторною лапою на глибину до 12 см сприяє не стільки накопиченню, скільки, практично, повної втраті вологи в цьому шарі. Традиційний механічний міжрядний обробіток посівів соняшника, саме через нестачу вологи в ґрунті, не дає можливим рослині реалізувати свій біологічний потенціал.

Разом з цим в останні роки відзначається тенденція до збільшення використання гербіцидних технологій по боротьбі з бур'янами. Однак

пагубність використання хімприпаратів для ґрунтової біоти, на нашу думку, багато в чому не вивчена.

Останнім часом в Україні широко рекламується використання ротаційних борін при догляді за посівами культур, в тому числі і просапних. Вважають, що боронування сходів дозволяє забезпечувати рослину вологою і сприяє ґрунтової аерації. Капіляри, що утворилися в поверхневих, злежалих шарах ґрунту, завдяки розпушуванню знищуються, і волога вже не піднімається вгору і не випаровується даремно. Завдяки аерації поліпшуються процеси циркуляції повітря в ґрунті. Ґрунт більше вбирає нічну вологу (сухий полив), яка утворюється в результаті перепаду температур.

Ефективне боронування посівів соняшника і для руйнування ґрунтової кірки, створюючи ідеальні умови для початкового розвитку кореневої системи рослини і забезпечуючи потужний старт їх росту.

Все це в кінцевому підсумку дозволяє підвищити врожайність і якість сільгосппродукції, дає можливість зменшити кількість внесення азотних добрив, а в деяких випадках навіть зовсім відмовитися від їх використання. Також треба відзначити що, боронування значно продуктивніше і дешевше, ніж міжрядні обробки (витрата палива становить менше 1 л/га).

Тому застосування такого технологічного прийому міжрядного обробітку посівів соняшника шляхом боронування ротаційними боронами для господарства інноваційне. Воно зацікавлене в конкретних технічних і технологічних рекомендаціях з науково-прикладних основ використання ротаційних борін при міжрядному обробітку, що робить дипломну роботу актуальною для ПП «Аскон».

2 ОБҐРУНТУВАННЯ ЕНЕРГООЩАДНОЇ ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ МІЖРЯДНОГО ОБРОБІТКУ ПОСІВІВ СОНЯШНИКА

2.1 Обґрунтування нової технології міжрядного обробітку посівів соняшника

Запропонований нами новий спосіб догляду за посівами просапних культур належить до сільського господарства, зокрема до способів міжрядного обробітку ґрунту у посівах соняшника, кукурудзи та інших культур з міжряддям їх вирощування 70 см.

Відомий спосіб міжрядного обробітку посівів просапних культур [6] – прийнятий за прототип, включає обробіток захисних зон рядка ротаційними голчастими дисками або борінками.

Недоліком цього способу, прийнятого в якості прототипу, є те, що зона міжрядь посівів оброблюється, як правило, на глибину 6-12 см механічними робочими органами, такими як універсальна стрілочаста і долотоподібна лапи, прополювальні лапи-бритви (право- і лівосторонні), лапи-полочки (праві та ліві) тощо. Останнім часом стало очевидним, що в зонах з недостатньою ґрунтовою вологою обробка культиваторною лапою на глибину до 12 см сприяє не стільки накопиченню, скільки, практично, повній втраті вологи в цьому шарі. Останнє призводить до зменшення урожайності просапної сільськогосподарської культури. Водночас, використання вказаних робочих органів на меншій глибині (до 5-6 см) міжрядного обробітку посівів просапних культур призводить до погіршення їх стійкого руху та, як наслідок, незадовільної агротехнічної якості виконання цієї технологічної операції.

Але ж і при обробітку зони міжрядь посівів сільськогосподарських культур виключно ротаційними борінками є певні недоліки. Насамперед це низька ефективність знищення бур'янів. Незважаючи на те, що при використанні робочих органів такого типу на міжрядному обробітку просапних

сілськогосподарських культур декларується якість вичісування бур'янів в стані білої ниточки до 85%, все ж певна їх частка залишається на полі. А оскільки агрострок їх знищення в цій стадії росту дуже малий, то невчасне боронування буде малоефективним, оскільки бур'ян вже встигне укріпитися в ґрунті. Також вказаним способом важко буде знищувати багаторічні бур'яни, такі, наприклад, як осот, і ті, які не були знищені за попередній обробіток ротаційними борінками. До того ж, суттєвим недоліком вказаного способу є велика відстань між дисками ротаційної борінки, що, як правило, складає 120 мм. Цієї відстані достатньо для того, щоб залишити на полі бур'ян в стані білої нитки з подальшим його укоріненням. З причин незадовільної боротьби з бур'яном на полі механічним способом тенденція з використання гербіцидних технологій на практиці тільки зростає. Однак з економічної точки зору імпорتنі препарати для хімічного прополювання посівів просапних культур коштовні. Крім цього пагубність впливу хімпрепаратів на ґрунтову біоту, на нашу думку, багато в чому не вивчена.

В основу запропонованого способу покладена задача удосконалення технології міжрядного обробітку посівів соняшника шляхом зменшення глибини обробітку до 4-6 см в зоні міжрядь посівів сілськогосподарської культури та використанням і правильним розміщенням при цьому ротаційних борінок і плоскорізальних сегментів. Це дозволяє покращити агротехнічну якість розпушування ґрунту при обробітку посівів просапних культур з одночасним ефективним знищенням бур'янів, як в міжрядді, так і в рядку.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі міжрядного обробітку посівів просапних культур, який включає обробіток захисних зон рядка ротаційними голчастими дисками або борінками, відповідно до запропонованого нами технологічного процесу, додатково зона міжрядь посівів оброблюється симетрично розміщеними ротаційними борінками з однаковою або різною шириною захвату і кутом атаки кожного диску борінки, а зона міжряддя між дисками борінок оброблюється симетрично розміщеними плоскорізальними

сегментами під однаковим кутом їх атаки, які працюють на глибині обробітку до 4...6 см.

Застосування запропонованого способу, на відміну від відомого, дозволяє максимально зберегти ґрунтову вологу, покращити агротехнічну якість розпушування ґрунту при обробітку посівів просапних сільськогосподарських культур з одночасним ефективним знищенням бур'янів, як в міжрядді, так і в рядку.

Реалізація способу пояснюється рисунками, де:

- на рис. 2.1 зображено схему розміщення робочих органів при міжрядному обробітку соняшника;

- на рис. 2.2 зображено схему устанавлення ротаційної борінки у поздовжньо-горизонтальній площині (вид зверху);

- на рис. 2.3 зображено схему устанавлення плоскорізального сегменту у поздовжньо-вертикальній площині (вид збоку).

До складу робочих органів в запропонованому способі міжрядного обробітку посівів просапних культур входять шість попарно розміщених ротаційних голчастих дисків або борінок з кутом атаки α та три плоскорізальні сегменти з кутом атаки β (див. рис. 2.1 і 2.2).

Заявлений нами спосіб міжрядного обробітку посівів соняшника реалізується наступним чином.

Перед початком міжрядного обробітку посівів соняшника з міжряддям 700 мм на секції просапного культиватора (на рис. 2.1 не показаний) шість ротаційних дискових борінок попарно розміщуються в зоні міжряддя з інтервалом 120 мм. При цьому крайні борінки розміщуються в близькості 50 мм от рядка культурної рослини (в захисній зоні). В зоні між дисками ротаційних борінок встановлюються три плоскорізальні сегменти 2, які працюють на глибині обробітку до 4...6 см.

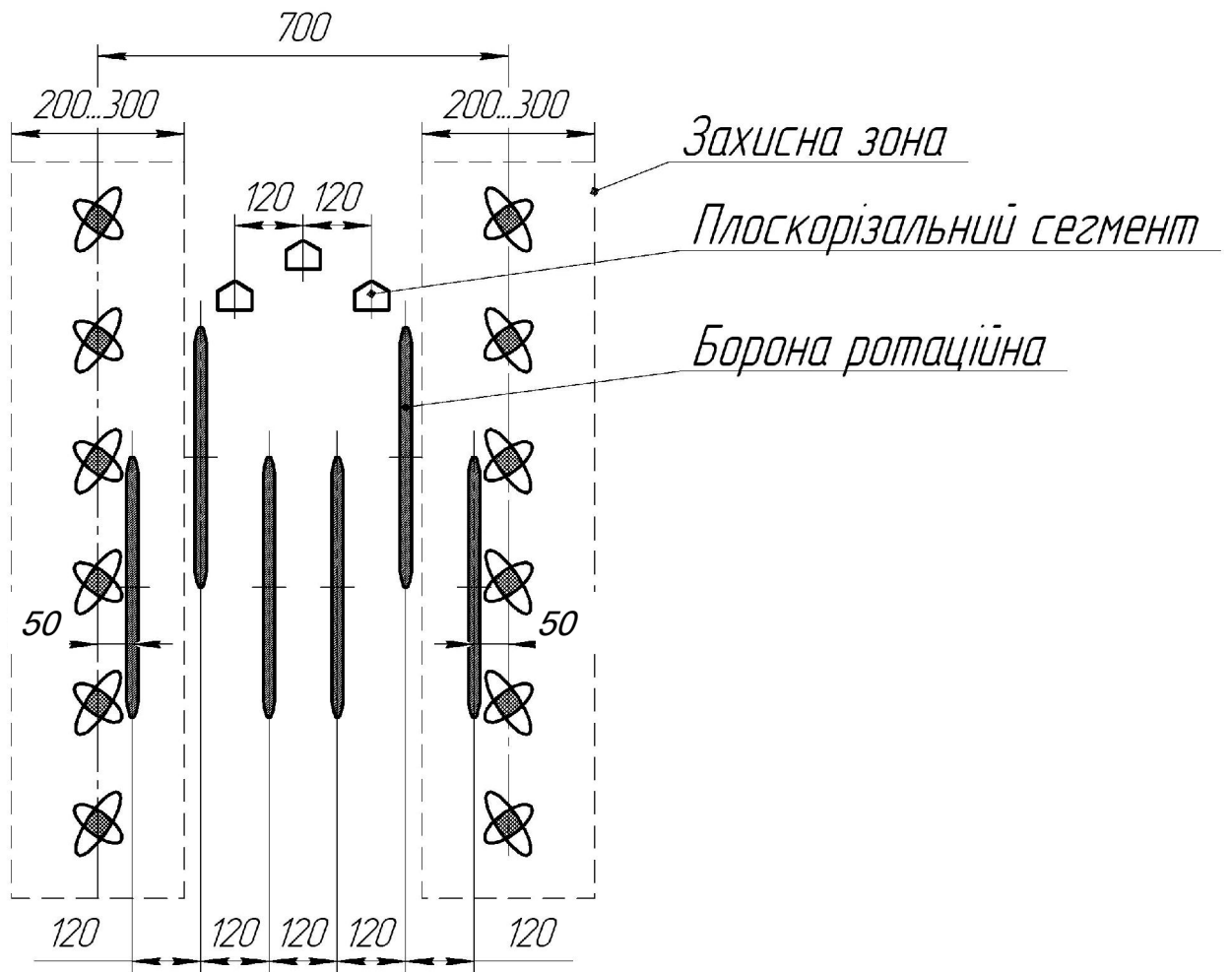


Рисунок 2.1 – Схема розміщення робочих органів при міжрядному обробітку просапних сільськогосподарських культур

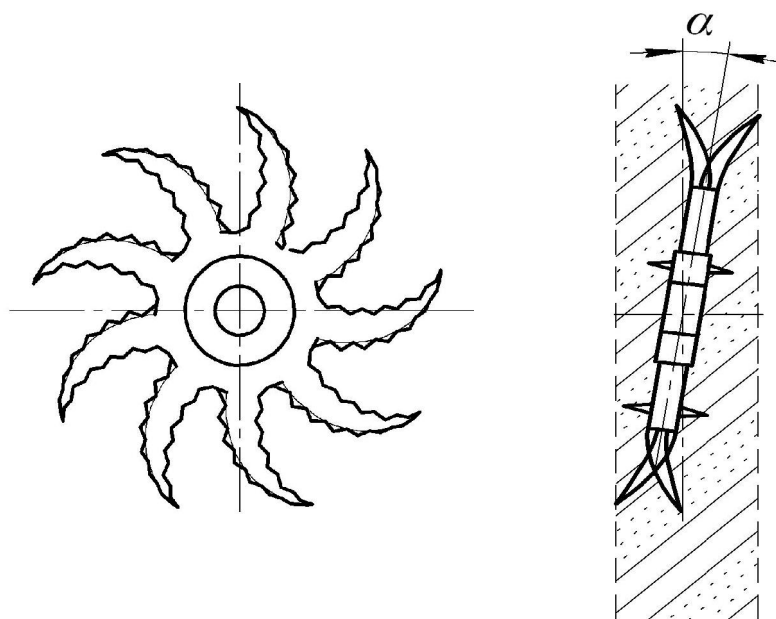


Рисунок 2.2 – Схема установлення ротаційної борінки у поздовжньо-горизонтальній площині

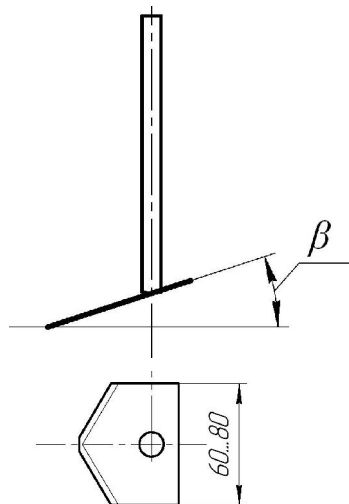


Рисунок 2.3 – Схема устанoвлення плоскорізального сегменту у поздовжньо-вертикальній площині (вид збоку)

Окрім цього, дисковий робочий орган ротаційної борінки може мати у поздовжньо-горизонтальній площині кут атаки α (рис. 2.3). Наслідком цього є збільшення його ширини захвату на величину $(D \cdot \sin \alpha)$, де D – діаметр диска ротаційної борінки. А також, це сприяє більш ефективному знищенню бур'янів та розпушуванню ґрунту ротаційним робочим органом.

Установлення плоскорізального сегмента під кутом атаки β (фіг. 2.3) покращує стійкість його руху на малій глибині обробітку та агротехнічну якість виконуваного ним механічного обробітку ґрунту.

Запропонований нами спосіб міжрядного обробітку посівів соняшника дозволяє ефективно знищувати бур'яни механічним способом без використання гербіцидних технологій, покращити агротехнічну якість цієї технологічної операції, що, в кінцевому рахунку підвищує врожайність сільськогосподарських культур та сприяє відновленню родючості ґрунтів в зонах з недостатньою ґрунтовою вологою.

В дипломному проекті нами запропоновано замість самостійної борони переобладнати просапний культиватор, наприклад ALTAIR-5,6, на предмет можливого його використання з ротаційними дисками при міжрядній обробки посівів просапних культур (рис. 2.4). Для чого встановити на секціях робочих органів просапного культиватора зазначені знаряддя вищезгаданим способом (рис. 2.5).

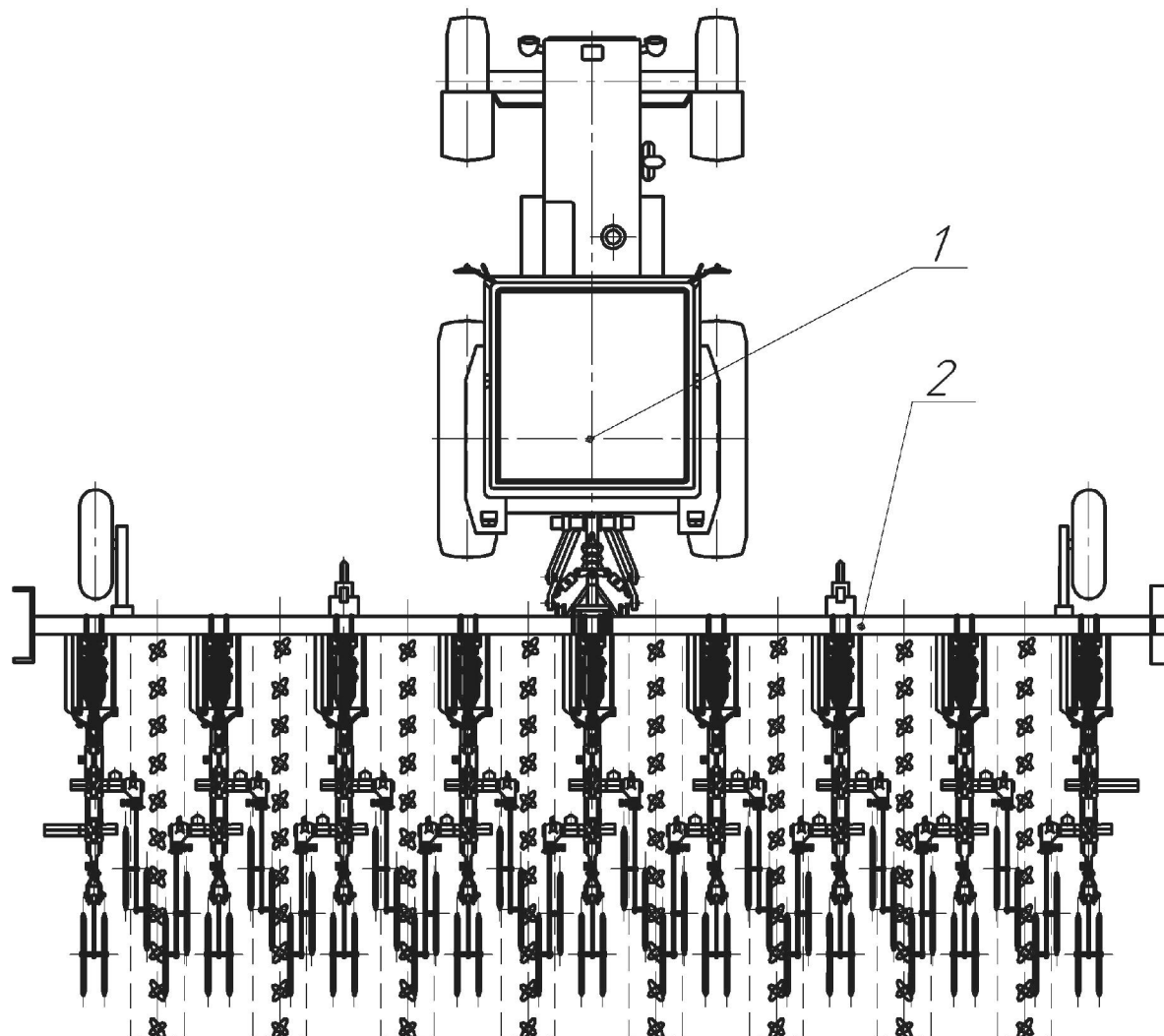


Рисунок 2.4 – Схема боронувального агрегату для міжрядного обробітку посівів соняшника: 1 – агрегатуючий трактор; 2 – просапний культиватор в складі ротаційних борінок



Рисунок 2.5 – Робоча секція з ротаційними боронами на секції робочих органів просапного культиватора

2.2 Оптимізація та вибір режиму роботи боронувального МТА

2.2.1 Моделювання кінематики боронувального МТА

Кінематика розглядуваного нами боронувального МТА – це його рух (з точки зору геометричних форм) при виконанні технологічної операції. Основні елементи цього руху визначаються робочими і холостими ходами, обмовленими поворотами, заїздами, переїздами агрегату.

До кінематичних характеристик МТА відносяться: кінематичний центр; кінематична довжина; довжина виїзду; кінематична ширина; радіус і центр повороту; ширина захвата. Окремо для трактора основними кінематичними характеристиками є ширина колії і поздовжня колісна база, а для зчіпки та робочої машини визначають кінематичну довжину.

Найважливішою кінематичною характеристикою повороту є радіус повороту. Мінімальним радіусом повороту агрегату називається найменший радіус окружності, рух по якій за певних умов допускається конструктивними параметрами агрегату без деформації рушіїв і поверхні руху, тобто без ушкоджень машини і навколишнього середовища. Цей показник залежить від найменшого радіусу повороту трактора, конструкції зчіпки і знаряддя, габаритів агрегату по ширині і довжині, а також режиму його виконання.

Під кінематичним центром агрегату розуміють умовну геометричну точку (Ц.а.) на площині руху (поверхні поля), траєкторію якої розглядають як траєкторію МТА в процесі його руху.

Лінія, яка відділяє поворотну смугу від іншої частини загону, на якій здійснюються робочі руху машинно-тракторного агрегату, називають контрольною лінією.

Кінематичні характеристики трактора і агрегату. Точка агрегату, траєкторія якої при розрахунках використовується для визначення кінематики всіх інших точок, називається кінематичним центром МТА, або просто центром

агрегату (Ц.а.). У колісних тракторів класичної компоновки – це проекція на площину руху середини задньої ведучої осі.

Умовний радіус повороту агрегату R приблизно визначають як відстань від центру агрегату (Ц.а.) до умовного центру повороту (Ц.п.). Звичайно при повороті центр агрегату переміщується не по окружності, а по дузі більш складної форми, тому що змінюється і положення самого центра повороту. Не залишається постійним і радіус повороту агрегату, але при експлуатаційних розрахунках з достатньою точністю приймають деяке усереднене значення R_a , обумовлене з урахуванням ширини захвата агрегату і робочої швидкості. Повороткість колісних тракторів прийнято оцінювати коефіцієнтом (K_n), який розраховують за формулою [11]:

$$K_n = \frac{LV_n}{\omega}, \quad (2.1)$$

де L – поздовжня база трактора;

V_n – швидкість руху МТА під час виконання повороту, [м/с];

ω – інтенсивність перемінного керуючого впливу на органи керування трактора, [рад./с]. Оптимальна значина цього параметру знаходиться в межах $\omega = 0,20 \dots 0,22$ рад./с [12].

Для обраного трактора John Deere 6110В. прийемо такі його параметри, які визначають повороткість за (2.1): $L=2,56$ м; $V_n=2,2$ м/с; $\omega=0,20$ рад./с. Тоді коефіцієнт повороткості дорівнюватиме:

$$K_n = \frac{2,56 \cdot 2,2}{0,2} = 28,16 \text{ м}^2 / \text{рад}.$$

Мінімальний радіус повороту (R_{min}) для тракторів класичної компоновальної схеми із передніми керованими колесами можна знайти із виразу:

$$R_{min} = \frac{L}{\text{tg}\alpha}, \quad (2.2)$$

де α – максимальний кут повороту керованих коліс трактору, для трактора John Deere 6110В прийемо кут $\alpha_{max} = 30$ град.

$$R_{min} = \frac{2,56}{\text{tg}30} = 4,44 \text{ м.}$$

Умовний радіус повороту (R_y) – це радіус півкола, довжина якого дорівнює фактичній довжині безпетлевого дугоподібного (без прямолінійної ділянки) повороту агрегату на кут 180° . Даний параметр розраховують за формулою [12]:

$$R_y = R_{min} + \frac{K_n}{\pi R_{min}}. \quad (2.3)$$

$$R_y = 4,44 + \frac{28,16}{3,14 \cdot 4,44} = 6,46 \text{ м.}$$

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

$$e = L + l_k,$$

l_k – кінематична довжина агрегату, м.

$$e = 2,56 + 2,8 = 5,36 \text{ м.}$$

Мінімальний розмір ширини поворотної смуги (E_{min}) визначається за умови, згідно з якою крайня точка МТА, що визначається його кінематичною шириною d_k , не виходила за межі поворотної смуги.

При безпетлевих поворотах [13]:

$$E_{min} = R_y + d_k + e. \quad (2.4)$$

При петлевих поворотах [13]:

$$E_{min} = 2,7 \cdot R_y + d_k + e. \quad (2.5)$$

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

$$E_{min} < E = k \cdot Bp, \quad (2.6)$$

де k – найменше із можливих ціле число (кількість проходів агрегату на поворотній смугі).

Якщо вибір способу повороту МТА приходить із варіантів безпетлевого та петлевого способів, то з деяким наближенням можна вважати, якщо умовний радіус повороту $R_y \leq (X_n/2)$, тут $X_n = B_p = 5,6$ м – відстань на контрольній лінії між виїздом та заїздом агрегату, то МТА здатний виконати безпетлевий маневр на повороті. Оскільки для розглядуваного борону вального агрегату $6,46$ м $>$ $2,8$ м, то спосіб повороту боронувального МТА однозначно буде тільки петлевий.

Тому мінімальний розмір ширини поворотної смуги (E_{min}) визначають за рівнянням (2.5). Отримане значення E_{min} узгоджують з вимогою (2.6).

$$E_{min} = 2,7 \cdot 6,46 + 2,8 + 5,36 = 25,6 \text{ м.}$$

Тоді кількість проходів агрегату на поворотній смузі становитиме:

$$k = 25,6 / 5,6 = 5.$$

В результаті фактичну ширину поворотної смуги приймаємо $E = 28,0$ м.

Результати розрахунків зводимо до табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Параметри і кінематичні характеристики МТА в складі трактора John Deere 6110В і боронувально-культиваторного агрегату

Параметр	Позначення	Значина
Поздовжня база трактора, м	L	2,56
Кінематична довжина агрегату, м	l_k	2,80
Кінематична ширина агрегату, м	d_k	2,80
Конструктивна ширина захвату МТА, м	B_k	5,60
Максимальний кут повороту керованих коліс трактору, град.	α_{max}	30
Мінімальний радіус повороту МТА, м	R_{min}	4,44
Коефіцієнт повороткості агрегату, м ²	K_p	28,16
Умовний радіус повороту МТА, м	R_y	6,46
Вид повороту	-	Петлевий
Довжина виїзду агрегату, м	e	5,36
Мінімальна ширина поворотної смуги	E_{min}	25,6

Параметр	Позначення	Значина
МТА, м		
Дійсна ширина поворотної смуги МТА, м	Е	28,0

Розраховані кінематичні параметри боронувального МТА та схема його руху на поворотних смугах наведені на рис. 2.8.

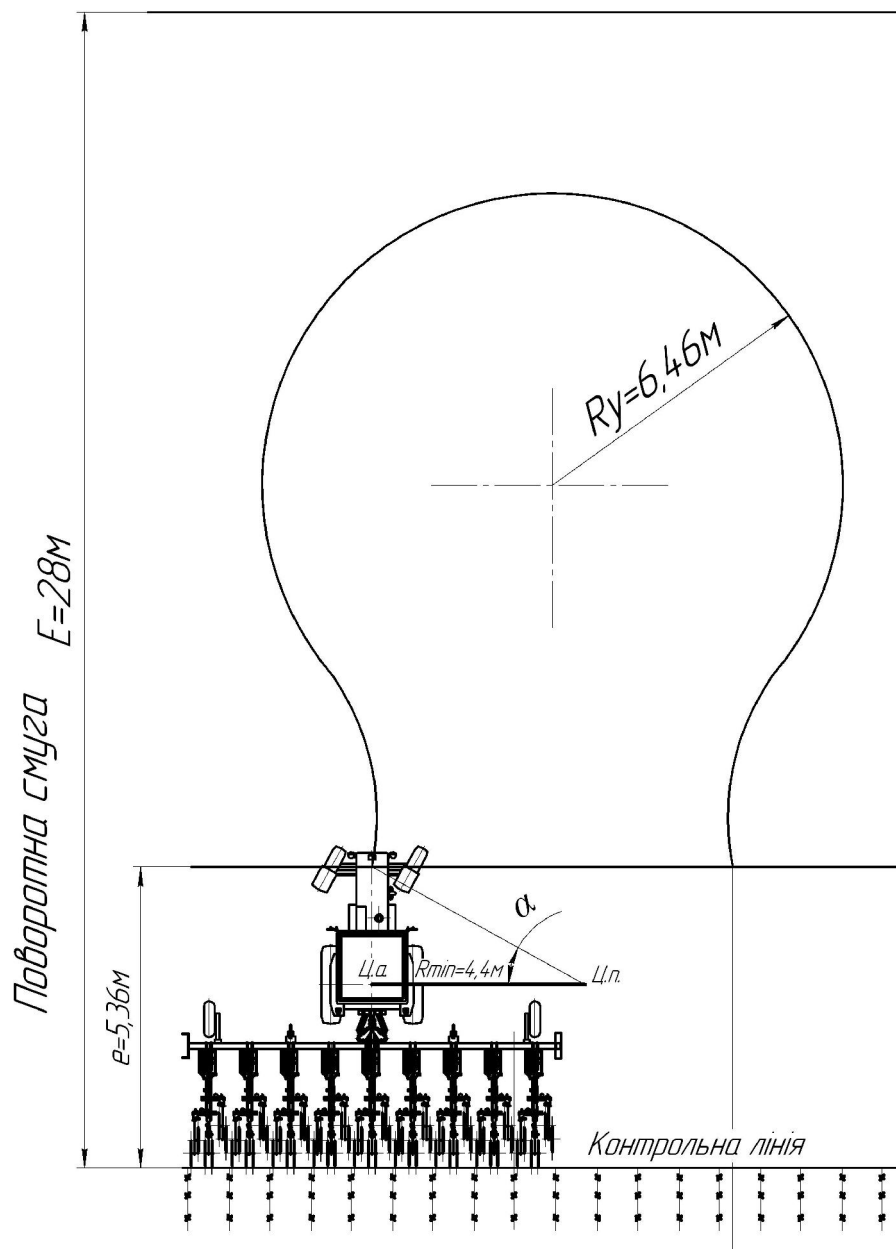


Рисунок 2.8 – Кінематичні параметри боронувального МТА

Для виконання повороту агрегату по кінцях гону проводять контрольні лінії (рис. 2.9), проїжджаючи які тракторист повинен почати маневр (поворот),

а також включити і вимкнути робочі органи машин-знарядь, що входять до складу агрегату. Розмір поворотної смуги E залежить від складу агрегату, а також відстані, на яке потрібно просунути агрегат від контрольної лінії, щоб почати поворот без огріхів, псування рослин і обраної схеми повороту.

Розмір поворотної смуги іноді перевіряють експериментальним шляхом, зробивши тренувальний поворот на вільній ділянці поля.

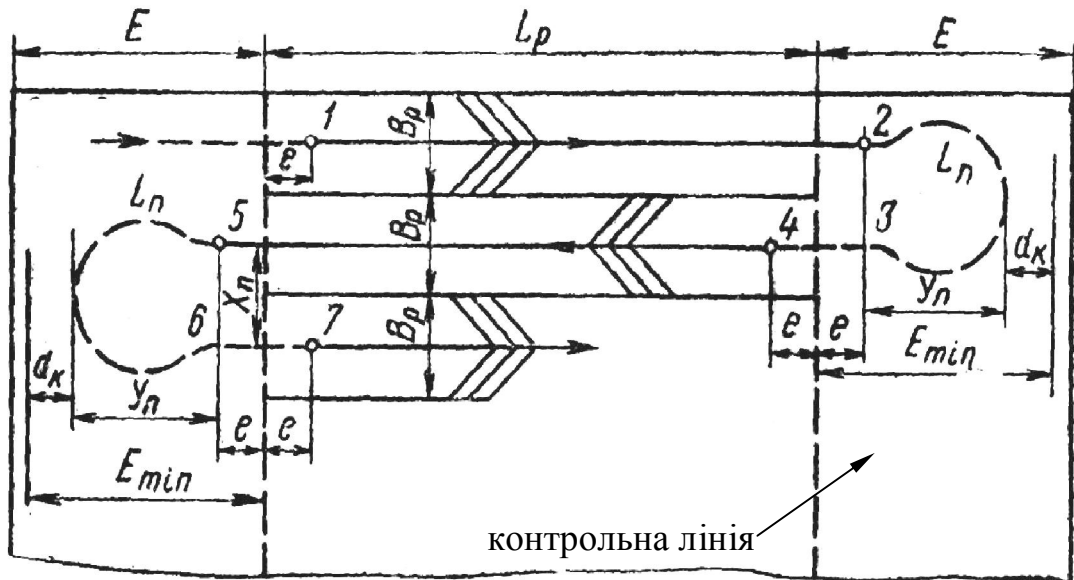


Рисунок 2.9 – Схема робочої ділянки поля

2.3 Розроблення організаційної карти на міжрядний обробіток посівів соняшника

Характеристика умов роботи.

Агрофон – поле під посівами соняшника.

Довжина поля – 1000 м.

Ширина поля – 1000 м.

Агротехнічні вимоги.

Ґрунт в міжряддях треба обробляти на глибину, що відповідає агротехнічним вимогам культури. Для розглядуваного боронувально-культиваторного агрегату глибина обробітку становить 4...6 см.

Поверхня ґрунту в зоні обробітку має бути рівною, а оброблений шар дрібно грудочкуватим і розпушеним. Глибина борозенок у міжряддях допускається не більше 3...5 см.

Обробіток ґрунту потрібно проводити без перемішування нижніх шарів ґрунту з верхнім.

Ширина захисної зони повинна бути мінімальною, але такою, щоб не пошкоджувалися корені і наземні органи рослин під час обробітків.

При міжрядному обробітку в зоні проходу робочих органів культиватора бур'яни треба повністю підрізати.

Сухі й рідкі добрива потрібно вносити і загортати на глибину, встановлену агротехнічними вимогами.

При підгортанні ґрунт треба прикидати до рослин.

Експлуатаційна характеристика агрегату.

Підготовка агрегату до роботи.

Регулювання робочих органів культиваторного агрегату на глибину обробітку виконують на рівному майданчику, встановивши борону так, щоб кожне опорне колесо секції робочих органів було встановлене на прокладки, товщиною на 2-3 см меншою заданою глибини. Глибину обробітку змінюють шляхом зміни натяжіння стяжної гайки (рис. 2.10, поз. 3). Останніми також регулюють горизонтальність секції робочих органів по відношенню до поверхні ґрунту в робочому стані. А також глибину обробітку регулюють зміною положень ручки (рис. 2.10, поз. 11) регулювання опорного колеса робочої секції.

Дискові робочі органи можуть бути встановлені в активне або пасивне положення. Яке здійснюється шляхом перевероту диску або тупим, або гострим кутом до напрямку руху агрегату. В активному положенні інтенсивність розпушування ґрунту та знищення бур'янів більша. В пасивному положенні рекомендується встановлювати дискові робочі органи для руйнування ґрунтової кірки без інтенсивного його розпушування по глибині.

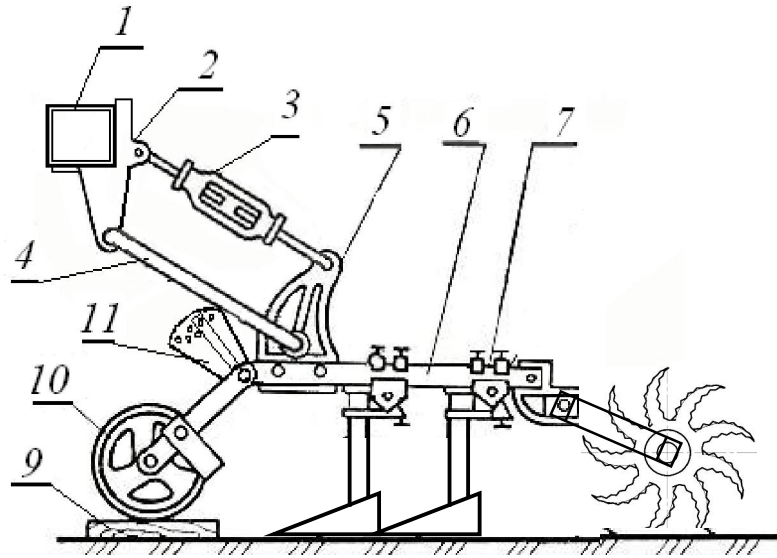


Рисунок 2.10 – Регулювання глибини обробітку робочою секцією культиваторного агрегату

Регулювання кута атаки борінок виконують з метою більшої інтенсифікації процесу розпушування ґрунту та знищення бур'янів. А також це дозволяє збільшити і глибину розпушування ґрунту.

Перевірити справність механізмів і правильність взаємодії окремих вузлів і деталей борони. Приєднати с.-г. машину до трактора за допомогою гідронавісного механізму по трьохточковій системі. При поєднанні борони з трактором перевірити та при необхідності виконати наладку навісної системи трактора. Перевірити надійність роботи розподільвача, щоб забезпечити підйом навісного знаряддя.

Перевірити надійність роботи гідророзподільвача та операцію підйому.

Перевірити надійність кріплення робочих органів знаряддя.

Для боронувального агрегату встановлені такі види технічного обслуговування:

- а) при використанні - щозмінне; періодичне технічне обслуговування;
- б) технічне обслуговування при зберіганні;
- в) по закінченню сезону робіт проводиться безрозбірна оцінка його стану, визначається можливість експлуатації без ремонту.

Підготовка поля до роботи.

Підготовка поля включає:

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

Визначення послідовності обробітку агрегатом поворотних смуг і основного масиву поля.

Режим роботи агрегату.

Основні складові режиму роботи агрегату представлені даними таблиці 2.2.

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

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

Таблиця 2.2 – Режим використання агрегату на загоні

Елементи часу зміни	Повторність	Швидкість руху, км/год.	Витрати часу, хв.	Площа обробітку, га	Примітка
1	2	3	4	5	6
а) Час не цикловий					
Заїзд, виїзд	2	10	5,0	-	$t_{ЗВ}$
Переїзди	1	14	8,6	-	$t_{ПЕР}$
Підготовчо-заклучні роботи	1	-	7,0	-	$t_{ПЗ}$
Зупинки за технологічних випадкових причин	1	-	8,0	-	$t_{ОЧ}$

1	2	3	4	5	6
Технічне обслуговування агрегату у період зміни	1	-	24,0	-	t_{TO}
Фізіологічні причини	1	-	10,0	-	t_{Φ}
Контроль якості	1	-	15,0	-	$t_{ЯК}$
Всього	-	-	77,6	-	$t_{НЦ}$
б) Період одного циклу	1				
Робочий хід	2	14	4,1	0,53	t_{PC}
Поворот	2	7,2	0,3	-	$t_{ПОВЦ}$
Технологічне обслуговування МТА		-	0	-	$t_{ТЕХ ОБС}$
Всього за цикл	-	-	9,04	1,06	$t_{Ц}$
в) Основні цикли		-	342,4	0,564	$T_{ОСН}$
Всього за зміну	-	-	746,8	39,22	$T_{ЗМ}$

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

$$t_{ПЕР} = \frac{60 \cdot L_{ПЕР}}{V_{ПЕР}}, \quad (2.7)$$

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

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

$$t_{ПЕР} = \frac{60 \cdot 2}{14} = 8,6 \text{ хв.}$$

Час на підготовчо-заклучні роботи ($t_{ПЗ}$) залежить від складності агрегату і, в багатьох випадках, може знаходитись в межах 5... 10 хв [15].

Витрати часу на зупинки агрегату за випадковими технологічними причинами ($t_{ОЧ}$) залежать від технологічної надійності агрегату і умов роботи. З деяким припущенням можна запланувати в межах 2...5 % від часу зміни, тобто 8...20 хв [16].

Час на фізіологічні необхідності (t_{ϕ}) регламентується і становить 15...20 хвилин [16].

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

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

Витрати часу на один цикл ($t_{Ц}$) визначаються, хв. [14]:

$$t_{Ц} = (t_P + t_{ПОВ}) \cdot n_{РЦФ} + t_{ТЕХН}, \quad (2.8)$$

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

$t_{ПОВ}$ - витрати часу на поворот, хв.;

$n_{РЦФ}$ - фактична кількість робочих ходів за цикл;

$t_{ТЕХ}$ - час, що витрачається на технологічне обслуговування агрегату за цикл (заправка насінням, добривами і т.п.), хв.

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

$$t_P = 0,06 \cdot \frac{L_P}{V_P}. \quad (2.9)$$

$$L_P = L - 2 \cdot E, \quad (2.10)$$

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

E - ширина поворотної смуги, м.

$$L_P = 1000 - 2 \cdot 28,0 = 944,0 \text{ м.}$$

$$t_P = 0,06 \cdot \frac{944,0}{14} = 4,1 \text{ хв.}$$

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

$$t_{ПОВ} = 0,06 \cdot \frac{L_X}{V_X}, \quad (2.11)$$

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

L_X - довжина шляху при повороті, м:

$$L_X \approx (6,6 \dots 8) \cdot R_y + 2 \cdot e.$$

$$L_X = 7 \cdot 6,46 + 2 \cdot 5,36 = 55,94 \text{ м.}$$

$$t_{ПОВ} = 0,06 \cdot \frac{55,94}{2,2} = 0,42 \text{ хв.}$$

Тривалість одного циклу роботи агрегату на робочому гоні розраховується:

$$t_{Ц} = (t_P + t_{ПОВ}) \cdot 2, \quad (2.12)$$

де t_P – витрати часу на робочий хід агрегату, хв;

$t_{ПОВ}$ – витрати часу на поворот агрегату, хв.;

2 – кількість робочих ходів за цикл для простих агрегатів (які не мають технологічних місткостей).

$$t_{Ц} = (4,1 + 0,42) \cdot 2 = 9,04 \text{ хв}$$

Фактична кількість робочих ходів за основний час зміни розраховується за рівнянням:

$$n_{ЦОСН} = \frac{T_{ОСН}}{t_{Ц}}, \quad (2.13)$$

Час для виконання основних циклів ($T_{ОСН}$) розраховується:

$$T_{ОСН} = T_{ЗМ} - T_{Н.Ц.}, \quad (2.14)$$

де $T_{ЗМ}$ - час зміни (нормативний), приймаємо $T_{ЗМ}=7$ год.

$$T_{ОСН} = 7 - 77,6 / 60 = 5,707 \text{ год.}$$

$$n_{ЦОСН} = \frac{5,707 \cdot 60}{9,04} = 37,88 \text{ цикл.}$$

Результати розрахунків $n_{ЦОСН}$ округляються до цілого числа в меншу сторону. Тому приймаємо $n_{ЦОСН}=37$ цикл.

Площа $S_{Ц}$ обробітку агрегатом (га) за цикл визначається:

$$S_{Ц} = 2S_{1P}, \quad (2.15)$$

де S_{1P} - площа обробітку за один прохід агрегату (га) розраховується:

$$S_{1P} = \frac{L_P \cdot B_P}{10^4}. \quad (2.16)$$

$$S_{1P} = \frac{944 \cdot 5,6}{10^4} = 0,53 \text{ га.}$$

$$S_{Ц} = 2 \cdot 0,53 = 1,06 \text{ га}.$$

Площа $S_{Ц\text{ ОСН}}$ обробітку за основні цикли (га) розраховується:

$$S_{Ц\text{ ОСН}} = S_{Ц} \cdot n_{Ц\text{ ОСН}\Phi} \quad (2.17)$$

$$S_{Ц\text{ ОСН}} = 1,06 \cdot 37 = 39,22 \text{ га}.$$

Фактичний час $T_{ЗМ\Phi}$ зміни розраховується:

$$T_{ЗМ\Phi} = T_{Ц} \cdot n_{Ц\text{ ОСН}\Phi} + T_{Н.ц.} \quad (2.18)$$

$$T_{ЗМ\Phi} = 37 \cdot 9,04 / 60 + 77,6 / 60 = 6,87 \text{ год}.$$

Коефіцієнт використання часу зміни (τ) розраховується як відношення часу для виконання основних циклів до фактичного часу зміни:

$$\tau = \frac{T_{Ц} \cdot n_{Ц\text{ ОСН}\Phi}}{T_{ЗМ\Phi}} \quad (2.19)$$

$$\tau = \frac{9,04 / 60 \cdot 37}{6,87} = 0,81.$$

Продуктивність $W_{ЗМ}$ агрегату за годину змінного часу (га/год.) розраховується за рівнянням:

$$W_{ЗМ} = 0,1 \cdot B_P \cdot V_P \cdot \tau \quad (2.20)$$

$$W_{ЗМ} = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 14 \cdot 0,81 = 6,36 \text{ га} / \text{год}.$$

Змінна продуктивність $W_{ТЗ}$ агрегату розраховується:

$$W_{ТЗ} = 0,1 \cdot B_P \cdot V_P \cdot \tau \cdot T_{ЗМ} \quad (2.21)$$

$$W_{ТЗ} = 6,36 \cdot 6,87 = 43,69 \text{ га} / \text{зм}.$$

Ефективність обраного способу руху агрегату оцінюється коефіцієнтом робочих ходів φ , який визначається:

$$\varphi = \frac{\sum L_P}{\sum L_P + \sum L_X} = \frac{L_P \cdot n_P}{L_P \cdot n_P + L_X \cdot n_X} \quad (2.22)$$

де L_P , L_X – середня довжина робочого та холостого ходів, м;

n_P , n_X – відповідно кількість робочих та холостих проходів агрегату па загинці.

$$n_p = \frac{C}{B_p}; \quad n_x = n_p - 1, \quad (2.23)$$

де C – ширина заїнки, м, розраховується за рівнянням:

$$C = \frac{10^4 W_{3M}}{L_p}. \quad (2.24)$$

$$C = \frac{10^4 \cdot 43,69}{944} = 464,8 \text{ м}.$$

В результаті отримаємо:

$$n_p = \frac{464,8}{5,6} = 83.$$

$$n_x = 83 - 1 = 82.$$

$$\varphi = \frac{944 \cdot 83}{944 \cdot 83 + 55,94 \cdot 82} = 0,945.$$

Отримане значення $\varphi=0,945$ свідчить про високу ефективність обраного гонового човникового способу руху розглядуваного культиваторного агрегату при обробітку поля (заїнки).

Витрати праці Z (люд·год/га) розраховуються:

$$Z = \frac{N_m + N_{дон}}{W_{3M}}, \quad (2.25)$$

де N_m і $N_{дон}$ – кількість механізаторів і допоміжних працівників, які залучені до виконання технологічної операції.

$$Z = \frac{1}{6,36} = 0,157 \text{ люд} \cdot \text{год} / \text{га}.$$

Питомі витрати пального агрегатом Q_{ag} (кг/га) розраховуються:

$$q = \frac{10^{-3} q_e N_e}{W_{3M}}, \quad (2.26)$$

де q_e – питома витрата палива (номінальна) двигуном трактора, г/кВт·год.

$$q = \frac{10^{-3} 266 \cdot 69,1}{6,36} = 2,89 \text{ кг} / \text{га}.$$


Таблиця 2.3 – Експлуатаційні показники культиваторного МТА

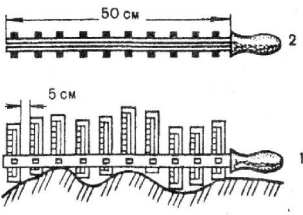
Марка складових МТА		Робоча ширина захвату, V_p , м	Швидкість руху, км/год.	Продуктивність, га/год.	Витрати пального, кг/га	Витрати праці, люд.-год./га	Коефіцієнт використання часу зміни	Експлуатаційні витрати, грн./га
трактор	С.-Г. М.							
John Deere 6110 В	ALTAIR-5,6 з ротац. борон.	5,6	14,0	6,36	2,89	0,157	0,81	173,5

Контроль якості міжрядного обробітку ґрунту.

Показники якості міжрядного обробітку посівів просапних культур та методи їх визначення наведені в табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Показники якості міжрядного обробітку посівів просапних культур та методи їх визначення

Показники	Норматив	Метод визначення
1	2	3
Відхилення глибини розпушування від заданої	Не більше ± 1 см	 <p>Заміряти у трьох місцях по довжині гону. Вирівняти ґрунт і заглибити лінійку у розпушений шар до дна борозни або автоматичним приладом «Аргонафт 1» (рис. 2.5.1).</p> <p>Рис. 2.5.1</p>
Відхилення ширини захисної зони від заданої	Не більше $\pm 2-3$ см	Заміряти в п'ятьох місцях по довжині гону на всіх рядах по ширині захвату

1	2	3
Гребенистість	Не більше 3 см	 <p>Рис. 2.5.2</p> <p>Заміряти у трьох місцях по довжині гонів у всіх міжряддях (рис. 2.5.2)</p>
Ступінь пошкодження рослин	Не більше 1 %	Підрахувати кількість рослин до і після обробітку в трьох місцях по діагоналі поля на ділянках довжиною 5 м у всіх рядах
Ступінь підрізання бур'янів	Всі бур'яни повинні бути знищені	Перевірити не менше ніж у трьох місцях по діагоналі поля в міжряддях, оброблених за один прохід агрегату
Наявність наволоків	Допускаються окремі наволоки тільки в міжряддях без пошкодження культурних рослин	Огляд поля по діагоналі ділянки
Огріхи	Не допускаються	Огляд поля по діагоналі ділянки

3 ТЕОРЕТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ НЕОБХІДНОГО РІВНЯ ЕНЕРГОНАСИЧЕНОСТІ ТРАКТОРА ДЛЯ ЙОГО АГРЕГАТУВАННЯ ІЗ РОТАЦІЙНОЮ БОРОНОЮ

Як було доведено нами у попередньому розділі одним із шляхів підвищення врожайності і якості просапних культур, а також зменшення кількості внесення азотних добрив при їх підживленні є використання ротаційних борін-мотик під час міжрядного обробітку (рис. 3.1). Встановлено, що боронування сходів соняшника або кукурудзи дозволяє забезпечувати рослини вологою і сприяє ґрунтовій аерації. Капіляри, що утворилися в поверхневих, злежалих шарах ґрунту, завдяки розпушуванню знищуються, і волога вже не піднімається вгору і не випаровується даремно. Завдяки аерації поліпшуються процеси циркуляції повітря в ґрунті. Ґрунт більше вбирає нічну вологу (ефект сухого поливу), яка утворюється в результаті перепаду температур. Ефективне боронування посівів і для руйнування ґрунтової кірки, створюючи ідеальні умови для початкового розвитку кореневої системи рослини і забезпечуючи потужний старт їх росту.



Рисунок 3.1 – Ґрунтообробні агрегати в складі ротаційних борін на міжрядному обробітку просапних культур

Задля здійснення цієї технологічної операції нами запропоновано замість самостійної борони-мотики переобладнати просапний культиватор, наприклад ALTAIR-5,6, на предмет можливого його використання з ротаційними дисками при міжрядної обробки посівів просапних культур. Для цього встановити на секціях робочих органів просапного культиватора ротаційні борінки способом, який запропонований нами.

Вибір потужності енергоустановки є однією з найбільш складних і відповідальних задач будь-яких мобільних агрегатів і транспортних систем. Основною вимогою і критерієм правильного вибору енергетичної установки трактора є відповідність його потужності і параметрів умовам технологічного процесу робочої машини [1].

Для визначення необхідної маси та ефективної потужності двигуна і рівня енергонасиченості агрегатуючого трактора використано методику проф. В.Т. Надикто. В основу якої покладено баланс потужності трактора та відомі залежності з теорії трактора. **Мінімально необхідну потужність двигуна трактора визначають за рівнянням балансу потужності [1]:**

$$N_e = N_f + N_{tr} + N_\delta + N_a, \quad (3.1)$$

де N_e – ефективна потужність двигуна трактора;

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

N_a – тягова потужність трактора.

Вираз (3.1) характеризує статичний баланс потужностей енергетичного засобу. У розкритому вигляді його можна представити так [8]:

$$N_e = f(M_m) = \frac{D_1 \cdot M_m^3 + D_2 \cdot M_m^2}{M_m^2 - D_3 \cdot M_m - D_4} \cdot D_5, \quad (3.2)$$

де $D_1 = V_p \cdot f \cdot g$;

$D_2 = V_p \cdot P_{кр.м} \cdot (1 + 3V_x)$;

$D_3 = A \cdot P_{кр.м} \cdot (1 + 3V_x) / g$;

$D_4 = B \cdot [P_{кр.м} \cdot (1 + 3V_x) / g]^2$;

$$D_5 = k_v / \eta_{mp},$$

де M_m – експлуатаційна маса трактора, кг;

V_0 – робоча швидкість руху МТА, м/с;

f – коефіцієнт опору коченню коліс трактора;

$P_{кр.т}$ – тягове зусилля, що розвиває трактор, Н;

A і B – коефіцієнти апроксимації кривої буксування енергетичного засобу;

V_x – коефіцієнт варіації коливань тягового навантаження трактора;

K_v – коефіцієнт кінематичної невідповідності в приводі мостів енергетичного засобу;

$\eta_{тр}$ – ККД трансмісії трактора.

Оптимальне значення експлуатаційної маси трактора визначають за рівнянням [8]:

$$M_m = \sqrt[3]{-\frac{q}{2} - \sqrt{D}} + \sqrt[3]{-\frac{q}{2} + \sqrt{D}}, \quad (3.3)$$

де $D = (p/3)^3 + (q/2)^2$;

$p = (3 \cdot s - r^2)/3$;

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

$r = -2 \cdot D_3$;

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

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

Відношення потужності двигуна (Ne , кВт) до експлуатаційної маси трактора без баласту (M_m , т) характеризує рівень його енергонасиченості (E_m):

$$E_m = Ne/M_m, \text{ кВт/т}. \quad (3.4)$$

Після підстановки залежностей із визначення потужності двигуна і маси трактора в (3.4) отримаємо рівняння для розрахунку необхідного рівня енергонасиченості трактора (кВт/т):

$$E_m = \frac{D_1 \cdot \left(\sqrt[3]{-\frac{q}{2} - \sqrt{D}} + \sqrt[3]{-\frac{q}{2} + \sqrt{D}} \right)^2 + D_2 \cdot \left(\sqrt[3]{-\frac{q}{2} - \sqrt{D}} + \sqrt[3]{-\frac{q}{2} + \sqrt{D}} \right)}{\left(\sqrt[3]{-\frac{q}{2} - \sqrt{D}} + \sqrt[3]{-\frac{q}{2} + \sqrt{D}} \right)^2 - D_3 \cdot \left(\sqrt[3]{-\frac{q}{2} - \sqrt{D}} + \sqrt[3]{-\frac{q}{2} + \sqrt{D}} \right) - D_4} \cdot D_5. \quad (3.5)$$

В якості змінного фактору розглянемо коефіцієнт опору коченню. Так, за варіантом 1 було обрано значення коефіцієнту опору кочення трактора $f=0,15$, що відповідає Агрофону “Поле підготовлене під сівбу” (рис. 3.2).

За варіантом 2 коефіцієнту опору кочення трактора $f=0,08$, значення якого можливо досягти при використанні постійної технологічної колії (рис. 3.2).

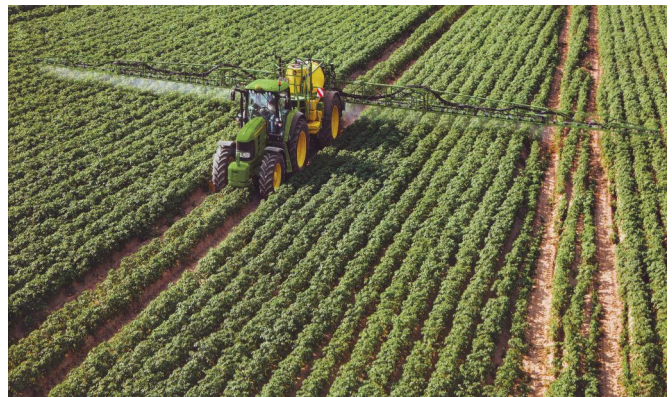
1 Варіант

Агрофон при виконанні міжрядного обробітку



2 Варіант

Агрофон в слідах постійної технологічної колії



Агрофон “Поле підготовлене під сівбу”. Коефіцієнт опору кочення трактора $f=0,14$

Агрофон “Ущільнена ґрунтова дорога”. Коефіцієнт опору кочення трактора $f=0,08$

Рисунок 3.2 – Варіанти руху ґрунтообробного агрегату

Вхідними параметрами для розрахунків є:

1) Номінальний питомий тяговий опір агрегату $k_0 = 1,0 \cdot 10^3$ Н/м (при швидкості руху $V_0=1,4$ м/с) [9].

3) Робоча швидкість руху МТА $V_p = 14$ км/год.

4) Коефіцієнт опору коченню коліс трактора $f = 0,12$.

5) Коефіцієнт варіації коливань тягового навантаження трактора $V_x=0,04$.

6) Коефіцієнти апроксимації кривої буксування енергетичного засобу $A = -0,07$; $B = 0,7$ [8].

7) Коефіцієнт кінематичної невідповідності в приводі мостів енергетичного засобу $K_v = 1,0$.

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

9) Тяговий опір агрегату розраховується за рівнянням:

$$R_a = k \cdot B_k, \quad (3.6)$$

де B_k – конструктивна ширина захвату агрегату, м, $B_k=5,6$ м;

k – тяговий опір агрегату для заданої швидкості руху, Н/м:

$$k = k_0 \left[1 + (V_p - V_0) \frac{\Delta c}{100} \right], \quad (3.7)$$

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

Δc – темп зростання питомого тягового опору, $\Delta c = 2,5\%$ [10].

Розрахунки для виконання поставленого завдання виконувалися у середовищі Excel. Для цього був сформований певний інтерфейс робочої сторінки у середовищі Excel (рис. 3.3).

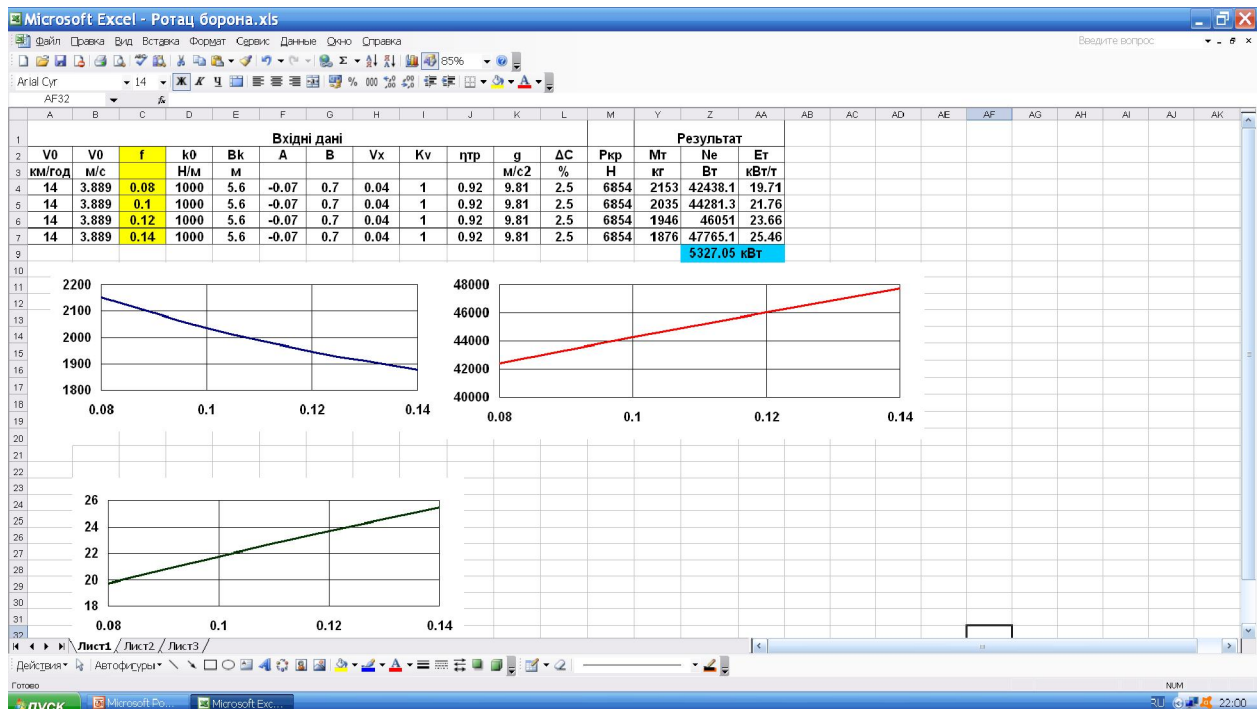


Рисунок 3.3 – Інтерфейс програми розрахунку необхідної маси трактора і потужності його двигуна у середовищі Microsoft Excel

Результатами проведеного математичного моделювання встановлено, що при використанні постійної технологічної колії на відміну від агрофону при

міжрядному обробітку необхідна маса агрегуючого трактора несподівано збільшується (рис. 3.4). За абсолютною величиною це становить близько 250 кг, що можна компенсувати, наприклад його балансуванням. Пояснити отриманий результат можна через необхідність покращення зчпних властивостей рушіїв трактора з ґрунтом при зменшенні опору їх коченню.

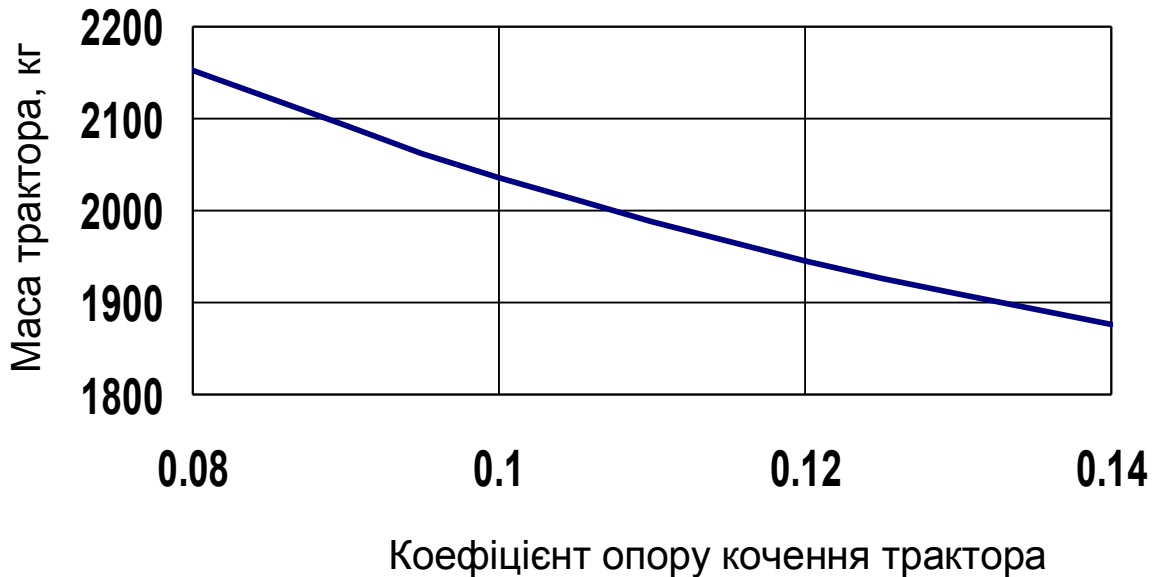


Рисунок 3.4 – Залежність мінімально-необхідної маси агрегуючого трактора від коефіцієнту опору його кочення

Необхідна ефективна потужність двигуна трактора при переході агрегату на постійну технологічну колію природно зменшується (рис. 3.5). Це пояснюється зменшенням витрат потужності на долання опору кочення трактора при використанні постійної технологічної колії. За абсолютною величиною ця різниця між 1 та 2 варіантами руху ґрунтообробного МТА становить близько 6 кВт. При питомій витраті палива сучасного двигуна трактора на рівні 266 г/кВт.год і вартості палива 28 грн/кг встановлено, що при переході на постійну технологічну колію при використанні даної технологічної операції можна заощаджувати:

$$0,266 \cdot 6 \cdot 28 = 44,68 \text{ грн./год.}$$

При продуктивності роботи агрегату за 1 год змінного часу у 6,36 га/год економія тільки на паливі на 1 га роботи становитиме:

$$44,68 / 6,36 = 7,02 \text{ грн/га.}$$

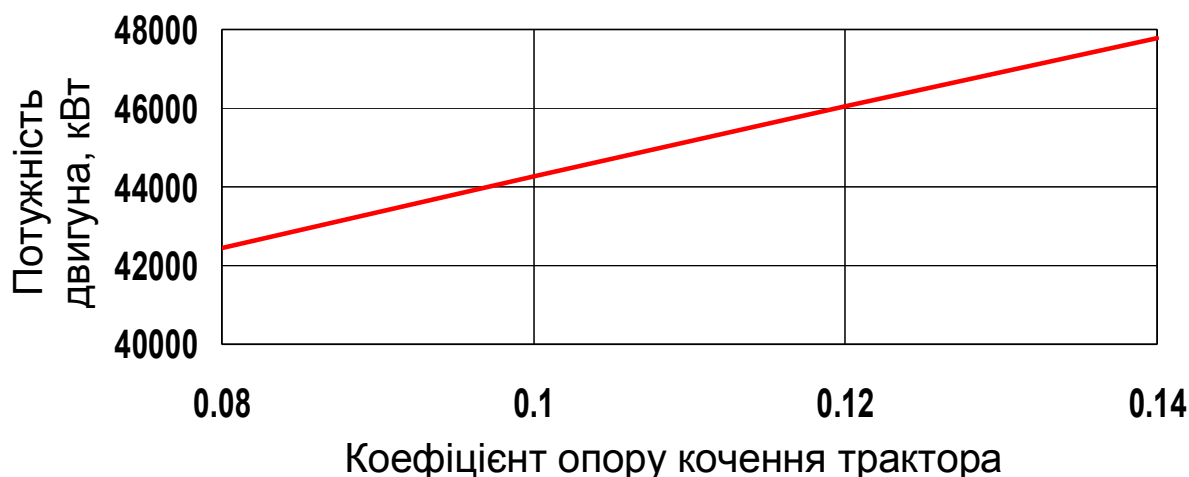


Рисунок 3.5 – Залежність мінімально-необхідної потужності двигуна агрегуючого трактора від коефіцієнту опору його кочення

Розрахунок необхідного рівня енергонасиченості трактора для його агрегування з новим агрегатом показав, що при його використанні на природному агрофоні при міжрядному обробітку просапних культур потрібен енергонасичений трактор тягово-енергетичної концепції, рівень енергонасиченості якого становить близько 25 кВт/т (рис. 3.6). А при використанні постійної технологічної колії необхідний рівень енергонасиченості трактора зменшується, наближаючись до рівня тракторів тягової концепції. Переважна більшість останніх в тракторному парку країни свідчить про їх можливе ефективне використання для виконання цієї технологічної операції.

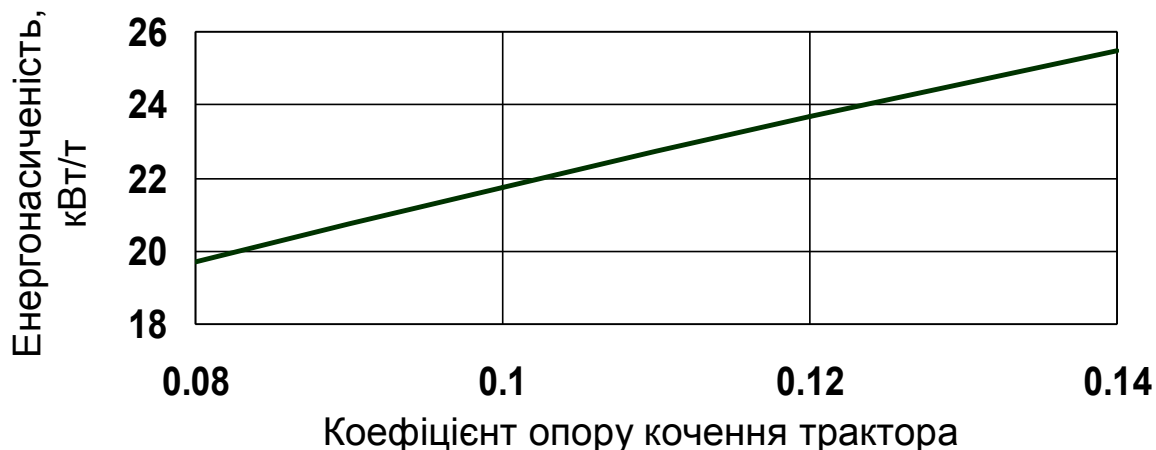


Рисунок 3.6 – Залежність мінімально-необхідного рівня енергонасиченості агрегуючого трактора від коефіцієнту опору його кочення

Розрахунок необхідного рівня енергонасиченості трактора для його агрегування з новим боронувальним агрегатом показав (табл. 3.1), що при збільшенні питомого тягового опору ротаційної борони до 1,5 кН/м необхідна маса трактора в діапазоні робочих швидкостей руху від 10 до 16 км/год не перевищує 4,0 т. Однак для таких швидкостей руху потрібен енергонасичений трактор тягово-енергетичної концепції. Оскільки необхідний рівень енергонасиченості трактора становить більше за 16 кВт/т. Або ж необхідна потужність двигуна повинна бути в межах 70-85 кВт.

Таблиця 3.1 – Розрахунок енергонасиченості трактора для його агрегування із новим боронувальним агрегатом

Швидкість руху, V_0	Мінімально необхідна маса трактора, M_T	Мінімально необхідна потужність двигуна, N_e	Мінімально необхідна енергонасиченість трактора E_T
км/год	т	кВт	кВт/т
10	2,681	45,309.3	16.9
12	2,800	56,789.8	20.28
14	2,919	69,076.5	23.66

Швидкість руху, V_0	Мінімально необхідна маса трактора, M_T	Мінімально необхідна потужність двигуна, N_e	Мінімально необхідна енергонасиченість трактора E_T
16	3,039	82,1695	27.04

Згідно з проведеними розрахунками за даними табл. 3.1 для агрегування нового боронувального агрегату обираємо трактор John Deere 6110В (рис. 3.7). У якого номінальна ефективна потужність двигуна дорівнює 81кВт, а експлуатаційна маса – 4290 кг.



Рисунок 3.7 – Трактор John Deere 6110В для агрегування з новим боронувальним агрегатом

Висновки.

1. Результатами проведеного математичного моделювання встановлено, що при використанні постійної технологічної колії на відміну від агрофону при міжрядному обробітку необхідна маса агрегуючого трактора боронувального агрегату збільшується на 250 кг, що можна компенсувати, наприклад його балансуванням.

2. Необхідна ефективна потужність двигуна трактора при переході агрегату на постійну технологічну колію природно зменшується на 6 кВт, що дозволяє заощаджувати 44,68 грн./год, або 7,02 грн/га.

3. Розрахунок необхідного рівня енергонасиченості трактора для його агрегування з новим боронувальним агрегатом показав, що при питомому тяговому опорі ротаційної борони близько 1,5 кН/м необхідна маса трактора в діапазоні робочих швидкостей руху від 10 до 16 км/год не перевищує 4,0 т. Однак для таких швидкостей руху потрібен енергонасичений трактор тягово-енергетичної концепції. Оскільки необхідний рівень енергонасиченості трактора становить більше за 16 кВт/т. Або ж необхідна потужність двигуна повинна бути в межах 70-85 кВт. Саме тому у обраного трактора John Deere 6110В номінальна ефективна потужність двигуна дорівнює 81кВт, а експлуатаційна маса – 4290 кг. Через це прийняте ефективне рішення про доцільність агрегування запропонованого борону вального агрегату з трактором John Deere 6110В, параметри характеристики якого відповідають розрахунковим.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Основні законодавчі та нормативно-правові акти згідно вимог чинного законодавства України

- 1) Закон України «Про охорону праці».
- 2) Кодекс законів про працю України.
- 3) Закон України «Основи законодавства України про охорону здоров'я».
- 4) Закон України «Про пожежну безпеку».
- 5) Закон України «Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку».
- 6) Закон України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення».
- 7) Закон України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності».
- 8) Закон України «Про основні засади державного нагляду (контролю) у сфері господарської діяльності».
- 9) Закон України «Про дозвільну систему у сфері господарської діяльності».
- 10) Закон України "Про цивільну оборону України" ВРУ № 2974 - XII від 03.02.1993 р.
- 11) Закон України "Про внесення змін до Закону України "Про цивільну оборону України" Постановою ВР N 2975-12 від 03.02.93, із змінами, внесеними згідно із Законами N 555-XIV від 24.03.99, та № 2470-III від 29.05.01) ВРУ № 555 - XIV. 1999.
- 12) Закон України "Про захист людини від впливу іонізуючих випромінювань" від 14 січня 1998 р.

13) Закон України "Про захист населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру" ВРУ № 1809 - III від 08.06.2000 р.

14) Закон України "Про правові засади цивільного захисту" ВРУ № 135 - IV від 24.06.2004 р.

15) Закон України "Про аварійно-рятувальні служби" ВРУ № 128 - XIV від 14.12.1999 р.

16) Закон України "Про внесення змін до Кодексу України про адміністративні правопорушення щодо встановлення відповідальності у сфері цивільної оборони та захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій" ВРУ №666 - IV - К., 2003 .

17) Постанова Кабінету Міністрів України від 25.08.2004 р. № 1112 «Деякі питання розслідування та ведення обліку нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на виробництві».

18) НПАОП 0.00-4.03-04 «Положення про Державний реєстр нормативно-правових актів з питань охорони праці». Наказ Держнаглядохоронпраці від 08.06.2004 р. № 151.

19) НПАОП 0.00-4.09-07 «Типове положення про комісію з питань охорони праці підприємства». Наказ Держгірпромнагляду від 21.03.2007 р. № 55.

20) НПАОП 0.00-4.11-07 «Типове положення про діяльність уповноважених найманими працівниками осіб з питань охорони праці». Наказ Держгірпромнагляду від 21.03.2007 р. № 56.

21) НПАОП 0.00-4.12-05 «Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці». Наказ Держнаглядохоронпраці від 26.01.2005 р. № 15.

22) НПАОП 0.00-4.15-98 «Положення про розробку інструкцій з охорони праці». Наказ Держнаглядохоронпраці від 29.01.1998 р. № 9.

23) НПАОП 0.00-4.21-04 «Типове положення про службу охорони праці». Наказ Держнаглядохоронпраці від 15.11.2004 р. № 255.

24) НПАОП 0.00-4.33-99 «Положення щодо розробки планів локалізації та ліквідації аварійних ситуацій і аварій. Наказ Держнаглядохоронпраці від 17.06.1999 р. № 112.

25) НПАОП 0.00-6.03-93 «Порядок опрацювання та затвердження власником нормативних актів про охорону праці, що діють на підприємстві». Наказ Держнаглядохоронпраці від 21.12.1993 р. № 132.

26) НПАОП 0.00-6.13-05 «Порядок організації державного нагляду за охороною праці та гірничого нагляду в системі Держнаглядохоронпраці України». Наказ Держнаглядохоронпраці від 30.03.2004 р. № 92

27) Рекомендації щодо організації роботи кабінету промислової безпеки та охорони праці. Затверджено Головою Держгірпромнагляду 16.01.2008 р.

28) Рекомендації щодо побудови, впровадження та удосконалення системи управління охороною праці. Затверджено Головою Держгірпромнагляд 07.02.2008 р.

29) Постанова Кабінету Міністрів України від 10.05.1994 р. № 299 "Про затвердження Положення про цивільну оборону України". - К., 1994.

30) Постанова Кабінету Міністрів України від 03.08.1998 р. № 1198 "Про єдину державну систему запобігання і реагування на надзвичайні ситуації техногенного та природного характеру". - К., 1998.

31) Постанова Кабінету Міністрів України від 26.07.2001 р. № 874 "Про удосконалення підготовки, перепідготовки і підвищення кваліфікації керівних кадрів і фахівців у сфері цивільного захисту". - К., 2001.

32) ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.

33) ДСН 3.3.6.039-99 Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації

34) НПАОП 0.00-2.23-04 «Перелік заходів та засобів з охорони праці, витрати на здійснення та придбання яких включаються до валових витрат». Постанова Кабінету Міністрів України від 27 червня 2003 р. № 994.

35) НПАОП 0.00-8.24-05 «Перелік робіт з підвищеною небезпекою». Наказ Держнаглядохоронпраці від 26.01.2005 р. № 15.

36) Перелік робіт, де є потреба у професійному доборі. Наказ МОЗ України та Держнаглядохоронпраці України від 23.09.1994 р. № 263/121.

37) ДСТУ 2293-99 «Охорона праці. Терміни та визначення основних понять».

38) Гігієнічні нормативи ГН 3.3.5-8-6.6.1-2002 «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу». Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 27.12.2001 № 528.

39) Міждержавний стандарт ГОСТ 12.0.003-74 (1999) ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».

40) Міждержавний стандарт ГОСТ 12.0.230-2007 ССБТ. Системи управління охороною праці. Загальні вимоги.

41) ДБН 2.09.04-87 Адміністративні та побутові будівлі.

42) Рекомендації щодо організації роботи кабінету промислової безпеки та охорони праці. Затверджені Головою Держгірпромнагляду 16.01.2008 р.

43) Рекомендації щодо побудови, впровадження та удосконалення системи управління охороною праці. Затверджені Головою Держгірпромнагляду 7.02.2008 р.

44) Перелік професій, виробництв та організацій, працівники яких підлягають обов'язковим профілактичним медичним оглядам. Постанова Кабінету Міністрів України від 23 травня 2001 р. № 559.

45) Директива Ради Європейських Співтовариств 89/391/ЕЕС «Про впровадження заходів, що сприяють поліпшенню безпеки й гігієни праці працівників».

46) Конвенція МОП 187 «Про основи, що сприяють безпеці й гігієні праці».

47) Міжнародний стандарт SA8000: 2001 «Соціальна відповідальність». SAI SA8000: 2001 Social Accountability International.

48) Міжнародний стандарт ISO 26000:2010 – «Настанова по соціальній відповідальності». ISO 26000: 2010 (Draft) Guidance on Social Responsibility.

49) Міжнародний стандарт OHSAS 18001:2007 Occupational health and safety management systems – Requirements. Системи менеджменту охорони праці – Вимоги.

50) Міжнародний стандарт OHSAS 18002, Guidelines for the implementation of OHSAS 18001. Настанова по впровадженню OHSAS 18001.

51) Національний стандарт України ДСТУ 4933:2008. Безпека у надзвичайних ситуаціях. Техногенні надзвичайні ситуації. Терміни та визначення основних понять (чинний від 2008-07-01). 2008.

52) Національний стандарт України ДСТУ 4934: 2008. Безпека у надзвичайних ситуаціях. Джерела фізичного походження природних надзвичайних ситуацій. Номенклатура та показники впливів уражальних чинників (чинний від 2008-07-01). 2008.

4.2 Охорона праці та вимоги безпеки при експлуатації агрегату для міжрядного обробітку посівів соняшника

Вимоги безпеки з експлуатації трактора [17].

1. Обробіток ґрунту колісним трактором дозволяється трактористам-машиністам, які мають категорію "А" і "В" з талонами попередження та пройшли інструктаж вимог безпеки і не мають медичних протипоказань.

2. Трактористи повинні бути забезпечені спецодягом: костюм з пило-непроникної тканини, рукавиці комбіновані, окуляри захисні.

3. Технічний стан тракторів, сільськогосподарських машин повинен відповідати вимогам інструкції.

4. Під час роботи, переїзду не дозволяється перебувати на тракторах стороннім особам.

5. Тракторист повинен бути навчений прийомам надання долі карської допомоги. На кожному тракторі має бути невеличка аптечка.

6. При роботі в нічний час відпочивати в борозні, у кабіні трактора при працюючому двигуні не дозволяється. При груповій роботі тракторів визначаються місця відпочинку за межами поля.

7. У разі недомагання необхідно припинити роботу, повідомити керівників і звернутися в медпункт.

Вимоги безпеки до початку роботи МТА.

1. Трактористу і допоміжним працівникам одягти спецодяг, акуратно його заправити, щоб не було звисаючих кінців.

2. При під'єднанні трактора до с.-г. машини людям треба відійти від техніки на відстань не менш як 1,5 м. З'єднання проводити при повній зупинці трактора.

3. Перед початком запускання двигуна трактора перевірити положення важелів переключення передач та справність блокуючого пристрою.

4. Починати роботу тільки після ретельної перевірки справності всього агрегату.

5. При запуску пускачем не дозволяється намотувати мотузку на руку.

6. Перед початком руху трактора з місця необхідно переконатися, що це нікому не загрожує, подати попереджуючий сигнал.

7. Особливо бути обережним при навішуванні на трактор навісних машин.

Вимоги безпеки під час роботи МТА.

1. При підйманні та опусканні навісного знаряддя, а також при поворотах треба переконатися, що ці дії не створюють небезпеки для інших працівників.

2. Під час руху агрегату сідати, сходити з нього не дозволяється.

3. Забороняється перебувати під піднятим навісним знаряддям при регулюванні та усуненні неполадок.

4. Не дозволяється залишати навісне знаряддя у піднятому положенні при довгочасних зупинках трактора.

5. На причіпних знаряддях не дозволяється встановлювати допоміжні сидіння, якщо вони не передбачені заводом-виготівачем.

6. При роботі у нічний час трактор повинен мати справне освітлення.

7. При застосуванні додаткових робочих органів для очищення знаряддя в процесі роботи необхідно звертати увагу на правильне їх встановлення. Зазор між чисткою і дисковим робочим органом повинен бути не менше 2 мм.

8. Забороняється регулювати глибину ходу дисків, сидіти на культиваторі при рухові агрегату.

9. З робочими органами культиваторів необхідна обережність. При роботі з навісним культиватором під опорні колеса підкладають дерев'яний брус рівний глибині рихлення. Ця вимога забезпечує безпеку праці, бо зникає необхідність регулювання під час роботи.

10. При використанні культиваторів на підживленні добрива засипати їх у банки туковисівних апаратів тільки після повної зупинки агрегату.

11. При заточуванні лап культиваторів та борінок необхідно користуватися рукавицями і захисними окулярами.

Заходи безпеки в аварійних ситуаціях.

1. При несправності агрегату негайно його треба зупинити.

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

Вимоги безпеки після закінчення робіт.

1. Вигнати агрегат із заїнки і, по затвердженим у господарстві маршрутам руху, поставити його на місце стоянки. Заглушити двигун, загальмувати трактор, у холодний період року злити воду і впевнитись, що вона повністю витекла з системи охолодження.

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

3. Зняти одяг, вмитися, по-можливості прийняти душ.

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

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

Технічний стан ґрунтообробних машин і пристроїв для очищення робочих органів повинні відповідати вимогам безпеки [18]. Захисні огороження, робочі органи, циліндри і шланги гідравлічної системи повинні бути справні і надійно закріплені на машині. Гайки вісі в культиваторі повинні бути затягнуті і зафіксовані. Скребки (чистики) дисків повинні бути гострі і встановлені з зазором 2-4 мм від поверхні диска.

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

Заглиблення робочих органів повинно виконуватися тільки на ходу агрегату. Управління гідросистемою необхідно виконувати тільки з сидіння трактора.

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

В процесі роботи агрегату необхідно періодично перевіряти надійність навіски агрегатуємої машини, кріплення і роботу робочих органів.

Заправку машини, заміну, регулювання і очищення робочих органів від зайвих предметів, земляних глиб, наліпленого ґрунту і залишків рослин

необхідно виконувати тільки спеціальними чистиками і при виключеному двигуні.

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

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

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

Перед початком маневрування агрегату (поворот, розворот) необхідно впевнитися, що в радіусі руху агрегату не знаходяться люди, а потім переводиться машина (робочі органи) в транспортне положення. Маневрування заднім ходом з заглибленими робочими органами забороняється. Після закінчення маневрування на початку прямолінійного руху необхідно перевести машину (робочі органи) в робоче положення.

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

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

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

Керувати робочими органами, а також переводити їх в робоче або транспортне положення необхідно тільки з кабіни трактора. При заміні робочих органів рама навісної машини повинна бути встановлена на надійні підставки.

4.3 Моделювання травмоопасних та небезпечних ситуацій під час виконання робіт з догляду за сільськогосподарськими культурами

В результаті розробленої операційно-технологічної карти на виконання технологічного процесу міжрядного обробітку посівів соняшника виявлені можливі небезпеки [19] під час роботи борону вального МТА. Для запобігання їх виникнення обґрунтовані вимоги безпеки (табл. 4.1).

Таблиця 4.1 – Можливі небезпеки та вимоги безпеки під час виконання робіт

№ з/п	Можливі небезпеки	Вимоги безпеки перед початком роботи	Вимоги безпеки під час виконання робіт
1	2	3	4
1	Травмування рухомими частинами	Не починати роботу, якщо не перевірена надійність і правильність встановлення всіх захисних огорожень.	Не усувати несправності під час роботи і не дозволяти робити це іншим працівникам агрегату, не торкатися відкритих рухомих частин. Не працювати з відкритими кришками тукових ящиків.
2	Наїзд на сторонніх осіб під час заправлення, обслуговування агрегату, маневрування	Обговорити з усіма учасниками за- правлення агрегату (водій, вантажник то- що) їх обов'язки і порядок виконання робіт. Не допускати до зони робіт сторонніх осіб.	Заправлення агрегату добривами виконувати після повної зупинки агрегату і автомобіля (трактора) з матеріалом. Рух агрегату і автомобіля (трактора) можна розпочинати лише після того, як всі учасники завантаження зайняли свої робочі місця, подали відповідні, обумовлені сигнали. Постійно слідкуйте за місцем знаходження працівників, обслуговуючих агрегат. Незалежно від обставин не починати рух (негайно зупиняйте агрегат) при

1	2	3	4
			<p>втраті працівників з поля зору. Не зупиняти агрегат на крутих схилах, не виконуйте робіт з технічного обслуговування агрегату, зупиненого на нерівній місцевості. При вимушених зупинках з необхідністю виходу із кабіни надійно загальмувати трактор.</p>
3	Травмування внаслідок обриву зчіпних пристроїв	Періодично перевіряйте надійність зчіпного (навісного) пристрою, відповідність його технічним вимогам.	Заглиблення і піднімання робочих органів виконуйте лише під час прямолінійного руху агрегату. Маневрування в межах визначеної розворотом смуги, не допускаючи різких поворотів, ривків. Не рухатися агрегатом назад при заглиблених робочих органах.
4	Перекидання, випадіння з кабіни, зіткнення	Перевірити, щоб опори (підніжки) та поручні (перила, ручки) трактора були справними та сухими. Перед посадкою в кабіну очистити взуття і сходи від бруду. Перевірити, щоб біля ярів і крутих схилів відведеного для роботи поля була	Не виконувати робіт і не транспортувати агрегат на площах зі схилом понад 8–9 град (15–16%). Під час роботи агрегату сидіть тільки на спеціально обладнаних сидіннях, які передбачені конструкцією машини. Не стрибати на землю з кабіни та інших місць трактора. Під час руху агрегату не зіскакувати і не вискакувати на нього, не відчиняйте двері і не висовуватися з кабіни трактора, не ставати на підніжки для огляду робочих органів, не

1	2	3	4
		<p>відорана контрольна борозна на відстані 10 м від їх краю та встановлені попереджувальні віхи. Такими ж віхами позначені інші перепони, що можуть загрожувати безпечній роботі агрегату. При груповій роботі домовитися про порядок роботи, роз'їздів, об'їздів агрегатів тощо.</p>	<p>переходити з однієї причіпної машини на іншу, не ремонтувати (не регулювати) робочі органи, не сидіти та не стояти на крилах трактора, причіпних сергах або рамах машин. Об'їжджати агрегат, що зупинився попереду, зі сторони необробленого поля і тільки з піднятими робочими органами.</p>
5	Враження блискавкою		<p>При наближенні грози припинити всі види польових робіт. З наближенням грозових розрядів відійти не менше як за 40 м від машин, транспортних засобів, скирт, стогів, одиноких дерев, інших споруд, що здіймаються над навколишньою місцевістю, накритися від дощу і присісти. Не ховатися від грози в кабінах машин, під причепами тощо.</p>

4.4 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Евакуація є наймасштабнішим способом захисту населення у надзвичайних ситуаціях.

При евакуації здійснюється організоване вивезення (виведення) населення на територію, що знаходиться за межами зони можливого катастрофічного затоплення, радіаційного чи хімічного ураження, прогнозованого виникнення локальних збройних конфліктів, районів виникнення стихійного лиха або великомасштабних аварій і катастроф.

.Іноді замість евакуації застосовують розосередження – організований вихід з міст і розміщення в замиській зоні робітників та службовців об'єктів господарювання, що продовжують роботу в містах при НС, коли одна зміна працює на підприємствах, а інша відпочиває в замиській зоні.

Безпечне віддалення районів розміщення евакуйованого населення становить:

- для міст особливої групи — 40...50 км;
- для міст першої групи — 30..40 км;
- для міст другої групи — 25...30 км;
- для міст третьої групи — 20...25 км;
- для об'єктів особливої важливості (позакатегорійними містами) — 15...20 км.

Залежно від обстановки, яка склалася на час надзвичайної ситуації, може бути проведено загальну або часткову евакуацію населення, тимчасового або безповоротного характеру (рис.4.1).

Загальна евакуація проводиться за рішенням Кабінету Міністрів України для всіх категорій населення і планується на випадок:

- можливого небезпечного *радіоактивного забруднення* території навколо атомних електростанцій (якщо виникає безпосередня загроза життю та здоров'ю людей, які проживають в зоні ураження);

- загрози *катастрофічного затоплення* місцевості з чотирьохгодинним добіганням проривної хвилі.

- загрози життю та здоров'ю населення, яке проживає в зоні виникнення надзвичайної ситуації *військового характеру*.



Рисунок 4.1 – Види евакуації населення на випадок надзвичайної ситуації

Часткова евакуація проводиться за рішенням Кабінету Міністрів України в усіх інших випадках загрози або виникнення надзвичайної ситуації техногенного та природного характеру.

Під час проведення часткової евакуації завчасно вивозиться не зайняте у сферах виробництва та обслуговування населення: діти; учні навчальних закладів; вихованці дитячих будинків, разом з викладачами та вихователями; студенти; пенсіонери та інваліди, які утримуються у будинках для осіб похилого віку, разом з обслуговуючим персоналом і членами їхніх сімей.

Евакуаційні заходи плануються з метою:

- 1) зменшення ймовірних втрат населення;
- 2) збереження кваліфікованих кадрів спеціалістів;
- 3) забезпечення стійкого функціонування важливих об'єктів господарювання;
- 4) створення угруповання сил і засобів Цивільного захисту для їх подальшого застосування в осередках надзвичайних ситуацій.

Першорядне значення при евакуації приділяється термінам евакуації людей з небезпечної зони.

Найшвидший спосіб евакуації населення — *комбінований*, коли масове виведення населення з міст пішки поєднується з вивезенням певних категорій населення усіма наявними видами транспорту.

Евакуація населення, як правило, здійснюється за *територіальнофункціональним принципом*. Це означає, що виведення у замську зону більшої частини населення організується через підприємства, установи і навчальні заклади, а решта населення евакуюється через ГЖЕДи і домоуправління за місцем проживання.

Збір та реєстрація евакуйованих проводиться через *збірні евакуаційні пункти* (ЗЕП), які розташовуються у громадських будівлях (школах, клубах тощо) поблизу залізничних станцій, платформ, пристаней — тобто поблизу місць посадки на відповідний транспорт, а також на підприємствах, звідки можливе вивезення людей.

Кожному ЗЕП присвоюється порядковий номер і до нього приписують найближчі об'єкти господарювання, а також ГЖЕДи, населення яких буде евакуйовуватися через цей ЗЕП. Організація роботи ЗЕП покладається на його начальника, групу оповіщення, групу реєстрації й обліку, групу охорони громадського порядку, медичну службу, коменданта й чергових.

Для населення, що евакуюється пішки, евакуація планується на відстань добового переходу (30...40 км). Маршрути, за якими евакуйовані рухаються пішки, як правило, прокладаються по дорогах, що не використовуються для руху автотранспорту.

Рух евакуйованого населення здійснюється у складі колон чисельністю від 500 до 1000 осіб. *Швидкість руху* колон на маршруті планується у межах 4...5 км/год., *дистанція* між колонами до 500 м. Під час проходження маршруту через кожні 1...1,5 год. роблять *невеликі привали* тривалістю 10...15 хвилин, а на початку другої половини добового переходу влаштовують *великий привал* на 1...2 години.

Для кожної колони має бути розроблена схема маршруту, на якій вказано:

- 1) склад колони;
- 2) вихідний пункт;
- 3) пункти регулювання руху і час їх проходження;
- 4) місця і тривалість привалів;
- 5) медичні пункти та пункти обігрівання;
- 5) сигнали управління та оповіщення.

Для забезпечення безперервного руху на шляхах евакуації на кожен маршрут призначається начальник маршруту з групою управління, до якої включаються як представники підприємств та організацій, що евакуюються цим шляхом, так і представники тих сільських районів, територією яких проходить маршрут.

При евакуації у віддалені райони створюються *проміжні пункти евакуації* (ППЕ), які знаходяться за межами можливих руйнувань (затоплення тощо). На ППЕ прибулі тимчасово розміщуються, забезпечуються їжею, водою, після чого відправляються (транспорт) до районів постійного розміщення.

У місцях прийому та розміщення евакуйованих створюються *приймальні евакуаційні пункти* (ПЕП), які розташовують поблизу станцій (пунктів) висадки прибулого населення. На ПЕП організують зустріч евакуйованих, їх облік і відправку на кінцеві пункти розміщення (транспорт) або пішки).

До складу працівників ПЕП, як правило, входять: начальник ПЕП, група зустрічі й прийому, група обліку й реєстрації, група комплектування і відправки до місця розселення, група харчування і постачання, комендант. На ПЕП організується робота стола довідок, кімнати матері і дитини, медпункту, посту охорони громадського порядку.

ПЕП координує свою роботу із *приймальної евакуаційною комісією* (ПЕК), яку очолює заступник голови місцевої адміністрації, а до складу входять відповідальні працівники місцевих організацій і служб.

Про початок евакуації населення оповіщається через підприємства, організації, навчальні заклади, ГЖЕДи і органи міліції.

Ідучи на ЗЕП, кожен евакуйований повинен узяти із собою: паспорт, військовий квиток, документи про освіту, трудову книжку чи пенсійне посвідчення, свідоцтва про народження дітей, запас продуктів на 2...3 дні, білизну, постіль та інші необхідні речі для тривалого перебування в заміській зоні.

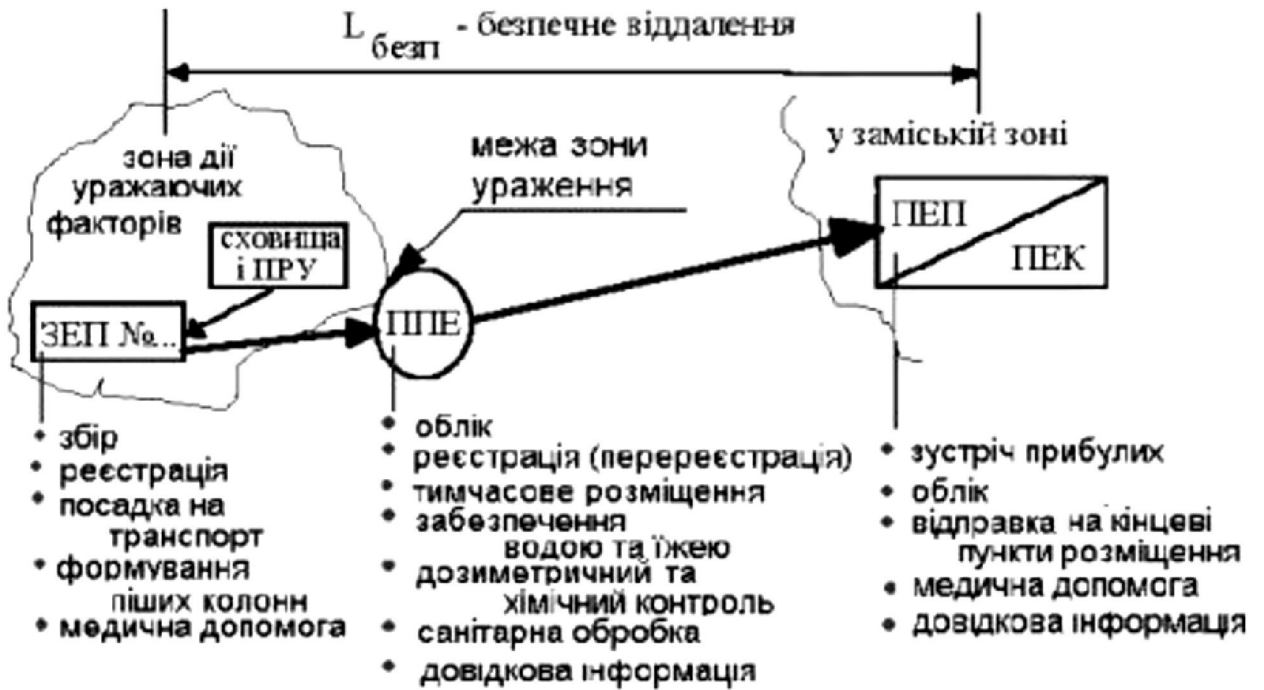


Рисунок 4.2 – Схема здійснення евакуації населення

5 ОЦІНКА ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ МІЖРЯДНОГО ОБРОБІТКУ ПОСІВІВ СОНЯШНИКА БОРОНУВАЛЬНИМ АГРЕГАТОМ

В основу оцінки економічної ефективності використання агрегату в складі універсально-просапного трактора і нової пружинної борони, створеної на базі просапного культиватора ALTAIR-5,6 при міжрядному обробітку посівів просапних культур положимо припущення, підстава якого розглянута у 1 розділі роботи. Згідно цього припущення використання вказаного знаряддя за рахунок ефекту аерації ґрунту і його насиченням з повітря дозволить зменшити норму внесення мінеральних добрив щонайменше вдвічі, а також дозволить збільшити урожайність соняшника щонайменше на 5%.

За методику визначення показників економічного оцінювання культиватора ALTAIR-5,6 з додатковими робочими органами (ротаційними борінками) положимо ДСТУ 4397:2005 «Методи економічного оцінювання техніки на етапі випробовування» [20]. Цей стандарт поширюється на спеціалізовану сільськогосподарську техніку (далі за текстом – машини), призначену для виконання окремих операцій, трактори, транспортні засоби, універсальні самохідні машини, технологічні мобільні та стаціонарні комплекси. Стандарт встановлює загальні положення, показники економічного оцінювання та методи їх визначення на етапі випробування вказаних машин.

За базовий варіант МТА положимо агрегат у складі трактора John Deere 6110В і культиватора ALTAIR-5,6 з серійними робочими органами виробництва ПАТ «Ельворті».

За новий варіант культиваторного агрегату положимо МТА у складі трактора John Deere 6110В і культиватора ALTAIR-5,6 з додатковими ротаційними борінками для міжрядного обробітку посівів просапних культур.

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

$$E_p = (\Pi_6 - \Pi_n) \cdot B_3 + E_я, \quad (5.1)$$

де $P_{\text{б}}$, $P_{\text{н}}$ – сукупні витрати на га відповідно по базовій і новій машинах, грн/га;

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

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

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

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

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

T_3 – зональне річне навантаження машини, год.

$$B_{3\text{б}} = 350 \cdot 5,04 = 1764 \text{ га.}$$

$$B_{3\text{н}} = 350 \cdot 6,36 = 2226 \text{ га.}$$

Річний економічний ефект, отриманий за рахунок зміни кількості та якості продукції ($E_{\text{я}}$) у гривнях, визначається за формулою:

$$E_{\text{я}} = C_{\text{ян}} - C_{\text{яб}}, \quad (5.3)$$

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

В дипломній роботі положимо, що за рахунок більш якісного міжрядного обробітку посівів соняшника дозволить збільшити його урожайність щонайменше на 5%. В натуральних одиницях це становитиме 80 кг/га насіння соняшника. При його вартості 10900 грн/т річний економічний ефект, отриманий за рахунок зміни кількості та якості продукції становитиме

$$E_{\text{я}} = 80 \cdot 10,9 = 872 \text{ грн/га.}$$

Вартість продукції, отриманої у разі застосування нової чи базової ($C_{\text{я}}$) у гривнях, визначають за формулою:

$$C_{\text{я}} = \sum_{j=1}^n C_j \cdot V_j, \quad (5.4)$$

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

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

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

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

де I – прямі експлуатаційні витрати, грн/га;

K – питомі інвестиційні вкладення, грн/га.

Коефіцієнт ефективності капітальних вкладень (E_n) визначають за формулою:

$$E_n = C_\delta / 100, \quad (5.6)$$

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

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

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

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

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

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

A – затрати на амортизацію, грн./га;

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$Z_o = \frac{59,8}{5,04} = 11,86 \text{ грн / га} .$$

$$Z_n = \frac{59,8}{6,36} = 9,40 \text{ грн / га} .$$

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

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

де q – питомі витрати палива, л/га;

C_n – ціна одного літру палива грн/л;

k_n – коефіцієнт, що враховує вартість мастильних матеріалів.

$$\Gamma = 2,8 \cdot 1,15 \cdot 29 = 93,38 \text{ грн/га} .$$

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

$$P = \frac{B \cdot (r_T + r_K)}{W_{ek} \cdot T_n}, \quad (5.10)$$

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

r_K – коефіцієнт відрахувань на капітальний ремонт;

T_n – нормативне річне завантаження, год.

$$P_o = \frac{3800000 \cdot (0,0638)}{1800} + \frac{127000 \cdot (0,0146)}{1764} = 135,74 \text{ грн / га} .$$

$$P_n = \frac{3800000 \cdot (0,0638)}{1800} + \frac{183970 \cdot (0,0146)}{2226} = 135,89 \text{ грн / га} .$$

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

$$A = \frac{B \cdot a}{W_{3M} \cdot T_3}, \quad (5.11)$$

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

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

де n – термін служби в роках.

$$A_o = \frac{3800000 \cdot (0,105)}{1800} + \frac{127000 \cdot (0,125)}{1764} = 230,66 \text{ грн / га}.$$

$$A_n = \frac{3800000 \cdot (0,125)}{1800} + \frac{133500 \cdot (0,125)}{2226} = 231,99 \text{ грн / га}.$$

Затрати на допоміжні технологічні матеріали, зокрема, мінеральні добрива на підживлення сходів соняшника (Φ) у гривнях на га визначають за формулою:

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

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

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

$$\Phi_o = 45 \cdot 10 = 450 \text{ грн / га}.$$

$$\Phi_n = 22,5 \cdot 10 = 225 \text{ грн / га}$$

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

$$M = \frac{\sum_{i=1}^n Z_{mi} \cdot r_i \cdot n_i + C_D + S_{3CM}}{W_{ER} \cdot T_3}, \quad (5.14)$$

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

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

S_{3CM} – річні витрати на зберігання та страхування машини, грн.

$$M_{\sigma} = \frac{3800000 \cdot (0,03)}{1800} + \frac{127000 \cdot (0,03)}{1764} = 65,49 \text{ грн / га} .$$

$$M_{\eta} = \frac{3800000 \cdot (0,03)}{1800} + \frac{183970 \cdot (0,03)}{2226} = 65,81 \text{ грн / га}$$

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

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

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

$$K_{\sigma} = \frac{3800000 + 0}{1800} + \frac{127000 + 0}{1764} = 2183,1 \text{ грн / га} .$$

$$K_{\eta} = \frac{3800000 + 0}{1800} + \frac{183970 + 0}{2226} = 2193,75 \text{ грн / га} .$$

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

$$I_{\sigma} = 11,85 + 230,66 + 135,74 + 93,38 + 450 + 65,49 = 987,1 \text{ грн/га.}$$

$$I_{\eta} = 9,4 + 231,99 + 135,89 + 93,38 + 225 + 65,81 = 761,5 \text{ грн/га.}$$

Сукупні витрати (Π) у гривнях на га складатимуть:

$$\Pi_{\sigma} = 987,1 + 2183,1 \cdot 0,175 = 1357,0 \text{ грн/га.}$$

$$\Pi_{\eta} = 761,5 + 2193,75 \cdot 0,175 = 1131,0 \text{ грн/га.}$$

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

$$E_p = (1357,0 - 1131,0 + 872) \cdot 2226 = 2443383,0 \text{ грн.}$$

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

$$O = (I_{\sigma} - I_{\eta}) \cdot B_3 + E_p, \quad (5.16)$$

де I_{σ} , I_{η} – прямі експлуатаційні витрати відповідно по базовій та новій машинах на одиницю виробітку, грн/га.

$$O = (987,1 - 761,5 + 872) \cdot 2226 = 2443383,0 \text{ грн.}$$

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

$$T_{окд} = \frac{K_n}{O}, \quad (5.17)$$

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

$$T_{окд} = \frac{3983970}{2443383} = 1,63 \text{ років}.$$

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

Таблиця 5.1 – Результати розрахунку прямих експлуатаційних витрат

Склад МТА за варіантом	Заробітна плата		Амортизація		Капітальне, поточне ремонтування, ТО		Паливо		Затрати на допоміжні матеріали (мін. добрива)		Затрати на зберігання, страхування та монтування		Всього
	грн/год	грн/га	%	грн/га	%	грн/га	кг/га	грн/га	кг/га	грн/га	%	грн/га	
Базовий варіант													
John Deere 6110В	59,8	11,86	10,5	221,7	6,38	134,6	2,8	93,38	45	450	3	63,33	987,1
ALTAIR-5,6			12,5	8,99	1,46	1,05						2,16	
Новий варіант													
John Deere 6110В	59,8	9,40	10,5	221,7	6,38	134,6	2,8	93,38	22,5	225	3	63,33	761,5
ALTAIR-5,6 з ротац. борінками			12,5	10,33	1,46	1,20						2,47	

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

Результати розрахунків економічної ефективності свідчать, що новий МТА для догляду за посівами соняшника, побудований на основі культиватора ALTAIR-5,6 з ротаційними борінками, за рахунок скорочення витрат на мінеральні добрива для підживлення сходів соняшника та збільшення його урожайності щонайменше на 5% можна одержати річний економічний ефект при його зональному завантаженні в сумі 2443383 грн. Затрати на придбання нового культиваторного агрегату при його річному зональному завантаженні окупляться за 1,63 роки.

Таблиця 5.2 - Показники порівняльної економічної ефективності нового культиваторного агрегату

Найменування показника	Варіант МТА		Відхилення (+,-)
	Базовий	Новий	
	John Deere 6110B + ALTAIR-5,6	John Deere 6110B + ALTAIR-5,6 з ротац. борінками	
1	2	3	4
Балансова вартість агрегату, грн	3800000+ 127000	3800000+ 183970	+56970
Продуктивність змінна, га/год	5,04	6,36	+1,32
Зональний наробіток, год	350	350	-
га	1764	2226	+462
Затрати праці, люд.-год/га	0,198	0,157	-0,041
Прямі експлуатаційні витрати, грн/га	987,1	761,5	-225,7
Сукупні витрати, грн/га	1357,0	1131,0	-225,7
Річна економія ресурсів (мін.добрив), т	-	50,0	-
Річний економічний ефект, одержаний за рахунок економії ресурсів та зміни кількості продукції, грн	-	2441922	-
Річний економічний ефект від експлуатації нового агрегату, грн.	-	2443383	-
Термін окупності додаткових інвестиційних вкладень, років	-	1,63	-

ВИСНОВКИ

1. Проблема традиційного міжрядного обробітку просапних культур серійним культиватором типу КРН полягає в тому, що його використання направлено на знищення бур'янів та розпушування ґрунту. А це призводить практично до повної втрати вологи в родючому шарі ґрунту. Через це рослини не можуть реалізувати свій біологічний потенціал, особливо на початковій стадії їх зростання. Тому в дипломній роботі поставлена задача планування наукових та прикладних досліджень технологічного процесу міжрядного обробітку ґрунту за допомогою ротаційних робочих органів типу борін-мотик.

2. Розроблена нова технологія міжрядного обробітку посівів соняшника способом, який включає обробіток захисних зон рядка ротаційними голчастими дисками або борінками. А зона міжрядь посівів оброблюється симетрично розміщеними ротаційними борінками з однаковою або різною шириною захвату і кутом атаки кожного диску борінки. Зона міжряддя між дисками борінок оброблюється симетрично розміщеними плоскорізальними сегментами під однаковим кутом їх атаки, які працюють на глибині обробітку до 4...6 см. Це дозволяє максимально зберегти ґрунтову вологу, покращити агротехнічну якість розпушування ґрунту при обробітку посівів просапних сільськогосподарських культур з одночасним ефективним знищенням бур'янів, як в міжрядді, так і в рядку.

3. Запропонована нова конструктивно-технологічна схема боронувального агрегату на основі просапного культиватора ALTAIR-5,6, кожна секція робочих органів якого містить шість попарно розміщених ротаційних голчастих дисків або борінок з кутом атаки α та три плоскорізальні сегменти з кутом атаки β .

4. Результатами проведеного математичного моделювання процесу агрегування запропонованого боронувального агрегату встановлено, що при використанні постійної технологічної колії на відміну від агрофону при міжрядному обробітку необхідна маса агрегуючого трактора збільшується на 250 кг, що можна компенсувати, наприклад його балансуванням. Необхідна ефективна потужність двигуна трактора при переході агрегату на постійну

технологічну колію природно зменшується на 6 кВт, що дозволяє заощаджувати 44,68 грн./год, або 7,02 грн/га.

5. Розв'язання математичної моделі щодо визначення необхідного рівня енергонасиченості трактора для його агрегування з новим боронувальним агрегатом показало, що при питомому тяговому опорі ротаційної борони близько 1,5 кН/м необхідна маса трактора в діапазоні робочих швидкостей руху від 10 до 16 км/год не перевищує 4,0 т. Однак для таких швидкостей руху потрібен енергонасичений трактор тягово-енергетичної концепції. Оскільки необхідний рівень енергонасиченості трактора становить більше за 16 кВт/т. Або ж необхідна потужність двигуна повинна бути в межах 70-85 кВт. Через це прийняте ефективне рішення про доцільність агрегування запропонованого боронувального агрегату з трактором John Deere 6110B, параметри характеристики якого відповідають розрахунковим.

6. Оптимізовано інноваційну техніко-технологічну систему міжрядного обробітку посівів соняшника. Обраний раціональний швидкісний режим руху агрегату на рівні 14,0 км/год, за яким продуктивність змінного часу його роботи агрегату складає 6,36 га/год, що вище за продуктивність роботи просапного культиватора типу КРН-5,6. Розроблені рекомендації з використання нового борону вального агрегату на міжрядному обробітку посівів соняшника.

7. У відповідності до вимог чинного законодавства України розроблені заходи з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях при використанні нового борону вального агрегату на міжрядному обробітку посівів просапних культур.

8. Результати розрахунків економічної ефективності свідчать, що новий МТА для догляду за посівами соняшника, побудований на основі культиватора ALTAIR-5,6 з ротаційними борінками, за рахунок скорочення витрат на мінеральні добрива для підживлення сходів соняшника та збільшення його урожайності щонайменше на 5% можна одержати річний економічний ефект при його зональному завантаженні в сумі 2443383 грн. Затрати на придбання нового культиваторного агрегату при його річному зональному завантаженні окупляться за 1,63 роки.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Надикто В.Т., Кюрчев В.М., Кувачов В.П. Використання техніки в АПК: підручник. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2020. 268 с.
2. Примак І.Д., Єщенко В.О., Манько Ю.П. та ін. Ресурсозберігаючі технології механічного обробітку ґрунту в сучасному землеробстві України. К.: "КВІЦ", 2007. 272 с.
3. Современные проблемы науки и производства в агроинженерии: Учебник / Под ред. А. И. Завражнова. СПб.: Издательство «Лань», 2013. 496 с.
4. Фирсов Й.П. Технология производства продукции растениеводства. М.: Агропромиздат, 1989. 432 с.
5. Маринина Л., Шустик Л., Маринин С. Ротационные бороны – многофункциональность, высокая продуктивность и экологичность. *Пропозиція*. 2017. № 4. С. 21-24.
6. Експлуатація машин та обладнання / За ред. Бендери І.М. Кам'янець–Подільський: ФОП «Сисин Я.І.», 2013. 576 с.
7. Машиновикористання в землеробстві./ За ред. проф. В.Ю. Ільченка і доц. Ю.П. Нагірного. К.: Урожай, 1994. 382 с.
8. Надикто В.Т. Методика визначення потужності двигуна с.–г. трактора. *Техніка і технолог в АПК*. 2014. №1. С. 7–9.
9. Довідник з машиновикористання в землеробстві / За ред. В.І. Пастухова. Харків: Веста, 2001. 347 с.
10. Кувачов В.П. Механіко-технологічні основи використання спеціалізованих ширококолієних агрозасобів. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2017. Випуск 2 (97). С. 161-166.
11. Калетнік Г.М., Адамчук В.В., Кувачов В.П. та ін. Теорія плоскопаралельного руху удобрювально-посівного машинно-тракторного агрегату. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2017. Випуск 2 (97). С. 6-18.
12. Кувачов В.П. Дослідження технологічних властивостей спеціалізованого ширококолієного агрозасобу. *Всеукраїнський науково-*

технічний журнал: Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2017. Випуск 1 (96). С. 30-36.

13. Аюбов А. М., Кувачов В. П., Чугункін К. В. Дослідження роботи системи контролю висіву насіння сільськогосподарських культур. Науковий вісник ТДАТУ. 2019. Вип. 8, том 2. 9с.

14. Кувачов В. П. Експериментальні випробування агромого боронувального агрегату. Праці ТДАТУ. 2019. Вип. 19. Том 4. С. 223-233.

15. Кувачов В.П. Дослідження плавності ходу спеціалізованого ширококолієного агрозасобу. Вісник аграрної науки. 2017. №4. С. 46-53.

16. Булгаков В.М., Адамчук В.В., Кувачов В.П. та ін. Теоретичне дослідження стійкості руху комбінованого машинно-тракторного агрегату. Вісник аграрної науки. 2017. №5. С. 37-44.

17. Протоєрейський О. С, Запорожець О. І. Охорона праці в галузі: Навч. посіб. К.: Книжкове вид-во НАУ, 2005. 268 с.

18. Основи охорони праці: Підручник / Ткачук К.Н., Халімовський М.О., Зацарний В.В. та ін. К.: Основа, 2006. 444 с.

19. Рогач Ю.П., Гранкіна О.В., Вітер Г.Ю. Охорона праці: навчальний посібник. Мелітополь: ТДАТА, 2007. 160 с.

20. Сільськогосподарська техніка. Методи економічного оцінювання техніки на етапі випробування: ДСТУ 4397:2005. К., 2005.