

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерно-технологічний
Кафедра Технології та засоби механізації аграрного виробництва

Пояснювальна записка
до дипломної роботи на здобуття ступеня вищої освіти
«магістр»
магістр

на тему: «Обґрунтування та розрахунок основних параметрів агрегату з комбінованими знаряддями для передпосівного обробітку ґрунту»

Виконав: здобувач вищої освіти за
Освітньо-професійною програмою
Технології і засоби механізації
сіськогосподарського виробництва
Назва ОПП
спеціальності 208 Агроінженерія
код та найменування спеціальності
ступеня вищої освіти «магістр» групи 4
магістр

Горевий Є.А.
Прізвище та ініціали здобувача вищої освіти
Керівник: Ляшенко С.В.
Прізвище та ініціали керівника

Рецензент: _____
Прізвище та ініціали рецензента

Полтава – 2021 року

ВСТУП

Сільське господарство, зокрема рослинництво, має справу з рослинами, які одночасно є предметами і знаряддями праці.

Найважливішими галузями агропромислового комплексу є рослинництво і тваринництво. Головне завдання рослинництва полягає у забезпеченні зростаючих потреб населення продуктами харчування, а тваринництво – кормами, легкої, харчової та інших галузей переробної промисловості – сировиною.

В сільському господарстві праця високомеханізована, значно збільшується використання мінеральних добрив, засобів захисту рослин від хвороб, шкідників і бур'янів, високо урожайних сільськогосподарських культур, широко впроваджується досягнення науково-технічного прогресу.

За рахунок комплексної механізації господарства мають змогу збільшувати посівні площі сільськогосподарських культур, удосконалювати структуру посівів. Використання систем високопродуктивних машин, підвищенні якості машин та устаткування засобів виробництва дає змогу забезпечити зростання виробництва продукції сільського господарства на 16% і збільшити кінцевий вихід продовольчих товарів на 26...30% [1].

Люцерну, як одну з найкращих кормових культур вирощують у польових, кормових, ґрунтозахисних та інших сівозмінах, на заплавних ділянках. У польових сівозмінах її використовують переважно півтора-два, в інших і на заплавних ділянках - два - чотири роки. Кращі попередники люцерни - озимі зернові, просапні культури, чисті від бур'янів.

Сіно треба висушити до вологості 16...18%. Як недосушена, так і пересушена трава втрачає поживні речовини. Крім того, в пересушеному сіні легко втрачаються під час згрібання, ворущіння та при перевезенні найбільш поживні частини рослин – листя та суцвіття. Тому слід стежити, щоб скошена трава висихала рівномірно. Цього досягають своєчасним ворущінням [2, 3].

В останні роки набуває поширення плющення трав одночасно із скошуванням сплющені стебла швидше висихають, завдяки чому трава висихає

рівномірно, а втрати листя та суцвіть, що не встигають пересохнути, набагато зменшуються.

В останні роки сіно пресують у тюки. За цією технологією його підбирають з валка і одночасно пресують прес-підбирачами; тюки сіна транспортують до скирти і скиртують. Пресоване сіно значно легше скиртувати і забирати скирти для згодовування тваринам.

Актуальність теми. Проблема створення потужної кормової бази складна і багатогранна. Успішне її рішення можливе лише виключно на науковій основі. Кормовиробництво як наука має свою специфіку. Найважливіша завдання її – розробка теоретичних основ і практичних прийомів отримання високих і стійких урожаїв кормових культур в різних ґрунтово-кліматичних зонах як в рільництві, так і на природних сінокосах і пасовищах і створення міцної, динамічно розвинутої кормової бази тваринництва.

Вирішити поставлення завдання по збільшенню продуктивності і стійкості кормовиробництва можна за умови розумного підходу до вибору систем землеробства, технологій обробітку ґрунту. Оскільки посів люцерни відбувається на глибину 1...2 см., то неякісна підготовка ґрунту може привести до того що нічого буде збирати. Отже темою дипломної роботи є розробка технології та обґрунтування конструктивної схеми комбінованого агрегату для передпосівної підготовки ґрунту.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконувалася відповідно до планів науково-дослідної діяльності кафедри технології та засоби механізації аграрного виробництва (2020 – 2021 р.р.) Інженерно-технологічного факультету Полтавської державної аграрної академії.

Мета і завдання дослідження. Мета роботи – підвищення ефективності роботи агрегату з комбінованими знаряддями при роботі на передпосівному обробітку ґрунту для посіву люцерни на сіно.

Для досягнення поставленої мети в роботі вирішувалися наступні *завдання*:

- провести аналіз науково-технічної інформації перспективних напрямків в технологіях передпосівного обробітку ґрунту;

- проаналізувати використання технічних засобів для обраної технології;
- вибрати об'єкт дослідження і обґрунтувати його конструктивно технологічну схему;
- виконати необхідні технологічні та експлуатаційні розрахунки по технологічному обґрунтуванню процесу обробітку на культиваторі;
- експериментально підтвердити ефективність запропонованого агрегату з комбінованими знаряддями для передпосівного обробітку ґрунту і виконати техніко-економічну оцінку доцільності застосування результатів дослідження.

Об'єкт дослідження: технологічний процес передпосівного обробітку ґрунту з використанням агрегату з комбінованими знаряддями.

Предмет дослідження: підвищення ефективності роботи агрегату з комбінованими знаряддями за рахунок удосконалення розташування ґрунтообробних знарядь та оптимізації їх розмірів.

Методи дослідження. Дослідження базувалися на використанні методів фізичного і математичного моделювання реального робочого агрегату, а також, методів математичної статистики при опрацюванні і аналізі експериментальних даних. Для вивчення процесу взаємодії робочих органів агрегату з комбінованими знаряддями з ґрунтовим середовищем використано установку з моделювання руху робочих органів ґрунтообробних машин. Достовірність результатів досліджень підтверджується задовільним співставленням даних, отриманих при теоретичних розрахунках, з результатами експериментальних досліджень.

Наукова новизна отриманих результатів: запропоновано конструктивне рішення агрегату з комбінованими знаряддями за рахунок встановлення на культиватор в передній його частині голчастого робочого органу, в середній частині – пружних стійок, а в заключній частині – пруткового котка; додатковими операціями можуть бути якісне створення насінневого ложа в ґрунтовому середовищі під насіння культур глибиною 1...2 см.; розроблений комбінований агрегат можна використовувати у ґрунтозахисних технологій вирощування сільськогосподарських культур для передпосівного обробітку ґрунту з метою поліпшення довкілля;

Практична цінність отриманих результатів. Запропонований агрегат з комбінованими знаряддями дозволяє удосконалювати технологічний процес передпосівного обробітку ґрунту перед посівами люцерни шляхом забезпечення якісного насінневого ложе на глибину 1...2 см.:

- підвищити рівномірність проростання насіння люцерни;
- поліпшити якість ґрунту при передпосівній культивуванні;
- збільшити врожайність люцерни на 18 – 22 %.

Запропонована технологія пройшла експериментальну виробничу апробацію у виробничих умовах на базі ФГ «Москалець» Хорольського району Полтавської області і дозволить отримати річний економічний ефект в порівнянні з промисловим варіантом – в розмірі 5946898 грн..

Отримані результати, рекомендуються при впровадженні технологій вирощування люцерни в умовах агропромислового виробництва. Крім того, за рахунок підвищення врожайності, реальним є збільшення кормової бази, що дозволить в майбутньому збільшити поголів'я великої рогатої худоби та підвищити надої молока. Результати дипломної роботи прийняті до використання і впровадження як перспективне конструктивно-технологічне інженерне рішення, що підтверджене актом впровадження господарства: ФГ «Москалець» Хорольського району Полтавської області.

Особистий внесок претендента. У публікаціях у співавторстві авторів належать: аналіз робочих органів культиватора КРН-5,6 для поверхневого обробітку ґрунту [4]; результати аналізу якісних показників роботи модернізованого культиватора КРН-5,6 [5].

Апробація результатів дисертації. Основні результати роботи були обговорені на конференціях: Принципи системного підходу при формуванні кваліфікаційних навичок здобувачів вищої освіти : Всеукраїнська науково-методична конференція (дистанційна форма). – Полтава: ПДАА, 19 червня 2018 р. – Вип. XIV. – С. 39-42. Енерго-і ресурсозберігаючі технології та машини в переробних та харчових виробництвах: Друга Всеукраїнська науково-практична інтернет конференція. – Полтава: ПДАА, 03-05 грудня 2018 р. – Вип. II. – С. 19-22.

1 СТАН ПИТАННЯ ТА ВИБІР НАПРЯМІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1. Аналіз і обґрунтування технологій передпосівного обробітку ґрунту

Постійний ріст енергонасиченості сільськогосподарського виробництва створює можливості для подальшої інтенсифікації механізованого обробітку ґрунту – потужного фактору для регулювання щільності орного шару. Разом з тим, багатовікове намагання механізаторів до посилення та різноманіття прийомів механізованого обробітку ґрунту з метою мобілізувати і максимально використати його природну врожайність вступило у конфлікт з невблаганними законами природи.

Альтернатива, що виникла, не залишає сумніву у особливій актуальності наукового обґрунтування технології механізованого обробітку ґрунту, головна мета якої – оптимізація фізичних властивостей ґрунту.

Чорноземі ґрунти Полтавщини мають високу природну родючість. Разом з тим їх тривале екстенсивне або недостатньо інтенсивне сільськогосподарське використання, як показують чисельні дослідження, призводить до втрати значної частини органічних речовин, агрофізичній деградації і в кінці кінців до значного зниження родючості ґрунту в цілому.

Встановлено, що давно виорані чорноземи втратили більше половини загального запасу гумусу. Суттєві втрати його призводять до різкого погіршення хімічних, фізичних і фізико-механічних властивостей ґрунту, в значній мірі зменшується їх біологічна активність.

Гумус – головна і специфічна частина ґрунту, яка підтримує динамічну рівновагу поміж синтезом і розкладом органічних речовин і регламентує зворотні зв'язки і само відновлювання ґрунту. Зменшення вмісту гумусу до певного критичного рівня різко затримує біологічний кругообіг речовин в природі, знижує інтенсивність взаємозв'язку ґрунту з біосферою і заважає саморегулюванню [6].

У чорноземній зоні України спостерігається значна строкатість ґрунтового покриву. У результаті в межах Полтавщини часто, за рахунок ухилів, зриву і

переносу ґрунтів по схилах поширені ґрунти з різною глибиною гумусного шару помітно відрізняються по зволоженню, величині гумусового шару, забезпеченості живильними речовинами й ін.

У силу цих особливостей ґрунти піддаються зміні багатьох властивостей у результаті антропогенних впливів. Так тривала їхня оранка, з ущільнюючим впливом на ґрунт ходових частин важких сільськогосподарських машин, призвели до погіршення водно-фізичних властивостей ґрунтів та вказало на основний фактор, що лімітує сучасне землеробство.

При збереженні існуючих тенденцій зміни фізичних властивостей ґрунтів у перспективі найближчих 25...30 років може відбутися їхня стабілізація на несприятливому рівні, що не забезпечує достатню родючість. Останнього можна не допустити, якщо застосовувати науково обґрунтовані прийоми обробітку ґрунтів. У той же час, щоб підвищувати ефективність землеробства, ці прийоми повинні бути енергозберігаючими [7, 8].

Які ж водно-фізичні властивості ґрунтів впливають на енерговитрати і якість обробітку ґрунту? Відомо, що при перемішуванні ґрунтових часток, а також у результаті тертя між ними і робочими органами ґрунтообробних машин виникає опір. На його подолання затрачаються визначені зусилля, що залежать від таких фізико-механічних або технологічних властивостей ґрунту, як зв'язаність, пластичність, прилипання, фізична стиглість. Вони, у свою чергу, тісно пов'язані з механічним складом ґрунту, структурою і вологістю. Чим більша, приміром, частка ґрунту, тим вона легша, має меншу зв'язаність і, отже, менший опір при обробітку. У піщаних ґрунтів менше і пластичність.

Особливо суттєво позначається на енергетичних витратах при обробітку ґрунту рівень її вологості. Глинисті ґрунти в сухому стані відрізняються великою зв'язаністю і не здатні до кришіння. При оранці глинистих ґрунтів потрібні значні зусилля, збільшується витрата пального, швидше зношуються робочі органи машин, погіршується якість обробітку. Потрібні додаткові витрати і на подальший обробіток ґрунту (культивуація, боронування й ін.). При підвищенні вологості ґрунту зв'язаність його зменшується до рівня, при якому кришіння відбувається

краще і на обробіток витрачається менше зусиль.

Для обробітку глинистих ґрунтів, негативно впливає і підвищена вологість. У цьому випадку підвищується пластичність і теж втрачається здатність ґрунту до кришіння, більш того, при стисканні знаряддями ґрунт перетворюється в однорідну грудкову масу. При цьому якість обробітку стає дуже низькою. При оранці перезволоженого ґрунту скиба не кришиться, ґрунт ущільнюється. Крім того, зверху він швидко пересихає, стає твердим, що вимагає додаткових витрат на подальший обробіток і, до того ж, призводить до розпилення ґрунту. При обробітку піщаних ґрунтів вологість відіграє менш важливу роль і, маючи завищені значення, вона не так позначається на якості підготовки полів і на енерговитратах. Обробляти ґрунти, особливо важкі, потрібно при визначеній вологості, за якої забезпечується менший питомий опір і краща якість виконання робіт. Звичайно значення оптимальної вологості вважається 40...60% від капілярної вологоємності. При цьому нижня межа є кращою при зниженій швидкості обробітку, верхня – при підвищеній. При швидкості оранки середньосуглинкових і дереново-підзолистих ґрунтів 4 км/год оптимальною вологістю слід вважати 16...17%, для абсолютно сухого ґрунту – 6...7 км/год за вологості 18...20%. Стиглість такого ґрунту, при якій витрати на обробіток знижуються в 2...3 рази, буває при вологості 15...18%. Природно, тут позначаються й інші показники стану поля – засміченість, рельєф і ін [9, 10].

Великий вплив на енерговитрати і якість обробітку ґрунту створює його структура. Структурні ґрунти володіють високою пористістю, вологоємністю і водопроникністю. Вони добре кришаться, утримують вологу, менше піддаються ерозії, у них створюються сприятливі повітряний і тепловий режими. А це, у свою чергу, обумовлює кращий розвиток ґрунтової мікрофлори, забезпечує інтенсивну мобілізацію живильних речовин.

На добре оструктурених ґрунтах менше проявляється ефект налипання ґрунту на робочі органи, при підвищенні вологості починається прилипання ґрунту до знарядь, завдяки чому знижується тертя. Встановлено, що витрати праці при оранці безструктурних ґрунтів перевищують витрати на структурних в 10 разів.

Крім того, структурні ґрунти можна обробляти при великому інтервалі вологості, вони менше ущільнюються ходовими системами машин.

За відмінної структурованості перезволожені ґрунти швидше досягають фізичної стиглості, при якій найбільше доцільно обробляти ґрунт, а тягове зусилля зменшуються іноді в 2...3 рази. В залежності від механічного складу й інших властивостей орного шару, фізична стиглість суглинних дерново-підзолистих ґрунтів настає при вмістові вологи 15...18% до ваги абсолютно сухого ґрунту [10].

Для родючості й агротехнічної оцінки ґрунту вирішальними є такі показники, як шпаруватість (пористість), щільність, твердість. Пористість відіграє винятково важливу роль у ґрунтових процесах. У порах переміщується волога і повітря, проходить мобілізація поживних речовин, розміщуються корені рослин, мікроорганізми й ін. Для забезпечення кращого водно-повітряного режиму необхідно, щоб у ґрунті було більше проміжків значних розмірів (некапілярних), що обумовлюють водопроникність, повітроємність і повітропроникність, і менше капілярних (до 0,1 мм). Сумарна кількість капілярних і некапілярних шпарин і складає загальну пористість, що виражається у відсотках до обсягу твердої фази ґрунту. Найкраща пористість 55...65% обсягу ґрунту, задовільна – 50...55%. Фізіологічно мінімальним запасом повітря або порогом аерації, вважається його вміст, на рівні 15% від обсягу ґрунту [10].

Щільність - це вага абсолютно сухого ґрунту, виражена в грамах на 1 см, при непорушеній структурі, у якій ґрунт знаходиться в полі. Від щільності залежать водний, повітряний, тепловий і живильний режими ґрунту, а також її біологічна активність.

Рослини по різному реагують як на дуже щільні так і на пухкі ґрунти. А у переущільнених ґрунтах частіше, ніж у пухких, порушується повітро- і газообмін, підвищується вміст недоступної вологи, а для засвоюваної практично не залишається місця. Надмірно пухкий ґрунт не здатний утримувати вологу, у ньому немає необхідного контакту ґрунтових часток з насінням, що проростають, а надалі і з кореневою системою рослини. Отже, для нормального росту і розвитку рослин необхідно дотримуватися визначеного рівня щільності ґрунту, причому

неоднакового для різних її типів і культур.

Величина оптимальної щільності орного шару для найбільш розповсюджених культур знаходиться в межах 1,1...1,3 г/см³ [10]. В умовах нечорноземної зони такі умови зараз зустрічаються досить рідко. Щільність ґрунту під впливом обробітку і природних факторів увесь час змінюється, зменшуючись у результаті розпушування ґрунту плугами, культиваторами боронами, а також під впливом коренів, замерзання води, утворення газів при розкладанні органічних залишків, набрякання при зволоженні й ін. Збільшується ж щільність при проході тракторів і інших машин і знарядь, випаданні дощів, висиханні ґрунту, осіданні його під дією власної ваги і при дії інших факторів. Особливо суттєво щільність залежить від вмісту в посівах органічних речовин. Разом з тим для кожного ґрунту в залежності від його механічного складу, вмісту гумусу і структури характерна визначена оптимальна щільність, називана рівноважною. Це така щільність, яка утворюється через визначений час після впливу на ґрунт природних факторів (вага самого ґрунту, опади, зміна температури й ін.). Якщо ґрунт пухкий, то згодом щільність його збільшується. Якщо ж ґрунт сильно ущільнений, навпаки, щільність його зменшується, тобто спостерігається процес саморозущільнення і щільність наближається до характерного для даного типу ґрунту, тобто рівноважної.

1.2 Аналіз задач передпосівного обробітку ґрунту

Основна мета передпосівного обробітку ґрунту – це створення умов, що забезпечують підвищення його родючості і врожайності сільськогосподарських культур.

Головні задачі передпосівного обробітку ґрунту:

1. Перетворити верхній ущільнений шар ґрунту у більш пухкий стан, щоб поліпшити водно-повітряний тепловий та живильний режими;
2. Загорнути пожнивні залишки і дернину, створити умови для їхнього розкладання з метою збільшення вмісту в ґрунті органічної речовини;
3. Очистити ґрунт від бур'янів та їх насіння, шкідників і збудників хвороб

культурних рослин;

4. Подрібнити та загорнути в ґрунт органічні і мінеральні добрива, сидеральні культури, створити умови для їхньої мінералізації з метою відновлення і підвищення родючості;

5. Підготувати ґрунт до посіву;

6. Зруйнувати дернину багаторічних рослин при обробітку цілинних перелогових земель, а також шару багаторічних трав;

7. Створити розпушений орний шар достатньої глибини.

Технологія обробітку ґрунту включає основні операції: загортання, кришіння, розпушування, перемішування, ущільнення, вирівнювання поверхні, підрізання бур'янів, створення борозен і гребнів, збереження стерні на поверхні ґрунту.

Ефективність будь-якого прийому обробітку ґрунту визначається ґрунтово-кліматичними умовами, вимогами культури, якістю підорних горизонтів і ін. Ефективність залежить також від правильного застосування основних технологічних процесів, конструкції застосовуваних знарядь і навіть від швидкості їхнього руху. Науковими дослідженнями встановлені і практикою перевірені швидкості руху агрегатів, при яких забезпечується краща якість і висока продуктивність: при луценні - 9...12 км/год, при оранці - 7...12 км/год, при прикочуванні, боронуванні і суцільній культивуванні – 6...8 км/год, при посіві – 8...15 км/год, при розпушуванні міжрядь – 8...10 км/год [11].

Технологія передпосівного обробітку ґрунту обирається з урахуванням вирощуваної культури і ґрунтово-кліматичних умов ділянки і здійснюється по одній із систем:

Відвальна. Застосовується там, де достатня кількість ґрунтової вологи і навіть є надлишок зволоження. Створює сприятливі умови для глибокого закладення, знищення рослинних залишків, бур'янів і збудників хвороб. Полягає в проведенні глибокої оранки при якій повністю перевертається пласт ґрунту.

Безвідвальна. Глибоке розпушування без перевертання пласта. Зберігає стерню, захищає від вітрової ерозії.

Мінімальна. Суттєво зменшує кількість операцій і проходів агрегатом по ділянці для запобігання ущільнення і скорочення термінів передпосівної підготовки. Застосовують комбіновані агрегати для виконання одночасно кількох технологічних операцій.

Смуговий. Обробіток поля смугами, куди в подальшому буде проводитися висів. Ефективне використання технології на малородючих ділянках, в зонах надмірного зволоження, і за неглибокого орного шару. Технологія вимагає використання потужної спеціалізованої техніки.

Нульова. Висів відбувається в необроблену землю сівалками прямого посіву. Рослинні залишки залишаються на ділянці в якості мульчі, а для боротьби із захворюваннями, бур'янами використовують селективні гербіциди.

Види і строки передпосівної обробітку ґрунту можуть змінюватися відповідно до вирощуваної культури [12].

Озимі зернові висівають восени за 40-50 діб до завершення вегетаційного періоду, щоб на момент настання стійких морозів рослини мали 3-4 пагони для протистояння несприятливій погоді. Важливо створити оптимальну щільність орного горизонту. Ґрунту т не повинен бути занадто пухким, оскільки танення снігів призводить до його осідання і ущільнення, розриву коренів, випинання вузлів кущіння. Збирання культурних рослин-попередників необхідно проводити якомога раніше, щоб зорана поверхня встигла осісти. В іншому випадку необхідно провести додаткову технологічну операцію коткування ґрунту. Поверхневий обробіток ґрунту передбачає видалення бур'янів збереження і накопичення вологи.

Ранні культури (зернові, зернобобові, льон) висівають першими, тому обробіток ґрунту треба проводити своєчасно, якісно і швидко при настанні фізичної стиглості ґрунту. Мета передпосівної культивуації – сформувати тверде вологе ложе для насіння і над ним, розпушений пухкий шар, в результаті чого створюються оптимальні умови для проростання і розвитку рослини в початковому вегетаційному періоді. Якщо після культивуації залишається нерівна поверхня, необхідно додатково використати борону і вирівнювач, або комбінованих агрегатів [12].

Посів пізніх ярих культур (гречка, просо, соняшник, кукурудза). Крім стандартного переліку операцій включає проведення повторної культивуації для знищення бур'янів. Далі проводиться боронування або прикочування для запобігання випаровування вологи. Якщо на ділянці є бур'яни, поверхня ґрунту дуже щільна, задерніла то додатково потрібно виконати лушення.

Найкраще застосовувати комбіновані агрегати, які дозволяють поєднувати відразу кілька операцій: розпушування; вирівнювання; ущільнення.

Така методика ефективна не тільки з економічної точки зору, але і в агротехнічному плані, адже значно прискорює строки виконання польових робіт, покращує їх якість і сприяє підвищенню врожайності.

1.3 Огляд знарядь для передпосівного і поверхневого обробітку ґрунту.

Науково-технічний прогрес у сільськогосподарському виробництві за останні роки значно розширив і поглибив можливості технологій обробітку ґрунту. Створено ряд унікальних машин для внесення добрив і пестицидів, для посіву та догляду за рослинами. Велика увага приділяється зниженню шкідливого впливу на ґрунт ходової частини машинно-тракторних агрегатів, що в кінцевому рахунку сприяє зростанню площ, які обробляються. Виробництво ефективних і нешкідливих засобів захисту рослин, впровадження екологічного землеробства, використання робочих органів із меншим тиском на ґрунт, прискорює освоєння систематичного мінімального обробітку не чорноземів.

В останні роки у всіх розвинутих країнах світу ведуться інтенсивні пошуки нових технологічних прийомів обробітку ґрунту, спрямованих на захист його від ерозійних процесів, збереження і підвищення родючості ґрунту, скорочення витрати пального, трудових і грошових витрат [8].

Як видно з приведеного нижче аналітичного огляду схем чизельних культиваторів і комбінованих агрегатів зараз намітилася тенденція ретельного підходу до обробітку і вирівнюванню посівного шару ґрунту різнотипними робочими органами, що включають у свій склад розпушувальні пружинні стійки з

різноманітним асортиментом робочих органів, що монтуються на брус рами, це і обертові пруткові котки, спіральюї, ножеподібні, кільчасто-шпорові і інших котків, дискових борін, ножеподібних роторів [13-15].

Фірма RAU (Німеччина) для передпосівного обробітку ґрунту на зораному полі пропонує два варіанти комплектації комбінованого агрегату робочими органами. У першому варіанті на рамі знаряддя пропонується послідовно розміщувати планувальну балку-вирівнювач, передню секцію ротаційних зірок фірми RAU, кілька рядів пружних зубів і задню секцію ротаційних зірок рис. 1.1.



Рисунок 1.1. – Комбінований агрегат для передпосівного обробітку ґрунту фірми RAU (перший варіант комплектації)

Планувальна балка – вирівнювач зрізає гребні ґрунту утворені при оранці. Передня секція ротаційних зірок розрізає і роздрібнює грудки на поверхні поля. Пружні зуби подрібнюють брили ґрунту нижче посівного шару. Задня секція ротаційних зірочок кришить брили, що залишилися, і формує посівний шар.

В другому варіанті комплектації (див. рис. 1.2.) застосовується інша форма пружних зубів. Фахівці фірми RAU називають їх «активними зубами», тому що в них більш агресивний принцип роботи.



Рисунок 1.2. – Комбінований агрегат для передпосівного обробітку ґрунту фірми RAU (другий варіант комплектації)

У порівнянні з зубовими робочими органами активні зуби глибше проникають у ґрунт, більш якісно розпушують і подають ґрунт до задньої секції ротаційних зірок. Обмеженням застосування активних зубів є наявність пожнивних рештків.

Для підготовки ґрунту до посіву за один прохід при дефіциті часу і несприятливих кліматичних умов фірма RAU пропонує нове логічне розташування робочих органів. На рамі послідовно розташовуються: нівелірна балка, передній планчастий коток, п'ять рядів S - подібних пружних зубів і задні спарені планчасті котки різного діаметра. Для підготовки необробленого ґрунту до посіву за два проходи замість 5...6 традиційних проходів. Фірма RAU пропонує комбінацію з наступних робочих органів: передньої секції S – подібних пружних зубів розташованих у два ряди, передньої секції ротаційних зірочок, задньої секції S – подібних пружних зубів і задньої секції ротаційних зірочок рис. 1.3.

Обидві моделі випускаються з 1-балковою рамою і рідше з 2-балковою. Усі модифікації чизельних культиваторів моделей 1610 і 1650 оснащуються трьома видами робочих органів: S-подібною пружною стійкою, призначеної в

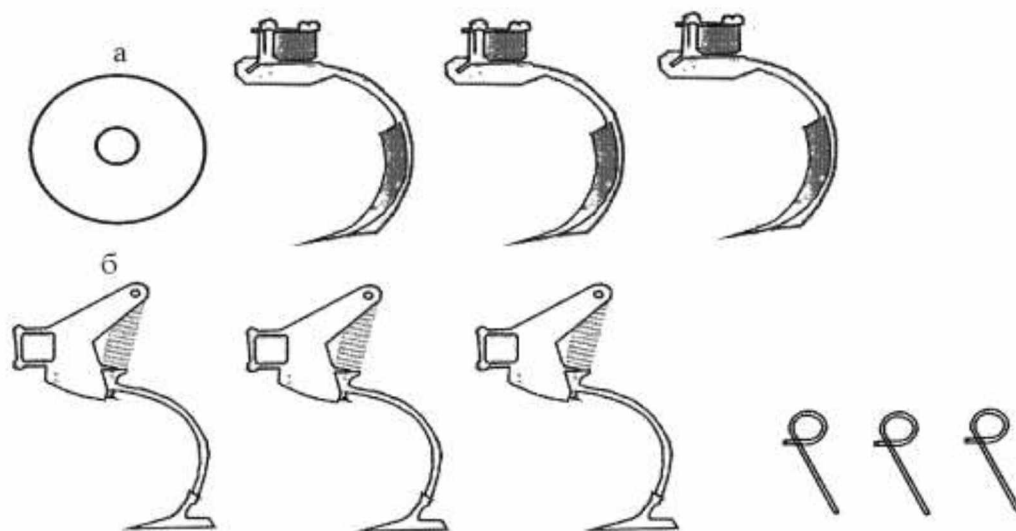
основному для роботи на полях без кам'янистих включень; С – подібні пружні стійки «Hi-Arc», призначені для обробітку важких ґрунтів і S – подібною пружною стійкою «Tri-Derh», призначеної для обробітку досить важких ґрунтів.



Рисунок 1.3 – Комбінований агрегат TERRAMAX TM3-SP (RAU)

Фірма «Glencoe» (США) випускає важкі чизельні культиватори для мінімального обробітку, що культивує, «Super Duti» і знаряддя для протиерозійного обробітку ґрунту «Soil Saver». Усі моделі чизельних культиваторів «Super Duti», що випускаються, мають трьох рядне розташування робочих органів. Робочими органами є пружні S – подібні стійки в комплекті з наральниками відвального типу.

Для ґрунтозахисних технологій фірма «Glencoe» випускає 12 моделей дисково-чизельних знарядь «Soil Saver». Установлені попереду диски, зібрані в батарею, розрізають ґрунт і пожнивні рештки. Твістери (робочі органи) потім розпушують ґрунт і перемішують його з рослинними рештками, відповідно до рис. 1.4 (а). Така комплектація знаряддя дозволяє застосовувати його на важких ґрунтах із довго-стеблевими залишками кукурудзи і соняшника. При використанні чизельних культиваторів фірми «Glencoe» на весняному обробітку пару і передпосівної культивації ґрунту їх, для більш ретельного вирівнювання ґрунту, комплектують двох – трьох рядними борінками розчісувального типу. У цьому випадку пружні стійки комплектуються стрілочастими лапами, див. рис. 1.4 (б) [16].



а) робочі органи твістери; б) стрілчасті лапами;

Рисунок 1.4 – Комплектація знарядь для ґрунтозахисних технологій фірми «Glencoe» (США)

Корпорація «Kverneland» для підготовки ґрунту до посіву пропонує кілька схем компонування робочих органів у залежності від початкового стану ґрунту.

Усі схеми передбачають ретельне вирівнювання поверхні ґрунту і розпушування його на глибину 10...15 см. Якщо посівний шар досить ущільнений його лише після розпушування розрівнюють вичісувальними борінками.

Для важких задернілих ґрунтів і при наявності в них рослинних рештків, а також для обробітку дернини корпорація «Kverneland» пропонує використовувати пружні S – подібні зуби в комплекті із секцією зіркоподібних роторних борінок.

Фірма «Flexi-Coil» (Канада) в основному робить чизельні культиватори, які мають класичне трирядне розташування робочих органів. Робочими органами є S – подібні стійки зі стрілчастими лапами, що в залежності від виконуваної технологічної операції (первинна обробка стерньового поля, передпосівний обробіток ґрунту під озимі і зернові культури, весняне розпушування зябу, розпушування задернілих ґрунтів) можуть бути пружними або мати пружні запобіжники. Відмінною рисою культиваторів фірми «Flexi-Coil» є їхня гнучка рама, що дозволяє добре копіювати рельєф поля рис. 1.5.



Рисунок 1.5 – Культиватор Flexi-Coil ST-820 (Канада)

Для обробітку ґрунту після важких попередників, таких як кукурудза і соняшник фірма «International Harvester» випускає агрегат Conser-Till-ІН-6500. (США). У передній частині агрегату знаходиться пружна дискова секція для розрізання борозен. Після батареї дисків встановлені лапи, що розпушують, установлені за трирядної схеми, оборотні, із пружними S – подібними пружними стійками. Заглиблюючись у ґрунт лапи здійснюють його розпушування і розкривають ґрунтовий шар. У такий спосіб забезпечується проникнення в ґрунт вологи і повітря. Робочі органи культиватора загортають у ґрунт 75% поживних залишків, а інші 25% рівномірно розподіляють по полю, захищаючи ґрунтовий шар від втрати вологи.

Завдяки великій висоті стійок агрегат добре працює на ґрунтах з підвищеною вологістю. За повідомленням фірми «Intenational Harvester», при використанні знаряддя Conser-Till-ІН-6500 відбувається менше ущільнення ґрунту, знижується витрата палива, зменшуються затрати праці, поліпшується накопичування вологи і швидше відбувається процес розкладання рослинних решток. Знаряддя фірма рекомендує використовувати на основному обробітку, для підготовки поля під посів озимих, а також в літній період для обробітку пару.

Фірма «Razol» (Франція) для луцення і підготовки ґрунту до посіву випускає

колісний культиватор TDD у двох модифікаціях. Культиватор складається з несучої рами на якій розташовані 4 батареї дисків у формі «X». Перед батареєю дисків розміщується прямокутна рама із пружними S – подібними зубами, регульована по висоті за допомогою гвинта. За рекомендацією фірми «Razol» переваги у використанні даного культиватора наступні:

- ефективне лушення ґрунту, що забезпечує змішування і якісне закладання бур'янів, соломи й інших пожнивних решток;
- підготовка ґрунту до посіву за один прохід замість оранки.

Використання культиватора рекомендується фірмою й у тому випадку, коли фермер не має у своєму розпорядженні часу, наприклад при посіві озимої пшениці по кукурудзі на силос.

Фірма «UNIA» (Німеччина) розробила універсальний культиватор для підготовки ґрунту під посіви будь-яких культур (зернових, буряка, картоплі, кукурудзи) рис. 1.6.



Рисунок 1.6 – Комбінований агрегат КОМБІ 3.0 (UNIA)

Конструктивно-технологічна схема культиватора являє собою послідовно розміщені на рамі: спіральну котки, чотири рядну секцію розпушуючих S – подібних робочих органів, спіральний коток і коток – глибоко подрібнювач.

При проході культиватора по зораному полю передній вирівнювач розбиває грудки і вирівнює поверхню. Передній спіральний коток забезпечує задану

глибину обробітку, розбиває грудки і робить попереднє ущільнення під посівного шару ґрунту. Секція пружних робочих органів, що розпушують, ретельно подрібнює посівний шар ґрунту до дрібно грудкуватої структури. Подвійний спіральний коток забезпечує задану глибину обробітку розбиває грудки, що залишилися, і робить остаточне ущільнення під посівний шар ґрунту. Коток-глибоко подрібнювач, ущільнює посівний шар ґрунту, сприяє підніманню води по капілярах до нього [17-19].

За допомогою такого універсального культиватора утворюється ретельно вирівняний шар ґрунту, що має оптимальний структурно-грудкуватий стан по всьому орному горизонту. Як видно з аналізу приведених технологічних схем ґрунтообробних знарядь для підготовки ґрунту до посіву, усі провідні фірми світу застосовують цілий шлейф знарядь з пасивними робочими органами в різних комбінаціях.

При розробці конструкцій ґрунтообробних знарядь для підготовки ґрунту до посіву, а це звичайно культиватори і комбіновані агрегати, фірмами – виробники переслідують одну мету, забезпечити відмінну якість розпушування, створення вирівняної поверхні ґрунту, ущільнення і забезпечення однорідних агрофізичних її властивостей у поверхневому, насінному і під насінневому шарах, що в комплексі повинно сприяти підвищенню польової схожості і рівномірному проростанню сходів культурних рослин [17-20].

Основні відмінності конструкцій знарядь для підготовки ґрунту до посіву різних фірм зводиться головним чином до різного компоновання рами, механізмів підвісок і пере налаштування знарядь у транспортне положення.

Усі знаряддя для підготовки ґрунту до посіву звичайно комплектуються робочими органами на пружинних стійках різної конфігурації в комплекті з різноманітними типами наральників і стрілчастих лап. Робочі органи на пружинних стійках розміщують частіше по двох -, трьох -, чотирирядної і рідше по V – подібній схемі. Компоновані схеми знарядь допускають регулювання в широких межах кроку розміщення пружних стійок, а просвіти під рамою, як правило, достатні для виключення забивання їх пожнивними рештками.

Комбіновані агрегати з робочими органами на пружинних стійках кращі і

мають менший тяговий опір, ніж робочі органи на нерухомо закріплених стійках. Основний недолік таких знарядь у порівнянні з пружними стійками, незадовільне загортання рослинних решток і бур'янів у ґрунт, а також відмічене недостатнє перемішування оброблюваного шару ґрунту. Відзначено, що при недостатньому загортанні, зокрема чизельними знаряддями, соломи її залишки на поверхні є вогнищами розвитку шкідливих комах і потребують додаткового обробітку гербіцидами.

1.4. Обґрунтування конструкції агрегату з комбінованими знаряддями

Впровадження інтенсивних технологій на сучасному етапі розвитку сільського господарства потребують корегування конструкцій і їх робочих органів з метою удосконалення технологічних процесів вирощування культур. Розробка нового агрегату можлива за рахунок додаткового встановлення комбінованих знарядь, які в технології передпосівної підготовки ґрунту забезпечуватимуть утворення насінневого ложе на глибину 1...2 см, що веде до зменшення енергозатрат і поліпшенню довкілля. Все це в цілому і становить головною задачею по обґрунтування та розрахунку конструктивно-технологічних параметрів агрегату для передпосівного обробітку ґрунту [21].

З метою підвищення якості передпосівного обробітку ґрунту нами запропоновано конструкцію агрегату з комбінованими знаряддями, див. рис. 1.7.

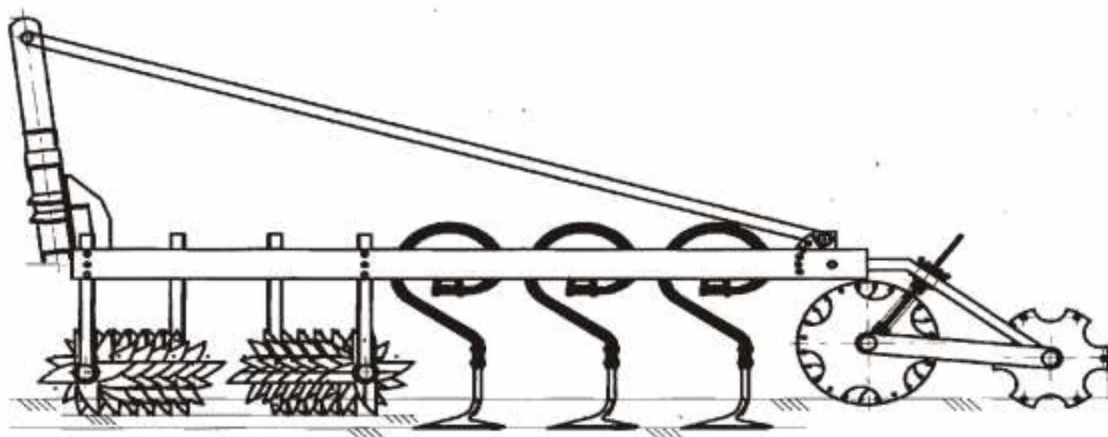


Рисунок 1.7 – Конструктивно – технологічна схема знаряддя для передпосівного і поверхневого обробітку ґрунту в умовах Полтавщини.

Як видно з рисунку 1.7 в передній частині на рамі агрегату змонтовані дві батареї голчастих робочих органів встановлених з певним кутом атаки кожна. Використання голчастих дисків можливе із суцільними або з вирізами для кращого розрізання стерньових залишків, в залежності від виконуваних завдань обробітку ґрунту. Дисківі батареї встановлюються прямо по ходу або під невеликим кутом.

Після батареї дисків встановлені лапи, що розпушують, установлені за трирядної схеми, оборотні, із пружними S – подібними пружними стійками. Заглиблюючись у ґрунт лапи здійснюють його розпушування і розкривають ґрунтовий шар. Для вирівнювання оброблюваної поверхні ґрунту і утворення додаткової необхідної щільнісного посівному шарові ґрунту, у конструкції передбачено встановити котки різної конструкції та діаметрів.

В остаточному підсумку, якщо розглянути технологічний процес підготовки ґрунту до посіву, то він буде виглядати так: подрібнювання пожнивних решток і розпушування над насінневого шару ґрунту – розпушування ґрунту на всю глибину посівного шару та утворення необхідного структурного складу – вирівнювання поверхні ґрунту і утворення поверхні із необхідною щільнісного.

1.5. Висновки за розділом 1

1. Однією з найбільш використовуваних культур в раціоні годівлі великої рогатої худоби є люцерна. Тому, питання підвищення врожайності, продуктивності посівів, в тому числі при вирощуванні на сіно, залишається актуальним.

2. Найпоширенішою сільськогосподарською машиною в технології передпосівної підготовки ґрунту перед посівом люцерни є культиватор. Зміною робочих органів та використовуючи додаткові специфічні конструктивні елементи можливо забезпечити якісне виконання усіх передбачених технологією підготовки ґрунту до посіву насіння люцерни.

3. Виходячи з того, що запропонований агрегат з комбінованими знаряддями планується використовувати на передпосівній культивації ґрунту, передбачається провести розрахунки основних його параметрів.

2. МЕТОДИКА Й ОСНОВНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Технологічні розрахунки направлені, в першу, чергу на забезпечення якості і надійності роботи машини і агрегату в цілому, якщо необхідно то визначити оптимальні геометричні розміри робочих органів що в кінцевому разі буде сприяти зменшенню металоємності, а відповідно підвищенню економічності виконаного технологічного процесу, а також, визначити оптимальне завантаження агрегату і його експлуатаційні показники [22].

Для визначення основних показників при виконанні технологічного процесу культивування виберемо агрегат з комбінованими знаряддями, (умовно назвемо його) АКЗ-4,0 та трактор МТЗ-80. Вибір колісного трактора обумовлено виконанням технологічного процесу коли в ґрунті достатньо вологи, запобігти переушільнення нижніх шарів ґрунту.

2.1 Методика вибору технології вирощування люцерни на сіно

Перший етап розрахунків при визначенні оптимального складу машинно-тракторного агрегату включає підготовку даних про строки виконання та обсяг всіх операцій з вирощування кожної культури, визначення продуктивності всіх агрегатів на кожній операції, призначення машин чи агрегату для виконання певної операції, розрахунок потрібної кількості агрегатів для кожної операції, визначення прямих експлуатаційних і приведених витрат на виконання комплексу робіт у господарстві [1, 12, 23].

Названі операції визначаються при складанні технологічних карт вирощування та збирання сільськогосподарських культур.

Вихідні дані для складання технологічної карти:

- культура – люцерна на сіно;
- попередник – ярий ячмінь;
- площа поля – 120 га.;
- планова врожайність культури – 55 ц/га;

- відстані перевезення внутрішньогосподарські – 7 км;
- клас ґрунту – 2; група – II;
- величина схилу – 1,0 %.

2.2. Складання технологічної карти вирощування люцерни на сіно.

В даній роботі порядок побудови технологічної карти проводимо для загального комплексу від збирання попередника до збирання врожаю [22].

1. В першій графі технологічної карти вказуємо порядковий номер.
2. В другій графі вказуємо операцію яку ми виконуємо – наприклад-ворушіння трави і обробіток консервантами.
3. В третій графі вказуємо агротехнічні вимоги – так як в даному випадку обраний агрегат разом із ворушінням сіна вносить в нього консервант то в агротехнічні вимоги записуємо витрату консерванту. Отже, витрата становить – 3-3,5 л/т.
4. В четвертій колонці записуємо одиниці виміру виконання роботи, га.
5. В п'ятій колонці – обсяг роботи. При даній операції обсяг роботи рівний площі оброблюваного поля яка становить $S = 120га$.
6. В шостій колонці вказується календарні строки початку роботи. Ворушіння здійснюється на початку червня. Отже запишемо 08.06.2021 р.
7. В сьомій колонці вказується тривалість виконання операції в днях. Прийmemo тривалість операції ворушіння $T = 2дня$.
8. В восьмій колонці розраховується коефіцієнт змінності. Коефіцієнт змінності розраховується за формулою:

$$K_{зм} = \frac{T_{\delta}}{T_{зм}}, \quad (2.1)$$

де T_{δ} – тривалість роботи, год;

$T_{зм}$ – час зміни, год.

$$K_{зм} = \frac{13,3}{7} = 1,9$$

9. Вказуємо трактор, яким виконується дана операція. Обираємо трактор МТЗ-82.

10. В цій графі вказуємо марку зчіпки, якщо вона застосовується в машинно-тракторному агрегаті. При виконанні даної операції зчіпка не потрібна.

11. Вказуємо машину, якою виконується операція. Ворушіння з внесенням консерванту здійснюється удосконаленою машиною ВЦН-Ф-3.

12. В дванадцятій колонці записуємо кількість машин необхідних для виконання даної операції. Ми приймаємо, що для виконання даної роботи на протязі двох днів на площі 120 га. Достатньо мати 2 агрегата.

13. В тринадцятій колонці вказується продуктивність машинно-тракторного агрегата. Для ворушіння продуктивність МТА складає $W_{зм} = 1,9га/год$ [22].

14. Норма витрати палива при виконанні даних робіт становить $g = 2,5кг/га$ [22].

15. Технологічні матеріали при виконанні ворушіння не застосовуються тому в цій колонці ми ставимо прочерк.

16. В шістнадцятій колонці записуємо необхідну кількість основних працівників. Так як у полі працює одночасно два машино-тракторних агрегати, то нам необхідно два основних працівника.

17. Допоміжних працівників немає, тому в сімнадцятій колонці ставимо прочерк.

18. У вісімнадцятій колонці вказуємо еталонну продуктивність трактора МТЗ-80 становить $W_{ум.ет.га} = 0,72ум.ет.га/год$ [22-24].

19. В дев'ятнадцятій колонці визначаємо необхідну для виконання робіт кількість агрегатів за формулою:

$$n_a = \frac{\Omega}{D_a \cdot W_{зм} \cdot T_{зм} \cdot K_{зм}}, \quad (2.2)$$

де Ω – обсяг робіт, га;

D_a – тривалість роботи, днів;

$W_{зм}$ – змінна продуктивність агрегата, га/зм.;

$T_{зм}$ – час зміни, год;

$K_{зм}$ – коефіцієнт змінності.

Підставивши в дану формулу значення отримаємо: $n_a = \frac{120}{2 \cdot 1,9 \cdot 7 \cdot 1,9} = 2 \text{ агрегати}$

20. Кількість необхідних для виконання роботи фактичних робочих днів, що записується в двадцятій колонці визначаємо за формулою:

$$D_{\phi} = \frac{\Omega}{n_a \cdot W_{зм} \cdot T_{зм} \cdot K_{зм}}, \quad (2.3)$$

де n_a – кількість необхідних для виконання робіт агрегатів;

$W_{зм}$ – змінна продуктивність агрегата, га/зм.;

$T_{зм}$ – час зміни, год;

$K_{зм}$ – коефіцієнт змінності.

Підставивши в дану формулу значення отримаємо: $D_{\phi} = \frac{120}{2 \cdot 1,9 \cdot 7 \cdot 1,9} = 2,3 \text{ дні}$

21. В графі двадцять першій ми визначаємо кількість необхідних для виконання роботи нормо змін. Кількість нормо змін визначаємо за формулою:

$$N_{зм} = \frac{\Omega}{W_{зм} \cdot T_{зм}}, \quad (2.4)$$

Підставивши значення в дану формулу отримаємо: $N_{зм} = \frac{120}{1,9 \cdot 7} = 9,0 \text{ нормозмін}$

22. Кількість механізаторів необхідних для виконання робіт записуємо в двадцять другій графі. Ми приймаємо, що роботу виконують одночасно два агрегата. Тобто кількість механізаторів які працюють на цих машинах два.

23. Допоміжних працівників у нас не має, тому ми в двадцять третій графі ставимо прочерк.

24. Витрату палива необхідну для виконання роботи визначаємо за формулою:

$$G_{mn} = g \cdot \Omega, \quad (2.5)$$

де g – норма витрати палива, кг/га.

Підставивши значення отримаємо: $G_{mn} = 2,5 \cdot 120 = 300 \text{ кг/га}$

25. Технологічних матеріалів в даній операції немає, тому в графі витрати

технологічних матеріалів ми ставимо прочерк.

26. Затрати праці на весь об'єм роботи визначаємо за формулою:

$$Z_n = \frac{m_o + m_{одд}}{W_{зм}} \cdot \Omega, \quad (2.6)$$

де m_o – чисельність трактористів-машиністів, які обслуговують агрегат при роботі в одну зміну;

$m_{одд}$ – чисельність допоміжних працівників, які обслуговують агрегат в одну зміну. Так як допоміжні працівники при виконанні даної операції участі не приймають то в розрахунках ми їх не приймаємо;

$W_{зм}$ – продуктивність агрегату, га/зм.

Підставивши значення в формулу отримаємо: $Z_n = \frac{2+0}{1,9} \cdot 120 = 126 \text{ люд/год}$

27. В двадцять восьмій графі обраховуємо прямі затрати на 1 га. за формулою:

$$C_n = C_{он} + C_{нмм} + C_{тм} + C_{ррт} + C_{ррсг}, \quad (2.7)$$

де $C_{он}$ – затрати на основних працівників;

$C_{нмм}$ – затрати на паливно-мастильні матеріали;

$C_{тм}$ – затрати на технологічні матеріали;

$C_{ррт}$ – затрати на ремонт і реновацію трактора;

$C_{ррсг}$ – затрати на ремонт і реновацію сільськогосподарської машини.

Затрати на основних працівників визначаємо за формулою:

$$C_{он} = \frac{\sum n_i \cdot f_i}{W_{зм}}, \quad (2.8)$$

де n_i – кількість основних працівників, чоловік;

Підставивши значення отримаємо: $C_{он} = \frac{2 \cdot 1}{1,9} = 1,05 \text{ грн.}$

Затрати на паливо-мастильні матеріали визначаємо за формулою:

$$C_{нмм} = (1,12 \dots 1,15) \cdot g \cdot \Pi_n, \quad (2.9)$$

де g – норма витрати палива, кг/га;

C_n – ціна палива, яка становить 26,7 грн. [22];

Підставивши значення в формулу отримаємо: $C_{тмм} = 1,15 \cdot 2,5 \cdot 26,7 = 79,76 \text{ грн}$

Так як технологічні матеріали у нас не застосовуються в розрахунках ми їх не включаємо.

Затрати на реновацію і ремонт трактора і сільськогосподарської машини визначаємо за формулою:

$$C_{ррт} = \frac{B \cdot (a_{рен} + a_{рем})}{100 \cdot T_n \cdot W_{зм}}, \quad (2.10)$$

де B – вартість, грн. Вартість трактора МТЗ-82 – 248000 грн.; – вартість машини ВЦН-Ф-3 – 19500 грн. [25, 26];

$a_{рен}$ – відрахування на реновацію, грн. Відрахування на реновацію трактора МТЗ-80 - 1000 грн; - відрахування на реновацію машини ВЦН-Ф-3 – 142 грн;

$a_{рем}$ – відрахування на ремонт, грн.. Відрахування на капітальний ремонт, поточний ремонт і технічне обслуговування трактора МТЗ-80 – 130 грн; – відрахування на поточний ремонт і технічне обслуговування машини ВЦН-Ф-3 – 70 грн [25, 26];

T_n – нормативне річне завантаження, год. Нормативне річне завантаження трактора МТЗ-80 – 1600 год; – нормативне річне завантаження машини ВЦН-Ф-3 – 150 год. [25, 26].

Підставивши в дану формулу значення отримаємо затрати на реновацію і ремонт трактора МТЗ-80: $C_{ррт} = \frac{248000 \cdot (1000 + 130)}{100 \cdot 1600 \cdot 1,9} = 921,8 \text{ грн}$

Таким самим чином обраховуємо затрати на реновацію і ремонт ворушилки ВЦН-Ф-3: $C_{ррт} = \frac{19500 \cdot (142 + 70)}{100 \cdot 150 \cdot 1,9} = 145,1 \text{ грн}$

Отримавши всі необхідні значення обраховуємо прямі затрати на 1 га. за:
 $C_n = 1,05 + 79,76 + 0 + 921,80 + 145,10 = 1147,71 \text{ грн}$

Аналогічно виконані розрахунки по іншим технологічним операціям заносимо розраховані дані в технологічну карту (Додаток А)

2.3 Експлуатаційна оцінка роботи агрегату для передпосівного обробітку ґрунту

В процесі виконання технологічної операції передпосівного обробітку ґрунту, відповідно до агротехнічних вимог і з високою якістю, необхідно забезпечити необхідні налаштування і регулювання, а також усунути несправності, та чітко організувати і забезпечити виконання усього процесу. Для запропонованої розробки, на базі якої пропонується використовувати комбіновані знаряддя проводимо розрахунок для важких умов роботи агрегату. Це дозволить більш точно визначити: економічну ефективність роботи агрегату, визначити його склад, продуктивність, витрату паливно-мастильних матеріалів, використання часу зміни. Для ґрунтів, коли вони знаходяться у фізичній стиглості буде забезпечена і якість обробітку і продуктивність, а як наслідок, і витрати праці на виконання технологічного процесу культивуації будуть мінімальними [23].

Вихідні дані:

- найменування операції – передпосівний поверхневий обробіток ґрунту;
- агрофон – стерня;
- ухил поверхні поля $i = 2\%$;
- питомий тяговий опір $K_0 = 2,5 \text{кН/м}$;
- розміри поля : довжина $L = 1000 \text{м}$; ширина $B = 1000 \text{м}$;
- марка трактора – МТЗ-82;

Агротехнічні вимоги поверхневого обробітку ґрунту:

- початок і тривалість виконання робіт поверхневого обробітку ґрунту встановлює агроном господарства відповідно до агрономічних термінів і стану ґрунтів;

- глибина обробітку ґрунту повинна бути в межах 8...16 см. Відхилення середньої глибини від заданої допускаються не більш 5%;

- при заданій вологості в обробленому шарі агрегатний склад грудок фракції від 10 до 20 мм повинний скласти не менш 60% [27, 28];

- на полях з ухилом більш 2 градусів обробіток ґрунту варто робити в поперек напрямку схилу;
- робочі органи не повинні забиватися ґрунтом і рослинними залишками;
- огріхи в обробленому полі не допускаються;
- поворотні смуги повинні бути розпушені, необроблена смуга границь поля поблизу доріг і лісових посадок не повинна перевищувати 1м.

Розрахунок складу і режиму роботи передпосівного машинно-тракторного агрегату. Цей розрахунок проводимо з метою визначення оптимального складу і режиму руху сільськогосподарського агрегату (робочої передачі, швидкості руху і годинної витрати палива при робочому проході і при холостому русі).

Вибір кількості машин і робочих передач трактора.

Підбираємо комбінований агрегат

Альтернативні робочі передачі трактора визначаємо за умови:

$$\max_{(V_{a.min})} \leq V_{pn.j} \leq \min_{(V_{a.max})}, j = n..m, \quad (2.11)$$

де $V_{a.min}, V_{a.max}$ – відповідно мінімальні і максимальна агротехнічні швидкості для обраної сільськогосподарської машини, $V_{a.min} = 4 \text{ км/год}, V_{a.max} = 10 \text{ км/год}$;

$V_{pn.j}$ – номінальна робоча швидкість трактора на j -ої передачі, км/год;

n, m – номери відповідно нижчих і вищої альтернативних робочих передач трактора.

Швидкості $V_{a.min,k}$ і $V_{a.max,k}$ вибираємо з паспортних дані машини, а $V_{pn.j}$ - з тягової характеристики заданого трактора на відповідному агрофоні. Для альтернативних робочих передач трактора параметри тягової характеристики виписуємо в таблицю 2.1. Визначаємо питомий тяговий опір машини на альтернативних передачах трактора, кН/м.:

$$K_{V.j} = K_0 \cdot [1 + (V_{pn.j} - V_0) \cdot \Delta C / 100], \quad (2.12)$$

де K_0 – питомий тяговий опір обраної сільськогосподарської машини при швидкості $V_0 = 5 \text{ км/год}, K_0 = 2,5 \text{ кН/м}$ [23];

ΔC – темп зміни K_0 від швидкості руху для сільськогосподарської машини, $\Delta C = 3\%$;

Таблиця 2.1 – Параметри тягової характеристики трактора МТЗ-82 на агрофоні - стерня

Передача J	Номінальне Зусилля на гаку $P_{гак}, кН$	Швидкість, км/год		Витрати палива, кг/год		Максимальна гакова потужність $N_{гак.мах}, кВт$
		Номінальна робоча швидкість $V_{рн,j}$	На холостому ходу $V_{х,j}$	Номінальний $G_{тн,j}$	На холостому ходу $G_{тх,j}$	
2	18,0	3,5	4,0	7,8	4,4	19,8
3	14,7	6,8	7,7	11,5	4,8	30,8
4	12,6	8,6	9,7	12,5	5,4	33,3
5	10,6	10,3	11,6	13,1	5,8	33,8

Підставивши в дану формулу табличні значення отримаємо:

$$K_{V,2} = 2,5 \cdot [1 + (3,5 - 5,0) \cdot 3/100] = 2,3875 кНм$$

$$K_{V,3} = 2,5 \cdot [1 + (6,8 - 5,0) \cdot 3/100] = 2,6350 кНм$$

$$K_{V,4} = 2,5 \cdot [1 + (8,6 - 5,0) \cdot 3/100] = 2,7700 кНм$$

$$K_{V,5} = 2,5 \cdot [1 + (10,3 - 5,0) \cdot 3/100] = 2,8975 кНм$$

Визначаємо граничну ширину захвату на альтернативних передачах трактора, м:

$$B_{пр,j} = \frac{[\xi_p] \cdot (P_{крн,j} - G \cdot i/100)}{K_{V,j} + (g_{мк} \cdot i/100) + g_{зч} \cdot (f_{зч} + i/100)}, \quad (2.13)$$

де $[\xi_p]$ – допустимий ступінь завантаження трактора по тязі;

G – експлуатаційна вага трактора, кН;

i – ухил поверхні поля (із карти полів), %;

$g_{мк}, g_{зч}$ – середня вага, що припадає на один метр ширини захвату відповідно для сільськогосподарської машини i -го виду і для зчіпки, кН/м,

$$g_m = \frac{G_m}{B_m}, g_{зч} = \frac{G_{зч}}{B_{зч}}, \quad (2.14)$$

де $G_m, G_{зч}$ – конструктивна вага відповідно сільськогосподарської машини i -го виду і зчіпки, $G_m = 7,85 кН, G_{зч} = 0 кН$, тому що зчіпка відсутня [23];

$B_m, B_{зч}$ – конструктивна ширина захвату відповідно сільськогосподарської машини і зчіпки, $B_m = 3,15 м, B_{зч} = 0 м$ [23].

$$g_m = \frac{7,85}{3,15} = 2,5 \text{кН/м}; \quad g_{зч} = 0 \text{кН/м};$$

Підставивши в дану формулу значення отримаємо:

$$B_{np.1} = \frac{[0,92] \cdot (18,0 - 36 \cdot 3/100)}{2,3875 + 2,5 \cdot 3/100} = 6,321 \text{м};$$

$$B_{np.2} = \frac{[0,92] \cdot (14,7 - 36 \cdot 3/100)}{2,6350 + 2,5 \cdot 3/100} = 4,624 \text{м};$$

$$B_{np.3} = \frac{[0,92] \cdot (12,6 - 36 \cdot 3/100)}{2,7700 + 2,5 \cdot 3/100} = 3,725 \text{м};$$

$$B_{np.4} = \frac{[0,92] \cdot (10,6 - 36 \cdot 3/100)}{2,8975 + 2,5 \cdot 3/100} = 2,946 \text{м}.$$

Визначаємо складу машино-тракторного агрегату

Одно машинний агрегат переважає багатомашинний, тому що не має потреби у зчипці, легше і швидше комплектується, має кращі кінематичні якості. Однак одно машинний агрегат не завжди забезпечує раціональне завантаження трактора і, тому, може уступати багатомашинному. У цьому випадку, насамперед, перевіряємо можливість комплектування одно машинного агрегату (коли ширина захвату сільськогосподарської машини близька, але не перевищує граничну ширину захвату на розглянутій передачі, тобто коли $B_{м.ж} \leq B_{np.ж}$. Якщо ж ширина захвату машини менше $B_{np.ж}$ і більша ніж у 2 рази, то визначається потрібна кількість цих сільськогосподарських машин в агрегаті по формулі:

$$n_{м.ж} = (B_{np.ж} / B_{мк.ж}), \quad (2.15)$$

При цьому потрібна ширина захвату (фронт) зчипки визначаємо по формулі:

$$B_{зч.ж} \geq B_{np.ж} - B_{м.ж}, \quad (2.16)$$

У нашому випадку:

$$B_{м.1} = 3,15 \text{м}, n_{м.1} = 6,321/3,15 = 2 \text{приймаємо} 2;$$

$$B_{м.2} = 3,15 \text{м}, n_{м.2} = 4,624/3,15 = 1,47 \text{приймаємо} 1;$$

$$B_{м.3} = 3,15 \text{м}, n_{м.3} = 3,725/3,15 = 1,18 \text{приймаємо} 1;$$

$$B_{м.4} = 3,15 \text{м}, n_{м.4} = 2,946/3,15 = 0,94 \text{приймаємо} 1.$$

Вибір робочої передачі трактора

Орієнтований вибір робочої передачі трактора може відбуватися за умови найкращого завантаження трактора по тяговому зусиллю:

$$\xi_p = \max(\xi_{p,j}) \leq [\xi_p], j = n..m, \quad (2.17)$$

$$\xi_p = \frac{R_{a,j}}{P_{зак,j} - G \cdot i / 100}, \quad (2.18)$$

де j – номер обраної передачі трактора;

$R_{a,j}$ – тяговий опір МТА на j -ої передачі трактора, кН;

$$R_{a,j} = n_{m,j} \cdot (K_{V,j,k} \cdot B_{m,j,k} + G_{m,j,k} \cdot i / 100) + G_{зч,j} \cdot (f_{зч} + i / 100), \quad (2.19)$$

Підставивши в дану формулу значення отримаємо:

$$R_{a,1} = 1 \cdot (2,3875 \cdot 3,15 + 7,85 \cdot 3 / 100) = 7,756 \text{ кН};$$

$$R_{a,2} = 1 \cdot (2,635 \cdot 3,15 + 7,85 \cdot 3 / 100) = 8,536 \text{ кН};$$

$$R_{a,3} = 1 \cdot (2,770 \cdot 3,15 + 7,85 \cdot 3 / 100) = 8,536 \text{ кН};$$

$$R_{a,4} = 1 \cdot (2,8975 \cdot 3,15 + 7,85 \cdot 3 / 100) = 9,363 \text{ кН}.$$

$$\xi_{p,1} = \frac{7,756}{18,0 - 40,0 \cdot 3 / 100} = 0,462 \langle [\xi_p] \rangle;$$

$$\xi_{p,2} = \frac{8,536}{14,7 - 40,0 \cdot 3 / 100} = 0,543 \langle [\xi_p] \rangle;$$

$$\xi_{p,3} = \frac{8,961}{12,6 - 40,0 \cdot 3 / 100} = 0,786 \langle [\xi_p] \rangle;$$

$$\xi_{p,4} = \frac{9,363}{10,6 - 40,0 \cdot 3 / 100} = 0,996 \langle [\xi_p] \rangle.$$

Умові (2.17) відповідає 4 передача, тобто попередньо $j = 4$. Остаточний вибір робочої передачі виконуємо за умови максимуму «чистої» годинної продуктивності машино-тракторного агрегату:

$$W_{чч} = \max(W_{чч,j}), j = n..m, \quad (2.20)$$

$$W_{чч,j} = 0,1 \cdot B_{p,j} \cdot V_{p,j}, \quad (2.21)$$

де $B_{p,j}$ – робоча ширина захвату МТА на j -ої передачі трактора, м;

$V_{p,j}$ – робоча швидкість МТА на j -ої передачі трактора, км/год.

$$V_{p,j} \approx V_{pn,j} + (V_{x,j} - V_{pn,j}) \cdot (1 - \xi_{pi}), \quad (2.22)$$

де $V_{x,j}$ – швидкість холостого ходу трактора на j -ої передачі (табл. 3.1), км/год.

Робоча ширина захвату визначиться:

$$B_{p,j} = B_{m,j} \cdot n_{m,j} \cdot \beta, \quad (2.23)$$

де β – коефіцієнт використання конструктивної ширини захвату відповідної машини-знаряддя, $\beta = 0,96$.

Підставивши в дану формулу значення отримаємо:

$$B_{p,5} = 3,15 \cdot 1 \cdot 0,96 = 3,024 \text{ м};$$

$$V_{p,4} \approx 8,6 + (9,7 - 8,6) \cdot (1 - 0,786) = 8,835 \text{ км/год};$$

$$V_{p,5} \approx 10,3 + (11,6 - 10,3) \cdot (1 - 0,996) = 10,305 \text{ км/год};$$

$$W_{чч,4} = 0,1 \cdot 3,024 \cdot 8,835 = 2,671 \text{ га/год};$$

$$W_{чч,5} = 0,1 \cdot 3,024 \cdot 10,305 = 3,116 \text{ га/год}.$$

Умові, (2.20) відповідає 4 передача, тобто остаточно $j = 4$. Не зважаючи на більш високу продуктивність на 5 передачі, коефіцієнт запасу потужності майже відсутній, а відповідно двигун буде працювати з перевантаженням.

Витрата палива за один гектар виконаної роботи визначаємо:

$$g_{w,4} = G_{mn,4} / W_{чч,4} = 9,7 / 2,671 = 3,63 \text{ кг/га}.$$

Розрахунок годинної витрати палива при робочому проході машино-тракторного агрегату на обраній передачі, км/год:

$$G_{mp,j} = G_{mn,j} - (G_{mn,j} - G_{mx,j}) \cdot (1 - \xi_p), \quad (2.24)$$

де $G_{mx,j}$ – годинна витрата палива на холостому ходу трактора на обраній передачі (табл. 3.1), кг/год.

$$G_{mp,4} = 12,5 - (12,5 - 5,4) \cdot (1 - 0,82) = 11,22 \text{ кг/год}$$

Визначення швидкості руху машино-тракторного агрегату на холостому ходу. Спочатку визначаємо тяговий опір машино-тракторного агрегату на холостому ходу $R_{ax,j}$, кН:

$$R_{ax,j} = G_m \cdot n_m \cdot (f_m + i/100) + G_{зч} \cdot (f_{зч} + i/100), \quad (2.25)$$

де f_m – коефіцієнт опору перекочуванню коліс сільськогосподарської машини $f_m = 0,09$ [23].

$$R_{ax,j} = 7,85 \cdot m_l \cdot (0,09 + 3/100) + 0 = 0,94 \text{кН}$$

Визначаємо передачу трактора за умови:

$$\xi_{px} = \max\left(\frac{R_{ax}}{P_{кпрj} - G \cdot i / 100}\right) \leq [\xi_p], j = n. m_{\max}, \quad (2.26)$$

де m_{\max} – найвища передача трактора;

$[\xi_p]$ – допустимий ступінь завантаження трактора по тязі при рухові, $[\xi_p] = 0,80$ [23].

Умові (2.26) відповідає 4 передачі трактора, тому що:

$$\xi_{px,4} = \left(\frac{0,94}{12,6 - 36,3/100}\right) = 0,08 < 0,8 = [\xi_p]$$

Далі визначаємо швидкість холостому руху машино-тракторного агрегату по формулі (2.22):

$$V_{x,4} \approx 8,6 + (9,7 - 8,6) \cdot (1 - 0,08) = 9,62 \text{км/год}$$

При поворотах швидкість $V_{x,4}$ за умовою безпеки не повинна перевищувати 8 км/год. Це досягається зменшенням подачі палива і переведенням двигуна на часткову характеристику.

Розрахунок годинної витрати палива на холостому ході машино-тракторного агрегату виконаємо за формулою (2.24):

$$G_{mx} = 12,5 - (12,5 - 5,4) \cdot (1 - 0,08) = 5,968 \text{кг/год}$$

Якщо фактичну швидкість холостого ходу машино-тракторного агрегату передбачаємо знизити шляхом переведення роботи двигуна на часткову характеристику, то фактична витрата палива також зменшиться і її приблизно можна визначити по формулі:

$$\tilde{G}_{mx} \approx G_{mx} \cdot \left(1 - k \cdot G \cdot \xi_p \cdot \frac{V_x - \tilde{V}_x}{V_x}\right), \quad (2.27)$$

де \tilde{V}_x – значення зниженої за рахунок зменшення подачі палива швидкості руху машино-тракторного агрегату $\tilde{V}_x = 8 \text{км/год}$ [23];

k – поправочний коефіцієнт, $k = 1,5$.

$$\tilde{G}_{mx} \approx 5,968 \cdot \left(1 - 1,5 \cdot 0,08 \cdot \frac{9,62 - 8}{9,62} \right) = 5,847 \text{ км/год}$$

Результати розрахунку складу і режиму руху агрегату заносимо в таблицю 2.2.

Таблиця 2.2 – Експлуатаційні показники агрегату

Найменування показника			значення
Склад агрегату	Марка	Енергетичний засіб	МТЗ-82
		Сільськогосподарська машина	АКЗ-3
	Кількість машин, $n_m, шт$		1
Робоча ширина захвату, $B_p, м$			3,02
Кількість обслуговуючого персоналу, чол.	Механізаторів, $t_m, чол$		1
	Допоміжних робітників, $M_{доп}, чол$		0
Робоча передача, j			4
Швидкість руху, $V_p, км/год$			8,835
Продуктивність агрегату, $W_{чч}, га/год$			2,671
Витрата палива, $g_w, кг/га$			3,63
Затрати праці, $Z_m, люд.год/га$			0,385
Експлуатаційні витрати, $C_w, грн/га$			32,4

Підготовка агрегату до роботи

При підготовці знаряддя до роботи необхідно:

- ретельно перевірити стан усіх вузлів і деталей, ослаблені кріплення підтягти, а деформовані деталі відремонтувати або замінити;

- перевірити надійність складання агрегату і забезпеченість додатковими пристроями;

- провести випробування агрегату на холостому ході і в роботі. Провести підготовку агрегату до роботи включаючи підготовку трактора й агрегованих машин, а також виконати регулювальні роботи на робочих органах.

- встановити раму комбінованого агрегату в горизонтальну площину та відрегулювати робочі органи по глибині. Звернути увагу. Що при цьому вістря робочого органу повинні торкатися поверхні ґрунту.

Вибір способу руху агрегату по полю

Для поверхневого обробітку ґрунту існують альтернативні способи руху – це човниковий і круговий. Вибір того або іншого способу руху для виконання заданої сільськогосподарської операції вибирається з урахуванням наступного:

- вимог агротехніки;
- особливостей конструкції і складу агрегату;
- найменших витрат часу на холостому ході (за найбільшим значенням коефіцієнта робочих ходів φ або коефіцієнта використання часу руху $\tau_{де}$);
- найменших витрат праці і засобів на підготовку до роботи ділянки (розмітка, розбивка й ін.).

Коефіцієнт робочих ходів визначаємо по формулі:

$$\varphi = \frac{S_p}{S_p + S_x}, \quad (2.28)$$

де S_p, S_x – загальна довжина шляху відповідно робочого і холостому руху на ділянці (загинці), м.

$$S_p = \sum_{k=1}^{n_{pk}} L_{pk} \approx L_{pcp} \cdot n_{pk}, \quad (2.29a)$$

$$S_x = \sum_{k=1}^{n_{xx}} L_{xk} \approx L_{xcp} \cdot n_{xx}, \quad (2.29б)$$

де L_{pk}, L_{xk} – поточне значення довжини відповідно робочий і холостий ходи, м;

L_{pcp}, L_{xcp} – середня довжина відповідно робочого і холостого ходів, м;

i – ухил поверхні поля (із карти полів), %;

n_{pcp}, n_{xcp} – кількість відповідно робочих і холостих ходів агрегату на ділянці.

Середню довжину робочого ходу визначаємо:

- для кругового способу руху:

$$L_{pcp} = \frac{L}{2} - E_n, \quad (2.30a)$$

- для човникового способу руху:

$$L_{pcp} = L - 2 \cdot E_n, \quad (2.30б)$$

де L – довжина поля (гону), м;

E_n – ширина поворотної смуги, м.

$$E_n = n_{np} \cdot B_p \geq E_{n.min}, \quad (2.31)$$

де n_{np} – кількість проходів агрегату на поворотній смузі.

$$n_{np} \geq E_{n.min} / B_p, \quad (2.32)$$

де $E_{n.min}$ – мінімальна ширина поворотної смуги, м.

$$E_{n.min} = K_e \cdot R_0 + e + d_\kappa, \quad (2.33)$$

де K_e – коефіцієнт, що залежить від способу повороту: для закритої петлі $K_e = 2$, для грушоподібного повороту [23, 24];

R_0 – радіус повороту агрегату, $R_0 = 5\text{ м}$;

d_κ – кінематична ширина агрегату з зовнішньої сторони повороту – для симетричних агрегатів, $d_\kappa \approx 0,5 \cdot B_p = 0,5 \cdot 3,024 = 1,512\text{ м}$

Довжина виїзду для причіпного машино-тракторного агрегату $e \approx 0,5 \cdot l_a$,

$$l_a = l_m + l_M + l_{зч}, \quad (2.34)$$

де $l_m, l_M, l_{зч}$ – кінематична довжина відповідно енергетичного засобу, машин-знарядь і зчіпки $l_m = 4\text{ м}, l_M = 3,3\text{ м}, l_{зч} = 0\text{ м}$;

$$l_a = 4,0 + 3,3 + 0 = 7,3\text{ м}, e \approx 0,5 \cdot 7,3 = 3,65\text{ м}$$

Для грушоподібного способу повороту:

$$E_{n.min} = 2,8 \cdot 5,0 + 3,65 + 1,512 = 19,162\text{ м};$$

$$n_{np} = 8 \cdot 19,162 / 3,024 = 6,33;$$

$$E_n = 8 \cdot 3,024 = 24,2\text{ м}$$

Для повороту за допомогою закритої петлі:

$$E_{n.min} = 2,0 \cdot 5,0 + 3,65 + 1,512 = 15,162\text{ м};$$

$$n_{np} = 8 \cdot 15,162 / 3,024 = 5,00;$$

$$E_n = 55 \cdot 3,024 = 15,12 \text{ м}$$

Для кругового способу руху:

$$L_{\text{кр}} = \frac{1000}{2} - 15,12 = 484,9 \text{ м}$$

Для човникового способу руху:

$$L_{\text{кр}} = 1000 - 2 \cdot 24,2 = 951,6 \text{ м}$$

Середню довжину одного повороту визначаємо по формулі:

$$L_{\text{кр}} = K_x \cdot R_0 + 2 \cdot e, \quad (2.35)$$

де K_x – коефіцієнт, що залежить від способу повороту: для закритої петлі

$K_x = 6,0$; для грушоподібного повороту $K_x = 7,0$ [23, 24].

Для закритої петлі: $L_{\text{кр}} = 6,0 \cdot 5,0 + 2 \cdot 3,65 = 37,3 \text{ м}$;

Для грушоподібного повороту: $L_{\text{кр}} = 7,0 \cdot 5,0 + 2 \cdot 3,65 = 42,3 \text{ м}$.

Прийнявши у формулах (2.29) $n_{\text{кр}} \approx n_{\text{хх}}$ по формулі (2.28) розраховуємо:

- для кругового способу руху: $\varphi = \frac{484,9}{484,9 + 37,3} = 0,928$

- для човникового способу руху: $\varphi = \frac{951,6}{951,6 + 42,3} = 0,957$

Таким чином, для розглянутих умов більш вигідним є човниковий спосіб руху, у якого φ має найбільше значення.

Підготовка поля до роботи

При підготовки поля до передпосівного обробітку необхідно провести наступні заходи:

- усунути або відгородити перешкоди, що заважають роботі знаряддя;
- відбити поворотні смуги;
- розбити поле на загони;
- лінію першого проходу установити уздовж гону на відстані 1 м від зрошувачів;

Організація роботи агрегату в загінці

Тривалість циклу, хв:

$$t_{\text{ц}} = (t_p + t_x + t_{\text{оч}}) \cdot n_{\text{н.рн}} + t_s, \quad (2.36)$$

де t_p, t_x – середня тривалість відповідно одного робочого ходу й одного повороту, хв;

$t_{оч}$ – середня тривалість очищення робочих органів у розрахунку на один робочий прохід агрегату, приймається, $t_{оч} = 0 \text{ хв}$;

t_3 – тривалість зупинки для заправки (розвантаження) технологічних місткостей, $t_3 = 0 \text{ хв}$.

Кількість проходів агрегату в циклі $n_{прц}$ $n_{прц}$ у випадку, коли $t_3 = 0 \text{ хв}$ приймається $n_{прц} = 2$.

$$t_p = 0,06 \cdot L_{рсп} / V_p, \quad (2.37a)$$

$$t_x = 0,06 \cdot L_{хсп} / V_x, \quad (2.37a)$$

де V_p, V_x – середні швидкості відповідно при робочому ході і при холостому русі, км/год;

$$t_p = 0,06 \cdot 951,6 / 8,835 = 6,46 \text{ хв};$$

$$t_x = 0,06 \cdot 42,3 / 8,0 = 0,32 \text{ хв}$$

$$t_y = (6,46 + 0,32 + 0) \cdot 2 + 0 = 13,48 \text{ хв}$$

Тривалість нециклових операцій за зміну, хв:

$$T_{нц} = t_{\sigma 1} + t_{\sigma 2} + t_k + t_{mo} + t_{\phi}, \quad (2.38)$$

де $t_{\sigma 1}, t_{\sigma 2}$ – тривалість переїзду агрегату відповідно на поле і з поля, хв;

t_k, t_{mo}, t_{ϕ} – тривалість зупинок агрегату відповідно для контролю якості роботи і регулювань агрегату в полі, для внутрішньо змінного технічного обслуговування агрегату і по фізіологічним потребам, приймаємо, $t_k = 8 \text{ хв}, t_{mo} = 16 \text{ хв}, t_{\phi} = 18 \text{ хв}$ [22];

$$t_{\sigma 1} \approx t_{\sigma 2} = 60 \cdot l_n / V_x, \quad (2.39)$$

де l_n – відстань від тракторної бригади до поля (місця навантаження), $l_n = 5 \text{ км}$

$$t_{\sigma 1} \approx t_{\sigma 2} = 60,0 \cdot 5,0 / 11,6 = 25,9 \text{ хв};$$

$$T_{нц} = 25,9 + 25,9 + 8,0 + 16,0 + 18,0 = 93,8 \text{ хв}$$

Кількість циклів агрегату за зміну:

$$n_{\text{ц}} = \text{цiле}[(T_{\text{зм}} - T_{\text{нц}}) / t_{\text{ц}} + 0,5], \quad (2.40)$$

де $T_{\text{зм}}$ – тривалість зміни, $T_{\text{зм}} = 420 \text{хв}$.

$$n_{\text{ц}} = \text{цiле}[(420,00 - 93,80) / 13,42 + 0,50] = 25$$

Фактична тривалість зміни, хв:

$$T_{\text{зм}}^* = t_{\text{ц}} \cdot n_{\text{ц}} + T_{\text{нц}}, \quad (2.41)$$

$$T_{\text{зм}}^* = 13,42 \cdot 25 + 93,8 = 429,3 \text{хв}$$

Обсяг роботи, виконуваний, га:

за прохід:

$$F_{\text{пр}} = 10^{-4} \cdot B_p \cdot L_{\text{пр}}, \quad (2.42a)$$

$$F_{\text{пр}} = 10^{-4} \cdot 3,024 \cdot 951,6 = 0,288 \text{га}$$

за цикл:

$$F_{\text{ц}} = F_{\text{пр}} \cdot n_{\text{прц}}, \quad (2.42б)$$

$$F_{\text{ц}} = 0,288 \cdot 25 = 7,2 \text{га}$$

за зміну:

$$F_{\text{зм}} = F_{\text{ц}} \cdot n_{\text{ц}}, \quad (2.42в)$$

$$F_{\text{зм}} = 0,576 \cdot 25 = 14,4 \text{га}$$

Коефіцієнт використання часу зміни:

$$\tau = \frac{t_p \cdot n_{\text{прц}} \cdot n_{\text{ц}}}{T_{\text{зм}}^*}, \quad (2.43)$$

$$\tau = \frac{6,46 \cdot 2 \cdot 25}{429,3} = 0,752$$

Результати розрахунків приводимо в таблиці 2.3.

Розрахунок показників ефективності роботи агрегату

Технічна продуктивність (норма виробітку):

$$\text{годинна: } W_{\text{мч}} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot \tau, \quad (2.44)$$

$$W_{\text{мч}} = 0,1 \cdot 3,024 \cdot 8,835 \cdot 0,752 = 2,43 \text{га / год}$$

Таблиця 2.3 – Послідовність і тривалість роботи машино-тракторного агрегату

Операція		Повторність	Передача	Швид. руху, км/год	Продовження операції, хв		Об'єм роботи, га
					цикл.	нецикл.	
Переїзд на поле	$t_{\epsilon 1}$	1	5	11,6	-	25,9	-
Робочий хід (початок)	t_{pn}	1	4	8,835	1	-	0,05
Контр. якості і регул.	t_x	-	-	-	-	8	-
Робочий хід (кінець.)	t_p	1	4	8,835	3,2	-	0,135
Поворот	t_x	1	4	8,0	0,32	-	-
Очищення роб. орган.	T_{oc}	-	-	-	0	-	-
Робочий хід	t_p	1	3	8,835	6,46	-	0,258
Поворот	t_{xn}	1	3	8,0	0,32	-	-
Очищення роб. орган.	T_{oc}	-	-	-	0	-	-
Разом за цикл	t_{ψ}	2	-	-	13,48	-	0,443
Разом за всі цикли	$t_{\psi} \cdot n_w$	28	-	-	337	-	12,404
Внутрішнє ТО	t_{mo}	-	-	-	-	16	-
Задов. фізіол. потреб.	t_{ϕ}	-	-	-	-	18	-
Переїзд на бригаду	$t_{\epsilon 2}$	1	3	11,6	-	25,9	-
Разом нецикл.	$T_{нц}$	-	-	-	-	93,8	-
Разом за зміну	$T_{зм}^*$	n_{ψ}	-	-	429,3		12,404

$$\text{Змінна: } W_{тсм} = W_{тч} \cdot T_{зм}^* / 60, \quad (2.45)$$

$$W_{тсм} = 2 \cdot 429,3 / 60 = 14,31 \text{ га} / \text{зміну}$$

Питома витрата палива, кг/га (кг/т·км):

$$g_w = \frac{G_{mp} \cdot T_p + G_{mx} \cdot T_x + G_{mo} \cdot T_o}{60 \cdot W_{тсм}}, \quad (2.46)$$

де G_{mp}, G_{mx}, G_{mo} – годинна витрата палива агрегатом відповідно при робочому, при холостому русі і на зупинках (значення G_{mp} і G_{mx} беруться з тягових розрахунків) $G_{mp} = 12,5 \text{ кг} / \text{год}$, $G_{mx} = 5,4 \text{ кг} / \text{год}$, $G_{mo} = 0,8 \text{ кг} / \text{год}$ [22-24];

T_{mp}, T_{mx}, T_{mo} – загальна тривалість за зміну відповідно робочих ходів, холостого руху і зупинок, хв..

$$T_p = T_{зм}^* \cdot \tau, \quad (2.47)$$

$$T_p = 429,3 \cdot 0,752 = 322,8 \text{ хв};$$

$$T_x = t_x \cdot n_{\text{прц}} \cdot n_y + t_{\text{в1}} + t_{\text{в2}}, \quad (2.48)$$

$$T_x = 0,32 \cdot 2 \cdot 25 + 25,9 + 25,9 = 67,8 \text{ хв}.$$

Тривалість зупинок:

$$T_z = (t_{\text{ох}} \cdot n_{\text{прц}} + t_z) \cdot n_y + t_k + t_{\text{мо}} + t_{\text{ф}}, \quad (2.49)$$

$$T_z = 0 + 8 + 16 + 18 = 42 \text{ хв};$$

$$g_w = \frac{12,5 \cdot 322,8 + 5,4 \cdot 67,8 + 0,8 \cdot 42,0}{60 \cdot 14,31} = 5,17 \text{ кг/га}$$

Витрати праці, л. год./га (л. год./т·км):

$$Z_m = m / W_{\text{мч}}, \quad (2.50)$$

де m – кількість обслуговуючого персоналу на агрегаті, чоловік.

Контроль якості роботи

1. Контроль якості роботи здійснюється: трактористом-машиністом – у процесі роботи; приймальником – у процесі і по закінченні роботи.

2. Оцінка якості роботи здійснюється проходом через ділянку по діагоналі і проведенням вимірів через рівні, задалегідь намічені відстані. За допомогою лопати оброблений шар ґрунту просіюють крізь решета і проводять вимірювання ваговим методом.

3. Глибину обробітку визначають по ширині захвату знаряддя, відхилення глибини обробітку допускається 5 відсотків від заданої глибини обробітку.

2.4 Висновки за розділом 2

Розглянуті в даному розділі питання дозволяють зробити наступні висновки:

1. Проведено математичний розрахунок експлуатаційних показників роботи машинно-тракторного агрегату на операції передпосівної культивуації.

2. Оцінку енергоємності експериментального комбінованого агрегату, запропоновано визначати при швидкості руху 8,835 км/год та глибині обробітку ґрунту від 0,05 до 0,08 м.

3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Технологічні розрахунки по обґрунтуванню робочих органів передпосівного комбінованого ґрунтообробного агрегату

Обґрунтування конструктивної форми бічного профілю і бічної поверхні S-подібної стійки. Основні етапи розробки конструкції S-подібної стійки приведені нижче:

Обґрунтування висоти S – подібної стійки комбінованого знаряддя. Висота стійки робочого органа знаряддя H_c від опорної площини стрілкової культиваторної лапи до нижньої площини рами має істотне значення для попередження забивання стійок ґрунтом і рослинними залишками.

Висота H_c для S - подібної стійки визначається виходячи з розуміння, що надійна робота робочого органа буде здійснюватися тоді, коли зазор між поверхнею розпушеного ґрунту і нижньою площиною рами буде становити 200...250 мм., тобто висоту стійки можна визначити з залежності [29, 30]:

$$H_c = a + h_1 + h_2, \quad (3.1)$$

де a – задана максимальна глибина обробітку, см;

h_1 – максимальна висота спущеного шару ґрунту, см.;

h_2 – мінімальна відстань від поверхні спущеного ґрунту до нижньої площини рами, см.

Як встановлено дослідженнями в ґрунтовому каналі при глибині обробітку ґрунту 15...20 см максимальна висота спущеного шару складає приблизно 20% від глибини розпушування, тобто [31]:

$$h_1 = \frac{a}{5}, \quad (3.2)$$

Підставляючи (3.2) у (3.1) і провівши нескладні перетворення отримаємо:

$$H_c = \frac{6 \cdot a + 5 \cdot h_2}{5}, \quad (3.3)$$

Користуючись виразом (3.3) можна визначити, що висота стійки від опорної

площини стрілкової культиваторної лапи до нижньої площини кріплення стійки до рами буде коливатися в межах 38...43 см.

Повна висота стійки, становитиме:

$$H_n = H_c + H_e, \quad (3.4)$$

де H_n – повна висота стійки, см;

H_e – висота від нижньої площини кріплення стійки до рами до верхнього габариту стійки. Звичайно для нормального функціонування пружної стійки величину приймаємо в межах $H_e = 15..20\text{см}$;

У такий спосіб повна висота стійки знаходиться в межах 53...63 см.

Оскільки розроблюване знаряддя повинне якісно працювати як на суцільному обробітку ґрунту (13...16 см.) так і на передпосівному (8...10 см.), тобто на різних глибинах, то його робочі органи будуть сприймати різне зовнішнє навантаження з боку ґрунту. На практиці важливо, щоб пружна стійка забезпечувала мінімальний тяговий опір при збереженні всіх агротехнічних вимог. Для збільшення ефекту зниження тягового опору робочого органа на пружній стійці її твердість повинна бути мінімально допустимою [15, 23, 29].

У зв'язку з вищевикладеним, розроблювана стійка з метою можливого регулювання твердості виконується збірною.

Щоб уникнути обволікання нижньої частини робочого органа рослинними залишками, особливо при роботі на стерні високостеблевих культур, її бічний профіль по рекомендаціях повинен мати вигляд (рис. 3.1.) [15, 23, 29]:

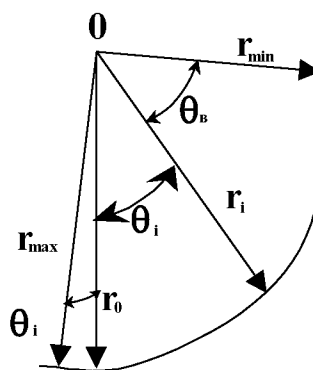


Рисунок 3.1 – Розрахункова схема визначення форми бічного профілю нижньої частини експериментальної стійки

На підставі теоретичних і експериментальних досліджень в основі бічної поверхні робочого органа повинна лежати увігнута логарифмічна крива виду:

$$r_i = r_0 \cdot e^{\pm Q_i \cdot \operatorname{tg} \varphi}, \quad (3.5)$$

де r_0 – початковий радіус-вектор, с;

r_i – поточний радіус-вектор, см.;

Q_i – поточний полярний кут, радіан.;

φ – кут внутрішнього тертя ґрунту, град.;

e – підстава натурального логарифм.

Така поверхня, у порівнянні з прямолінійною, володіє додатковою розпушувальною здатністю. При цьому рівнодіючі елементарних сил, що діють на ґрунтовий шар з боку робочого органа, поверхня якого утворена по даній кривій, перетнуться в області денної поверхні. У результаті, у цій області виникає зона підвищеного тиску, що веде до спрямованого руйнування шару ґрунту. Крім того бічна поверхня розпушувальної лапи, виконана по логарифмічній кривій даного виду, визначає лінію ковзання, по якій відбувається відділення сколеного блоку ґрунту, має менший опір. І, як свідчать результати досліджень А.В. Баукова й А.С. Кушнар'ова, бічний профіль розпушувальної лапи, виконаний за формою логарифмічної кривої даного виду з початковим кутом встановлення до дна борозни, рівним не більш $\alpha = 45^\circ - \varphi/2$., не ущільнює дно борозни [18]. У тому випадку, коли нахил робочого органа до дна борозни буде більше $\alpha = 45^\circ - \varphi/2$., то утворяться дві поверхні ковзання. Наявність двох поверхонь ковзання приводить до розшарування ґрунту. Шар ґрунту (названий А.Н. Зеленіним «ядром ущільнення») між робочим органом і блоком ґрунту, що утвориться, ущільнюється і виноситься на поверхню. Утворення блоку ґрунту продукується при цьому не робочим органом, а ядром ущільнення, що рухається [18].

Розглянемо вигин шару ґрунту на поверхні робочого органа. Зображене на рис. 3.2 перетин (abcd) знаходиться в граничному стані. Тепер необхідно визначити при якій умові відбудеться руйнування блоку по перетині (abcd). Раніше відзначалося, що діаграма розтягування зразка ґрунту не має вираженої зони

пластичності, отже, можна припустити, що при досягненні граничної напруги розтягу (σ_p) в області розтягування даного перетину по усій висоті цієї зони відбудеться руйнування блоку ґрунту.

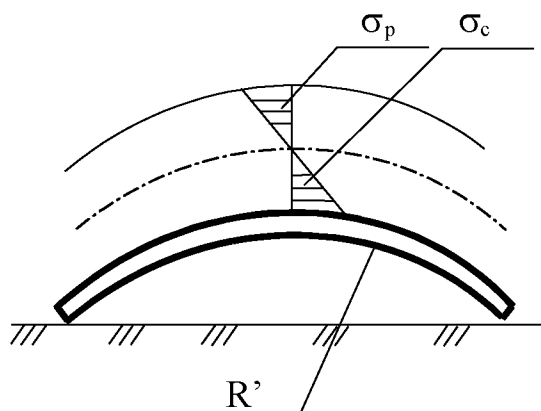


Рисунок 3.2 – Вигин шару ґрунту на поверхні розпушувальної лапи

За граничний стан балки в перетині (abcd) при стиску матеріалу, у якого спостерігаються пластичні деформації в цій зоні, приймаємо такий стан, при якому пластичні деформації поширюються на всю цю зону і досягнуть σ_c , при якому відбудеться руйнування.

Для повного руйнування шару ґрунту по розглянутому перетині приймемо умову, при якому 99 % матеріальних волокон цього перетину досягнуть граничних деформацій. У зв'язку з цим необхідно визначити радіус кривизни поверхні робочого органа, при якому матеріальне волокно даного перетину, що знаходиться на відстані $X_s = 0,01 \cdot h$ від нейтрального шару в області стиску, досягне граничної деформації.

На підставі вираження [18] можна визначити радіус кривизни R_1 , що повинен забезпечити руйнування балки при умові розтягу:

$$R_1 = \frac{X_s}{\varepsilon_c} = \frac{0,01 \cdot h}{\varepsilon_c}, \quad (3.6)$$

де ε_c – гранична деформація при стиску.

Як впливає з [18], радіус кривизни поверхні робочого органа буде дорівнювати:

$$R = R_1 + X_0, \quad (3.7)$$

Отримаємо:

$$R = h \cdot \frac{0,01 \cdot \left(1 + \frac{\sigma_p}{\sigma_c}\right) + \varepsilon_c}{\varepsilon_c \cdot \left(1 + \frac{\sigma_p}{\sigma_c}\right)}, \quad (3.8)$$

Відомо, що відношення σ_p / σ_c з визначеною вірогідністю може бути визначеним з рівняння:

$$\frac{\sigma_p}{\sigma_c} = \frac{\operatorname{tg} \cdot \left(45 - \frac{\varphi}{2}\right)}{\operatorname{tg} \cdot \left(45 + \frac{\varphi}{2}\right)}, \quad (3.9)$$

Таким чином, радіус кривизни визначається від фізико-механічних властивостей і стану ґрунту. Тому що в основі бічного профілю лапи була прийнята логарифмічна крива, задана в полярній системі координат виразом $r_i = r_0 \cdot e^{\pm Q_i \cdot \operatorname{tg} \varphi}$. Місце розташування радіуса кривизни визначається початковим радіусом-вектором і перемінним кутом Q_i . Раніше приведений метод побудови логарифмічної кривої з урахуванням кутів Q_n і Q_y не підходить для побудови R , тому опишемо логарифмічну криву виразом:

$$r_i = r_{\max} \cdot e^{-Q_i \cdot \operatorname{tg} \varphi}, \quad (3.10)$$

При цьому Q_i буде змінюватися від 0 при r_{\max} до максимального значення при r_{\min} . Максимальний полярний радіус кривизни можна визначити по формулі:

$$r_{\max} = r_0 \cdot e^{Q_n \cdot \operatorname{tg} \varphi}, \quad (3.11)$$

Отже,

$$r_i = r_0 \cdot e^{(Q_n - Q_i) \cdot \operatorname{tg} \varphi}, \quad (3.12)$$

Відомо [13], радіус криволінійної поверхні дорівнює:

$$R = \frac{(r_i^2 + r_0^2)^{2/3}}{r_i^2 + 2 \cdot r_i \cdot r_0}, \quad (3.13)$$

$$R = \frac{\left(r_0^2 \cdot e^{2(Q_n - Q_i) \cdot \operatorname{tg}(\varphi)} + Q_i^2 \cdot r_0^2 \cdot e^{2(Q_n - Q_i) \cdot \operatorname{tg}(\varphi)}\right)^{2/3}}{r_0^2 \cdot e^{2(Q_n - Q_i) \cdot \operatorname{tg}(\varphi)} + 2 \cdot Q_i^2 \cdot r_0^2 \cdot e^{2(Q_n - Q_i) \cdot \operatorname{tg}(\varphi)} + r_0^2 \cdot Q_i^2 \cdot e^{2(Q_n - Q_i) \cdot \operatorname{tg}(\varphi)}}, \quad (3.14)$$

У результаті отримаємо:

$$r_i = r_0 \cdot e^{(Q_n - Q_i) \cdot \text{tg} \varphi} \cdot \sqrt{1 + \text{tg}^2(\varphi)}, \quad (3.15a)$$

$$r_0 = \frac{h + \Delta - S}{e^{Q_n \cdot \text{tg}(\varphi)} \cdot \cos(Q_n)}, \quad (3.15b)$$

Кут, що визначає довжину вильоту логарифмічної кривої з заданим радіусом кривизни, з урахуванням виразу (3.15) визначаємо з допомогою залежності:

$$Q_i = Q_n - \frac{\ln \left(\frac{0,01 \cdot \left(1 + \frac{\sigma_p}{\sigma_c} \right) + \varepsilon_c \cdot \cos(Q_n) \cdot e^{Q_n \cdot \text{tg}(\varphi)}}{\varepsilon_c \cdot \left(1 + \frac{\sigma_p}{\sigma_c} \right) \cdot \sqrt{1 + \text{tg}^2(\varphi)}} \right)}{\text{tg}(\varphi)}, \quad (3.16)$$

У таблиці 3.1 приведені розрахункові значення R , Q_n і l – довжини вильоту логарифмічної кривої. Величина l визначалася по куті Q_n графічно з побудовою логарифмічної кривої для заданої глибини й умов обробітку ґрунту. Відношення σ_p / σ_c визначаємо з виразу (3.9).

Значення радіуса кривизни обумовлюється міцнісними властивостями ґрунту, а це, у свою чергу, викликає необхідність збільшення або зменшення величини кута Q_n , що визначає довжину вильоту логарифмічної кривої. Тому, чим вище здатність ґрунту протистояти руйнівним навантаженням, тим більше значення кривизни поверхні необхідно мати для руйнування на ній блоку ґрунту.

Таблиця 3.1 – Вплив фізико-механічних властивостей ґрунту і глибини обробітку на радіус кривизни і довжину вильоту логарифмічної кривої

Глибина обробітку ґрунту h , см	Відношення $\frac{\sigma_p}{\sigma_c}$	Радіус кривизни R , см	Граничний кут логарифмічній кривій Q_n , град	Довжина вильоту логарифмічній кривій l , мм
10	4,59	34,63	11 ⁰ 46°	82
	3,94	31,82	12 ⁰ 26°	95
	2,46	24,86	26 ⁰ 07°	139
	2,33	28,30	20 ⁰ 58°	121
16	4,59	40,40	11 ⁰ 46°	93
	3,94	37,12	12 ⁰ 26°	104
	2,46	29,00	26 ⁰ 07°	149
	2,33	33,02	20 ⁰ 58°	131

Нижня крайка бічного профілю визначається кутом Q_n , а верхня Q_e .

Повний кут, що визначає логарифмічну частину бічного профілю становить:

$$Q_n = Q_n + Q_e = 45^\circ + \frac{\varphi}{2}, \quad (3.17)$$

Частково уникнути обволікання нижньої частини пружної стійки рослинними залишками можна правильно вибравши форму її лобової поверхні.

Сила опору зминанню ґрунту і рослинних залишків R - спрямована убік, протилежний рухові стійки, що складає - P , що прагне зрушити рослинні залишки і ґрунт по площині скосу стійки і силу тертя F , що перешкоджає рухові рослинних залишків і ґрунту по стійці. Нормальний тиск - N рослинних залишків і ґрунту на стійку відхилиться на кут тертя φ (схема приведена на рис. 3.3) [29]

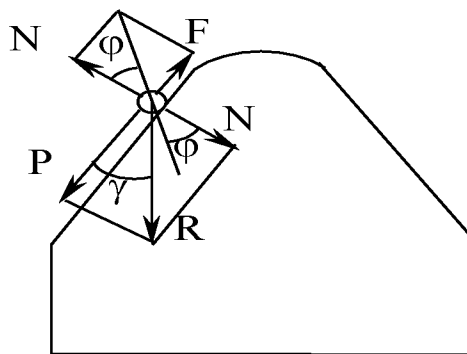


Рисунок 3.3 – Визначення форми лобової поверхні нижньої частини експериментальної стійки

Розклавши рушійну силу P і силу тертя F на складові і вважаючи, що рух рослинних залишків і ґрунту по стійці буде відбуватися коли $F < P$, шляхом нескладних перетворень отримаємо:

$$\gamma < (90^\circ - \varphi), \quad (3.18)$$

де γ – кут скосу поверхні нижньої частини пружної стійки, град..

Приймаючи середнє значення кута тертя рослинних залишків по сталі $\varphi = 35^\circ$ при вологості ґрунту до 25% [11], можна визначити, що раціональний кут скосу лобової поверхні стійки $\gamma < 55^\circ$.

Визначення бічного профілю поверхні розпушувальної лапи і стійки в поздовжньо-вертикальній площині

Вихідними даними до розрахунку є (табл. 3.2.):

Таблиця 3.2. – Вихідні дані до розрахунку бічного профілю поверхні розпушувальної лапи

Показник	Значення
Кут внутрішнього тертя, φ , град	42
Кут зовнішнього тертя, μ , град	25
Щільність ґрунту, ρ , г/см ³	1,25
Коефіцієнт зчеплення, z_o , Н/см ²	0.21
Гранична деформація при стиску, ε_c	0,018
Глибина обробки, h , мм	160
Кут розчину лапи, 2γ , град	80
Початковий кут установки розпушувальної лапи до дна борозни, β , град	6
Висота груди лапи, s , мм	30...40
Ширина захвату робочого органа, B , мм	310
Швидкість агрегату, V , м/с	12

На підставі виразу (3.5) маємо:

$$r_i = r_0 \cdot e^{\pm Q_i \cdot \tan \varphi}, \quad (3.19)$$

де r_0 – початковий радіус-вектор логарифмічної кривої, см;

r_i – поточний радіус-вектор, см.;

Q_i – поточний полярний кут, радіан.;

φ – кут внутрішнього тертя ґрунту, град.;

e – підстава натурального логарифму.

Полярний кут, що визначає логарифмічну частину бічного профілю, дорівнює сумі кутів Q_v та Q_n . Його величина залежить від типу і стану ґрунту. Верхня частина бічного профілю обмежується точкою « Q » і визначається кутом Q_y , нижня – Q_n . У рівнянні (3.5) знак «+» приймаємо для значень Q_n , знак «-» для значень Q_v .

$$Q_n = \frac{3}{2} \cdot \varphi - 45^\circ = \frac{3}{2} \cdot 42 - 45^\circ = 18^\circ;$$

$$Q_y = 90^\circ - \varphi = 90^\circ - 42^\circ = 48^\circ;$$

$$r_0 = \frac{120 + 60 - 42}{e^{0,261 \cdot \text{tg}(40)} \cdot \cos(15)} = 109,8 \text{ мм}$$

Розрахунок по визначенню значень (3.5) зводимо в таблицю 3.3

Таблиця 3.3 – Результати розрахунку величини поточного радіус-вектора

Q_i , град	-50	-40	-30	-20	-10	0	5	10	15
Q_i , рад	0,87	0,70	0,52	0,35	0,17	0	0,09	0,17	0,26
r_i , мм	55,9	64,7	74,9	86,7	100,5	109,8	116,3	125,2	134,7

Визначення граничного радіуса кривизни розпушувальної лати в поперечно-вертикальній площині.

На підставі рівняння (3.8) отримаємо:

$$R' = h \cdot \frac{0,01 \cdot \left(1 + \frac{\sigma_p}{\sigma_c}\right) - \varepsilon_c \cdot \left(2 + \frac{\sigma_p}{\sigma_c}\right)}{\varepsilon_c \cdot \left(1 + \frac{\sigma_p}{\sigma_c}\right)}, \quad (3.20)$$

Спочатку визначимо $\frac{\sigma_p}{\sigma_c}$ з рівняння (3.9), отримаємо:

$$\frac{\sigma_p}{\sigma_c} = \frac{\text{tg} \cdot \left(45^\circ - \frac{42^\circ}{2}\right)}{\text{tg} \cdot \left(45^\circ + \frac{42^\circ}{2}\right)} = 0,276$$

Тоді, маємо:

$$R' = h \cdot \frac{0,01 \cdot (1 + 0,276) - 0,018 \cdot (2 + 0,276)}{0,018 \cdot (1 + 0,276)} = 196,2 \text{ мм}$$

3.2 Обґрунтування розташування робочих органів на рамі знаряддя

Теоретичні дослідження розташування робочих органів.

При розробці конструкції знаряддя для суцільного і передпосівного обробітку ґрунту необхідно вибрати таку схему розміщення обраних робочих органів, при використанні якої не тільки виключається заклинювання ґрунту між робочими органами, забивання їхніми рослинними залишками, але і

поліпшуються інші показники якості роботи, зменшується довжина, вага і число робочих органів знаряддя, що працюють у суцільному середовищі, що істотно впливає на витрати енергії при виконанні технологічного процесу. Щоб уникнути заклинювання ґрунтового шару між ножами ротора, відстань між ними повинна становити [15]:

$$b \geq 1,5 \cdot a, \quad (3.21)$$

де b – відстань між двома сусідніми ножовими роторами, см.;

a – глибина ходу ножових роторів, см.

При максимальній глибині ходу ножових роторів $a = 10$ см мінімальна відстань між ними повинно бути 15 см.

Оскільки через скорочення довжини знаряддя передбачається встановлювати кут атаки батареї не більш 15° і з огляду на те, що по вимогах стандарту на передпосівний обробіток ґрунту не допускається наявність в обробленому шарі ґрунту грудок розміром більш 10 см., то доцільно буде розташовувати ножові ротори, зібрані в батареї, у два сліди.

Таке тандемне розташування батареї ножових роторів, крім вищевикладеного, дозволить одержати після їхнього проходу профіль дна борозни з незначною гребеневою формою і вирішить питання самоочищення роторних робочих органів.

Робочі органи, що розпушують, на експериментальній пружній S - подібній стійці після аналізу їхнього можливого розташування по різних схемах вирішено було розташовувати в шаховому порядку за дворядною схемою.

Щоб уникнути забивання робочих органів перед переднім і між переднім і заднім рядами стрілочастих лап необхідно, щоб зона деформації ґрунту під впливом лап переднього ряду не зачіпав задню батарею ножових роторів, а зона деформації ґрунту лапами заднього ряду – експериментальних S – подібних стійок переднього ряду, тобто:

$$L \geq l + l_0, \quad (3.22)$$

де L – відстань між ножами стрілочастих лап по ходу знаряддя;

l_0 – величина, обумовлена конструкцією робочого органа і стійки, см.;

l – довжина області поширення деформації ґрунту перед лапи, см..

Розглядаючи стрілочасту розпушувальну лапу як прямий клин з кутом нахилу до дна борозни можна визначити область поширення деформації ґрунту перед лапи по залежності [15]:

$$l = a \cdot \operatorname{tg}((\alpha + \varphi + \rho) / 2), \quad (3.23)$$

де a – глибина обробітку ґрунту робочими органами, см.;

α, ρ – кути тертя ґрунту по сталі і ґрунти по ґрунті, $\alpha = 25^\circ, \rho = 40^\circ$.

У такий спосіб відстань між вістрями стрілочастих лап складе:

$$l = a \cdot \operatorname{tg}((\alpha + \varphi + \rho) / 2) + l_0, \quad (3.24)$$

Значення L у залежності від конкретних умов стану ґрунти може знаходитися в межах 48,0...61,0 см.

Виходячи з умов деформації ґрунту, відстань t між сусідніми стійками в одному ряді (за умови дворядного розміщення лап), при якому не повинне відбуватися заклинювання ґрунту між стійками:

$$t > A, \quad (3.25)$$

де A – ширина зони деформації ґрунту з бічних сторін стрілочастої лапи.

$$A = b + (2 \cdot a \cdot \operatorname{tg}(\theta / 2) / \cos(\alpha + \varphi)), \quad (3.26)$$

де θ – кут сколювання ґрунту, град.;

b – ширина захвату робочого органа, см.

Підставивши відповідні значення в (3.25) одержимо, що відстань між сусідніми стійками в одному ряді буде знаходитися в межах 43...54 см.

Необхідно визначити відстань між розпушувальними лапами по ходу руху знаряддя, що забезпечить заднім розпушувальним лапам умове напіввільного різання і, у той же час, за рахунок взаємовпливу їхніх зон деформацій ґрунту, дозволить зменшити сумарний тяговий опір. Очевидно, це відбудеться в тому випадку, якщо зона деформації ґрунту задньої розпушувальної лапи буде знаходитися як би в «тіні» зони дії передньої. Тому що передня зминає визначений обсяг ґрунту, і після неї залишається проміжок простору, що може бути заповнений обсягом ґрунту, що деформується задньою розпушувальною лапою. При цьому зусилля на зминання і руйнування ґрунту задньої розпушувальної лапи

зменшиться як за рахунок зменшення обсягу ґрунту, що руйнується, так і за рахунок відсутності підпору з боку попереду розташованого масиву ґрунту для деякого її обсягу, що сколюється задньої розпушувальної лапою. Не важко припустити, що максимальні утворення вільного простору за передньою розпушувальною лапою відбудеться в момент відколу блоку ґрунту. Отже, відстань між рядами робочих органів, що відповідає їх мінімальному тяговому опорі, повинне дорівнювати довжині граничного шляху зминання ґрунту [15]:

$$C = \frac{A \cdot (\rho \cdot h + 2 \cdot C_0 \cdot \operatorname{ctg}(\varphi) \cdot (k_0 \cdot \pi \cdot h + 1,12 \cdot b \cdot \operatorname{tg}(\psi)))}{2 \cdot b \cdot (q + c \cdot V) \cdot (\cos(Q) - e^{-Q_n \cdot \operatorname{tg}(\varphi)} \cdot \cos(|Q_n - Q_s|))} + h \cdot \frac{\sin Q_n \pm e^{-Q_n \cdot \operatorname{tg}(\varphi)} \cdot \sin(|Q_n - Q_s|)}{2 \cdot \cos Q_n}, \quad (3.27)$$

де C – відстань між робочими органами:

$$A = \frac{\cos(\varphi) \cdot e^{2 \cdot (45^\circ + \varphi) \cdot \operatorname{tg}(\varphi)} \cdot \cos(1,5 \cdot \varphi - 45^\circ)}{2 \cdot (1 - \sin(\varphi)) \cdot \sin\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right) \cdot \operatorname{tg}\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right)}, \quad (3.28)$$

де $e^{-Q_n \cdot \operatorname{tg}(\varphi)}$, Q_n , Q_s – параметри логарифмічній кривій, що апроксимується крива в основі бічного профілю лапи;

V – швидкість робочого органа;

q – коефіцієнт об'ємного зминання ґрунту;

C_0 – зчеплення ґрунту;

c – коефіцієнт пропорційності, що характеризує зміни коефіцієнта об'ємного зминання ґрунту в залежності від швидкості деформації;

h – глибина обробітку ґрунту;

b – ширина ступені;

ρ – щільність ґрунту.

Зменшення цієї відстані призводить до накладення зон деформацій ґрунту розпушувальними лапами і до порушення умов напіввільного різання для наступної ступені. Збільшення C веде до підвищення обсягу деформованого ґрунту, що приходить на задню ступінь. І те, і інше веде до підвищення їхнього сумарного тягового опору.

Встановлення оптимального значення C дозволить зменшити ударне навантаження на робочому органі, оскільки сколювання елементів ґрунту

відбувається поетапно, що нерідко було причиною виходу з ладу кріпильних і регулювальних вузлів ґрунтообробних знарядь. При цьому, як результат зниження динамічного навантаження, покращиться стабільність ходу робочого органа по глибині обробітку.

Таким чином, вибір відстані між рядами розпушувальних лап, що дорівнює граничному шляхові зминання ґрунту, задовольняє як умові рівномірного навантаження на робочий орган, так і умову мінімального тягового опору.

Відстань між робочими органами в ряді вибираємо з умови забезпечення перекриття стрілчастих лап не менш ніж на 3 см.

Після стрілчастих лап у комбінований агрегат входить спіральний прутковий барабан, який закріплений на рамі за допомогою ресори, що значно покращує подрібнення ґрунту. А після спірального барабана в агрегат включено жорстко закріплений на раму прутковий барабан, який завершує комбінований обробіток ґрунту і подрібнює його на задану величину.

Визначення розміщення робочих органів на рамі знаряддя

На підставі рівняння (3.27) відстань між рядами робочих органів становитиме:

$$C = \frac{74,6 \cdot (1,25 \cdot 10^{-3} \cdot 0,16 + 0,18 \cdot \operatorname{ctg}(42^\circ)) \cdot (0,08 \cdot 3,14 \cdot 0,16 + 1,12 \cdot 0,31 \cdot \operatorname{tg}(45^\circ))}{2 \cdot 0,31 \cdot (250 + 0,1 \cdot 12) \cdot (\cos(48^\circ) - e^{-48^\circ \cdot \operatorname{tg}(42^\circ)} \cdot \cos|48^\circ - 18^\circ|)} +$$

$$+ 0,16 \cdot \frac{\sin 48^\circ \pm e^{-48^\circ \cdot \operatorname{tg}(42^\circ)} \cdot \cos|48^\circ - 18^\circ|}{2 \cdot \cos 18^\circ} = 0,42 \text{ м}$$

$$A = \frac{\cos(42^\circ) \cdot e^{2 \cdot (45^\circ + 42^\circ) \cdot \operatorname{tg}(42^\circ)} \cdot \cos(1,5 \cdot 42^\circ - 45^\circ)}{2 \cdot (1 - \sin(42^\circ)) \cdot \sin\left(45^\circ - \frac{42^\circ}{2}\right) \cdot \operatorname{tg}\left(45^\circ - \frac{42^\circ}{2}\right)} = 74,6 \text{ см}$$

Приймаємо відстань між рядами рівним 0,42 м.

3.3 Обґрунтування параметрів пруткового котка

Пруткові катки вибираємо стандартні, але перший беремо з більшим діаметром, а другий з меншим діаметром але з товщими прутками. Така схема застосування котків необхідна для того, щоб покращити обробіток ґрунту і

отримати заданий гранулометричний склад поверхневого шару ґрунту.

Перший коток: діаметр котка $D = 420\text{мм}$; діаметр прутка $d = 8\text{мм}$; кількість прутків $z = 6$. Другий коток: діаметр котка $D = 350\text{мм}$; діаметр прутка $d = 16\text{мм}$; кількість прутків $z = 6$ [15].

3.4 Розрахунок на міцність S - подібної пружини

Для спрощення рішення задачі розглянемо схему, представлену на рис. 3.4. На підставі цієї схеми і [30] маємо, що гранично припустиме зусилля на робочому органі повинне бути:

$$P = \frac{b \cdot t^2}{12 \cdot R_0} \cdot [\sigma]_n, \quad (3.29)$$

де b – ширина смуги стійки;

t – товщина смуги;

R_0 – радіус стійки;

Знаючи розрахунковий тяговий опір робочого органа:

$$P_{\text{розрах}} = 1,5 \cdot P_{\text{р.о.}}, \quad (3.30)$$

$$P_{\text{розрах}} = 1,5 \cdot 0,322 = 0,480\text{кН}$$

Можна визначити t задаючи b , за формулою:

$$t = \sqrt{\frac{12 \cdot P \cdot R_0}{b \cdot [\sigma]_n}}, \quad (3.31)$$

$$t = \sqrt{\frac{12 \cdot 0,48 \cdot 10^3 \cdot 264}{45 \cdot 50}} = 25,98\text{мм}$$

Отже, стійка повинна бути виконана зі смуги 45x25,98 мм. Оскільки такої смуги немає – приймаємо 45x26 мм.

3.2. Висновки за розділом 3

Результати досліджень, приведені в даному розділі, дозволяють зробити наступні висновки:

1. Виконано аналіз і обґрунтування технології передпосівного обробітку ґрунту. Визначено бічний профіль поверхні розпушувальної лапи і стійки в поздовжньо-вертикальній площині де початковий радіус-вектор логарифмічної кривої склав $r_0 = 109,8\text{мм}$.

2. Визначено граничний радіус кривизни розпушувальної лапи в поперечно-вертикальній площині - $R' = 196,2\text{мм}$.

3. Визначено розміщення робочих органів на рамі знаряддя – 0,42м.

4. Обґрунтовано параметри пруткового котка. Перший коток: діаметр $D = 420\text{мм}$; діаметр прутка $d = 8\text{мм}$; кількість прутків $z = 6$. Другий коток: діаметр $D = 350\text{мм}$; діаметр прутка $d = 16\text{мм}$; кількість прутків $z = 6$.

5. Розрахунок на міцність S - подібної пружини дозволило встановити розміри стандартної смуги яка повинна бути 45x26 мм.

4. РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩО ДО ПРАКТИЧНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1. Екологічна експертиза

Проведення екологічної експертизи передбачено Законами України «Про охорону навколишнього природного середовища» (від 25.06.1991 р.), та «Про екологічну експертизу» (від 09.02.1995р.) Закон передбачає (розділ 6, стаття 26, 27) обов'язкове проведення екологічної експертизи в процесі господарської, управлінської та іншої діяльності, що впливає на стан природного оточуючого середовища, а також проекти на будівництво, реконструкцію виробництв і об'єктів, які можуть мати негативний вплив на оточуюче середовище [32]

Проведення екологічної експертизи діяльності сільськогосподарських комплексів базується на основі вимог «Водного» та «Земельного» кодексів України (від 6.06.95 р. та 13.03.92 р. відповідно), «Основ земельного законодавства», «Основ водного законодавства», Закону «Про охорону атмосферного повітря» (від 16.10.1992 р.) і т.д.

Сільськогосподарське виробництво має негативний вплив на навколишнє середовище. Вихлопні гази тракторів, автомобілів та іншої сільськогосподарської техніки, випаровування тваринницьких комплексів впливають на повітряне середовище. Водне середовище забруднюється відходами нафтопродуктів. Від того як будуть виконуватися природоохоронні заходи на конкретних підприємствах, у конкретних господарствах залежить стан навколишнього середовища, розвиток і життєдіяльність нинішнього і наступного поколінь.

Оскільки дослідно-виробнича перевірка результатів роботи проводилися безпосередньо з використанням тракторного МТЗ-82, тому дослідження по екологічній експертизі безпосередньо пов'язані з виконанням операцій технічного обслуговування трактора МТЗ-82.

Для покращення екологічного стану в пункті технічного обслуговування ми передбачили [32]:

1. Територію майданчику технічного обслуговування машин, необхідно обладнати уловлювачами забруднених поверхневих стоків (ямами, канавами), які розташовуємо в нижній частині території з урахуванням природних ухилів поверхні.

2. Необхідно забезпечити оборотне водопостачання в спеціально відведеному місці для миття машин. Майданчик оснащуємо бортами, що запобігають стіканню мийних розчинів та забрудненої води за межі майданчика.

3. Для більш ефективного використання води і мийних розчинів рекомендуємо використовувати метод електрохімічної коагуляції і подачі розчину коагулянта в відстійник-нейтралізатор, що захищає осадок та оборотну воду від загнивання. Така комбінована схема відведення та очищення води запобігає насиченню основної маси стічних вод та осадка патогенними мікробами.

4. У відділеннях, систему відведення відпрацьованих газів необхідно обладнати глушниками та вловлювачами сажі (кіптяви), що значно зменшить забруднення токсичними викидами двигунів.

6. В приміщеннях майстерні спроектувати витяжну вентиляцію, яка забезпечуватиме необхідний мікроклімат (температура повітря 16–18°C, вологість 70%, швидкість руху повітря 0,015...0,02 м/с).

7. Територія, що прилягає до приміщення майстерні повинна бути впорядкована, для того передбачено:

– обладнати ділянки вздовж під'їзних шляхів а також навколо мийки машин газонами;

Дані заходи, які передбачені в пункті технічного обслуговування дозволять зменшити вплив шкідливих факторів на оточуюче середовище.

Отже, запропоновані заходи в даній роботі, не несуть загрози навколишньому середовищу, а полегшують роботу з технічного обслуговування машин.

Висновком є виконання передбачених заходів, які дадуть можливість зберегти навколишнє середовище, зменшивши вплив шкідливих факторів як на організм людини, так і на оточуюче його навколишнє середовище.

4.2. Охорона праці

Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів при експлуатації агрегату з комбінованим знаряддям для передпосівного обробітку ґрунту. виконуємо в системі людина-машина-виробниче середовище.

При експлуатації комбінованого знаряддя для передпосівного поверхневого обробітку ґрунту виникають механічні, термічні, і психологічні фактори, небезпечні й шкідливі для тракториста. [33].

Після повного аналізу шкідливих і небезпечних факторів, що виникають при обробітку ґрунту, були виділені найбільш значимі фактори, які впливають на роботу, визначений ступінь небезпеки кожного фактора див. в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Ранжирування небезпечних факторів

№ факт.	Небезпечний фактор	Небезпечна дія	Рівень значимості
X1	Обертові частини	Захват, удар	0,25
X2	Підвищений вміст пилу ГОСТ 12.1.005–88	Погіршення зору і дихання	0,85
X3	Підвищений шум ГОСТ 12.1.003–83	Вплив на органи слуху	0,68
X4	Монотонність праці	Збільшує втомлюваність	0,54
X5	Гострі кромки СН 245–71	Поріз	0,35
X6	Температура повітря вище норми ГОСТ 12.1.005–88	Збільшення втомлюваності	0,34
X7	Вібрація вище норми ГОСТ 12.1.012–82	Вібраційна хвороба	0,30
X8	Штучне освітлення нижче норми СНиП II–4–79	Не безпечно для руху	0,30
X9	Відсутність інструкції по техніці безпеки на робочому місці	Збільшення ризику для життя	0,30
X10	Двигун не відрегульований у відповідності з вимогами інструкції по експлуатації	Не безпечно для руху	0,32
X11	Безпека технічного й технологічного обслуговування знаряддя	Не безпечно для руху	0,55
X12	У гідравлічній начіпній системі, виявлена наявність тріщин, руйнувань і підтікання мастила	Не безпечно для руху	0,25

У таблиці 4.1 представлені 8 найбільш значимих факторів. Для наочності впливу цих факторів, за даними таблиці 4.1, будемо гістограму, рисунок 4.1.

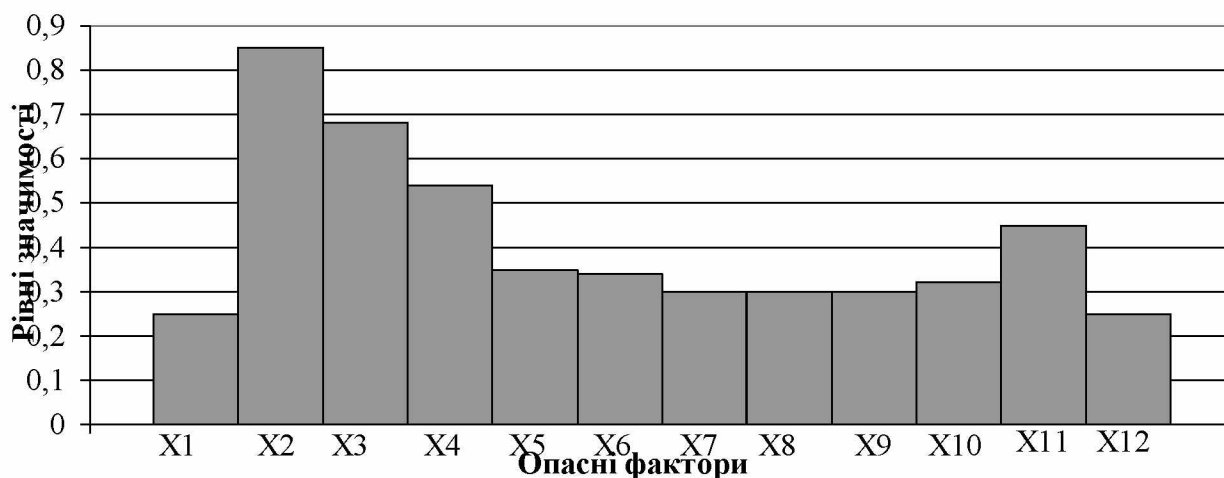


Рисунок 4.1– Діаграма залежностей факторів від рівня їхньої значимості

З діаграми видно, що найбільш значимими факторами є: підвищений зміст пилу і підвищений шум, монотонність праці і безпека технічного і технологічного обслуговування знаряддя.

4.3. Техніко-економічне обґрунтування досліджень

Для визначення економічної ефективності розробленої методики за новий варіант прийнято (умовно назвемо його агрегат з комбінованими знаряддями для передпосівного обробітку-АКЗ) базовий варіант прийнято агрегат у складі Т-150К зчіпки СП-11 та трьох культиваторів КПС-4

Розрахунок показників економічної ефективності застосування нового знаряддя для передпосівної обробки ґрунту виконаний з використанням методики, розробленої ВІСГОМ стосовно до умов центральних регіонів України. Розрахунок базується на прогнозованому прирості врожайності люцерни за рахунок стабілізації руху робочих органів по глибині і заданій щільності ґрунту в посівному шарі [25, 26].

Річний економічний ефект (E_p) визначається як різниця приведених витрат по варіантах згідно формули:

$$E_p = [(C_{ПВ} + E_B \cdot K_{ПВ}) - (C_{ПН} + E_H \cdot K_{ПН}) + D] \cdot Q_H, \quad (5.1)$$

де $C_{ПВ}, C_{ПН}$ – питомі експлуатаційні витрати на одиницю продукції при вихідному і порівнюваному варіантах, грн.;

$K_{ПВ}, K_{ПН}$ – питомі капітальні вкладення по тим же варіантам, грн.;

E_B, E_H – нормативні коефіцієнти ефективності капітальних вкладень;

D – додатковий чистий дохід за рахунок збільшення кількості продукції;

Q_H – річний обсяг роботи.

$$E_p = [(373,29 + 1,15 \cdot 125000) - (317,7 + 1,15 \cdot 191320) + 100000] \cdot 250 = 594689 \text{ грн}$$

Визначимо собівартість пропонованого знаряддя

З урахуванням методики галузева собівартість розробленого знаряддя визначаємо з виразу:

$$C_G = P \cdot (\Pi \cdot H \cdot K_M + M) + D, \quad (5.2)$$

де P – чиста вага знаряддя, $P = 755 \text{ кг}$;

Π – коефіцієнт конструкторської складності у порівнянні із серійним культиватором;

H – витрати на виробництво 1 кг чистої ваги однотипної продукції,
 $H = 3,5 \text{ грн/кг}$;

K_M – коефіцієнт зміни витрат на виробництво, $K_M = 1,19$ [25, 26];

M – вартість 1 кг чистої ваги матеріалу, що входить в знаряддя,
 $M = 70 \text{ грн/кг}$;

D – вартість витрат, пов'язаних із транспортними витратами, $D = 10000 \text{ грн}$;

$$C_G = 785 \cdot (1,0 \cdot 3,5 \cdot 1,19 + 70) + 10000 = 68220 \text{ грн}$$

Нижню межу ціни розраховуємо по формулі:

$$C_{н.п.} = C_G + \Pi_H, \quad (5.3)$$

де Π_H – нормативний прибуток;

$$\Pi_H = \frac{P_c \cdot C_o}{100}, \quad (5.4)$$

де P_c – галузева нормативна рентабельність, $P_c = 7\%$;

$$П_H = \frac{7 \cdot 68220}{100} = 4775 \text{ грн};$$

$$Ц_{н.п.} = 68220 + 4775 = 72995 \text{ грн}.$$

Лімітна ціна (галузева):

$$Ц_L = B \cdot Ц_{н.п.}, \quad (5.5)$$

де B – коефіцієнт подорожчання, пов'язаний з підвищенням витрат виробництва продукції із за її не серійності, $B = 1,2$ [25, 26];

$$Ц_L = 1,2 + 72995 = 87594 \text{ грн}$$

Таким чином, галузева ціна знаряддя склала 87594 грн.

Вихідні дані для розрахунку економічної ефективності приведені в таблиці Додаток В. Розрахунок вартісних витрат виконуємо з використанням залежностей представлених таблицею Додатку Г. Результати вартісних розрахунків таблиці Додатку Г, зводимо в таблицю 5.1.

Таблиця 5.1. Техніко-економічні показники роботи комбінованого ґрунтообробного агрегату.

Показники	Одиниці виміру	Базова машина	Проектована машина
Сумарні витрати на техніку	грн.	125000	191320
Заробітна плата	грн/га	0,24	0,24
Витрати по трактору	грн/га	63,44	63,44
Витрати по с.г. машині	грн/га	71,53	54,74
Витрати на ПММ	грн/га	30,82	30,82
Разом витрат	грн/га	166,03	149,24
Питомі капітальні витрати	грн/га	373,29	317,7
Річний економічний ефект	грн.	–	5946898
Строк окупності	років	–	1,34

Висновок: показники економічної ефективності застосування нового знаряддя приведені в таблиці 5.1. Так, з урахуванням високої якості роботи нового знаряддя, економії часу на обробіток, накопичення вологи можна збільшити врожайність сільськогосподарських культур від 5 до 7%. Річний економічний ефект від упровадження нової машини склав 5946898 грн. з врахування збільшення врожайності люцерни. Виходячи з цих даних можна зробити висновок, що експлуатація нового знаряддя економічно доцільна.

4.4. Висновки за розділом 4

1. Заходи, які запропоновані до впровадження в розділі дозволять зменшити вплив шкідливих факторів на оточуюче середовище при використанні запропонованого агрегату з комбінованими знаряддями (проектна марка АКЗ-3,0). Отже, запропоновані заходи в даній роботі, мінімізують загрози навколишньому середовищу, та полегшують роботу з технічного обслуговування машин.

2. Запропоновані заходи в пункті охорона праці дозволять повністю ліквідувати, нейтралізувати або знизити до допустимих норм вплив на працюючих небезпечних та шкідливих факторів виробничого середовища, забезпечують усунення джерел небезпеки, ізолювання від них персоналу, використання засобів, що усувають небезпечні ситуації та підвищують технічну безпеку, створюють надійні санітарно – гігієнічні та ергономічні умови.

3. Річний економічний ефект від експлуатації спроектованого агрегату з комбінованими знаряддями на передпосівній підготовці ґрунту (планово 250 га) складе – 5946898 грн., з врахування збільшення врожайності люцерни.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. У відповідності до господарської діяльності, ґрунтово кліматичні умови, СФГ «Москалець» Хорольського району Полтавської області має можливість для вирощування всіх сільськогосподарських культур. Розглянуто технологію вирощування люцерни на сіно.

1. Розроблено технологічну карту на вирощування люцерни на сіно

2. Обґрунтовано склад агрегату. Умовам оптимальної експлуатації відповідає робота на 4-й передачі при швидкості 8,83км/год МТЗ-82+АКЗ-3. Не зважаючи на більш високу продуктивність на 5 передачі, коефіцієнт запасу потужності майже відсутній, а відповідно двигун буде працювати з перевантаженням.

3. Вибрано спосіб руху агрегату МТЗ-82+АКЗ-3 в загінці. Для розглянутих умов більш вигідним є човниковий спосіб руху, у якого $\varphi=0,957$ має найбільше значення.

4. Визначено технічну продуктивність яка склала 2,43 га/год, при змінній продуктивності 14,31 га/змину, питомих витрат палива 5,17кг/га, та витратах праці, 0,41л.-год/га.

5. Виконано аналіз і обґрунтування технології передпосівного обробітку ґрунту. Проведено аналіз технічних засобів та обґрунтовано технологічну схему об'єкту вдосконалення.

6. Визначено бічний профіль поверхні розпушувальної лапи і стійки в поздовжньо-вертикальній площині де початковий радіус-вектор логарифмічної кривої склав $r_0 - 109,8\text{мм}$

7. Визначено граничний радіус кривизни розпушувальної лапи в поперечно-вертикальній площині - $R' = 196,2\text{мм}$

8. Визначено розміщення робочих органів на рамі знаряддя, що складає відстань між рядами рівним 0,42м.

9. Обґрунтовано параметри пруткового котка щоб покращити обробіток ґрунту і отримати заданий гранулометричний склад ґрунту.

Отже параметрами котків будуть:

Перший коток:

Діаметр ковзанки $D=420$ мм

Діаметр прутка $d=8$ мм

Кількість прутків $z=6$

Другий коток:

Діаметр ковзанки $D=350$ мм

Діаметр прутка $d=16$ мм

Кількість прутків $z=6$

10. Розрахунок на міцність S - подібної пружини дозволив встановити розміри стандартної смуги яка повинна бути 45×26 мм.

11. Виявлені небезпечні і шкідливі фактори при виконанні технологічної операції передпосівної підготовки ґрунту комбінованим ґрунтообробним агрегатом. Представлено перелік параметрів контролю робочого місця тракториста по показниках безпеки. Встановлено, що шкідливі фактори на робочому місці тракториста перевищують деякі припустимі величини. Усунення шкідливих факторів можливо шляхом правильного і своєчасного проведення технічного обслуговування і ремонтів трактора і комбінованого ґрунтообробного агрегату і дотриманням техніки безпеки.

12. Економічна ефективність застосування нового знаряддя з урахуванням високої якості роботи нового агрегату, економії часу на обробіток, накопичення вологи можна збільшити врожайність сільськогосподарських культур від 18 до 22%. показує, що річний економічний ефект від упровадження нової машини склав 5946898 грн., а окупиться розробка за 1,1. Року.