

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний аграрний університет
Інженерно-технологічний факультет

ДО ЗАХИСТУ ДОПУЩЕНИЙ
Завідувач кафедри агроінженерії та
технічного сервісу, к.т.н., професор
_____ І.В. Гунько
«_____» _____ 2024 р.

РОЗРАХУНКОВО-ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до дипломного проєкту
на тему «РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ АГРЕГАТУ ДЛЯ
ПЕРЕДПОСІВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ»
ДП.208.20-1.095.00.00.000.ПЗ

Виконав: студент групи АІ-20-1
Янковський Олександр Олегович

Керівник: к.т.н., доцент
_____ Спирін А.В.

2024 р.

**Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний аграрний університет**

**Інженерно-технологічний факультет
Кафедра агроінженерії та технічного сервісу**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри АІ та ТС, к.т.н., професор

_____ І.В. Гунько

« _____ » _____ 20__ р.

**ЗАВДАННЯ
на дипломний проєкт**

студенту _____ *Янковському Олександрю Олеговичу*

на тему: *Розробка конструкції агрегату для передпосівного обробітку ґрунту*

затверджену наказом № 334 д від 11.09.2023 р.

Термін подання дипломного проєкту

на кафедру для попереднього захисту _____

Вихідні дані для проєкту

Вид роботи – розробка агрегату для передпосівного обробітку ґрунту.

Методичні вказівки для виконання бакалаврської роботи

Підручники і навчально-методичні посібники.

Наукові видання (монографії, книги, збірники, журнали, методики, матеріали ЦНТЕІ, тощо).

Технічна та довідникова література

Зміст розрахунково-пояснювальної записки:

Вступ.

1. Вирощування ярого ячменю.

2. Визначення складу машин для вирощування ярого ячменю

3. Розробка агрегату для передпосівного обробітку ґрунту

4. Операційна технологія передпосівного обробітку ґрунту

Висновки.

Список використаних джерел.

Додатки.

Перелік графічного матеріалу:

1. Коток-розпушувач (ВЗ).

2. Батарея котків, батарея дискова (СК).

3. Деталювання

4. Графіки використання тракторів та машин

5. Операційна та технологічна карти

Завдання видано _____

Завдання прийняв до виконання _____ О.О. Янковський
(підпис)

Керівник _____ А.В. Спирін, к.т.н., доцент
(підпис)

ЗМІСТ

Вступ	5
РОЗДІЛ 1 ВИРОЩУВАННЯ ЯРОГО ЯЧМЕНЮ	6
РОЗДІЛ 2. Визначення складу машин для вирощування ярого ячменю	14
2.1. Складання технологічної карти вирощування і збирання ярого ячменю	14
2.2 Побудова графіка використання тракторів.....	18
2.3 Побудова графіка використання сільськогосподарських машин	19
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА АГРЕГАТУ ДЛЯ ПЕРЕДПОСІВНОГО ОБРОБІТКУ ГРУНТУ	21
3.1. Обґрунтування розробки конструкції	21
3.2. Будова і принцип роботи котка-розпушувача КР-3	22
3.3. Розрахунок деталей котка-розпушувача.....	23
РОЗДІЛ 4 Операційна технологія передпосівного обробітку ґрунту	27
ВИСНОВКИ.....	33
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	34
Додатки.....	38

					ДП.208.19-1.095.00 ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Янковський О.О				Розробка конструкції агрегату для передпосівного обробітку ґрунту	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.	Спірін А.В.						4	42
Реценз.						ВНАУ гр. АІ-20-1		
Н. Контр.	Спірін А.В.							
Затверд.	Гуцько І.В.							

ВСТУП

Головне завдання агропромислового комплексу – постійно нарощувати виробництво сільськогосподарської продукції, що можливо насамперед завдяки впровадженню інтенсивних технологій вирощування та збирання сільськогосподарських культур. Суть цих технологій полягає у збільшенні витрат енергетичних та матеріальних ресурсів на одиницю площі з метою збільшення валового збору продукції, а в ряді випадків – зменшення витрат на одиницю вирощеної продукції.

Виробництво зерна – найбільш механізована галузь сільського господарства, проте і тут є великі резерви, пов'язані із застосуванням раціональної технології, створенням і впровадженням нової техніки, поліпшенням експлуатації машинно-тракторного парку.

Одним з вирішальних факторів підвищення ефективності виробництва є використання оптимального комплексу машин для вирощування сільськогосподарських культур.

Поглиблення інтенсифікації виробництва сільськогосподарської продукції одночасно зумовлює необхідність пошуку шляхів скорочення витрат енергії та інших ресурсів. Це може досягатися завдяки ефективному використанню машинно-тракторних агрегатів.

Метою дипломного проекту є підвищення ефективності виробництва зерна ярого ячменю шляхом оптимізації роботи машинно-тракторних агрегатів, впровадженням перспективних технологічних прийомів та комбінованих машинних агрегатів.

					ДП.208.19-1.095.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		5

РОЗДІЛ 1 ВИРОЩУВАННЯ ЯРОГО ЯЧМЕНЮ

Ярий ячмінь досить чутливий до родючості ґрунту, що пояснюється його біологічними властивостями – має слаборозвинену кореневу систему з низьким рівнем засвоювання важкодоступних форм елементів живлення з ґрунту і характеризується стислим строком інтенсивного нагромадження поживних речовин. Високі врожаї формує на родючих оструктурених, середньозвя‘зних ґрунтах суглинкового механічного складу. Найбільш придатні для нього чорноземи глибокі та опідзолені степової і лісостепової зон. Добрі врожаї одержують на темно-сірих, сірих лісових та дерново-карбонатних ґрунтах у лісостепу. Непридатні для вирощування ярого ячменю болотисті й торфові, кислі та дуже засолені ґрунти, на яких ячмінь можна вирощувати лише після їх докорінного поліпшення [2, 23, 33].

розміщення в сівозмін. У комплексі агротехнічних заходів, які забезпечують сприятливі умови для нормального розвитку ячменю, особливо при інтенсивній технології його вирощування, важливим є розміщення його в полях сівозміни з достатньою родючістю і чистих від бур‘янів. Кращими попередниками ярого ячменю в зоні лісостепу є озима пшениця, кукурудза на зерно та силос, просо, цукрові буряки. У південно-східних районах ячмінь після цукрових буряків дає зменшені врожаї, ніж після інших попередників [33,34].

Щоб ефективно використовувати попередники, необхідно враховувати біологічні, агроекологічні і агрохімічні властивості сортів

У зв‘язку з тим, що господарства зони при значній насиченості сівозмін зерновими і технічними культурами частину площ (20-30%) ячменю змушені висівати після гірших попередників.

Особливу увагу при вирощуванні його треба приділяти таким агротехнічним заходам, які зменшували б негативний вплив стерньових попередників на врожай. До таких заходів насамперед належить хімічна меліорація ґрунтів, систематичне внесення органічних і мінеральних добрив, підготовка ґрунту, знищення бур‘янів та ін [23, 33].

					ДП.208.19-1.095.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		6

Система удобрення. Одним з найактивніших та швидкодіючих факторів підвищення врожаїв ячменю є раціональне використання мінеральних добрив, які за численними дослідними даними збільшують урожай зерна в зоні лісостепу на 4,2 – 8,1 ц/га і значно послаблюють негативну дію несприятливих погодних умов [34].

Рослини ячменю добре використовують післядію гною і мінеральних добрив. Тому систему удобрення під цю культуру потрібно спланувати так, щоб у сівозміні ячмінь розміщувався на полях, де під попередники були внесені добрива

За даними дослідів відділу рільництва [34], на чорноземах глибоких при середній забезпеченості ґрунтів поживними речовинами під ячмінь треба застосовувати повне мінеральне добриво в нормі $n_{40}p_{40}k_{40}$. Найдоцільніше внести з осені під основний обробіток ґрунту $n_{30}p_{25}k_{30}$, а останні добрива ($n_{10}p_{15}k_{10}$) в рядки під час сівби. За рахунок роздільного внесення рекомендованої кількості мінеральних добрив приріст зерна збільшується на 1,7 ц/га [34].

До застосування азотних добрив під ячмінь необхідно підходити диференційовано з урахуванням умов зволоження, попередників, кількості раніше внесених добрив та вмісту нітратних сполук у ґрунті, бо зайве азотне живлення призводить до вилягання рослин, тому зерно формується невеликим і щуплим, внаслідок чого зменшується врожай і погіршується якість його.

Мінеральні добрива вносять під зяблеву оранку, коли ж їх не внесли восени, можна використати весною під культивуацію. Ефективним є рядкове внесення добрив під час сівби на неудобрених або недостатньо удобрених полях.

При такому використанні невеликих норм поживних речовин на кожну одиницю їх одержують великий приріст урожаю ячменю.

При застосуванні системи удобрення в окремих полях враховують агрохімічні властивості ґрунтів, попередників і агрохімічні показники сортів. Окремі сорти мають різну здатність використовувати поживні речовини ґрунту і добрив, тому доцільно розрахунки робити, враховуючи агрохімічні властивості сортів.

Програмують урожай ячменю за формулою [34]:

$$B_p = C \cdot B + K_{mo} \cdot O_m + K_o \cdot O_o \quad (1.1)$$

					ДП.208.19-1.095.00 ПЗ	Арк.
						7
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

Де v_p – ресурсний врожай, ц/га;

Ц – ціна бала, ц/га;

Б – бонітет ґрунту поля, балів;

K_m – кількість внесених мінеральних добрив, ц/га;

O_m – окупність 1 ц поживної речовини мінеральних добрив урожаєм зерна, ц/га;

K_o - кількість внесених органічних добрив, т/га;

O_o – окупність 1 т органічних добрив урожаєм зерна, ц/га.

Обробіток ґрунту. Ґрунт під ячмінь готують за системою, рекомендованою для зони з нестійким зволоженням, і всі основні операції спрямовані на нагромадження в ґрунті якомога більше води та знищення бур'янів. Так, звільнене від попередника поле зразу луцять луцильником лдг-10 або лдг-15 в агрегаті х тракторами т-150 чи т-150к. Коли є коренепаросткові бур'яни, наступне луціння здійснюють обов'язково лемішними луцильниками ппл-5-25 з трактором класу 14 кн, чи ппл-10-25 з трактором т-150к на глибину 10-12 см. Залежно від потреби луцильники агрегатують з середніми боронами чи котками. Перший варіант застосовують у роки з достатнім зволоженням ґрунту, другий – у посушливу погоду.

Такий обробіток забезпечує надійне збереження води в ґрунті і сприятливі умови для проростання бур'янів [23,34].

Після кукурудзи на зерно поле луцять у два сліди дисковими боронами бдт-7, бдт-10, бдвп-6,3, а потім орють. Після цукрових буряків зяб орють без попереднього луціння. Зяблеву оранку плугами з передплужниками після стерньових попередників проводять на глибину 20-22 см, а на полях, засмічених осотом, 25-27 см, гірчаком – до 30 см.

Після таких просапних культур, як картопля, цукрові буряки, зяблеву оранку проводять на глибину 20-22 см і часто без попереднього луцення, після кукурудзи – на глибину до 30 см [23].

Досліди відділу рільництва ундірсіг щодо впливу способів обробітку ґрунту на врожай ярого ячменю свідчать, що плоскорізний обробіток дещо збільшує

					ДП.208.19-1.095.00 ПЗ	Арк.
						8
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

забур'яненість посіву, але при невеликій кількості і незначному розвитку вегетативної маси їх урожай зерна не зменшується порівняно з урожаєм ячменю по оранці [23,34].

Таким чином, досліді свідчать, що до вирішення цього питання в кожному господарстві потрібно підходити творчо з урахуванням ґрунтових і погодних умов, попередників та біологічних властивостей вирощуваних сортів.

Численні дослідження і передова практика вирощування ячменю свідчать, що максимальне збереження вологи в ґрунті навесні можна забезпечити тільки за диференційованою обробіткою ґрунту з урахуванням властивостей кожного поля, ступеня його забур'яненості, стану і метеорологічних умов [2,8, 9].

Для цього не може бути раз і назавжди встановлена, як глибина і способи розпушування, так і знаряддя для обробіткі.

Щоб не пересушувати ґрунт, весняний обробіток треба проводити в якомога стислі строки і обов'язково при фізичній стиглості його.

Під час допосівного обробіткі потрібно широко використовувати комбіновані машини і широкозахватні агрегати [11,20].

Обробіток ґрунту весною традиційно складається з ранньовесняного боронування і культивації, але бувають і деякі відхилення.

При швидкому висиханні бриластого зябу і повільному відтаванні ґрунту, коли його ще боронувати не можна, необхідно застосовувати шлейфування.

Як тільки верхній шар ґрунту підсохне, зяб боронують, щоб вирівняти його поверхню. Цю роботу краще виконувати гусеничними тракторами ДТ-75 або Т-150 в агрегаті з важкими зубовими боронами БЗТС-1,0и в зчепленні з шлейфами ШБ-2,5. Показником доброї якості такого обробіткі є вирівняність поверхні поля і створення розпушеного дрібногрудкуватого шару завтовшки 4-6 см, завдяки чому випаровування вологи з нижніх шарів зменшується в три і більше разів [23,33].

В окремі роки на добре виораних восени полях і при невеликих опадах взимку, якщо верхній шар зябу розпушений і вирівняний, то в цьому випадку для більшого збереження запасів вологи, одержання своєчасних, дружніх і повних сходів,

					ДП.208.19-1.095.00 ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

скорочення строків виконання весняних польових робіт, сіяти ярий ячмінь можна без передпосівної культивуації, а лише після боронування голчастими боронами биг-3 в режимі активного розпушення [20].

Передпосівну культивуацію ґрунту проводять на глибину загорання насіння. Така культивуація необхідна не тільки для знищення можливих сходів бур'янів, забезпечення рівномірно по глибині загорання насіння під час сівби, а й для кращого прогрівання ґрунту, посилення життєдіяльності корисних мікроорганізмів, у тому числі й бактерій, які здатні розкласти органічні рештки і утворювати доступні для рослин поживні речовини.

Прагнучи поліпшити обробіток зябу під посів ячменю, у деяких господарствах інколи проводять передпосівну культивуацію на глибину 12-14 см і більше. Як показали досліди, таке глибоке розпушування ґрунту перед сівбою себе не виправдовує, бо при цьому не завжди досягається краще загорання насіння на однакову глибину, а також призводить до пересушування ґрунту [34].

Встановлено, що за належного підбору робочих органів культиваторів і правильного їх відрегулювання можна забезпечити рівноглибинне загорання насіння, одержати дружні сходи і оптимальну кількість продуктивних рослин без зайвого поглиблення передпосівної культивуації. За даними внідк, при використанні для передпосівної культивуації знарядь із стрільчатими робочими органами (глибина обробітку 10-12 і 7-8 см) у середньому за три роки одержали зерна відповідно 34,1 і 34,5 ц/га, тобто майже однаково. Якщо культивували пружинними робочими органами на глибину 7-8 см, то зібрали 32,7 ц/га зерна. Отже, не поглиблення культивуації, а підбір кращого робочого органа до культиватора і правильне його відрегулювання вирішує якість розробки ґрунту.

Наявні культиватори (кпс-4, кпш-6) забезпечують добру передпосівну розробку ґрунту і тому доцільно обмежитися, як правило, перед сівбою однією культивуацією на глибину загорання насіння 5-6 см. Лише на тих полях, де ґрунт ущільнений і однією культивуацією не вдається добре його розпушити, доводиться повторити її.

Значна увага надається широкому застосуванню мінімалізації весняного

					ДП.208.19-1.095.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		10

обробітку ґрунту при використанні комбінованих агрегатів, за допомогою яких можна поєднати ряд технологічних операцій: внесення потрібної кількості добрив, боронування, культивацію, сівбу та коткування [8,20].

Використання різних конструкцій комбінованих агрегатів для поєднання операцій передпосівної і припосівної агротехніки ярого ячменю дозволяє скоротити строки виконання весняних польових робіт, зменшує матеріальні і грошові витрати та кількість проходів по полю коліс тракторів і знаряддя, що в свою чергу запобігає ущільненню і руйнуванню структури ґрунту. Основна вимога до передпосівного обробітку – добре розпушування посівного шару ґрунту, вирівнювання поверхні поля, а це сприятиме під час сівби рівномірному загортанню насіння у вологий шар на однакову глибину.

Сівба. Ячмінь – культура ранньої сівби. Запізнення з сівбою на 5-10 днів, особливо в умовах посухи, призводить до значного недобору зерна..

Сіють ячмінь відсортованим, очищеним, кондиційним насінням високих репродукцій, яке відповідає вимогам держстандарту. Перед сівбою насіння протруюють вітаваксом (3 кг/га) або іншими протруювачами із застосуванням плівкоутворювачів.

За даним науково-дослідних установ, рекомендується висівати за 100% господарської придатності 4,5-5 млн./га насінин, постійно уточнюючи норму стосовно біологічних властивостей нових районованих сортів. Вагова норма висіву становить відповідно від 180-220 до 140-160 кг/га. Для сортів схильних до вилягання, висококущистих норми висіву зменшують приблизно на 0,5 млн шт/га, для стійких проти вилягання і менш кущистих – збільшують на таку ж величину. При сівбі ячменю після кращих попередників застосовують меншу норму, ніж після гірших, а при запізненні із сівбою або висіванні в сухий ґрунт – більшу.

Глибина загортання насіння за достатньої вологості посівного шару ґрунту становить 5-6, на важких запливаючих ґрунтах 3-4 см.

Продуктивність ярого ячменю значно залежить від рівномірного розподілу насіння на площі, що дозволяє рослинам найефективніше використовувати воду,

					ДП.208.19-1.095.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		11

поживні речовини та енергію сонця тому спосіб сівби – звичайний рядковий з міжряддями 15 см [2, 23, 33. 34].

Сіють ячмінь сівалками сз-3,6 в агрегаті з тракторами юмз-6л чи мтз-80 або комплектуючи широкозахватні агрегати з тракторами дт-75, т-150.

При інтенсивному вирощуванні ячменю під час сівби створюють постійні технологічні колії, перекриваючи висівні апарати 6-7 та 18-19 сошників у середній сівалці трисівалкового машинно-тракторного агрегату.

Догляд за посівами. Комплекс прийомів догляду за посівами складається з коткування, боронування, хімічних обробок та боротьби з шкідниками і хворобами. У посушливі роки поле обов'язково коткують кільчато-шпоровими котками вслід за сівалками або в агрегаті з ними. Застосування такого прийому сприяє підвищенню врожаю ярого ячменю. Про це свідчать дані ерастівської станції. Тут у середньому за три роки від післяпосівного коткування збір зерна ячменю збільшився з 26,3 до 28,7 ц/га.

На важких ґрунтах під дією опадів часто утворюється кірка, яку знищують легкими ЗБП-0,6, ЗОР-0,7 чи середніми ЗБЗСС-1,0 зубовими боронами або ротаційними мотиками [33].

Не рекомендується боронувати посіви після з'явлення сходів, коли ґрунт надто вологий, насіння мілко загорнуте, а також коли посіви ячменю розміщені на легких ґрунтах або в них підсіяні багаторічні трави.

Якщо посіви забур'янені, застосовують гербіциди (Ларен 0,1 кг/га), використовуючи для їх внесення штанговий обприскувач оп-2000-2-01 в агрегаті з трактором мтз-80. У разі виявлення на рослинах ознак борошнистої роси, іржі посіви обприскують у фазі кущення байлетоном (0,6 кг/га) або тілтом (0,5 кг/га). Водночас обприскують посіви для знищення шкідників (волатон, 1,0 л/га).

Застосування хімічних способів захисту посівів ярого ячменю від бур'янів, хвороб та шкідників забезпечує додатковий збір зерна 5-6, а в окремі роки і 8 ц/га, а також дозволяє використовувати збиральну техніку з найменшими втратами врожаю [23, 33].

					ДП.208.19-1.095.00 ПЗ	Арк.
						12
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

Збирання врожаю. Оптимальні строки і способи збирання ячменю є істотним резервом збільшення виробництва зерна і зменшення втрат, які нерідко перевищують прирости, одержані від застосування найефективніших заходів агротехніки (впровадження нових сортів чи прогресивних технологій).

Збирають ячмінь у фазі воскової стиглості зерна, поєднуючи роздільне збирання з прямим комбайнуванням. Забур'янені та полегли посіви високорослих сортів ячменю збирають роздільним способом, скошуючи їх у валки при вологості зерна 30-38%, а зріджені й чисті посіви низькорослих сортів – прямим комбайнуванням при вологості зерна 15-18% [23, 33].

Для забезпечення своєчасності виконання збиральних робіт формують збирально-транспортні загони у складі зернозбиральних комбайнів рсм-10, ск-5м, вантажних автомобілів для перевезення зерна на тік, та ланок по транспортуванню і скиртуванню соломи [1, 30].

Після обмолоту зерно ячменю очищають, доводять його вологість до 14-15% і використовують за призначенням [34].

					ДП.208.19-1.095.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		13

РОЗДІЛ 2. ВИЗНАЧЕННЯ СКЛАДУ МАШИН ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ ЯРОГО ЯЧМЕНЮ

2.1. Складання технологічної карти вирощування і збирання ярого ячменю

Технологічна карта є основним технологічним документом на вирощування і збирання сільськогосподарської культури в господарстві. Розробляється вона на найближчий рік із врахуванням наявної в господарстві техніки та можливого використання нових машин, більш сучасних агротехнічних прийомів, які сприяють підвищенню врожайності і зменшенню затрат праці на одиницю продукції [1].

Розроблена технологічна карта вирощування та збирання ярого ячменю включає такі основні блоки інформації:

- агрономічний блок, який містить назву операції, обсяг робіт, початок і тривалість робіт;
- технічне забезпечення операцій і нормативи використання техніки (змінна норма виробітку, норма витрати палива, еталонна продуктивність);
- потреба в ресурсах: кількість технічних засобів, виробничого персоналу, робочих днів і нормозмін, палива і технологічних матеріалів;
- показники ефективності: затрати праці, виробіток в еталонних одиницях обліку механізованих робіт.

Перед складанням технологічної карти були проаналізовані наступні умови: Агрокліматичні, ґрунтові, з урахуванням питомого опору, конфігурації поля, довжину гонів, рельєф.

Ці фактори значною мірою впливають на вибір технології вирощування ярого ячменю.

Для складання технологічної карти були враховані такі первинні дані: попередник (цукрові буряки); площа, на якій планується вирощування ярого ячменю; планова врожайність (основної і побічної продукції), норма витрати: насіння, пестицидів; норми внесення добрив, відстань перевезення: насіння, добрив, пестицидів, основної і побічної продукції. Крім того, було враховано стійкість

					ДП.208.19-1.095.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		14

ґрунтів до водної ерозії, ступінь забур'яненості поля.

Заповнювали технологічну карту так [1].

В графу 1 «Шифр операції», проставляли порядковий номер.

Перелік операцій, необхідних для вирощування і збирання заданої сільськогосподарської культури записували в графу 2 [2, 23, 33, 34].

«Обсяг робіт», Ω , (графа 3) визначається типом агрегату [5, 6, 30]:

- для технологічних агрегатів (оранка, культивування, збирання врожаю), га,

$$\Omega = Fk \quad (2.1)$$

- для навантажувальних, т, ц, м³,

$$\Omega = Fg_m \quad (2.2)$$

- для транспортних, т чи ткм,

$$\Omega = Fg_m L_n \quad (2.3)$$

де F - площа вирощування сільськогосподарської культури, га;

k - коефіцієнт кратності виконання операцій;

g_m - норма витрати технологічних матеріалів, т/га;

L_n - відстань перевезень, км.

Дата початку роботи (графа 4) обумовлюється агротехнікою вирощування сільськогосподарської культури. При розробці технологічної карти, календарні і агротехнічні строки виконання операцій приймали з урахуванням особливостей вирощування ярого ячменю [2, 34].

Роботу агрегатів рекомендується планувати в дві зміни [1]. Тривалість зміни, $T_{зм}$, при цьому повинна становити 7 год, а при роботі з отрутохімікатами - не більше 6 год. При виконанні найбільш важливих і термінових робіт допускається продовжувати робочу зміну до 10 год. Виходячи з цього, тривалість роботи агрегату за добу, T_d , год, записували в графу 5.

Склад машинно-тракторних агрегатів (марку енергетичного засобу, сільськогосподарської машини і зчіпки, та їх кількість в агрегаті) записуємо в графи 6, 7 і 8. При цьому по кожній операції технологічного процесу вирощування і збирання ярого ячменю, для конкретних умов роботи (група поля, клас ґрунту),

					ДП.208.19-1.095.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		15

вибирали раціональний склад машинно-тракторного агрегату, за критеріями годинної продуктивності W_{Γ} і паливної економічності g_{Π} , виходячи з наявної в господарстві техніки [1, 5, 6, 15, 16].

Змінну норму виробітку, $W_{зм}$, (графа 9), добову продуктивність агрегату та витрату палива на одиницю роботи (графа 11) визначали з [25, 26].

Норму витрати технологічних матеріалів (органічних та мінеральних добрив, насіння, пестицидів тощо) визначали відповідно з агротехнікою вирощування сільськогосподарської культури [2, 23, 33, 34]. Ці дані записували в графу 12.

Необхідну для виконання запланованого обсягу робіт, кількість агрегатів n_a (графа 13), визначали по формулі [1]:

$$n_a = \frac{\Omega}{W_{зм} K_{зм} D_p} \quad (2.4)$$

де $K_{зм}$ – коефіцієнт змінності,

$$K_{зм} = \frac{T_{\partial}}{T_{зм}} \quad (2.5)$$

Необхідну кількість обслуговуючого персоналу (графа 14) визначали за формулами [1, 5, 6, 15,16]:

$$n_o = (m_m + m_d) n_a K_{зм} \quad (2.6)$$

де m_m і m_d - відповідно, кількість механізаторів та допоміжних робітників.

Кількість механізаторів і допоміжних робітників, обслуговуючих агрегат, визначали в залежності від його складу, прийнятої в господарстві технологічної схеми роботи і рекомендацій заводів - виробників машин.

Кількість днів, протягом яких буде виконана робота (графа 15), підраховували діленням обсягу роботи Ω (графа 3) на кількість агрегатів n_a (графа 13) та добову продуктивність агрегату W_d , тобто [1,15]:

$$D = \frac{\Omega}{n_a W_d} = \frac{\Omega}{n_a W_{зм} K_{зм}} \quad (2.7)$$

Затрати праці на виконання роботи (графа 16) підраховували за формулою:

					ДП.208.19-1.095.00 ПЗ	Арк.
						16
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

$$Z_n = (n_m + n_d) N_{zm} T_{zm} \quad (2.8)$$

де n_m і n_d – відповідно, кількість механізаторів і допоміжних робітників, що обслуговують агрегат.

N_{zm} – кількість відрпацьованих нормо-змін

Кількість відрпацьованих нормо-змін визначали діленням обсягу роботи на нормативну змінну продуктивність агрегату.

Розрахунок показників технологічної карти покажемо на прикладі операції “Оранка”.

В графу 1 «Шифр операції», проставляємо порядковий номер, 3.

В графу 2 записуємо назву роботи “Оранка”.

«Обсяг робіт», Ω , (графіа 3) визначаємо по формулі:

$$\Omega = Fk,$$

$$\Omega = 80 \cdot 1 = 80 \text{ га.}$$

Дата початку роботи (графіа 4), після закінчення збирання цукрових буряків, орієнтовно – 25 вересня.

Роботу агрегатів при оранці ґрунту плануємо в дві зміни. Тоді тривалість роботи агрегату за добу, T_d , год, становить 14 годин (графіа 5).

Склад машинно-тракторного агрегату (Т-150К+ПЛ-6-35) записуємо в графіах 6, 7 і 8 таблиці 3.1.

Змінну норму виробітку, $W_{zm} = 7,5$ га, (графіа 9) та витрату палива на одиницю роботи $g_{п} = 15,3$ кг/га (графіа 10) визначаємо з [25, 26].

При оранці ґрунту, технологічні матеріали не витрачаються, тому в графу 12 не записуємо цифрових значень.

Необхідну для виконання запланованого обсягу робіт, кількість агрегатів n_a (графіа 13), визначаємо по формулі (3.4):

$$n_a = \frac{80}{7,5 \cdot 2 \cdot 6} = 0,88.$$

Приймаємо 1 агрегат.

Необхідну кількість обслуговуючого персоналу визначаємо за формулою (3.6):

					ДП.208.19-1.095.00 ПЗ	Арк.
						17
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

$$n_o = (1 + 0) \cdot 1 \cdot 2 = 2 \text{ люд.}$$

Кількість днів, протягом яких буде виконана робота (графа 15), підраховуємо діленням обсягу роботи Ω (графа 3) на кількість агрегатів n_a (графа 13) та добову продуктивність агрегату W_d , тобто:

$$D = \frac{80}{1 \cdot 15} = 5,3 \text{ дня.}$$

В графу 15 записуємо 6 днів.

Підраховуємо кількість відпрацьованих нормо-змін по формулі (3.8),

$$N_{зм} = \frac{80}{7,5} = 10,66.$$

Виробіток машинно-тракторних агрегатів в умовних одиницях W_y визначаємо, помноживши значення годинної еталонної продуктивності $\lambda = 1,65$ [1, 5, 6, 15, 16] на кількість відпрацьованих нормо-змін $N_{зм} = 10,66$ та тривалість зміни $T_{зм} = 7$ год.

$$W_y = 1,65 \cdot 10,66 \cdot 7 = 123,19 \text{ у.е.га.}$$

Затрати праці на виконання роботи (графа 16) підраховуємо за формулою (2.9):

$$Z_n = 2 \cdot 10,66 \cdot 7 = 149,24 \text{ люд.год.}$$

Аналогічно виконавши розрахунки для інших операцій технологічного процесу, їх значення записуємо в технологічну карту.

2.2 Побудова графіка використання тракторів

При побудові графіка використання тракторів по осі абсцис відкладаємо заданий календарний період виконання польових механізованих робіт, а по осі ординат – установлену розрахунком кількість тракторів відповідних марок (див. аркуш 2 графічної частини), що необхідна для виконання запланованого обсягу робіт по операції. Кожній операції на графіку відповідає один або кілька прямокутників, основою яких є тривалість виконання операції в календарних днях, а висотою – кількість тракторів, зайнятих на виконанні даної операції [5,16].

					ДП.208.19-1.095.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		18

Графіки використання всіх запланованих марок тракторів будуємо на одному аркуші та на одній календарній шкалі (див. аркуш 2 графічної частини проекту). Якщо строки проведення робіт по кількох операціях збігаються, то прямокутники на графіках відповідних марок тракторів будуємо один над другим. Загальна висота їх у перерізу, перпендикулярному осі календарних днів, дорівнює в масштабі кількості тракторів, необхідних у даний момент для виконання запланованих робіт.

Кожний прямокутник кодуємо номером тієї операції, на виконання якої запланований даний трактор.

Побудова графіків використання тракторів, одночасно з визначенням комплексу машин для виконання циклу механізованих робіт, дає можливість визначити завантаження всього тракторного парку підрозділу в заплановані календарні строки виконання будь-якої операції: які трактори і скільки уже заплановано до використання у ці ж строки, які та скільки ще вільні. Це дозволяє ще на ранній стадії складання плану виконання робіт та проведення відповідних розрахунків виявити грубі прорахунки в розподілі тракторів за операціями та помилки в розрахунках, встановити причину підвищеної потреби в тракторах та механізаторах і визначити, яким чином зменшити цю потребу: або “передати роботу” на другу, менш завантажену марку трактора, якщо він може якісно виконати даний вид роботи, або збільшенням тривалості робочого дня в цей період, або зміною інтенсивності роботи в межах агростроку, або зміною виконання процесу.

Після побудови графіка використання тракторів та його коригування по ньому візуально визначаємо найбільшу кількість тракторів кожної марки, що одночасно зайняті на виконанні механізованих робіт, яку й приймаємо за потребу в них.

2.3 Побудова графіка використання сільськогосподарських машин

Одночасно з побудовою графіка використання тракторів будуємо графік використання сільськогосподарських машин (див. аркуш 2 графічної частини проекту) [5, 16]. Для цього по осі абсцис графіка відкладаємо, як і в першому випадку, календарні дати, а по осі ординат – найменування та марку

					ДП.208.19-1.095.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		19

сільськогосподарських машин та сумарну потребу в цих машинах. Використання сільськогосподарських машин на цих графіках позначаємо лінією паралельною осі абсцис, довжина якої у відповідному масштабі дорівнює розрахунковій тривалості роботи сільськогосподарської машини на виконанні технологічної операції. Над лінією проставляємо розрахункову кількість тих машин, що використовуються на даній операції, а під лінією – номер цієї операції в переліку запланованих робіт на даному полі сівозміни.

Складені графіки, наочно показують, на який строк, яких і скільки треба підготувати машин, а також дають змогу спланувати їх ремонт.

					ДП.208.19-1.095.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		20

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА АГРЕГАТУ ДЛЯ ПЕРЕДПОСІВНОГО ОБРОБІТКУ ГРУНТУ

3.1. Обґрунтування розробки конструкції

Однією з характерних рис в практиці сучасного світового сільськогосподарського машинобудування в останні роки є пошук способів і технічних засобів для зменшення кількості проходів машинно-тракторних агрегатів по полю шляхом поєднання виконання технологічних операцій. Такий підхід дає змогу підвищити продуктивність агрегатів, скоротити строки виконання польових робіт, зменшити ущільнення ґрунту [3, 9, 11].

Існуючі в даний час прийоми обробітку ґрунту, сівби та догляду за посівами, при багаторазових проходах тракторів та сільськогосподарських машин по полю призводить до негативних змін структури ґрунту та зменшенню його родючості [21].

Створилася певна невідповідність між параметрами нових тракторів і технологічними прийомами вирощування сільськогосподарських культур шаблонно перенесеними з практики землеробства, яке базувалося на використанні малопотужних тракторів [8, 9, 20].

Розробка і використання ґрунтообробних агрегатів, які за один прохід по полю виконують кілька технологічних операцій, має велике значення. Впровадження у виробництва комбінованих агрегатів дозволить зменшити енергетичні та грошові затрати на виробництво продукції сільського господарства з одночасним підвищенням урожайності.

В окремі роки на добре виораних восени полях і при невеликих опадах взимку, якщо верхній шар зябу розпушений і вирівняний, то в цьому випадку для більшого збереження запасів вологи, одержання своєчасних, дружніх і

Повних сходів, скорочення строків виконання весняних польових робіт, сіяти ярий ячмінь можна без передпосівної культивації, а лише після боронування голчастими боронами БІГ-3 в режимі активного розпушення [11].

					ДП.208.19-1.095.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		21

Використання різних конструкцій комбінованих агрегатів для поєднання операцій передпосівної і припосівної агротехніки ярого ячменю дозволяє скоротити строки виконання весняних польових робіт, зменшує матеріальні і грошові витрати та кількість проходів по полю коліс тракторів і знаряддя, що в свою чергу запобігає ущільненню і руйнуванню структури ґрунту. Основна вимога до передпосівного обробітку – добре розпушування посівного шару ґрунту, вирівнювання поверхні поля, а це сприятиме під час сівби рівномірному загортанню насіння у вологий шар на однакову глибину.

В дипломному проєкті пропонується конструкція котка розпушувача з умовною назвою КР-3, застосування якого дає змогу за один робочий прохід по полю розробити верхню частину ґрунту на глибину загортання насіння до посівного стану.

3.2. Будова і принцип роботи котка-розпушувача КР-3

Коток-розпушувач КР-3 належить до комбінованих агрегатів для передпосівного обробітку ґрунту. Агрегатується пропонована машина з тракторами тягового класу 1.4.

Робочими органами котка-розпушувача голчасті диски встановлені на двох секціях з перекриттям, та котки. Крім того, до рами КР-3 можна приєднати планки для вирівнювання поверхні поля.

Робочі органи монтуються до рами котка-розпушувача, поперечні бруси якої виготовлені з кутника 80×80 мм, а поздовжні – шляхом зварювання двох кутників 75×75 мм (див. Аркуш 4 графічної частини проєкту).

При русі агрегату по полю, батареї голчастих дисків, які встановлені в передній частині рами, розпушують ґрунт на глибину до 9 см і частково знищують бур'яни. Батареї котків подрібнюють грудки і прикочують поверхню ґрунту. Таким чином створюються умови для розподілу насіння в ґрунті на тверде ложе з дрібногрудкуватою структурою ґрунту вище зони розміщення насіння.

					ДП.208.19-1.095.00 ПЗ	Арк.
						22
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

3.3. Розрахунок деталей котка-розпушувача

Розрахунок механізму з'єднання котка-розпушувача. Коток-розпушувач кр-3 приєднується до трактора з допомогою сніці та сталевго пальця. В процесі руху агрегату в робочому чи транспортному положенні в місці з'єднання котка з трактором на палець діють напруги зминання, величину яких можна визначити з умови міцності [4]:

$$\sigma_{зм} = \frac{F_m}{2d\delta} \leq [\sigma_{зм}] \quad (3.1)$$

Де f_T – тягове зусилля на гаку трактора, н; $f_T = 13200$ н [4];

d – діаметр сталевго пальця, мм; за конструктивними особливостями приймаємо $d = 30$ мм;

δ - довжина поверхні зминання, мм; за конструктивними особливостями приймаємо $\delta = 60$ мм.

$$\sigma_{зм} = \frac{13200 \cdot 10^6}{2 \cdot 30 \cdot 60} = 36,7 \text{ МПа}$$

Умова міцності пальця виконується.

Напругу розриву кронштейна сніці визначимо з умови міцності на розрив:

$$\sigma_p = \frac{F_m}{4a\delta} \leq [\sigma_p] \quad (3.2)$$

Де a – ширина поверхні можливого розриву сніці.

Приймаємо $A = 50$ мм..

$$\sigma_p = \frac{13200 \cdot 10^6}{4 \cdot 50 \cdot 60} = 41 \text{ МПа}.$$

Наступне небезпечне, з точки зору міцності, з'єднання – зварний шов кріплення кронштейна до сніці котка. Для зварного з'єднання умова міцності має вигляд [4]:

$$\tau_{зр} = \frac{F}{2S_{зр}} \leq [\tau_{зр}] \quad (3.3)$$

Де $S_{зр}$ – площа шва, мм²;

$$S_{зр} = 0,7kB_{шв} \quad (3.4)$$

					ДП.208.19-1.095.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		23

де K – товщина шва, мм; $K = 3$ мм;

B – довжина кутового шва, мм; $B = 160$ мм

$$S_{зр} = 0,7 \cdot 3 \cdot 160 = 336 \text{ МПа}$$

$[\tau_{зр}] = 75\text{-}80$ МПа – допустима напруга зрізу матеріалу шва.

$$\tau_{зр} = \frac{13200 \cdot 10^6}{2 \cdot 336} = 19,6 \text{ МПа}$$

З приведених розрахунків, видно, що з'єднувальні пристрої котка-розпушувача надійні (мають майже трикратний запас міцності).

Для приєднання котків до рами застосуємо дерев'яні підшипники валів батареї котків. Визначимо питомий тиск [4]:

$$P = \frac{F_n}{S_n} = \frac{F_n}{dL} \leq [P] \quad (3.5)$$

де D – діаметр котка, мм;

L – довжина вала котка, мм;

$[P]$ – допустимий питомий тиск, МПа; $[P] = 1,5\text{-}2,0$ МПа;

F_N – сила тиску, МПа.

$$F_n = \frac{G_m}{4} \quad (3.6)$$

де G_M – вага агрегату, Н.

$$F_n = \frac{15000}{4} = 3750 \text{ Н}$$

$$P = \frac{3750 \cdot 10^4}{45 \cdot 100} = 8,3 \text{ МПа}$$

Умова міцності не витримується, отже дерев'яні підшипники непрацездатні в даних умовах. Виходячи з цього, вибираємо підшипники ковзання, виготовлені з бронзи, допустимий питомий тиск для яких становить 15 МПа.

Розрахунок вала котка-розпушувача на міцність. Прикочуючі робочі органи монтуються на вал встановлений в підшипники ковзання виготовлені з бронзи. Вал виготовлений з труби довжиною 2,8 м встановлений у підшипниках,

					ДП.208.19-1.095.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		24

відстань між якими становить 1,75 м. На вал діє вага котків g і сила опору коченню g .

Вихідні дані для розрахунку:

Вага котка $G = 220 \text{ Н}$;

Коефіцієнт опору коченню котка $F = 0,25$.

Загальний опір коченню котка становить:

$$R = Gf \quad (3.7)$$

$$R = 220 \cdot 0,25 = 55 \text{ Н}.$$

- Визначаємо величину та напрямок опорних реакцій у вертикальній площині (діє сила G)

$$- \quad R_A^6 = R_B^6 = \frac{90 \cdot 22}{2} = 990 \text{ Н}$$

- Визначаємо величину згинаючих моментів в небезпечному перерізі (вертикальна площина)

$$M_C^6 = -G \cdot 4 \cdot 35 - G \cdot 3 \cdot 35 - G \cdot 2 \cdot 35 - G \cdot 35 + R_A \cdot 87,5 = \\ = -22(140 + 105 + 75 + 35) + 99 \cdot 87,5 = 85,25 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_A^6 = -G \cdot 52,5 - G \cdot 17,5 = -22(52,5 + 17,5) = -154 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

- визначаємо величину та напрямок опорних реакцій в горизонтальній площині

$$R_A^2 = R_B^2 = \frac{90 \cdot 5,5}{2} = 250 \text{ Н}$$

- визначаємо величину згинаючих моментів в горизонтальній площині

$$M_A^2 = -5,5 \cdot 52,5 - 5,5 \cdot 17,5 = 38,5 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_C^2 = -5,5 \cdot 4 \cdot 35 - 5,5 \cdot 3 \cdot 35 - 6,5 \cdot 2 \cdot 35 - 5,5 \cdot 35 + R_A^2 \cdot 87,5 = \\ = -5,5 \cdot 140 + 105 - 75 + 351 + 25 \cdot 87,5 = 22,5 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Небезпечні перерізи будуть на опорах а та в, де $M_{max}^6 = 1540 \text{ Н} \cdot \text{м}$,
 $M_{max}^2 = 38,5 \text{ Н} \cdot \text{м}$

Визначаємо сумарний згинаючий момент в небезпечному перерізі

					ДП.208.19-1.095.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		25

$$M_{max} = \sqrt{M_{max}^6 + M_{max}^2} = \sqrt{1540^2 + 38,5^2} = 159 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Умова міцності в небезпечному перерізі:

$$G_{max} = \frac{M_{max}}{W} \leq [G] \quad (3.8)$$

$$W = \frac{\pi D_H^3}{32} (1 - L^4) \quad (3.9)$$

$$L = \frac{dB_H}{D_H} \quad (3.10)$$

$$L = \frac{50}{75} = 0,67 \text{ см}$$

$$W = \frac{3,14 \cdot 75^3}{32} (1 - 0,2) = 33,1 \text{ см}^2$$

Тоді $G_{max} = \frac{1590}{33,1} = 48 \text{ н/см}^2$ що менше допустимого.

Отже, умова міцності валу забезпечена.

					ДП.208.19-1.095.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		26

РОЗДІЛ 4 ОПЕРАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ПЕРЕДПОСІВНОГО ОБРОБІТКУ ГРУНТУ

Умови роботи. Агрофон – зоране поле; площа поля – 80 га; середня довжина гону – 650 м; середня величина схилу – 1%; питомий опір ґрунту – 0,6 – 0,7 кН/м; глибина обробітку – 6 см.

Агротехнічні вимоги.

- передпосівний обробіток ґрунту проводиться не більш ніж за дві години до посіву ярого ячменю;
- знаряддя і робочі органи до них, глибину обробітку встановлює агроном, з огляду на тип і стан ґрунту, його зволоження;
- при посушливих умовах у період сівби в Лісостепу глибина обробітку повинна складати 5-6 см, при достатньому зволоженні – 3-4 см;
- обробіток проводиться поперек оранки, а при необхідності повторної - по діагоналі до попереднього обробітку. На схилах крутістю більш 3 ° - тільки в напрямку горизонталей;
- по всій ширині захвату агрегату робочі органи повинні обробляти ґрунт на однакову глибину;
- робочі органи повинні розпушувати так, щоб нижні вологі шари ґрунту не оголювалися і не перемішувалися з верхніми сухими.

Комплектування і підготовка агрегату до роботи. Агрегатувати коток розпушувач КР-3 плануємо з трактором МТЗ-80. Для машинно-тракторного агрегату МТЗ-80+КР-3 уточнюємо швидкісні і тягові режими роботи. Знаходимо діапазон швидкостей руху агрегату

$$V_{ад} = V_{min} \dots V_{max}, \quad (4.1)$$

де V_{min} і V_{max} – відповідно найменша і найбільша допустима швидкість руху

агрегату на виконанні даної операції, км/год.

$$V_{min} = 8 \text{ км/год}, V_{max} = 12 \text{ км/год} [30].$$

					ДП.208.19-1.095.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		27

В інтервалі агротехнічно допустимих швидкостей руху 8-12 км/год, з технічної характеристики трактора МТЗ-80 вибираємо робочі передачі і тягові зусилля на цих передачах, з умови:

$$V_{\min} < V_1, V_2, \dots, V_i < V_{\max}, \quad (4.2)$$

де V_1, V_2, V_i - теоретичні швидкості руху трактора на вибраних передачах, км/год.

Для 4-ї передачі трактора МТЗ-80 $V_4 = 8,9$ км/год, $P_4 = 14$ кН; для 5-ї $V_5 = 10,54$ км/год, $P_5 = 11,50$ кН [15].

Підраховуємо величину тягового зусилля трактора $P_{\text{гак } i}$ на вибраних передачах з врахуванням умов роботи (агрофон, величина схилу, питомий опір ґрунту та ін.), за формулою:

$$P_{\text{гак } i} = P_{\text{гак } i}^n - P_f - P_\alpha, \quad (4.3)$$

де $P_{\text{гак } i}^n$ - номінальне тягове зусилля трактора на i -й передачі, кН;

P_f - сила опору перекочуванню трактора, кН;

P_α - сила опору рухові трактора на підйом, кН.

Силу опору перекочуванню трактора визначаємо по формулі:

$$P_f = G_{\text{тр}} \cdot f_{\text{мп}}, \quad (4.4)$$

де $G_{\text{тр}}$ - вага трактора, кН, $G_{\text{тр}} = 37,6$ кН [15];

$f_{\text{мп}}$ - коефіцієнт опору коченню трактора $f_{\text{мп}} = 0,12$.

$$P_f = 37,6 \cdot 0,12 = 4,5 \text{ кН}$$

Сила опору рухові трактора на підйом дорівнює

$$P_\alpha = G_{\text{тр}} \cdot \frac{i}{100}, \quad (4.5)$$

де i - нахил місцевості, %, $i = 1\%$ (див. 5.1).

$$P_\alpha = 37,6 \cdot \frac{1}{100} = 0,376 \text{ кН}$$

$$P_{\text{гак } 4} = 14 - 4,5 - 0,376 = 9,12 \text{ кН}$$

$$P_{\text{гак } 5} = 11,5 - 4,5 - 0,376 = 6,62 \text{ кН}$$

					ДП.208.19-1.095.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		28

Визначаємо максимально можливу ширину захвату агрегату на вибраних передачах, яка для причіпних агрегатів становить [1,6,15,16,]:

$$B_{max\ i} = \frac{P_{закт}}{(K_{v1} + K_{v2} + \dots + K_{vj}) + (g_{m1} + g_{m2} + \dots + g_{mj}) \frac{i}{100} + R_{зч}}, \quad (4.6)$$

де $K_{v1}, K_{v2}, \dots, K_{vj}$ - питомий опір, при рухові на i -й передачі, відповідно 1-ої, 2-ої, ... , j -ї машини, кН/м;

$g_{m1}, g_{m2}, \dots, g_{mj}$ - вага сільськогосподарської машини, що приходиться на 1 м ширини захвату, відповідно 1-ої, 2-ої, ... , j -ї машини, кН/м;

$R_{зч}$ – опір зчіпки, кН.

Питомий опір сільськогосподарської машини, при рухові на i -й передачі, визначаємо за формулою [15]:

$$K_{vi} = K_0 [1 + \Delta(V_{pi} - V_0)] \quad (4.7)$$

де K_0 - питомий опір сільськогосподарської машини при швидкості руху $V_0 = 5$ км/год, кН/м. Для секцій котків $K_0 = 0,6$,

для секцій зубів $K_0 = 0,7$ [15];

Δ - темп приросту питомого опору сільськогосподарської машини при збільшенні робочої швидкості на 1 км/год ($\Delta = 0,02 \dots 0,03$) [1,6,15,16,];

V_{pi} - робоча швидкість руху, км/год. Робоча швидкість руху в значній мірі залежить від опору агрегату величина якого ще не визначена, тому, робимо припущення, що $V_{pi} = V_i$.

$$K_{v4з} = 0,6 [1 + 0,06(8,9 - 5)] = 0,776 \text{ кН}$$

$$K_{v4к} = 0,6 [1 + 0,1(10,54 - 5)] = 0,932 \text{ кН}$$

$$K_{v5з} = 0,7 [1 + 0,06(8,9 - 5)] = 0,889 \text{ кН}$$

$$K_{v5к} = 0,7 [1 + 0,1(10,54 - 5)] = 1,088 \text{ кН}$$

Вага сільськогосподарської машини, що приходиться на 1 м ширини захвату дорівнює [1,6,15,16,]:

$$g_m = \frac{G_m}{B_m}, \quad (4.8)$$

										ДП.208.19-1.095.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата							29

де G_M - вага машини, кН;

B_M - конструктивна ширина захвату машини, м.

$$g_m = \frac{12,2}{3} = 4,1 \text{ кН}$$

Оскільки марка зчипки ще не відома, приймаємо $g_{зч} = 0,7$ кН/ [1,6,16,], тоді

$$B_{max4} = \frac{9,12}{(0,776 + 0,932) + 4,1 \cdot \frac{1}{100} + 0,7} = 3,67 \text{ м},$$

$$B_{max5} = \frac{6,62}{(0,89 + 1,09) + 4,1 \cdot \frac{1}{100} + 0,7} = 2,43 \text{ м}.$$

Визначаємо розрахункову кількість сільськогосподарських машин в агрегаті по формулі [1,6,15,16,]:

$$n_p = \frac{B_{maxi}}{B_M}, \quad (4.9)$$

$$n_{p4} = \frac{3,775}{3,0} = 1,26,$$

$$n_{p4} = \frac{1,63}{3,0} = 0,54.$$

Фактичну кількість машин в агрегаті приймаємо враховуючи умову [1,6] :

$$n_\phi \leq n_p. \quad (4.10)$$

де n_ϕ - фактична кількість машин в агрегаті.

Умова 5.10 виконується для четвертої передачі.

Підраховуємо робочу ширину захвату агрегату [1,6,15,16,]

$$B_p = n_\phi B_M \beta, \quad (4.11)$$

де β - коефіцієнт використання ширини захвату агрегату, $\beta = 0,99$ [1,6,15,16,].

$$B_p = 1 \cdot 3 \cdot 0,99 = 2,97 \text{ м}.$$

При сівбі, культивації, боронуванні та інших аналогічних операціях, загальний опір агрегату визначають по формулі [1,6,15,16,]:

Для комбінованих причіпних агрегатів

					ДП.208.19-1.095.00 ПЗ	Арк.
						30
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

$$R_{agr} = \sum K_{vj} B_{pj} n_{mj} + \sum G_{mj} n_{mj} \frac{i}{100}, \quad (4.12)$$

де B_{mj} - конструктивна ширина захвату j-ї сільськогосподарської машини, м;

$n_{фj}$ - фактична кількість j-х машин в агрегаті;

G_{mj} - вага j-ї сільськогосподарської машини, кН.

$$R_{agr} = (0,776 + 0,932) \cdot 2,97 \cdot 1 + 12,2 \cdot 1 \cdot \frac{1}{100} = 5,19 \text{ кН}$$

Правильність розрахунку складу агрегату і режимів його роботи визначаємо, підраховуючи коефіцієнт використання тягового зусилля трактора по формулі:

$$\eta = \frac{R_{agri}}{P_{закі}}, \quad (4.13)$$

Агрегат вважається скомплектованим правильно, якщо при оранці $[\eta] = 0,85$... $0,90$, при виконанні решти робіт $[\eta] = 0,90$... $0,96$. Варіанти агрегування із значеннями $\eta > 0,96$ не допускаються, через перевантаження двигуна трактора. Коли нема можливості раціонально завантажити трактор (при сівбі просапних культур, міжрядному підживленні тощо), приймаються варіанти агрегування з $\eta < 0,85$ [1,6,15,16,]. Для нашого випадку:

$$\eta = \frac{5,19}{9,12} = 0,57$$

Умова 4.13 виконується.

Отже, робимо висновок, що для передпосівного обробітку ґрунту комплектуємо машинний агрегат у складі трактора МТЗ-80 і котка розпушувача КР-3. Для приєднання котка-розпушувача до трактора потрібно ввімкнути передачу заднього ходу, подати звуковий сигнал і спрямувати трактор таким чином, щоб отвір у приєднувальній вилці навісної системи трактора співпав з отвором у причіпній скоби котка. Після цього слід зафіксувати отвори пальцем.

Встановивши агрегат на горизонтальному майданчику проводять регулювання глибини ходу голчастих дисків зміною їх положення відносно рами машини [27,28,29].

					ДП.208.19-1.095.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		31

Підготовка поля до роботи. Перед початком роботи, поле оглядають, встановлюють напрямок руху агрегату ($10-15^{\circ}$ до напрямку сівби), спосіб руху агрегату (човниковий з петльовими поворотами), провішують лінію першого проходу для забезпечення прямолінійності руху [1,6,15,30]. Місця розвороту агрегату не відмічають, поворотні смуги не відбивають, а повороти агрегату мають здійснюватися таким чином, щоб траєкторії їх руху знаходилися в межах поворотної смуги для сівалок шириною 10,7 м, зі зміщеною петлею.

Організація роботи агрегату в загінці. Виконання передпосівного обробітку ґрунту проводимо наступним чином. Механізатор вмикає 4-ту передачу, встановлює номінальні оберти двигуна і спрямовує трактор по провішеній лінії першого проходу правим колесом. проїхавши 30-40 м, агрегат зупиняють і перевіряють відповідність глибини обробітку заданій. При необхідності виконують регулювання для усунення недоліків у роботі. Виконавши роботи по перевірці якісних показників обробітку ґрунту, агрегат рухається прямолінійно до краю поля. На відстані, орієнтовно 9-10 м від краю поля, трактор спрямовується так, щоб виконати петльовий поворот зі зміщеною петлею. Виконавши поворот, агрегат спрямовується для виконання суміжного проходу таким чином, щоб перекриття суміжних проходів становило 10-15 см [8,9,30]. Наступні проходи машинно-тракторного агрегату виконують аналогічно.

Контроль якості роботи агрегату. Перед початком виконання роботи (див. 5.5), і протягом зміни, не менше трьох разів, якісні показники роботи агрегату для передпосівного обробітку контролюються агрономом, обліковцем і механізатором. При цьому перевіряють глибину обробітку вимірюючи відстань від поверхні ґрунту до нижнього щільного шару, враховуючи розпушення, прямолінійність ходу машинного агрегату, наявність і кількість грудок діаметром більшим 5 см (не більше 15% [2,32,33]), перемішування верхніх шарів ґрунту з нижніми, ширину перекриття суміжних проходів агрегату (10-15 см), наявність необроблених ділянок.

					ДП.208.19-1.095.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		32

ВИСНОВКИ

Ідея ультрамалооб'ємного обприскування не нова, не втілення її тривалий час стримувалося відсутністю необхідної апаратури. Нами удосконалено вентиляторний обприскувач ОВОД – 630, який розроблено на базі обприскувача ОМ – 630, з якого використано раму, комунікацію та вентилятор. Розпилюючий робочий орган розроблений новий.

Проведені випробування показали, що використовуючи розпилювачі діаметром 210, 180, 150, 120 мм при обертах 4692 об/хв. (оберти ВВП трактора 975 об/хв.) та 2600 об/хв. (оберти ВВП трактора 535 об/хв.) витрата рідини змінювалась в межах від 280 до 770 л/хв., що забезпечує норму внесення від 5 до 20 л/га.

Оптимальна дисперсність розпаду краплин в обприскувачі була забезпечена в межах обертів.

					ДП.208.19-1.095.00 ПЗ	Арк.
						33
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Калетнік Г.М., Черниш О.М., Березовий М.Г. Використання сучасних методів механіки для сільського господарства. *Збірник наукових праць ВНАУ*: Вінниця, 2011.Т1 (65). С.8-18.
2. Ковбаса В.П., Солоня О.В., Спирін А.В., Цуркан О.В. Про спрощення критерію вигляду напружено-деформованого стану суцільного середовища. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2018. №1(100) Том 1, С. 44-49.
3. Колеснік І.В., Шуляк М.Л. Визначення діагностичного параметра рульового управління на основі моделювання плоско паралельного руху трактора. *Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка*. Харків: ХНТУСГ, 2016. Вип. 170 С. 102 – 106.
4. Кувачов В. П., Мітков В. Б. Обґрунтування критеріїв оптимальності сумісного маршрутизованого руху технологічного комплексу МТА. *Науковий вісник ТДАТУ*. 2012. Вип. 2, Т. 5. С. 8–15.
5. Матвійчук В.А., Любін М.В., Токарчук О.А., Рубаненко О.О. Особливості частотно-регульованого електроприводу для транспортуючих систем АПК. *Вісник Хмельницького національного університету, серія: Технічні науки*, 2018 р., №6, С. 39-43.
6. Обладнання для захисту рослин. Обприскувачі. Частина 1. Методи випробовування насадок для розприскування (ISO 5682-1:1996, IDT) : ДСТУ ISO 5682-1:2005. – [Чинний від 2007-10-01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2007. – 13 с. – (Національний стандарт України).
7. Ольшанський В. П., Сліпченко М. В., Спольнік О. І., Замрій М. А. Вільні коливання осцилятора за наявності квадратичного в'язкого опору та сухого тертя. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2020. № 2(97). С. 33-40.
8. Омелянов О.М. Особливості використання механічних коливань в технологічних процесах. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2017. №4(87) С. 129–134.
9. Серета Л.П., Пришляк В. М. Лабораторний практикум з теоретичного курсу сільськогосподарських машин. Вінниця : ВДАУ, 2007. 71 с.
10. Сивак Р.І., Деревенько І.А. Короткий курс теоретичної механіки. Вінниця:

					ДП.208.19-1.095.00 ПЗ	Арк.
						34
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

ТОВ Вінницька міська друкарня, 2016. 200 с.

11. Солона О. В., Купчук І.М. Теорія механізмів і машин. Курсове проектування. Навчальний посібник. 2-ге вид., допов. і перероб. Вінниця: ВНАУ, 2019. 249 с.

12. Солона О.В. Застосування сучасних мехатронних систем та роботизованих комплексів у АПК України. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2020. № 3 (110). С. 71-76.

13. Солона О.В., Ковбаса В.П.. Обґрунтування параметрів робочих органів для укладання внутрішньогрунтових зрошувачів: Монографія. Вінниця, 2020 – 155 с.

14. Солона О.В., Купчук І.М. Практикум з теорії механізмів і машин: навч. посіб. Вінниця: ВНАУ, ТОВ «Друк», 2020. 252 с.

15. Солона О.В., Купчук І.М., Замрій М.А. Мехатронні системи техніки. Методичні вказівки до виконання практичних та самостійних робіт для студентів денної та заочної форми навчання другого (магістерського) освітнього рівня галузі знань 20 Аграрні науки та продовольство спеціальності 208 Агроінженерія. Вінниця: ВНАУ, 2023. 96 с.

16. Труханська О.О. Підвищення якості ремонту і технічного обслуговування сільськогосподарської техніки *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2018. №3 (102). С. 14–21.

17. Холодюк О.В. Термінологічний словник з точного землеробства для студентів денної та заочної форм навчання з дисципліни “Система точного землеробства” та науково-педагогічних працівників, магістрантів та аспірантів інженерних спеціальностей. Вінниця: Видавничий відділ ВНАУ. – 2020. 42 с.

18. Яропуд В. М., Твердохліб І. В., Спірін А. В. Машини та обладнання і їх використання в рослинництві: навч. посіб. Вінниця: ВНАУ, 2020. 308 с.

19. Яропуд В.М., Гунько І.В., Серeda Л.П., Швець Л.В., Труханська О.О. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти галузі знань 20 «Аграрні науки та продовольство» спеціальності 208 «Агроінженерія» денної та заочної форм навчання. Вінниця: ВНАУ, 2023. 39 с.

					ДП.208.19-1.095.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		35

20. Aliev E.B., Bandura V.M., Pryshliak V.M., Yaropud V.M., Trukhanska O.O. Modeling of mechanical and technological processes of the agricultural industry. *INMATEH - Agricultural Engineering*. 2018. Vol. 54, No1. P.95-104.

21. Bo Li, Ying Chen, Jun Chen Modeling of soil–claw interaction using the discrete element method (DEM). *Soil and Tillage Research*. 2015. Vol. 158, 5, P. 41-49.

22. Bulgakov V., Olt J., Kuvachov V. et al. A theoretical and experimental study of the traction properties of agricultural gantry systems. *Agraarteadus: Journal of Agricultural Science*. 2020. № XXXI (1). P. 10–16.

23. Cheminova. Засоби захисту рослин. Данія : [Рекламний проспект]. – К. : Юнівест Медіа, 2005. – 31 с.

24. Kaletnik H., Adamchuk V., Bulgakov V., Kyurchev V., Nadykto V. Main problems in the field of agricultural mechanization in Ukraine. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2016. № 3. С. 6-12.

25. Rau. Техніка для обприскування : [Рекламний проспект]. – Dettingen, 2006. – 16 с.

26. Reichardt H. Gesetzmässigkeiten den freien Turbulenz. Дослідницька брошура Союзу німецьких інженерів; 2-е видання, 2001. – 414 с.

27. Solona O., Derevenko I., Kupchuk I. Determination of plasticity for pre-deformed billet. *Solid State Phenomena*. 2019. Vol. 291. P. 110-120.

28. Solona O.V., Kovbasa V.P., Kupchuk I.M. The contact interaction dynamics of the working tool of the mole plowshare with the soil during forming process a channel for an antifiltration screen. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2020. №2. С. 81-89.

29. Spirin A., Polievoda Y., Tverdokhlib I. Increasing the reliability of agricultural machinery work. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка «Технічні науки». Випуск 198 «Механізація сільськогосподарського виробництва», 2019, с 86–90.*

30. Адамчук В.В., Булгаков В.М., Іванишин В.В. Про розробку і створення в Україні сільськогосподарських машин сучасного рівня. *Зб. наук. праць Вінницького націон. аграрн. ун-ту. Серія: Технічні науки*. 2012. Вип. 11. –Т. 2 (66). С. 8–14.

					ДП.208.19-1.095.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		36

31. Булгаков В.М., Адамчук В.В. Стан та перспективи створення в Україні сучасних сільськогосподарських машин. *Наук. вісник Луганського нац. аграр. ун-ту*. 2011. № 29. С. 252–260.

32. Булгаков В.М., Пилипака С.Ф., Яропуд В.М., Захарова Т.Н, Калетнік Г.М. Плоскі вертикальні криві, що забезпечують постійні тиск і швидкість руху матеріальної точки. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2014. Вип. 1 (73). С.100-120.

33. Веселовська Н.Р., Руткевич В.С., Шаргородський С.А. Технологічні основи сільськогосподарського машинобудування: навч. посіб. Вінниця: 2019. 234 с.

34. Видмиш А.А., Возняк О.М., Замрій М.А. Розробка способу визначення максимально досяжного коефіцієнта підсилення (передачі) $K_m S$. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2020. № 3(98). С. 25-31.

35. Войтюк Д.Г., Булгаков В.М., Кропивко С.В., Онищенко В.Б. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: підруч. для студ. вузів. Київ: Друк, 2005. 464 с.

36. Грушецький С.М., Яропуд В.М., Токарчук О.А. Організація експлуатації та технічного обслуговування транспортних засобів і машин в Україні і за кордоном. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2021. №1(112). С. 126 –136.

37. Гунько І.В., Музичук В.І., Служалюк М.В. Дослідження технічного сервісу машин в АПК. *Техніка, енергетика та транспорт АПК*. 2019. №2 (105). С. 43–51.

38. ДСТУ 4973:2008 Трактори. Технічне діагностування. Параметри та якісні ознаки технічного стану. – [Чинний від 2009.01.01] – К. : Мінагрополітики України, 2009. – III, 18 с. – (Галузевий стандарт України).

39. Калетнік Г. М., Чаусов М. Г., Бондар М. М. Машини та обладнання в сільськогосподарській меліорації. Підручник. Київ: «Хай-Тек-Прес», 2011. 488 с.

40. Калетнік Г.М., Булгаков В.М., Черниш О.М., Кравченко І.Є., Солоня О.В., Цуркан О. В. Технічна механіка. Підручник. Київ : «Хай-ТекПрес», 2011. 340 с.

					ДП.208.19-1.095.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		37

ДОДАТКИ

					ДП.208.19-1.095.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		38