

Центральноукраїнський національний технічний університет

Агротехнічний факультет

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”
Зав. кафедрою СГМ
к.т.н., професор
_____Олексій
ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ
“ ____ ” _____ 2025 р.

ВИПУСКНА РОБОТА
за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти
на тему_

Механізація вирощування сої
з модернізацією культиватора КПЧ_4

Виконав здобувач вищої освіти IV курсу,
групи АІ-21
ОПП «Агроінженерія»
спеціальності 208 «Агроінженерія»
_____Бондар Максим Юрійович
« ____ » _____ 2025 р.

Керівник кваліфікаційної роботи
професор, докт.техн.наук
_____Василь САЛО
« ____ » _____ 2025 р.

Рецензент _____Іван СКРИННІК

Кропивницький

Центральноукраїнський національний технічний університет
Факультет Агротехнічний
Кафедра Сільськогосподарського машинобудування
Рівень вищої освіти I-й, бакалаврський
Галузь знань Аграрні науки та продовольство
Спеціальність Агроінженерія
Освітньо-професійна (освітньо-наукова) програма
Агроінженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

« » 2025 року

**ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗА ПЕРШИМ
(БАКАЛАВРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ
ОСВІТИ**

Бондара Максима Юрійовича
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи (проекту) Механізація вирощування сої
з модернізацією культиватора КПЧ- 4
2. Керівник роботи (проекту) Сало Василь Михайлович
докт. техн. наук, професор
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
3. Строк подання роботи до захисту 01.06.2025р
4. Мета та завдання кваліфікаційної роботи (проекту) Удосконалення технології вирощування сої

5. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1-5	Сало В.М.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
	Розробка заходів з удосконалення технології вирощування сої	01.03.25 – 15.03.25	
	Виконання технологічної частини роботи	16.03.25 – 05.04.25	
	Виконання інженерної частини роботи	06.04.25 – 25.04.25	
	Розробка та оформлення графічного матеріалу роботи	26.04.25 – 15.05.25	
	Оформлення пояснювальної записки	16.05.25 – 01.06.25	

Дата видачі завдання

« 03 » 03 2025 р.

Підпис керівника

_____ Сало В.М.
(прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання

« 03 » 03 2025 р.

Підпис здобувача _____

Бондар М.Ю.
(прізвище та ініціали)

Зміст

№ п/п	Назва розділу, підрозділу	Стор.
1	Вступ	6
2	Аналіз типових технологій вирощування сої з визначенням шляхів її удосконалення	8
3	Операційна технологія виконання основного безвідвального обробітку ґрунту при вирощуванні сої	15
3.1.	Агротехнічні вимоги до основного безвідвального обробітку ґрунту.	15
3.2.	Обґрунтування складу та розрахунок режимів роботи агрегату для основного безвідвального обробітку ґрунту	16
3.3	Підготовка поля до роботи	23
3.3.1	Розрахунок величини поворотних смуг	23
3.3.2.	Розбивання поля на загінки	24
3.4	Розробка операційної технологічної карти на процес основного безвідвального обробітку ґрунту	26
3.4.1.	Контроль основних показників якості виконання безполицевого обробітку ґрунту.	27
4.	Інженерна частина	29
4.1.	Зміст технічної модернізації комбінованого культиватора	30
4.2.	Аналіз призначення та конструкції культиватора, що пропонується до використання	30
4.3.	Технічна характеристика культиватора	31
4.4.	Технологічні розрахунки	32
4.4.1	Розрахунок взаємного розташування робочих органів	32
4.5.	Розрахунок механізму переведення культиватора з робочого в транспортне положення	36
4.6.	Розрахунок параметрів колеса.	38
4.7.	Розрахунки на міцність	41
5.	Охорона праці	44
	Висновки	46
	Список використаної літератури	47
	Додатки	49

Вступ

Одним із ключових напрямів подальшого розвитку сільського господарства є збереження родючості ґрунтів через впровадження протиерозійних технологій — безвідвального обробітку, стерньового посіву, зменшення питомого тиску агрегатів на ґрунт тощо. Під час здійснення обробітку, особливо безвідвального, необхідно забезпечити інтенсивне розпушування ґрунтових агрегатів до стану, який відповідає агротехнічним вимогам, а в деяких випадках — і до рівня, придатного для виконання сівби звичайними рядковими сівалками.

Для досягнення цих умов потрібні значні зміни як у технологіях вирощування сільськогосподарських культур, так і в удосконаленні наявних та розробці нових ґрунтообробних машин.

У процесі технічного переоснащення сільського господарства розробляються нові машини для комплексної механізації всіх напрямів сільськогосподарського виробництва. Основна увага при цьому приділяється збільшенню робочої ширини захвату, підвищенню робочої швидкості, а також впровадженню автоматизованих систем керування технологічними процесами та контролю якості їх виконання.

В умовах сучасного виробництва сільськогосподарської продукції суттєво зростають вимоги до якості роботи ґрунтообробних машин, адже саме від їх ефективності значною мірою залежать якість сівби, рівень схожості посіяного зерна, трудомісткість догляду за посівами та, зрештою, обсяг отриманої продукції.

					КПЧ 00.000.ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Бондар М.Ю			ВСТУП	Літера	Аркуш	Аркушів
Перев.		Сало В.М.					6	
Н.контр.		Мачок Ю.В				ЦНТУ, гр. АІ 21		
Затвер.		Васильковський						

Поряд із цим, наявний у господарствах парк машин також потребує вдосконалення та модернізації відповідно до сучасних вимог.

У зв'язку з цим, в даній кваліфікаційній роботі здійснюється спроба удосконалення технології вирощування сої, обґрунтування раціонального складу ґрунтообробного агрегату, та удосконалення конструкції важкого комбінованого культиватора для основного чизельного обробітку ґрунту марки КПЧ-4.

З метою підвищення якості обробітку ґрунту пропонується використовувати в складі комбінованого культиватора чизельні робочі органи у вигляді оборотних лап на пружинних стійках.

Очікується, що заміна традиційних важких культиваторних лап на чизельні робочі органи покращить якість розпушування ґрунту на значну глибину, сприятиме кращому накопиченню вологи в зимовий період і, як наслідок, підвищить ефективність вирощування сої в господарстві.

					КПЧ 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

2. Аналіз типових технологій вирощування сої з визначенням шляхів її удосконалення

Соя є важливою продовольчою, кормовою культурою та сировиною для промисловості. Її зерно містить від 40 до 55% легко засвоюваного білка, до 26% жиру, близько 30% вуглеводів і значну кількість вітамінів. Білок сої вважається найповноціннішим серед усіх зернобобових культур. Соеву олію активно використовують у виробництві маргарину, лакофарбовій і миловарній промисловості, а також для виготовлення гліцерину та інших промислових продуктів. Із соєвого зерна та зелених бобів виготовляють різноманітні страви, харчові продукти й консерви. Соеве борошно та шрот є цінними концентрованими кормами для молодняку великої рогатої худоби, корів і поросят. Також поживною є соєва макуха, яка містить близько 40–45% білка і служить високоякісним кормом для тварин.

Солома сої містить 3,5–4% білка, а сіно — 11–12%. Зелена маса цієї культури також багата на білок, тому сою часто висівають у змішаних посівах із кукурудзою та суданською травою для заготівлі силосу й зеленого корму.

Рідною землею сої вважають регіони Східної Азії, де її вирощують із давніх часів.

Останніми роками світові посівні площі сої стрімко зростають: якщо у 1955 році вони становили 18 млн гектарів, то до 1980 року перевищили 53 млн гектарів. В Україні площі посіву сої на зерно наблизилися до 65 тис. гектарів. Чисті та змішані посіви (разом із кукурудзою) сої для отримання зеленої маси значно розширилися й становлять близько 0,5 млн гектарів.

Урожайність сої в лісостепових районах України сягає 15–16 центнерів з гектара і більше, а на зрошуваних землях степової зони, за даними Українського науково-дослідного інституту зрошуваного землеробства, у господарствах збирають по 27–30 центнерів з гектара [1,2].

					КПЧ 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

Понад половина світових посівних площ сої (близько 13 млн гектарів) зосереджена у Сполучених Штатах Америки. Значні площі під цією культурою мають також Японія, Індонезія, Румунія та Болгарія. Середня світова врожайність сої становить приблизно 15 центнерів з гектара, тоді як у США вона досягає 20 центнерів з гектара.

На початку ХХ століття вирощування сої розпочалося в Росії, переважно в Амурській області. В Україні посівні площі під соєю поступово збільшуються.

За умови дотримання правильної агротехніки вдається отримувати високі врожаї цієї культури. В Україні існує чимало регіонів із сприятливими природними умовами для вирощування сої.

У сільськогосподарському виробництві нашої країни вирощується один вид сої, який поділяється на три підвиди: маньчжурський, японський та китайський.

Соя щетиниста (*Glycine hispida*) — однорічна рослина родини бобових. Вона має добре розвинений стрижневий корінь, подібний до кореня квасолі. Стебло у сої прямостояче, гіллясте, опушене, зазвичай сягає 50–80 см і більше у висоту. Листя трійчасте, різноманітне за розміром і формою, вкрите волосками, і опадає перед збиранням урожаю.

Квіти у сої дрібні, зібрані в китиці, мають біле або фіолетове забарвлення. У кожній китиці формується від 3 до 15 квіток. Соя є самозапильною рослиною.

Боби різняться за розмірами й забарвленням, мають легку зігнутість і зазвичай містять по 2–3 насінини. У деяких сортів стулки бобів при дозріванні розтріскуються, і насіння висипається. Самі насінини бувають круглими або овальними й відрізняються різноманітністю кольорів: жовтого, зеленого, коричневого, чорного чи червоного.

Соя належить до теплолюбних культур. Її насіння починає проростати при температурі 8–10 °С, однак найкращі умови для появи сходів спостерігаються при 18–20 °С. Оптимальна температура для росту і розвитку сої становить 18–25 °С. Це світлолюбна рослина короткого дня.

					КПЧ 00.000.ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Навесні соя відносно стійка до нестачі вологи, проте під час цвітіння та наливання зерна потреба у воді значно зростає. Посуха в період цвітіння негативно впливає на врожай, що пояснює зниження його рівня у сухі роки.

Тривалість вегетаційного періоду сої залежить від сорту та умов вирощування і коливається від 80 до 200 днів. Для районованих в Україні сортів цей період становить від 100 до 140 і більше днів.

Найкращі врожаї сої отримують на легких, родючих чорноземах із високим вмістом кальцію. Високі результати також досягаються на сірих опідзолених ґрунтах лісостепу за умови внесення мінеральних добрив. Непридатними для вирощування сої є кислі заболочені землі, солонці та солончаки.

В Україні переважають сорти сої, що належать до маньчжурського підвиду. Вони відрізняються між собою не тільки морфологічними ознаками, такими як висота рослини, будова листя, розмір і колір насіння, тривалість вегетаційного періоду, а також своїми продовольчими й кормовими якостями.

Найпоширенішими сортами сої в Україні є:

ВНИИМК 9186 — середньоранній, високоврожайний сорт, стійкий до посухи. Висота рослин становить 50–60 см. Насіння овальне, світло-жовте, маса 1000 насінин — 140–160 г. Районований в Одеській і Миколаївській областях.

Терезинська — ранній, високоврожайний сорт, що відзначається стійкістю до вилягання. Насіння овально-округлої форми, жовтого кольору. Вегетаційний період триває 107–130 днів. Районований у Київській, Львівській, Тернопільській, Сумській та Хмельницькій областях.

Терезинська 24 — ранньостиглий сорт, що досягає на 2–12 днів раніше, ніж Терезинська 2. Насіння овальне, світло-жовте, блискуче, з коричневою пігментацією. Маса 1000 насінин — 100–135 г. Районований у степових і лісостепових регіонах.

Білосніжка — ранньостиглий сорт, стійкий до бактеріальних хвороб. Насіння велике, світло-жовте. Районований у Миколаївській і Полтавській областях.

					КПЧ 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

У деяких областях України вирощуються такі районовані сорти сої, як Іскра, Херсонська 1, Чернівецька 2, Херсонська 908, Київська 48 та інші. Кіровоградський інститут агропромислового виробництва також створив низку сортів, серед яких «Медея», «Валюта» та інші, що здобули широке поширення переважно в центральних регіонах країни.

Для вирощування сої на зерно в Україні найкращими попередниками є картопля, кукурудза, цукрові буряки та озима пшениця.

Оскільки соя є просапною культурою, вона сприяє очищенню полів від бур'янів, збагачує ґрунт азотом і виступає цінним попередником для таких культур, як кукурудза, озима пшениця, просо та цукрові буряки.

Ґрунт під сою слід обробляти ретельно, аналогічно до підготовки під квасолі. Основну зяблеву оранку проводять на глибину 25–28 см після попереднього луцення стерні [2].

Соя добре засвоює залишки органічних і мінеральних добрив, внесених під попередні культури. На опідзолених ґрунтах для неї обов'язкове застосування фосфорних, калійних і азотних добрив. За результатами досліджень Українського науково-дослідного інституту землеробства, навіть на звичайних чорноземах застосування азотних добрив суттєво підвищує урожайність сої.

На опідзолених ґрунтах після стерньових попередників доцільно вносити під зяблеву оранку гній у кількості 15–20 т/га, а також фосфорні добрива в дозі 28–30 кг/га діючої речовини.

Під час сівби у рядки вносять мінеральні добрива: 20 кг/га аміачної селітри, 30 кг/га суперфосфату і 20 кг/га калійної солі. При підживленні сої застосовують фосфорні добрива (16–20 кг/га) та калійні (15–18 кг/га діючої речовини).

За даними Українського науково-дослідного інституту фізіології рослин, внесення в рядки 70 кг/га нітроамофоски, збагаченої молібденом, забезпечує підвищення урожайності сої на 3,3 ц/га, а також сприяє збільшенню вмісту білка в зерні.

					КПЧ 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Навесні, до сівби, поля під сою боронують, після чого проводять дві культивуації з одночасним боронуванням: першу — на глибину 10–12 см, другу — на глибину загортання насіння.

Для захисту сої від грибкових захворювань насіння обробляють протруйниками не пізніше ніж за 20 днів до сівби, використовуючи ТМГД (2–4 кг/т) або фентіурам (3–4 кг/т).

Одним із важливих заходів для підвищення врожайності сої є передпосівна обробка насіння нітрагіном у день сівби. Ця процедура є необхідною як при першому висіванні, так і при повторних посівах. Використання нітрагіну забезпечує приріст урожайності на 2–4 ц/га. Соя висівається тоді, коли температура ґрунту на глибині 10 см досягає 10–12 °С. У разі надто раннього посіву в холодний ґрунт сходи з'являються пізно, формуються нерівномірно, що негативно впливає на врожай.

Сходи сої витримують короткочасні приморозки до мінус 3 °С. В Україні строки посіву залежать від регіону: на півдні — це кінець квітня, а в західних областях — перша половина травня [2,3,4].

Сою висівають широкорядним або пунктирним способами, із шириною міжрядь 45 см, для високорослих сортів — 60 см. У степових районах нормою висіву є 60–70 кг/га (400–500 тис. насінин на 1 га), у лісостепових — 70–90 кг/га (500–600 тис. насінин на 1 га). Загортають насіння на глибину 4–6 см, а на запливаючих ґрунтах — на 3–4 см. Якщо посів проводять у сухий ґрунт, обов'язковим є коткування кільчастими котками.

Для боротьби з бур'янами перед сівбою сої вносять гербіциди трефлан (1,5–2 кг/га) та ептам (3–4 кг/га), які обов'язково потрібно негайно загортати у ґрунт.

Дослідження показали, що при змішаному вирощуванні кукурудзи та сої врожайність силосної маси залишається на тому ж рівні, а поживна цінність корму суттєво підвищується. Найкращих результатів досягають при розміщенні кукурудзи на 2/3 площі і сої на 1/3. Для цього висівають два рядки кукурудзи (по 2–3 рослини в гнізді) чергуючи з одним рядком сої (по 3–4 рослини в гнізді). За пунктирного способу сівби 2–3 рядки кукурудзи чергуються з 2 рядками сої.

					КПЧ 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Одним із важливих агротехнічних заходів догляду за посівами сої є боронування, яке допомагає зруйнувати ґрунтову кірку, знищити сходи бур'янів та покращити аерацію ґрунту.

Після сівби для контролю бур'янів у ґрунт вносять гербіциди прометрин (1,5–2 кг/га) або лінурон (2–3 кг/га) із наступним загортанням легкими боронами. За 2–3 дні до появи сходів застосовують гербіцид пентахлоренолат натрію (7–10 кг/га), який ефективно знищує всі види бур'янів.

Перше боронування посівів сої проводять через 5–7 днів після сівби за допомогою легких борін, друге — через 6–7 днів, у фазі другого трійчастого листка. Боронування виконують в один або два сліди перпендикулярно до напрямку рядків [5,6,7,8].

У передових господарствах високі врожаї сої отримують завдяки проведенню 2–3 міжрядних розпушувальних із одночасним виполюванням бур'янів у рядках. Перше міжрядне розпушування здійснюють на глибину 8–10 см, а наступні — на 6–8 см.

На початкових стадіях розвитку соя не потребує великої кількості вологи, тому на зрошуваних землях поливи починають із середини червня й продовжують до середини серпня. Залежно від погодних умов виконують 3–5 поливів при нормі зрошення 450–700 м³/га. Найефективнішим методом зрошення вважається дощування. Вологість ґрунту до початку цвітіння має бути не нижчою за 70% найменшої вологоємності, а в період цвітіння й наливання бобів — підтримуватись на рівні не менше 70%.

Збирають сою тоді, коли насіння в бобах повністю досягає, рослини жовтіють, а листя опадає. У лісостепових регіонах ранньостиглі сорти сої досягають у середині серпня, тоді як пізньостиглі — у вересні.

Боби сої розтріскуються менше, ніж у інших зернобобових культур, однак при запізненні зі збиранням можливі суттєві втрати врожаю. Збирання сої здійснюють роздільним способом або прямим комбайнуванням. Прямим комбайнуванням прибирають переважно сорти з високим розташуванням

					КПЧ 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

нижніх бобів. Для запобігання дробленню зерна необхідно правильно налаштувати молотильні апарати комбайнів.

Насіння сої зберігають при вологості 12–13%. На посівах сої рекомендується застосовувати десикацію: на початку побуріння бобів рослини обробляють хлоратом магнію у нормі 15–20 кг/га (розчиняючи гектарну дозу у 200–300 літрах води).

Сою на зелений корм збирають у період від закінчення цвітіння до початку формування бобів, а на силос — наприкінці наливання зерна у більшості бобів

Особливої уваги заслуговує індустріальна технологія вирощування сої на зерно, розроблена науковими установами України [2,3,4] під керівництвом А. О. Бабича (1981). Вона передбачає використання високопродуктивної техніки, науково обґрунтованих норм внесення органічних, мінеральних та бактеріальних добрив, застосування гербіцидів, раціональних способів сівби й догляду за рослинами, а також комплексної механізації виробничих процесів. Такий підхід дозволяє значно підвищити врожайність і знизити собівартість виробленої продукції. Завдяки впровадженню індустріальної технології у Степовій і Лісостеповій зонах України вдалося суттєво розширити площі посівів сої і отримувати врожай на рівні 18–20 ц/га на богарних землях та 25–35 ц/га на зрошуваних площах.

У сівозміні сою розміщують на чистих від бур'янів полях після озимої та ярої пшениці, озимого жита, кукурудзи, ячменю, картоплі, овочевих культур, а також після сумішей однорічних кормових культур, вирощених на зелений корм.

Система основного обробітку ґрунту під сою включає луцення стерні на глибину 6–8 см, повторне луцення на 10–12 см, планування поверхні поля, внесення органічних та мінеральних добрив, а також проведення зяблевої оранки плугами з передплужниками на глибину 28–30 см у період другої половини вересня — першої половини жовтня. У разі появи розеткових бур'янів за два тижні до зяблевої оранки проводять обробку амінною сіллю 2,4-Д.

					КПЧ 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

На посівах для знищення злакових і дводольних бур'янів застосовують суміш гербіцидів: трефлану (4 кг/га) та прометрину (2–3 кг/га), які загортають у ґрунт пружинними боронами та культиваторами. Глибина передпосівної культивування становить 6–7 см.

Індустріальна технологія вирощування сої на зерно дає змогу досягати високих врожаїв без залучення ручної праці. Вирощування сої в господарстві проводиться відповідно до технології, перелік операцій якої наведено в графічній частині роботи.

На підставі проведенного аналізу технологічних операцій по вирощуванню сої в базовому господарстві пропонується провести удосконалення процесу основного обробітку ґрунту [9,10]. Запровадити безвідвальний чизельний обробіток і використати для його виконання модернізований важкий комбінований культиватор, обладнаний чизельними робочими органами, функції яких виконують оборотні лапи на пружинних стійках. З цією метою виникає необхідність модернізації конструкції серійного культиватора марки КПУ-4, спрямованої на підвищення продуктивності та якості виконання ним технологічного процесу. Також є доцільним провести аналіз складу агрегату для виконання даного процесу та визначити на яких режимах його робота буде більш ефективною. Зазначені заходи спрямовані на створення сприятливих умов для накопичення та збереження вологи в ґрунті [9,10], підвищення загальної продуктивності праці, зниження витрат пального, а отже підвищення загальної ефективності вирощування сої в господарстві.

3. Операційна технологія виконання основного безвідвального обробітку ґрунту при вирощуванні сої

3.1. Агротехнічні вимоги до основного безвідвального обробітку ґрунту.

					КПЧ 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

При використанні безвідвальних ґрунтообробних знарядь, а саме важких комбінованих культиваторів до їх роботи висовуються вимоги щодо дотриманню ряду показників:

1. Дотримання заданої глибини основного обробітку ґрунту. Відхилення середнього значення фактичної глибини обробітку від заданого значення не повинне перевищувати $\pm 1,5 - 2$ см [11];
2. Розпушування ґрунту. Оброблений шар ґрунту повинен містити не менше 75-80% ґрунтових агрегатів, розміри яких не перевищують 50 мм. Грудки розміром понад 75 мм при глибині обробітку $h > 14$ см не допускається;
3. Гребенистість обробленої поверхні. Гребенистість поверхні не повинна перевищувати 6-8 см
4. Збереження стерні. Дана вимога стосується більше протиерозійного плоскорізного обробітку ґрунту. В даному випадку, після обробітку ґрунту на його поверхні повинно залишатись 55-60% рослинних решток. Дані вимоги, при подальшому використанні для сівби звичайних рядових сівалок марки СЗ-3,6 не є прийнятними. Більш ефективним заходом в засушливих зонах є мульчування поверхневих шарів ґрунту рослинними рештками;
5. Вміст ерозійно-небезпечних частинок ґрунту. Вміст ерозійно-небезпечних часток ґрунту розміром $< 0,25$ мм після обробітку не повинен збільшуватися;
6. Підрізання бур'янів. В процесі обробітку ґрунту підрізання бур'янів повинне бути повним.
7. Наявність огріхів і суцільність обробітку. Наявність огріхів на поверхні обробленого поля, як і несучільність обробітку ґрунту не допускається.

3.2. Обґрунтування складу та розрахунок режимів роботи агрегату для основного безвідвального обробітку ґрунту

Результативність застосування ґрунтообробної техніки значною мірою залежить від відповідності трактора і сільськогосподарського знаряддя для

					КПЧ 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

виконання певної агротехнічної операції, а також від оптимального співвідношення між тяговим зусиллям трактора і робочим опором агрегатованої машини. Перед тим як обрати тип і марку трактора та відповідну сільськогосподарську машину, необхідно врахувати низку важливих чинників. До основних належать: наявність у господарстві техніки та обладнання, здатного якісно виконувати потрібну операцію; природно-кліматичні умови, в яких вона проводитиметься (тип ґрунту, попередня культура, стан поля, його конфігурація та площа, довжина гонів, ухили тощо).

У господарстві планується вирощування сої на площі 30 га. Довжина гонів складає 700 м. Основна частина полів має важкі суглинкові ґрунти. Попередником культури виступає озима пшениця. Ухили на окремих ділянках не перевищують 3%.

Враховуючи нестачу вологи в ґрунтах та значні витрати пального і затрати праці на виконання традиційного полиневого обробітку ґрунту пріоритетним може бути використання для підготовки ґрунту безполицевих знарядь, а саме важкого комбінованого культиватора, модернізованого на базі культиватора КПК-4 [11]. Основними робочими органами якого є оборотні лапи на пружинних С-подібних стійках та до складу якого входять рубчасті котки для інтенсивного розпушування верхнього шару ґрунту. Ширина захвату культиватора становить 4м.

Згідно з технічною характеристикою даного культиватора, максимальне забезпечення агротехнічних вимог по показнику інтенсивності розпушування ґрунту, досягається при дотриманні робочих швидкостей 9-10 км/годину.

Серед тракторів тягового класу 3, з якими може агрегуватися вказаний культиватор в базовому господарстві є в наявності лише трактор Т-150К. Для визначення передачі на якій буде найбільш ефективним використання даного агрегату проведемо необхідні розрахунки.

Таку швидкість трактор Т-150К може забезпечувати на Пй і Шй передачах.

Для взятих передач розрахуємо тягове зусилля трактора на гаку $P_{\text{гак}}$ (кН) з урахуванням відповідних умов [12,13].

					КПЧ 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

$$P_{\text{гак}} = \frac{10^4 \cdot N_c \cdot i_T \cdot \eta_{\text{тр}}}{n_{\text{дв}} \cdot r} - G_{\text{тр}} \cdot (f + i) \quad (3.1)$$

де N_c – ефективна потужність двигуна ($N_c = 121,4$ кВт);

i_T - передаточне число трансмісії на відповідній передачі ($i_T^2 = 52,5$;
 $i_T^3 = 42,7$);

$\eta_{\text{тр}}$ - механічний ККД трансмісії трактора ($\eta_{\text{тр}} = 0,92$);

$n_{\text{дв}}$ – номінальна стала частота обертання колінчастого вала, хв^{-1} ($n_{\text{дв}} = 2100$ хв^{-1});

r_0 – дотичний радіус ведучих коліс, м (із технічної характеристики та з урахуванням прогину шин $r_0 = 0,64$ м з);

$G_{\text{тр}}$ – маса трактора, Н ($G_{\text{тр}} = 76000$ Н);

f - коефіцієнт опору коченню коліс ($f = 0,19$);

i - максимальне значення величини підйому схилів на полі ($i = 0,03$);

$$P_{\text{гак}}^{II} = \frac{10^4 \cdot 121,4 \cdot 52,5 \cdot 0,92}{2100 \cdot 0,64} - 76000 \cdot (0,19 + 0,03) = 26,90 \text{кН}$$

$$P_{\text{гак}}^{III} = \frac{10^4 \cdot 121,4 \cdot 42,7 \cdot 0,92}{2100 \cdot 0,64} - 76000 \cdot (0,19 + 0,03) = 18,8 \text{кН}$$

Визначаємо теоретичну швидкість на взятих передачах [12,13]

$$v_T = 0,377 \cdot \frac{n_{\text{дв}} \cdot r_0}{i_T} \quad (3.2)$$

$$v_m^{II} = \frac{0,377 \cdot 2100 \cdot 0,64}{52,5} = 9,65 \text{км/год}$$

$$v_m^{III} = \frac{0,377 \cdot 2100 \cdot 0,64}{42,7} = 11,86 \text{км/год}$$

					КПЧ 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Розрахуємо робочу швидкість агрегату з урахуванням пробуксовування коліс трактора, км/год.

$$v_p = v_r \left(1 - \frac{\delta}{100} \right) \quad (3.3)$$

де δ - коефіцієнт буксування змінюється в межах ($\delta = 6 \dots 20\%$) [13], при роботі на стерні для колісного трактора Т-150К $\delta = 5 \dots 10\%$ (приймаємо максимальне значення $\delta = 10\%$).

$$v_p^{II} = 9,65 \left(1 - \frac{10}{100} \right) = 8,68 \text{ км/год}$$

$$v_p^{III} = 11,86 \left(1 - \frac{10}{100} \right) = 10,67 \text{ км/год}$$

Згідно з даними попередніх експериментальних досліджень питомий тяговий опір культиватора з оборотними лапами на пружинних стійках на 1м ширини захвату та при глибині обробітку 0,20 м становить $K_o = 3,6$ кН при робочих швидкостях $V = 5$ км/год., а рубчастих котків при роботі на важких ґрунтах $K_o = 0,9$ кН. Отже загальний питомий тяговий опір культиватора становить $K_o = 4,5$ кН

При збільшенні робочої швидкості величину питомого опору визначають за формулою:

$$K_o^v = K_o \cdot \left[1 + 0,006(v_p^2 - v^2) \right] \quad (3.4)$$

$$K_o^{vII} = 4,5 \cdot \left[1 + 0,006(8,68^2 - 5^2) \right] = 5,86 \text{ кН}$$

$$K_o^{vIII} = 4,5 \cdot \left[1 + 0,006(10,67^2 - 5^2) \right] = 6,9 \text{ кН}$$

					КПЧ 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

Розрахуємо робочий опір комбінованого культиватора з урахуванням його конструктивної ширини захвату.

$$R_{\text{вк}} = K_o^v \cdot B \quad (3.5)$$

де B – конструкційна ширина захвату агрегату $B=4\text{м}$

$$R_{\text{вк}}^{\text{II}} = K_o^{\text{vII}} \cdot B = 5,86 \cdot 4 = 23,44 \text{кН}$$

$$R_{\text{вк}}^{\text{III}} = K_o^{\text{vIII}} \cdot B = 6,9 \cdot 4 = 27,6 \text{кН}$$

Визначимо коефіцієнт використання тягового зусилля трактора.

$$\eta_{\text{тз}} = \frac{R_{\text{вк}}}{P_{\text{гак}}}; \quad (3.6)$$

$$\eta_{\text{тз}}^{\text{II}} = \frac{R_{\text{вк}}^{\text{II}}}{P_{\text{гак}}^{\text{II}}} = \frac{23,44}{26,9} = 0,87;$$

$$\eta_{\text{тз}}^{\text{III}} = \frac{R_{\text{вк}}^{\text{III}}}{P_{\text{гак}}^{\text{III}}} = \frac{27,6}{18,8} = 1,46$$

Порівнявши значення коефіцієнтів використання тягового зусилля трактора є очевидним, що потужності двигуна трактора на третій передачі буде недостатньо. Отже з розглянутих варіантів, з урахуванням тягового зусиллям та робочих швидкостей передбачених рекомендаціями по експлуатації ґрунтообробних безвідвальних знарядь чизельного типу, прийнятним є варіант використання його на другій робочій передачі трактора. При цьому робоча швидкість становитиме $v_{\text{рТ-150}}^{\text{II}} = 8,68 \text{км/год}$. В зв'язку з цим приймаємо для виконання технологічного процесу і подальших розрахунків режим роботи ґрунтообробного агрегату на другій передачі.

Розраховуємо змінну продуктивність , га/зм

$$W_{\text{зм}} = 0,1 \cdot B_{\text{р}} \cdot \vartheta_{\text{р}} \cdot T_{\text{р}} \quad (3.7)$$

					КПЧ 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

де B_p – робоча ширина захвату агрегату, м;

ϑ_p – робоча швидкість;

T_p – робочий час зміни;

$$T_p = T_{зм} \cdot \tau ; \quad (3.8)$$

де $T_{зм}$ - час зміни, ($T_{зм} = 7\text{год}$) - рекомендоване значення;

τ – коефіцієнт використання часу зміни (для протиерозійного обробітку

$\tau = 0,82$) [13];

$$T_p = 7 \cdot 0,82 = 5,74\text{год.}$$

Для розглянутих умов

$$W_{зм}'' = 0,1 \cdot 4 \cdot 8,68 \cdot 5,74 = 19,9\text{га/зм}$$

Витрат палива в кг/га розраховуємо за формулою:

$$Q_{га} = \frac{Q_{зм}}{W_{зм}} ; \quad (3.9)$$

де $Q_{зм}$ – витрати палива за зміну, кг/зм;

$W_{зм}$ - продуктивність агрегату за зміну, га/зм (19,9 га/зм).

$$Q_{зм} = Q_p \cdot T_p + Q_x \cdot t_x + Q_z \cdot t_z ; \quad (3.10)$$

де $Q_{рг}$, Q_x , Q_z - витрати палива за годину під час робочих та холостих ходів і на зупинках з працюючим двигуном відповідно, кг/год

					КПЧ 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

t_x, t_3 - затрачений час на холості ходи та зупинки відповідно з працюючим двигуном, год.

В більшості випадків рекомендовано припускати, що $t_x = t_3$

$$t_x = t_3 = \frac{T_{3M} - T_p}{2} \quad (3.11)$$

$$t_x = t_3 = \frac{7 - 5,74}{2} = 0,63 \text{ год.}$$

Згідно з [13] для тракторів марки Т-150К, при роботі на другій передачі $Q_p = 36,7 \text{ кг / год}$

$$Q_x = 21,9 \text{ кг / год}; \quad Q_3 = 5 \text{ кг / год.}$$

Отже витрати палива за зміну становлять,

$$Q_{3M} = 36,7 \cdot 5,74 + 21,9 \cdot 0,63 + 5 \cdot 0,63 = 227,6 \text{ кг / зм,}$$

а витрати палива в кг/га становлять:

$$Q_{2a}^{\text{II}} = \frac{Q_{3M}}{W_{3M}^{\text{II}}} = \frac{227,6}{19,9} = 11,4 \text{ кг / га} \quad (3.12)$$

Згідно наведених розрахунків агрегат у складі трактора Т-150К і експериментального комбінованого культиватора з шириною захвату 4м має більшу продуктивність і менші витрати палива на другій передачі ніж трактор Т-50К з плугом ПЛН-5-35, який працював при виконанні полицевого обробітку ґрунту згідно з технологією, що застосовується у базовому господарстві. До того ж є можливість, в разі тимчасового підвищення тягового опору робочої машини працювати на першій передачі.

					КПЧ 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

3.3. Підготовка поля до роботи

Якість реалізації технологічного процесу та рівень ефективності використання сільськогосподарських агрегатів значною мірою визначаються ступенем підготовленості поля. Підготовка поля включає усунення потенційних перешкод, що можуть негативно впливати на стабільність і якість роботи агрегату, а також вибір оптимального напрямку та раціонального способу його руху. Під час вибору схеми руху враховуються характер виконуваних агротехнічних операцій, конфігурація поля, довжина оброблюваних ділянок (гонів), а також наявність і крутизна схилів. Обраний спосіб переміщення агрегату має забезпечувати максимальну ефективність, економічність та відповідність встановленим агротехнічним вимогам.

Зважаючи на те, що після проходження важких комбінованих агрегатів при основному безполицевому обробітку ґрунту формується рівна оброблена смуга шириною 4 м без утворення звальних і розвальних борозен, доцільним є застосування гонової човникової схеми руху з петльовими поворотами, яка в даному випадку є найбільш ефективною.

3.3.1 Розрахунок величини поворотних смуг

При гонових способах руху агрегату на краях поля доцільно залишати смуги, які використовують для холостих заїздів та поворотів. Ширина таких поворотних смуг залежить як від складу агрегату так і виду самих поворотів. При петльових поворотах ширину поворотної смуги розраховують за формулою

$$E=3R_{\min}+L_a, \quad (3.13)$$

де R_{\min} – мінімальний радіус повороту енергетичного засобу, м (для трактора Т-150К $R_{\min} = 5,2\text{м}$ [13])

L_a – кінематична довжина ґрунтообробного агрегату.

Для причіпних агрегатів $L_a = L_{\text{тр}} + L_{\text{м}}$

					КПЧ 00.000.ПЗ	Арк.
						23
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $L_{\text{тр}}$ – кінематична довжина трактора (для трактора Т-150К $L_{\text{тр}} = 1,15\text{м}$);

$L_{\text{м}}$ – кінематична довжина машини (для культиватора $L_{\text{м}} = 3,4\text{м}$).

$$L_a = 1,15 + 3,4 = 4,55\text{м}$$

Розрахункова ширина поворотної смуги при використанні запропонованого агрегату становить

$$E = 3 \cdot 5,2 + 4,55 = 20,15\text{м}.$$

Є очевидним, що ширина поворотної смуги має бути кратною ширині захвату робочої машини, тому приймаємо $E = 20\text{м}$, так як $E = K \cdot B_p$

де K – це кратність

$$K = \frac{E}{B_p} = \frac{20,15}{4} = 5,03 \approx 5 \quad (3.14)$$

Після заокруглення отримуємо

$$E = 5 \cdot 4 = 20\text{м}$$

3.3.2. Розбивання поля на загінки

Розміри загінок мають бути визначені таким чином, щоб забезпечити безперервне функціонування агрегатів упродовж двох–трьох змін. Геометричні параметри загінки істотно впливають на довжину холостих ходів, що, у свою чергу, позначається на загальній продуктивності технологічного процесу. У випадках застосування човникової схеми руху з петльовими поворотами визначальним критерієм для встановлення оптимальної площі загінки є тривалість виконання технологічних операцій. З метою підвищення ефективності виробничого процесу допускається одночасне використання кількох агрегатів однакового або подібного функціонального призначення, що потребує попереднього розподілу площі на відповідні загінки.

					КПЧ 00.000.ПЗ	Арк.
						24
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для нашого варіанту розмір загінки визначають за формулою:

$$C = \frac{10^4 \cdot (2..3)W_{зм}}{L}, \quad (3.15)$$

де $W_{зм}$ – змінна продуктивність агрегату ($W_{зм} = 19,9\text{га/зм}$)

L – довжина гону, м ($L = 700\text{м}$)

$$C = \frac{10^4 \cdot 3 \cdot 19,9}{700} = 852,3\text{м}$$

Розміри загінки мають бути узгоджені з робочою шириною машини. Для цього визначають кількість проходів агрегату необхідних для обробітку однієї загінки.

$$n = \frac{C}{B_p} = \frac{852,3}{4} = 213,2 \quad (3.16)$$

Кількість загінок розраховують за формулою

$$n_3 = \frac{10^4 \cdot F}{L \cdot C}, \quad (3.17)$$

де F – площа поля ($F = 30\text{га}$);

L – довжина гону ($L = 700\text{м}$);

C – ширина загінки ($C = 852,3\text{м}$)

$$n_3 = \frac{10^4 \cdot 30}{700 \cdot 852,3} = 0,5\text{шт}$$

Отже, в даному випадку поле на загінки не розділяється.

					КПЧ 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

3.4. Розробка операційної технологічної карти на процес основного безвідвального обробітку ґрунту

Результативність вирощування сільськогосподарських культур значною мірою визначається доцільною організацією виробничих процесів, повним використанням технічного потенціалу тракторних агрегатів і правильною реалізацією кожної операції. Операційна технологічна карта — це сукупність регламентованих технологічних вимог, що встановлюють чіткий порядок виконання виробничих операцій. У ній враховується та визначається: підготовка агрегату і поля до роботи, умови виконання операцій та агротехнічні норми, схема руху і швидкісний режим, продуктивність агрегату, витрати пального, контроль якості виконання операцій, а також інші параметри, зокрема тривалість циклу, робоча довжина загінки, технічна продуктивність на цикл, кількість циклів за зміну та витрати пального протягом зміни.

Тривалість одного циклу розраховують за формулою [13]

$$T_{\text{ц}} = \frac{12L_p}{10^2 \cdot \vartheta_p} + 2t, \quad (3.18)$$

де L_p – робоча довжина загінки, м;

ϑ_p - робоча швидкість агрегату в загінці, км/год;

t – час, що витрачається на поворот в кінці загінки, хв ($t = 1,5$)

$$L_p = L - 2E, \quad (3.19)$$

де L – довжина загінки, м ($L = 700$);

E – ширина поворотної смуги, м ($E = 20$)

Робоча довжина загінки становить

					КПЧ 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

$$L_p = 700 - 2 \cdot 20 = 660 \text{ м}$$

Тоді, тривалість одного циклу становить

$$T_{\text{ц}} = \frac{12 \cdot 660}{100 \cdot 8,68} + 2 \cdot 1,5 = 12,12 \text{ хв} \approx 0,20 \text{ год}$$

Технічна продуктивність агрегату за один цикл становить, га/ц

$$W_{\text{ц}} = 0,1 B_p \cdot v_p \cdot T_{\text{ц}} \cdot \tau \quad (3.20)$$

Використавши значення складових, B_p , v_p , $T_{\text{ц}}$, τ з попередніх розрахунків отримаємо

$$W_{\text{ц}} = 0,1 \cdot 4 \cdot 8,68 \cdot 0,2 \cdot 0,82 = 0,57 \text{ га/ц}$$

Кількість циклів за зміну, яку виконує агрегат

$$n_{\text{ц}} = \frac{W_{\text{зм}}}{W_{\text{ц}}} = \frac{19,9}{0,57} = 34,9 \text{ ц / зм.} \quad (3.21)$$

3.4.1. Контроль основних показників якості виконання безполицевого обробітку ґрунту.

Основними показниками безполицевого обробітку ґрунту є глибина обробітку, інтенсивність розпушування, гребенистість поверхні обробленого поля, повнота підрізання бур'янів, суцільність обробітку та інші.

Глибину обробітку ґрунту зазвичай визначають з використанням лінійки - стержня, по діагоналі обробленого поля. Для цього виконують від 15 до 25 замірів. Не допускається відхилення середнього значення фактичної глибини обробітку від заданої більш ніж на $\pm 1,5 \div 2$ см. Якщо заміри виконують по щойно обробленому полю, то значення отриманої при замірах величини середньої глибини зменшують на 20 %, а після часткового ущільнення ґрунту на 10 %. Допускається відхилення рівномірності глибини обробітку $-15 \div 20\%$ [7,11].

					КПЧ 00.000.ПЗ	Арк.
						27
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ступінь розпушування ґрунту визначають ситовим аналізом на повну глибину обробітку. З навіски певного об'єму розпушеного ґрунту за допомогою сита з розмірами отворів $\varnothing 50$ мм розділяють агрегати (грудки) ґрунту $\varnothing < 50$ мм і $\varnothing > 50$ мм, а потім їх вага чи об'єм порівнюється з загальним об'ємом чи вагою взятої навіски та встановлюється їх відсотковий вміст.

Гребенистість поверхні поля після обробітку визначають за допомогою профіломіра, або двохметрової планки з замірами через кожні 10 см. Планку для проведення замірів накладають на поле 10 – 12 разів. Значення величини гребенів і глибини впадин заносять в журнал спостережень. Середнє значення висоти гребенів і глибини впадин повинно знаходитися в межах $6 \div 8$ см.

Показник збереження стерні на поверхні обробленого поля визначають наступним чином. На поверхні поля, до початку його обробітку, по діагоналі з повторністю 10 – 15 разів, накладають квадратну рамку розміром 1×1 м. З виділеної рамкою площі збирають всі рослинні рештки, зважують, а потім визначають середнє значення їх маси. В такій же послідовності процедура повторюється після обробітку ґрунту. За співставленням значень середніх мас визначають відсоток рослинних решток, які залишилися на поверхні поля після обробітку.

Повноту підрізання бур'янів визначають шляхом послідовного витягування їх з ґрунту на визначеній площі. При цьому порівнюється загальна кількість рослин і кількість рослин, які залишаються не підрізаними після обробітку. Непідрізаних рослин не повинно бути.

Суцільність обробітку ґрунту, як і наявність огрехів визначають візуально. Наявність огрехів не допускається.

Операційна технологічна карта на основний безвідвальний обробіток ґрунту заповнена на основі проведених розрахунків та обґрунтувань, представлена в графічній частині роботи.

					КПЧ 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

Висновки

Удосконалення технології вирощування сої, представлене заміною способу обробітку ґрунту з полицевого на безполицевий дозволило зменшити витрати пального на 8,9 ц. в розрахунку на 100 га площі, підвищити продуктивність праці на 12,8 га/зм та знизити затрати праці на 63,3 люд. год. Відповідні зміни в технології вирощування сої представлені в технологічній карті (графічна частина роботи).

4. Інженерна частина

4.1. Зміст технічної модернізації

комбінованого культиватора

Аналіз ґрунтово-кліматичних умов господарства та технології вирощування сої свідчить, що основним обмежувальним фактором для досягнення високих врожаїв найчастіше є нестача вологи в ґрунті. Багато науковців вважають, що частковим вирішенням цієї проблеми може стати застосування нового методу основного обробітку ґрунту — чизелювання. Цей спосіб дає змогу глибоко й інтенсивно розпушувати ґрунт, мульчувати верхні шари подрібненими рослинними рештками, створюючи сприятливі умови для запобігання водній та вітровій ерозії. Найголовніше — він сприяє накопиченню вологи в зимовий період і її збереженню протягом усього періоду вегетації культур.

У базовому господарстві серед наявних ґрунтообробних машин, які можливо адаптувати для чизельного обробітку, є важкий комбінований культиватор. Основу його конструкції становлять важкі культиваторні лапи, встановлені на жорстких стояках. Проведений аналіз показує, що конструкція машини дозволяє встановлення чизельних робочих органів на пружинних стійках. Монтаж таких органів можна здійснити безпосередньо на поперечні балки рами за допомогою болтових з'єднань і спеціальних накладок. Для правильного розміщення

					КПЧ 00.000.ПЗ	Арк.
						29
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

чизельних органів потрібно частково змістити опорні колеса, які мають гідравлічні механізми для переведення агрегату з робочого в транспортне положення, а також гвинтові механізми для регулювання глибини обробітку ґрунту.

4.2. Аналіз призначення та конструкції культиватора, що пропонується до використання

Культиватор призначається для обробітку важких та середніх ґрунтів за умови відсутності в них каміння та інших включень, як у весняний так і осінній період, а та часткового закриття в ґрунт органічних та мінеральних добрив.

Культиватор:

- можна агрегувати з тракторами тягового класу 3-5. Спосіб агрегування – причіпний;
- можна експлуатувати на полях з ухилом до 8° та на ґрунтах вологістю до 27% і твердості до 3,5 мПа;
- рамна конструкція з трирядним розташуванням робочих органів;
- складається з рами, коліс, причіпного пристрою, стійок кріплення робочих органів, оборотних лап. Може обладнуватися додатковими робочими органами – котками, зубовими боронами, та інші;

Рама культиватора – зварна конструкція з пустотілих брусів. З'єднують культиватор з трактором за допомогою сніці. До сніці прикріплено домкрат та гвинтова пара для регулювання її по висоті встановлення. Для блокування, на випадок аварійного від'єднання культиватора від трактора передбачена наявність на сніці страхового ланцюга.

Транспортні габарити культиватора по ширині менше 4,4 м, що дозволяє його безпечно транспортування по шляхах загального користування.

					КПЧ 00.000.ПЗ	Арк.
						30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Переведення культиватора в транспортний стан і навпаки здійснюється з місця тракториста з використанням гідравлічної системи трактора.

Функції механізму регулювання глибини обробітку ґрунту є гвинтова пара. Закручуючи, або викручуючи гвинт змінюють положення колеса по висоті відносно рами. Один оберт гвинта відповідає зміні глибини обробітку ґрунту на 15 мм.

Основними робочими органами є оборотні лапи з шириною захвату 65 мм мають індивідуальне кріплення до рами і призначені розпушувати ґрунт га задану глибину.

Додаткові робочі органи необхідні для додаткового розпушування попередньо зрушеного лапами ґрунту. Вони встановлені позаду оборотних лап по всій ширині захвату культиватора.

Базовими додатковими робочими органами в конструкції даного культиватора є рубчасті котки. В конструкції культиватора передбачена можливість зміни тиску на ґрунт ребрами котків. Дану функцію виконують натискні штанги з пружинами. При комплектуванні агрегатів і підготовці їх до роботи ступінь тиску на ґрунт рубчастими котками встановлюють залежно від стану ґрунту.

4.3. Технічна характеристика культиватора

Продуктивність за 1 год. основного часу, га/г	4,8
Робоча швидкість руху км/год, до	12
Глибина обробітку, см, до	25
Коефіцієнт використання робочого часу зміни	0,82
Кількість обслуговуючого персоналу, люд	1
Гарантований термін експлуатації (крім лап), місяців	24
Строк служби, років	8
Середній наробіток на відмову, год	40
Щозмінний оперативний час технічного обслуговування, год	0,15
Маса культиватора, кг	1500
Дорожній просвіт, мм	300
Транспортна швидкість, км/год	15

					КПЧ 00.000.ПЗ		Арк.
							31
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

4.4. Технологічні розрахунки

4.4.1 Розрахунок взаємного розташування робочих органів

Робочі органи культиватора працюють в ущільненому ґрунті. Розпушування ґрунту оборотною лапою культиватора відрізняється від дії корпусу плуга тим, що смуга ґрунту не має чітких границь, які точно обмежують її ширину. Ці краї визначаються механічними властивостями ґрунту, геометричною формою, розмірами і розташуванням робочої поверхні лапи. При рухові лапи на певній глибині a , вона сколює ґрунт поперед себе під кутом τ [14].

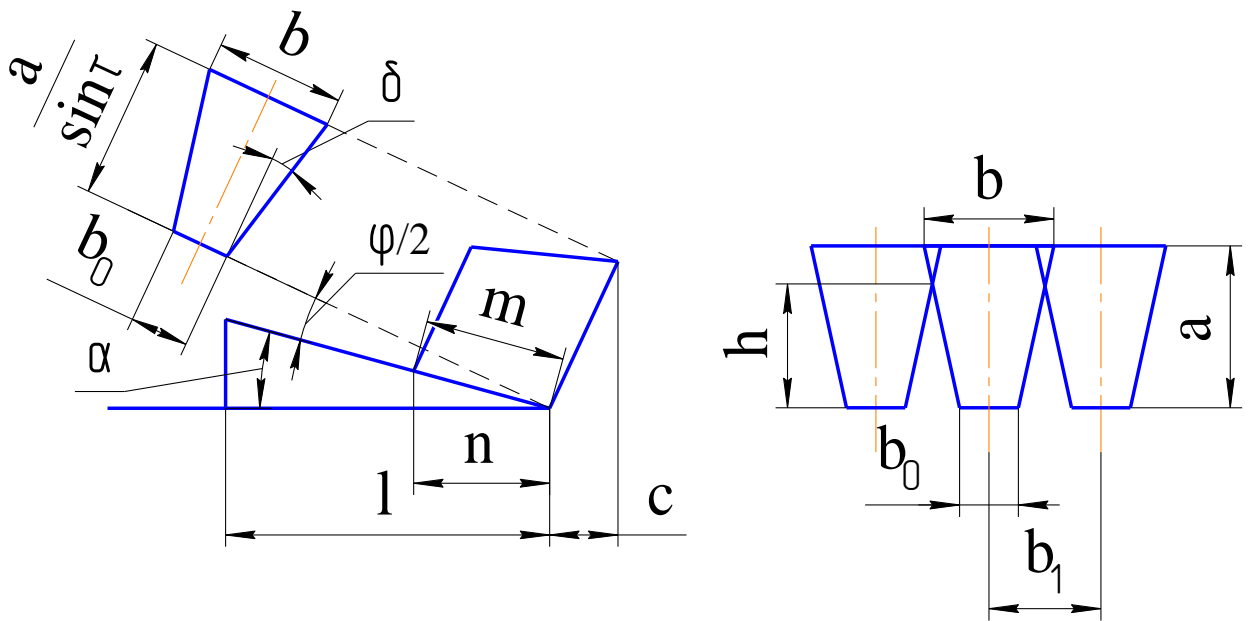


Рисунок 4.1. Дія лапи на зв'язний щільний ґрунт

Можна припустити, що кут нахилу робочої поверхні лапи α і кут тертя по ній ґрунту φ рівні між собою. Тоді правомірною буде така рівність

$$\tau = 90^\circ - \frac{\alpha + \varphi + \varphi_1}{2} \text{ або}$$

					КПЧ 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

$$\tau = 90^\circ - \left(\alpha + \frac{\varphi_1}{2} \right) \quad (4.1)$$

де φ_1 – кут внутрішнього тертя ґрунту, рекомендоване значення $\varphi_1 = 50^\circ$;

α – кут підйому лапи, приймаємо $\alpha = 25^\circ$.

тоді

$$\tau = 90^\circ - \left(25^\circ + \frac{50^\circ}{2} \right) = 40^\circ$$

Поперечний перетин ґрунту, який руйнує лапа, можна розглядати як рівнобоку трапецію з нижньою основою b_0 , що відповідає за розміром ширині лапи, тобто $b_0 = 65$ мм, а верхня основа b – середнє значення ширини розпушеного ґрунту на поверхні поля (рис.4.1). Кут, який знаходиться в площині сколювання ґрунту δ дорівнює половині внутрішнього кута тертя обробленого ґрунту

$$\delta = \frac{\varphi_1}{2}$$

Для визначення довжини верхньої основи трапеції b використовують формули

$$b = b_0 + \frac{2a \operatorname{tg} \delta}{\sin \tau} = b_0 + \frac{2a \operatorname{tg} \delta}{\cos \left(\alpha + \frac{\varphi_1}{2} \right)} \quad (4.2)$$

де a – глибина обробітку, ($a = 200$ мм.)

Підставивши значення, отримуємо

$$b = 65 + \frac{2 \cdot 200 \cdot \operatorname{tg} 25^\circ}{\cos 50^\circ} \approx 355 \text{ мм}$$

Дія лапи на ґрунт у поздовжньому напрямку розповсюджується за напрямком руху агрегату на відстань C

$$C = a \cdot \operatorname{ctg} \tau \approx a \cdot \operatorname{tg} \left(\alpha + \frac{\varphi_1}{2} \right) \quad (4.3)$$

					КПЧ 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Підставивши значення, отримаємо

$$C = 200 \cdot \operatorname{tg}(25^\circ + 25^\circ) = 238 \text{ мм}$$

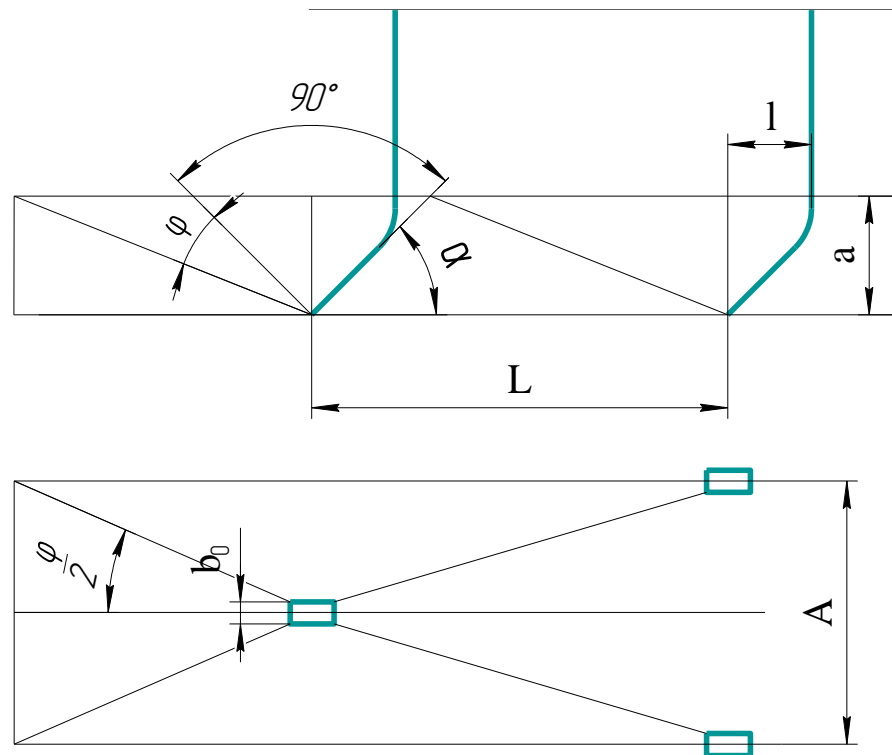


Рисунок 4.2. – Взаємне розташування лап

Для попередження забивання простору між лапами ґрунтово-рослинною масою при роботі розрахуємо відстань між сусідніми лапами (рис.4.2)

$$A \approx b_0 + \frac{2a \cdot \operatorname{tg} \varphi |2}{\cos(\alpha + \varphi)} \quad (4.4)$$

Підставивши значення, отримаємо

$$A \approx 65 + \frac{2 \cdot 200 \cdot 0.414}{\cos 50^\circ} = 334 \text{ мм}$$

З конструкційних міркувань з урахуванням виробничого досвіду та з метою забезпечення заданого показника розпушування ґрунту приймаємо відстань між лапами 150 мм.

Визначимо відстань між рядами лап з умови

$$L > a \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi) + C \quad (4.5)$$

Після підстановки відповідних значень, отримаємо

$$L > 200 \cdot \operatorname{tg}(25^\circ + 25^\circ) + 238 = 476 \text{ мм}$$

З конструкційних міркувань приймаємо відстань між передніми рядами лап 890 мм, та між задніми – 870 мм.

Передбачаємо, що отримані розрахунковим шляхом параметри взаємного розташування оборотних лап при використанні їх в складі важкого культиватора будуть забезпечувати якісне розпушування ґрунту на задану глибину за умови наявності на поверхні поля допустимої технічними умовами кількості рослинних решток.

На культиваторі оборотні лапи для розпушення ґрунту розташовані у три ряди.

Загальна кількість робочих органів розраховується як

$$n = B / b \quad (4.6)$$

де B – ширина захвату культиватор;

b – технологічна ширина захвату одного робочого органу (лапи).

Підставивши значення, отримуємо

$$n = 4000 / 150 = 26,6$$

Приймаємо $n = 27$ лап

					КПЧ 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

$$Q = a \cdot v^2 \cdot \operatorname{ctg} \alpha \gamma \cdot q \cdot n / 2 \quad (4.8)$$

де a - глибина обробітку ґрунту;

v – конструкційна ширина захвату однієї лапи;

n – кількість лап;

q – питома маса ґрунту.

Прийнято вважати, що зусилля, яке необхідно для відриву шару ґрунту

$$Q \sim Q_1$$

Таким чином

$$F = G + 2(a \cdot v^2 \cdot \operatorname{ctg} \alpha \gamma \cdot q \cdot n / 2)$$

Підставивши відповідні значення, отримаємо

$$F = 1500 + 2(0,2 \cdot 0,65^2 \cdot 1,38 \cdot 820 \cdot 27 / 2) = 1524 \text{ кг} = 15240 \text{ Н}$$

За значенням рівнодіючої F , можна розрахувати реакції на колесах та серзі причіпного пристрою культиватора

$$P_K = F(l_1 + l_2) / l_1 \quad (4.9)$$

$$P_C = F \cdot l_2 / l_1 \quad (4.10)$$

Підставивши значення довжини плечей з креслення загального вигляду культиватора, отримаємо

$$P_K = 15240(3000 + 522) / 3000 = 17891 \text{ Н}$$

$$P_C = 15240 / 3000 \cdot 522 = 2651 \text{ Н}$$

					КПЧ 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

Розрахуємо зусилля, яке діє вздовж штока гідроциліндра при переведенні культиватора з робочого стану в транспортний за формулою

$$F_{ш} = [(P_k - G_k) \cdot n_1 - P_k \cdot f \cdot n_3] / n_2 \quad (4.11)$$

де G_k – вага коліс культиватора;

f – коефіцієнт опору перекочуванню колеса, приймаємо $f = 0,15$

Підставивши значення отримаємо

$$F_{ш} = [(17891 - 1400) \cdot 0,85 - 17891 \cdot 0,15 \cdot 0,26] / 0,45 = 29600 \text{ Н}$$

Згідно з отриманим значенням $F_{ш}$ обираємо для піднімання культиватора гідроциліндр Ц-75 з зусиллям виштовхування штока 37000 Н

Запас міцності становить

$$\Delta = \frac{37000 \cdot}{29600} = 1,25$$

Цього достатньо для забезпечення надійної роботи культиватора, але конструкція культиватора передбачає використання з цією метою двох гідроциліндрів установлених безпосередньо над опорними колесами.

4.6. Розрахунок параметрів колеса.

Колеса с.-г. машин ущільнюють ґрунт, що негативно впливає на врожайність. Тому, щоб запобігти даному негативному явищу необхідно обирати колеса з оптимальними для визначених умов використання конструкційними

					КПЧ 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

параметрами. В більшості випадків дані параметри пов'язані з тяговим опором колеса.

Тяговий опір колеса визначають за формулою:

$$Q_x = 0.863 \sqrt{\frac{Q_z^4}{gD^2b}}, \quad (4.12)$$

де Q_z – вертикальне навантаження на колесо, ($Q_z = F/2 = 7640\text{Н}$);

g – коефіцієнт опору ґрунту деформації;

D – діаметр колеса, м;

B – ширина колеса, м.

Оцінка відповідності значень діаметра та ширини колеса умовам його роботи здійснюється за величиною коефіцієнта опору перекочуванню

$$\mu = \frac{Q_x}{Q_z}$$

Формулу (4.12) можна записати у вигляді

$$\frac{Q_x}{Q_z} = 0.863 \sqrt{\frac{Q_z}{gD^2b}}$$

Приблизне значення коефіцієнта μ можна записати як:

$$\mu = 3 \sqrt{\frac{Q_z}{gD^2b}} \quad (4.13)$$

Даний вираз свідчить, що найбільше на зниження μ впливає збільшення діаметра колеса і менш дієвим є збільшення його ширини. Значення μ зменшується із збільшенням щільності ґрунту (опору ґрунту при деформації). При

					КПЧ 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

проектуванні нових ґрунтообробних машин рекомендовано вибирати такі значення D і b , при яких $\mu \leq 0.2$ [14,15].

Напишемо формулу (4.13) таким чином, щоб у правій частині залишились величини, які підлягають визначенню

$$\frac{Q_z}{\mu^3 g} = D^2 b$$

Приймаємо $g=0.12$ МПа і, використовуючи номограму [14], вибираємо при $\mu=0,2$ та $Q_z=15.24$ кН ширину колеса $b=22$ см при діаметрі $D=80$ см. Найближчі до вибраних розміри має шина 8,25–15 моделі И–83 [16,17], для якої $D=76$ см і $b=22$ см.

Скориставшись емпіричною формулою Хелла перевіримо вантажопідйомність колеса

$$Q = AKp_b^{0.585} * B_T^{1.39} (d + B_T), \quad (4.14)$$

де A і K – постійні коефіцієнти (для шин несучих коліс $AK=0,1445$)

P_b – тиск повітря у шинах, Па ($P_b = 0,27$ МПа)

d – номінальний діаметр обода колеса, см

B_T – теоретична ширина профілю, см

$$B_T = \frac{B - 0,46b}{0.713}, \quad (4.15)$$

де B – ширина профілю шини в накачаному стані для прийнятого обода, см;

b – відстань між краями обода, см.

За табличним співвідношенням між конструкційними елементами шин вибираємо

					КПЧ 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

$$\frac{H}{B} = 1 \text{ та } \frac{b}{B} = 0.65, \text{ звідки } H=22\text{см і } b=14\text{см.}$$

Тоді, номінальний діаметр обода становить

$$d = D - 2H = 83.2 - 2 * 22 = 39.2\text{см}.$$

Підставляємо дані у формули (4.14) і (4.15) і отримуємо

$$B_T = \frac{22 - 0,46 * 14}{0,713} = 21,3\text{см}$$

$$Q = 0.1445 * 2.7^{0.585} * 21.3^{1.39} (39.2 + 21.3) = 11800\text{Н} = 11.8\text{kН},$$

Розрахункове значення вантажопідйомності перевищує фактичне вертикальне навантаження на колесо=7640Н, отже обрані параметри колеса можуть забезпечувати його надійну роботу.

4.7. Розрахунки на міцність

4.7.1. Розрахунок підшипників котка

Розрахунок підшипників на валу котка виконуємо з урахуванням максимально можливого навантаження, яке може діяти на коток.

З урахуванням рекомендацій і можливих тимчасових перевантажень дане навантаження буде складати 1500 Н.

Щоб побудувати епюри моментів згину необхідно розрахувати реакції опор в точках А і В (рис. 4.4) [16,17]:

$$\sum M_a = 0; \quad P \cdot l_1 - R_B \cdot l = 0;$$

звідки:

$$R_B = \frac{P \cdot l_1}{l} = \frac{1500 \cdot 600}{1200} = 750 \text{ Н}$$

					КПЧ 00.000.ПЗ	Арк.
						41
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

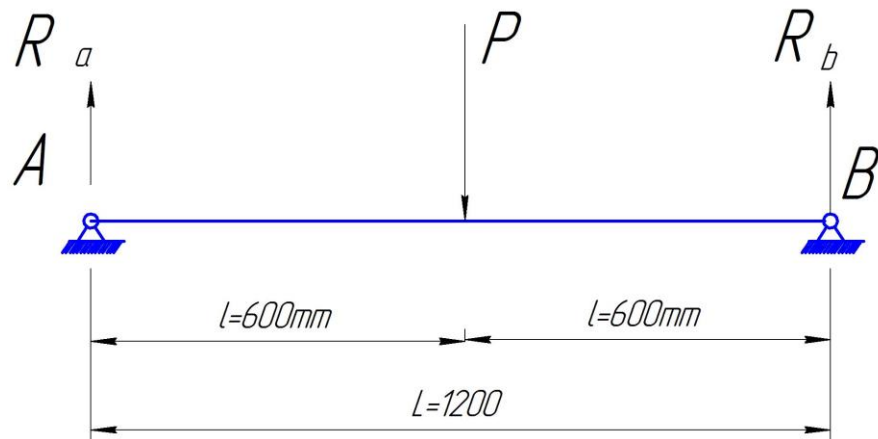


Рис. 4.4. Схема навантаження валу котка.

$$\sum M_B = 0; \quad P \cdot l_1 - R_a \cdot l = 0;$$

звідки

$$R_a = \frac{P \cdot l_1}{l} = \frac{1500 \cdot 600}{1200} = 750 \text{ Н}$$

Перевіримо правильність розрахунків:

$$P - R_a - R_b = 0;$$

$$1500 - 750 - 750 = 0.$$

Отже, розрахунки виконано правильно.

Побудуємо епюру згинаючого моменту.

$$M_3 = P \cdot l_1 = 1500 \cdot 0,6 = 900 \text{ Нм}$$

Розрахуємо мінімально допустимий діаметр валу в небезпечному перетині за формулою:

$$d = 3 \sqrt[3]{\frac{M_3}{0,1 \cdot [\sigma]_3}}, \quad (4.16)$$

					КПЧ 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

Попередньо приймаємо для валу матеріал Сталь 45, для якої $[\sigma]_3=100$ кг/мм².

$$d = \sqrt[3]{\frac{900 \cdot 10^3}{0,1 \cdot 100}} = 31,6 \text{ мм.}$$

Приймаємо діаметр валу котка під підшипник 30 мм.

$$\text{Тоді } \sigma = \frac{M_3}{W} \leq [\sigma]_3 \quad (4.17)$$

$$W = 0,1 \cdot d^3 = 0,1 \cdot 30^3 = 270 \text{ мм}^3.$$

$$\sigma = \frac{682,5}{270} = 2,52 \text{ кг/мм}^2 < [\sigma]_3 = 100 \text{ кг/мм}^2.$$

Визначимо коефіцієнт запасу міцності:

$$N = \frac{[\sigma]}{\sigma} = \frac{100}{2,52} = 39,6$$

Запасу міцності цілком достатньо для працездатності котка.

На підставі отриманих даних обираємо підшипник кочення 1506 з наступними параметрами:

- внутрішній діаметр $d = 30$ мм;
- зовнішній діаметр $D = 62$ мм;
- ширина $B = 20$ мм;
- статична вантажопідйомність $C = 34100$ Н.

З урахуванням попередніх розрахунків визначимо необхідну вантажопідйомність підшипника

$$C = P(n \cdot h)^{0,3} \quad (4.18)$$

$$\text{де } P = R_A = R_B = 600 \text{ Н}$$

n – частота обертання котка, згідно кінематичних режимів роботи культиватора $n = 2,2 \text{ с}^{-1}$ або $n = 132 \text{ хв}^{-1}$

					КПЧ 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

h – розрахункова довговічність, годин. Ресурс культиватора складає 9 років. Середньостатистичний показник використання культиваторів складає 250 годин на рік. Тоді $h = 2250$ годин.

Підставивши значення в (4.18), отримаємо:

$$C_p = 600 (132 \cdot 2250)^{0,3} = 26301 \text{ Н}$$

Визначимо коефіцієнт запасу

$$\Pi = \frac{C}{C_p} = \frac{34100}{26301} = 1,29,$$

якого може бути достатньо для надійної роботи котків.

5. Охорона праці

5.1. Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів, що можуть виникнути під час використання модернізованого культиватора

Під час експлуатації модернізованого культиватора обслуговуючий персонал може зазнати впливу таких небезпечних і шкідливих виробничих факторів [18]:

- наявність рухомих і обертових частин та механізмів (дисківі котки, система підйому й опускання культиватора, рух агрегату в цілому);
- ймовірність виникнення небезпечної ситуації при переведенні агрегату з робочого стану у транспортне;
- підвищена запиленість у зоні роботи механізатора;
- наявність гострих крайок і шорстких поверхонь на деталях і вузлах машини (наприклад, кільчасто-шпорові котки, елементи рами тощо);
- забивання робочих органів ґрунтом і рослинними рештками;
- ризики, пов'язані з технічним обслуговуванням, зокрема при поводженні з паливно-мастильними матеріалами;

					КПЧ 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

- потенційна пожежна небезпека.

5.2. Розробка заходів по покращенню умов праці

З метою захисту механізатора від впливу потенційно шкідливих чинників передбачені відповідні заходи, що забезпечують усунення пилу та газів завдяки використанню пилевідокремлювача, встановленого в кабіні трактора для очищення повітря.

Ґрунтообробний агрегат оснащено аптечкою першої медичної допомоги, захисним футляром для її зберігання, термосом для питної води об'ємом 3 літри, регульованим дзеркалом заднього виду, а також пристроєм для зберігання верхнього одягу механізатора. За умови дотримання вимог експлуатації рівень зовнішнього шуму не повинен перевищувати 85 дБА.

Розташування вузлів культиватора забезпечує оптимальні умови огляду під час роботи і транспортування, зокрема:

- видимість у робочій зоні;
- спостереження за конструктивними елементами та орієнтирами для руху (наприклад, лінією обробленої ділянки, переднім колесом);
- контроль за робочими органами (лапами та рубчастими котками), які потребують візуального нагляду під час обробітку ґрунту;
- доступність огляду причіпних систем трактора і культиватора, що використовуються для з'єднання агрегатів у єдиний ґрунтообробний комплекс.

					КПЧ 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

Висновки

Модернізація технології вирощування сої шляхом переходу від полицевого до безполицевого обробітку ґрунту дала змогу підвищити продуктивність агрегату на 12,8 га за зміну, скоротити трудові витрати на 63,3 людино-години та зменшити споживання пального на 8,9 центнера на кожні 100 гектарів оброблюваної площі.

Використання оборотних лап на пружинних стійках для розпушування ґрунту підвищує універсальність культиватора, а також сприяє зростанню надійності як виконання технологічного процесу, так і конструкції загалом.

Результати проведених технологічних, енергетичних і міцнісних розрахунків підтвердили працездатність удосконаленої конструкції культиватора.

Усі запропоновані рішення забезпечують економічну ефективність вирощування сої завдяки покращенню якості обробітку, зростанню продуктивності та зниженню собівартості сільськогосподарської продукції.

					КПЧ 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

Список використаної літератури

1.СОЯ. Про культуру. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://zemliak.com/kultury/8670-soya>

2. Науково-обґрунтована система ведення агропромислового виробництва в Кіровоградській області. / ISBN966-383-042-5. Кіровоградський інститут АПВ УААН, 2005, 265с.

3. Технологія вирощування ГМО сої. [Електронний ресурс]. – Режим доступу :

https://lnzweb.com/blog/tehnologiya_vurjchyvanja_gmo_soji#:~:text=%D0%A2%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F%20%D0%B2%D0%B8%D1%80%D0%BE%D1%89%D1%83%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F%20%D0%93%D0%9C%D0%9E%20%D1%81%D0%BE%D1%97

4. Секрети сої: коли сіяти, як підживлювати та чим правильно захищати? [Електронний ресурс]. – Режим доступу : .

<https://agravery.com/uk/posts/show/sekreti-soi-koli-siati-ak-pidzivluvati-ta-cim-pravilno-zahisati>. Джерело: Agravery.com

5. Технологія вирощування сої на прикладі господарств різних регіонів. [Електронний ресурс]. – Режим доступу :

<https://superagronom.com/articles/447-tehnologiya-viroschuvannya-soyi-na-prikladi-gospodarstv-riznih-regioniv#:~:text=%D0%B3%D0%BE%D1%81%D0%BF%D0%BE%D0%B4%D0%B0%D1%80%D1%81%D1%82%D0%B2%20%D1%80%D1%96%D0%B7%D0%BD%D0%B8%D1%85%20%D1%80%D0%B5%D0%B3%D1%96%D0%BE%D0%BD%D1%96%D0%B2...>

6. Технологія вирощування сої. [Електронний ресурс]. – Режим доступу :

<http://www.semagro.com.ua/info/tehnologija-viroshuvannja-soji-431.html#:~:text=%D0%A2%D0%95%D0%A5%D0%9D%D0%9E%D0%9B%D0%9E%D0%93%D0%86%D0%AF%20%D0%92%D0%98%D0%A0%D0%9E%D0%A9%D0%A3%D0%92%D0%90%D0%9D%D0%9D%D0%AF%20%D0%A1%D0%9E%D0%87>

					КПЧ 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

7. Гречкосій В.Д. Комплексна механізація виробництва зерна. – К.: Урожай, 1991. –213 с.

8. Довідник сільського інженера / В.Д. Гречкосій, О.М. Погорілець, І.І. Ревенко та ін.; за ред. В.Д. Гречкосія.– 2-е вид. Перероб. і доп.– К.: Урожай, 1991.– 400 с.

9. Шикула Н.К. Грунтозахисна система землеробства: Справ. кн. – Х.: Прапор, 1987.-200 с.

10. Відтворення родючості ґрунтів у ґрунтозахисному землеробстві. Шикула Н. К., Антоненко С. С., Андрієнко В. А., Андріяка Ю. В., Балаєв А. Д. та інші. Наукова монографія Під загальною редакцією доктора с.-г. наук, професора Шикули М. К. – К.: 1998.

11. О. Гайденко. Основні агротехнічні вимоги до обробітку ґрунту та сівби. / Механізація АПК / Вікторок, 11 серпня 2020 15:15. Режим доступу: <https://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiia-apk/item/18415-osnovni-ahrotekhnichni-vymohy-do-obrobitku-gruntu-ta-sivby.html>

11. Савицький М.І. КПМ-4, КПМ-6, КВК-4. Культиватори причіпні універсальні та їх модифікації. Паспорт та інструкція по експлуатації. м. Кіровоград, вул. Ливарна, 1, 2008

12. Бондаренко М.Г., Демещук В.А. Комплектування і використання машино-тракторного парку в рослинництві: Підручник.– К. Вища шк., 1995.– 237 с.

13. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з курсу „Механізація, електрифікація, автоматизація сільськогосподарського виробництва”, „Експлуатація машинно-тракторного парку” для студентів спеціальності – 7.130102 – Агрономія / Укл: П.Г.Лузан, І.М.Осипов, В.М.Сало, С.М.Мороз.-Кіровоград КДТУ. 1999. – 44с.

14. Сисолін П.В. та ін. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування: Підруч. для студ. вищ. навч.закл. із спец. „Машини та обладнання с.-г. вир-ва”/За ред. М.І.Черновола. К.: Урожай, 2001.- 384с.

					КПЧ 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

15. Проектування сільськогосподарських машин : Навч. посібник для виконання курсових проектів з розробки с.-г. техніки при підготовці фахівців напряму 6.100202 «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва» / І.М. Бендера, Я.В. Козій, А.В. Рудь та ін. ; за ред. І.М. Бендери, А.В. Рудя, Я.В. Козія. Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин О.В., 2011. 640 с.

16. Павлице В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин: Підручник / В.Т. Павлице. К.: Вища школа, 1993. 560 с.

17. Опір матеріалів / Г.С. Писаренко. К.: Вища школа, 1993. 655 с.

18. Цілинский В.П. Охорона праці в рослинництві.- К.: "Урожай", 1991.

					КПЧ 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

ДОДАТКИ

					КПЧ 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

Технологічна карта

Культура: соя на зерно

Площа сівби – 100 га, урожайність – 20 ц/га.

Валовий збір основної продукції – 2000ц,

МВС 00. 000. 01 Т4

Найменування робіт	Одиниці виміру	Склад агрегата		Змінні норма виробітку	Затрати праці, л-год.		Послуги автотранс порту г/км	Електроенергія, кВт/час	Витрати пального, ц
		Трактор, комбайн	С.-г. машина, знаряддя		Трактор-стів, машинистів	Інших працівників			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I. Основний обробіток ґрунту									
Лущення стерні	га	T-150K	ЛДГ-15	58	12,04				2,0
<i>Безвідваєн. обр.-к 20-25 см</i>	<i>га</i>	<i>T-150K</i>	<i>КПЧ-4</i>	<i>19,9</i>	<i>35,1</i>				<i>11,4</i>
За період	х	Х	х	х	83,44				13,4
11. Передпосівний обробіток ґрунту, сівба									
Раннє весняне боронування	га	T-70	ЗБЗТ-1,0	67	20,93				2,40
Культивація 15 – 16 см	га	T-70	КПСП-4	16,5	42,42				3,10
Підвезення води, гербіцидів	т	ЮМЗ-6	АНЖ-2	11,0	22,26				0,70
Приготування роб розчину	т	ЮМЗ-6	„Темп”	56,0	4,34	8,68			1,50
Внесення гербіциду	га	ЮМЗ-6	КПСП-4+ ПОУ	21,0	33,32				1,50
Протруювання насіння	т		ПУ-3	15	4,20	8,40		10	-
Завантаження насіння	т		вручну	8		1,26			-
Завантаження добрив	т		вручну	18		14,98			-
Транспорт. насіння і добрив	т	ЮМЗ-6	2ПТС-4	13,5	3,85				0,12
Заправка сівалок	т		вручну	1,0		105,0			
Сівба з внесенням добрив	га	ЮМЗ-6	СУПН-8	16	49,98	49,98			3,18
Прикочування посівів	га	T-70	ЗККШ-5	62	11,27				2,4
За період	х	х	х	Х	188,7	188,3		10	14,9
111. Догляд за посівами									
Досходове боронування	га	T-70	ЗБЗС-1,0	58	24,15				2,4
Міжрядна обробка 4-5 см	га	ЮМЗ	КРН-4,2	18	38,92				2,30
Підвезення води і гербіцид.	т	ЮМЗ-6	АНЖ-2	11,0	25,48				0,76
Приготування роб. розчину	т	ЮМЗ-6	„Темп	56,0	5,11	10,22			1,27
Обробка посівів гербіцидами	га	ЮМЗ-6	ОП-2000	23,0	30,38				1,80
За період	х	х	х	х	124,0	10,22			8,53
IV. Збирання врожаю									
Збирання з обмолоч - ням	га		СК-5	8,5	82,32	82,32			11,60
Транспортування зерна	т		ГАЗ- 53				2000		
Очистка зерна на току	т		ОВП-20А	50,0		56,00		130	-
Завантаження на автомобілі	т	ЮМЗ-6	СНУ-05	35,0	199,9				1,50
Вивезення зерна	т		автомоб.				3000		

Лист № 1/2014
Лист № 2/2014
Лист № 3/2014
Лист № 4/2014
Лист № 5/2014
Лист № 6/2014
Лист № 7/2014
Лист № 8/2014
Лист № 9/2014
Лист № 10/2014
Лист № 11/2014
Лист № 12/2014
Лист № 13/2014
Лист № 14/2014
Лист № 15/2014
Лист № 16/2014
Лист № 17/2014
Лист № 18/2014
Лист № 19/2014
Лист № 20/2014
Лист № 21/2014
Лист № 22/2014
Лист № 23/2014
Лист № 24/2014
Лист № 25/2014
Лист № 26/2014
Лист № 27/2014
Лист № 28/2014
Лист № 29/2014
Лист № 30/2014
Лист № 31/2014
Лист № 32/2014
Лист № 33/2014
Лист № 34/2014
Лист № 35/2014
Лист № 36/2014
Лист № 37/2014
Лист № 38/2014
Лист № 39/2014
Лист № 40/2014
Лист № 41/2014
Лист № 42/2014
Лист № 43/2014
Лист № 44/2014
Лист № 45/2014
Лист № 46/2014
Лист № 47/2014
Лист № 48/2014
Лист № 49/2014
Лист № 50/2014
Лист № 51/2014
Лист № 52/2014
Лист № 53/2014
Лист № 54/2014
Лист № 55/2014
Лист № 56/2014
Лист № 57/2014
Лист № 58/2014
Лист № 59/2014
Лист № 60/2014
Лист № 61/2014
Лист № 62/2014
Лист № 63/2014
Лист № 64/2014
Лист № 65/2014
Лист № 66/2014
Лист № 67/2014
Лист № 68/2014
Лист № 69/2014
Лист № 70/2014
Лист № 71/2014
Лист № 72/2014
Лист № 73/2014
Лист № 74/2014
Лист № 75/2014
Лист № 76/2014
Лист № 77/2014
Лист № 78/2014
Лист № 79/2014
Лист № 80/2014
Лист № 81/2014
Лист № 82/2014
Лист № 83/2014
Лист № 84/2014
Лист № 85/2014
Лист № 86/2014
Лист № 87/2014
Лист № 88/2014
Лист № 89/2014
Лист № 90/2014
Лист № 91/2014
Лист № 92/2014
Лист № 93/2014
Лист № 94/2014
Лист № 95/2014
Лист № 96/2014
Лист № 97/2014
Лист № 98/2014
Лист № 99/2014
Лист № 100/2014

МВС 00. 000. 01 Т4

Мет	Лист	№ докум	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист
Розроб	Бондар МВ								
Лист	Соло ВМ								
Головн									
Начальн	Мачок ВВ								
Мет	Воловичук ОВ								

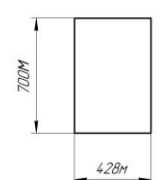
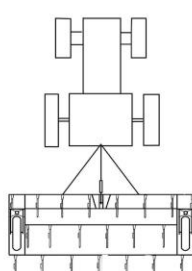
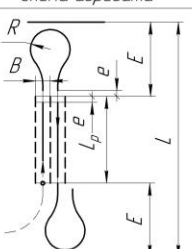
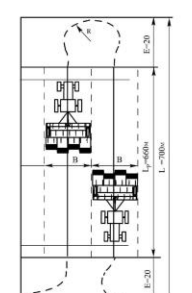
Технологічна карта

Лист 1/1
Лист 2/1
Лист 3/1
Лист 4/1
Лист 5/1
Лист 6/1
Лист 7/1
Лист 8/1
Лист 9/1
Лист 10/1
Лист 11/1
Лист 12/1
Лист 13/1
Лист 14/1
Лист 15/1
Лист 16/1
Лист 17/1
Лист 18/1
Лист 19/1
Лист 20/1
Лист 21/1
Лист 22/1
Лист 23/1
Лист 24/1
Лист 25/1
Лист 26/1
Лист 27/1
Лист 28/1
Лист 29/1
Лист 30/1
Лист 31/1
Лист 32/1
Лист 33/1
Лист 34/1
Лист 35/1
Лист 36/1
Лист 37/1
Лист 38/1
Лист 39/1
Лист 40/1
Лист 41/1
Лист 42/1
Лист 43/1
Лист 44/1
Лист 45/1
Лист 46/1
Лист 47/1
Лист 48/1
Лист 49/1
Лист 50/1
Лист 51/1
Лист 52/1
Лист 53/1
Лист 54/1
Лист 55/1
Лист 56/1
Лист 57/1
Лист 58/1
Лист 59/1
Лист 60/1
Лист 61/1
Лист 62/1
Лист 63/1
Лист 64/1
Лист 65/1
Лист 66/1
Лист 67/1
Лист 68/1
Лист 69/1
Лист 70/1
Лист 71/1
Лист 72/1
Лист 73/1
Лист 74/1
Лист 75/1
Лист 76/1
Лист 77/1
Лист 78/1
Лист 79/1
Лист 80/1
Лист 81/1
Лист 82/1
Лист 83/1
Лист 84/1
Лист 85/1
Лист 86/1
Лист 87/1
Лист 88/1
Лист 89/1
Лист 90/1
Лист 91/1
Лист 92/1
Лист 93/1
Лист 94/1
Лист 95/1
Лист 96/1
Лист 97/1
Лист 98/1
Лист 99/1
Лист 100/1

Формат А1

Операційна технологічна карта на основний чизельний обробіток ґрунту

МВС 00. 000. 02 Т4

Назва груп показників	Параметри, вимоги, нормативи	Схеми
Умови роботи	Площа – 30 га; довжина гонів – 700 м; максимальна величина схилів – 3°%; глибина обробітку – 20...25 см.	<p style="text-align: center;">Схема поля</p> 
Агротехнічні вимоги	<ol style="list-style-type: none"> Відхилення від заданої глибини обробітку $\pm 1,5$ см. В обробленім шарі ґрунту повинні бути 75–80% грудок розміром до 50 мм. Гребенистість поверхні не повинна перевищувати 6–8 см. На поверхні може залишатися до 25% стерні. Підрізання бур'янів повинне бути повним. Наявність озріхів не допускається 	
Склад агрегату і підготовка його до роботи	<p>Трактор Т-150К + культиватор КПЧ-4</p> <p>Робоча ширина захвату $B_p = 4$ м; мінімальний радіус повороту $R_{min} = 5,2$ м; кінематична довжина агрегату $L_a = 4,55$ м.</p> <p>До початку роботи:</p> <ol style="list-style-type: none"> Провести щозмінний технічний огляд трактора і культиватора; Перевірити цілісність і надійність кріплення робочих органів, загострення лез оборотних лоп; Перевірити правильність установки робочих органів; З'єднати трактор з культиватором; Установити за допомогою механізму регулювання задану глибину обробітку. 	
Спосіб руху	Спосіб руху – загінний, човниковий з петльовими поворотами	Схема агрегата
Підготовка поля	<p>Перед початком обробітку поле оглянути, виявлені перешкоди усунути.</p> <p>Відмітити ширину поворотних смуг $E = 20$ м, довжину робочого ходу $L_p = 660$ м.</p>	 <p style="text-align: center;">Схема підготовки поля до роботи</p>
Робота МТА на ділянці Показники організації процесу	<ol style="list-style-type: none"> Роботи виконувати на II-ї передачі. З урахуванням продуксування робоча швидкість повинна становити $V_p = 8,6$ км/год. Тривалість одного циклу – 12,12 хв. Технічна продуктивність за цикл – 0,57 га/цикл. Кількість циклів за зміну – 39 ц/зм. Змінна продуктивність агрегату – 19,9 га/зм. Витрати палива на 1 га – 11,4 кг/га. Витрати палива за зміну – 227,6 кг/зм. 	 <p style="text-align: center;">Схема руху одного циклу</p> <p><i>E</i> – поворотна смуга; <i>L_p</i> – робоча довжина гонів; <i>R</i> – мінімальний радіус повороту</p>
Контроль за якістю виконання технологічного процесу	<p>Виконати 15 замірів глибини обробітку по діагоналі загінки. Відхилення середнього значення отриманої глибини не повинно перевищувати 1,5 см від заданого. По діагоналі поля взяти 15 проб ґрунту на певну глибину обробітку і перевірити ситовим аналізом співвідношення вмісту грудок розміром 50 мм, їх повинні бути не менше 75%. Середнє значення висоти гребенів і глибини впадин не повинне перевищувати 6–8 см. Ступінь підрізання бур'янів перевірити накладанням квадратної рамки розміром 1х1 м в п'ятикратній повторності. Наявність озріхів і суцільність обробітку визначається візуально.</p>	

Лист № 1 з 1
Лист № 2 з 2
Лист № 3 з 3
Лист № 4 з 4
Лист № 5 з 5
Лист № 6 з 6
Лист № 7 з 7
Лист № 8 з 8
Лист № 9 з 9
Лист № 10 з 10

МВС 00. 000. 02 Т4			
Мова	№ докум.	Год	Дата
Українська	000001/01	2014	10.01.14
Операційна технологічна карта на основний чизельний обробіток ґрунту			
Лист		Листів	
-		-	
Лист		Листів	
-		-	
Масштаб		Масштаб	
-		-	
ЦНТУ		ЦНТУ	
гр АІ-21		гр АІ-21	
Калькуляція			
Формат А1			

