

Центральноукраїнський національний технічний університет

Агротехнічний факультет

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”

Зав. кафедрою СГМ

к.т.н., професор

_____Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

“ ____ ” _____ 2025 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти
на тему:**

«Механізація вирощування картоплі з вдосконаленням конструкції
культиватора КСТ-3,8»

Виконав здобувач вищої освіти IV курсу,
групи АІ-22мб-1

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

_____ Брижицький Олексій Дмитрович

« ____ » _____ 2025 р.

Керівник роботи

доцент, канд. техн. наук

_____ Сергій ЛЕЩЕНКО

« ____ » _____ 2025 р.

Рецензент

доцент, канд. техн. наук

_____ Олег БЕВЗ

« ____ » _____ 2025 р.

м. Кропивницький

ЗМІСТ

1. Вступ.....	5
2. Аналіз технології вирощування картоплі в господарстві та пропозиції по її вдосконаленню.....	7
3. Обґрунтування технології основного безполицевого обробітку	18
4. Інженерна частина.....	32
5. Охорона праці.....	54
6. Висновок	56
Список використаної літератури	57
Додатки.....	59

					МКУК 00.000 ПЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. ВСТУП

Україна як один із провідних європейських виробників продукції рослинництва, в промислових масштабах культивує широкий спектр зернових, олійних, трав'яних, технічних культур, коренеплодів тощо. Галузь рослинництва, незважаючи на війну і економічні проблеми, продовжує функціонувати і розвиватися, існує стійка тенденція до нарощування обсягу виробництва сільськогосподарської продукції, відновлення сівозмін, оновлення машинно-тракторного парку та впровадження інтенсивних ресурсозберігаючих технологій вирощування польових культур.

Більшість фермерських господарств адаптувалися до дійсних умов роботи, налагодили нові ринки збуту готової продукції та нові ланцюги поставок техніки, запасних частин, пального, насіння, засобів агрохімії та інших технологічних та допоміжних матеріалів. Зважаючи на попит і пропозицію продукції рослинництва останнім часом встановився стабільний попит і висока закупівельна ціна на картоплю. В попередні роки ця культура часто імпортувалася із сусідніх країн, що в умовах війни є недоречним, а тому питання забезпечення потреб в картоплі як серед звичайного населення так і промислових споживачів цієї культури наразі стало актуальним.

Певна кількість фермерських господарств почали активно впроваджувати технологію вирощування картоплі в свої сівозміни, що почало робити і базове господарство. Слід відмітити, що для досягнення стабільних врожаїв картоплі при її промисловому вирощуванні важливу роль відіграє як посівний матеріал, його підготовка так і засоби агрохімії та технічне забезпечення технології вирощування цієї культури. Поряд з цим картопля, як коренеплод є культурою, що висуває жорсткі вимоги до стану підготовки ґрунту до її вирощування та якості проведення усіх операцій обробітку ґрунту.

					<i>МКУК 00.000 ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Брижицький</i>			<i>Пояснювальна записка</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Леценко</i>					5	
<i>Реценз.</i>						<i>ЦНТУ, гр. АІ-22мб-1</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Мачок</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Васильковський</i>						

При вирощуванні картоплі на полях господарств широко використовуються важкі культиватори для основного обробітку як вітчизняних так і закордонних виробників. Однак, набір робочих органів, кінематичні режими роботи, ряд налаштувань та особливостей використання таких агрегатів достатньо часто залишаються необґрунтованими і потребують рекомендацій та дієвих розрахунків. Причому вміння фермера підібрати ґрунтообробний агрегат і адаптувати його до конкретної технологічної операції, зокрема безполицевого основного обробітку, дозволить підвищити продуктивність і створить сприятливі умови для росту і розвитку кореневої системи цієї культури.

Отже, метою даної кваліфікаційної роботи є вдосконалення технології вирощування картоплі в господарських умовах із розрахунком і обґрунтуванням параметрів культиватора КСТ-3,8.

					МКУК 00.000 ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Картопля є незамінним джерелом клітковини, вміст якої становить близько 1%, а також пектинових речовин у кількості приблизно 0,7%. Пектини позитивно впливають на роботу травної системи, сприяють виведенню токсинів з організму та покращують загальний обмін речовин. До складу картоплі входить близько 0,5% цукру, зокрема до 0,3% чистої фруктози та сахарози – до 0,2%. Також у бульбах картоплі є в наявності органічні кислоти, серед яких лимонна, яблучна та щавлева. Крім перелічених речовин, залежно від сорту, картопля містить дуже широкий перелік вітамінів, зокрема С, В, В2, В5, В6, В9, Е, D, Р, І, К, що робить її важливим елементом здорового харчування.

Картопля загалом є висококалорійним продуктом, оскільки в 100 грамах вирощеного врожаю коренеплоду міститься близько 70–82 кілокалорії. Цей рівень калорійності перевищує показники багатьох інших овочів, таких як морква, капуста чи помідори. Завдяки своїм поживним властивостям картопля є однією з найпоширеніших харчових культур рослинного походження. Це підтверджується її широким використанням у кулінарії, адже з картоплі готують безліч різноманітних страв. У середньому кожен європеець споживає від 100 до 140 кг картоплі на рік у різних її видах. Попри значні обсяги виробництва, лише не більше 50% картоплі використовується безпосередньо в їжу або для переробки на харчові продукти.

Якщо оцінювати картоплю як сировину для кормовиробництва, то ця культура є цінним кормом, насамперед для таких сільськогосподарських тварин як свині. У 100 кг свіжої картоплі вміщується до 29,5 кормових одиниць. Важливою перевагою картоплі є те, що її можна використовувати у раціоні для худоби як у сирому вигляді, так і після термічної обробки, зокрема пропарювання чи варіння.

Однак слід відмітити, що зелена маса картоплі є повністю непридатною для кормових потреб, оскільки багаторазова обробка посівів агрохімічними засобами робить її токсичною і забороненою до споживання тваринами.

					МКУК 00.000 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Картопля також як готовий продукт широко використовується як сировина для промислового виробництва. З цієї культури виготовляють крохмаль, каучук, глюкозу, спирт, вуглекислоту, мезгу та інші промислові і непромислові продукти.

З агротехнічної точки зору, вирощування у сівозміні картоплі, як просапної технічної культури, сприяє підвищенню природної родючості ґрунту за рахунок того, що під час технологічного процесу відбувається системне внесення значної кількості добрив на різних етапах росту, що відбувається на різних етапах, навіть під час міжрядного обробітку картоплі. Крім цього, ряд агротехнічних заходів, які реалізуються під час вирощування картоплі, забезпечують ефективний контроль за рівнем забур'яненості полів, в тому числі і при вирощуванні наступних культур сівозміні. Картопля є бажаним і цінним попередником у сівозміні для всіх зернових і зернобобових культур, кукурудзи та багатьох інших польових культур. В базовому фермерському господарстві вирощування картоплі дозволяє фактично замінити парові поля, що робить її ідеальним попередником для вирощування озимих зернових культур.

В нашій державі основні промислові площі під вирощування картоплі зосереджені на Поліссі, де виробляється до 60% від загального збору цієї культури. Однак останніми роками має місце розширення площ картопляних угідь у Лісостеповій зоні, де нині вирощується близько 30% від загального обсягу цієї продукції, що пов'язано із попитом на картоплю та необхідністю заміни імпорту картоплі на ринку сільськогосподарської продукції. Поряд із цим, варто зазначити, що середня врожайність картоплі в господарських умовах залишається низькою, порівняно із приватними садибами і дуже рідко цей показник є вищим за 125...130 ц/га, в той час, коли присадибні ділянки часто дозволяють збирати картоплю із врожайністю до 300 ц/га. За існуючою статистикою, в Україні кожен громадянин в середньому споживає близько 120 кг картоплі протягом року.

					МКУК 00.000 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Загальний вигляд картоплі як рослини, найменування її основних елементів та характерні біологічні особливості рослини наведені на рис. 1. Картопля належить до сільськогосподарських рослин помірного клімату та висуває певні специфічні вимоги під час вирощування до температурного режиму, вологості та стану ґрунту. Підтверджено, що якщо картопля вирощується при температурі, яка є нижче $+7^{\circ}\text{C}$ або вище $+30^{\circ}\text{C}$ її вегетація повністю припиняється а якщо така температура триває достатньо довго, рослина може загинути. До цього швидко викликає пригнічення та прив'ядання рослин картоплі надмірна спека, що теж чинить негативний вплив на розвиток рослини і майбутній врожай. Якщо температура ґрунту сягає $+30^{\circ}\text{C}$, процес формування бульб зупиняється, а на кореневій системі можуть з'являтися дрібні, неповноцінні бульбочки, які не розвиваються у повноцінні картоплини.

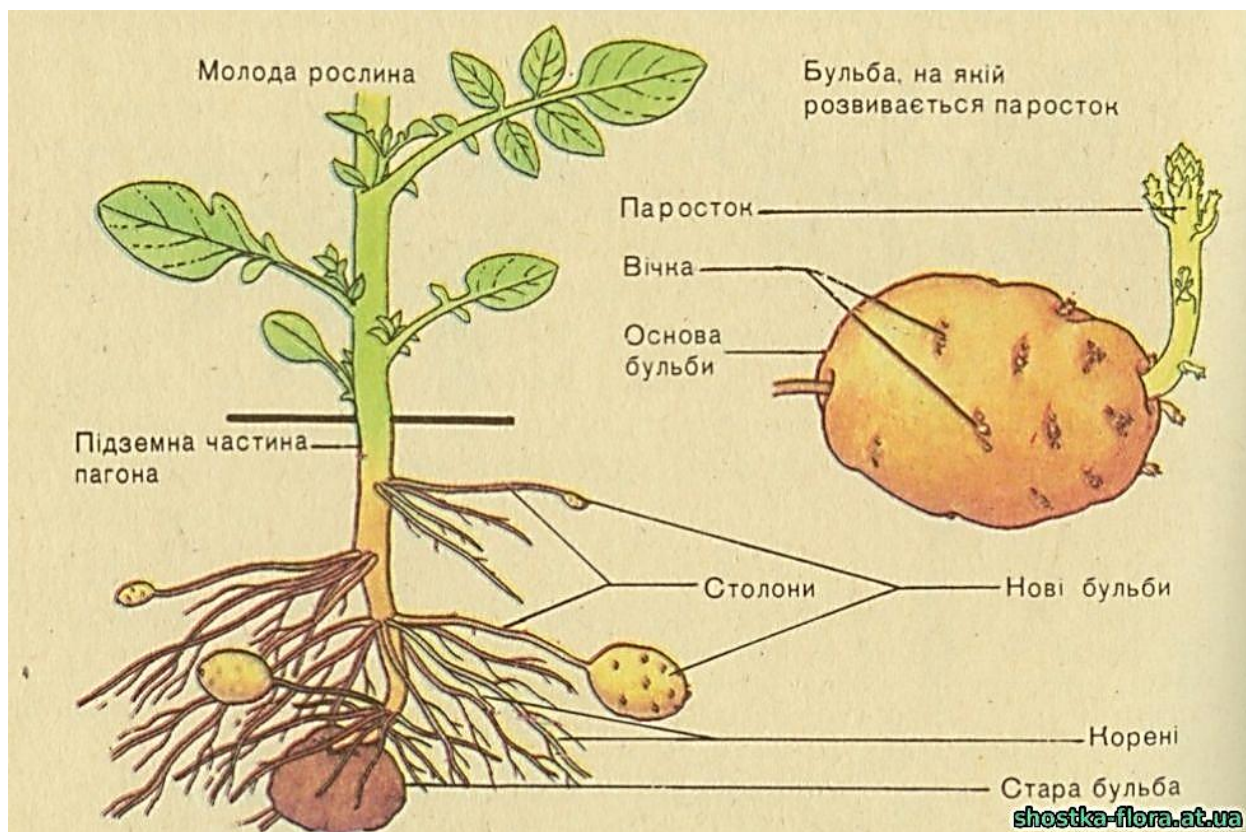


Рис. 1. Характерні ознаки та біологічні особливості рослини картопля

Під час вирощування картоплі на полях господарств на етапі сходження рослин оптимальною вважається температура, що є не нижчою за

									Арк.
									10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МКУК 00.000 ПЗ				

значної підземної маси за відносно слабкої кореневої системи рослин [3]. Найвищі врожаї цієї культури можна отримати за умови, коли вологість ґрунту знаходиться на рівні 75...85%. На початковому етапі розвитку рослин картоплі потреба у воді є мінімальною, оскільки джерелом вологи на цьому служить безпосередньо посадкова бульба. На подальших стадіях росту резервну функцію щодо наявності вологи можуть виконувати молоді картоплини, проте це впливає як на їхній розмір, так і на загальну врожайність культури.

Найбільше води картопля вимагає на етапі бутонізації рослини, тому в разі дефіциту вологи слід забезпечувати полив для формування достатнього врожаю. Вважається, що за сприятливих умов вирощування мінімальна кількість опадів, необхідна для гарантованого врожаю, становить 200...300 мм. Слід наголосити, що і надлишок вологи теж негативно впливає на розвиток рослин. Так, перезволоження спричиняє передчасне припинення росту картоплин, їх розтріскування, відмирання бадилля та загнивання коренеплодів. Отже, можна констатувати, що як нестача, так і надлишок води можуть суттєво знижувати продуктивність картоплі та погіршувати загальну якість зібраного врожаю [8].

Як вже згадувалося вище, картопля є класичною рослиною короткого дня, поряд з цим, недостатнє освітлення, зокрема під час вирощування цієї культури в умовах затінку, спостерігається суттєве сповільнення інтенсивності фотосинтезу. Це викликає пожовтіння листя рослин, надмірне витягування та ламкість бадилля, а також спостерігається погіршення засвоєння мікроелементів і поживних речовин із ґрунтового розчину. Подібний ефект спостерігається й при надмірно густій посадці рослин в рядках. Після збирання врожаю картоплини не повинні залишатися на прямих сонячних променях, насамперед якщо вони призначені для харчових цілей. Тривале зберігання картоплі на сонці спричиняє позеленіння бульб, що робить їх токсичними та непридатними для споживання [7].

					МКУК 00.000 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

трактора Т-150К та класичного полицевого плуга ПЛН-5-35. Зважаючи на необхідність створення сприятливих умов для розвитку кореневої системи під час вирощування картоплі глибина обробітку ґрунту при оранці має становити не менше 25-27см.

Для проведення робіт із культивації зябу в господарстві використовується агрегат у складі трактора Т-150К та зчіпки і культиватора СП-11+КПГ-4, що має проводити обробіток на глибину 10...12 см.

Аналогічний агрегат на базі трактора Т-150К та культиватора СП-11+КПГ-4 використовується у базовому господарстві для проведення передпосівного обробітку ґрунту під час реалізації технології вирощування картоплі. При цьому, на даному етапі проведення робіт слід забезпечити максимальне вирівнювання поверхні поля та рівномірну глибину розпушування, яка дорівнює глибині посадки картоплин.

Передпосівний обробіток ґрунту з культивацією має переваги перед іншими видами передпосівного обробітку, тому що забезпечує рівномірність верхнього посівного шару на задану глибину, виконуємо цю операцію з трактором.

Операції внесення добрив

З метою створення сприятливих умов для гарантованого отримання врожаю картоплі в господарстві практикують системне внесення органічних добрив, що проводять агрегатом у складі трактора МТЗ-80 і навісного розкидача добрив РОУ-5.

Слід наголосити, що для забезпечення заданих показників рівномірності внесення органіки потрібно провести якісну підготовку як самих добрив так і ефективно підготувати розкидач та саме поле до виконання операцій. Важливим підготовчим етапом робіт є вибір і налаштування робочих органів розкидачів, вибір і забезпечення необхідних кінематичних режимів роботи агрегату та забезпечення заданої відстані між суміжними проходами агрегату під час виконання операцій на полі.

					МКУК 00.000 ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Операції посадки картоплі

Для проведення посадки картоплі в базовому господарстві використовується картоплесаджалка КСМ-4 в агрегаті із енергетичним засобом МТЗ-80. Під час виконання посадочних робіт на полі забезпечується відстань між сусідніми картоплинами в рядку на рівні 22...35 см із глибиною проведення садіння до 21 см. швидкість проведення операцій не повинна перевищувати 6,5...7,5 км/год.

Операції догляду за посівами

Специфікою вирощування картоплі є те, що під час реалізації технологічного процесу її вирощування слід реалізувати цілий комплекс робіт по догляду за посівами цієї культури. Основний комплекс операцій догляду за посівами передбачає такі роботи:

- проведення розпушування міжрядь до появи сходів картоплі;
- проведення розпушування міжрядь після сходження картоплі;
- проведення операції підживлення рослин картоплі разом із розпушенням міжрядь;
- проведення обробітку рослин засобами захисту рослин (отрутохімікатами);
- проведення підгортання рослин картоплі ґрунтом;
- проведення скошування бадилля картоплі.

Для проведення досходового розпушування поверхні поля використовують боронувальний агрегат у складі енергозасобу Т-70С та зчіпки із боронами С-18+БЗТС-1,0 або ж культиватор КОР-4,2 в агрегаті із трактором МТЗ-80.

З ціллю підживлення рослин картоплі під час обробки міжрядь у господарстві використовується агрегат у складі трактора МТЗ-80 та культиватора рослинопідживлювача овочевого КОР-4,2. Під час зазначених

					<i>МКУК 00.000 ПЗ</i>	Арк.
						15
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

робіт підживлення проводять азотними добривами, із нормами внесення 30...120 кг. Активної речовини на гектар площі посівів картоплі.

Для обробітку рослин картоплі отрутохімікатами використовують в господарстві оприскувач ПОМ-630 в агрегаті із трактором МТЗ-80.

З метою інтенсивного розвитку кореневої системи картоплі та формування в товщі ґрунту бульб через 5...7 діб біля посадки картоплі в господарстві проводять формування об'ємних гребенів на поверхні поля, для чого теж використовують агрегат МТЗ-80 + культиватор рослинорозпушувач овочевий КОР-4,2.

Завершальним етапом догляду за посівами картоплі є скошування бадилля рослин, що проводиться з метою покращення умов роботи картоплезбирального обладнання. Для скошування бадилля картоплі у господарстві використовують косарку-подрібнювач КІР-1,5Бв агрегаті із енергетичним засобом Т-70С.

Операції збирання врожаю картоплі

В базовому фермерському господарстві додаткових робіт перед збиранням картоплі не проводять. Хоч це має і негативні наслідки, оскільки хоча б проведення розпушування міжрядь перед роботою картоплезбирального агрегату могло б вплинути в кращу сторону на якість виконаних робіт.

Загалом в господарстві практикують роздільне збирання картоплі, коли на першому етапі проводять викопування картоплин картоплекопачем-валкоутворювачем УКВ-2, що забезпечує крім викопування картоплин із товщі ґрунту їх укладання у валок. Зазначена операція проводиться відразу для двох рядків рослин. Після природнього просушування викопаних копачем бульб практикують збирання картоплі вручну із подальшим транспортування зібраного врожаю до сортувальних пунктів. Сортування картоплі проводять на відкритій місцевості токів господарства теж в ручному режимі.

					МКУК 00.000 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3. Операції основного обробітку ґрунту під час вирощування в господарстві картоплі

На етапі проведення операцій основного обробітку ґрунту необхідно забезпечити його розпушення на максимальну глибину, а також провести рівномірне загортання рослинних решток і добрив в товщу ґрунту. Поверхня поля після основного обробітку повинна мати розпушений шар ґрунту із середньогрудкуватою структурою, що сприяє рівномірному розподілу вологи та мінімізує її випаровування як із поверхні, так і з глибших шарів. Така структура створює сприятливі умови для аерації ґрунту. Водночас на полі не повинно залишатися гребенів, оскільки їхня наявність призводить до інтенсивного посиленого випаровування вологи.

Головною метою безполицевого обробітку ґрунту є створення оптимальних умов для росту культур, щоб мікробіологічні процеси, живильний режим, а також пористість і вологість ґрунту перебували у збалансованому співвідношенні, забезпечуючи найкращі умови для росту і розвитку культурних рослин.

Для реалізації в полі технології безполицевого обробітку в базовому господарстві використовується культиватор КСТ-3,8, що є в наявності у цьому господарстві. Технологічний процес роботи запропонованого агрегату відбувається наступним чином. Під час руху по полю, на якому відбувається підготовка до вирощування картоплі, стрілочасті лапи здійснюють розпушування ґрунту на глибину до 22 см. Дисковий заорювач, розташований позаду лап, проводить загортання органічних добрив та рослинних залишок на глибину, що є дещо меншою за глибину роботи лап. Це забезпечує якісне розпушування ґрунту та запобігає утворенню ущільненої плужної підшви. Для вирівнювання поверхні поля після проходження дискових заорювачів передбачено встановлення вирівнювачів поверхні ґрунту.

					МКУК 00.000 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОСНОВНОГО БЕЗПОЛИЦЕВОГО ОБРОБІТКУ

Агротехнічні вимоги, що висуваються для агрегатів для безполицевого обробітку ґрунту

В Україні технології захисту ґрунтів сільськогосподарського призначення від ерозій, спричинених вітром та водою, ґрунтуються на створенні дрібно грудкуватої структури верхнього шару ґрунту та збереженні поживних залишків і стерні на поверхні поля. Саме такі підходи до боротьби із ерозією ґрунту зумовлюють необхідність заміни класичної поверхневої оранки ґрунтозахисними операціями безполицевого обробітку ґрунту.

Конструкція знарядь і агрегатів для основного безполицевого обробітку ґрунту повинна розроблятися із врахуванням таких агротехнічних вимог:

- необхідність забезпечення рівномірної глибини обробітку, зокрема допустиме середнє відхилення від заданої глибини має бути не більше ± 2 см);
- стабільність руху робочих органів ґрунтообробного агрегату під час роботи;
- збереження грудкуватої структури верхнього шару ґрунту для створення сприятливих умов щодо проникнення повітря та вологи без фізичного збільшення кількості ерозійно нестійких (надто дрібних) часток ґрунту в оброблюваному шарі;
- ефективне загортання рослинних решток та добрив під час обробітку;
- висота гребенів на поверхні поля після обробітку не повинна бути більшою за 7 см;
- допустиме відхилення фактичної ширини захвату ґрунтообробного агрегату від конструктивної – повинна знаходитися в діапазоні $\pm 10\%$.

Технологічний розрахунок агрегату для безполицевого обробітку ґрунту

					МКУК 00.000 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Культиватор КСТ-3,8, є класичним агрегатом, що призначений для основного обробітку ґрунту. За своєю компоновкою цей агрегат є начіпним. Його переведення в робоче та транспортне положення здійснюється за допомогою гідравлічної системи енергетичного засобу. Враховуючи це, та використовуючи класичний підхід до підбору трактора для роботи з цим культиватором враховують тягове зусилля ґрунтообробного агрегату.

Відповідно до чинних нормативів агротехнічних швидкостей для безполицевого обробітку ґрунту, рух культиватора в полі має знаходитися в межах 6...10 км/год. Середнє значення цього діапазону відповідає III передачі трактора Т-150К, що забезпечує швидкість руху 7,24 км/год. Базовий агрегат, що за існуючою технологією використовувався у господарстві, який складається з трактора Т-150К та плуга ПЛН-5-35, виконує класичну полицеву оранку зі швидкістю 7,9 км/год.

Знайдемо тягове зусилля енергетичного засобу, що проводить обробіток ґрунту на обраній робочій передачі враховуючи конкретні умови роботи. Для визначення розрахункового значення тягового зусилля енергозасобу враховуючи нахил поля використаємо відому залежність:

$$P_{\text{зак}} = P_{\text{н.зак}} - G_{\text{тр}} \cdot i,$$

де $P_{\text{н.зак}}$ – номінальне тягове зусилля трактора, що розвивається на конкретній робочій передачі, враховуючи, що трактор Т-150К працює на III передачі, маємо $P_{\text{н.зак}} = 14$ кН;

$G_{\text{тр}}$ – вага енергетичного засобу, для Т-150К, $G_{\text{тр}} = 33,4$ кН;

i – максимальний кут нахилу поля (кут підйому), для розрахунків приймемо $i = 0,03$.

Після підстановки наведених вище величин розрахуємо тягове зусилля трактора Т-150К, яке він розвиває на III робочій передачі. Маємо:

$$P_{\text{зак}}^{\text{III}} = 14,0 - 33,4 \cdot 0,03 = 13,0 \text{ кН.}$$

					МКУК 00.000 ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Використовуючи відому залежність розрахуємо ширину захвату агрегату за умови його роботи на обраній робочій передачі трактора. Цей розрахунок проведемо за наступною формулою:

$$B_{\max} = \frac{P_{\text{зак}}^{\text{III}}}{K_o + R_i},$$

де K_o – значення питомого опору ґрунту, $K_o = 6$ кН/м;

R_i – значення додаткового опору, що виникає під час роботи ґрунтообробного агрегату на підйом, кН/м.

Щоб розрахувати числове значення додаткового опору R_i теж скористаємося відомою формулою:

$$R_i = \frac{G_m}{B_k} \cdot i,$$

де G_m – вага агрегату для проведення безполицевого обробітку ґрунту (культиватора), $G_m = 6,3$ кН;

i – максимальний кут підйому агрегату на полі, $i = 0,03$;

B_k – ширина захвату агрегату для безполицевого обробітку ґрунту (конструктивна), для культиватора КСТ-3,8 – $B_k = 3,8$ м.

Підставивши цифрові значення отримаємо:

$$R_i = \frac{6,3}{3,8} \cdot 0,03 = 0,05 \text{ кН/м.}$$

Враховуючи знайдений додатковий опір агрегату можемо визначити числове значення максимально допустимої ширини ґрунтообробного агрегату виходячи із його опорів. Так, для культиватора КСТ-3,8, що працює в агрегаті із трактором Т-150К на III робочій передачі максимально можлива ширина становить:

$$B_{\max}^{\text{III}} = \frac{13}{6 + 0,05} = 3,6 \quad B_{\max}^{\text{III}} = \frac{13}{6 + 0,05} = 3,6 \text{ м.}$$

					МКУК 00.000 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Проведемо розрахунок робочого опору ґрунтообробного агрегату для безполицевого обробітку ґрунту (культиватора) наступним чином:

$$R_k = (K_o + R_i) \cdot B_k = (6 + 0,12) \cdot 3,6 = 9,84 \text{ кН.}$$

Визначимо коефіцієнт використання тягового зусилля енергетичного засобу на етапі проведення основного безполицевого обробітку ґрунту. Для цього скористаємося відомою залежністю:

$$\eta_{мз} = \frac{R_k}{P_{зак}} = \frac{9,84}{13} = 0,76.$$

Враховуючи знайдені значення можемо розрахувати змінну продуктивність ґрунтообробного агрегату, маємо:

$$W_{зм} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot T_p,$$

де B_p – робоча ширина захвату ґрунтообробного агрегату для безполицевого обробітку ґрунту, м;

V_p – робоча швидкість культиватора для безполицевого обробітку, км/год.

$$B_p = B_k \cdot \beta \cdot n,$$

де B_k – ширина захвату агрегату для безполицевого обробітку ґрунту (конструктивна), м;

β – коефіцієнт, що вказує на ефективність ширини захвату агрегату;

n – кількість машин, що працюють в межах одного агрегату, в даному випадку $n = 1$ як для базової так і модернізованої технології.

Проведемо відповідні розрахунки щодо робочої ширини захвату агрегату при роботі за базовою (полицева оранка) та модернізованою (безполицевий обробіток) технологіями. Маємо:

$$B_p^{\delta} = 1,75 \cdot 1,05 = 1,84 \text{ м.};$$

$$B_p^m = 3,8 \cdot 1,05 = 3,99 \text{ м.}$$

Для розрахунку тривалості робочого часу зміни скористаємося відомою залежністю:

					МКУК 00.000 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_p = T_{зм} \cdot \tau,$$

де $T_{зм}$ – тривалість зміни роботи в господарстві, під час проведення операцій основного обробітку ґрунту тривалість зміни складає $T_{зм} = 7$ год;

τ – коефіцієнт, що враховує ефективність використання змінного часу, для базового господарства на етапі проведення польових робіт $\tau = 0,81$.

Після підстановки наведених величин, і розрахунку маємо тривалість робочого часу зміни в господарстві:

$$T_p = 7 \cdot 0,81 = 5,67 \text{ год.}$$

Враховуючи це можемо розрахувати змінну продуктивність для базового і модернізованого агрегату на етапі проведення операцій основного обробітку ґрунту. Отримаємо:

$$W_{зм}^{\bar{}} = 0,1 \cdot 1,84 \cdot 7,9 \cdot 5,67 = 8,2 \text{ га/зм;}$$

$$W_{зм}^M = 0,1 \cdot 3,99 \cdot 7,24 \cdot 5,67 = 16,4 \text{ га/зм.}$$

Проведемо визначення витрат господарства на пальне. Для цього скористаємося залежністю:

$$Q_{за} = \frac{Q_{зм}}{W_{зм}},$$

де $Q_{зм}$ – змінні витрати пального ґрунтообробним агрегатом під час проведення операцій основного обробітку ґрунту, кг/зм;

$$Q_{зм} = Q_p \cdot T_p + Q_x \cdot t_x + Q_z \cdot t_z,$$

де Q_p , Q_x , Q_z – відповідні годинні витрати пального при проведенні агрегатом робочого ходу, холостого ходу та під час зупинок агрегату із працюючим двигуном відповідно.

Прийmemo для розрахунків за статистичними даними господарства наступні витрати пального при роботі ґрунтообробного агрегату за базовою та модернізованою технологією:

$$Q_p^{\bar{}} = 25 \text{ кг/год;}$$

$$Q_p^M = 15,4 \text{ кг/год;}$$

					МКУК 00.000 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_x^{\bar{o}} = 15,7 \text{ кг/год};$$

$$Q_x^M = 9,7 \text{ кг/год};$$

$$Q_3^{\bar{o}} = 3,3 \text{ кг/год};$$

$$Q_3^M = 1,9 \text{ кг/год}.$$

t_x, t_3 – час, що витрачається в господарстві на робочий хід та відповідно стоянки із працюючим двигуном. Прийємо для розрахунків, що $t_x = t_3$.

$$Q_{3M}^{\bar{o}} = 25 \cdot 5,67 + 15,7 \cdot 0,665 + 3,3 \cdot 0,665 = 141,75 + 10,44 + 2,19 = 154,4 \text{ кг/зм};$$

$$Q_{3M}^M = 15,4 \cdot 5,67 + 9,7 \cdot 0,665 + 1,9 \cdot 0,665 = 87,32 + 6,45 + 1,26 = 95 \text{ кг/зм}.$$

Враховуючи розраховані змінні витрати пального розрахуємо погектарні витрати палива під час проведення основного обробітку ґрунту за обома технологіями. Маємо:

$$Q_{2a}^{\bar{o}} = \frac{154,4}{8,2} = 18,8 \text{ кг/га};$$

$$Q_{2a}^M = \frac{95}{16,4} = 5,79 \text{ кг/га}.$$

Таким чином економія пального на етапі основного обробітку ґрунту у випадку заміни базової технології на модернізовану складає:

$$E_{2a} = Q_{2a}^{\bar{o}} - Q_{2a}^M = 18,8 - 5,79 = 13 \text{ кг/га}.$$

Якщо ж провести перерахунок на загальну площу посівів картоплі в господарстві, економія пального становить:

$$E = E_{2a} \cdot S_{\text{карт.}},$$

де $S_{\text{карт.}}$ – площа посадки картоплі в базовому господарстві, $S_{\text{карт.}} = 60$ га.

Після підстановки даних маємо:

$$E = 13 \cdot 60 = 780 \text{ кг}.$$

Таким чином, результати розрахунків свідчать про те, що агрегат для безполицевого обробітку ґрунту, який складається із енергозасобу Т-150К і важкого стерньового культиватора КСТ-3,8, споживатиме значно менше пального порівняно з базовим орним агрегатом. До того ж, після обробітку ґрунту культиватором відпадає необхідність у додаткових заходах з

					МКУК 00.000 ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

підготовки поля до сівби та внесення добрив. Це сприятиме підвищенню ефективності вирощування картоплі в господарських умовах та забезпечить досягнення позитивного економічного ефекту.

Операції по підготовці агрегату для безпліцевого обробітку ґрунту до роботи

Операції з підготовки до роботи важкого стерньового культиватора КСТ-3,8 необхідно виконувати на спеціальному регульовальному майданчику. Перед початком роботи проводять перевірку комплектності культиватора, правильності його складання, розташування на рамі робочих органів, їх надійність кріплення і технічний стан. Деталі, які обертаються змащують, а також контролюють якість затягування кріпильних елементів.

Для приєднання культиватора до енергетичного засобу застосовується автоматична навіска. Налаштування культиваторних лап та інших робочих органів здійснюють залежно від необхідної глибини обробітку ґрунту. Цей процес передбачає проведення наступних етапів:

- розміщення скомплектованого агрегату на рівному майданчику з твердим покриттям (віддають перевагу заасфальтованому чи забетонованому покриттю);
- переведення культиватора з кабіни трактора у транспортне положення;
- підкладання механізатором під опорні колеса культиватора та рушії трактора дерев'яних брусків, товщина яких на 1...2 см менша за глибину обробітку ґрунту;
- опускання культиватора в робоче положення;
- регулювання положення робочих органів (лап) відносно опорних коліс за допомогою спеціального механізму, який встановлений на стояках лап (максимальна глибина оранки – 24 см);
- усунення можливого поперечного перекосу рами культиватора відносно поверхні майданчика шляхом налаштування гвинтових тяг розкосів навіски енергетичного засобу;

					МКУК 00.000 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- вирівнювання повздовжнього перекосу культиватора за рахунок зміни довжини центральної тяги навіски енергозасобу.

Операції підготовки поля до роботи

Поле, на якому заплановано вирощувати картоплю та проводити операції основного безполицевого обробітку, оглядають не пізніше ніж за 5 днів до початку робіт, оцінюють його стан, щоб забезпечити своєчасний початок старту ґрунтообробних операцій.

Під час огляду поля оцінюють його стан, рівень засміченості рослинними рештками, рельєф місцевості та стан під'їзних шляхів. Виявлені перешкоди на полі по можливості максимально усувають або ж позначають спеціальними відмітками (вішками).

Для основного безполицевого обробітку ґрунту під посіви картоплі використовують ґрунтообробний агрегат КСТ-3,8. Найбільш доцільним способом руху даного культиватора на полі господарства є гоновий човниковий з петльовими поворотами вкінці загінок (рис. 3).

Далі проводять визначення почерговості обробітку загінок в полі та складають ретельний план-маршрут роботи ґрунтообробного агрегату.

Для визначення орієнтовного розмір поворотної смуги скористаємося відомою формулою:

$$E = 3 \cdot R_{\min} + L_a,$$

де R_{\min} – мінімальний радіус повороту ґрунтообробного агрегату, м;

L_a – кінематична довжина скомплектованого ґрунтообробного агрегату, м.

Щоб розрахувати мінімальний радіус повороту ґрунтообробного агрегату слід використати залежність:

$$R_{\min} = 1,7 \cdot B_a = 1,7 \cdot 3,8 = 6,46 \text{ м},$$

де B_a – конструктивна ширина захвату ґрунтообробного агрегату, $B_a = 3,8$ м.

З метою визначення кінематичної довжини ґрунтообробного агрегату теж скористаємося стандартною формулою:

					МКУК 00.000 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$E = K \cdot B_a,$$

де K – кратність проходу ґрунтообробного агрегату по полю під час обробітку розворотної смуги, од.

Враховуючи наведену вище залежність маємо:

$$K = \frac{E}{B_a} = \frac{22,72}{3,8} = 5,98$$

Приймаємо кратність проходу $K = 6$.

Проведемо уточнення дійсного значення ширини розворотної смуги враховуючи ширину захвату ґрунтообробного агрегату. Отримаємо:

$$E = 6 \cdot 3,8 = 22,8 \text{ м.}$$

Раціональне значення ширини заїмки на полі приймають кратною ширині захвату ґрунтообробного агрегату. Для визначення ширини заїмки використаємо відому формулу:

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

де $W_{зм}$ – змінна продуктивність ґрунтообробного агрегату на етапі проведення основного безполицевого обробітку ґрунту, $W_{зм} = 16,4$ га/зм;

L – фактична довжина заїмки на полі, прийmemo для розрахунків $L = 1000$ м;

(2...3) – тривалість виконання технологічної операції в змінах по відношенню до однієї заїмки.

Враховуючи проведені розрахунки раціональне значення ширини заїмки в полі на етапі виконання основного обробітку ґрунту під вирощування картоплі складає:

$$C = \frac{10^4 \cdot 2 \cdot 16,4}{1000} = \frac{328000}{1000} = 328 \text{ м.}$$

Розраховану ширину заїмки агрегат для безполицевого обробітку ґрунту обробить із наступною кратністю проходів по полю:

					МКУК 00.000 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$L_p = 1000 - 2 \cdot 22,8 = 954,4 \text{ м.}$$

I, відповідно довжина холостого ходу складає:

$$L_x = 6 \cdot 6,46 + 2 \cdot 1,67 = 38,76 + 3,34 = 42,1 \text{ м.}$$

З врахуванням проведених розрахунків, отримаємо коефіцієнт робочих ходів:

$$K_p = \frac{954,4}{954,4 + 42,1} = \frac{954,4}{996,5} = 0,96.$$

Коефіцієнт робочих ходів наближений до 1, що підтверджує високу ефективність використання робочого часу на етапі основного безполицевого обробітку ґрунту важким культиватором КСТ-3,8.

Розробка операційно-технологічної карти на безполицевий обробіток ґрунту під вирощування картоплі в господарських умовах

Показники ефективності виробництва сільськогосподарської продукції, в тому числі і під час вирощування в господарстві картоплі, визначається оптимальним поєднанням технологічних (виробничих) процесів, раціональним використанням технічних можливостей МТА та якісною організацією проведення кожної операції в господарстві. Операційно-технологічна карта відображає повний комплекс організаційно-технічних заходів, що регламентують послідовність проведення усіх операцій. У цьому документі зазначаються умови роботи, агротехнічні вимоги, порядок підготовки агрегату та поля до технологічних процесів, проводиться вибір схеми руху, швидкісного режиму, продуктивності агрегату, визначаються витрати пального та описані заходи контролю за якістю виконаних робіт. Для складання операційно-технологічної карти проводяться розрахунки, які виконані вище, а також додаткові розрахунки, що необхідні для визначення основних показників організації технологічного процесу.

Щоб знайти тривалість одного циклу проведення робіт безполицевого обробітку ґрунту використаємо формулу:

					МКУК 00.000 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_{\text{ц}} = \frac{12 \cdot L_p}{10^2 \cdot V_p} + 2 \cdot t_n,$$

де L_p – розрахована вище робоча довжина загінки на полі, $L_p = 954,4$ м;

V_p – швидкість агрегату на етапі проведення основного обробітку (робоча швидкість агрегату), $V_p = 7,24$ км/год;

t_n – час протягом якого агрегат здійснює поворот в кінці загінки, приймаємо $t_n = 2$ хв.

Після підстановки наведених значень отримаємо:

$$T_{\text{ц}} = \frac{12 \cdot 954,4}{10^2 \cdot 7,24} + 2 \cdot 2 = \frac{11452,8}{724} + 4 = 19,82 \text{ хв} = 0,33 \text{ год.}$$

Для визначення технічної продуктивності за цикл роботи ґрунтообробного агрегату використаємо відому формулу:

$$W_{\text{ц}} = 0,1 \cdot B_a \cdot V_p \cdot T_{\text{ц}} \cdot \tau.$$

Підставивши у останню формулу величини, що розраховані вище, отримаємо технічну продуктивність агрегату за цикл:

$$W_{\text{ц}} = 0,1 \cdot 3,8 \cdot 7,24 \cdot 0,33 \cdot 0,81 = 0,735 \text{ га/цикл.}$$

Відповідно кількість циклів за зміну роботи визначимо так:

$$n_{\text{ц}} = \frac{W_{\text{зм}}}{W_{\text{ц}}} = \frac{16,4}{0,735} = 22,3 \text{ циклів/зміну}$$

Проведені розрахунки і обґрунтування заносимо до операційно-технологічної карти на основний безполицевий обробіток ґрунту, яку наведено в графічній частині роботи.

Оцінка якості основного безполицевого обробітку

Якість виконання механізованих робіт є ключовим аспектом сільськогосподарського виробництва. Кожна етап технології оцінюється за рядом показників, що визначають її відповідність чинним агротехнічним вимогам. У рекомендаціях щодо контролю якості робіт необхідно зазначити основні параметри оцінки показників та допустимі відхилення.

					<i>МКУК 00.000 ПЗ</i>	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Короткі висновки по розділу

У ході виконання технологічної частини було детально проаналізовано технологічний процес вирощування картоплі та застосовувані агротехнології в умовах фермерського господарств. Встановлено, що вирощування цієї культури вимагає якісного та глибокого обробітку ґрунту, який традиційно у подібних технологіях здійснюється в кілька етапів. Такий підхід не лише підвищує витрати пального через додаткові проходи техніки, а й сприяє ущільненню ґрунту внаслідок впливу рушіїв трактора, сільськогосподарських машин та робочих органів. Для мінімізації зазначених недоліків запропоновано замінити основний класичний полицевий обробіток ґрунту на безполицеве глибоке розпушування із одночасним внесенням мінеральних добрив за допомогою важкого культиватора КСТ-3,8. Проведені розрахунки та обґрунтування підтверджують доцільність запропонованої технології та її високу ефективність.

4. ІНЖЕНЕРНА ЧАСТИНА

4.1. Опис існуючих культиваторів для обробітку ґрунту та прототипу до вдосконалення

Культиватори забезпечують виконання поверхневого розпушування ґрунту без його обертання, а також знищення при цьому бур'янів. Окрім переліченого, вони можуть використовуватися для внесення мінеральних добрив і формування заданого рельєфу поля, зокрема для нарізання поливних борозен, спеціальних гряд та ін.

Залежно від цільового використання культиватори бувають парові (призначені для суцільного обробітку), просапні (міжрядний обробіток під час догляду за посівами) та спеціальні.

Парові культиватори застосовують в господарствах для догляду за парами та підготовки ґрунту до операцій посіву сільськогосподарських культур.

					МКУК 00.000 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

стрілчасті лапи, розпушувальні та плоскоріжучі лапи. Загальний вигляд найбільш поширених робочих органів культиваторів зображено на рис. 4.

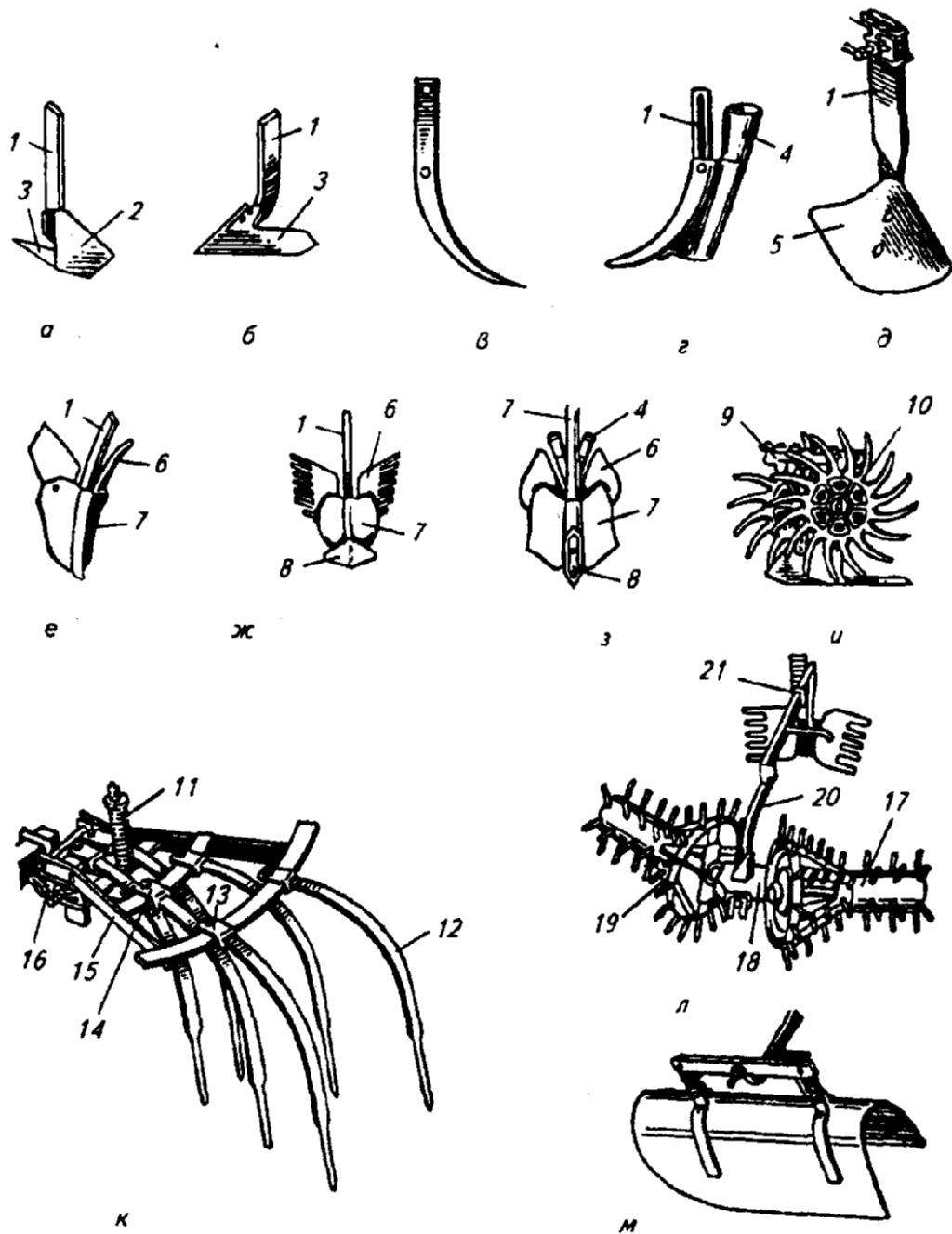


Рис. 4. Основні робочі органи культиваторів загального призначення:
 а – одностороння полольна лапа; б – універсальна стрілчаста лапа;
 в – долотоподібна розпушувальна лапа; г – підживлюючий ніж; д – культиваторна лапа із відвалом; е – окучник; ж – лапа-підгортач із відвалом-гратами; з – борозноріз-арочник; и – секція голчастих дисків; к – просапна борінка; л – ротаційна борінка типу БРУ-0,7; м – щиток захисний

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

1 – стояк; 2 – щока; 3 – лезо; 4 – воронка (розтруб); 5 – відвальчик;
6 – крило; 7 – відвал; 8 – наральник; 9 – рама секції; 10 – голчастий диск;
11 – пружина; 12 – зуб борінки; 13 – болт; 14 – скоба; 15 – рамка борінки;
16, 18 – кронштейни; 17, 19 – циліндричний і конічний барабани;
20 – поводок; 21 – натискна штанга

Односторонні плоскоріжучі лапи, відомі як «бритви» (рис. 4 а), призначені для ефективного знищення бур'янів у міжряддях культурних рослин. Плоска вертикальна щока 2 цих лап запобігає засипанню ґрунтом рядків польових культур. Односторонні полольні лапи дозволяють обробляти міжряддя із максимально вузькими захисними зонами (необробленими смугами ґрунту по обидва боки від осі рядка) шириною 6...11 см. Промисловістю випускаються праві та ліві варіанти односторонніх лап із шириною захвату в діапазоні 85...250 мм, що дозволяє використовувати односторонні полольні лапи для міжрядного обробітку різної ширини. Окрім знищення бур'янів, бритви забезпечують розпушування ґрунту на глибину до 6 см, а їхній кут нахилу до поверхні поля складає 15°.

Стрілчасті плоскоріжучі лапи ефективно підрізають бур'яни та розпушують ґрунт із глибиною обробітку 4...6 см, не виносячи під час проведення розпушування на денну поверхню поля нижніх вологих шарів ґрунту.

Стрілчасті універсальні лапи (рис. 4, б) використовуються у господарствах як для суцільного, так і для міжрядного обробітку ґрунту на глибину не більше 14 см. Вони ефективно підрізають бур'яни та подрібнюють і розпушують ґрунт, але при цьому забезпечують часткове винесення вологих шарів на поверхню поля. Основна відмінність універсальних лап від плоскоріжучих полягає у величині кута кришення ϵ : у стрілчастих лап він становить 25...30°, тоді як у плоскоріжучих не перевищує 12...18°. Виготовляються стрілчасті лапи з кутом розхилу γ , що дорівнює 60 або 70°, та мають ширину захвату від 220 до 385 мм.

										Арк.
										35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Долотоподібні розпушувальні лапи (рис. 4, в) застосовуються для звичайного розпушування ґрунту на глибину до 15 см. Вони виготовляються як цільна конструкція разом зі стійкою, а ширина захвату складає 20 мм.

Підживлюючі ножі (рис. 4, г) використовуються на культиваторах з метою розпушування міжрядь із одночасним внесення добрив у ґрунт із глибиною до 16 см. Розтруб 4 цього робочого органу виконує функцію воронки, яка звужує потік і подає добрива. Сама воронка фіксується до долотоподібної лапи в задній її частині. Для вирівнювання борозни, яка утворюється після проходу підживлюючого ножа, позаду нього встановлюють додатковий робочий орган, наприклад розпушувальну лапу.

Лапи-відвальчики (рис. 4, д) призначені для міжрядного обробітку картоплі та інших просапних культур культур. Відвали 5, які мають гострі кромки забезпечують гарне підрізають бур'янів і ефективно розпушують ґрунт на глибину, що не перевищує 6 см. Під час обробітку ґрунту цим робочим органом відбувається переміщення ґрунту в захисні зони рядків, де він присипає бур'яни. Такі робочі органи доцільно використовувати, коли рослини ще недостатньо розвинені для підгортання, а бур'яни активно ростуть у рядку.

Окучники різних конструкцій (рис. 4 е, ж) призначені для формування на поверхні поля гребенів, боротьби з бур'янами в міжряддях та їх засипанням ґрунтом в захисних зонах рядків. Конструкція окучника включає наральник 8 та двосторонній відвал 7 з розсувними крилами 6, на яких виготовлено подовжні регульовальні пазы. Завдяки регулюванню положення крил на відвалі можна змінювати напрямок переміщуваного робочим органом ґрунту, тим самим коригуючи висоту гребеня. Окучники проводять обробіток ґрунту на глибину не більше 16 см, а висота гребенів може становити до 25 см.

Борозноріз-арочник (рис. 4, з) відрізняється від окучника ти, що в нього змонтована воронка 4, яка забезпечує під час обробітку внесення добрив. Цей робочий орган призначено для нарізання борозенок, по яким проводять полив рослин. Загальна глибина таких борозен не перевищує 20 см.

					МКУК 00.000 ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Голчасті диски (рис. 4, и) призначені для знищення бур'янів в захисних зонах і руйнування поверхневої кірки ґрунту. З цією метою диски монтуються таким чином, щоб опукла частина голок занурювалася в ґрунт, а для знищення бур'янів змінюється напрям обертання. Голки цього робочого органу проникають в ґрунт на глибину до 4 см і зсувають поверхневий шар ґрунту на відстань 1...2 см. Диски цього робочого органу виготовляються діаметром 520, 450, 350 мм.

Просапні борінки (рис. 4, к) призначені для розпушування ґрунту в міжряддях культурних рослин і захисних зонах рядків. Пружинні зуби фіксуються на рамці, яка шарнірно з'єднується із гряділем секції культиватора, що забезпечує покращене копіювання рельєфу поверхні поля.

На просапних культиваторах застосовують ротаційні борінки БРУ-0,7, а також захисні щитки (рис. 4, л, м), які призначені для зменшення засипання культурних рослин, що розміщені в рядках частками ґрунту під час виконання технологічної операції.

З метою вичісування кореневої системи бур'янів у посівах парових чи просапних культур на пружинних стояках монтують оборотні лапи, які оснащені пластинами, що мають ширину 45...60 мм і загострені з обох сторін.

Лапи та інші робочі органи культиваторів встановлюються на стояках жорстко чи шарнірно.

З метою проведення в господарствах суцільного обробітку ґрунту в господарствах Центральної України використовуються культиватори, які мають жорстке кріплення стояків лап, це такі агрегати як КШУ-8; КШУ-12; КШУ-18; КПС-4; КРГ-3,6 та ін., культиватори із стояками на пружинних кріпленнях, це такі агрегати як КПЗ-9,7; КШП-8 та фрезерні культиватори, зокрема агрегат КФГ-3,6.

Враховуючи наведену інформацію, підбір як самого культиватора так і робочих органів для реалізації процесів обробітку ґрунту регламентується в господарствах розробленою технологічною картою під обробку конкретної

					МКУК 00.000 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

польової культури та має прямий зв'язок із дійсними ґрунтово-кліматичними умовами та станом поверхні поля.

Щоб забезпечити належну якість обробітку ґрунту культиваторами чи то на етапі безполицевого обробітку чи під час підготовки під посів за допомогою комбінованих агрегатів, необхідно чітко визначити та дотримуватись чинних агротехнічних вимог. Визначення строків і тривалості виконання конкретної операції визначається головним агрономом господарства, який також забезпечує підбір необхідних сільськогосподарських машин і агрегатів, орієнтуючись на агротехнічні строки, погодні умови та розміри оброблюваних полів.

Сучасними агровимогами допускається знищення не більше ніж 10...15% стерні за один прохід культиватора в полі при обробітку ґрунту на глибину не більше 16 см та близько 15...20% якщо ґрунт розпушується культиватором на глибину до 30 см. Операції обробітку ґрунту мають виконуватись у визначені агротехнічні строки та за умови, що вологість в полі є оптимальною. Допустиме відхилення дійсної глибини культивації в полі не має перевищувати 1 см для глибин до 16 см і не більше 2 см, якщо відбувається обробіток ґрунту на глибину до 30 см. Зміна глибини обробітку культиватором за шириною захвату агрегату допускається в межах 4...5 см. Згідно із чинними нормативами на стиках суміжних проходів агрегатів та між лапами культиватора допускається утворення на поверхні поля гребенів, що мають висоту до 5 см, а в зонах руху стоячі робочих органів є допустимим утворення борозен, які мають ширину до 15 см та глибину, що не перевищує 8 см. Коренева система бур'янів під час культивації має повністю підрізатися на глибині, що відповідає глибині обробітку. Не допускається формування огріхів та пропусків на стиках проходів ґрунтообробного агрегату.

Сучасні серійні культиватори досить часто не повністю відповідають приведеним вище агротехнічним вимогам. Для досягнення заданих показників якості обробітку ґрунту слід на даних ґрунтообробних агрегатах

										Арк.
										38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МКУК 00.000 ПЗ					

використовувати робочі органи, що можуть змінювати свої технологічні й геометричні параметри. Це дасть дозволить ефективно під час виконання операції керувати процесом обробітку ґрунту.

Робочі органи бажано оснащувати додатковими пристроями, які дозволяють змінювати положення окремих елементів робочого органу відносно початкового стану. Залежно від щільності, вологості та задернілості ґрунту можна буде в полі змінити форму та окремі параметри основного робочого органу з метою забезпечення заданої якості обробітку орного горизонту.

Одним із ключових показників якості обробітку ґрунту є ступінь кришення монолітів. Використовуючи на полях господарств класичні полицеві плуги та плоскорізи, вдається досягти ступеня кришення в діапазоні значень 35...70%. Однак через значну різницю у фізико-механічних властивостях ґрунтів ймовірність отримати потрібний показник кришення ґрунту на рівні 80% під час традиційної оранки є не вищим за 20,4%.

Ще одним важливим показником стану ґрунту є його щільність. Відхилення щільності від оптимальних значень, як у бік підвищеного ущільнення, так і надмірного розпушення, негативно впливають на врожайність сільськогосподарських культур вцілому.

В умовах базового господарства на операціях основного обробітку ґрунту під вирощування картоплі рекомендовано використовувати вдосконалений культиватор КСТ-3,8 (рис. 5), що обладнаний робочими органами, які можуть змінювати свої параметри залежно від стану ґрунту та забезпечувати гнучке управління якістю технологічної операції безпосередньо під час роботи агрегату в полі.

Культиватор КСТ-3,8 призначений для проведення основного (до 30 см) та передпосівного (8...16 см) обробітку ґрунту із забезпеченням збереження щонайменше 60% стерні та інших пожнивних залишків на поверхні поля. Безпривідний прикочуючий коток використовується для

						МКУК 00.000 ПЗ	Арк.
							39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Рекомендованим до використання робочим органом культиватора, який дозволить якісно провести основний безполицевий обробіток є стрілчаста лапа з можливістю регулювання її геометричних параметрів (рис. б). Робота запропонованого робочого органу базується на наступному принципі: до тримача стояка 1, який прикріплюється до поперечної балки 5 культиватора за допомогою болтів 4, встановлюється трубчаста стійка 3, що обертається на ролику 6 з підшипниками 8. Сам ролик 6 фіксується до тримача за допомогою болтів 7. Трубчастий стояк 3 з'єднується з тримачем 1 амортизаційною пружиною 2 за рахунок фіксації пальцем зі шплінтами.

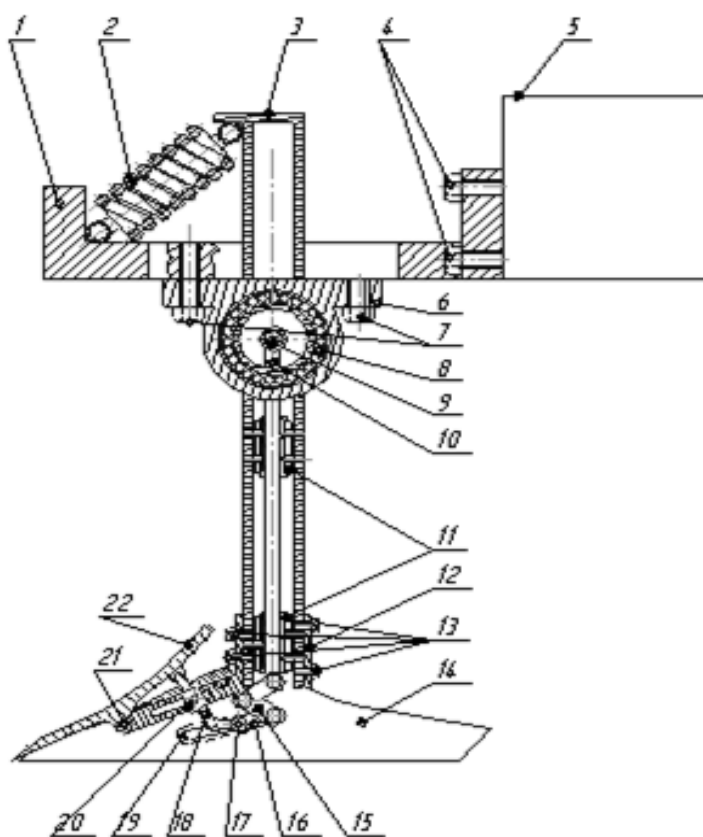


Рис. 6. Схема робочого органу культиватора для основного безполицевого обробітку ґрунту:

1 – фіксатор стояка; 2 – пружина амортизаційна; 3 – трубчастий стояк лапи;
 4, 7, 13 – болти; 5 – поперечна балка ґрунтообробного агрегату; 6 – ролик;
 8 – підшипниковий вузол; 9 – втулка поперечна; 10 – штанга вертикальна;
 11 – опорні втулки; 12 – основа лапи; 14 – лапа ґрунтообробна; 15 – диск жорсткий; 16 – штовхач горизонтальний; 17 – повзун; 18 – штовхач

						МКУК 00.000 ПЗ	Арк.
							41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

вертикальний; 19 – паз; 20 – камінь кулісний; 21 – з'єднання петльове;
22 – наральник

В нижній зоні трубчастого стояка лапи 3 за допомогою болтів 13 фіксується остов 12. До остова приєднані права та ліва частини стрілкової лапи 14, які фіксуються шарнірно в носовій частині, а в середній з'єднані через пазове кріплення. Додатково у передній носовій частині остова 12 встановлено наральник 22, який з'єднаний за допомогою петлі 21, а його положення регулюється вертикальним штовхачем 18.

Всередині стрілкових лап 14 виконані пази 19, по яких переміщується повзун 17. Саме він забезпечує зміну кута розхилу, кришення та ширини захвату стрілкової лапи.

Для зміни параметрів основного робочого органу – культиваторної лапи відбувається наступне: при опусканні штока гідроциліндра, з'єданого з поперечною втулкою 9, синхронно опускається й вертикальна штанга 10, яка жорстко зв'язана з цією втулкою. Переміщення штанги впливає на жорсткий диск 15, що приводить у рух горизонтальний штовхач 16. У результаті цього закріплений на штовхачі повзун 17 починає пересуватися по пазах 19, забезпечуючи зміну кутів розхилу, кришення і ширини захвату стрілкових лап. Кут нахилу наральника 22 щодо горизонту регулюється за допомогою кулісного каменя 20, який також з'єднаний із повзуном 17.

Технологічний процес основного безполицевого обробітку культиватором КСТ-3,8 наступний: під дією власної ваги агрегату робочі органи та прикочуючий коток заглиблюються у товщу ґрунту. Лапи культиватора, рухаючись у ґрунтового середовищі, здійснюють його розпушування і підрізання на задану глибину. Коток забезпечує вирівнювання поверхні поля, водночас ущільнюючи поверхневий шар ґрунту.

					МКУК 00.000 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.2. Інженерні розрахунки

З метою розрахунку і обґрунтування основних параметрів культиваторних лап слід провести розрахунок кута 2γ при вершині стрілкової лапи, підібрати оптимальне перекриття Δb , встановити раціональну ширину захвату b , а також вибрати інші робочі параметри цього робочого органу, враховуючи рекомендовані значення.

Базовими вихідними даними для розрахунку культиваторних лап є тип ґрунту та необхідне зміщення S бур'яну, яке забезпечує його ефективне зрізання.

Геометричні характеристики і форма стрілкової лапи визначаються її кутами розхилу 2γ та кришення β , шириною захвату цього робочого органу b , початковою шириною крила лапи b_1 , шириною в кінці крила b_2 , а також загальним контуром крила лапи (рис. 7).

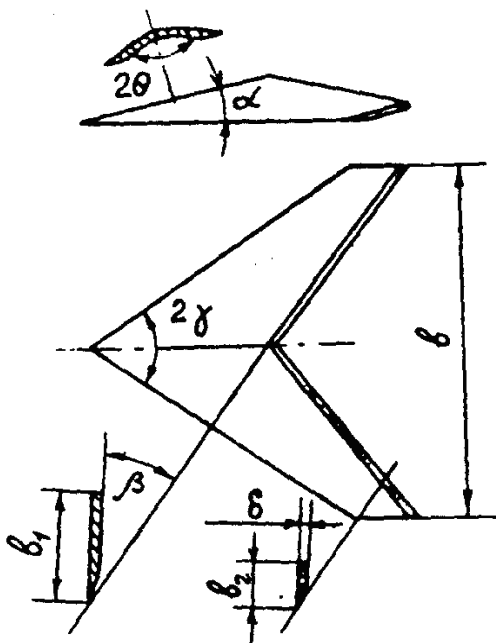


Рис. 7. Розрахункова схема стрілкової лапи культиватора

Відомо, що півкут розхилу лапи γ вибирається практично із тієї умови, щоб зрізання бур'янів лезом лапи відбувалося шляхом різання із ковзанням за умови, що коріння та стебла цих рослин будуть безперешкодно рухатися вздовж леза крила лапи. Відмітимо, що за умови, коли наведений вище процес

					МКУК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

не виконується гарантовано буде мати місце забивання крила лапи, зокрема її леза частками бур'яну. Для того, щоб бур'ян, який має контакт із лезом лапи в точці O (рис. 8) безперешкодно рухався вздовж леза лапи має повністю виконуватися наведена нижче умова:

$$\gamma \leq 90^\circ - \varphi,$$

де φ – значення кута тертя рослин (бур'яну) по лезу лапи.

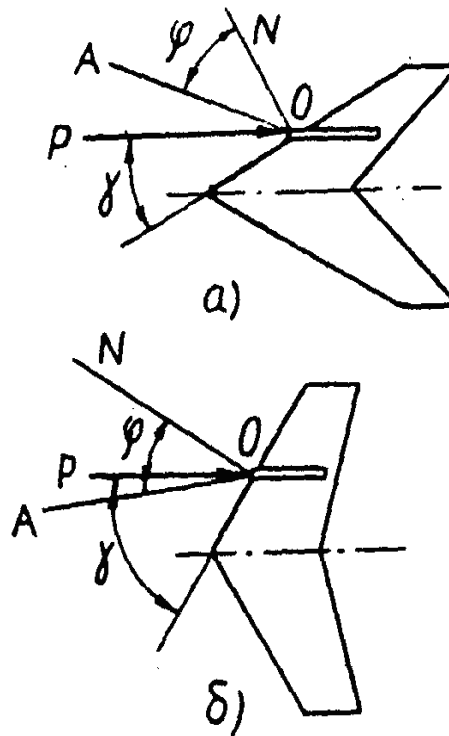


Рис. 8. Розрахункова схема до визначення кута розхилу лапи 2γ :

а – умова різання із ковзанням; б – умова різання без ковзання

Слід зазначити, що якщо приведена вище умова ковзання бур'яну по лапі не виконується, в такій ситуації опір лобовий ґрунту P , який сприйматиметься бур'яном, проходитиме в середній зоні кута тертя NOA . За цих умов, сила P не забезпечує ковзання рослин (бур'яну) по робочому лезі лапи. З врахуванням того, що кут тертя $\varphi \approx 47,7^\circ$, тоді знаючи умову ковзання бур'яну отримаємо, що кут розхилу культиваторної лапи складає $2\gamma \leq 90^\circ$. Поряд із цим, є підтвердженням фактом, що налипання ґрунту на робочу поверхню культиваторної лапи є теж тим фактором, що перешкоджає безпроблемному ковзанню рослин по лезу лапи. Виходячи із цього, у випадку

											Арк.
											44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

обробітку досить вологого ґрунту, за умов його підвищеної липкості, кут розхилу лапи γ має бути суттєво меншим ніж визначений із умови тертя.

Поряд із цим, відомо, що зменшення значення кута γ неминуче приводить до погіршення підрізання коріння і стебел бур'янів через зменшення величини S огинання та фактичного здвигу частин бур'яну. Отже, з метою повного підрізання рослин не слід бездумно зменшувати кут розхилу 2γ , а варто дотримуватися раціональних параметрів цього кута, що складає:

- для культиваторних лап, які працюють в умов підвищеної липкості ґрунту (чорнозем, суглинок, глинисті ґрунти), кут розхилу повинен складати $2\gamma \approx 55...60^\circ$;
- для культиваторних лап, які працюють на ґрунтах піщаних, кут розхилу має бути $2\gamma \approx 55 - 75^\circ$.

Для більш повного обґрунтування параметрів культиваторної лапи потрібно розрахувати S , що показує загин і зміщення рослин лапою та вибрати раціональне значення перекриття робочих органів.

Очевидно, що у випадку коли лапа контактує із бур'яном в точці O (рис. 9), лезо цього робочого органу починає тиснути на рослину і починає згинати і зміщувати вздовж лінії OO_1 . Напрямок відхилення рослини від нормалі в результаті роботи культиваторної лапи до леза зміщено на кут тертя φ . Коли до самого етапу сходження рослини із леза крила лапи бур'ян не перерізаний, то ця рослина змістилася на відстань, яка дорівнює:

$$S = \frac{\Delta\epsilon}{\cos(\gamma + \varphi)},$$

де $\Delta\epsilon$ – фактичне значення перекриття між суміжними робочими органами.

Цілком логічно, що ймовірність виживання бур'янів підвищується за умови, коли спостерігається зменшення зміщення S (рис. 9). Вище наведена формула засвідчує, що перекриття S знаходиться в прямопропорційній залежності із перекриттям $\Delta\epsilon$ та залежить від кута γ . Маючи значення бажаного перекриття розв'яжемо попередній вираз відносно отриманого

					МКУК 00.000 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зміщення бур'яну S . Якщо прийємо, що перекриття між лапами складає $\Delta b = 30$ мм, за умови, що кут $\gamma_1 = 55^\circ$ та, відповідно перекриття $\Delta b = 50$ мм при куті $\gamma_2 = 75^\circ$.

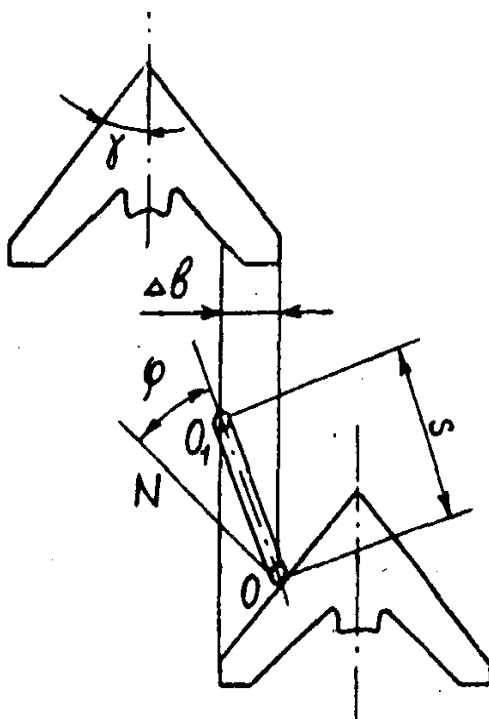


Рис. 9. Розрахункова схема щодо визначення переміщення рослини S під час роботи культиваторної лапи

Після підстановки наведених значень отримаємо наступні зміщення:

$$S_1 = \frac{30}{\cos(55 + 47,7)} = 136,36 \text{ мм};$$

$$S_2 = \frac{50}{\cos(75 + 47,7)} = 92,59 \text{ мм}.$$

Таким чином, переміщення рослин S (рис. 9) при роботі стрілкової лапи в товщі ґрунту є залежним від кута γ і знаходиться в діапазоні значень 92,26...136,36 мм.

Ширина захвату культиваторної лапи обирається враховуючи із її впливу на скупчення непереріаних бур'янів на кінцях крил лапи. Багато дослідників відзначили явище обволікання лез широкозахватних лап бур'янами, тоді як за аналогічних умов роботи у лап із меншою шириною

Враховуючи те, що кінці крил другого ряду лап культиватора рухаються у вже розпушеному першими рядами ґрунті, лобовий опір бур'янам у цих зонах може бути недостатнім. Внаслідок цього тангенціальна складова сили, яка повинна подолати не лише тертя, а й опір зрушенню шару налиплого ґрунту, може виявитися низькою. В результаті бур'яни, ковзаючи вздовж леза, не завжди можуть ефективно очищати лапу від налиплого ґрунту.

Як показано на рис. 10, зона леза лапи, позначена як CD , є найбільш завантаженою у випадках, коли бур'яни не перерізаються іншими частинами леза. Визначимо довжину цієї ділянки $CD = \Delta l$ відповідно до перекриття лап. Це можна виразити рівнянням:

$$\Delta l = \frac{\Delta v}{\sin \gamma}.$$

В такому випадку з метою безпосереднього контакту рослин бур'яну із лезом стрілкової лапи сумарна кількість бур'яну на даній ділянці не повинна перевищувати:

$$n = \frac{\Delta l}{d},$$

де d – усереднене значення діаметру стебла бур'яну, приймемо під час основного безполицевого обробітку ґрунту культиватором діаметр стебла бур'яну $d \approx 4$ мм.

Таким чином, сумарна площа трапеції, із якою рослини будуть підводитися до ділянки леза Δl можна знайти виходячи із висоти трапеції Δh та відповідними довжинами відрізків AD і BC (рис. 10):

$$\Delta h = \frac{\Delta v \cdot \cos \varphi}{\sin \gamma},$$

$$AD = \frac{v}{2 \cdot \cos(\gamma + \varphi)},$$

$$BC = \frac{v}{2 \cos(\gamma + \varphi)} + \frac{\Delta v \cdot \sin \varphi}{\sin \gamma} - \frac{\Delta v \cdot \cos \varphi \cdot \operatorname{tg}(\gamma + \varphi)}{\sin \gamma}.$$

					МКУК 00.000 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Враховуючи наведені формули можемо перевірити розрахункове значення ширини захвату стрілкової лапи культиватора, яка б забезпечувала якісне перерізання рослин навіть в зоні кінця крила цього робочого органу. Це можемо описати нерівністю:

$$e \geq \Delta e + \frac{2 \cdot n \cdot \cos(\varphi + \gamma) \sin \gamma}{i \cdot \Delta e \cdot \cos \varphi}.$$

Підставимо цифрові значення та знайдемо Δh :

$$\Delta h_1 = \frac{30 \cdot \cos 47,7}{\sin 27,5} = 45,941 \text{ мм},$$

$$\Delta h_2 = \frac{30 \cdot \cos 47,7}{\sin 37,5} = 58,077 \text{ мм}.$$

Враховуючи стандартні розміри культиваторних лап, прийнемо $e_1 = 270$ мм. Враховуючи це, отримаємо:

$$A_1 D_1 = \frac{270}{2 \cos(27,5 + 47,7)} = 448,944 \text{ мм}.$$

$$B_1 C_1 = 448,944 + \frac{30 \cdot 0,707}{0,4617} - \frac{30 \cdot 0,707 \cdot 3,1716}{0,46} = 348,644 \text{ мм}$$

$$L_1 = A_1 D_1 + \frac{B_1 C_1}{2};$$

$$L_1 = 448,944 + \frac{348,644}{2} = 398,794 \text{ мм}$$

Після підстановки наведених залежностей в нерівність та шляхом елементарних перетворень отримаємо:

$$e \geq \Delta e_1 + \left[\frac{(2 \cdot i \cdot L_1 \cdot \Delta h_1) \cdot \cos(\varphi + \gamma) \cdot \sin \gamma}{i \cdot \Delta e_1 \cdot \cos \varphi} \right].$$

Розрахуємо останню залежність і отримаємо:

$$e_1 = 30 + \left[\frac{(2 \cdot 1 \cdot 398,794 \cdot 45,941) \cdot \cos(47,7 + 27,5) \cdot \sin 27,5}{1 \cdot 30 \cdot \cos 47,7} \right] = 268,37 \text{ мм}$$

Із врахуванням того, що наведена умова роботи лапи виконується відповідно робочі параметри стрілкової лапи вибрано правильно.

					МКУК 00.000 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Проведемо аналогічні розрахунки працездатності лапи для кута $\gamma = 37,5^\circ$.

Прийmemo, для другого ряду культиватора $v_2 = 330$ мм. Враховуючи це, отримаємо наступні значення:

$$A_2D_2 = \frac{330}{2 \cos(37,5 + 47,7)} = 1264,1 \text{ мм.}$$

$$B_2C_2 = 1264,1 + \frac{50 \cdot 0,707}{0,608} - \frac{50 \cdot 0,707 \cdot 7,59}{0,608} = 880,95 \text{ мм}$$

$$L_2 = A_2D_2 + \frac{B_2C_2}{2};$$

$$L_2 = 1264,1 + \frac{880,95}{2} = 1072,525 \text{ мм}$$

$$v_2 = 50 + \left[(2 \cdot 1 \cdot 1072,525 \cdot 58,07) \cdot 0,1305 \cdot \frac{0,608}{1 \cdot 50 \cdot 0,707} \right] =$$

$$= 279,58 \text{ мм}$$

Умова роботи лапи теж виконується, що підтверджує вірність розрахунків.

Отримані розрахунки маємо співставити із практичними рекомендаціями, так для глинистих ґрунтів, які мають високу липкість $v \leq 35$ см, і відповідно для супіщаних ґрунтів, за чинними рекомендаціями $v \leq 45$ см.

Обираючи ширину захвату культиваторних лап враховують, що лапи другого ряду ґрунтообробного агрегату працюють по частково обробленому ґрунті першим рядом лап, а отже є традиційним той факт, що на першому ряді встановлюють лапи меншої ширини захвату. Виходячи із зазначеного, прийmemo наступне співвідношення між шириною захвату лапи першого і другого ряду культиватора:

$$v_{пер} = 0,82 \cdot v_{зад}.$$

$$v_1 = \frac{270}{0,82} = 329,27 \text{ мм} - \text{при обробці глинистих ґрунтів із підвищеною}$$

липкістю, а за умовою $v_1 \leq 350$ мм, отже ця умова виконується.

										Арк.
										50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

$$v_2 = \frac{330}{0,82} = 402,44 \text{ мм} - \text{для роботи на глинистих ґрунтах, а з врахуванням}$$

того, що $v_2 \leq 450$ мм, а отже умова роботи теж виконана.

Ступінь розпушування ґрунту культиваторною лапою задається значенням кута кришення β та відповідною шириною крила лапи. Відомо, що чим менше кут кришення β та чим тоншим є крило лапи тим робочий орган менше кришить ґрунт. За значенням кута кришення лапи β , всі культиваторні лап поділяються на плоскорізні, якщо кут $\beta = 12...18^\circ$ та стрілчасті універсальні, якщо цей кут складає $\beta = 25...30^\circ$.

Традиційно під час виготовлення стрілчастих лап ширину її крила у задній частині роблять завуженою. Мінімальне значення ширини крила складає $v_2 = 30...50$ мм, тоді як максимальна ширина крила лапи становить $v_1 = 1,5 \cdot v_2$ (рис. 7).

Прийmemo мінімальну ширину крила лапи $v_2 = 50$ мм, тоді розрахуємо

$$v_1 = 1,5 \cdot 50 = 75 \text{ мм.}$$

Товщину матеріалу із якого виготовляється стрілчаста лапа δ слід вибирати виходячи із ширини захвату відповідної лапи. Відомо, що для універсальних стрілчастих лап є справжньою нерівність $\delta \leq 0,03 \cdot v$. Після підстановки числових значень в останню нерівність отримаємо розрахункове значення товщини матеріалу лапи, яка складає:

$$\delta \leq 0,03 \cdot 330 = 6,6 \text{ мм.}$$

Для здійснення операції основного безполицевого обробітку ґрунту найдоцільніше лезу лапи заточувати комбінованим способом, схему якого наведено на рис. 11.

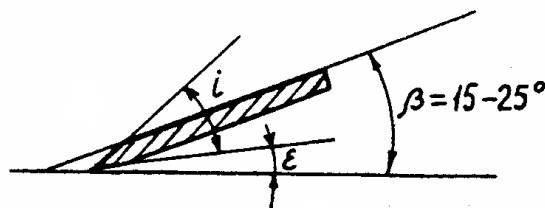


Рис. 11. Спосіб заточування леза культиваторної лапи

					МКУК 00.000 ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$A'C' = \frac{e_1 \cdot \cos \beta}{\sin \gamma}.$$

Враховуючи наведені залежності, отримаємо:

$$\operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} \beta \cdot \sin \gamma.$$

Враховуючи знайдені значення, знайдемо довжину відрізка l , що фактично задає положення точки B' , можемо розрахувати:

$$l = e_1 \cdot \frac{\sin \beta}{\sin \alpha}.$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} 15^\circ \cdot \sin 27,5^\circ = 0,27 \cdot 0,47 = 0,13, \text{ кут } \alpha = 7,4^\circ;$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} 25^\circ \cdot \sin 37,5^\circ = 0,284, \text{ кут } \alpha = 15^\circ;$$

$$l_1 = 75 \cdot \frac{0,258}{0,128} = 151 \text{ мм};$$

$$l_2 = 57 \cdot \frac{0,422}{0,258} = 122,64 \text{ мм}.$$

Короткі висновки по розділу

Отже, в ході виконання інженерної частини проведено огляд і аналіз існуючих робочих органів культиваторів та проаналізовано особливості їх використання. Доведено, що для якісної роботи важкого культиватора КСТ-3,8 доцільно провести його модернізацію, а саме – запропоновано нову конструкцію стрілкової лапи, яка дозволяє змінювати геометричні параметри цього робочого органу залежно від умов роботи. Крім того, установка в нижній частині робочого органу розподільник для під лапового розсіювання мінеральних добрив дозволяє під час обробітку ґрунту проводити і внутрішньогрунтове локальне внесення добрив. Проведені відповідні інженерні розрахунки та обґрунтування, що підтверджують працездатність конструкції вдосконаленого робочого органу та культиватора на етапі реалізації ним основного безполицевого обробітку ґрунту.

					МКУК 00.000 ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. ОХОРОНА ПРАЦІ

Під час виконання робіт в господарстві, пов'язаних із вирощуванням картоплі, працівники можуть піддаватися впливу небезпечних і шкідливих виробничих факторів відповідно до державного стандарту (ГОСТ 12.0.003-74, СТ СЭВ 790-77).

Фізичні фактори:

- Рухомі машини та механізми, зокрема трактори, автомобілі, посівні та орні агрегати, картоплезбиральні комплекси.
- Робочі частини обладнання, такі як зубчасті, пасові, ланцюгові передачі, карданні вали, муфти, а також неогорожені робочі елементи тракторів, саджалок і картоплезбиральних комбайнів.
- Підвищена запиленість і загазованість повітря в робочій зоні під час реалізації технологічних процесів вирощування картоплі.
- Висока або низька температура поверхонь обладнання і матеріалів.
- Зміни температурного режиму у робочій зоні.
- Підвищений рівень шуму та вібрації.
- Коливання вологості повітря та його швидкості і інтенсивності руху.
- Висока напруга в електромережах, що може призвести до ураження електричним струмом.
- Недостатнє або відсутнє природне освітлення.
- Незадовільне штучне освітлення, що знижує контрастність в зоні виконання робіт.
- Високий рівень ультрафіолетового випромінювання.
- Гострі краї, задирки та шорсткість на робочих поверхнях конструкцій, інструментів і обладнання.

Хімічні фактори:

- Вплив пестицидів, агрохімікатів, миючих і дезінфекційних засобів, продуктів розкладу органічних речовин та відпрацьованих газів.

					МКУК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

6. ВИСНОВОК

У ході виконання кваліфікаційної роботи проведено ґрунтовний аналіз технологічного процесу вирощування картоплі в умовах базового фермерського господарства. Виконано розрахунок технологічного циклу та обґрунтовано вибір засобів механізації, що застосовуються у виробничому процесі. Підкреслено важливість зниження енерговитрат та оптимізації трудових ресурсів на етапах основного обробітку ґрунту та внесення добрив. Запропоновано удосконалення технологічного процесу шляхом заміни поверхневого розкидання добрив і наступної оранки з обертанням скиби на метод глибокого розпушування важким культиватором із локальним внутрішньоґрунтовим внесенням добрив.

У межах модернізації важкого культиватора КСТ-3,8 розроблено нову конструкцію лапи, яка адаптується до ґрунтово-кліматичних умов шляхом зміни своїх геометричних параметрів. Крім того, у нижній частині лапи встановлено розподільник для підлапового локального внесення сухих мінеральних добрив. Проведено відповідні інженерні розрахунки і обґрунтування, які підтвердили ефективність запропонованого рішення.

Розділ «Охорона праці» містить аналіз можливих небезпечних і шкідливих факторів, що виникають під час виконання технологічних операцій із вирощування картоплі та роботи з обладнанням, а також передбачені заходи для їхньої мінімізації. Доцільність впроваджених змін обґрунтована отриманим позитивним ефектом для господарства.

					МКУК 00.000 ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Методичні рекомендації до оформлення кваліфікаційної роботи здобувачів першого (бакалаврського) освітнього рівня за освітньо-професійною програмою 208 «Агроінженерія» / Укл.: В.М. Сало, Д.І. Петренко, С.М. Лещенко, О.М. Васильковський. – Кропивницький: ЦНТУ, 2019. – 58 с.
2. Сільськогосподарські машини / В.Ю. Комаристов, М.М. Петренко, М.М. Косінов.-К.: Урожай, 1996. – 240 с.
3. Сисолін П.В., Сало В.М., Кропівний В.М. Сільськогосподарські машини: Теоретичні основи, конструкція, проектування / Під ред. М.І. Черновола. – К.: Урожай, 2001. – 382 с.
4. Сисолін П.В . та ін. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування: Підручник для студентів вищ. навч. закл. із спец. «Машини та обладнання с.-г. виробництва» Кн. 2. Машини для рільництва / Сисолін П.В., Рибак Т.І., Сало В.М.; За ред. Черновола М.І. – Київ, Урожай, 2002. – 364 с.
5. Сільськогосподарські та меліоративні машини: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.О. Дубровін, Т.Д. Іщенко та ін.; За ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2004. – 544 с.
6. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2005. – 464 с.
7. Войтюк Д.Г., Гаврилюк Г.Р. Сільськогосподарські машини: Підручник. – К.: Каравела, 2004. – 552 с.
8. Кочев В.І., Кушнар'єв А.С., Роговий В.Д. та ін. Довідник по регулюванню сільськогосподарських машини / За ред. В.І.Кочева. – 2-е видання, перероблене і доповнене – К.: Урожай, 1993. – 264 с.
9. Хайліс Г.А., Коновалюк Д.М. Основи проектування і дослідження сільськогосподарських машин: Навч. посібник. – К.: НМК ВО, 1992. – 320 с.

					МКУК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

10. Марченко В.В. Механізація технологічних процесів у рослинництві: Навчальний посібник. – К.: Кондор, 2007. – 334 с.
11. Бондаренко М.Г. Комплектування і використання машинно-тракторного парку в рослинництві / Бондаренко М.Г., Демещук В.А. – К.: Вища школа, 1995. – 237 с.
12. Довідник з машиновикористання в землеробстві / За ред. В.І. Пастухова – Харків: Веста, 2001. – 347 с.
13. Практикум із машиновикористання в рослинництві: Навч. посібник / За ред. І.І. Мельника. – К.: Кондор, 2009. – 284 с.
14. Проектування сільськогосподарських машин : навч. посіб. / [Бендера І. М. та ін.] ; за ред. І. М. Бендери, А. В. Рудя, Я. В. Козія. – Кам'янець-Подільський : ФОП Сисин О. В., 2011. – 640 с.
15. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: підручник / [Войтюк Д. Г. та ін.]; за ред. С. С. Яцуна. – [2-ге вид., перероб. і допов.]. – Суми: Сумський нац. аграр. ун-т, 2011. – 444 с.
16. Машини для збирання зернових та технічних культур : навч. посіб. / за ред. В. І. Кравчука, Ю. Ф. Мельника. – Дослідницьке : УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого, 2009. – 296 с.
17. Система техніко-технологічного забезпечення виробництва продукції рослинництва / за ред. В. В. Адамчука, М. І. Грицишина. – Київ : Аграрна наука, 2012. – 416 с.
18. Сучасні тенденції розвитку конструкцій сільськогосподарської техніки / за ред. В. І. Кравчука, М. І. Грицишина, С. М. Ковалю. – Київ: Аграрна наука, 2004. – 396 с.
19. Гандзюк М.П., Желібо Є.П., Халімовський М.О. Основи охорони праці: Підручник для студентів вищих навчальних закладів. За редакцією М.П. Гандзюка. – К.: Каравела, 2003.– 408 с.
20. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці. Підручник. – Львів: Афіша, 2002.– 320 с.

					МКУК 00.000 ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ