

Центральноукраїнський національний технічний університет

Агротехнічний факультет

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту ”

Зав. кафедрою СГМ

к.т.н., доцент

_____Сергій ЛЕЩЕНКО

“_30_” _____травня_____2024 р.

ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти
на тему:

Механізація вирощування ярого ячменю з модернізацією
універсального культиватора

Виконав здобувач вищої освіти IV курсу,
групи АІ-20

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

_____Войтенко Едуард Олександрович

«_27_» _____травня_____2024 р.

Керівник проекту

професор, докт.техн.наук

_____Василь САЛО

«_30_» _____травня_____2024 р.

Рецензент

канд. техн. наук, доцент_____Микола МОРОЗ

Кропивницький 2024

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітки
				<u>Документація загальна</u>		
				Заново розроблена		
A4			КПМ 00.000.ПЗ	Пояснювальна записка	1	
				Документація по технологічній		
				частині		
A1			МВЯ 00.000.01.ТЧ	Технологічна карта	1	
A1			МВЯ 00.000. 02.ТЧ	Операційна технологічна карта	1	
				на основний безвідвальний		
				обробіток ґрунту		
				<u>Документація по інженерній</u>		
				частині		
				<u>Заново розроблена</u>		
				<u>по складальних одиницях</u>		
A1			КПМ 00 000 СБ	Культиватор причіпний	1	
				універсальний		
A2			КПМ 00.010.01 СБ	Коток	1	
A1				<u>Документація по деталях</u>	1	
A2				<u>Заново розроблена</u>	1	
A3			КПМ 00.605	Вал	1	
A3			КПМ 00.301	Диск	1	
A3			КПМ 00.425	Напрямяюча щока	1	
A4			КПМ 00.618	Гайка ковпак	1	
A4			КПМ 00.620	Маточина	1	
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Відомість роботи	
Розроб.	Войтенко Е.О..					
Перевір.	Сало В.М.					
Н. контр.	Мачок Ю.В.					
Затверд.	Лещенко С.М.				ЦНТУ, гр. АІ-20	
					Літера	Аркуш
						4
						2

Зміст

№ п/п	Назва розділу, підрозділу	Стор.
1	Вступ	6
2	Аналіз відомих технологій вирощування ярого ячменю	8
3	Обґрунтування складу та розрахунок режимів роботи агрегату для основного безвідвального обробітку ґрунту	15
3.1.	Організація робіт в полі	21
3.2.	Розробка операційної технологічної карти на процес основного безполицевого обробітку ґрунту	23
4	Інженерна частина	28
4.1	Обладнання та принцип дії культиватора	28
4.2	Технічна характеристика	30
4.3	Принцип дії культиватора	31
4.4	Технологічні розрахунки	32
4.5	Розрахунок механізму транспортного положення культиватора	36
4.6	Розрахунок робочих органів	38
4.7	Кінематичні розрахунки	42
4.8	Розрахунки на міцність	46
5	Охорона праці	48
	Загальні висновки	51
	Список використаної літератури	52
	Додатки	54

Вступ

Вирішення існуючих проблем екологічного характеру та питань охорони навколишнього середовища і збереження родючості ґрунтів є важливими напрямками подальшого розвитку сільського господарства. Можливими шляхами їх вирішення може бути застосування протиерозійних технологій – безвідвального обробітку ґрунту, стерньового посіву, зниження питомого тиску агрегатів на ґрунт та інше. При виконанні процесів обробітку ґрунту, особливо безвідвального, мінімального, необхідне додаткове розпушування поверхневих шарів ґрунтових агрегатів. В одному випадку до стану придатного для виконання процесів сівби звичайними рядковими сіялками, а в іншому – для забезпечення сприятливих умов для накопичення та збереження вологи в зимово-весняний період. Забезпечення даних умов потребує суттєвих змін як самих технологій вирощування сільськогосподарських культур так і удосконалення існуючих та розробка нових ґрунтообробних машин.

За нових умов в галузях виробництва сільськогосподарської продукції значно зростають вимоги до якості виконання технологічних процесів як ґрунтообробними так і посівними та садильними машинами, так як від їх роботи в значній мірі залежить схожість висіяного зерна, трудомісткість подальшого догляду за посівами, і в кінцевім рахунку об'єми вирощеної продукції.

Виникає потреба в удосконаленні конструкційних параметрів робочих органів та експлуатаційних та технологічних параметрів протікання самого процесу з урахуванням ґрунтово- кліматичних умов виробництва.

Оптимальним може бути той варіант коли названі параметри будуть забезпечуватися на стадії проектування ґрунтообробних комбінованих машин.

					<i>КІПМ 00. 000 ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Войтенко Е</i>			<i>Вступ</i>		<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Сало В.М.</i>						<i>Аркушів</i>
								6
<i>Н.контр.</i>		<i>Мачок Ю.В.</i>					<i>ЦНТУ, гр. АІ</i>	
<i>Затв.</i>		<i>Леценко С.М.</i>						

В такому випадку для кожного конкретного випадку виробництва ґрунтообробні машини можна комплектувати не тільки різними типами робочих органів, а й з різними конструктивними параметрами. І введення до їх складу з метою підвищення якості обробітку ґрунту нових не типових, до даного часу, конструктивних елементів може бути цілком оправданим, особливо з урахуванням можливості більш повного завантаження потужних енергетичних засобів.

Тому, роботи пов'язані з удосконаленням технології вирощування зернових культур та конструкції парових культиваторів є цілком актуальними.

					КІПН 00.000.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дат		

2. Аналіз відомих технологій вирощування ярого ячменю

Цикл виробництва ярого ячменю розпочинається з обробітку ґрунту. Обробіток ґрунту здійснюється згідно з вибраною системою. Система обробітку ґрунту – сукупність вибраних прийомів обробітку, які виконують у встановленій послідовності з метою вирішення їх основних задач з урахуванням ґрунтово - кліматичних умов. Вона залежить від природних і погодних умов, стану поля, рівня засміченості його, сівозміни та системи удобрення, від того для якої культури готується поле і яким був попередник, від наявності і розвитку водної і вітрової ерозії, забезпеченості добривами і наявності ґрунтообробних знарядь. Система обробітку ґрунту включає основний, передпосівний обробіток та після сходовий обробіток по догляду за рослинами.

Основний обробіток. Ярий ячмінь зазвичай висівають після технічних просапних культур. Дані культури висівають з широкими міжряддями, які декілька разів обробляють протягом літа. Ґрунт після збирання просапних культур буває досить ущільненим, покритий певною кількістю рослинних решток попередника та бур'янів.

Такі поля рекомендують орати на зяб після попереднього луцення. Якщо догляд за просапними був не достатньо якісним і поле після збирання врожаю залишилося занадто засміченим бур'янами то луцення проведене перед обробітком має вагоме значення для боротьби з бур'янами [1]

Якщо попередником ярого ячменю був соняшник і поле після соняшнику залишилося відносно чистим, але зі значною кількістю рослинних решток то перед виконанням основного обробітку також необхідно проведення луцення. В даному випадку луцення сприятиме покращенню

					КПМ 00.000.ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Войтенко В			Аналіз відомих технологій вирощування ячменю		Літера	Аркуш
Перевір.		Сало В.М.						8
								12
Н.контр.		Мачок Ю					ЦНТУ, гр. АІ-20	
Затвер.		Лещенко С						

умов роботи ґрунтообробних машин, особливо безвідвальних.

Передпосівний обробіток. Весною в дуже короткий проміжок часу необхідно підготувати ґрунт та провести сівбу. Основна задача передпосівного обробітку ґрунту - це створення кращих умов для проростання насіння, його росту і розвитку. Підготовку ґрунту до сівби розпочинають з ранньовесняного боронування, так як необхідно як можна раніше створити на ґрунті розпушений шар, який захищав би його від висихання. При першому боронуванні створюють сприятливі умови для проростання насіння бур'янів з одночасним знищенням розетки зимуючих та озимих бур'янів. Не можна обробляти занадто сирий ґрунт, тому, що він не розпушується, а налипає на робочі органи ґрунтообробних знарядь. Через певний проміжок часу, який визначається станом ґрунту, здійснюють передпосівну культивуацію. Для цього використовують парові культиватори марки КПС-4 чи інші, призначені для цього комбіновані машини.

Сівба. Провідне значення в отриманні високих врожаїв належить посівному матеріалу та його підготовці. Для посівів рекомендують використовувати, в першу чергу, крупне, вирівняне насіння, яке характеризується більш високою енергією проростання. Таке насіння дає дружні сходи і має кращий ріст [2].

Підготовка насіння до сівби передбачає очищення, сортування, протруювання чи повітряно-тепловий обробіток. Ярий ячмінь, як і ряд інших зернових колосових, може вражатися через насіння збудниками різних хвороб, що різко знижує урожай та погіршує якість зерна. Тому очищене і відсортоване насіння перед сівбою протруюють. Залежно від місця знаходження та виду збудників хвороб застосовують хімічне протруювання, або термічне знезараження посівного матеріалу. Ячмінь є культурою найбільш ранніх строків сівби. На визначення цих строків впливають погодні умови даної весни, особливості поля та інші фактори. При ранніх строках сівби сходи менш вражаються шкідниками, а рослини дають більш крупне насіння. Сходи ячменю добре переносять весняне похолодання і заморозки.

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

Найбільш сприятлива для отримання добрих сходів температура ґрунту на глибині сівби насіння 9 - 11⁰С. Кращими способами сівби насіння ячменю є вузькорядний і перехресний [2,3]. Вузькорядний посів передбачає величину міжрядь не більше 10 см та відстань між насінинами в рядку 3 – 4 см. Він забезпечує більш рівномірну площу живлення рослин і створює кращі умови для розвитку. Перехресний посів передбачає сівбу в двох взаємно перпендикулярних напрямках. Він також забезпечує більш рівномірний розподіл рослин по площі живлення. В більшості господарств сівбу насіння ячменю здійснюють рядовими способами з використанням зернових сівалок СЗ-5,4 з шириною міжрядь 15 см. Не менш важливим є дотримання заданої глибини загортання насіння– це відстань у вертикальній площині від поверхні ґрунту до нижньої частини насіння. За сприятливих погодних та кліматичних умов насіння загортають в ґрунт на глибину 5 – 6+ см, але при пересиханні верхніх шарів ґрунту глибину загортання потрібно збільшувати до 7 – 8 см. Насіння ячменю набухає повільно тому потрібно встигнути висіяти його у вологий ґрунт.

Для підвищення польової схожості і отримання їх високої рівномірності насіння необхідно заробляти на однакову глибину.

Догляд за посівами.

Першою операцією, яку виконують після сівби щоб отримати дружні сходи є післяпосівне прикочування кільчасто-шпоровими котками з одночасним легким боронуванням, але в господарствах такі операції виконуються не завжди, хоча таке боронування забезпечує знищення бур'янів, розпушує поверхневий шар ґрунту і підвищує доступ повітря до коренів рослин.

Для боротьби з бур'янами, шкідниками та хворобами ячменю широко використовують хімічні засоби.

Збирання і облік врожаю.

Процеси збирання врожаю розпочинаються з регулювання збиральної техніки, інструктажів працівників з охорони праці та пожежної безпеки.

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

Комбайни та інші машини, які беруть участь у збиранні врожаю необхідно забезпечити засобами пожежогасіння.

Наступним етапом є підготовка полів до збирання врожаю, яка включає ряд операцій.

Покращення проїзних і під'їзних доріг; виконання протипожежних розорювань країв поля; вибір способу руху збиральних агрегатів; підготовку поворотних смуг; розбивку полів на загінки; проведення прокосів між загінками і бічних обкосів. Не пізніше ніж за 10 днів до початку збирання оцінюють умови роботи збиральних агрегатів.

Дуже важливим є прийняття рішення щодо визначення способу збирання. Для цього потрібне точне знання своєї справи агрономом, щоб правильно використати пряме комбайнуванням чи роздільне збиранням, з урахуванням переваги кожного з них. Необгрунтоване використання на значних площах будь - якого способу збирання без урахування конкретних умов призводить до великих втрат урожаю.

Так, роздільний спосіб використовують при збиранні засмічених бур'янами посівів або посівів насіння яких легко осипаються. У зв'язку з цим, скошування починають у фазі середньої воскової стиглості. У валки хліби вкладають поперек до посіву. Висота стерні при двофазному збиранні повинна бути в межах 15 – 18 см., щоб валки продувалися повітрям і швидко підсихали. Після дозрівання зерна і висихання листостеблової маси валки підбирають і обмолочують. Загальний термін підбирання валків не повинен перевищувати два – три дні. Швидкість руху комбайна на підбиранні і обмолочуванні валків не повинна перевищувати 6 км/год.

Загальні втрати при збиранні зернової частини врожаю не повинні перевищувати 6%, втрати соломи і полови під час скиртування мають бути не більші 2%, а забрудненість 1%. Щоб запобігти псуванню соломи в скиртах, допустима її вологість при скиртуванні в межах 20%. Бажаним є одночасне із збиранням зернової продукції звільнення поля від соломи. Зайві проїзди

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

техніки по полю не допускаються. Облік урожайності зазвичай здійснюють шляхом зважування зерна на току.

Необхідно відмітити, що збирання не зернової частини в останні роки здійснюється в рулонах та паках з використанням рулонних та пако - прес-підбирачів. В окремих випадках солома подрібнюється комбайнами, розкидається по поверхні поля і наробляється в ґрунт, в гіршому, спалюється на полях, що є неприпустимо з екологічної точки зору.

Первинна обробка та зберігання продукції. Своєчасне збирання і послідовний обробіток сприяють збереженню високих якостей вирощеного насіння. Для видалення у посівного матеріалу зернової і інших домішок та насіння бур'янів проводять очистку, а для отримання крупного, повноцінного і вирівняного насіння основної культури – сортування.

Післязбиральний обробіток насіння починають з очистки і, як правило виконують на механізованих токах. Для очистки використовують повітряно-очисні машини. За необхідності насіння просушують в спеціальних зерносушарках, або на відкритих токах до кондиційної вологості.

Якісне очищення і сортування насіння дозволяють отримати насіннєвий матеріал високої якості і значно підвищити майбутній урожай.

Особливу увагу необхідно приділяти зберіганню посівного матеріалу, тому що при поганому зберіганні насіння втрачає свої посівні якості.

До прийому насіння нового врожаю завчасно готують зерносховища. Після відновлення і очищення їх дезінфікують вапняково-керосиновою емульсією, або розчином каустичної соди. Для боротьби з амбарним довгоносом, кліщем, хлібним пильщиком та інших амбарними шкідниками застосовують сірку або спеціальні інсектициди. Для захисту врожаю від гризунів використовують миш'як, вуглекислий барій та ін. Вологість насіннєвого матеріалу, який засипають у зерносховища не повинна перевищувати 14-14,5%. Підвищена вологість зерна сприяє розмноженню амбарних шкідників і пліснявих грибів. Також необхідно дотримуватися рекомендацій щодо висоти насипу зернового матеріалу. В холодну пору вона

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

не повинна перевищувати 2,5 м, а в теплу 2м, щоб не відбувалося самозагорання. В зв'язку з розглянутими факторами при зберіганні насіння

постійно контролюють вологість, температуру і зараженість амбарними шкідниками. При виявленні підвищення температури зерна необхідно негайно провітрювати приміщення, а за необхідності, пропускати насіння через зерноочисні машини.

Слід зауважити, що виробництво зерна ячменю в більшості фермерських господарств забезпечується з виконанням мінімальної кількості технологічних операцій, що і сприяє підвищенню рентабельності в цілому.

Але і за таких умов при застосуванні традиційних полицевих способів обробітку ґрунту необхідні великі енергетичні затрати запобігти яких можна перейшовши на обробіток ґрунтів безвідвальними ґрунтозахисними знаряддями. Крім цього, враховуючи кліматичні умови ведення господарства, згідно з якими спостерігається нестача ґрунтової вологи, то такий спосіб обробітку ґрунту також може бути більш доцільним і ефективним

На підставі проведеного аналізу базових технологічних операцій по вирощуванню ярого ячменю в господарствах регіону пропонується замінити енергоємний полицевий основний обробіток ґранту на безполицевий плоскорізний з використанням комбінованих важких культиваторів марки КПМ-4 з додатковими робочими органами у вигляді дискових котків. Це повинно підвищити продуктивність праці і якість виконання технологічного процесу, знизити затрати пального, створити сприятливі умови для накопичення та збереження вологи в ґрунті, а отже підвищити загальну ефективність вирощування ярого ячменю. Основні технологічні операції, які є складовими базової технології вирощування ярого ячменю можна представити технологічною картою (табл.2.1.).

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

Технологічна карта

Культура: ячмінь ярий (по оранці)

Площа сівби – 100 га, урожайність –36 ц/га.

Валовий збір основної продукції – 360т, побічної продукції–360 т.

Найменування робіт	Одиниці виміру	Склад агрегата		Змінні норма виробітку	Затрати праці, л-год.		Послуги автотранспорту г/км	Електроенергія, кВт/час	Витрати пального, ц
		Трактор, комбайн	С.-г. машина, знаряддя		Тракт-єтів, машинистів	Інших працівників			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Основний обробіток ґрунту									
Лущення стерні	га	T-150	ЛДГ-15	58	12,04				2,0
Завантаження мін. добрив	т	ЮМЗ-6Л	ПЭ-08	160	2,66				0,18
Транспортування м. добр.	т	ЮМЗ-6Л	1РМГ-4	9,4	44,66				2,40
Внесення мін добрив	га	ЮМЗ-6Л	1РМГ-4	32	21,91				1,6
Оранка, 20-25 см	га	T-150	ПЛН-5-35	8,2	42,70				7,63
Оранка, 20-25 см	га	ДТ-75	ПН-4-35	5,2	64,72				8.1
За період	х	х	х	х	188,69				21,91
Передпосівний обробіток ґрунту, сівба									
Передпосівна культивация	га	T-150	КПС-4	49	10,01				1,8
Завантаження насіння	т		вручну	8		1,26			-
Завантаження добрив	т		вручну	18		14,98			-
Транспортув. насіння і добрив	т	ЮМЗ-6Л	2ПТС-4	13,5	3,85				0,12
Заправка сіялок	т		вручну	1,0		105,0			
Сівба з внесенням добрив	га	T-150K	2 СЗ-3,6	37,72	14,79	49,98			5,12
За період	х	Х	х	Х	28,65	171,2			7,04
Догляд за посівами									
Підвезення води для приготування розчину гербіцидів	т	ЮМЗ-6	ВР-3	12	17,50				0,6
Приготування робочого розчину	т	Вручну		12		17,50			
Обробіток посівів гербіцидами	га	МТЗ-80	ОП-2000	23	30,45				2,0
За період	х	Х	х	Х	47,95	17,50			2,6
Збирання врожаю									
Прокоси, обкоси	га	СК-5	ЖВН-6	16	2,17				0,18
Скошування в валки	га	СК-5	ЖВН-6	19	35,				2,94
Підбирання валків	га	ДОН-1500	ППТ-3	12,5	33,60				1,65
Транспортування зерна	т	Автомашина					1600		
Транспортування соломи	т	МТЗ-80	2ПТС-4	11,5	194,1				6,4
Скирдування	т	МТЗ-80	СНУ-0,5	37	60,55	242,2			3,84
Очистка зерна на току	т		ОВС-25	7,5	32,59	65,38		375	
Завантаження на автомобілі	т		ЗПС-40	60	2,80	5,60		28	
Завезення зерна в сховище	т	Автомашина					120		
За період	х	х	х	х	360,8	313,18	1720	403	15,01
Всього за рік	х	х	х	х	626,09	501,88	1720	403	46,56

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

Ефективність використання ґрунтообробних агрегатів в значній мірі визначається відповідністю трактора і сільськогосподарської машини для виконання конкретної операції та оптимального співвідношення тягового зусилля трактора з робочим опором машини, яка входить до складу агрегату. При виборі типу і марки трактора, а також підборі відповідної робочої сільськогосподарської машини, необхідно враховувати цілий ряд факторів, основними з яких є - наявність в господарстві придатних для виконання необхідної операції енергетичних засобів і робочих сільськогосподарських машин; природно-кліматичні та погодні умови в яких буде виконуватись операція (площа поля, стан поля і його конфігурація, довжина гонів, тип ґрунту, попередник, кут схилу та інше).

Згідно вихідної інформації вирощування ярого ячменю планується здійснювати на площі в 170га. На полях середньої площі 55 га і довжині гонів 800 м. За механічним складом ґрунти на більшості полів – важкий суглинок. Попередником є соняшник. Величина схилів на окремих полях за напрямом руху не перевищує 3%.

Враховуючи сталу нестачу вологи в ґрунтах характерну для центральних регіонів України та значні затрати пального і праці на виконання традиційного полиневого обробітку ґрунту пропонуємо використання для підготовки ґрунту безполицевих ґрунтообробних знарядь, а саме важкого комбінованого культиватора КПМ-4, дообладнаного в результаті модернізації спеціальними дисковими котками.

Основними робочими органами базової комплектації даного культиватора є важкі культиваторні лапи на жорстких стояках висотою 650 мм та зубові борони з тупим кутом входження в ґрунт плоских зубів. Ширина захвату культиватора становить 4м.

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

Згідно з технічною характеристикою даного культиватора максимальне забезпечення агротехнічних вимог по показнику інтенсивності кришення ґрунту досягається при робочих швидкостях понад 9 км/годину.

Згідно технічної характеристики агрегатується культиватор з тракторами тягового класу 3. Серед тракторів указанного класу найбільш поширеним у господарствах є трактор Т-150К. Щоб визначити на якій передачі буде більш ефективним його використання необхідно провести наступні розрахунки.

Швидкість понад 9 км/год. трактор Т-150К може забезпечувати на II-й і III-й передачах [4,5].

Для взятих передач визначаємо тягове зусилля трактора на гаку $P_{гак}$ (кН) з урахуванням відповідних умов [5].

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

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

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

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

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

r_0 - дотичний радіус ведучих коліс, м (із технічної характеристики

$r_0 = 0,64$ м з урахуванням прогину шин);

$G_{тр}$ - маса трактора, Н, ($G_{тр} = 76000$ Н);

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

i - максимальна величина підйому схилів на полі, ($i = 0,03$);

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

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

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

Теоретична швидкість руху на взятих передачах становитиме [4,5]

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

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

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

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

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

де δ - коефіцієнт пробуксовування ($\delta = 6...20\%$), при роботі на полі де попередником був соняшник для трактора Т-150К $\delta = 5...10\%$ (припускаємо що $\delta = 8\%$).

$$v_p^{II} = 9,65 \left(1 - \frac{8}{100} \right) = 8,87 \text{ км / год}$$

$$v_p^{III} = 11,86 \left(1 - \frac{8}{100} \right) = 10,9 \text{ км / год}$$

Можна припустити, що на обох передачах робочі швидкості відповідають потребам якісного виконання технологічного процесу.

Згідно з даними отриманими експериментальним шляхом в аграрних підприємствах, які використовують подібні ґрунтообробні машини, питомий

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

тяговий опір комбінованого агрегату на 1м ширини захвату при глибині обробітку близьку до 0,20м становить $K_o = 4,0$ кН при робочих швидкостях $V = 5$ км/год.

Величину питомого опору при збільшенні швидкості руху визначаємо за формулою:

$$K_o^v = K_o \cdot [1 + 0.006(V_p^2 - V^2)] \quad (3.4)$$

$$K_o^{vII} = 4 \cdot [1 + 0.006(8.87^2 - 5^2)] = 5.28 \text{ кН}$$

$$K_o^{vIII} = 4 \cdot [1 + 0.006(10.9^2 - 5^2)] = 6.25 \text{ кН}$$

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

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

де B – конструктивна ширина захвату агрегату, $B = 4$ м

$$R_{BK}^{II} = K_o^{vII} \cdot B = 5.28 \cdot 4 = 21.12 \text{ кН}$$

$$R_{BK}^{III} = K_o^{vIII} \cdot B = 6.25 \cdot 4 = 25 \text{ кН}$$

Визначаємо коефіцієнт використання тягового зусилля трактора.

$$\eta_{T3} = \frac{R_{BK}}{P_{гак}}; \quad (3.6)$$

$$\eta_{T3}^{II} = \frac{R_{BK}^{II}}{P_{гак}^{II}} = \frac{21.12}{26.9} = 0.78;$$

$$\eta_{T3}^{III} = \frac{R_{BK}^{III}}{P_{гак}^{III}} = \frac{25}{18.8} = 1.32$$

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

З усіх розглянутих варіантів, за тяговим зусиллям і при швидкостях передбачених інструкціях по експлуатації ґрунтообробних знарядь КПМ-4 прийнятним виявляється варіант при експлуатації його на другій робочій передачі. При цьому він буде забезпечувати робочу швидкість

$$v_{pT-150}^{\text{II}} = 8,87 \text{ км / год}$$

Для роботи на третій передачі тягового зусилля трактора недостатньо для агрегування культиватора.

Визначимо змінну продуктивність, га/зм

$$W_{\text{зм}} = 0,1 \cdot B_p \cdot v_p \cdot T_p \quad (3.7)$$

де B_p – робоча ширина захвату агрегату, м;

v_p – робоча швидкість;

T_p – робочий час зміни;

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

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

τ – коефіцієнт використання часу зміни (для орних агрегатів $\tau = 0,86$)
[5];

$$T_p = 7 \cdot 0,86 = 6,02 \text{ год.}$$

За таких умов

$$W_{\text{зм}}^{\text{II}} = 0,1 \cdot 4 \cdot 8,87 \cdot 6,02 = 21,35 \text{ га / зм}$$

Розрахуємо витрати палива в кг/га за формулою:

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

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

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

$W_{зм}$ - змінна продуктивність агрегату, га/зм.

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

де Q_{pg}, Q_x, Q_z - годинні витрати палива під час робочих і холостих ходів та на зупинках з працюючим двигуном, кг/год

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

В більшості випадків рекомендується припускати, що $t_x = t_z$

$$t_x = t_z = \frac{T_{зм} - T_p}{2} \quad (3.11)$$

$$t_x = t_z = \frac{7 - 6,02}{2} = 0,49 \text{ год.}$$

Згідно з [5] для трактора Т-150К, на другій передачі $Q_p = 36,7 \text{ кг / год}$

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

Отже витрати палива за зміну становитимуть,

$$Q_{зм} = 36,7 \cdot 6,02 + 21,9 \cdot 0,49 + 5 \cdot 0,49 = 234,5 \text{ кг / зм,}$$

а витрати палива на один гектар (в кг/га) становлять:

$$Q_{га}^II = \frac{Q_{зм}^II}{W_{зм}^II} = \frac{234,5}{21,35} = 10,9 \text{ кг / га} \quad (3.12)$$

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

За результатами проведених розрахунків встановлено, що агрегат у складі трактора Т-150К і важкого комбінованого культиватора з шириною захвату 4м має більшу продуктивність і менші витрати палива на другій передачі в порівнянні з трактором Т-150К з плугом ПЛН-5-35 та ДТ-75 з плугом ПЛН-3-35, які працювали при виконанні полицевого обробітку ґрунту (табл.2.1), до того ж є можливість в разі непередбаченого підвищення тягового опору робочої машини працювати на першій передачі.

3.1. Організація робіт в полі

3.1.1. Підготовка поля до роботи

Ефективність використання агрегатів залежить від правильної підготовки поля, яка полягає в звільненні його від різних перешкод здатних завадити якісній роботі агрегату, вибору напрямку і способу його руху. При виборі способу руху враховується вид робіт, форма поля, довжина гонів, наявність та величина схилів. Вибраний спосіб руху повинен забезпечувати найбільшу ефективність і економічність роботи агрегату, а також обов'язкове дотримання агротехнічних вимог.

В даному випадку необхідно враховувати те, що технологічна операція передбачає виконання основного безполицевого обробітку ґрунту з використанням, в якості робочої машини, важкого комбінованого культиватора, після проходження якого на полі залишається рівна без звальних та розвальних борізд смуга обробленого ґрунту шириною 4м. Найбільш ефективним способом руху агрегату в даному випадку буде гоновий човниковий з петльовими поворотами.

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

3.1.2. Розрахунок величини поворотних смуг

При гонових способах руху робочих агрегатів на краях поля потрібно залишати смуги для поворотів агрегату та, при необхідності, холостих заїздів. Ширина поворотної смуги також залежить як від складу агрегату так і виду поворотів. В даному випадку, при петльових поворотах, ширина поворотної смуги буде визначатися як:

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

де $R_{\min}$ - мінімальний радіус повороту, м ;

(для трактора Т-150К $R_{\min} = 5,2\text{м}$);

L_a - кінематична довжина агрегату;

Для причіпного агрегату $L_a = L_{\text{тр}} + L_{\text{м}};$

де $L_{\text{тр}}$ - кінематична довжина трактора, ($L_{\text{тр}} = 0,87\text{м}$);

$L_{\text{м}}$ - кінематична довжина культиватора з дисковими котками, ($L_{\text{м}} = 4,2\text{м}$).

$$L_a = 0,87 + 4,2 = 5,07\text{м}$$

Розрахункова величина поворотної смуги становить

$$E = 3 \cdot 5,2 + 5,07 = 20,67\text{м}.$$

Так, як ширина поворотної смуги повинна бути кратною ширині захвату робочої машини, то приймаємо $E = 20\text{м}$, так як $E = K \cdot B_p$

де K – це кратність

$$K = \frac{E}{B_p} = \frac{20,67}{4} = 5,16 \approx 5 \quad (3.14)$$

Після заокруглення приймаємо

$$E = 5 \cdot 4 = 20\text{м}$$

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

3.1.3. Розбивання поля на загінки

Згідно рекомендацій [4,5] розміри загінки повинні бути такими, щоб на ній агрегат міг працювати протягом 2 – 3 змін. Від розмірів загінки залежить шлях і час холостих ходів. На розміри загінок при човниковому русі з петльовими поворотами основний вплив здійснює загальний час виконання робіт. Варто враховувати, що для виконання однієї і тієї ж операції можуть залучатися декілька однотипних чи подібних за призначенням ґрунтообробних агрегатів для оптимальної і незалежної роботи яких і розбиваються відповідні загінки.

В нашому випадку розмір загінки визначається за формулою:

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

де $W_{зм}$ – змінна продуктивність агрегату, ($W_{зм} = 21,35 \text{га/зм}$);

L – довжина гону, м; ($L = 800 \text{м}$)

$$C = \frac{10^4 \cdot 3 \cdot 21,35}{800} = 800 \text{м}$$

Розміри загінки потрібно узгоджувати з робочою шириною машини. Для цього визначимо кількість проходів агрегату при обробітці однієї загінки.

$$n = \frac{C}{B_p} = \frac{800}{4} = 200 \quad (3.16)$$

Кількість загінок на одному полі визначаємо за формулою

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

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

де F - площа поля, ($F = 55\text{га}$);

L - довжина гону, ($L = 800\text{м}$);

C - ширина загінки, ($C = 800\text{м}$)

$$n_3 = \frac{10^4 \cdot 55}{800 \cdot 800} = 0,86\text{шт}$$

Отже, в даному випадку поле на загінки не розділяється так як воно може бути оброблене одним агрегатом за три зміни, що є допустимим з агрономічної точки зору.

3.2. Розробка операційної технологічної карти на процес основного безполицевого обробітку ґрунту

Ефективність виробництва продукції рослинництва в значній мірі залежить від раціонального поєднання виробничих процесів, повного

використання технічних можливостей сільськогосподарських агрегатів і правильно організованого виконання кожної операції.

Операційна технологічна карта регламентує порядок виконання всіх технологічних, допоміжних і транспортних операцій та враховує сяд впливових факторів: порядок підготовки агрегату і поля до роботи, агротехнічні вимоги і умови роботи, спосіб руху і швидкісний режим, витрати палива, продуктивність агрегату, контроль якісних показників виконання процесу а також інші показники, такі як робоча довжина загінки, тривалість одного циклу, кількість циклів за зміну, технічну продуктивність за цикл, та витрати палива.

Тривалість одного циклу визначають за формулою [5]

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

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

де L_p - робоча довжина загінки, м;

ϑ_p - робоча швидкість агрегату, 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, ($L = 800$);

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

Робоча довжина загінки становить

$$L_p = 800 - 2 \cdot 20 = 760 \text{ м,}$$

а

$$T_{\text{ц}} = \frac{12 \cdot 760}{100 \cdot 8,87} + 2 \cdot 1,5 = 13,2 \text{ хв} \approx 0,221 \text{ год}$$

Технічна продуктивність одного циклу становить, га/ц

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

Значення складових, B_p , υ_p , $T_{\text{ц}}$, τ визначені в попередніх розрахунках

$$W_{\text{ц}} = 0,1 \cdot 4 \cdot 8,87 \cdot 0,221 \cdot 0,86 = 0,67 \text{ га/ц}$$

Кількість циклів у зміні

$$n_{\text{ц}} = \frac{W_{\text{зм}}}{W_{\text{ц}}} = \frac{21,35}{0,67} = 31,8 \text{ ц / зм.} \quad (3.21)$$

Витрати палива за одну зміну

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

$$Q_{зм} = Q_{га} \cdot W_{зм} = 10,9 \cdot 21,35 = 232,7 \text{ кг / зм}$$

3.2.1. Контроль основних показників якості виконання безполицевого обробітку ґрунту.

В польових умовах реальну глибину обробітку ґрунту рекомендується визначати за допомогою лінійки – стержня. Заміри виконують по діагоналі обробленого поля. Повторність замірів в межах від 15 до 25 разів. Згідно агротехнічних вимог допускається відхилення середнього значення фактичної глибини від заданої на $\pm 1,5 \div 2$ см. Також регламентується відхилення показника рівномірності глибини обробітку в межах $15 \div 20\%$ [2].

Показник розпушування ґрунту визначають ситовим аналізом. Проби відбирають на глибину обробітку. Вся навіска розпушеного ґрунту за допомогою сита розділяється на дві частини - ґрунтові агрегати розміром до 50 мм та ті які більші. Розраховується відсоток меншої фракції в загальному об'ємі навіски. За агро вимогами, агрегатів розмірами меншими за 50 мм повинно бути не менше 75...80%.

Для визначення гребенистості поверхні обробленого ґрунту користуються профіломіром чи двошметровою планкою. Заміри здійснюються поперек напрямку руху агрегату через кожні 10 см.

Профіломір чи планку для проведення замірів накладають на поле 10 – 12 разів. Середні значення висоти гребенів як і глибини впадин не повинно перевищувати $6 \div 8$ см.

Показник суцільності обробітку ґрунту та наявність огріхів визначається візуально. Наявність огріхів та несуцільність обробітку не допускається.

Операційно-технологічна карта заповнена на основі проведених розрахунків представлена в графічній частині роботи. Запропоновані зміни в технології вирощування ярого ячменю, пов'язані зі зміною способу основного

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

обробітку ґрунту та його технічного забезпечення враховані в технологічній карті (табл.3.1)

Таблиця 3.2

Технологічна карта

Культура: ярий ячмінь по непарових попередниках
Площа сівби – 100 га, урожайність –36 ц/га.
Валовий збір основної продукції – 360т, побічної продукції–360 т.

Найменування робіт	Одиниці виміру	Склад агрегату		Змінні норма виробітку	Затрати праці,л-год.		Послуги автогранспорту т/км	Електроенергія, кВт/час	Витрати пального,ц
		Трактор, комбайн	С.-г. машина, знаряддя		Тракторів, машинистів	Інших працівників			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Основний обробіток ґрунту									
Лущення стерні	га	Т-150	ЛДГ-15	58	12,04				2,0
Завантаження мін добрив	т	ЮМЗ	ПЗ-0,8	160	2,66				0,18
Транспортування м. добр.	т	ЮМЗ	ІРМГ-4	9,4	44,66				2,40
Внесення мін добрив	га	ЮМЗ	ІРМГ-4	32	21,91				1,6
Основний безвідвальний обробіток	га	Т-150	КІМ-4	21,35	32,7				10,9
За період	х	х	х	х	113,97				17,08
Передпосівний обробіток ґрунту, сівба									
Передпосівна культивування	га	Т-150	КІП-4	49	10,01				1,8
Завантаження насіння	т		вручну	8		1,26			-
Завантаження добрив	т		вручну	18		14,98			-
Транспортування насіння і добрив	т	ЮМЗ	2ПТС-4	13,5	3,85				0,12
Заправка сіялок	т		вручну	1,0		105,0			
Сівба з внесенням добрив	га	Т-150К	2 СЗП-3,6	37,72	14,79	49,98			5,12
За період	х	х	х	Х	28,65	171,2			7,04
Догляд за посівами									
Підвезення води для приготування розчину гербіцидів	т	ЮМЗ-6	ВР-3	12	17,50				0,6
Приготування робочого розчину	т	Вручну		12		17,50			
Обробіток посівів гербіцидами	га	МТЗ-80	ОВТ-1	23	30,45				2,0
За період	х	х	х	Х	47,95	17,50			2,6
Збирання врожаю									
Прокоси, обкоси	га	СК-5	ЖВН-6	16	2,17				0,18
Скошування в валки	га	СК-5	ЖВН-6	19	35,				2,94
Підбирання валків	га	ДОН-	ППТ-3	12,5	33,60				1,65
Транспортування зерна	т	Автомашина					1600		
Транспортування соломи	т	МТЗ	2ПТС-4	11,5	194,1				6,4
Скирдування	т	МТЗ	СНУ-0,5	37	60,55	242,2			3,84
Очистка зерна на току	т		ОВС-25	7,5	32,59	65,38		375	
Завантаження на автомобілі	т		ЗПС-40	60	2,80	5,60		28	
Завезення зерна в сховище	т	Автомашина					120		
Розвантаження зерна в сховищі	т	Вручну		9		18,69			
За період	х	х	х	х	360,8	331,8	1720	403	15,01
Всього за рік	х	х	х	х	551,4	520,5	1720	403	41,72

Висновки

Заміна способу обробітку ґрунту з полицевого на безполицевий дозволила підвищити продуктивність праці на 8,15га/зм, знизити затрати праці на 74,7 люд. год. на 100га, а також зменшити витрати пального на 4,7 ц. на 100 га площі.

4. Інженерна частина

4.1. Обладнання та принцип дії культиватора

Універсальний комбінований культиватор призначається для виконання основного безвідвального до 20 см та поверхневого до 15 см обробітку ґрунтів, як в осінній так і в весняний період, а також закриття в ґрунт мінеральних добрив та пестицидів.

Агрегатується культиватор з тракторами тягового класу 3-5, спосіб агрегування – причіпний, допускається експлуатуватися на полях з ухилом до 8° на ґрунтах різних за механічним складом, абсолютна вологість яких не перевищує 27% а твердість 3,5 МПа.

Причіпний універсальний культиватор КПМ-4 представляє собою рамну конструкцію з трирядним рівномірним розташуванням робочих органів і складається з таких основних частин: рами - 1, приєднувального пристрою - 2, універсальних культиваторних лап на жорстких стояках – 3, дискових котків, як додаткових робочих органів – 4, закріплених до рами через кронштейни – 5, пневматичних опорно-регулювальних коліс – 6, гідроциліндра механізму переведення культиватора з робочого в транспортне положення – 7, телескопічної тяги регулювання положення причіпного пристрою по висоті - 8, траверси – 9, механізму регулювання глибини обробітку – 10 і гідравлічної системи - 11 (рис.4.1).

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

Рама культиватора – зварна конструкція з пустотілих брусів (труб) прямокутного поперечного перетину різних розмірів.

З'єднують культиватор з трактором за допомогою снічі, на якій прикріплено телескопічну тягу для регулювання залежно від висоти снічі на різних марках тракторів. Страховий ланцюг снічі необхідний для запобігання на випадок аварійного від'єднання культиватора від трактора.

Габарити культиватора в транспортному положенні менші 4,4 м, що передбачено правилами дорожнього руху і забезпечує безпечне транспортування культиватора по шляхах загального призначення.

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

Функції механізмів регулювання глибини ходу виконують гвинтові пари, які встановлені безпосередньо над кронштейнами коліс. При закручуванні чи викручуванні гвинта міняється діапазон максимальної висоти на яку можуть підніматися колеса відносно площини рами, а отже і відносно розташування робочих органів. Чим вище піднімаються колеса тим більша глибина обробітку ґрунту. Один повний оберт гвинта забезпечує зміну глибини обробітку на 15 мм.

Основними робочими органами культиватора є універсальні стрілочасті лапи з шириною захвата 420 мм. Вони індивідуально закріплені на жорстких стояках і мають можливість змінювати кут входження ґрунт від 0 до 3° залежно від стану ґрунту.

До заднього бруса рами, з метою інтенсивного розпушування поверхневих шарів ґрунту та вирівнювання поверхні поля, за допомогою кронштейнів закріплюють додаткові робочі органи. Функції додаткових робочих органів можуть виконувати звичайні середні та важкі зубові борони, борони з плоскими зубами встановленими під тупим кутом входження в ґрунт, різні види котків.

Враховуючи природні та ґрунтові умови використання культиватора пропонуємо використовувати в якості додаткових робочих органів оригінальні дискові котки. Загальна будова таких котків, а також конструкційні рішення по їх

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

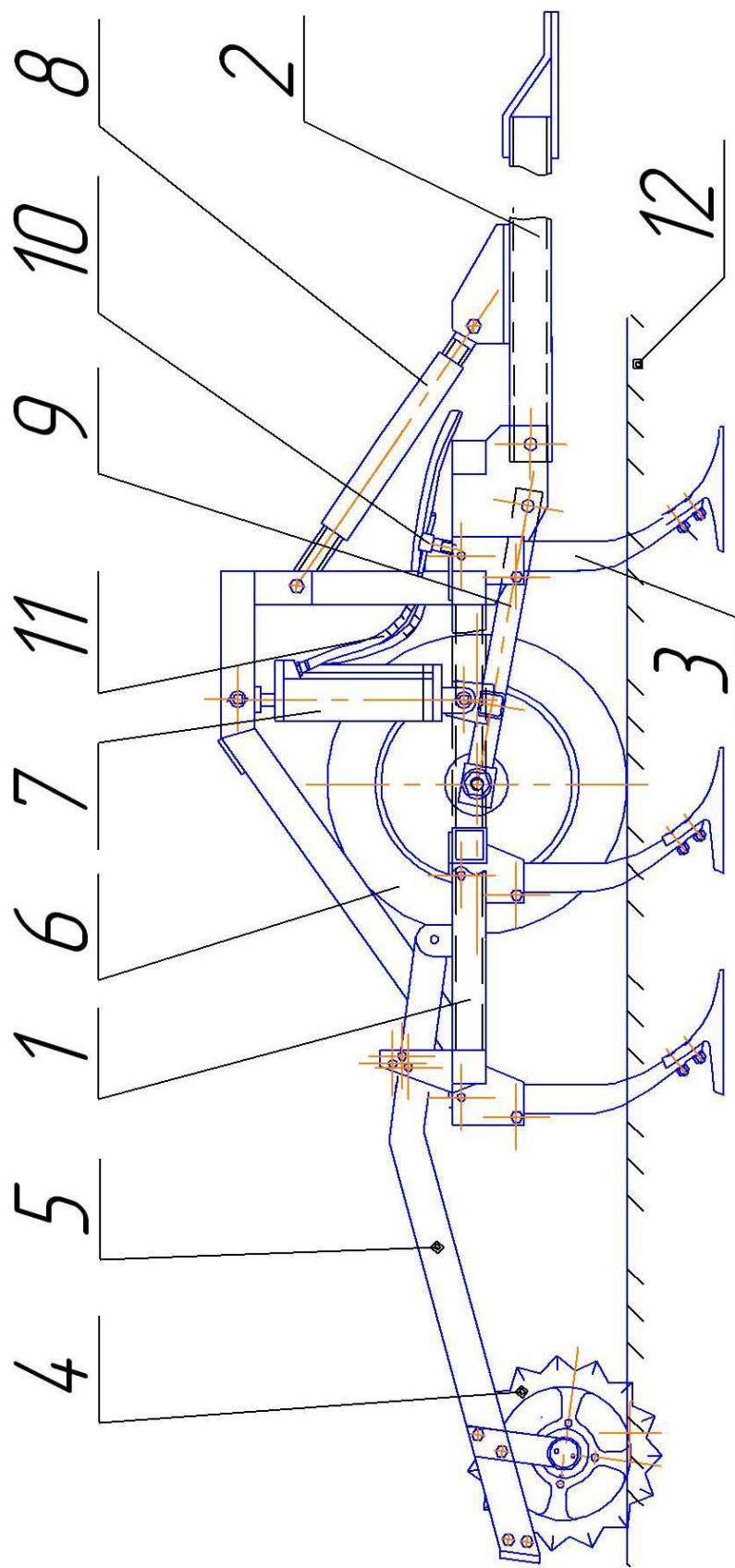


Рис. 4.1 Функціональна схема культиватора КПМ-4

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КПМ 00.000.ПЗ

Арк.

30

адаптації до загальної будови культиватора розроблені і представлені в графічній частині роботи.

4.2 Технічна характеристика

Продуктивність агрегату за 1 год. основного часу, га\ч	4,8
Робоча швидкість руху агрегату км/год, до	12
Глибина обробітку ґрунту, см , до	20
Коефіцієнт використання робочого часу	0,86
Кількість робочого персоналу, чол	1
Гарантований термін експлуатації культиватора (крім основних робочих органів), місяців	24
Термін експлуатації, років	8
Середнє напрацювання на відмову, год	80
Час технічного обслуговування (щозмінний), год	0,15
Маса культиватора, кг	1300
Маса культиватора з додатковими робочими органами	1612
Дорожній просвіт при транспорті, мм	300
Транспортна швидкість, км/год, до	20

4.3. Принцип дії культиватора

Виконання технологічного процесу розпочинається з того, що механізатор спрямовує агрегат на початок загінки , важелем гідро розподільника спрямовує мастило з гідравлічної системи культиватора в резервуар трактора. При цьому культиватор під дією власної ваги опускається до контакту стрілочастих лап з поверхнею поля. Після цього ґрунтообробний агрегат розпочинає робочий хід. Стрілочасті лапи культиватора під дією його маси заглиблюються в ґрунт на

глибину передбачену механізмом регулювання. При зануренні лап на половину глибини обробітку в роботу вступають дискові котки. При переміщенні культиваторних лап на певній глибині, вони підрізають шар ґрунту і частково розпушують його. При виконанні поверхневого обробітку лапи одночасно з розпушуванням ґрунту підрізають бур'яни. Розташовані позаду робочі органи додатково розбивають крупні грудки і розпушують поверхневі шари ґрунту, вирівнюють поверхню поля.

Виконання технологічного процесу основного та поверхневого обробітку ґрунту має свої особливості, тому для забезпечення якісного обробітку ґрунту на культиватор можуть встановлюватися різні культиваторні лапи. В більшості випадків, для основного обробітку використовують універсальні стрілчасті лапи

з кутом кришення до 28° , а для поверхневого чи передпосівного – полільні лапи з кутом кришення до 15° .

4.4. Технологічні розрахунки

4.4.1. Розрахунок котка

З метою додаткового більш інтенсивного розпушування поверхневих шарів ґрунту, а також часткового вирівнювання поверхні поля розпушеного важкими культиваторними лапами до заднього бруса рами культиватора закріплені дискові котки.

Відомо, що опір, який чинить коток перекочуванню по ґрунту є прямо пропорційним тиску та зворотно пропорційний радіусу даного котка [6,7]

$$F = fN/r \quad (4.1)$$

де f - коефіцієнт тертя кочення;

N - сила нормального тиску;

r - радіус котка.

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

Для нормальної роботи котка, при перекочуванні його по поверхні обробленого лапами поля, необхідно, щоб кут обхвату його ґрунтом становив не більше 20° , але враховуючи задачі та умови роботи саме даного котка, диски якого працюють в уже попередньо розпушеному ґрунті і повинні не стільки ущільнювати його, а розрізати і додатково подрібнювати крупні грудки, то кут обхвату ґрунтом може бути значно більшим і становити до 60° і більше.

Згідно розрахункової схеми (рис. 4.2,а)

$$\cos \alpha = 1 - \frac{2a}{D} \quad (4.2)$$

де a - глибина прогрузання котка в ґрунт (припускаємо $a = 45\text{мм}$);

D – діаметр котка.

За даними глибини проникнення котка в ґрунт та кутом обхвату можна розрахувати його мінімальний діаметр

$$D \geq \frac{2a}{1 - \cos \alpha} \quad (4.3)$$

Підставивши наявні значення, отримуємо

$$D \geq \frac{2 \cdot 45}{1 - \cos 60^\circ} = 450 \text{ мм}$$

Приймаємо значення $D = 470 \text{ мм}$

Зминання ґрунту при перекочуванні котка відбувається за умови (рис.4.3. б)

$$F_1 + F_2 \cdot \cos \alpha \geq P_1 \quad (4.4)$$

Важливою умовою роботи котка є можливість його перекочування без нагромадження ґрунту перед дисками. Це можливо при виконанні умови

$$\alpha \leq \varphi_1 + \varphi_2 \quad (4.5)$$

де φ_1 та φ_2 - кути тертя при дії сил F_1 та F_2 .

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

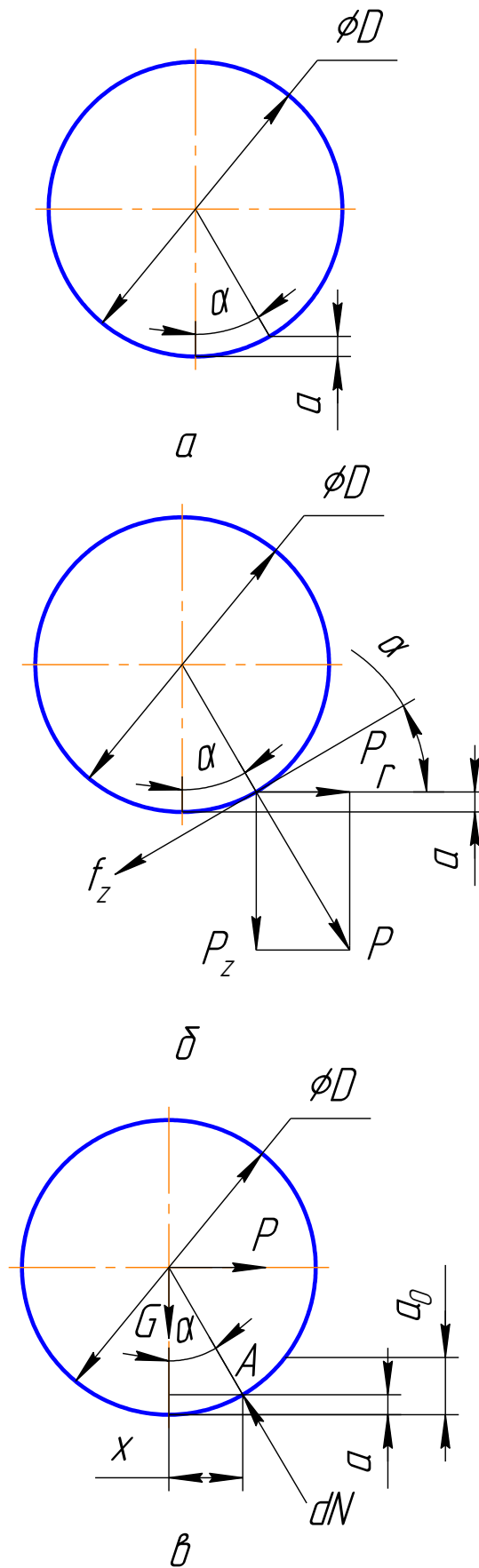


Рис.4.2 - Схема дії сил на коток в робочому стані

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КПМ 00.000.ПЗ

Арк.

34

Знаючи діаметр котка та кути тертя φ_1 і φ_2 , можна розрахувати максимальний розмір грудок, через які коток може пройти без їх накопичення. Даний розмір визначається за формулою

$$\operatorname{tg}(\varphi_1 + \varphi_2) \geq \frac{2\sqrt{aD - a^2}}{D - 2a} \quad (4.6)$$

Масу котка G (рис.4.3, в) визначаємо з формули

$$G = \frac{2}{3}q_0 B \sqrt{Da_0^3} \quad (4.7)$$

де q_0 - коефіцієнт об'ємної деформації ґрунту, 0,3 кгс/см²;

B – ширина захвату котка, см;

a_0 - глибина зминання ґрунту, см.

Конструкційну ширину котка обираємо з урахуванням загальної вимоги копіювання ґрунту по всій ширині робочої машини, Згідно вимог, ширина одного конструкційного елемента (робочого органу) не повинна перевищувати 2 м. (з конструкційних міркувань приймаємо $B=1,3$ м)

Для визначення зусилля, що витрачається на перекочування котка залежно від його розмірів та властивостей ґрунту прийнято використовувати формулу виведену в працях Грандвуазе та підтверджену Горячкіним [5,6]

$$P = K^{1/3} \cdot \sqrt[3]{\frac{G^4}{BD^2}} \quad (4.8)$$

де P - зусилля на перекочування котка;

K - коефіцієнт, який враховує властивості ґрунту;

G - маса котка;

D - діаметр дисків котка;

B – конструкційна ширина котка.

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

Для попередньо розпушеного ґрунту рекомендоване значення коефіцієнту становить $K=0,02$.

Питомий опір ґрунту перекочуванню котка є пропорційний його прогризанню в ґрунт

$$q = q_0 \cdot a_0 \quad (4.9)$$

Зусилля перекочування котка визначають з формули

$$P = 0,86 \cdot \sqrt[3]{\frac{G^4}{q_0 B D^2}} \quad (4.10)$$

Після підстановки значень, отримаємо

$$P = 0,86 \cdot \sqrt[3]{\frac{104^4}{0,3 \cdot 130 \cdot 47^2}} = 111 \text{ кгс або } 1110 \text{ Н}$$

4.5. Розрахунок механізму транспортного положення культиватора

Реакції на колесах та серзі причепа визначимо користуючись схемою сил (рис.4.4)

Рівнодіюча сил, що діють на культиватор представляє собою суму складових

$$F = G + Q + Q_1 \quad (4.11)$$

де G - маса культиватора;

Q - маса ґрунту, який знаходиться над робочими органами;

Q_1 - зусилля, яке витрачається на відділення шару ґрунту від загального масиву.

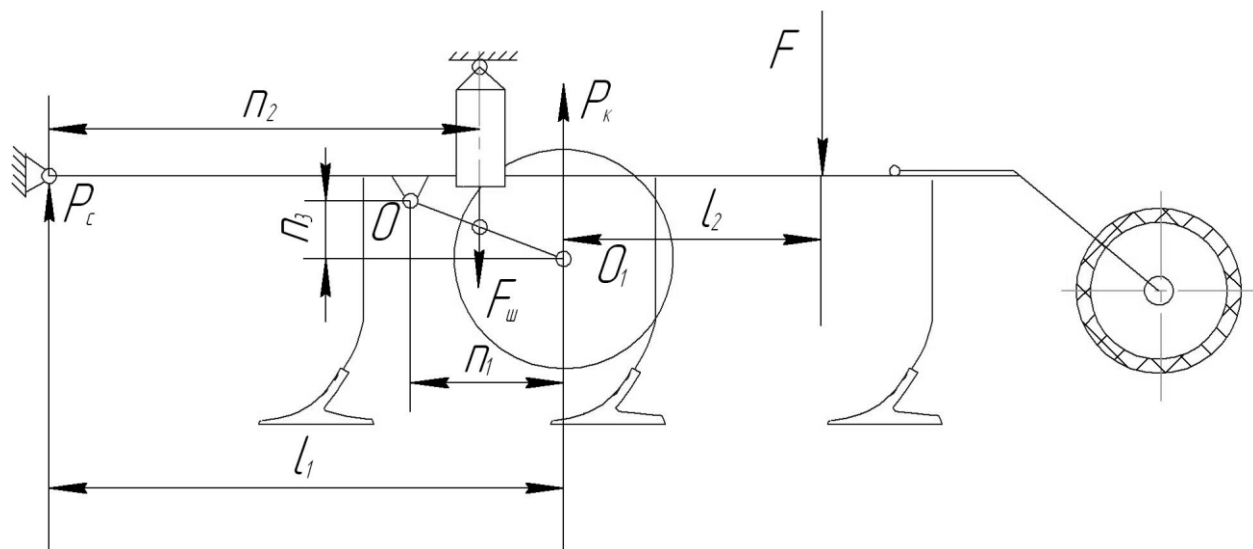


Рис. 4.4. Схема механізму переведення культиватора в транспортне положення

Маса ґрунту, яка знаходиться над робочими органами визначається як

$$Q = a \cdot v^2 \cdot \text{ctg} \alpha \gamma \cdot q \cdot n / 2 \quad (4.12)$$

де a - глибина обробітку ґрунту;

v - ширина захвату однієї лапи;

n - кількість лап на культиваторі;

q - питома маса ґрунту.

Зусилля, яке необхідно для відриву шару ґрунту приблизно дорівнює масі даного ґрунту

$$Q \sim Q_1$$

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

Підставивши решту значень, отримаємо

$$F = 1610 + 2(0,20 \cdot 0,42^2 \cdot 1,38 \cdot 1500 \cdot 11 / 2) = 2413,3 \text{ кг} = 24133 \text{ Н}$$

Маючи значення рівнодіючої F , можна розрахувати реакції на серві причепа та колесах

$$P_k = F(l_1 + l_2) / l_1 \quad (4.13)$$

$$P_c = F \cdot l_2 / l_1 \quad (4.14)$$

Взявши довжину плечей з креслень загального вигляду і підставивши значення, отримаємо

$$P_k = 24133 (2900 + 520) / 2900 = 28460 \text{ Н}$$

$$P_c = 24133 / 2900 \cdot 520 = 4327 \text{ Н}$$

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

$$F_{ш} = [(P_k - G_k) \cdot n_1 - P_k \cdot f \cdot n_3] / n_2 \quad (4.15)$$

де G_k – вага двох коліс;

f – коефіцієнт опору коліс, приймаємо $f = 0,15$

Тоді отримаємо

$$F_{ш} = [(28460 - 1400) \cdot 0,8 - 28460 \cdot 0,15 \cdot 0,26] / 2,2 = 9335 \text{ Н}$$

За отриманим значенням $F_{ш}$ обираємо для піднімання культиватора гідроциліндр Ц-100х200 для якого зусилля виштовхування штока становить 18500 Н.

Коефіцієнт запасу зусилля виштовхування становить

$$\Delta = \frac{18500}{9335} = 1,98,$$

Який є достатнім для забезпечення надійної роботи культиватора.

4.6. Розрахунок робочих органів

Лапи для розпушування ґрунту на культиваторі розташовані у три ряди.

Оптимальна відстань між рядами визначається як

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

$$L = v/\operatorname{tg}[90^\circ - (\gamma + \varphi^1)] \quad (4.16)$$

де γ - половина кута розтину лез лапи;

φ^1 - кут тертя ґрунту по крилу лапи, приймаємо $\varphi^1 \approx 25^\circ$;

v – ширина захвату лапи.

Враховуючи те, що культиватор може використовуватися для поверхневого обробітку при якому леза лап контактуватимуть з кореневою системою бур'янів то спробуємо визначити значення кута розхилу крил лапи [5,6,7].

Розглянемо схему взаємодії лапи з коренем бур'яну (рис.4.5). Корінь, який контактує з лезом, перебуває під дією сил R та Q і незначною лобовою силою, яка спричиняє ковзання кореня вздовж леза. Умовою ковзання є, проходження рівнодіючої сили P складових R та Q поза кутом φ тертя кореня об лезо лапи.

Вектор сили Q складає кут γ відносно леза лапи.

Крайнім станом дії сили P є стан, коли вона ще спрямована по лінії $a - a$, тобто

$$\gamma = 90^\circ - (\varphi + \beta) \quad (4.17)$$

де β – кут між рівнодіючою силою P та напрямком руху лапи.

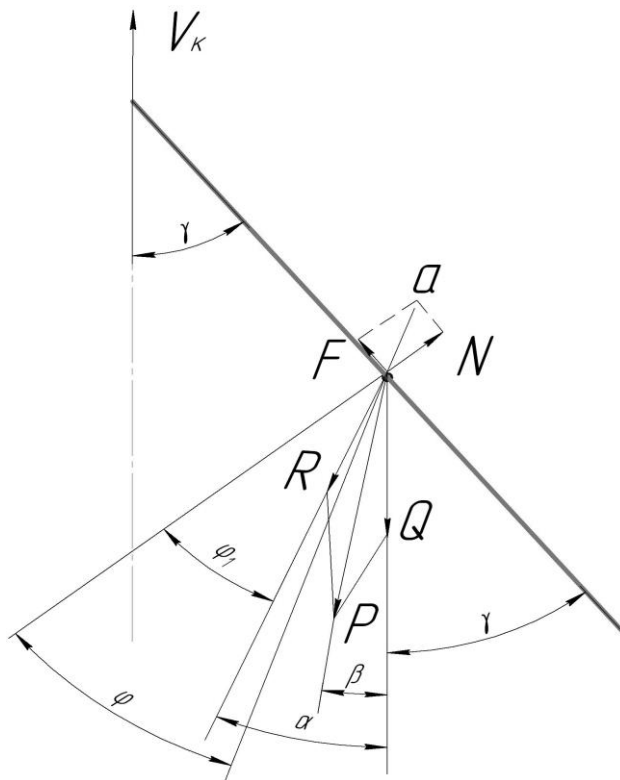


Рис.3.5 – Схема взаємодії кореня рослини з лезом лапи

Якщо припустити, що $R = Q$, тоді

$$\beta = \alpha/2 \quad (4.18)$$

де α - кут між векторами сил R та Q .

При крайньому стані дії сили R

$$\beta = \varphi - \varphi^1, \text{ тоді } \gamma = 90^\circ - (2\varphi - \varphi^1) \quad (4.19)$$

де φ^1 - кут внутрішнього тертя ґрунту об ґрунт, рекомендовано $\varphi^1 = 30^\circ$

Лінія $a - a$ є межею кута тертя φ . Для забезпечення різання з ковзанням повинна виконуватися умова

$$\gamma \leq 90^\circ - (2\varphi - 30^\circ) \quad (4.20)$$

З дослідних даних кут тертя бур'яну об лезо, становить $\varphi = 45^\circ$, тоді

$$\gamma \leq 90^\circ - (2 \cdot 45^\circ - 30^\circ) = 30^\circ, \quad (4.21)$$

$a \quad 2\gamma = 60^\circ$

При більшому значенні кута рослинні рештки та коріння бур'янів будуть затримуватися на лезах лапи, що унеможливилюватиме виконання технологічного процесу. При зменшенні кута 2γ зменшиться конструкційна ширина захвату лапи, що призведе до збільшення кількості стояків лап на культиваторі і виникне небезпека забивання простору між самими стояками.

Враховуючи те, що культиватор обладнується додатковими робочими органами для забезпечення заданого ступеня кришення ґрунту, та з метою зменшення кількості стояків і загального опору робочих органів приймаємо для культиватора лапу з шириною захвату 420мм.

$$B = 420 \text{ мм.}$$

Тоді відстань між рядами лап становитиме

$$L = 420 / \tan[90^\circ - (30^\circ + 25^\circ)] = 600 \text{ мм або } 0,6 \text{ м}$$

З конструкційних міркувань при розташуванні лап у три ряди приймаємо $L = 700 \text{ мм.}$

Визначимо необхідне перекриття між лапами

$$C = L \cdot \tan \delta \quad (4.22)$$

де δ – кут на який випадково може відхилення культиватор від прямої лінії, рекомендоване значення $\delta = 4^\circ$

тоді $C = 0,7 \cdot \tan 8^\circ \approx 0,05 \text{ м} = 50 \text{ мм}$

Загальна кількість робочих органів на культиваторі

$$n = (B - c) / (b - c) \quad (4.23)$$

Підставивши розраховані значення, отримуємо

$$n = (4000 - 50) / (420 - 50) = 10,68$$

Приймаємо кількість лап $n = 11.$

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

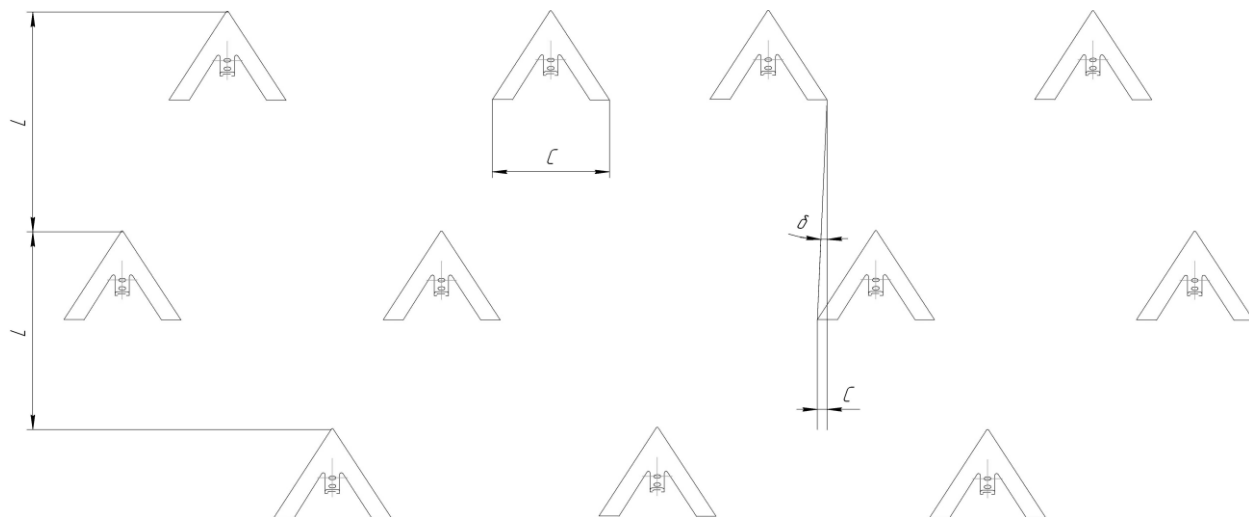


Рис. 4.6. Схема розташування лап на рамі культиватора

Схему розташування лап на рамі культиватора (рис.4.6.) вибираємо з урахуванням загальної ширини захвату та конструкційних особливостей розміщення інших механізмів та вузлів.

4.7. Кінематичні розрахунки

З метою перевірки забезпечення необхідного дорожнього просвіту і можливої взаємодії названих механізмів та з урахуванням кількості та розташування робочих органів і конструкції механізму переведення культиватора з робочого в транспортне положення побудуємо кінематичну схему культиватора.

Побудова кінематичної схеми розпочинається з встановлення відстані L від носків лап передніх робочих органів до точки приєднання культиватора до трактора та висоти H від точки приєднання причепа до леза робочих органів (рис. 4.7.) [6].

Ці параметри, а також величина рівнодіючої сил опору P впливають на стійкість ходу і заглиблення робочих органів.

Значення L та H необхідно вибрати такими, щоб при мінімальному значенні кута нахилу ψ вектора сили P до горизонтальної площини утворився позитивний момент відносно точки приєднання причепа, тобто

$$M_{\min} = P \cdot l > 0 \quad (4.24)$$

Для стрілочастих лап кут ψ нахилу рівнодіючої дорівнює 20° . Для всіх рядів культиваторних лап приймаємо однакове значення кута ψ .

Відстань h від точки перетину рівнодіючої з стрілачкою лапою до її нижньої площини складає $0,2 a$. Так, при глибині розпушування лапою в 200 мм

$$h = 0,2 \cdot 200 = 40 \text{ мм.}$$

Щоб виконувалася умова (4.24), значення L повинно бути найбільшим, а H – найменшим. Від величини L залежить стійкість ходу робочих органів в поздовжньо – вертикальній площині, а від величини H – прохідність ґрунтово-рослинної маси під конструкційними елементами рами та іншими механізмами.

Згідно технічних характеристик трактора Т -150, попередньо обраного для агрегування культиватора, значення $H = 500$ мм.

Для стійкого ходу при транспортуванні культиватора по шляхах загального користування, відстань L повинна бути не менше половини ширини захвату культиватора, тобто >2000 мм.

Приймаємо значення L з урахуванням розташування сніці та лап 2000 мм.

Таким чином виконується умова $L \geq 2H$

Колеса відносно лап повинні бути розташовані так, щоб у робочому стані вони знаходились перед зоною деформації ґрунту і не контактували з ним. Для цього повинна виконуватися умова

$$b \geq 2a \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi^1) + 60 \dots 100 \quad (4.25)$$

де b - відстань від носків лап до осі коліс;

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

α – кут підйому лапи;

φ^1 – кут тертя ґрунту об метал;

60...100 – величина вдавлювання коліс у ґрунт.

Підставивши значення, отримуємо

$$b \geq 2 \cdot 200 \cdot \operatorname{tg}(10 + 25) + 80 = 360 \text{ мм}$$

Приймаємо $b = 360$ мм.

Довжина кронштейна вісі коліс визначається як

$$L_0 = [H + H_{\text{п}} - (a + D/2)] / \cos \beta_1 \quad (4.26)$$

де $H_{\text{п}}$ – висота підшипника;

a – максимальна глибина обробітку ґрунту;

D – діаметр коліс;

β_1 – кут, який утворює кронштейн колеса в робочому стані з вертикальною віссю.

Згідно дослідних даних кут β_1 не повинен бути більше 85° .

Висота підшипника

$$H_{\text{п}} = (m + d_0) / 2 + 15 \dots 20 \quad (4.27)$$

де m - розмір бруса рами;

d_0 - діаметр вісі.

З креслень культиватора розміри: $m = 80$ мм, $d_0 = 100$ мм.

Тоді

$$H_{\text{п}} = (80 + 100) / 2 + 20 = 110 \text{ мм}$$

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

Приймаємо $H_{\pi} = 110$ мм.

Довжина кронштейна складає

$$L_0 = [500 + 110 - (200 + 840/2)] / \cos 83^\circ = 738,5 \text{ мм}$$

Для забезпечення більш стійкої роботи культиватора приймаємо $L_0 = 800$ мм.

Згідно рекомендацій, щоб запобігти підкочуванню вісі колеса при транспортуванні кут β_2 повинен бути не менше 22° .

$$\beta_2 = \beta_1 + \arccos [(H - h_1) / \sqrt{H^2 + L^2}] - \arccos (H / \sqrt{H^2 + L^2}) \quad (3.50)$$

Підставивши необхідні значення параметрів, знаходимо

$$\beta_2 = \beta_1 + \arccos [(500 - 450) / \sqrt{500^2 + 2000^2}] - \arccos (500 / \sqrt{500^2 + 2000^2}) = 29^\circ 42'.$$

Отже культиватор матиме стійке положення при транспортуванні.

4.8. Розрахунки на міцність

4.8.1. Розрахунок стійки культиваторної лапи

Розрахуємо стійку лапи на згин. Небезпечним є перетин стійки - А-А.
(рис.4.8) [9,10]

Діюче на культиваторну лапу зусилля R_{zx} при розрахунках перетину стійки слід подвоювати, щоб урахувати нерівномірність навантаження.

$$M_3 = 2 \cdot R_{zx} \cdot H^1 \quad (4.28)$$

де - $R_{zx} = R_x / \cos \varphi$ або

$$R_{zx} = q \cdot B / n \cdot \cos \varphi \quad (4.29)$$

де - R_x - горизонтальна рівнодіюча сила;

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

φ - кут нахилу рівнодіючої сили до горизонту, який дорівнює 20° ;

q - опір, який приходить на 1 м ширини захвату культиватора.

Згідно попередніх розрахунків $q = 400$ кг/м;

B – ширина захвату культиватора, м, $B=4$ м;

n – кількість робочих органів, $n = 11$ шт.

Підставивши (52) в (51) отримуємо

$$M_3 = (q \cdot B / n \cdot \cos \varphi) \cdot 2 \cdot H^1 \quad (4.30)$$

Підставивши значення, отримаємо величину моменту згину

$$M_3 = (400 \cdot 4 / 11 \cdot \cos \varphi) \cdot 2 \cdot 0,56 = 153,08 \text{ кг м} = 1530,8 \text{ Нм}$$

Визначимо необхідний перетин стійки, враховуючи, матеріал виготовлення сталь Ст 5 Гпс з $\delta = 1600 \text{ кг/см}^2$.

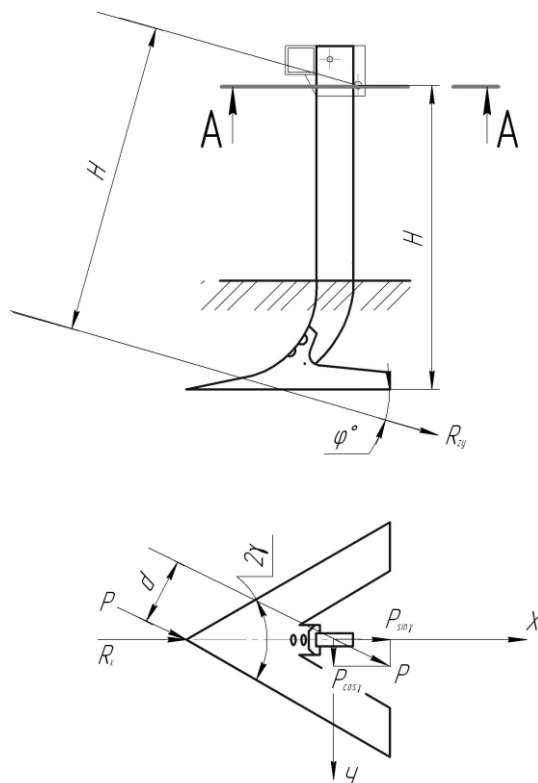


Рис. 4.8. – Схема для розрахунку стійки лапи

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КПМ 00.000.ПЗ

Арк.

47

Тоді

$$W = Mz/\delta = 153,08 \cdot 10^2 / 1600 = 14,64 \text{ см}^3$$

З урахуванням досвіду використання робочих органів подібного призначення приймаємо ширину стійки $\delta=3$ см, тоді її довжина становитиме

$$a = 6W/\delta^2 = 6 \cdot 14,64 / 3^2 = 9,76 \text{ см}$$

З урахуванням значного запасу міцності закладеного у вихідних даних для розрахунків, приймаємо стандартне значення $a \times \delta = 30 \times 70$ мм.

Проведені технологічні, силові, енергетичні та розрахунки на міцність підтверджують можливу працездатність конструкції культиватора з дисковими котками з урахуванням внесених змін.

5. Охорона праці

Аналіз технологічних процесів в сільськогосподарському виробництві свідчить, що воно залишається однією з найбільш травмонебезпечних галузей в народному господарстві України. Стан умов виробництва і безпеки праці в галузі рослинництва також можна характеризувати як незадовільний. Ризик отримати травму чи професійне захворювання в Україні поки – що значно вищий, ніж у розвинутих країнах.

Однією з причин досить високого рівня виробничого травматизму в сільському господарстві є низький рівень професіоналізму працівників з питань охорони праці, а отже і рівень подання навчального матеріалу та ступінь досконалості галузевих нормативно-правових актів з охорони праці, формальне проведення інструктажів та інших видів навчання призваних запобігти виникненню небезпечних та шкідливих факторів [11].

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

5.1. Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів, які можуть виникнути під час експлуатації важкого комбінованого культиватора

При експлуатації модернізованого важкого комбінованого культиватора можуть виникати небезпечні та шкідливі, для обслуговуючого персоналу, та присутніх фактори:

- наявність самої робочої машини, а також її частин і механізмів, які приймають участь у будь якому русі (піднімаються, опускаються, обертаються);
- шум та вібрації, які супроводжують виробничий процес (виникає внаслідок роботи несправного двигуна трактора, при рухові по полю з нерівною поверхнею);
- збої при виконанні певних маніпуляцій з робочою машиною (при переведенні культиватора із робочого положення в транспортне і навпаки;
- підвищена засміченість, надмірний рівень запилення в робочій зоні механізатора; іншого обслуговуючого персоналу
- наслідки неякісного виготовлення окремих вузлів та деталей, чи набуті в процесі експлуатації часткові пошкодження конструкційних елементів, які можуть бути джерелом травмування як і самі робочі органи (наявність гострих кромek, різальних та шорстких поверхонь деталей та інших елементів конструкції);
- непередбачувані чи ймовірні явища, які можуть виникати при виконанні технологічного процесу (вихід з ладу окремих деталей машини, забивання робочих органів рослинно-ґрунтовою масою;
- робота з різними паливно-мастильними матеріалами в процесі заправки засобів агрегування та технічному обслуговуванні культиватора та трактора;
- пожежонебезпека у всіх її видах, від загорання енергетичних засобів до загорання різних матеріалів на поверхні поля при проведенні ремонтних зварювальних робіт та ін.

5.2. Заходи по створенню нормальних та нешкідливих умов праці.

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

Для захисту обслуговуючого персоналу від дії названих вище шкідливих факторів, які виключають дію пилу та газів передбачено встановлення в кабіні трактора пилевідокремлювача, який очищує повітря.

Для надання допомоги при незначних травмуваннях агрегат укомплектований футляром для аптечки першої медичної допомоги, термосом для питної води ємкістю 3 л, регульованим дзеркалом заднього виду, пристосуванням для зберігання верхнього одягу механізатора. Рівень зовнішніх шумів від роботи агрегату згідно технічних характеристик не повинен перевищувати 85 дБА.

Компонування вузлів та механізмів культиватора забезпечує необхідний і безпечний огляд як при роботі так і при транспортуванні: загальної зони огляду, важливих елементів конструкції від яких залежить працездатність агрегату та які вимагають періодичного візуального контролю при виконанні обробітку ґрунту, орієнтирів руху (межі з обробленою частиною поля), елементів конструкції причіпних пристроїв культиватора та трактора.

5.3. Інструкція з охорони праці при експлуатації культиватора

Для забезпечення безпечних умов експлуатації важкого комбінованого культиватора та запобігання нещасних випадків забороняється:

- виконувати технологічний процес на швидкостях агрегату більше 15 км/год;
- знаходитися в зоні працюючого агрегату на відстані менше 5 м;
- навіть при тимчасових зупинках для огляду чи з інших причин залишати культиватор в піднятому стані;
- проводити очищення робочих органів культиватора, будь який ремонт чи окремих вузлів під час руху агрегату, а також на зупинках при працюючому двигуні трактора;

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

- знаходитися біля культиватора стороннім особам під час переведення культиватора в робоче чи транспортне положення, виконанні регулювань пов'язаних з енергетичним засобом;

- транспортувати культиватор без світлоповертачів в час доби з недостатнім природнім освітленням.

Ремонтні роботи і технічне обслуговування, виконувати тільки при відчепленому та встановленому на опори або опущеному на землю культиваторі при непрацюючому двигунові трактора.

Транспортування культиватора по поганих дорогах, містках наявних інших перешкодах дозволяється на швидкості до 5 км/год.

Для забезпечення переведення культиватора одним механізатором із робочого положення в транспортне і навпаки, необхідно провести попереднє налагодження причіпного пристрою трактора згідно з рекомендаціями, викладеними в інструкції по експлуатації.

Для запобігання самовільного опускання культиватора при транспортуванні, причіпна система трактора повинна бути зафіксована спеціальним механічним пристроєм.

Загальні висновки

На основі проведених перевірочних розрахунків по обґрунтуванню складу машинно–тракторного агрегату, режимів та характеристик його роботи, а також в порівнянні з характеристиками роботи базових ґрунтообробних агрегатів встановлена можливість використання для проведення основного обробітку ґрунту трактора Т-150 зі спеціальним модернізованим культиватором КПМ-4. Відповідні зміни внесені в запропоновану удосконалену технологію вирощування ярого ячменю та розроблена операційна технологічна карта на основний безвідвальний обробіток ґрунту.

Для покращення якісних показників роботи вказаного культиватора пропонується в якості додаткових робочих органів використовувати дискові

					КПМ 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

котки оригінальної конструкції.

В цілому якість кришення поверхневих шарів ґрунту запропонованими та адаптованими до роботи в складі базового культиватора дисковими котками повинна бути значно вища ніж у звичайних і в реальних виробничих умовах може знаходитись в межах 60...80% залежно від механіко-технологічних властивостей ґрунтового середовища.

В інженерній частині роботи розроблена конструкторська документація на виготовлення дискових котків та додаткового обладнання для їх з'єднання з рамою культиватора.

Проведені технологічні, силові, кінематичні та міцнісні розрахунки підтверджують можливу працездатність запропонованих конструкційних змін.

В розділі з охорони праці проведений аналіз можливих небезпечних та шкідливих факторів, які можуть виникати при експлуатації модернізованого культиватора та розроблені рекомендації щодо його безпечної експлуатації.

Заміна способу обробітку ґрунту з полицевого на безполицевий та застосування нового технічного забезпечення дозволила підвищити продуктивність праці на 8,15га/зм, знизити затрати праці на 74,7 люд. год. на 100га, а також зменшити витрати пального на 4,7 ц. на 100 га площі.

Список використаної літератури

1. Науково-обґрунтована система ведення агропромислового виробництва в Кіровоградській області. / ISBN966-383-042-5. Кіровоградський інститут АПВ УААН, 2005,265с
2. Гречкосій В.Д. Комплексна механізація виробництва зерна. – К.: Урожай, 1991. –213 с.

					КПМ 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

3. 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.

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

5. 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.

6. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування. Кн. 1. Машини для рільництва / П.В. Сисолін, В.М. Сало, В.М. Кропівний; За ред. Черновола М.І. К.: Урожай, 2001. 382 с.

7. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. Т.1; Ч.1: Машини та знаряддя для обробітку ґрунту. Харків: ОКО, 2001. 444 с.

8. 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.

9. Гайдамака А.В. Деталі машин. Основи теорії та розрахунків: навч. посібник для студ. машинобуд. спец. усіх форм навчання / А.В. Гайдамака. Харків : НТУ «ХПІ», 2020. 275 с.

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

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

					КПМ 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

ДОДАТКИ

					КПМ 00.000.ПЗ	Арк.
						54
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Технологічна карта

Культура: ярий ячмінь по непарових попередниках
Площа сівби – 100 га, урожайність – 36 ц/га
Валовий збір основної продукції – 360 т, побічної продукції – 360 т

Найменування робіт	Одиниці виміру	Склад агрегата		Змінна норма виробітку	Затрати праці, л-год		Послуги автотранс-порту, грн/км	Електро-енергія, кВт/год	Витрати пального, ц
		трактор, комбайн	с.-г.машина, знаряддя		трактористів, машинистів	інших працівників			
Основний обробіток ґрунту									
Лущення стерні	га	Т-150	ЛДГ-15	58	12,04				2,0
Забантаження мінеральних добрив	т	ЮМЗ-6/1	ПЗ-0,8	160	2,66				0,18
Транспортування мінеральних добрив	т	ЮМЗ-6/1	1РМГ-4	9,4	44,66				2,40
Внесення мінеральних добрив	га	ЮМЗ-6/1	1РМГ-4	32	21,91				1,6
Основний безвідвальний обробіток	га	Т-150	КПМ-4	21,35	32,7				10,9
За період					113,97				17,08
Передпосівний обробіток ґрунту									
Передпосівна культивування	га	Т-150	КПГ-4	49	10,01				1,8
Забантаження насіння	т	вручну		8		1,26			-
Забантаження добрив	т	вручну		18		14,98			-
Транспортування насіння і добрив	т	ЮМЗ-6/1	2ПТС-4	13,5	3,85				0,12
Заправка сідалок	т	вручну		10		105,0			
Сідба з внесенням добрив	га	Т-150К	2 СЗ-3,6	37,72	14,79	4,9,98			5,12
За період					28,65	171,2			7,04
Догляд за посівами									
Підвезення вайи для приготування розчину гербіцидів	т	ЮМЗ-6	ВР-3	12	17,50				0,6
Приготування робочого розчину	т	вручну		12		17,50			
Обробіток посівів гербіцидами	га	МТЗ-80	ОП-2000	23	30,45				2,0
За період					47,95	17,50			2,6
Збирання врожаю									
Прокося, обкоси	га	СК-5	ЖВН-6	16	2,17				0,18
Скошування в валки	га	СК-5	ЖВН-6	19	35				2,94
Підбирання валків	га	ДОН-1500	ППТ-3	12,5	33,60				1,65
Транспортування зерна	т	Автомобіль					1600		
Транспортування солом	т	МТЗ-80	2ПТС-4	11,5	194,1				6,4
Скруднування	т	МТЗ-80	СНУ-0,5	37	60,55	242,2			3,84
Очистка зерна на току	т		ОВС-25	7,5	32,59	65,38		375	
Забантаження на автомобіль	т		ЗПС-40	60	2,80	5,60		28	1,50
Завезення зерна в сходище	т	Автомобіль					120		
Розвантаження зерна в сходищі	т	вручну		9		18,69			
За період					360,8	331,8	1720	403	15,01
Всього за рік					5514	520,5	1720	403	41,73

[illegible]

MRB 00 000 02 TY

						МВЯ 00. 000. 02 Т4				
Мет. д/ст	А* д/ст	Техн.	Стр.	Оперативна технологічна карта на основний дезінваляційний об'єктом ґрунту			Авт.	Місце	Місяць	
Підпр.	Бюлетень І								-	-
Стор.	Стор. 019						Діст.	Заповн.	1	
Насичен.	Річчя ІІІ	-			ЛНТ4					
Мет	Лішняк СН				ар А-20					
				Знак робіт			(підпис)			

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
						Документація			
		A0			КПМ 00.000 СБ	Складальне креслення			
						Складальні одиниці			
Спроб. №		A1	1		КПМ 00. 010	Рама	1		
		A1	2		КПМ 00. 011	Причіп	1		
		A1	3		КПМ 00. 012	Лапа	11		
		A1	4		КПМ 00. 013	Коток	3		
		A2	5		КПМ 00. 014	Гвинтова пара	1		
		A1	6		КПМ 00. 015	Колесо	2		
		A2	7		КПМ 00 016	Механізм регулювання	2		
		A1	8		КПМ 00. 017)	Траверса	1		
Підп. і дата						Деталі			
		A4	14		КПМ 00. 601	Палець	11		
		A4	16		КПМ 00. 602	Палець	2		
		A4	17		ПМ 00. 603	Палець	2		
		A4	18		ПМ 00. 604	Палець	1		
		A4	19		ПМ 00. 605	Палець	1		
Інв. № діляк		A4	20		ПМ 00. 606	Палець	4		
Взам. інв. №						Стандартні вироби			
			9			Гідроциліндр Ц100х400	1		
Підп. і дата			10			Трубопровід високого тиску	1		
			11			Болт М14х8dх70. 36	11		
						ГОСТ 7802-81			
Інв. № подл.						КПМ 00.000			
		Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
		Разр.б.	Воитенко Е			Культиватор причіпний універсальний	Лит.	Лист	Листов
		Пров.	Сало В.М.					1	2
		Н.контр.	Мачок Ю.В.				ЦНТУ гр. АІ-20		
	Утв.	Лещенко С.М.							

Копіював

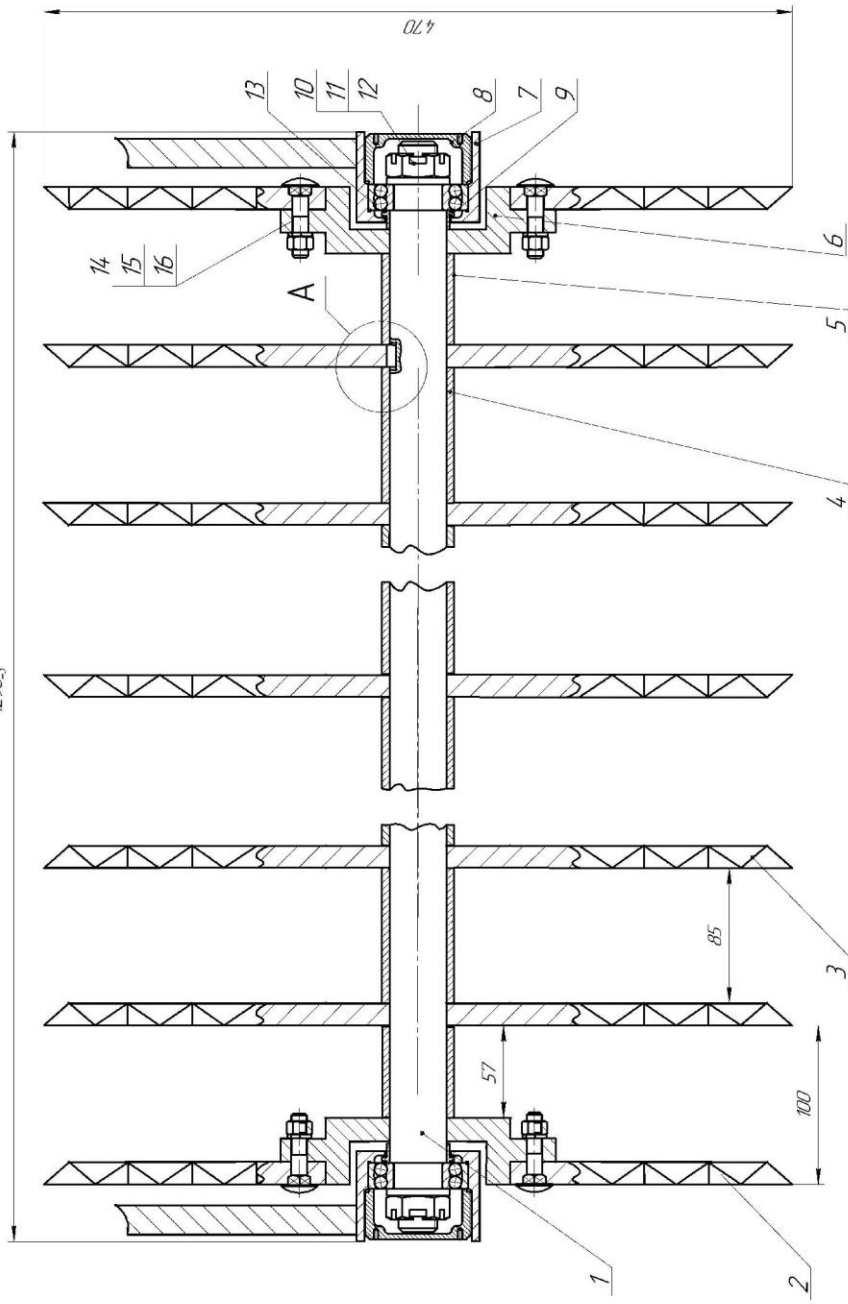
Формат А4

[illegible]

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание		
Справ. №		A2			КПМ 00.010.01 СБ	Документація				
						Складальне креслення				
						Складальні одиниці				
						Деталі				
		A3	1	КПМ 00. 619	Вал					
		A3	2	КПМ 00.301	Диск					
		A3	3	КПМ 00. 302	Диск					
		A4	4	КПМ 00.818	Втулка					
		A4	5	КПМ 00.819	Втулка					
		A4	6	КПМ 00 620	Опорна маточина					
		A4	7	КПМ 00. 620(01)	Маточина					
		A4	8	КПМ 00. 618	Гайка – ковпак					
		A4	9	КПМ 00.621	Кільце					
						Стандартні вироби				
		Подп. и дата			10		Гайка М24х2-6Н.04	ГОСТ 5933-79	2	
	11				Шайба А24.31 ГОСТ 10450-78		2			
	12				Шпінт 5х45 ГОСТ 397-79		2			
	13				Підшипник 1506 ГОСТ 28428-90		2			
	14				Болт М10х8dх50.36	ГОСТ 7802-81	4			
	15				Гайка М10-7Н.04	ГОСТ 2524-70	4			
Взам. инв. №										
Инв. № подл.										
Подп. и дата										
Инв. № подл.										
Подп. и дата										
Инв. № подл.										
Подп. и дата										
Инв. № подл.										
Подп. и дата										
Инв. № подл.										
Подп. и дата										
Инв. № подл.										
Подп. и дата										
Инв. № подл.										
Подп. и дата										
Инв. № подл.										
Подп. и дата										
Инв. № подл.										
Подп. и дата										
Инв. № подл.										
Подп. и дата										
Инв. № подл.										
Подп. и дата										
Инв. № подл.										
Подп. и дата										
Инв. № подл.										
Подп. и дата										
Инв. № подл.										
Подп. и дата										
Инв. № подл.										
Подп. и дата										
Инв. № подл.										
Подп. и дата										
Инв. № подл.										
Подп. и дата										
Инв. № подл.										
Подп. и дата										
Инв. № подл.										
Подп. и дата										
Инв. № подл.										
Подп. и дата										
Инв. № подл.										
Подп. и дата										
Инв. № подл.										
Подп. и дата										
Инв. № подл.										
Подп. и дата										

КІПМ 00 010 01 СБ

1290_{±1}



A (1:1)

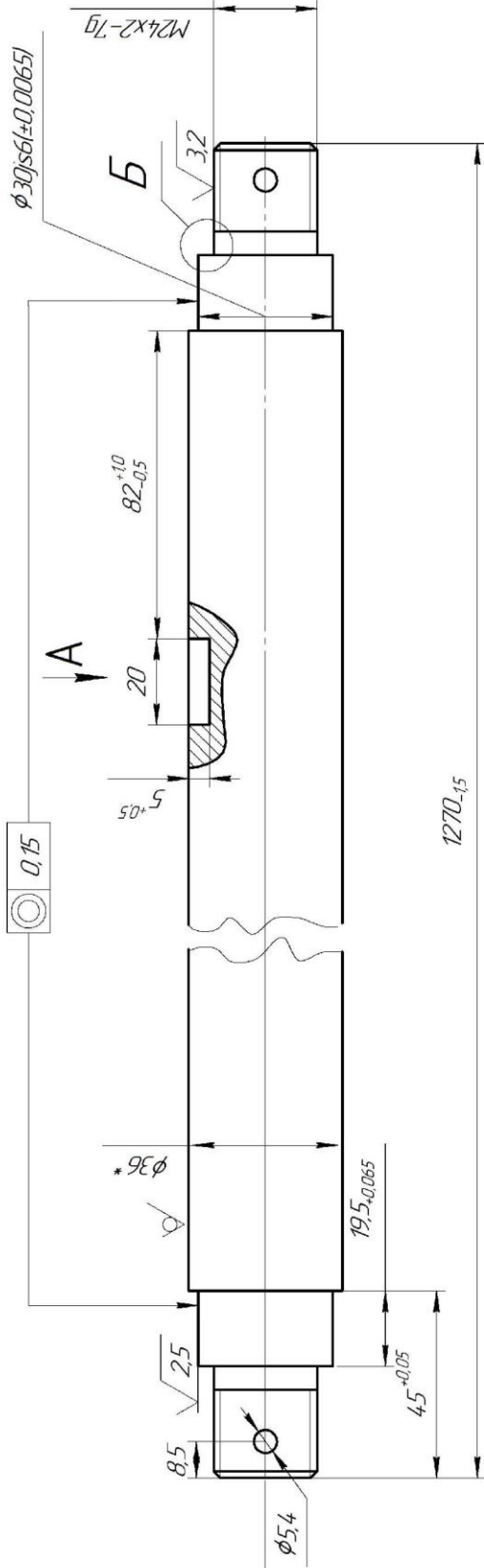
- 1. * Розмір для довідки;
- 2. Розташування дисків на коткові від центру симетрично;
- 3. Шліпіння з'єднання решети дисків з болтом опалювача вигинаду А.

КІПМ 00 010 01 СБ				Лист		Маса		Масштаб	
Коток				Лист		Лист		Лист	
				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—				Лист		Лист		Лист	
—									

КПМ 00.605

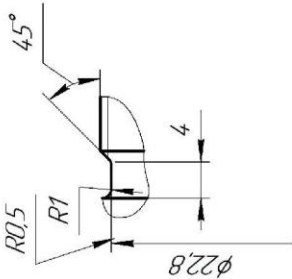
Лист №	Лист №
Лист №	Лист №

12,5 (√)



В вариант

А

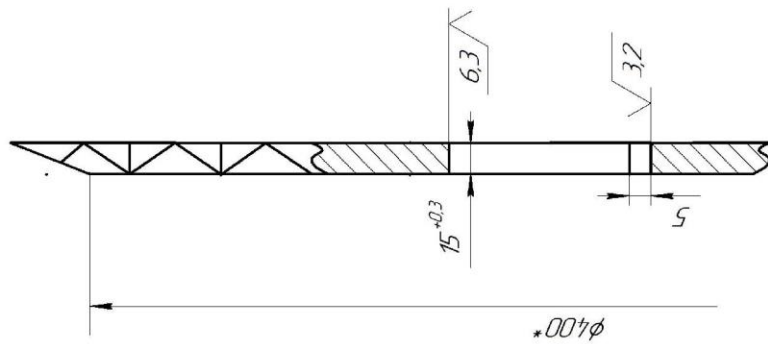
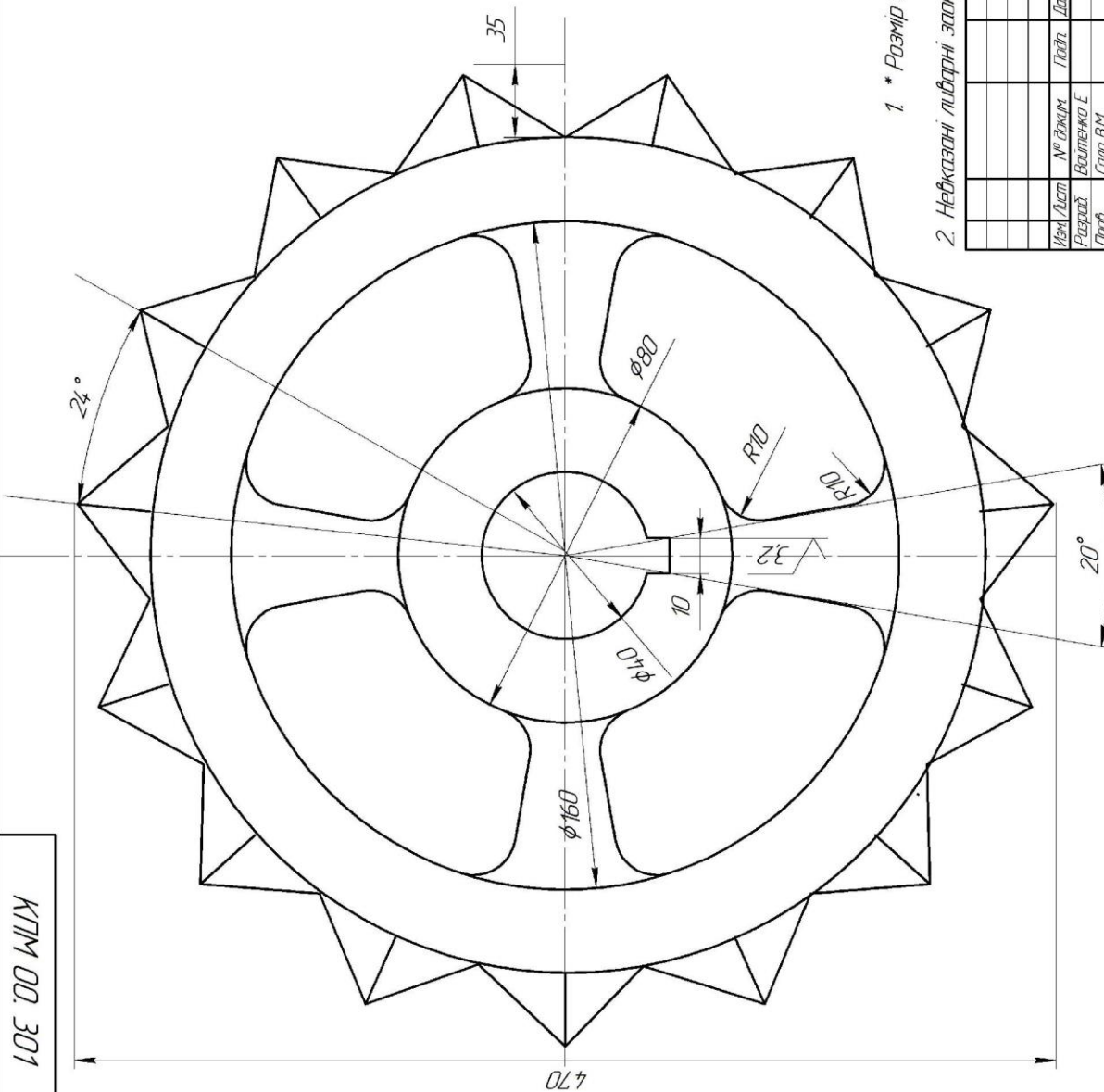


- 1 Покриття Ц 15хр.
- 2 Невказані граничні відхилення розмірів – по ОСТ 23.4.209-82.
- 3 Граничні відхилення від вірної геометричної форми посадкових поверхонь під підшипники – по ОСТ 23.4.108-87.
- 4 Невказані допуски форми та розташування поверхонь – по ОСТ 23.4.191-80.
6. Загальна кількість шпонкових пазів – 12, розташовувати по спіралі з інтервалом 100 мм.
- 5* Розмір для довідки.

КПМ 00.605		Лист		Маса		Масштаб	
Вал		0.655		1:1		1	
36-й11 ГОСТ 74.17-75		Лист		Листов		ЦНТУ	
Круге 20-В-Т ГОСТ 1051-73		20-АІ-20		Формат		А3	

KTM 00. 301

Изд. № подл.	Лист в докум.	Взам. инд. №	Изд. № докум.	Лист в докум.	Изд. №	Лист докум.
--------------	---------------	--------------	---------------	---------------	--------	-------------



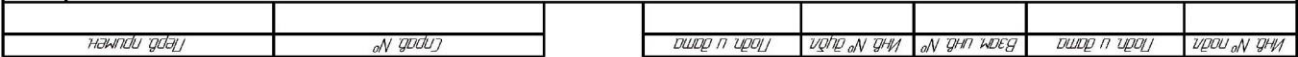
1. * Розмір для довідок

2. Невказані ливарні заокруглення R3

[illegible]

Копирован

формат А3

[illegible][illegible][illegible][illegible]

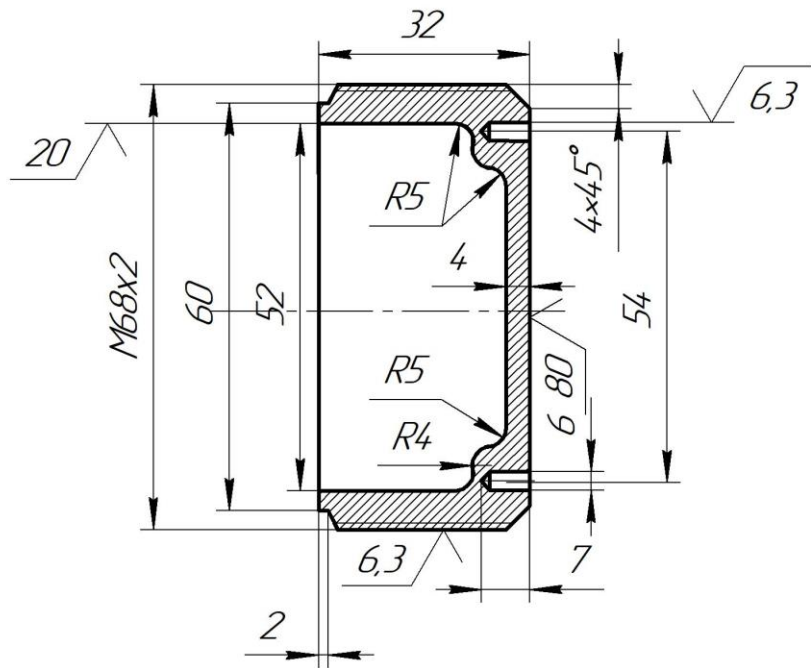
Перв. примен.	
Справ. №	

Подп. и дата	
Инд. № докл.	
Взам. инд. №	

Подп. и дата	
Инд. № подл.	

КПМ 00. 618

$\sqrt{12,5 (\sqrt{1})}$



1. *Размер для довідок

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Войтенко Е			
Пров.	Сало В.М.			
Т.контр.				
И.контр.	Мачок Ю.В.			
Утв.	Лещенко С.М.			

КПМ 00. 618			
Гайка-ковпак		Лит.	Масса
		0,215	1:1
		Лист	Листов 1
Круг 70-й11 ГОСТ 7417-75 БСт5Гнс2-Н		ЦНТУ гр. АІ-20	

Копировал

Формат А4

Формат А4