

Центральноукраїнський національний технічний університет

Агротехнічний факультет

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”

Зав. кафедрою СГМ

к.т.н., професор

_____Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

“ _____ ” 2024 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА

**за другим (магістерським) рівнем вищої освіти
на тему:**

«Механізація вирощування соняшнику з удосконаленням
конструкції просапного культиватора УСМК-5,4»

Виконав здобувач вищої освіти II курсу,
групи АІ-23М-1

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

_____Клюшта Олексій Іванович

« _____ » 2024 р.

Керівник роботи

доцент, канд. техн. наук

« _____ » 2024 р.

Рецензент

доцент, канд. техн. наук

_____Іван СКРИННІК

« _____ » 2024 р.

м. Кропивницький

Дипломна робота присвячена питанням підвищення ефективності механізації вирощування соняшнику шляхом удосконалення конструкції просапного культиватора УСМК-5,4.

У роботі проведено детальний аналіз сучасних технологій міжрядного обробітку ґрунту та обладнання, що використовується для цієї мети. Виявлено основні недоліки існуючих конструкцій просапних культиваторів, зокрема низьку якість обробітку міжрядь, надмірну витрату енергоресурсів, обмежену універсальність застосування, а також складність регулювання робочих органів.

Для вирішення зазначених проблем запропоновано конструктивне вдосконалення культиватора УСМК-5,4. Розроблено інженерні креслення оновлених вузлів, а також виконано технічні розрахунки для підтвердження їхньої працездатності. Виконано техніко-економічну оцінку вирощування соняшнику.

механізація вирощування соняшнику, просапний культиватор УСМК-5,4, міжрядний обробіток

The thesis is devoted to the issues of increasing the efficiency of mechanization of sunflower cultivation by improving the design of the row-type cultivator USMK-5.4. The work provides a detailed analysis of modern technologies of inter-row tillage and equipment used for this purpose. The main shortcomings of existing designs of row-type cultivators have been identified, in particular, the low quality of row-type tillage, excessive energy consumption, limited versatility of application, and the complexity of adjusting the working elements.

To solve these problems, a constructive improvement of the cultivator USMK-5.4 has been proposed. Engineering drawings of the updated units have been developed, and technical calculations have been performed to confirm their performance. A technical and economic assessment of sunflower cultivation has been performed.

sunflower cultivation mechanization, row-type cultivator USMK-5.4, inter-row tillage

[illegible]

ЗМІСТ

	стор.
1 ВСТУП	4
2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	6
2.1. Аналіз технології вирощування соняшнику	6
2.2. Удосконалення технологічної карти на вирощування соняшнику	10
2.3. Розрахунки машинно-тракторного культиваторного агрегату ..	12
2.4. Розробка операційно-технологічної карти міжрядного обробітку соняшнику	18
2.4.1 Агротехнічні вимоги до вирощування соняшнику	18
2.4.2. Підготовка культиваторного агрегату до роботи	19
2.4.3. Підготовка поля до роботи	21
2.4.4. Робота агрегату і контроль за якістю	21
2.5. Висновки. Мета і задачі досліджень	22
3 НАУКОВА ЧАСТИНА	24
3.1. Огляд конструкцій культиваторів та їх робочих органів	24
3.2. Обґрунтування параметрів секції робочих органів	31
3.2.1. Обґрунтування стрілчатої лапи культиватора	31
3.2.2. Теоретичний розрахунок параметрів стрілчатої	34
3.2.3. Теоретичний розрахунок параметрів стрілчатої S-подібної стійки кріплення стрілчатої лапи до гряділя	36
3.3. Визначення взаємного розташування стрілчатих лап на секції	38
3.6. Висновки по розділу	42
4 ОХОРОНА ПРАЦІ	43
4.1. Ризики і небезпеки, які можуть виникнути при вирощуванні соняшнику	43
4.2. Заходи безпеки, яких необхідно дотримуватися при вирощуванні соняшнику	44
4.3. Попереджувальні знаки з охорони праці, які необхідно передбачити на вдосконаленому культиваторі	45
4.4. Інструкція з охорони праці під час роботи на культиваторному агрегаті	46
4.5. Висновки по розділу	48
5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	49
6 ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	51
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	53
ДОДАТКИ	56

1. ВСТУП

Соняшник є однією з провідних сільськогосподарських культур України, яка забезпечує важливу частину внутрішнього та зовнішнього ринків. Продукція соняшнику використовується для виробництва високоякісної рослинної олії, кормів для тваринництва та технічних цілей. Завдяки своїм економічним і агротехнічним перевагам, ця культура займає значне місце у структурі посівних площ країни. Водночас, підвищення рентабельності вирощування соняшнику вимагає постійного вдосконалення технологій і технічних засобів, які використовуються в процесі його вирощування.

Одним із ключових факторів, що впливають на врожайність і якість соняшнику, є ефективний міжрядний обробіток ґрунту. Цей процес передбачає видалення бур'янів, розпушування верхнього шару ґрунту для забезпечення доступу повітря до кореневої системи та збереження вологи, що особливо важливо у посушливих регіонах України. Застосування просапних культиваторів відіграє центральну роль у забезпеченні цих технологічних операцій. Проте сучасні умови сільського господарства вимагають більш досконалих технічних засобів, здатних працювати з максимальною ефективністю, мінімальними енергозатратами та високою екологічною безпекою.

Просапний культиватор УСМК-5,4 є одним із поширених знарядь для обробітку міжрядь у посівах соняшнику. Однак аналіз його конструкції та роботи вказує на необхідність удосконалення певних елементів для покращення продуктивності та зниження затрат енергії. Зокрема, сучасні вимоги до агротехнічних машин передбачають підвищення якості обробітку ґрунту, адаптацію до різних ґрунтових і кліматичних умов, а також забезпечення комфортних умов роботи для оператора.

Актуальність теми дослідження зумовлена потребою підвищення ефективності механізованого обробітку ґрунту при вирощуванні соняшника.

					ДР 00.000 ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Клюшта				Механізація вирощування соняшнику з удосконаленням конструкції просапного культиватора УСМК-5,4	Літера	Аркуш	Аркушів
Перевір.							4	55
						ЦНТУ, гр. АІ-23М-1		
Н. контр.	Мачок							
Затв.	Васильковський							

Вдосконалення конструкції культиватора УСМК-5,4 дозволить забезпечити більш якісний обробіток міжрядь, знизити витрати на пальне та підвищити продуктивність машинно-тракторних агрегатів. Це особливо важливо в умовах інтенсифікації сільськогосподарського виробництва, де кожна технічна інновація сприяє підвищенню конкурентоспроможності аграрної продукції.

Метою даної роботи є розробка та впровадження конструктивних змін у просапний культиватор УСМК-5,4 з метою покращення його експлуатаційних характеристик. У процесі дослідження передбачається аналіз існуючих технологій міжрядного обробітку ґрунту, вивчення роботи базової конструкції культиватора, обґрунтування технічних рішень щодо модернізації його вузлів та деталей.

Результати дослідження мають не лише практичне значення, а й внесуть науковий вклад у розвиток механізації вирощування сільськогосподарських культур. Удосконалення конструкції культиватора сприятиме підвищенню врожайності соняшнику, раціональному використанню природних ресурсів та економічному розвитку аграрного сектора України.

					ДР 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Аналіз технології вирощування соняшнику.

Вибір гібридів соняшнику для посіву. Щоб досягти максимальної врожайності соняшнику важливо правильно підібрати гібриди, які найкраще адаптовані до регіону вирощування.

Різні гібриди соняшнику демонструють різний рівень урожайності навіть на одній ділянці поля. Різниця у врожайності між оптимально підібраними і менш придатними гібридами може сягати 40-50% (у середньому 15-30%). Це зумовлено генетичними особливостями гібридів та якістю насіння.

Крім того, урожайність одного й того ж гібриду може змінюватися залежно від року. У певний сезон найкращим може виявитися один гібрид, а в інший – зовсім інший. Тому орієнтуватися варто на середню врожайність гібрида за три роки. Водночас слід враховувати появу нових високоврожайних гібридів, які можуть забезпечити більший прибуток, і проводити їх випробування.

Рекомендується висівати кілька різних гібридів з різними строками дозрівання.

Ефективне вирощування соняшнику неможливе без ретельного планування, використання передового досвіду, правильного підбору системи добрив, засобів захисту рослин і регулярного моніторингу посівів. Лише за таких умов можна забезпечити високу прибутковість культури.

Вибір виробників гібридів та постачальників насіння

Якість насіння значною мірою залежить від постачальника. Слід купувати насіння лише у перевірених продавців і ретельно перевіряти кожну партію при отриманні. Для уникнення ризиків рекомендується оформляти всі необхідні документи, що дозволить захистити свої права у разі постачання неякісного товару.

Розміщення соняшнику в сівозміні. Соняшник найкраще вирощувати після зернових культур: кукурудзи, озимої або ярої пшениці, сорго, ячменю тощо. Він добре росте на полях, вільних від бур'янів.

					ДР 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

Не рекомендується сіяти соняшник після широколистих, олійних і зернобобових культур, а також овочів (ріпак, соя, горох, квасоля, картопля тощо), оскільки вони мають спільні захворювання з соняшником, зокрема склеротиніоз, білу та сіру гниль. Найпоширенішим попередником для соняшника є пшениця

Обробіток ґрунту для вирощування соняшнику.

Основна мета зяблевого обробітку – забезпечення накопичення води в кореневмісному шарі, мобілізація поживних речовин, стимулювання біологічної активності ґрунту та боротьба з бур'янами.

Обробіток залежно від попередника.

Зернові культури:

- одноразове лушення стерні на глибину 6-8 см;
- дворазове: перше лушення – 6-8 см, друге – 8-12 см.

Кукурудза:

- дискування двічі, після чого проводять оранку;
- застосовують гербіциди на основі гліфосатів, а через 2-3 тижні виконують оранку.

Рекомендована глибина оранки:

- легкі ґрунти – 20-22 см;
- важкі ґрунти – 27-30 см.

Альтернативний підхід до обробітку ґрунту. Традиційну оранку можна замінити безвідвальним обробітком. Для цього застосовують глибоке рихлення чизельними знаряддями на глибину 30-35 см. Це сприяє руйнуванню плужної підшви, покращенню аерації ґрунту та накопиченню вологи протягом осінньо-зимового періоду.

Весняний обробіток ґрунту. Боронування для закриття вологи слід проводити якомога раніше навесні. Культивуація з одночасним боронуванням і шлейфуванням (на глибину 8-10 см), враховуючи фізичну стиглість ґрунту. Використання комбінованих агрегатів зменшує ризик ущільнення ґрунту, особливо в умовах підвищеної вологості. Передпосівна культивуація має відповідати глибині загортання насіння і виконуватись максимально близько до

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

часу висіву. Під час передпосівної культивуації бажано вносити ґрунтові гербіциди для контролю бур'янів.

Дотримання рівномірної глибини загортання насіння, а також його розташування на однаковій відстані одне від одного є ключовим для отримання дружніх і вирівняних сходів. Це забезпечує одночасний розвиток рослин протягом усього періоду вегетації.

Швидкість руху сівалки під час висіву не повинна перевищувати 5 км/год. Глибина посіву має бути в межах 4-6 см. Перевищення цієї глибини (більше 6 см) може знизити польову схожість насіння. На важких ґрунтах у прохолодну та вологу весну насіння соняшнику висівають на глибину 5-6 см, тоді як у посушливих умовах глибина може бути збільшена до 6-10 см. Дрібнонасінні гібриди при вологому ґрунті краще висівати на глибину 4-5 см.

Однак надмірне заглиблення насіння без необхідності слід уникати, наголошують досвідчені аграрії. Для досягнення високої врожайності соняшнику важливо дотримуватися рекомендованої густоти стояння рослин. Також слід враховувати, що польова схожість насіння зазвичай на 10-15% нижча за лабораторну.

Оптимальний час для висіву соняшнику, зокрема високоолеїнових гібридів, настає, коли температура ґрунту на глибині загортання насіння досягає 10-12°C. Це дозволяє отримати дружні сходи на 9-12 день після сівби.

Рання сівба може призвести до подовження періоду появи сходів до 3-4 тижнів, при цьому вони часто є недружними та зрідженими. Пізня сівба також має ризики, оскільки верхній шар ґрунту може бути пересушеним, що негативно впливає на схожість. У випадках пізньої весни сівбу інколи проводять навіть за температури ґрунту 6-8°C.

У північному Лісостепу перевага надається раннім строкам сівби, одночасно з висівом ранніх ярих культур. Це пов'язано з тим, що пізній посів у зволжених умовах сприяє надмірному розвитку вегетативної маси на шкоду генеративним органам.

Удобрення соняшнику.

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

Кількість поживних речовин, необхідних для соняшнику, залежить від:

- особливостей гібриду;
- тривалості вегетаційного періоду та активності асиміляції;
- ґрунтово-кліматичних умов;
- рівня зволоження та родючості ґрунту;
- технології вирощування.

Оптимальним для соняшника є вирощування на чорноземах із рН 6,0-7,0.

Особливості живлення. Соняшник нерівномірно засвоює поживні речовини протягом вегетації, потребуючи більше калію, ніж зернові культури.

Виділяють три ключові періоди живлення:

- від сходів до формування кошика – рослини активно споживають фосфор, помірно – азот і калій;
- від формування кошика до цвітіння – інтенсивно засвоюються всі елементи;
- від цвітіння до наливання та дозрівання насіння – основне споживання калію, помірне – азоту та фосфору.

Макроелементи. Азот сприяє росту рослин. 15% азоту засвоюється у перший місяць вегетації, 70-80% - у фазі 3-4 пар листків до кінця цвітіння. Нестача азоту особливо критична під час формування кошика, а надлишок знижує олійність та викликає надмірний ріст.

Фосфор забезпечує розвиток кореневої системи та формування насіння. До 70% фосфору споживається у фазі формування кошика і цвітіння. Його достатність підвищує посухостійкість та олійність.

Калій відповідає за фотосинтез і регуляцію водного балансу. Найбільше калію споживається у фазі формування кошика до завершення цвітіння.

Мікроелементи. Бор сприяє запиленню та утворенню насіння. Позакореневі підживлення бором проводять у фазах 3-4 пар листків та перед цвітінням.

Манган активізує фотосинтез і білковий обмін. Рекомендується внесення 250 г/га.

Магній забезпечує азотно-фосфорний обмін. Вносять магнієві добрива (50-80 кг/га MgO) або проводять листові підживлення.

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

Сірка підвищує засвоєння азоту, вміст олії та врожайність.

Система удобрення. Удобрення соняшнику включає три етапи:

- основне удобрення – внесення фосфорних і калійних добрив під оранку;
- рядкове удобрення – використання азотних добрив перед культивацією;
- підживлення – внесення добрив у критичні фази розвитку.

Органічні добрива добре впливають на соняшник. Орієнтовні норми макродобрив становлять 50-100 кг/га NPK.

Для інтенсивних технологій використовують комплексні добрива, що містять макро-, мезо- та мікроелементи.

2.2. Удосконалення технологічної карти на вирощування соняшнику.

Пропозиції по вдосконаленню технології вирощування соняшнику наступні.

Використання сучасних гібридів, адаптованих до конкретних кліматичних умов і ґрунтових типів. Перевага високоврожайним сортам, стійким до хвороб (наприклад, білої гнилі, фомозу) та шкідників (зокрема, вовчка).

Ґрунтообробіток та підготовка до сівби. Мінімальний обробіток ґрунту для збереження вологи у посушливих регіонах. Застосування смугового обробітку (strip-till) для зниження ерозії та поліпшення умов для кореневої системи. Регулярний аналіз ґрунту для коригування внесення добрив.

Сівба. Оптимізація густоти висіву залежно від регіону та агротехнічних умов. Дотримання сівозміни для зниження накопичення патогенів у ґрунті. Використання сучасних сівалок з точним висівом для забезпечення рівномірного розподілу насіння.

Живлення рослин. Внесення стартових добрив при сівбі (азотних, фосфорних). Використання мікродобрив (бор, цинк), які позитивно впливають на формування кошика. Застосування інноваційних добрив з контрольованим вивільненням.

Захист рослин. Використання інтегрованого захисту рослин (IPM), включаючи біологічні засоби боротьби з шкідниками. Регулярний моніторинг

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

поля для своєчасного застосування пестицидів. Застосування фунгіцидів з профілактичною та лікувальною дією для боротьби із захворюваннями.

Зрошення. Встановлення крапельного зрошення для забезпечення ефективного використання води. Використання датчиків вологості для оптимізації графіків поливу.

Автоматизація та цифрові технології. Впровадження GPS-навігації та дронів для точного моніторингу стану посівів. Використання платформ для управління фермерськими даними, які дозволяють аналізувати врожайність і планувати роботи.

Збирання врожаю. Використання сучасних комбайнів зі спеціалізованими жатками для соняшника. Оптимізація строків збирання для уникнення втрат насіння.

Ці кроки можуть значно підвищити врожайність і рентабельність виробництва соняшника, зберігаючи природні ресурси та знижуючи вплив на довкілля.

Пропозиції по вдосконаленню технології міжрядної культивуції соняшнику наступні.

Впровадження точного землеробства. Використання GPS-навігації та автоматизованих систем управління для точного дотримання міжрядь. Застосування дронів для моніторингу стану рослин і ґрунту, що дозволить своєчасно коригувати параметри культивуції.

Оптимізація конструкції культиваторів. Розробка культиваторів із активними робочими органами, які здатні змінювати параметри роботи залежно від типу ґрунту та його вологості.

Впровадження пружинних робочих органів для більш делікатної роботи з ґрунтом і мінімізації пошкоджень кореневої системи.

Використання нових матеріалів та технологій. Виготовлення робочих органів культиваторів із зносостійких матеріалів, що підвищить їх довговічність. Оснащення культиваторів датчиками для аналізу щільності ґрунту в реальному часі.

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

Адаптація до різних умов вирощування. Модульна конструкція культиваторів, яка дозволяє легко адаптувати їх до різної ширини міжрядь. Регульованість глибини обробітку, що дозволяє враховувати фазу розвитку соняшника і стан ґрунту.

Покращення технологічного процесу. Поєднання культивації з внесенням добрив або мікроелементів, що підвищує ефективність використання ресурсів. Використання мульчування міжрядь органічними матеріалами для зменшення випаровування вологи та пригнічення бур'янів.

Екологічні підходи. Застосування біологічних засобів боротьби з бур'янами замість гербіцидів. Використання технологій мінімального обробітку ґрунту для збереження його структури та родючості.

Інновації в управлінні робочим процесом. Встановлення систем відеоспостереження або лазерних датчиків для точного позиціювання культиватора. Автоматизація і роботизація культивації за допомогою автономних машин.

Такі заходи допоможуть підвищити ефективність, зменшити витрати ресурсів та покращити агротехнічний стан посівів соняшника.

2.3. Розрахунки машинно-тракторного культиваторного агрегату.

Для визначення оптимального складу агрегату для міжрядного обробітку соняшнику за допомогою культиватора УСМК, що може працювати з тракторами класу 14 кН, слід врахувати низку важливих факторів. Основні аспекти, які потребують аналізу, наступні.

Потужність трактора: моделі КИЙ-14820 і СМЗ Січеслав-1104 мають різні потужностні характеристики, що впливає на продуктивність роботи культиватора. Необхідно оцінити, чи забезпечує вибраний трактор достатню потужність для ефективної експлуатації культиватора УСМК.

Технічні характеристики. Проаналізуємо показники споживання палива, швидкість руху агрегату, робочу ширину захвату культиватора та його здатність до адаптації в різних умовах місцевості.

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

Складений агрегат повинен забезпечити точне дотримання ширини міжрядь, глибини обробки ґрунту та мінімізацію шкоди для рослин під час виконання операцій.

Важливо врахувати екологічні аспекти, вплив агрегату на стан ґрунту та екосистему, зокрема оцінити ступінь ущільнення ґрунту і ризик виникнення ерозійних процесів.

Виконати порівняльний аналіз економічної ефективності, експлуатаційних витрат для різних варіантів агрегування, включаючи витрати на паливо, обслуговування та ремонтні роботи.

На основі зібраних даних виконуємо розрахунок для визначення найбільш ефективного та економічно доцільного варіанта агрегування для конкретних умов.

Для вибору робочих передач, на яких можливо ефективно виконати міжрядну культивування соняшнику, та визначення тягового зусилля тракторів використовується їх технічна характеристика.

Для трактора КИЙ-14820 – V передача, $V_m^V = 7,94$ км/год,

для трактора СІЧЕСЛАВ-1104 – VI передача, $V_m^{VI} = 7,81 = 7,81$ км/год.

Тягове зусилля на гаку трактора з урахуванням величини нахилу поля під час руху агрегату на підйом

$$P_{гак} = P_{н-гак} - Q_{тр} \cdot i, \quad (2.1)$$

де $P_{н-гак}$ – номінальне тягове зусилля трактора на відповідних передачах (з технічної характеристики $P_{н-гак}^{КИЙ-149820} = 11,5$ кН, $P_{н-гак}^{КИЙ-14820} = 19,0$ кН);

$Q_{тр}$ – вага трактора, кН ($Q_{тр}^{СІЧЕСЛАВ-1104} = 33,4$ кН, $Q_{тр}^{СІЧЕСЛАВ-1104} = 44,8$ кН);

i – величина підйому, ($i=0,05$).

$$P_{гак}^{КИЙ-14820} = 11,5 - 33,4 \cdot 0,05 = 9,83 \text{ кН.}$$

$$P_{гак}^{СІЧЕСЛАВ-1104} = 19 - 44,8 \cdot 0,05 = 16,76 \text{ кН.}$$

З урахуванням буксування робоча швидкість руху агрегату

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

$$V_p = V_m \left(1 - \frac{\delta}{100} \right), \quad (2.2)$$

де δ – коефіцієнт буксування, ($\delta=6\dots20\%$)

$$V_p^{КИЙ-14820} = 7,94 \left(1 - \frac{18}{100} \right) = 6,51 \text{ км/год.}$$

$$V_p^{СИЧЕСЛАВ-1104} = 7,81 \left(1 - \frac{6}{100} \right) = 7,3 \text{ км/год.}$$

Максимально можлива ширина захвату культиваторного агрегату

$$B_{\max} = \frac{P_{\text{зак}}}{K + R_i}, \quad (2.3)$$

де K – питомий опір культиватора, кН·м, (для культиватора УСМК, $K = 0,8\dots1,2$ кН/м);

R_i – додатковий опір на подолання підйому, кН/м.

$$R_i = \frac{G_m}{B_k} \cdot i, \quad (2.4)$$

де G_m – вага культиватора, кН, ($G_m = 11,8$ кН).

$$R_i = \frac{11,8}{5,4} \cdot 0,03 = 0,07 \text{ кН.}$$

$$B_{\max}^{КИЙ-14820} = \frac{9,83}{1,2 + 0,07} = 7,7 \text{ м.}$$

$$B_{\max}^{СИЧЕСЛАВ-1104} = \frac{16,76}{1,2 + 0,07} = 13,2 \text{ м.}$$

Визначаємо максимальну кількість культиваторів в агрегаті

$$n_k = \frac{B_{\max}}{B_k}.$$

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

$$n_{\kappa}^{КИЙ-14820} = \frac{7,7}{5,4} = 1,42$$

$$n_{\kappa}^{СІЧЕСЛАВ-1104} = \frac{13,2}{5,4} = 2,44.$$

Розрахунки показують, що трактор КИЙ-14820 може працювати з одним культиватором, а СІЧЕСЛАВ-1104 з двома. Однак їх можливості не забезпечують роботи з двома просапними культиваторами, тому в кожному випадку приймаємо по одному культиваторові. У варіанті для суцільного обробітку можна використати агрегат із двох культиваторів з використанням спеціальної зчіпки і в цьому випадку застосувати трактор СІЧЕСЛАВ-1104.

Питомий опір культиваторного агрегату з урахуванням реальної його швидкості

$$K_v = K(1 + \Pi(V_p - V_0)), \quad (2.5)$$

де Π – коефіцієнт приросту питомого опору, ($\Pi = 0,01 \dots 0,015$);

V_p – робоча швидкість культиваторного агрегату, км/год;

V_0 – швидкість руху культиваторного агрегату, 5 км/год.

$$K_v^{КИЙ-14820} = 1,2(1 + 0,015(6,54 - 5)) = 1,23 \text{ кН/м.}$$

$$K_v^{СІЧЕСЛАВ-1104} = 1,2(1 + 0,015(7,3 - 5)) = 1,24 \text{ кН/м.}$$

Тяговий опір агрегатів

$$R_{agr} = (K_v + R_i)B_{\kappa} \cdot \Pi_m, \quad (2.6)$$

де K_v – питомий опір культиваторного агрегату з урахуванням реальної швидкості, кН/м;

R_i – додатковий опір, який виникає на підйомі, кН/м;

B_{κ} – конструктивна ширина захвату культиваторного агрегату, м;

Π_m – максимально можлива кількість машин в агрегаті.

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

$$R_{a2p}^{KII\dot{Y}-14820} = (1,23 + 0,07) \cdot 5,4 \cdot 1 = 7,02 \text{ кН.}$$

$$R_{a2p}^{CI\dot{Y}EC\dot{L}AB-1104} = (1,24 + 0,07) \cdot 5,4 \cdot 1 = 7,05 \text{ кН.}$$

Коефіцієнт використання тягового зусилля тракторів

$$\eta_{m.3} = \frac{R_{a2p}}{P_{зак}} \quad (2.7)$$

$$\eta_{m.3}^{KII\dot{Y}-14820} = \frac{7,02}{9,83} = 0,71;$$

$$\eta_{m.3}^{CI\dot{Y}EC\dot{L}AB-1104} = \frac{7,05}{16,76} = 0,42.$$

Змінна продуктивність культиваторних агрегатів

$$W_{зм} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot T_p, \quad (2.8)$$

де B_p – робоча ширина захвату культиваторного агрегату, ($B_p=B_k$ – в даному випадку для обох агрегатів), м;

T_p – чистий час роботи, год.

Чистий час роботи

$$T_p = T_{зм} \cdot \tau, \quad (2.9)$$

де $T_{зм}$ – тривалість зміни, год, ($T_{зм} = 7$ год);

τ – коефіцієнт використання часу зміни, ($\tau = 0,7$ – для КИЙ-14820; $\tau = 0,76$ – для СІЧЕСЛАВ-1104).

$$T_p = 7 \cdot 0,76 = 5,32 \text{ год.}$$

$$T_p = 7 \cdot 0,7 = 4,9 \text{ год.}$$

Тоді

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

$$W_{зм}^{КИЙ-14820} = 0,1 \cdot 5,4 \cdot 6,51 \cdot 5,32 = 18,7 \text{ га/зм.}$$

$$W_{зм}^{СІЧЕСЛАВ-1104} = 0,1 \cdot 5,4 \cdot 7,3 \cdot 4,9 = 19,3 \text{ га/зм.}$$

Витрати палива в кілограмах на 1 гектар

$$Q_{га} = \frac{Q_{зм}}{W_{зм}}, \quad (2.10)$$

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

Витрати палива за робочу зміну

$$Q_{зм} = Q_p \cdot T_p + Q_x \cdot T_x + Q_z \cdot T_z, \quad (2.11)$$

де Q_p, Q_x, Q_z – годинні витрати палива на виконання роботи, холостий рух, на зупинки, коли працює двигун, ($Q_p = 11,5 \dots 13,5$; $Q_x = 5,2 \dots 7,2$; $Q_z = 1,2$), кг/год;

T_p, T_x, T_z – час виконання роботи, витрати часу на холості рухи, час на зупинки, год.

Час на холості рухи і зупинки

$$T_x = T_z = \frac{T_{зм} - T_p}{2}, \quad (2.12)$$

де $T_{зм}$ – час робочої зміни, год, ($T_{зм} = 7$ год).

$$T_x = T_z = \frac{7 - 4,9}{2} = 1,05 \text{ год.}$$

Отже

$$Q_{зм} = 12,5 \cdot 4,9 \cdot 1,05 \cdot 6,2 + 1,05 \cdot 1,2 = 69,02 \text{ кг/зм.}$$

$$Q_{га} = \frac{69,02}{38,6} = 1,79 \text{ кг/га.}$$

Аналіз отриманих розрахункових даних та враховуючи коефіцієнт використання тягового зусилля тракторів, приймаємо агрегат у складі трактора КИЙ-14820 і культиватора УСМК.

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

2.4. Розробка операційно-технологічної карти міжрядного обробітку соняшнику.

2.4.1. Агротехнічні вимоги до вирощування соняшнику.

Агротехнічні вимоги до вирощування соняшнику включають комплекс заходів, спрямованих на забезпечення оптимальних умов для проростання насіння, росту та розвитку рослин.

Основний обробіток ґрунту: забезпечує збереження вологи, знищення бур'янів і створення сприятливих умов для розвитку кореневої системи. Зазвичай проводиться оранка на глибину 25-30 см.

Передпосівний обробіток: включає боронування і культивуацію, щоб вирівняти поверхню ґрунту та зменшити втрати вологи.

Сівбу соняшнику слід проводити, коли температура ґрунту на глибині 5-10 см досягне 8-10°C. Занадто ранній посів може призвести до затримки проростання, а пізній – до втрати вологи та недостатньої вегетації.

Оптимальна глибина загортання насіння – 4-6 см для легких ґрунтів і 5-7 см для важких. Глибше загортання зменшує схожість насіння, а мілкіше – підвищує ризик пересихання ґрунту.

Для досягнення оптимальної густоти стояння рослин рекомендується висівати 50-70 тис. насінин на гектар, залежно від зони вирощування і сорту.

Для рівномірного розподілу насіння використовують пневматичні або механічні сівалки. Найбільш поширений спосіб сівби – рядковий, з міжряддями 70 см.

Вносять фосфорні й калійні добрива під основний обробіток ґрунту, азотні – під час підживлення. Орієнтовна норма: $N_{60}P_{60}K_{60}$ залежно від забезпеченості ґрунту поживними речовинами.

Перед сівбою виконують обробіток гербіцидами ґрунтової дії. У подальшому проводять міжрядний обробіток для знищення бур'янів і збереження вологи.

Міжрядна культивуація соняшнику є важливим агротехнічним прийомом, що забезпечує оптимальні умови для росту і розвитку культури. Основні агротехнічні вимоги до міжрядної культивуації соняшнику включають: перша

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

культивация проводиться після появи сходів, коли рослини досягають висоти 10-15 см. Основна мета – знищення бур'янів і руйнування ґрунтової кірки. Подальші культивациі виконуються в міру потреби, залежно від рівня засміченості поля бур'янами та стану ґрунту. Зазвичай проводять 2-3 міжрядні культивациі.

Глибина обробітку залежить від фази розвитку соняшнику: перша культивация – на глибину 5-7 см. Наступні культивациі – на глибину 6-8 см, але не глибше, щоб не пошкодити кореневу систему рослин.

Ширина міжрядь для соняшнику становить 70 см. Культиватори налаштовуються відповідно до цієї ширини, щоб уникнути пошкодження рослин.

Роботи повинні проводитися в суху погоду, щоб зменшити ущільнення ґрунту та забезпечити його якісну аерацію.

Основною метою культивациі є знищення бур'янів у міжряддях. Необхідно забезпечити максимально ефективно їх видалення, залишаючи рядки соняшнику неушкодженими. У районах з підвищеним ризиком водної або вітрової ерозії ґрунту культивацию виконують обережно, уникаючи надмірного розпушення. При останній міжрядній культивациі можливе підгортання рослин для покращення аерації та зміцнення кореневої системи.

Не рекомендується висівати соняшник на одному полі частіше, ніж раз на 7-8 років, щоб уникнути виснаження ґрунту і поширення хвороб.

2.4.2. Підготовка культиваторного агрегату до роботи.

Для підготовки культиваторного агрегата до роботи необхідно вибрати місце для огляду та обслуговування – рівний, чистий майданчик для огляду та підготовки агрегату.

Забезпечити необхідний інструмент (ключі, викрутки, мастильні матеріали, домкрат).

Очищення агрегату перед оглядом. Видалити бруд, пил, залишки ґрунту та рослинності з робочих органів і рами агрегату. Особливу увагу приділити очищенню рухомих частин та місць з'єднання.

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

Ретельний огляд та діагностика. Оглянути стан металевих елементів на наявність корозії, тріщин чи деформацій. Перевірити робочі органи (лапи, диски, катки) на ступінь зношення та при необхідності замінити. Перевірити цілісність шлангів та з'єднань у гідравлічній системі.

Змащення рухомих вузлів, виконати змащення шарнірів, підшипників, гвинтових механізмів, згідно з таблицею змащення в інструкції. Використовувати рекомендовані мастильні матеріали для уникнення передчасного зносу.

Регулювання робочих органів. Встановити лапи на однакову глибину для рівномірного обробітку ґрунту. Перевірити кути нахилу робочих органів для забезпечення ефективного проникнення в ґрунт. Відрегулювати положення голчастих катків для досягнення потрібної щільності ґрунту.

Огляд та обслуговування коліс. Перевірити стан коліс, наявність проколів, пошкоджень. Виміряти тиск у шинах та відрегулювати його згідно з технічними вимогами.

Підготовка зчіпного пристрою. Перевірити справність причіпного пристрою на культиваторі та тракторі. Змастити з'єднання та перевірити правильність фіксації механізму.

Перевірка гідравлічної системи. Оглянути гідроциліндри, шланги та з'єднання на наявність пошкоджень чи протікань. Перевірити рівень та якість гідравлічної рідини, при потребі долить.

Підключення культиватора до трактора. Приєднати культиватор до задньої навісної системи або причіпного пристрою трактора. Підключити гідравлічні шланги до трактора та перевірити їх герметичність.

Тестування робочих параметрів. Включити систему підйому-опускання культиватора та перевірити її функціональність. Провести тестовий прохід на контрольній ділянці, перевірити рівномірність обробітку.

Додаткові налаштування після тестування. Оцінити глибину та якість обробки ґрунту, при необхідності виконати коригування. Перевірити роботу голчастих катків та інших елементів для уникнення грудкування ґрунту.

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

Контроль перед початком роботи. Перевірити всі кріплення, болтові з'єднання, системи безпеки. Оцінити загальний стан агрегату після тестового запуску.

2.4.3. Підготовка поля до роботи.

Підготовка поля до роботи культиваторного агрегату – це важливий етап агротехнічного процесу, який забезпечує ефективність обробітку ґрунту. Вона включає наступні етапи.

Оцінка стану поля. Перевірка рівня вологості ґрунту так як надмірна вологість може призвести до налипання ґрунту на робочі органи агрегату, а пересушений ґрунт – до надмірного пилоутворення. Перевіряється наявність каменів, залишків попередніх культур, бур'янів тощо.

Поле розбивається на ділянки відповідно до запланованої технології обробітку. Це допомагає уникнути пропусків або перекриттів під час культивації.

Перевірка справності вузлів культиваторного агрегату, змащення підшипників, затягування кріплень тощо. Обробка культиватора проти залипання. За потреби, обробка робочих органів спеціальними сумішами.

Визначення оптимального напрямку руху агрегату (залежно від ухилу місцевості та розташування меж ділянки).

Урахування погодних умов, культивація найкраще проводиться при температурі, що не сприяє пересиханню ґрунту.

Після виконання цих етапів поле готове до культивації, що забезпечить якісне розпушення ґрунту, знищення бур'янів та покращення структури ґрунту для майбутніх посівів.

2.4.4. Робота агрегату і контроль за якістю.

Контроль якості виконання культивації культиваторним агрегатом є важливим етапом для забезпечення ефективності обробітку ґрунту та отримання високих урожаїв. Основні аспекти, які слід врахувати наступні. Оцінка глибини обробітку. Виміряти глибину обробітку ґрунту в декількох точках поля за

допомогою спеціальних мірних лінійок або штифтів. Порівняти отримані дані з заданими параметрами (зазвичай 8-15 см для соняшнику).

Рівномірність обробітку. Перевірити рівномірність заглиблення робочих органів по ширині агрегату. Уникати залишення необроблених смуг або занадто глибоких слідів.

Якість подрібнення грудок. Візуально оцінити, чи належним чином подрібнено грудки ґрунту (частки повинні бути до 4-5 см). Якщо грудки залишаються великими, потрібно відрегулювати робочі органи або повторити культивуацію.

Відсутність бур'янів. Перевірити, наскільки добре знищено бур'яни. Залишкові бур'яни свідчать про недостатню ефективність. При потребі повторити обробку.

Контроль стану ґрунту. Оцінити структуру ґрунту: він не повинен бути занадто ущільненим або надмірно розпушеним. Перевірити вологість ґрунту – культивуацію слід проводити при оптимальній вологості, щоб уникнути утворення грудок.

Перевірка технічного стану агрегату. Переконатися, що всі робочі органи агрегату цілі, не мають пошкоджень і однаково зношені. Регулярно проводити технічний огляд і налаштування культиватора перед роботою.

Швидкість руху агрегату. Контролювати швидкість трактора з агрегатом, яка має відповідати рекомендаціям виробника (зазвичай 8-12 км/год). Занадто висока швидкість може знижувати якість обробітку.

Візуальна оцінка після обробітку. Оглянути поле після проходу агрегату: поверхня має бути рівною, без борозен чи гребенів.

2.5. Висновки. Мета і задачі досліджень.

Проведений аналіз вирощування соняшнику показав, що при його вирощуванні ефективним буде застосування мінімального обробітку ґрунту для збереження вологи у посушливих регіонах. Застосування смугового обробітку (strip-till) для зниження ерозії та поліпшення умов для кореневої системи. Регулярний аналіз ґрунту для коригування внесення добрив. Впровадження

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

точного землеробства. Використання GPS-навігації та автоматизованих систем управління для точного дотримання міжрядь. Застосування дронів для моніторингу стану рослин і ґрунту, що дозволить своєчасно коригувати параметри культивування.

Для удосконалення технології міжрядної культивування соняшнику ефективним буде впровадження пружинних робочих органів для більш делікатної роботи з ґрунтом і мінімізації пошкоджень кореневої системи. Виготовлення робочих органів культиваторів із зносостійких матеріалів, що підвищить їх довговічність.

Модульна конструкція культиваторів, яка дозволяє легко адаптувати їх до різної ширини міжрядь. Так як культиватор УСМК- 5,6 використовується для цукрових буряків, посіяних з міжряддями 45 см, пропонується адаптувати його для роботи з міжряддями 70 см для міжрядного обробітку соняшнику. Регульованість глибини обробітку, що дозволяє враховувати фазу розвитку соняшника і стан ґрунту.

В дипломній роботі метою дослідження є підвищення ефективності міжрядного обробітку соняшнику шляхом обґрунтування параметрів стрілочастих плоскорізальних лап з пружинними стійками для підвищення строку їх служби та якості виконання робіт.

Задачі дослідження:

1. Виконати аналіз технологій виконання міжрядного обробітку соняшнику й запропонувати конструкцію стрілочастих лап для розширення універсальності просапного культиватора УСМК.

2. Обґрунтувати параметри конструктивних елементів стрілої лапи просапного культиватора та схему їх розставлення для обробітку.

3. Обґрунтувати шляхи підвищення економічної ефективності від використання запропонованої технології міжрядної культивування соняшнику.

Об'єкт дослідження: процес післяпосівного обробітку соняшнику.

Предмет: параметри конструктивних елементів стрілої лапи просапного культиватора для міжрядного обробітку соняшнику.

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

3. НАУКОВА ЧАСТИНА

3.1. Огляд конструкцій культиваторів та їх робочих органів.

Культиватори типу АКШ належать до комбінованих агрегатів, які забезпечують швидкісний поверхневий обробіток ґрунту, застосовуючи його як у традиційних, так і в ґрунтозахисних технологіях землеробства (рис. 3.1). Основною перевагою цих агрегатів є можливість виконувати весь комплекс операцій із підготовки ґрунту до сівби за один прохід, що значно скорочує витрати часу та ресурсів.



Рисунок 3.1 – Культиватор АКШ-2,5

У процесі роботи плоскорізні леза культиватора виконують функцію розрізання ґрунту, піднімаючи його шар на задану глибину. Це сприяє руйнуванню щільної кірки, що утворюється на поверхні, і забезпечує аерацію ґрунту. Диски, розташовані в конструкції агрегату, подрібнюють піднятий шар і рівномірно розподіляють його по поверхні. Така взаємодія дозволяє досягати якісного подрібнення грудок і усунення нерівностей.

Особливістю культиваторів АКШ є наявність гнучкої обертОВОї самоочисної борони, яка виконує одразу кілька важливих функцій. Вона забезпечує ефективне розпушування ґрунту, вирівнює поверхню, здійснює планування рельєфу та одночасно знищує бур'яни. Завдяки своїй конструкції борона видаляє залишки бур'янів із поверхні, що покращує стан поля і сприяє збереженню ґрунтової вологи.

Застосування культиваторів АКШ дозволяє досягти високої продуктивності та зменшити кількість проходів техніки по полю. Це позитивно впливає на структуру ґрунту, запобігаючи його ущільненню, і сприяє підвищенню врожайності сільськогосподарських культур. Такий культиватор може також використовуватися як просапний.

Культиватори серії КУН відзначаються універсальністю та адаптивністю до різних типів агротехнічних задач (рис. 3.2). Їхня ширина захвату варіюється від 4,2 до 8,1 метра, що дозволяє вибрати оптимальну модель для господарств різного масштабу. До асортименту входять моделі КУН-4,2, КУН-5,4, КУН-5,6 і КУН-8,1. Ці культиватори належать до категорії навісного обладнання, що забезпечує легкість транспортування та простоту в експлуатації. Їх головне призначення – міжрядна обробка та підживлення таких культур, як цукрові буряки, соняшник, кукурудза, соя та інші.



Рисунок 3.2 – Культиватор типу КУН виробництва ВАТ «Ірпіньмаш»

Кожна модель серії КУН оснащена спеціалізованими робочими органами, які виконують широкий спектр задач:

- передпосівна підготовка ґрунту для створення оптимальних умов для посіву;
- обробка міжрядь після сходів для збереження вологи та забезпечення доступу повітря до кореневої системи;

- розпушування ґрунту для покращення його структури та боротьби з ущільненням;
- підгортання рядків для контролю бур'янів і формування сприятливого середовища для росту рослин;
- внесення добрив у вигляді рідких або сипучих матеріалів для забезпечення культур поживними речовинами.

Ці культиватори ефективно працюють на полях різної площі, забезпечуючи високу якість обробітку навіть на складних ділянках.

Восьмирядковий культиватор призначений для проведення міжрядного обробітку, руйнування ґрунтової Культиватор КПН-5.6 (культиватор міжрядний навісний) із суцільною рамою призначений для восьмирядного міжрядного обробітку (рис. 3.3). Він ефективно руйнує ґрунтову кірку, видаляє бур'яни та забезпечує догляд за широкорядними посівами кукурудзи та соняшника.



Рисунок 3.3 – Культиватор міжрядний КПН-5.6 на суцільній рамі

Культиватор має регульовану ширину міжрядь від 45 до 75 см, що легко налаштовується завдяки переміщенню стійок без використання болтових з'єднань. Високий кліренс рами (70 см) дозволяє працювати з високорослими культурами, а положення робочих секцій можна швидко налаштувати, пересуваючи їх уздовж рами.

Робоча секція оснащена п'ятьма стрільчастими лапами шириною 150 мм, що забезпечують 100% перекриття міжрядь і підходять для раннього весняного розпушування. Завдяки паралелограмному кріпленню секцій до рами, агрегат ідеально копіює рельєф поля та забезпечує стабільну робочу глибину.

Секції обладнані сайлентблоками, які створюють додатковий тиск на секцію, забезпечуючи стабільність глибини навіть у складних умовах. Сайлентблоки не потребують обслуговування чи змащування, що робить їх більш практичними порівняно з втулковими або підшипниковими з'єднаннями.

Робоча глибина кожної секції налаштовується ручним гвинтовим механізмом у діапазоні від +2 до -9 см. Задня стійка з лапою на кожній секції має додаткове регулювання заглиблення від -2 до +4 см, що особливо актуально для зон за колесами трактора, де ґрунт більш ущільнений.

Культиватор може бути дооснащений захисними дисками або щитками для захисту рослин на початкових етапах культивації, задніми борінками для вирівнювання міжрядь і збереження вологи, а також розрівнювальними катками для подрібнення грудок. Також передбачено можливість встановлення системи внесення рідких добрив під час культивації.

Культиватор просапний КРН-4.2 призначений для якісного міжрядного обробітку посівів високостеблових просапних культур, таких як кукурудза, соняшник, соя та інші, з міжряддями 450 мм, 700 мм або більше (рис 3.4). Цей агрегат ефективно працює у всіх ґрунтово-кліматичних зонах України, що робить його універсальним і зручним у використанні.

Основна робоча швидкість культиватора становить до 10 км/год, що дозволяє забезпечити високу продуктивність залежно від ширини міжрядь: 6,0 га/год при 450 мм, 5,8 га/год при 700 мм, та 4,5 га/год за інших параметрів.

Призначення КРН-4.2 – підрізання бур'янів, розпушування ґрунту та забезпечення аерації в міжряддях, ефективне формування борозен для поливу культур, підсипання ґрунту до кореневої системи для захисту та стимулювання росту, видалення бур'янів методом їх присипання, за наявності туковисівних

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

апаратів типу АТП-2, агрегат дозволяє рівномірно розподіляти добрива в міжряддях, передпосівний обробіток, боронування міжрядь.



Рисунок 3.4 – Культиватор просапний КРН-4.2

Культиватор КМО-1.8 У призначений для міжрядного обробітку просапних культур, зокрема на ранніх стадіях їх росту (рис. 3.5).



Рисунок 3.5 - Культиватор міжрядного обробітку для мінітрактора КМО-1.8

Модель КМО-1.8 У призначена для агрегування з мінітракторами, що робить її універсальною і зручною у використанні на господарствах різного

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

розміру. Компактна конструкція, надійні робочі елементи та простота налаштування забезпечують довговічність і стабільну роботу культиватора навіть за інтенсивної експлуатації.

Культиватор-рослинопідживлювач, який обраний для удосконалення, використовується для підготовки ґрунту перед сівбою, виконання міжрядного обробітку, окучування, проріджування, а також для внесення сухих мінеральних добрив у посіви цукрових і кормових буряків, а також інших просапних культур. Цей агрегат ефективний у зонах, де вирощуються цукрові буряки, зокрема в умовах нормальної та підвищеної вологості, і призначений для роботи в міжряддях шириною 45 та 60 см. Культиватор (рис. 3.6), складається з основної рами, обладнання для транспортування по дорогах загального користування, опорно-приводних коліс, секцій з робочими органами, що мають паралелограмні підвіски, а також системи для внесення сухих мінеральних добрив у посіви і комплекту робочих органів для догляду за міжряддями.



Рис. 3.6 – Загальний вигляд культиватора УСМК-5,4

Проведений аналіз культиваторів показав, спостерігається тенденція до розширення їх універсальності, коли можна використовувати його як для передпосівного так і міжрядного обробітків, в той же час обробляти просапні

культури з різною шириною міжрядь. Тому в даній дипломній роботі буде зроблена спроба удосконалення культиватора УСМК-5,4 для розширення його універсальності з можливістю використання для обробітку соняшнику. Крім того стрілчасті лапи будуть встановлені на пружинні стійки і встановлені захисні диски, що дозволить його використання на різних типах ґрунтів (рис. 3.7).

Секція робочих органів (рис. 3.7) складається з підвіски, копіювального колеса та гряділя. Підвіска являє собою паралелограмний чотириланковий механізм, який складається з переднього та заднього кронштейнів, нижньої та верхньої з'єднувальних ланок. Верхньою ланкою здійснюється регулювання горизонтального положення гряділя. Стабілізуюча пружина регулює зусилля навантаження на робочі органи під час роботи культиватора.

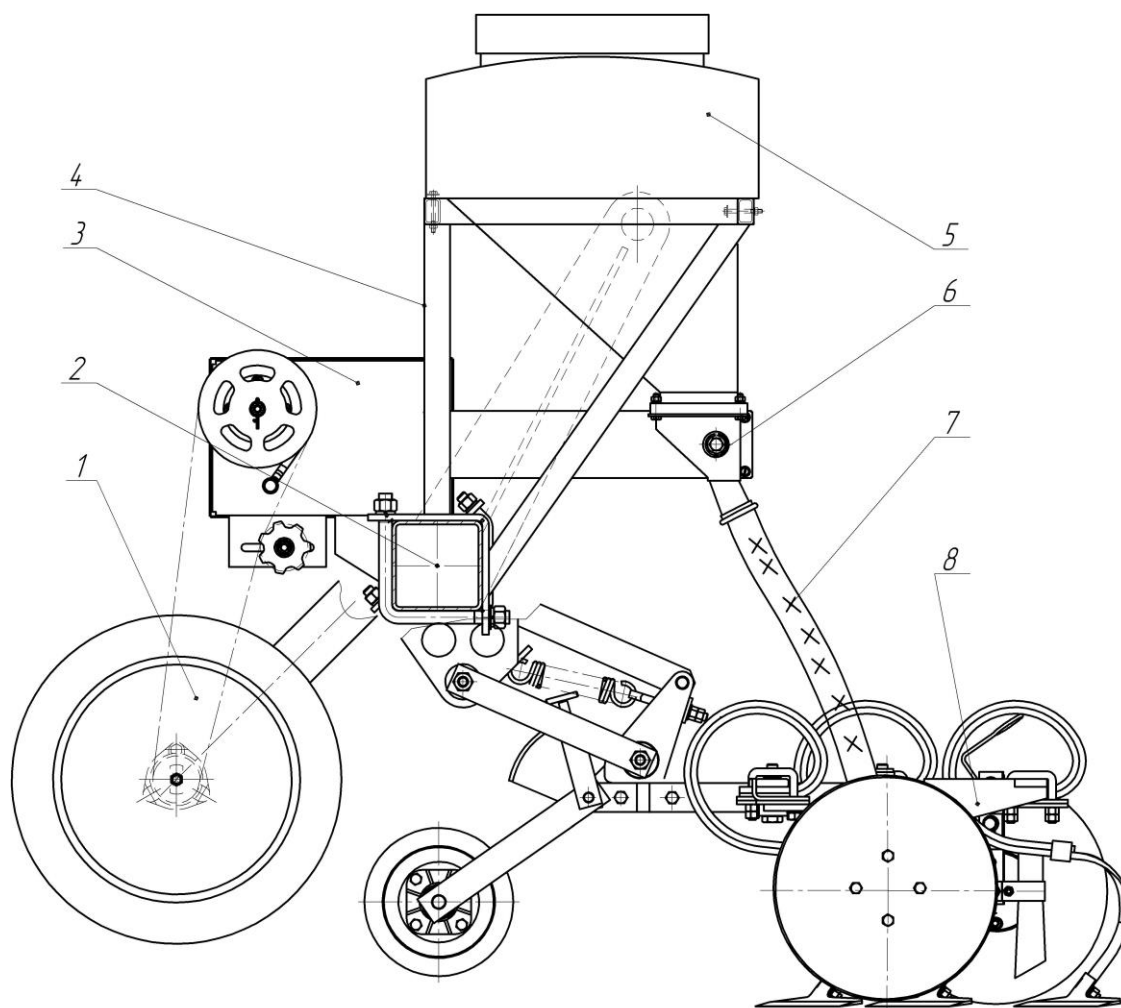


Рис. 3.7. Секція робочих органів: 1 - опорно-приводне колесо; 2 – рама; 3 - механізм приводу; 4 – рамка закріплення тукового ящика; 5 – туковий ящик; 6 - туковисівний апарат; 7 – тукопровід; 8 – гряділь

3.2. Обґрунтування параметрів секції робочих органів.

3.2.1. Обґрунтування стрілчатої лапи культиватора.

Сучасні робочі органи культиваторів мають значні недоліки, головним з яких є низька довговічність. Під час роботи в ґрунті вже через 3-4 години леза стрілчастих лап помітно затуплюються і зношуються. Це призводить до підвищення енергоємності процесу обробітку ґрунту, оскільки зношене лезо погіршує ріжучі властивості та збільшує опір ґрунту. Окрім того, зменшення гостроти лез ускладнює підтримання стабільної глибини обробітку, що знижує якість культивації.

Зміцнення робочих органів шляхом нанесення шару твердого сплаву, наприклад, типу «Сормайт», частково вирішує проблему довговічності. Такий підхід дозволяє подовжити термін служби робочих органів, але має свої недоліки. Зокрема, це збільшує собівартість виготовлення лап, що безпосередньо впливає на витрати при їх експлуатації. Крім того, навіть у випадках зміцнення, затуплення лез і зношування не усуваються повністю. В процесі роботи, коли кут нахилу леза до горизонтальної площини змінюється через зношування, глибина обробітку також стає нестабільною. Це ще більше знижує ефективність роботи культиватора.

Більшість стрілчастих лап виготовляються суцільними, що ускладнює процес їх ремонту. У разі зношування таких лап їх доводиться повністю замінювати на нові, що підвищує витрати на обслуговування. Основним критерієм вибраковування лап є зменшення ширини захвату, що відбувається внаслідок інтенсивного зношування крил. Це призводить до утворення «огріхів» між проходами сусідніх лап на полі, що суттєво погіршує якість обробітку ґрунту. Відновлення параметрів зношених лап у більшості випадків є неможливим через їхню суцільну конструкцію.

Застосування наплавлених шарів твердого сплаву (наприклад, «Сормайт») на лезах трохи підвищує довговічність лап. Проте цей метод має значні обмеження. По мірі роботи леза поступово затуплюються, що спричиняє збільшення кута нахилу поверхні леза відносно горизонтальної площини. Це

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

зумовлює зменшення ефективності заглиблення робочих органів та їх довговічності.

Для усунення цих недоліків пропонується нова конструкція стрілкової лапи (рис. 3.8). Основна її перевага полягає у можливості швидкої заміни зношуваних елементів. Такий підхід забезпечує зниження витрат на технічне обслуговування, зменшення простоїв обладнання та підвищення загальної ефективності роботи культиватора. Додатково нова конструкція дозволяє підтримувати стабільну ширину захвату протягом тривалого часу, що покращує якість обробітку ґрунту та зменшує енергетичні витрати.

Таким чином, впровадження нової стрілкової лапи може суттєво покращити роботу культиватора, підвищивши його ефективність, економічність і якість обробітку. Це важливий крок у напрямку вдосконалення технологій обробітку ґрунту та забезпечення сталого сільського господарства.

Недоліком існуючих робочих органів є їхня обмежена ефективність у процесі розпушування ґрунту. Лапи таких знарядь встановлені на значній відстані один від одного, що спричиняє утворення грудок розміром 80...120 мм після проходу агрегата. Водночас агротехнічні вимоги передбачають, що розмір грудок повинен становити не більше 20...40 мм для забезпечення оптимальних умов проростання культур.

Запропонована стрілчаста лапа культиватора має просту і водночас ефективну конструкцію. Вона складається зі стояка 1, до якого кріпиться основа лапи 2. Основу лапи виконано у вигляді зварної конструкції, яка включає підшву 3, ліву 4 та праву 5 накладки. Для створення зазору між підшвою та накладками встановлено упори 6 і 7. Цей зазор використовується для кріплення лез стрілкової лапи 8 і 9, які одним кінцем з вирізом спираються на упор 6, а боковою частиною – на упор 7. Фіксація лез у такому положенні здійснюється за допомогою кріпильного елемента 10. До передньої частини основи 2 прикріплюється долото 11, яке слугує для додаткового розпушування ґрунту та зниження опору при роботі.

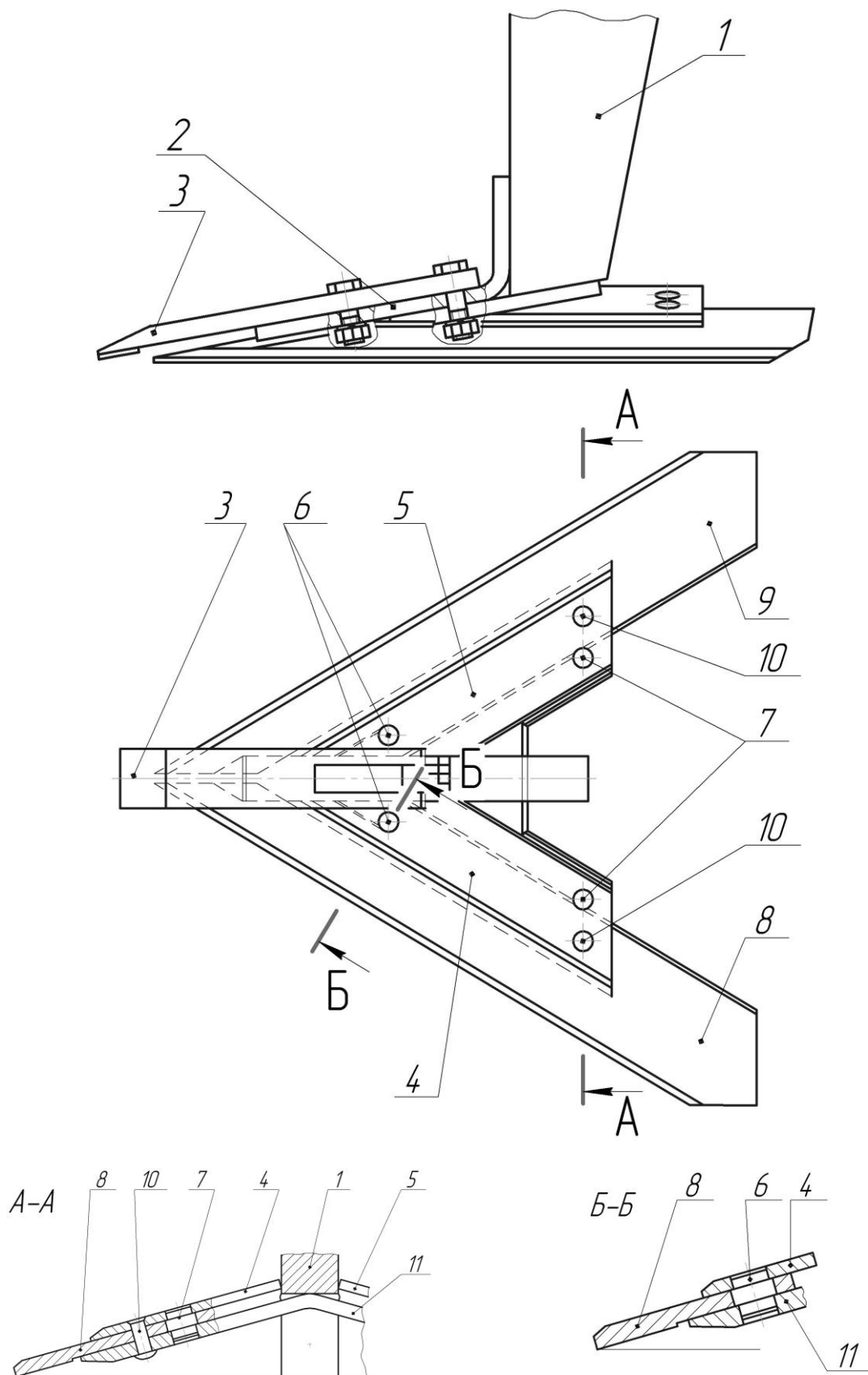


Рисунок 3.8 – Стрілчаста лапа просапного культиватора: 1 – стійка; 2 – основа лапи; 3 – долото; 4, 5 – накладки (ліва і права); 6, 7 – упори; 8, 9 – змінні леза стрільчастої лапи; 10 – елемент кріпильний; 11 – накладка

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДР 00.000 ПЗ

Арк.

33

Завдяки продуманій конструкції основа лапи дозволяє оперативно замінювати зношені елементи, такі як леза, долото чи ніж, що значно підвищує зручність обслуговування та зменшує витрати часу на ремонт. Також конструкція дає змогу адаптувати ширину захвату стрілочастих лап шляхом встановлення лез різної довжини. Це дозволяє налаштовувати культиватор для роботи в різних умовах і з різними типами ґрунтів.

Ще однією перевагою запропонованої конструкції є відсутність необхідності використовувати складні технології, як-от виготовлення штампів або застосування потужних пресів для виробництва лап. Це робить можливим виготовлення таких робочих органів не лише у заводських умовах, але й у механічних майстернях, оснащених базовим обладнанням, що значно розширює сферу їх застосування.

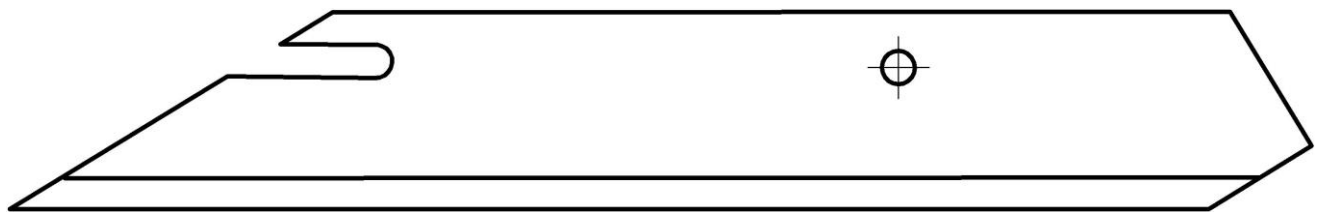


Рисунок 3.9 – Форма леза стрілкової лапи культиватора

3.2.2. Теоретичний розрахунок параметрів стрілкової.

Розглянемо розрахунок стрілкової лапи культиватора для обробітки міжрядь з шириною $L = 70$ см. Ширину захвату лапи B обираємо так, щоб було достатньо перекриття. Для міжряддя 70 см – ширину лапи обираємо $B = 0,3$ м.

Глибина обробітки $h = 10$ см, швидкість руху культиватора $V = 9$ км/год, коефіцієнт тертя $k = 1,15$. Опір ґрунту $R = 30$ кН/м², обираємо середній опір для суглинку.

Сила опору ґрунту залежить від кількох факторів, таких як опір ґрунту, ширина захвату лапи та глибини обробітки. Силу опору ґрунту визначимо за формулою

$$F_0 = R \cdot h \cdot b, \quad (3.1)$$

де R – опір ґрунту, кН/м²;

h – глибина обробітку, м;

b – ширина захвату лапи, м.

$$F_0 = 30 \cdot 0,1 \cdot 0,3 = 0,9 \text{ кН.}$$

Сила опору ґрунту для однієї стрілкової лапи з шириною захвату 300 мм на глибині обробітку 10 см у ґрунті з опором $R = 30 \text{ кН/м}^2$ становить 0,9 кН.

Цей результат є основою для подальших розрахунків тягового опору та енергетичних витрат.

Силе тягового опору F_t визначаємо за формулою

$$F_t = F_0 \cdot k, \quad (3.2)$$

$$F_t = 0,9 \cdot 1,15 = 1,035 \text{ кН.}$$

Розрахунок напружень у матеріалі лапи. Припустимо, що лапа має товщину $t = 0,008 \text{ м}$, та ширину робочої частини $b = 0,05 \text{ м}$. Тоді площа поперечного перерізу лапи

$$A = t \cdot b, \quad (3.3)$$

$$A = 0,008 \cdot 0,05 = 0,0004 \text{ м}^2.$$

Допустиме напруження визначимо за формулою

$$\sigma = \frac{F_t}{A}. \quad (3.4)$$

$$\sigma = \frac{1,035 \cdot 10^3}{0,0004} = 2,587 \cdot 10^6 \text{ Па} = 2,59 \text{ МПа}.$$

Для сталі Сталь 45 із загартуванням допустиме напруження $\sigma_{дон} = 250 \text{ МПа}$, тому міцність забезпечується.

Енергетичні витрати на подолання тягового опору визначимо за формулою

$$N = \frac{F_t \cdot V}{3600}. \quad (3.5)$$

$$N = \frac{1,035 \cdot 2,5}{3600} = 0,00072 \text{ МВт} = 0,72 \text{ кВт}.$$

Ширина лапи 300 мм підходить для міжряддя 70 см з достатнім перекриттям. Матеріал Сталь 45 забезпечує міцність лапи. Потужність на обробіток однієї лапи – 0,72 кВт.

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

3.2.3. Теоретичний розрахунок параметрів стрілкової S-подібної стійки кріплення стрілкової лапи до гряділя.

Розрахунок S-подібної стійки кріплення стрілкової лапи до гряділя проводиться для забезпечення її міцності, жорсткості та надійності під час експлуатації. Для виконання розрахунків використовуються такі основні дані:

- сила опору ґрунту, визначається залежно від типу ґрунту і глибини обробки (приймаємо $F = 800 \dots 1200$ Н);
- глибина обробки, для культиваторів $h = 0,1 \dots 0,15$ м;
- ширина стрілкової лапи $b = 0,2 \dots 0,3$ м;
- кут атаки лапи $\alpha = 25^\circ \dots 35^\circ$;
- матеріал стійки: марка сталі Сталь 45, її механічні властивості: межа міцності $\sigma_s = 600$ МПа, межа плинності $\sigma_n = 350$ МПа, модуль пружності $E = 2,1 \cdot 10^5$ МПа;
- допустиме напруження $\sigma_{дон}$ приймаємо з урахуванням коефіцієнта запасу міцності $\sigma_{дон} = \sigma_n \cdot k$.

Розрахунок навантаження на стійку.

Результуюче навантаження на стійку розраховуємо за формулою

$$R = F \cdot \cos(\alpha), \quad (3.6)$$

де F – сила опору ґрунту, Н, приймаємо $F = 1000$ Н;

α – кут атаки лапи, приймаємо $\alpha = 30^\circ$.

$$R = 1000 \cdot \cos(30) = 866 \text{ Н.}$$

Розрахунок на міцність стійки.

Максимальне напруження у стійці визначаємо за формулою

$$\sigma = \frac{M}{W}, \quad (3.7)$$

де M – згинальний момент, Н·м;

$$M = R \cdot L, \quad (3.8)$$

					ДР 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

L – відстань від точки кріплення до лапи, м, $L = 0,25$ м.

$$M = 866 \cdot 0,25 = 216,5 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

W – момент опору поперечного перерізу, м³.

$$W = \frac{\pi \cdot d^3}{32}, \quad (3.9)$$

де d – діаметр стійки, м, $d = 0,01$ м.

$$W = \frac{3,14 \cdot 0,01^3}{32} = 9,82 \cdot 10^{-9} \text{ м}^3.$$

$$\sigma = \frac{216,5}{9,82 \cdot 10^{-9}} = 22,05 \text{ МПа}.$$

Перевірка міцності.

Порівнюємо отримане напруження з допустимим

$$\sigma < \sigma_{\text{дон}}.$$

$$\text{При } \sigma_{\text{дон}} = \frac{\sigma_n}{k}, \quad \sigma_{\text{дон}} = \frac{350}{2} = 175 \text{ МПа}.$$

$$22,05 \text{ МПа} < 175 \text{ МПа}.$$

Міцність стійки забезпечена.

Розрахунок на жорсткість. Перевіряємо жорсткість стійки на згин виконуємо за формулою

$$\Delta = \frac{R \cdot L^3}{3 \cdot E \cdot I}, \quad (3.10)$$

де I – момент інерції поперечного перерізу, м⁴;

Момент інерції поперечного перерізу визначаємо за формулою

$$I = \frac{\pi \cdot d^4}{64}, \quad (3.11)$$

Приклад:

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

$$I = \frac{3,14 \cdot 0,01^4}{64} = 4,91 \cdot 10^{-10} \text{ м}^4.$$

$$\Delta = \frac{866 \cdot 0,25^3}{3 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 4,91 \cdot 10^{-10}} = 0,22 \text{ м.}$$

Якщо допустиме прогинання $\Delta_{дон} = 0,25$ мм, $\Delta < \Delta_{дон}$. Жорсткість забезпечена.

Розрахунки підтверджують, що S-подібна стійка з заданими параметрами відповідає вимогам міцності та жорсткості. Для оптимізації конструкції можна змінювати діаметр стійки або матеріал, орієнтуючись на отримані результати.

3.3. Визначення взаємного розташування стрілочатих лап на секції.

Конструкція культиватора передбачає таке розташування робочих органів, зокрема лап (рис. 3.10), яке дозволяє уникати проблем, пов'язаних із переплетенням бур'янів та накопиченням ґрунту між сусідніми елементами. Таке розташування забезпечує рівномірну обробку поля, запобігаючи утворенню необроблених зон чи надмірно ущільнених ділянок. Для досягнення цієї мети лапи культиватора встановлюються у два або три ряди, залежно від конструктивних особливостей та призначення агрегату.

Важливим аспектом є правильний підбір відстані між сусідніми лапами L_p . Ця відстань розраховується так, щоб зони обробітку кожної лапи частково перекривалися (рис. 3.11). Завдяки цьому забезпечується ефективне руйнування ґрунту без пропусків і покращується загальна якість обробки. Правильна взаємодія лап дозволяє також уникнути перевантажень окремих елементів конструкції та забезпечити їх довговічність.

При обробітку шар ґрунту піддається сколюванню в різних напрямках. Ці напрями, як правило, симетричні відносно прикладеної сили, що спрямовується до ґрунту під час руху агрегату. Кут розташування напрямків сколювання є одним із ключових факторів, що визначає характер і якість руйнування ґрунтової

маси. Чим точніше спроектовано цей кут, тим рівномірніше та ефективніше відбувається обробка.

Правильний підбір відстані між рядами лап дозволяє максимально ефективно використовувати робочу ширину культиватора, забезпечити якісне розпушування ґрунту та уникнути його зайвого ущільнення.

Таким чином, оптимізація розташування лап у культиваторі є важливим етапом проектування, який впливає на продуктивність і ефективність агрегату. Ширину розташування лап визначаємо із формули

$$L_p \geq l_3 + L, \quad (3.12)$$

де L – виліт стрілкової лапи, мм;

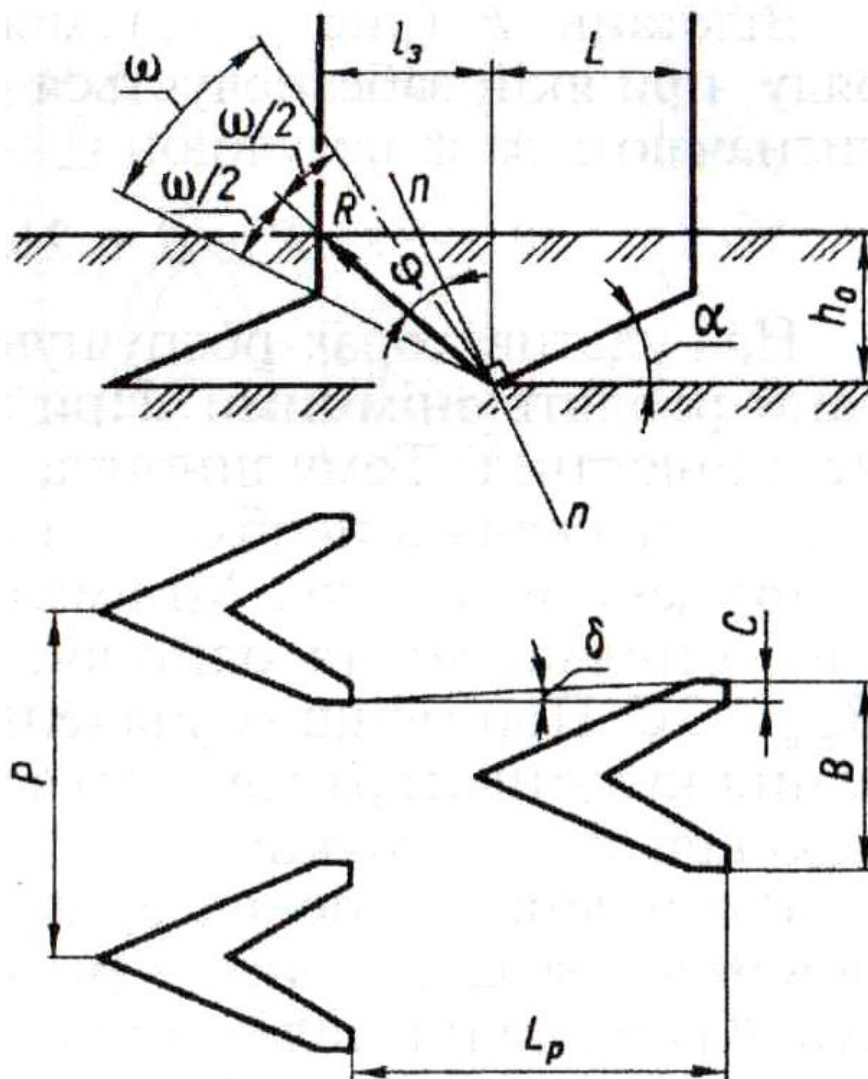


Рисунок 3.10 – Схема до визначення розміщення лап культиватора

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДР 00.000 ПЗ

Арк.

39

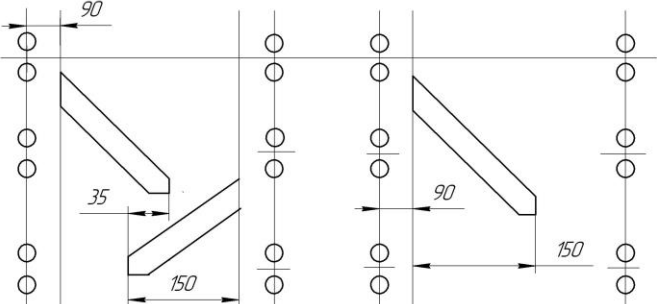
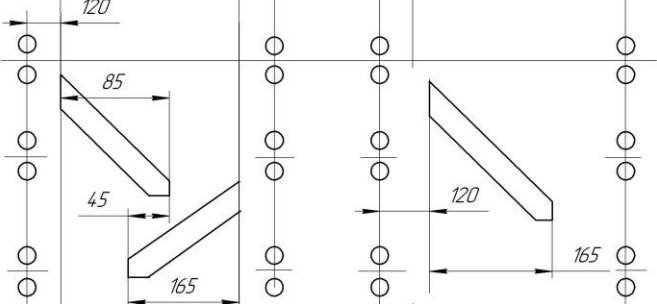
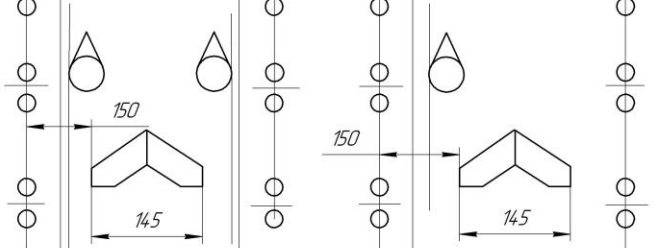
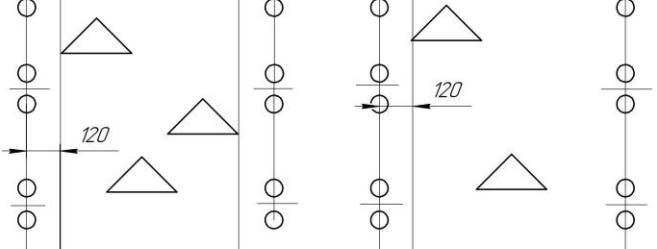
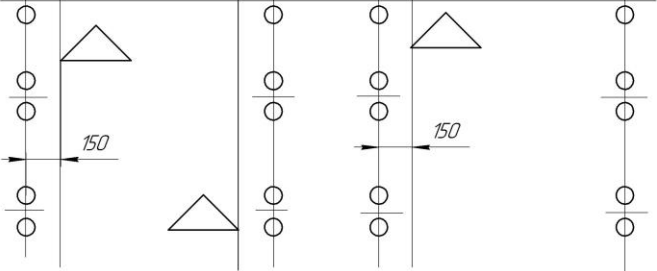
Міжрядний обробіток	Ширина міжрядь 70 см
I	
II	
III підживлення	
IV	
V	

Рисунок 3.11 – Схема розстановки робочих органів на культиваторі

$$l_3 = h_0 \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi);$$

φ – кут тертя ґрунту по поверхні металу.

Тоді

$$L_p \geq h_0 \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi) + L.$$

З урахуванням напрямку сколювання ґрунту

$$L_{p\max} \geq h_0 \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi + \omega/2) + L. \quad (3.13)$$

$$L_{p\min} \geq h_0 \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi - \omega/2) + L. \quad (3.14)$$

$$L_{p\max} \geq 160 \cdot \operatorname{tg}(16 + 20 + 40/2) + 320 = 557,2 \text{ мм.}$$

$$L_{p\max} \geq 160 \cdot \operatorname{tg}(16 + 20 - 40/2) + 320 = 365,9 \text{ мм.}$$

Відстань між лапами

$$P \geq B + 2h_0 \cdot \operatorname{tg}(\omega/2). \quad (3.14)$$

$$P \geq 330 + 2 \cdot 160 \cdot \operatorname{tg}(40/2).$$

$$P \geq 446,4 \text{ мм.}$$

Величина перекриття C прополювальних лап за умов повного підрізання бур'янів

$$C = L_p \cdot \operatorname{tg} \delta, \quad (3.15)$$

де δ – кут відхилення під час руху культиватора від прямого напрямку,
 $\delta = 7 - 9^\circ$.

$$C = 436 \cdot \operatorname{tg} 7 = 53,5 \text{ мм.}$$

Стрілчасті лапи розташовують у передній частині, оскільки таке положення сприяє досягненню більш рівномірної глибини обробітку ґрунту. Завдяки цьому забезпечується якісна підготовка ґрунту, що важливо для оптимального розвитку рослин.

3.4. Висновки по розділу.

На українському ринку з'явилися новітні моделі культиваторів, які не лише ефективно замінюють застарілі зразки, але й мають значно ширший функціонал, сучасні технологічні рішення для налаштування та зміни робочих процесів, підвищену мобільність і швидкість підготовки до роботи. Вони забезпечують якісне виконання завдань, дозволяють працювати на швидкостях до 10-15 км/год, вирізняються високою надійністю і доступнішою ціною.

Для обробітку міжрядь з шириною $L = 70$ см ширину захвату лапи B необхідно обирати так, щоб було достатньо перекриття. Для міжряддя 70 см – ширину лапи необхідно обрати $B = 0,3$ м.

Сила опору ґрунту для однієї стрілкової лапи з шириною захвату 300 мм на глибині обробітку 10 см у ґрунті з опором $R = 30$ кН/м² становить 0,9 кН.

Площа поперечного перерізу лапи повинна складати $A = 0,0004$ м². Допустиме напруження $\sigma = 2,59$ МПа. Для сталі Сталь 45 із загартуванням допустиме напруження $\sigma_{\text{дон}} = 250$ МПа, тому міцність забезпечується.

Ширина лапи 300 мм підходить для міжряддя 70 см з достатнім перекриттям. Матеріал Сталь 45 забезпечує міцність лапи. Потужність на обробіток однієї лапи – 0,72 кВт.

Результуюче навантаження на стійку $R = 866$ Н. Максимальне напруження у стійці $\sigma = 22,05$ МПа. Отримане напруження $\sigma < \sigma_{\text{дон}}$. Міцність стійки забезпечена.

Жорсткість $\Delta = 0,22$ мм, допустиме прогинання $\Delta_{\text{дон}} = 0,25$ мм, $\Delta < \Delta_{\text{дон}}$. Жорсткість забезпечена. Розрахунки підтверджують, що S-подібна стійка з заданими параметрами відповідає вимогам міцності та жорсткості.

Величина перекриття C прополювальних лап за умов повного підрізання бур'янів $C = 53,5$ мм.

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

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Ризики і небезпеки, які можуть виникнути при вирощуванні соняшнику.

Ризики та небезпеки під час вирощування соняшнику охоплюють широкий спектр потенційних загроз для працівників. Вони виникають через використання техніки, роботу з агрохімікатами, а також через вплив факторів навколишнього середовища.

Основні фізичні ризики і небезпеки наступні.

Механічні травми:

- пошкодження під час роботи з сільськогосподарською технікою (трактори, комбайни, культиватори);
- ураження рухомими частинами техніки та обладнання;
- падіння працівників з висоти при обслуговуванні техніки або складських приміщень.

Перенапруження опорно-рухового апарату:

- важкі фізичні роботи, наприклад, посів, обробка рослин, збір врожаю.

Шум та вібрація:

Робота з гучною технікою та обладнанням, що може викликати порушення слуху та впливати на нервову систему.

Хімічні ризики:

- отруєння агрохімікатами;
- вдихання парів гербіцидів, пестицидів чи добрив.
- контакт агрохімікатів зі шкірою або слизовими оболонками.

Алергічні реакції:

- пил або частки хімічних речовин можуть викликати подразнення шкіри, очей або дихальних шляхів.

Біологічні ризики:

- контакт із шкідниками;
- укуси комах або гризунів, які можуть переносити інфекції.

Рослинні алергени:

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

- пилок або частки рослин сояшнику можуть викликати алергію у працівників.

Кліматичні ризики:

- перегрів чи переохолодження внаслідок тривалої роботи під прямим сонячним промінням або в холодну погоду;

- ураження блискавкою під час виконання робіт під час грозових явищ.

Психологічні ризики:

- перевтома та стрес;

- довгі години роботи, особливо у високий сезон (посів чи збір урожаю).

Недостатній відпочинок, коли порушення режиму праці та відпочинку може призвести до зниження концентрації і травматизму.

Можливість виникнення пожежі при виконанні робіт.

4.2. Заходи безпеки, яких необхідно дотримуватися при вирощуванні сояшнику.

Організаційні заходи:

- проведення інструктажів з охорони праці та навчання працівників;

- організація режиму праці та відпочинку з урахуванням сезонних умов.

Використання засобів індивідуального захисту (ЗІЗ) - респіраторів, захисних окулярів, рукавичок, спецодягу та взуття.

Забезпечення працівників засобами від комах (репеленти) та кремами від опіків сонцем.

Контроль та технічне обслуговування обладнання:

- регулярний технічний огляд і ремонт техніки;

- використання сучасного обладнання з системами безпеки.

Медичні заходи:

- регулярний медичний огляд працівників;

- наявність аптечки першої допомоги на робочому місці.

Екологічна та хімічна безпека:

- використання сертифікованих хімічних препаратів та суворе дотримання норм їх внесення.

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

- організація спеціальних місць для зберігання хімікатів.

Дотримання цих заходів значно знижує ризик травматизму та негативного впливу на здоров'я працівників під час вирощування соняшнику.

4.3. Попереджувальні знаки з охорони праці, які необхідно передбачити на вдосконаленому культиваторі.

На культиваторному агрегаті необхідно передбачити наступні попереджувальні знаки з охорони праці відповідно до вимог стандартів (рис. 4.1).

Знаки попередження про небезпеку.

Обертальні частини – знак із зображенням руки, що потрапляє в обертальні механізми. Розміщення – біля валів, шестерень та інших рухомих частин.

Різальні елементи – знак із зображенням руки або ноги, що потрапляє на різальні частини. Розміщення – біля ножів, дисків, лез тощо.

Гаряча поверхня – знак із зображенням полум'я або попередження про високі температури. Розміщення – на двигуні чи поблизу глушника.

Знаки обмеження доступу.

Заборона доступу – червоний знак із перекресленим входом. Розміщення: на місцях, що не передбачені для роботи чи обслуговування.

Знаки обов'язкових дій - використання засобів захисту (зображення людини в захисному одязі або касці). Розміщення – на видному місці, біля пускових механізмів. Окуляри, рукавички або беруші, якщо необхідно використовувати захисні окуляри чи беруші.

Попередження про високий струм – жовтий трикутник із блискавкою. Розміщення – біля електричних елементів або роз'ємів.

Знаки небезпеки при транспортуванні. Попередження про падіння вантажу – зображення падаючих елементів. Розміщення – біля зон навантаження або розвантаження. Знак «Вантажопідійомний механізм» – інформація про вагу.

Інформаційні знаки. Інструкція користування – табличка з коротким описом правил використання. Розміщення – на видному місці агрегата. Стрілки напрямку руху – для налаштування правильного використання. слід забезпечити правильне освітлення знаків, щоб вони були видимими у будь-яких умовах.

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



Рисунок 4.1 – Попереджувальні знаки з охорони праці, які необхідно передбачити на культиваторному агрегаті

4.4. Інструкція з охорони праці під час роботи на культиваторному агрегаті.

Інструкція встановлює вимоги з охорони праці для працівників, які виконують роботи на культиваторному агрегаті при обробітку соняшнику.

Роботи проводяться відповідно до технологічного процесу, затвердженого керівником господарства.

До роботи допускаються особи:

- старше 18 років;
- які пройшли медичний огляд, навчання, інструктаж з охорони праці, перевірку знань і мають відповідну кваліфікацію.

Працівники повинні мати засоби індивідуального захисту (спецодяг, рукавиці, захисні окуляри тощо).

Перед початком роботи перевірити справність трактора, культиватора та допоміжного обладнання. Особливу увагу звернути на:

- стан зчіпного пристрою;
- відсутність тріщин, деформацій робочих елементів;
- справність гідравлічної та електричної систем.

Упевнитися, що всі захисні кожухи та огороження на агрегаті встановлені правильно. Перевірити наявність аптечки, вогнегасника та необхідного інструменту.

Провести інструктаж з помічниками (якщо вони залучені) щодо безпечних методів роботи.

Вибрати маршрут роботи з урахуванням нахилу поля, особливостей ґрунту та умов видимості.

Під час виконання роботи перед запуском агрегату подати звуковий сигнал і впевнитися, що в зоні роботи немає сторонніх осіб. Під час роботи дотримуватися технологічних параметрів, уникати перевищення швидкості.

Забороняється:

- працювати при несправності обладнання;
- перебувати між трактором і культиватором при ввімкненому двигуні;
- проводити регулювання, ремонт або очищення без повної зупинки агрегату.

Контролювати стан поля (відсутність каміння, сторонніх предметів) і дотримуватися безпечної дистанції між агрегатами, якщо їх працює декілька.

В разі виявлення несправностей негайно зупинити агрегат і повідомити керівника.

Після закінчення роботи зупинити трактор, заглушити двигун і поставити його на гальмо. Очистити робочі елементи культиватора від залишків ґрунту та рослин. Провести візуальний огляд агрегату на предмет пошкоджень. Розмістити техніку на визначеному місці для зберігання. Повідомити керівника про виконану роботу та виявлені під час роботи проблеми.

В аварійних ситуаціях у разі поломки агрегату зупинити роботу, заглушити двигун та усунути несправність, дотримуючись правил безпеки.

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

При травмуванні негайно надати першу допомогу потерпілому, за необхідності викликати швидку допомогу. У випадку виникнення пожежі використовувати наявний вогнегасник, повідомити керівництво та викликати пожежну службу.

Працівники, які порушують вимоги цієї інструкції, несуть відповідальність згідно з чинним законодавством України. Керівник робіт зобов'язаний забезпечити виконання вимог інструкції та контроль за дотриманням правил охорони праці.

4.5 Висновки по розділу.

В розділі виконаний аналіз ризиків і небезпек, які можуть виникнути при вирощуванні соняшнику. Ризики та небезпеки під час вирощування соняшнику охоплюють широкий спектр потенційних загроз для працівників. Вони виникають через використання техніки, роботу з агрохімікатами, а також через вплив факторів навколишнього середовища.

Запропоновані заходи безпеки, яких необхідно дотримуватися при вирощуванні соняшнику та розроблена інструкція з охорони праці під час роботи на культиваторному агрегаті. Розроблено також рекомендації встановлення попереджувальних знаків охорони праці, які необхідно передбачити на вдосконаленому культиваторі.

5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Економічна ефективність вирощування соняшнику залежить від кількох ключових факторів, які забезпечують високий рівень доходів та мінімізують витрати. Основні аспекти, що визначають економічну ефективність наступні.

Стійкий попит на продукцію. Соняшник є основною культурою для виробництва олії, яка користується великим попитом на внутрішньому та зовнішньому ринках.

Висока ціна на ринку. Насіння соняшника має стабільно високу вартість, особливо за умов якісного врожаю.

Можливість переробки. Продаж продукції з доданою вартістю (олія, макуха) збільшує рентабельність.

Соняшник має добре розвинену кореневу систему, що дозволяє вирощувати його навіть у регіонах із недостатнім зволоженням. Це знижує витрати на зрошення. Мінімальні витрати на добрива, культура ефективно використовує доступні поживні речовини ґрунту. Соняшник добре адаптований до різних кліматичних умов.

Більшість технологічних операцій (посів, обробка ґрунту, збирання врожаю) може бути механізована, що знижує витрати праці. Використання сучасної техніки дозволяє уникати додаткових витрат на оплату праці.

Соняшник покращує структуру ґрунту, а його вирощування у сівозміні сприяє підвищенню врожайності інших культур.

Навіть за нестабільних умов ринку соняшник залишається прибутковою культурою.

Економічна ефективність вирощування соняшнику залежить від впровадження сучасних агротехнологій, грамотного управління витратами і орієнтації на переробку продукції, що дозволяє отримати максимальний прибуток з кожного гектару.

Якість технічного забезпечення має також значний вплив на ефективність і рентабельність вирощування соняшнику. Від технічного стану та рівня

механізації залежить продуктивність праці, зменшення витрат і якість кінцевого врожаю.

Використання сучасних посівних агрегатів забезпечує рівномірне розміщення насіння на оптимальній глибині, що сприяє дружнім сходам і зменшує втрати врожаю.

Ефективний обробіток ґрунту забезпечує якісну підготовку ґрунту, що сприяє кращому укоріненню рослин і їхньому розвитку.

Сучасна техніка з високою енергоефективністю дозволяє зменшити витрати пального, а точкове внесення добрив і засобів захисту рослин знижує обсяги використання хімікатів. Комбайни нового покоління забезпечують ретельний збір насіння з мінімальними втратами і пошкодженнями.

Використання техніки з точковою подачею препаратів дозволяє ефективно боротися з бур'янами, шкідниками та хворобами, що значно підвищує врожайність.

Сучасне технічне забезпечення дозволяє значно скоротити залучення людських ресурсів, зменшити витрати на оплату праці та прискорити виконання всіх технологічних операцій.

Використання техніки з налаштуваннями для точного посіву і збирання мінімізує механічні пошкодження насіння. Це підвищує його якість для подальшої переробки чи реалізації.

Техніка із швидким налаштуванням дозволяє оперативно виконувати посів чи збір врожаю навіть при зміні погодних умов. Високоякісна техніка менш схильна до поломок, що забезпечує безперервність виробничого процесу.

Високоякісне технічне забезпечення сприяє підвищенню продуктивності праці, зниженню витрат і забезпеченню стабільно високої якості врожаю. Інвестиції в сучасну техніку та її обслуговування є стратегічно важливими для досягнення максимальної рентабельності у вирощуванні соняшнику.

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

6. ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Соняшник є однією з провідних сільськогосподарських культур України, яка забезпечує важливу частину внутрішнього та зовнішнього ринків. Завдяки своїм економічним і агротехнічним перевагам, ця культура займає значне місце у структурі посівних площ країни. Водночас, підвищення рентабельності вирощування соняшнику вимагає постійного вдосконалення технологій і технічних засобів, які використовуються в процесі його вирощування.

Проведений аналіз вирощування соняшнику показав, що при його вирощуванні ефективним буде застосування мінімального обробітку ґрунту для збереження вологи у посушливих регіонах. Застосування смугового обробітку (strip-till) для зниження ерозії та поліпшення умов для кореневої системи. Регулярний аналіз ґрунту для коригування внесення добрив.

Для удосконалення технології міжрядної культивування соняшнику ефективним буде впровадження пружинних робочих органів для більш делікатної роботи з ґрунтом і мінімізації пошкоджень кореневої системи. Виготовлення робочих органів культиваторів із зносостійких матеріалів, що підвищить їх довговічність.

На українському ринку з'явилися новітні моделі культиваторів, які не лише ефективно замінюють застарілі зразки, але й мають значно ширший функціонал, сучасні технологічні рішення для налаштування та зміни робочих процесів, підвищену мобільність і швидкість підготовки до роботи. Вони забезпечують якісне виконання завдань, дозволяють працювати на швидкостях до 10-15 км/год, вирізняються високою надійністю і доступнішою ціною.

Для обробітку міжрядь з шириною $L = 70$ см ширину захвату лапи B необхідно обирати так, щоб було достатньо перекриття. Для міжряддя 70 см – ширину лапи необхідно обрати $B = 0,3$ м.

Сила опору ґрунту для однієї стрілкової лапи з шириною захвату 300 мм на глибині обробітку 10 см у ґрунті з опором $R = 30$ кН/м² становить 0,9 кН.

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

Площа поперечного перерізу лапи повинна складати $A = 0,0004 \text{ м}^2$. Допустиме напруження $\sigma = 2,59 \text{ МПа}$. Для сталі Сталь 45 із загартуванням допустиме напруження $\sigma_{\text{дон}} = 250 \text{ МПа}$, тому міцність забезпечується.

Ширина лапи 300 мм підходить для міжряддя 70 см з достатнім перекриттям. Матеріал Сталь 45 забезпечує міцність лапи. Потужність на обробіток однієї лапи – 0,72 кВт.

Результуюче навантаження на стійку $R = 866 \text{ Н}$. Максимальне напруження у стійці $\sigma = 22,05 \text{ МПа}$. Отримане напруження $\sigma < \sigma_{\text{дон}}$. Міцність стійки забезпечена.

Жорсткість $\Delta = 0,22 \text{ мм}$, допустиме прогинання $\Delta_{\text{дон}} = 0,25 \text{ мм}$, $\Delta < \Delta_{\text{дон}}$. Жорсткість забезпечена. Розрахунки підтверджують, що S-подібна стійка з заданими параметрами відповідає вимогам міцності та жорсткості.

Величина перекриття C прополювальних лап за умов повного підрізання бур'янів $C = 53,5 \text{ мм}$.

В розділі «Охорона праці» виконаний аналіз ризиків і небезпек, які можуть виникнути при вирощуванні соняшнику. Ризики та небезпеки під час вирощування соняшнику охоплюють широкий спектр потенційних загроз для працівників. Вони виникають через використання техніки, роботу з агрохімікатами, а також через вплив факторів навколишнього середовища.

Запропоновані заходи безпеки, яких необхідно дотримуватися при вирощуванні соняшнику та розроблена інструкція з охорони праці під час роботи на культиваторному агрегаті.

Високоякісне технічне забезпечення сприяє підвищенню продуктивності праці, зниженню витрат і забезпеченню стабільно високої якості врожаю. Інвестиції в сучасну техніку та її обслуговування є стратегічно важливими для досягнення максимальної рентабельності у вирощуванні соняшнику.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бондаренко М.Г., Демещук В.А. Комплектування і використання машино-тракторного парку в рослинництві: Підручник. Київ: Вища шк., 1995. 237 с.
2. Вирощування соняшнику за класичною технологією: веб-сайт. URL: <https://kurkul.com/spetsproekty/636-viroschuvannya-soyi-za-klasichnoyu-tehnologiyeyu> (дата звернення: 12.11.2024).
3. Гапоненко В.С., Войтюк Д.Г. Сільськогосподарські машини. 6-е вид., перероб. і допов. Київ: Урожай, 1992. 448 с.
4. Герасимчук В.Г., Розенплентер А.Е. Економіка та організація виробництва. Київ: Знання, 2007. 678 с.
5. Голчастий робочий орган борони: пат. на корисну модель 23683 Україна: МПК А01В 19/00. №u200612085; заявл. 17.11.06; опубл. 11.06.07, Бюл. №8.
6. Голчастий робочий орган борони: пат. на корисну модель 34027 Україна: МПК А01В 19/00. № 200802063; заявл. 18.02.08; опубл. 25.07.08. Бюл. №14.
7. Гречкосій В.Д. Комплексна механізація виробництва зерна. Київ: Урожай, 1991. 213 с.
8. Ґрунтообробний агрегат АКШ-2,5. АгроЯрд: веб-сайт. URL: <https://market.agroyard.ua/shop/hmelnikselmash/339-kultivator-kun-3> (дата звернення 20.11.2023).
9. 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. Київ: Урожай, 1991. 400 с.
10. Культиватор КЛД-2.0. Компанія Пальміра Дніпро: веб-сайт. URL: <https://agrompk.com.ua/product/8111-kultivator-kld.html> (дата звернення 21.11.2024).
11. Культиватор КУН-3. АгроЯрд: веб-сайт. URL: <https://market.agroyard.ua/shop/hmelnikselmash/339-kultivator-kun-3> (дата звернення 20.11.2024).
12. Культиватор навісний КН-3,8. Білоцерківмаз: веб-сайт. URL: https://www.bcmaz.com.ua/catalog/kultivatory_kn_kp/kultivatory_navesnye_tipa_kn_3_8/ (дата звернення 21.11.2024).
13. Культиватор паровий начіпний КПН-8 (КПН-4). Уманьферммаш: веб-сайт. URL: <https://fermmash.in.ua/product/kultivator-parovoj-navesnoj-kpn-8-kpn-4/> (дата звернення 21.11.2024).

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

14. Культиватор широкозахватний напівначіпний КШН-5,6. Агровектор: веб-сайт: URL: https://agrovektor.com/ua/physical_product/2206-kultivator_shirokozahvatnyupoluna-vesnoy-kshn-56-rezident.html (дата звернення 21.11.2024).
15. Лузан П.Г., Лузан О.Р. Екологічні аспекти вирощування зернових культур. Функціонування АПК на засадах раціонального природокористування : матеріали І Всеукр. наук.-практ. конф. 26 трав. 2017 р. Полтава: ПДАА, 2017. С. 36-38.
16. Лузан П.Г., Лузан О.Р. Напрями вдосконалення технічного забезпечення для раціонального використання земельних ресурсів. Раціональне використання ресурсів в умовах екологічно стабільних територій: колективна монографія. Полтава: ТОВ НВП «Укрпромторгсервіс», 2018. С.28-36.
17. Лузан П.Г. Перспективні технології вирощування сільськогосподарських культур. Perspective trends in scientific research 2015. Materials of International scientific and practical conference. Volume 2. October, 17-22, 2015, Bratislava, Slovak Republic. С.167-168.
18. Павлице В.Т. Основи конструювання та розрахунків деталей машин.: Підручник. Київ: Вища школа, 1993. 556 с.
19. Робочий орган культиватора: пат. на корисну модель 45407 Україна: МПК А01В 13/08. № 200905486; заявл. 01.06.09; опубл. 10.11.09. Бюл. №21.
20. Сало В.М., Лещенко С.М., Лузан П.Г. та ін. Машини для обробітку ґрунту та внесення добрив. Навчальний посібник для студентів агротехнічних спеціальностей. Харків: Мачулін, 2016. 244 с.
21. Сисолін П.В. та ін. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування: Підруч. для студ. вищ. навч. закл. із спец. «Машини та обладнання с.-г. вир-ва» / За ред. М.І. Черновола. Кн. 1: Машини для рільництва; За ред. М.І. Черновола. Київ: Урожай, 2001. 384 с.
22. Технологія вирощування сояшнику: насіння, інокуляція, живлення та захист: веб-сайт. URL: <https://www.eridon.ua/tehnologiya-viroshchuvannya-soyi-nasinnya-inoku-lyaciya-jivlennya-ta-zahist> (дата звернення: 12.11.2024).
23. ТОП-10 експортерів сояшнику із України: веб-сайт. URL: <https://latifundist.com/rating/top-10-eksporterov-soi-iz-ukrainy> (дата звернення: 12.11.2024).

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

24. Україна утримається у топ-10 світових виробників соняшнику: веб-сайт. URL: <https://agroportal.ua/news/rastenievodstvo/ukrajina-utrimuyetsya-u-top-10-svitovih-virobnikiv-soji> (дата звернення: 12.11.2024).

25. Шмат С.І., Лузан П.Г., Сало В.М. Оригінальні способи і засоби обробітку ґрунту та сівби сільськогосподарських культур. Навчальний посібник для студентів технічних спеціальностей. Харків: Мачулін, 2018. 236 с.

					ДР 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

ДОДАТКИ

					ДР 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

Технологічна карта вирощування соняшнику

Район:
Господарство:
Попередник:

Культура: соняшник на зерно.
Площа сівби - 100 га.
Планова врожайність - 30 ц/га.
Вологий збір основної продукції - 3000 ц.

[illegible][illegible]

ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЙ КУЛЬТИВАТОРІВ



Культиватор АКШ-2,5



Культиватор проса пний КРН-4.2



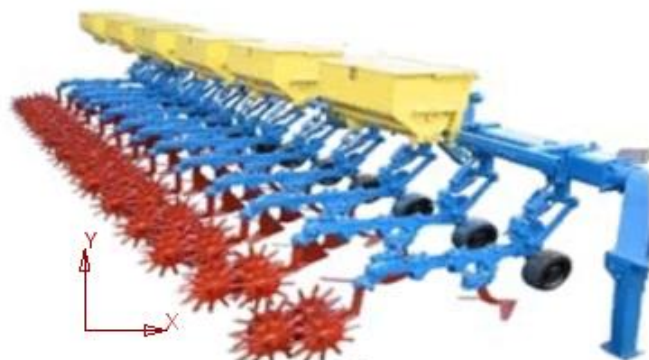
Культиватор типу КУН
виробництва ВАТ «Ірпіньмаш»



Культиватор міжрядного обробітку
для мінітрактора КМО-1.8



Культиватор міжрядний КРН-5.6
на суцільній рамі



Культиватор УСМК-5,4

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Примітка
				<u>Документація</u>		
A1			УСМК 00.010	Складальне креслення	1	
				<u>Складальні одиниці</u>		
A4		2	УСМК 00.060	Штанга	1	
A3		3	УСМК 00.070	Лапа	1	
A3		4	УСМК 00.080	Диск	1	
A3		5	УСМК 00.090	Диск	1	
A4		8	УСМК 00.095	Кронштейн	1	
A4		9	УСМК 00.100	Тримач	1	
A4		10	УСМК 00.110	Кронштейн	1	
A3		11	УСМК 00.120	Сектор	1	
A3		12	УСМК 00.130	Важіль	1	
A4		13	УСМК 00.140	Тяга	1	
A3		15		Гвинт відкидний	1	
				<u>Деталі</u>		
A4		20	УСМК 00.006	Пластина	2	
A4		25	УСМК 00.007	Ковпачок	4	
A4		26	УСМК 00.608	Вісь	2	
				УСМК 00.010		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	СЕКЦІЯ	
Розроб.	Клюшга					
Перевір.	Лузан					
Н. контр.	Мачок					
Затв.	Васильковський				ЦНТУ, гр. АІ-23М-1	
					Літера	Аркуш
						3

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Примітка	
A3		27	УСМК 00.409	Планка	2		
A3		28	УСМК 00.010	Направляюча	1		
A3		29	УСМК 00.411	Прижим	2		
A3		30	УСМК 00.612	Маточина	4		
A3		31	УСМК 00.613	Пружина			
A3		32	УСМК 00.614	Пружина	1		
A4		33	УСМК 00.615	Маточина захисна	1		
A3		34	УСМК 00.016	Кришка	4		
A4		35	УСМК 00.017	Корпус підшипника	8		
A3		36	УСМК 00.418	Прокладка	3		
A4		37	УСМК 00.619	Маточина	1		
A3		38	УСМК 00.620	Обід зовнішній	2		
				<u>Стандартні вироби</u>			
				Болти ДСТУ 7798:2008			
		50		M8-6gx25.58.019	2		
		51		M10-6gx40.58.019	6		
		52		M12-6gx65.58.019	3		
		53		M12-6gx80.58.019	1		
		54		M16-6gx90.58.019	1		
				Гайки ДСТУ 5915:2008			
		59		M10-6H.5.019	4		
		60		M12-6H.5.019	5		
		61		M16-6H.5.019	6		
				Гайка ГОСТ 5918-73			
		64		M12-6H.5.019	4		
		66		Манжета ДСТУ 8752:2008	5		
				1.1-22x40-3			
				УСМК 00.010			Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2		

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Примітка
		68		Маслянка 1.2.УХЛ 1	2	
				ДСТУ 19853:2008		
				Вісь ДСТУ 9650:2008		
		70		6-12d10x55	1	
		71		6-12d10x100	1	
				Підшипник 180203		
		74		ДСТУ 8520:2014	6	
				Шайби ДСТУ 11371:2008		
		76		8.01.019	2	
		77		10.01.019	6	
		78		12.01.019	4	
		79		16.01.019	13	
				Шайби ДСТУ 11371:2008		
		83		8.01.08.кп.019	1	
		84		12.01.08.кп.019	5	
		89		Шплінти ДСТУ 397:2008	4	
				3,2x25.019		
			УСМК 00.010			Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.				3
		Підпис				
		Дата				

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Примітка
				<u>Документація</u>		
A1			УСМК 00.010.020	Складальне креслення	1	
				<u>Складальні одиниці</u>		
A3		1	УСМК 00.130.010	Стояк	2	
					1	
				<u>Деталі</u>		
A3		2	УСМК 00.401	Долото		
A3		3	УСМК 00.403	Лезо праве	12	
A3		4	УСМК 00.404	Лезо ліве	12	
					1	
				<u>Стандартні вироби</u>	2	
				Болти ДСТУ 7798:2008	2	
		5		M10-6gx25.58.019	12	
		6		M10-6gx30.58.019	12	
				Гайки ДСТУ 5915:2008		
		7		M 10-6H.6.019	24	
				Шайби ДСТУ 11371:2008		
		8		C10x1,2.01.10.019	24	
		9		Заклепка		
				ДСТУ 14802:2008 6,4х25	24	
				УСМК 00.010.020		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		
Розроб.		Кицюта				
Перевір.		Лузан				
Н. контр.		Мачок				
Затв.		Васильковський				
ЛАПА УНІВЕРСАЛЬНА					Літера	Аркуш
					1	2
					ЦНТУ, гр. АІ-23М-1	

[illegible]

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Примітка
				Документація		
A3			УСМК 00.010.010	Складальне креслення	1	
				Деталі		
A4	1		УСМК 00.060	Стійка	1	
A3	2		УСМК 00.070	Стійка	1	
A3	3		УСМК 00.080	Корпус	1	
A3	4		УСМК 00.090	Вісь	1	
A4	5		УСМК 00.095	Диск	1	
A4	7		УСМК 00.100	Прокладка	1	
A4	8		УСМК 00.110	Маточина внутрішня	1	
A3	9		УСМК 00.120	Маточина зовнішня	1	
				Стандартні вироби		
				Болти ДСТУ 7798:2008		
	12			M10-6gx40.58.019	4	
				Гайки ДСТУ 5915:2008		
	14			M10-6H.5.019	4	
	15			M16-6H.5.019	1	
	16			Кільце Б40	2	
				ДСТУ 13943:2008		
				УСМК 00.010.010		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		
Розроб.		Клюштал				
Перевір.		Лузан				
Н. контр.						
Затв.		Васильковський				
					Літера	Аркуш
						1
					ЦНТУ, гр. АІ-23М-1	

[illegible]

[illegible]

