

Центральноукраїнський національний технічний університет

Агротехнічний факультет

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”

зав. кафедрою СГМ

к.т.н., професор

_____Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

“ ____ ” _____ 2025 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

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

«Механізація вирощування цукрового буряку з удосконаленням
агрегату для міжрядного обробітку»

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

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

_____ Коваленко Даниїл Андрійович

« ____ » _____ 2025 р.

Керівник роботи

доцент, канд. техн. наук

_____ Сергій ЛЕЩЕНКО

« ____ » _____ 2025 р.

Рецензент

доцент, доктор техн. наук

_____ Володимир ЯЦУН

« ____ » _____ 2025 р.

м. Кропивницький

ЗМІСТ

1. Вступ.....	5
2. Аналіз базової технології вирощування цукрового буряку та вектор її вдосконалення	7
3. Операційна технологія проведення міжрядного обробітку цукрового буряку	18
4. Інженерна частина.....	33
5. Охорона праці	50
6. Висновок	53
Список використаної літератури	54
Додатки.....	57

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

1. ВСТУП

Кіровоградська область є одним із найпотужніших сільськогосподарських регіонів України, на території якого зосереджено приблизно п'яту частину всіх родючих земель країни. Після переходу до ринкових відносин та появи приватного фермерства, великі колективні господарства були поступово витіснені невеликими та середніми фермерськими господарствами із середніми площами ріллі до 250...300 гектарів. Однак внаслідок ускладнень у впровадженні ґрунтозахисних методів обробітку ґрунту, змін клімату й частого зниження кількості опадів у вегетаційний період, що негативно позначається на врожайності, ці фермерські господарства почали об'єднуватися, укрупнюватися та формувати кооперативи. Проте низка проблем у галузі рослинництва, зокрема потреба в інтенсифікації виробничих процесів, впровадженні технологій збереження ресурсів, підвищенні родючості ґрунтів і забезпеченні якісними насінням та добривами, досі залишається актуальною.

Водночас зміна організаційно-економічної структури господарств призвела до трансформації їх виробничої спеціалізації: від виключно зернової до комбінованої, з розширенням площ під вирощування технічних та просапних культур, серед яких соняшник, ріпак, соя, картопля, рицина та інші. Слід зазначити, що останнім часом актуальним стає і вирощування такої стратегічно важливої культури як цукровий буряк. Технологічні процеси вирощування просапних культур включають проведення міжрядного обробітку ґрунту, під час якого необхідно не тільки знищувати бур'яни та руйнувати ґрунтову кірку, але й часто вносити добрива, здійснювати підживлення, обробку засобами захисту рослин від хвороб і шкідників. Через збільшення кількості технологічних операцій, що супроводжують міжрядний обробіток, постає потреба у вдосконаленні вже існуючих робочих органів

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

культиваторів та створенні нових конструктивних рішень для ефективної і економічно виправданої операції догляду за посівами.

Варто наголосити, що вирощування цукрового буряку дозволяє поставити на порядок денний відновлення цукровиробництва у нашій державі. Поряд із цим включення у сівозміни вирощування буряку ставить на порядок денний ряд викликів, зокрема проведення операцій догляду за посівами культури, що вирощується із міжряддям 450 мм. Серійні культиватори та стандартні робочі органи, що нині використовуються для міжрядного обробітку ґрунту, не здатні повноцінно виконувати увесь спектр завдань, тим більше у такому вузькому міжряддю як для цукрового буряку. Тому розробка модернізованих робочих елементів, здатних виконувати декілька етапів технологічного процесу одночасно або послідовно, є актуальним напрямом досліджень.

З огляду на вищезазначене, метою цієї кваліфікаційної роботи є вдосконалення технології вирощування цукрового буряку в дійсних господарських умовах із модернізацією конструкції культиватора для міжрядного обробітку УСМК-8,1.

					<i>ВБМО 00.000 ПЗ</i>	Арк.
						6
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

2. АНАЛІЗ БАЗОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЦУКРОВОГО БУРЯКУТА ВЕКТОР ЇЇ ВДОСКОНАЛЕННЯ

2.1. Загальна інформація про культуру цукровий буряк, агрокліматичні умови Кіровоградщини для його вирощування

Цукровий буряк (рис. 1) (*Beta vulgaris* subsp. *vulgaris* var. *altissima*) – це важлива технічна культура, основним призначенням якої є виробництво цукру. Вона є дворічною рослиною: у перший рік формується коренеплід із високим вмістом цукру (сахарози), а на другий – розвивається квітконос і дозріває насіння. У сучасному агровиробництві цукровий буряк є джерелом не лише цукру, але й кормів для тварин (жом, меляса), біоетанолу, біогазу, а також важливим компонентом сівозмін у зонах інтенсивного землеробства.



Рис. 1. Загальний вигляд рослини цукровий буряк

Біологічно цукровий буряк є рослиною довгого світлового дня, чутливою до температурних коливань та режиму зволоження. Найкращі умови для його вирощування – помірно вологий клімат із добре структурованими

					ВБМО 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

грунтами, що мають високу водопроникність, повітропроникність і родючість.

Основні агротехнічні вимоги до вирощування буряку наступні:

- глибокий обробіток ґрунту, що забезпечує доступ кисню до кореневої системи рослин;
- високий рівень внесення добрив, насамперед азоту, фосфору та калію;
- **систематичний міжрядний обробіток**, спрямований на боротьбу з бур'янами, руйнування ґрунтової кірки, покращення аерації та внесення разом із цією операцією підживлень;
- регулярний моніторинг хвороб і шкідників, особливо у фазах формування коренеплоду.

Значення цукрового буряку в агропромисловому комплексі

Цукровий буряк займає важливе місце в структурі посівів технічних культур України. Його економічна доцільність вирощування пов'язана з високою прибутковістю, можливістю глибокої переробки та попитом на цукрову продукцію як на внутрішньому, так і зовнішньому ринках. До того ж вирощування цієї культури позитивно впливає на структуру ґрунту і є добрим попередником для інших культур у сівозміні, зокрема для зернових і бобових.

Окрім цукру, переробка буряку дає побічну продукцію (жом і меляса), що активно використовується як концентрований корм для великої рогатої худоби, а також у біоенергетиці. Завдяки цьому вирощування буряку може мати мультифункціональну ефективність як для господарства так і споживачів.

Агрокліматичні умови Кіровоградської області

Кіровоградщина належить до Центральної України й характеризується помірно континентальним кліматом із нестійким режимом зволоження, що значною мірою впливає на аграрну спеціалізацію регіону. Основні кліматичні характеристики наступні:

- Середньорічна температура повітря становить +7,5...+9 °С;

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

- Сума ефективних температур вище +10 °С – близько 2800...3100 °С;
- Річна кількість опадів – 450...550 мм, з яких основна частина припадає на весняно-літній період;
- Періоди з посухами або дефіцитом вологи – регулярне явище, особливо в травні–липні;
- Ґрунти – переважно чорноземи середньогумусні та малогумусні, з задовільними фізико-хімічними властивостями, але схильні до ущільнення за умов інтенсивного механічного обробітку.

Такі природні умови є сприятливими для вирощування цукрового буряку, проте вимагають дотримання оптимальних строків сівби, обробітку та застосування систем збереження вологи й боротьби з ущільненням ґрунту. Саме тому зростає роль ефективного міжрядного обробітку, особливо на ранніх фазах розвитку культури.

Місце цукрового буряку в аграрній структурі Кіровоградщини

Незважаючи на те, що у 90-х роках минулого сторіччя площі під цукровим буряком у Кіровоградській області значно скоротились через трансформацію ринку, в останні роки спостерігається поступове відновлення інтересу до цієї культури. Це пов'язано з модернізацією цукрових заводів, розвитком кооперації між фермерами та переробними підприємствами, а також потребою у диверсифікації виробництва.

У структурі сільськогосподарських підприємств області буряк займає площі переважно в середніх і великих агрофірмах із розвиненою матеріально-технічною базою. Водночас дедалі більше малих фермерських господарств повертаються до вирощування цієї культури завдяки впровадженню енергоощадних технологій і нових технічних рішень до обробітку ґрунту та збирання врожаю цієї культури.

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

2.2. Існуюча технологія вирощування цукрового буряку в господарствах Кіровоградщини

Технологічний процес вирощування цукрового буряку в господарствах Кіровоградщини передбачає комплекс агротехнічних заходів, які мають забезпечити оптимальні умови для росту і розвитку цієї культури з метою отримання високого врожаю якісної сировини. Практика показує, що ефективно вирощування буряку можливе лише за умови поєднання сучасних технічних засобів, технологічної дисципліни та врахування кліматичних і ґрунтових особливостей регіону.

Сівозміна і вибір попередників

Цукровий буряк надзвичайно чутливий до попередників. Найкращими з них є озимі та ярі зернові, зернобобові культури (горох, соя), а також кукурудза на силос. В умовах Кіровоградської області частими попередниками виступають озима пшениця та ячмінь. Важливо, щоб попередник залишав поле чистим від бур'янів та мав помірну норму внесення органіки, оскільки надлишок азоту на ранніх фазах росту може призвести до зниження цукристості коренеплодів.

Обробіток ґрунту

Обробіток ґрунту під цукровий буряк є одним із найбільш відповідальних етапів формування врожаю. В регіоні застосовуються дві основні системи обробітку: традиційна (плужна) та ресурсозберігаюча (мілкий або глибокий безполицевий обробіток). Традиційна система передбачає:

- лущення стерні одразу після збирання попередника (на глибину 6-8 см);
- оранку на глибину 25–30 см восени;
- ранньовесняне боронування для збереження вологи;
- передпосівне вирівнювання і культивування на глибину 4–6 см.

Останні роки частина господарств переходить на глибокий безполицевий обробіток, особливо на полях із ущільненим ґрунтом. Це

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

дозволяє поліпшити водно-повітряний режим і зменшити ризик розвитку корневих хвороб. У цьому контексті високоефективні глибокородпушувачі та чизельні агрегати відіграють важливу роль.

Передпосівна підготовка і сівба

Основною метою передпосівної обробки є створення дрібногрудкуватого посівного шару, який забезпечить швидку появу сходів. У Кіровоградській області зазвичай проводиться передпосівна культивуація із застосуванням комбінованих агрегатів, які одночасно вирівнюють поверхню поля, знищують бур'яни та проводять часткове ущільнення з метою формування насінневого ложе.

Сівба проводиться у строки, коли температура ґрунту на глибині 5–6 см досягає +6...+8 °С, тобто орієнтовно у другій половині квітня. Норма висіву становить 1,1–1,4 од. кондиційного насіння на гектар. Використовуються високоточні пневматичні сівалки, які дозволяють здійснювати сівбу з оптимальною глибиною загортання (3...4 см) і формують міжряддя 45 см.

Догляд за посівами: міжрядна обробка як ключовий етап

На цьому етапі проводиться один із найвідповідальніших заходів – міжрядний обробіток ґрунту, який має критичне значення для боротьби з бур'янами, забезпечення аерації ґрунту, внесення мінеральних добрив, а також частково – регулювання вологозабезпечення рослин. Зазвичай здійснюють 3...4 міжрядних обробітки, залежно від погодних умов і фаз росту культури.

У господарствах області найчастіше використовуються культиватори типу КРН, але через застарілість конструкцій та обмеженість функцій вони дедалі частіше замінюються на більш універсальні машини, зокрема модернізований культиватор УСМК-8,1, здатний не лише руйнувати кірку та знищувати бур'яни, а й вносити підживлення, мікродобрива та засоби захисту рослин.

Міжрядний обробіток виконується в таких фазах:

					ВМО 00.000 ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 2–4 листки – перший обробіток на глибину 3–4 см;
- 6–8 листків – другий обробіток (4–6 см);
- змикання рядків – заключна культивуація (до 8 см, із внесенням добрив).

Застосування міжрядного обробітку має подвійне значення: з одного боку, він сприяє пригніченню бур'янів, а з іншого – створює умови для ефективного розвитку і формування кореневої системи буряку.

Захист рослин

У технології вирощування цукрового буряку важливу роль відіграє хімічний захист. В умовах Кіровоградщини необхідно враховувати домінування таких бур'янів як щиряця, мишій, лобода. Використовуються як до-, так і післясходові гербіциди, які комбінуються з механічними заходами. Інтегрований підхід дозволяє зменшити пестицидне навантаження.

Шкідники, такі як буряковий довгоносик, щитоноска, тля, вимагають обробки інсектицидами, а грибкові хвороби (церкоспороз, фомоз) — застосування фунгіцидів.

Збирання та післязбиральна обробка

Збирання цукрового буряку в регіоні зазвичай розпочинається у вересні й триває до початку листопада. Використовуються бурякозбиральні комбайни (вітчизняні або імпорتنі), здатні забезпечити високу продуктивність та мінімальні втрати. Після збирання коренеплоди транспортуються на переробку або закладаються на тимчасове зберігання.

2.3. Актуальність міжрядного обробітку в технології вирощування цукрового буряку

У сучасному рослинництві міжрядна культивуація відіграє не менш важливу роль, ніж хімічний захист чи мінеральне живлення. Особливо це стосується таких культур, як цукровий буряк, який потребує якісної обробки міжрядь на різних етапах вегетації. У зв'язку з цим значення міжрядного

					<i>ВБМО 00.000 ПЗ</i>	Арк.
						12
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

обробітку значно зростає, оскільки він дозволяє одночасно вирішити кілька агротехнічних завдань.

Вплив міжрядної культивуації на агрофізичні властивості ґрунту

Умови Центрального Лісостепу України, до якого належить Кіровоградська область, характеризуються чергуванням періодів надмірного зволоження з тривалими фазами посухи. За таких умов структурування орного шару ґрунту, його аерація та здатність до вбирання вологи мають вирішальне значення. Міжрядна культивуація виконує такі функції:

- руйнує ущільнений верхній шар ґрунту (ґрунтову кірку), що покращує доступ кисню до кореневої системи;
- зменшує капілярне випаровування, сприяючи збереженню вологи;
- активізує мікробіологічну діяльність у прикореневій зоні.

Регулярне розпушування в міжряддях зменшує ймовірність ерозійних явищ, сприяє оптимальному водному балансу, особливо у фазу формування коренеплодів.

Контроль бур'янів

Цукровий буряк на ранніх етапах росту є вкрай вразливим до бур'янів через повільний розвиток надземної маси. Якщо у фазі 2–4 справжніх листків буряк перебуває у конкуренції з бур'янами, то можливі істотні втрати врожайності – до 25–30%.

Механічне знищення бур'янів за допомогою міжрядних культиваторів:

- дозволяє зменшити кількість гербіцидів, що особливо важливо в умовах здорожчання засобів захисту рослин;
- ефективно навіть проти стійких до гербіцидів видів;
- запобігає формуванню насінневого банку бур'янів.

У сукупності це сприяє формуванню здорового агроценозу, зниженню токсичного навантаження на ґрунт та навколишнє середовище.

					ВБМО 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Внесення добрив і підживлення

Один із найефективніших способів підвищення врожайності цукрового буряку – локальне підживлення мінеральними добривами безпосередньо в зону кореневої системи. Саме міжрядні культиватори з додатковим обладнанням для внесення добрив дозволяють здійснювати цю операцію без порушення загального стану посіву.

За даними агрономічного моніторингу господарств Кіровоградської області, внесення другої та третьої дози азотних або комплексних добрив через міжрядні культиватори підвищує врожайність на 8–15%, залежно від рівня забезпечення вологою та умов мінерального живлення.

Захист від шкідників та хвороб

Під час міжрядного обробітку можливо також локалізовано вносити фунгіциди, інсектициди, мікроелементи у вигляді рідких добрив чи мікробіологічних препаратів. Це знижує ризики захворювань культури (церкоспорозу, фомозу, гнилей) та пошкодження коренеплодів буряковим довгоносиком, капустянкою, попелицею.

Агротехнічна доцільність застосування культиватора УСМК-8,1

Культиватор УСМК-8,1 є сучасною багатоопераційною машиною, призначеною для міжрядної обробки просапних культур, включаючи цукровий буряк. Його конструкція дозволяє виконувати кілька операцій одночасно:

- розпушування міжрядь;
- підрізання бур'янів;
- внесення мінеральних добрив;
- створення мульчуючого шару;
- роботу на різних глибинах залежно від фази росту рослин.

Окрім цього, культиватор адаптований до умов Кіровоградської області, зокрема:

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

- має змінні робочі органи, що дозволяє підлаштувати машину під структуру ґрунту;
- оснащений пружинними опорами, які мінімізують пошкодження рослин;
- забезпечує рівномірне внесення добрив по всій ширині захвату.

Застосування УСМК-8,1 дозволяє зменшити кількість проходів по полю, що позитивно впливає на ущільнення ґрунту, економить паливо та скорочує загальні витрати на гектар.

2.4. Напрями вдосконалення технології міжрядного обробітку цукрового буряку та технічних засобів

В умовах зростаючих вимог до якості обробітку ґрунту та екологічності агротехнологій, постає необхідність не тільки в ефективному, але й технологічно гнучкому виконанні міжрядного обробітку. Це особливо актуально при вирощуванні таких культур, як цукровий буряк, які потребують кількох механічних втручань у міжряддя протягом вегетації.

Недоліки традиційного міжрядного обробітку

Аналіз використання серійних культиваторів у господарствах Кіровоградської області показує низку проблем, що знижують ефективність міжрядної культивації:

- Низька адаптивність робочих органів до різних типів ґрунту, що ускладнює обробіток на важких або злежалих ділянках;
- Механічне пошкодження рослин, особливо в пізні фази росту, через відсутність плаваючих елементів або механізмів саморегуляції глибини;
- Однофункціональність, що змушує фермерів виконувати підживлення або хімічний захист окремими проходами;
- Недостатня точність при внесенні добрив, що призводить до перевитрати ресурсів або нерівномірного живлення.

					ВБМО 00.000 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таким чином, актуальним є створення модифікованих або комбінованих робочих органів, здатних виконувати одразу декілька функцій із мінімальним навантаженням на культуру та ґрунт.

Сучасні тенденції в удосконаленні техніки для міжрядного обробітку

Світова та вітчизняна практика демонструє ефективність наступних напрямів модернізації міжрядних культиваторів:

1. Універсалізація секцій – можливість швидкої зміни робочих органів залежно від фази росту рослини та типу ґрунту;
2. Інтеграція систем локального внесення добрив (гранульованих або рідких);
3. Застосування адаптивних паралелограмних підвісок, що дозволяють підтримувати сталу глибину обробітку незалежно від мікрорельєфу поля;
4. Інтеграція елементів точного землеробства, зокрема систем GPS-навігації, датчиків вологості або систем автоматичного вимкнення секцій;
5. Зменшення енерговитрат за рахунок використання нових матеріалів (легких сталей, композитів) і гідравлічних приводів замість механічних передач.

Ці підходи дозволяють не лише підвищити ефективність обробітку, а й зменшити його собівартість та агроекологічний вплив.

Обґрунтування доцільності модернізації культиватора УСМК-8,1

Культиватор УСМК-8,1 широко використовується в господарствах області завдяки своїй доступності та простоті конструкції. Водночас існуючі моделі мають низку обмежень, які стримують їхню ефективність:

- Жорстко закріплені робочі органи не дозволяють динамічно реагувати на зміну густоти стояння рослин;

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

- Відсутність пристроїв для дозованого чи внутрішньогрунтового (із розподіленням по зонам) внесення добрив;
- Недостатня стабільність глибини обробітку у зв'язку з нерівностями поля.

З огляду на це, модернізація культиватора має здійснюватися в таких напрямках:

- Переобладнання секцій робочих органів на плаваючі або маятникові;
- Додавання пристрою для внесення мінеральних добрив, синхронізованого з обробітком ґрунту;
- Застосування лап (ножів) комбінованої дії (розпушувачі плюс підрізаючі);
- Можливість доукомплектування блоками обробки з рідкими препаратами (інсектициди, мікродобрива).

Очікуваний результат – зменшення витрат на одиницю площі, покращення якості обробітку та зростання врожайності без додаткових витрат на окремі технологічні операції.

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

3. ОПЕРАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ПРОВЕДЕННЯ МІЖРЯДНОГО ОБРОБІТКУ ЦУКРОВОГО БУРЯКУ

Міжрядний обробіток є невід’ємним етапом технології вирощування цукрового буряку, оскільки забезпечує знищення бур’янів, покращення аерації ґрунту, руйнування ґрунтової кірки та можливість локального підживлення рослин. Ефективність цього заходу безпосередньо залежить від типу і конструкції культиватора, який застосовується.

У господарствах Кіровоградщини традиційно використовуються базові культиватори типу КРН-4,2, які мають просту конструкцію, але обмежений функціонал. Сучасні вимоги до технологій вирощування просапних культур, зокрема цукрового буряку, зумовлюють необхідність застосування більш досконалих агрегатів, як-от УСМК-8.1, що поєднує міжрядний обробіток із підживленням і захистом рослин.

Метою цього розділу є проведення технологічного розрахунку для обох агрегатів за наступними критеріями:

- Агротехнічна якість обробітку;
- Продуктивність (га/год);
- Витрати пального (л/га);
- Час виконання робіт (год/га);
- Кількість проходів по полю;
- Собівартість обробітку 1 га;
- Рівень механізації технології;
- Вплив на рослини та ґрунт.

У результаті буде обґрунтовано доцільність використання вдосконаленого культиватора УСМК-8.1 у виробничих умовах. Використовуючи наведені рекомендації щодо швидкісного режиму проведення операцій догляду за посівами цукрового буряку оберемо діапазон робочих швидкостей на рівні $V_p = 9...12$ км/год. Для роботи в полі агрегату для міжрядного обробітку цукрового буряку приймемо, що культиватор УСМК-

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

8,1 може працювати у агрегаті із трактором МТЗ-82. Відомо, що енергозасіб МТЗ-82 при роботі на IV передачі зі швидкістю $V_p = 8,9$ км/год розвиває тягове зусилля, що складає $P_{ном.зак}^{IV} = 14$ кН. За умов роботи трактора на V швидкості робоча швидкість агрегату становить $V_p = 10,54$ км/год при тяговому зусиллі $P_{ном.зак}^V = 11,5$ кН. Ці дані трактора і прийmemo для подальших технологічних розрахунків.

З ціллю розрахунку значення тягового зусилля енергозасобу враховуючи умови роботи агрегату в полі скористаємося стандартною формулою, що має вигляд:

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

де $P_{ном.зак.}$ – тягове зусилля енергозасобу (номінальне), що розвивається на обраній робочій передачі, кН;

$G_{тр}$ – експлуатаційна вага трактора, для трактора МТЗ-82 – $G_{тр} = 33,5$ кН;

i – нахил рельєфу поля, що обробляється до горизонту, для розрахунків прийmemo, що максимальний нахил поля складає $i = 0,03$.

Враховуючи наведені цифрові значення розрахуємо відповідні величини тягових зусиль, що може розвивати трактор на обраних робочих передачах враховуючи рельєф поля. Отримаємо:

$$P_{зак.}^{IV} = 14,0 - 33,5 \cdot 0,03 = 12,99 \text{ кН};$$

$$P_{зак.}^V = 11,5 - 33,5 \cdot 0,03 = 10,49 \text{ кН}.$$

Визначимо розрахункове значення тягового опору агрегату для міжрядного обробітку із врахуванням ширини захвату культиватора та його питомого опору. Для цього використаємо відому залежність:

$$R_k = (K + R_i) \cdot B_k \cdot n,$$

де K – питомий опір агрегату для міжрядного обробітку відносно до ширини захвату цього культиватора, кН/м.

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

На основні літературних джерел [14] приймемо, що при проведенні операцій міжрядного обробітку цукрового буряку культиватор-рослинопідживлювач УСМК-8,1 має питомий тяговий опір 1,5 кН/м, тоді як базовий агрегат, що використовується у господарстві для означеної операції КРН-4,2 характеризується питомим тяговим опором на рівні 1,8 кН/м.

З представлених результатів випливає, що питомий тяговий опір культиватора-рослинопідживлювача КРН-4,2, який застосовується за традиційною схемою міжрядного обробітку в господарстві цукрового буряку, є вищим порівняно з аналогічним показником культиватора-рослинопідживлювача УСМК-8,1. Така відмінність зумовлена потребою у використанні додаткових робочих елементів на базовому агрегаті, які забезпечують комплексне виконання операцій догляду за посівами. У той же час, вдосконалений агрегат здатен виконувати ці функції без додаткових робочих органів, що зменшує кількість точок взаємодії з ґрунтом і, відповідно, знижує рівень питомого тягового опору.

Далі здійснимо обчислення питомого опору агрегату, враховуючи робочу швидкість під час виконання технологічної операції. Для цього скористаємось відомою формулою:

$$K_v = K [1 + \Pi(V_p - V_0)],$$

де Π – коефіцієнт, що показує зростання тягового опору агрегату по відношенню до нульової швидкості агрегату для догляду за посівами буряку, за [12] приймемо $\Pi = 0,035$;

V_0 – нульова робоча швидкість агрегату для міжрядного обробітку, щодо якої і відбувається оцінка величини тягового опору культиватора-рослинопідживлювача на етапі міжрядного обробітку цукрового буряку, $V_0 = 5$ км/год.

Враховуючи наведені вище залежності визначимо питомий опір під час міжрядного обробітку на обраних швидкостях під час роботи культиватором КРН, отримаємо:

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

$$K_V^{IV\ KPH} = 1,8[1 + 0,035 \cdot (8,9 - 5)] = 2,04 \text{ кН};$$

$$K_V^{V\ KPH} = 1,8[1 + 0,035 \cdot (10,54 - 5)] = 2,15 \text{ кН}.$$

Аналогічним способом розрахуємо величини питомих опорів при роботі на різних швидкостях культиватора-рослинопідживлювача УСМК, маємо:

$$K_V^{IV\ YCMK} = 1,5[1 + 0,035 \cdot (8,9 - 5)] = 1,7 \text{ кН};$$

$$K_V^{V\ YCMK} = 1,5[1 + 0,035 \cdot (10,54 - 5)] = 1,79 \text{ кН}.$$

R_i – величина додаткового опору ґрунтообробного агрегату для проведення міжрядного обробітку за умови його робочого ходу в гору на підйом на полі. Цей додатковий опір можна розрахувати за формулою:

$$R_i = \left(\frac{G_{\kappa}}{B_{\kappa}} \right) \cdot i,$$

де G_{κ} – вага ґрунтообробних агрегатів для догляду за посівами за інформацією заводу-виготовлювача, так для культиватора КРН-4,2 – $G_{\kappa_6} = 7$ кН, для культиватора-рослинопідживлювача УСМК-8,1 – $G_{\kappa_m} = 17,1$ кН.

B_{κ} – ширина захвату агрегату для міжрядного обробітку ґрунту, м;

i – кут нахилу рельєфу поля на якому відбувається операція міжрядного обробітку, $i = 0,03$.

Підставивши раніше визначені числові параметри у відповідну формулу, маємо можливість визначити додаткове тягове зусилля, що виникає під час виконання міжрядного обробітку цукрового буряку обома агрегатами. В результаті підстановки і розрахунків отримуємо такі значення:

$$R_i^{KPH} = \left(\frac{7}{4,2} \right) \cdot 0,03 = 0,05 \text{ кН/м};$$

$$R_i^{YCMK} = \left(\frac{17,1}{8,1} \right) \cdot 0,03 = 0,063 \text{ кН/м}.$$

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

З огляду на те, що міжрядний обробіток ґрунту є досить складним процесом, забезпечити необхідну захисну зону за допомогою зчіпного пристрою не можливо. Як відомо, подібні агротехнічні операції, зокрема обробіток посівів цукрового буряку, найчастіше виконуються агрегатом, що складається з одного енергетичного засобу в поєднанні з одним культиватором.

У зв'язку з цим доцільно виконати розрахунок тягового опору такого агрегату під час міжрядної обробки цукрового буряку при визначених робочих швидкостях згідно з базовою технологією реалізації процесу. Розрахунок подано нижче:

$$R_{\kappa}^{IV\ KPH} = (2,04 + 0,05) \cdot 4,2 \cdot 1 = 8,78 \text{ кН};$$

$$R_{\kappa}^{V\ KPH} = (2,15 + 0,05) \cdot 4,2 \cdot 1 = 9,24 \text{ кН}.$$

За аналогією розрахуємо тяговий опір культиватора УСМК 8,1, для якого:

$$R_{\kappa}^{IV\ USMK} = (1,7 + 0,063) \cdot 8,1 \cdot 1 = 11,8 \text{ кН};$$

$$R_{\kappa}^{V\ USMK} = (1,79 + 0,063) \cdot 8,1 \cdot 1 = 15,0 \text{ кН}.$$

Для отримання розрахункового показника використання тягового зусилля трактора, з урахуванням попередньо визначених значень на заданих робочих швидкостях, доцільно застосувати відповідну формулу:

$$K_{m.z.} = \frac{R_{\kappa}}{P_{\text{зак}}},$$

де R_{κ} – тяговий опір культиватора на відповідній швидкості роботи, кН;

$P_{\text{зак}}$ – тягове зусилля, що розвивається на гаку енергетичного засобу на конкретній робочій передачі враховуючи рельєф поля, кН.

Таким чином після підстановки знайдених величин маємо можливість розрахувати коефіцієнт використання тягового зусилля для базового агрегату у складі трактора МТЗ-82 та культиватора КРН-4,2. Отримаємо:

$$K_{IV\ m.z.}^{KPH} = \frac{8,78}{12,99} = 0,67;$$

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

$$K_{V \text{ м.з.}}^{KPH} = \frac{9,24}{10,49} = 0,88.$$

Аналогічно розрахуємо коефіцієнт використання тягового зусилля для агрегату у складі трактора МТЗ-82 та УСМК-8,1. Маємо:

$$K_{IV \text{ м.з.}}^{УСМК} = \frac{11,8}{12,99} = 0,91;$$

$$K_{V \text{ м.з.}}^{УСМК} = \frac{15,0}{10,49} = 1,14.$$

У підсумку виконаних розрахунків встановлено, що максимальне навантаження на силовий агрегат трактора МТЗ-82 спостерігається при виконанні міжрядного обробітку посівів цукрового буряку на четвертій робочій передачі трактора, за умови використання універсального бурякового культиватора моделі УСМК-8,1. Саме цю конфігурацію рекомендовано впровадити в основному господарстві для здійснення операцій догляду за посівами буряку. Водночас результати обчислень свідчать про те, що й інші варіанти агрегування, а також різні швидкісні режими роботи машинно-тракторного агрегату, також можуть забезпечувати належне навантаження на двигун трактора і, відповідно, бути ефективними з точки зору технічної придатності до експлуатації. Однак, починаючи з п'ятої робочої швидкості тягового зусилля трактора виявляється недостатньо, а тому скомплектований агрегат на даній швидкості не забезпечує стійкої роботи.

Для подальшої оцінки змінної продуктивності агрегату при міжрядному обробітку цукрового буряку можна скористатися відповідною розрахунковою формулою:

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

де B_p – паспортна ширина захвату культиватора-рослинопідживлювача, м;

V_p – швидкість проведення міжрядної культивації скомплектованим агрегатом, км/год. Ця швидкість описується таким рівнянням:

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

$$V_p = V_m \cdot \left(1 - \left(\frac{q}{100} \right) \right),$$

де V_m – теоретична швидкість руху трактора, що обирається за відповідною робочою передачею, км/год;

q – коефіцієнт пробуксовування ведучих коліс енергетичного засобу, що залежить від вологості ґрунту та агрофону, так на етапі міжрядного обробітку для трактора МТЗ-82 [13] приймемо $q = 12$.

Таким чином, після підстановки величин в останню формулу розрахуємо робочу швидкість агрегату, яка дорівнює:

$$V_p^{MTЗ} = 8,9 \cdot \left(1 - \left(\frac{12}{100} \right) \right) = 7,83 \text{ км/год.};$$

T_p – час протягом якого проводиться міжрядний обробіток цукрового буряку агрегатом для догляду за посівами, год:

$$T_p = T_{зм} \cdot \tau,$$

де $T_{зм}$ – час, протягом якого триває у господарстві зміна роботи на етапі догляду за посівами цукрового буряку, за стандартом приймаємо $T_{зм} = 8$ год;

τ – коефіцієнт, що демонструє наскільки ефективно використовується змінний час роботи. Враховуючи операцію проведення міжрядного обробітку цукрового буряку та керуючись даними, які наведені в [15] приймемо, що цей коефіцієнт становить $\tau = 0,84$.

Отже, підставивши цифрові значення отримаємо робочий час:

$$T_p = 8 \cdot 0,84 = 6,72 \text{ год.}$$

Розрахуємо змінну продуктивність базового та модернізованого агрегату для догляду за посівами цукрового буряку із врахуванням їх різної робочої швидкості. Маємо:

$$W_{зм}^{KPH} = 0,1 \cdot 4,2 \cdot 9,27 \cdot 6,72 = 26,16 \text{ га/зм.}$$

$$W_{зм}^{VCMK} = 0,1 \cdot 8,1 \cdot 7,83 \cdot 6,72 = 42,62 \text{ га/зм.}$$

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

Наступним етапом роботи є розрахунок витрат пального на роботи по догляду за посівами цукрового буряку. Для визначення витрат пального на операції міжрядного обробітку використаємо відому залежність:

$$Q_k = \frac{Q_{зм}}{W_{зм}},$$

де $Q_{зм}$ – витрати пального під час технологічної операції міжрядного обробітку ґрунту, які можна визначити наступним чином:

$$Q_{зм} = Q_p \cdot T_p + Q_x \cdot t_x + Q_3 \cdot t_3,$$

де Q_p – робочі витрати палива енергосасобом МТЗ-82 при роботі цього трактора на операціях міжрядного обробітку посівів, за [15] приймемо

$$Q_p^{MTЗ} = 15,4 \text{ кг/год};$$

Q_x – значення витрат пального під час здійснення холостих проходів трактора, керуючись [15] оберемо, що $Q_x = 9,7$ кг/год;

Q_3 – кількісні витрати пального трактором при його зупинці із запущеним двигуном, за [15] – $Q_3 = 1,9$ кг/год;

t_x – тривалість холостих проходів при міжрядному обробітку цукрового буряку, год;

t_3 – час зупинок ґрунтообробного агрегату із працюючим двигуном під час проведення операцій міжрядного обробітку цукрового буряку, год.

Керуючись рекомендаціями [15] є доведеним, що

$$t_x = t_3 = \frac{T_{зм} - T_p}{2},$$

$$t_x = t_3 = \frac{8 - 6,72}{2} = 0,64 \text{ год.}$$

Проведені вище розрахунки дозволяють визначити витрати пального за базовою та модернізованою технологіями при реалізації в господарстві операцій міжрядного обробітку цукрового буряку. Після підстановки знайдених цифрових значень отримаємо:

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

$$Q_{за}^{МТЗ+КРН} = \frac{15,4 \cdot 6,72 + 9,7 \cdot 0,64 + 1,9 \cdot 0,64}{26,16} = \frac{103,49 + 6,2 + 1,22}{26,16} = 4,24 \text{ кг/га.};$$

$$Q_{за}^{МТЗ+УСМК} = \frac{15,4 \cdot 6,72 + 9,7 \cdot 0,64 + 1,9 \cdot 0,64}{42,62} = \frac{103,49 + 6,2 + 1,22}{42,62} = 2,6 \text{ кг/га.}$$

В результаті виконаних технологічних розрахунків обґрунтовано доцільність заміни традиційного агрегату з культиватором-рослинопідживлювачем КРН-4,2 на сучасний універсальний культиватор УСМК-8,1 для міжрядного обробітку посівів цукрового буряку. Впровадження такого технічного рішення у процес догляду за культурами дозволяє скоротити витрати пального, підвищити якість виконуваних агротехнічних операцій і збільшити змінну продуктивність агрегату на 16,46 га за зміну.

Організація роботи агрегату по догляду за посівами цукрового буряку

На етапі підготовки машинно-тракторного агрегату до міжрядного обробітку посівів цукрового буряку необхідно провести технічну перевірку стану обладнання безпосередньо в польових умовах. Зокрема, оцінюється правильність встановлення робочих органів на культиваторі, надійність їх кріплення, відповідність конструктивного розміщення, а також усуваються всі виявлені недоліки. Проводяться регулювання, передбачені інструкціями, і виконується комплекс процедур з технічного обслуговування, які мають бути завершені до початку польових робіт.

Основні операції з підготовки трактора включають наступні роботи [12]:

- заміна стандартних задніх шин енергозасобу на колеса шириною 400 мм.;
- встановлення ширини колії трактора приблизно 1340 мм.;
- довантаження передніх коліс з метою поліпшення маневровості та стійкості під час роботи;
- регулювання тиску в шинах: у задніх – до 0,23 МПа, у передніх – 0,16...0,17 МПа для оптимального розподілу навантаження на ґрунт;

					ВБМО 00.000 ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- підготовка трактора до навішування агрегату: встановлення розкосів довжиною 515 мм, регулювання центральної тяги на 550...600 мм.;
- жорстке з'єднання розкосів і тяг за допомогою установки штирів;
- регулювання відстані між шарнірними тягами до 780 мм.;
- під'єднання навіски культиватора-рослинопідживлювача до трактора та фіксація ґрунтообробного агрегату штирями;
- блокування начіпного пристрою через встановлення коротких обмежувачів, що забезпечує паралельне положення рами агрегату відносно задньої осі трактора.

Під час підготовки культиватора-рослинопідживлювача виконуються такі дії [12]:

- монтаж культиватора на навісну систему трактора із фіксацією через запобіжний пристрій (зуб-фіксатор);
- переміщення агрегату на регульовальний майданчик, перевірка натягу стяжок і співвісності трактора та ґрунтообробного агрегату;
- налаштування горизонтального розміщення культиватора через зміну довжини розкосів трактора;
- регулювання довжини центральної тяги трактора для забезпечення горизонтального розміщення бруса культиватора;
- додатковий контроль розміщення робочих секцій, перевірка кріплення та загальної конфігурації і розміщення робочих органів;
- налаштування секцій в горизонтальній площині, перевірка їх здатності до копіювання рельєфу поля у вертикальній площині;
- індивідуальне регулювання довжини тяг кожної секції для досягнення рівномірного горизонтального положення по відношенню до поверхні поля;
- регулювання стабілізуючих пружин, у разі потреби – проведення їх підтяжки;

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

- підняття культиватора гідросистемою для встановлення робочих органів у кронштейни без остаточної фіксації зазначених робочих органів;
- встановлення дерев'яних брусків під опорні колеса ґрунтообробного агрегату, які мають бути трохи більшими за глибину обробітку, для забезпечення точності налаштування;
- встановлення робочих органів у відповідне положення та їх фіксація після контакту лез із поверхнею майданчика;
- використання розміточної дошки для встановлення захисної зони рядків та проведення коригування глибини обробітку робочими органами за потреби.

Підготовка поля включає його обстеження для визначення оптимального часу початку робіт. Вибирається найбільш доцільний напрямок проходу агрегату, проводиться розмітка загінок та поворотних смуг. Агрономи встановлюють строки виконання робіт, враховуючи такі фактори як: вологість ґрунту, фаза розвитку цукрового буряку, рівень забур'яненості посівів, стан поверхні поля тощо.

На основі цих даних здійснюється вибір типів і схеми розташування робочих органів на секціях. Під час розмітки розраховується ширина поворотних смуг, проводиться розмітка загінок і перевіряються кінематичні параметри агрегату. Важливо також урахувати додаткові фактори, які можуть вплинути на якість і ефективність міжрядного обробітку цукрового буряку.

Для визначення необхідної ширини поворотних смуг, з урахуванням виконання петльових поворотів, застосовується наступна залежність:

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

де R_{\min} – мінімальний радіус повороту агрегату, яким проводиться догляд за посівами цукрового буряку, м;

L_a – значення кінематичної довжини скомплектованого агрегату для проведення міжрядного обробітку ґрунту, м.

					ВБМО 00.000 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Маємо на увазі, що мінімальний радіус повороту ґрунтообробного агрегату для міжрядного обробітку ґрунту має прямий зв'язок із шириною захвату культиватора. Враховуючи зазначену інформацію, можемо записати, що мінімальний радіус повороту можна визначити наступним чином:

$$R_{\min} = 1,7 \cdot B.$$

Підставивши цифрові значення отримаємо:

$$R_{\min} = 1,7 \cdot 8,1 = 13,77 \text{ м.}$$

Виконаємо розрахунок кінематичної довжини агрегату, що використовується в господарстві для міжрядного обробітку посівів буряку, враховуючи, що трактор працює в агрегаті лише з одним культиватором-рослинопідживлювачем. Визначення цього параметра здійснюється за стандартною формулою:

$$L_a = L_{mp} + L_m,$$

де L_{mp} – величина кінематичної довжини енергетичного засобу, за [12] для трактора МТЗ-82 кінематична довжина дорівнює $L_{mp} = 0,94$ м;

L_m – кінематична довжина сільськогосподарської машини, в даному випадку – культиватора-рослинопідживлювача УСМК-8,1, $L_m = 1$ м.

Таким чином, після підстановки наведених величин у останню формулу можемо розрахувати значення кінематичної довжини ґрунтообробного агрегату для міжрядного обробітку цукрового буряку, що становить:

$$L_a = 0,94 + 1 = 1,94 \text{ м.}$$

Керуючись проведеними вище розрахунками знайдемо величину поворотної смуги ґрунтообробного агрегату для догляду за посівами буряку, маємо:

$$E = 3 \cdot 13,77 + 1,94 = 43,25 \text{ м.}$$

У процесі визначення кінематичних параметрів агрегату для міжрядного обробітку ґрунту необхідно враховувати, що фактична ширина

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

поворотної смуги повинна бути кратною робочій ширині агрегату. Крім того, вона повинна відповідати ширині захвату сівалок, якими висівається буряк у господарстві. З огляду на це, можна сформулювати відповідну математичну залежність для визначення розміру поворотної смуги у такому вигляді:

$$E = k \cdot B_p,$$

Використовуючи приведену залежність маємо можливість визначити коефіцієнт кратності проходу ґрунтообробного агрегату для догляду за посівами цукрового буряку, що можна знайти за формулою:

$$k = \frac{E}{B_p}.$$

Отже, після підстановки даних отримаємо:

$$k = \frac{43,25}{8,1} = 5,34.$$

Визначене значення кратності проходів необхідно округлити в бік більшого цілого числа, отже, кількість проходів агрегату по догляду за посівами цукрового буряку становить 6.

Далі виконаємо коригування фактичної ширини поворотної смуги з урахуванням коефіцієнта кратності проходів агрегату для міжрядного обробітку ґрунту. В результаті отримаємо наступне:

$$E = 6 \cdot 8,1 = 48,6 \text{ м.}$$

Наступним кроком є визначення довжини виїзду ґрунтообробного агрегату під час виконання в полі міжрядної культивуації посівів цукрового буряку. При цьому важливо враховувати, що культиватор-рослинопідживлювач УСМК-8,1 належить до типових причіпних агрегатів. З огляду на його фактичні кінематичні параметри, для розрахунку використовується наступна формула:

$$l = 0,2 \cdot L_a.$$

Після підстановки наведених вище величин отримаємо:

$$l = 0,2 \cdot 1,94 = 0,39 \text{ м.}$$

					ВБМО 00.000 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Проведемо визначення довжини гонів на полі із посівами цукрового буряку керуючись при цьому відомою формулою:

$$L_p = L - 2 \cdot E,$$

де L – фактична довжина гонів на полі, де вирощується цукровий буряк, для розрахунків прийmemo $L = 1000$ м.

Підставивши дані в останню формулу отримаємо:

$$L_p = 1000 - 2 \cdot 48,6 = 902,8 \text{ м.}$$

Визначимо раціональну ширину загінок на полі, на якому вирощується цукровий буряк. Її розрахунок тісно пов'язаний із кратністю робочої ширини захвату агрегату, призначеного для міжрядного обробітку посівів буряку. Цей взаємозв'язок можна описати наступною формулою:

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

де $W_{зм}$ – визначена раніше змінна продуктивність ґрунтообробного агрегату для догляду за посівами цукрового буряку, яка дорівнює $W_{зм} = 42,62$ га/зміню;

L – довжина поля, на якому вирощується цукровий буряк, для розрахунків прийmemo $L = 1000$ м.

(2...3) – згідно із чинними нормативами тривалість проведення операцій догляду за посівами в межах однієї загінки.

Після підстановки цифрових значень у останню формулу отримаємо:

$$C = \frac{10^4 \cdot 2 \cdot 42,62}{1000} = 852,4 \text{ м.}$$

Зважаючи на компактні розміри поля, призначеного для вирощування цукрового буряку та здійснення агротехнічних заходів по догляду за цією культурою, а також можливість завершення міжрядного обробітку посівів культури протягом однієї робочої зміни, поділ поля на окремі робочі загінки вважається нераціональним. У зв'язку з цим обробіток всього поля здійснюватиметься суцільним способом без його попереднього розбивання на

					ВБМО 00.000 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

за посівами буряку, виділяють глибину культивації та її рівномірність. Контроль цього показника виконується згідно з традиційною методологією шляхом діагонального обстеження ділянки з проведенням мінімум 50...100 вимірювань глибини.

Аналіз структурного стану ґрунту (ступінь подрібнення) також проводиться відповідно до стандартизованої методики із використанням методу середньої проби для відбору зразків. Подальший аналіз передбачає застосування спеціального набору сит для розділення відібраного матеріалу на фракції різного розміру з наступним обчисленням процентного співвідношення кожної фракції у загальному об'ємі проби. З метою достовірного встановлення якості обробки ґрунту зразки відбираються в оброблених міжряддях по діагональній траєкторії поля з інтервалом 80...100 метрів між точками відбору. Для отримання вичерпної інформації щодо якості подрібнення ґрунтових агрегатів відбирається 8...10 проб з ділянок розміром 40×25 сантиметрів.

Ефективність знищення бур'янів на посівах цукрового буряку визначалася за допомогою візуального методу оцінки, водночас обов'язково аналізується відсоток ушкодження кореневої системи буряків та вегетативної маси культурних рослин у рядках.

Короткі висновки за розділом

Отже, на основі проведених технологічних розрахунків та обґрунтувань встановлено, що в умовах сільськогосподарських підприємств для виконання міжрядного обробітку цукрового буряку найбільш раціональним є застосування агрегату, що складається із культиватора-рослинопідживлювача УСМК-8,1 в агрегаті з трактором МТЗ-82. Впровадження даного технічного комплексу для зазначених операцій у господарстві забезпечує підвищення продуктивності робіт з догляду за посівами на 16,46 га за робочу зміну, при цьому використання представленого агрегату дозволяє скоротити споживання палива на 1,64 кг на гектар

					ВМО 00.000 ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

обробленої площі. Представлені обчислення демонструють економічну та технічну обґрунтованість застосування у базовому сільськогосподарському підприємстві запропонованого агрегату для міжрядної обробки посівів цукрового буряку.

4. ІНЖЕНЕРНА ЧАСТИНА

4.1. Опис базового культиватора-рослинопідживлювача УСМК-8,1 та пропозиції по його вдосконаленню

Культиватор буряковий для міжрядної обробки та підживлення рослин УСМК-8,1 (рис. 3) використовується для культивування та внесення засобів агрохімії на полях із посівами цукрових та кормових буряків із міжряддям 40 та 60 см, посівах сої з відстанню між рядами 45 см та інших сільськогосподарських культур, проводячи під час обробки внесення в зону розпушування сухих засобів агрохімії. Даний агрегат забезпечує виконання наступних технологічних операцій:

- механічне розпушування ґрунтового шару в міжряддях, руйнування ущільненої кірки на поверхні поля, підрізання небажаної рослинності;
- проведення першого та повторного обробітку ґрунту із супутнім підгортанням культурних рослин у міжряддях;
- забезпечення підживлення культурних рослин у рядку шляхом внесення сухих мінеральних добрив.

Даний культиватор-рослинопідживлювач знаходить застосування в аграрному секторі під час обробітку полів на підприємствах різноманітних форм власності і розмірів.

Експлуатація культиватора-рослинопідживлювача здійснюється в усіх без виключення кліматичних зонах території України.

Функціонування культиватора-рослинопідживлювача має відбуватися за температурних умов не нижче +5°C, при вологості ґрунтового покриву в діапазоні 12...25%, та показниках твердості ґрунту не вище 2,0 МПа.

					ВБМО 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

Несуча рама 1 культиватора виготовлена методом зварювання та включає балку (квадратна труба 140×140×6 мм) і замкову систему автозчипки 15 (рис. 3).

Опорні колеса культиватора 12 змонтовані на кулькових підшипникових вузлах. Кожне колесо агрегату фіксується осьовим з'єднанням до кронштейна 16. При переведенні культиватора у транспортний режим дані колеса функціонують як транспортні.

Опорний елемент 3 (рис. 3) служить для попередження перевертання культиватора в процесі з'єднання з трактором, проведення сервісного обслуговування та зберігання даного ґрунтообробного агрегату.

Секції робочих органів 8 за допомогою скобоподібного кріплення 2 з'єднується з балкою рами через передній кронштейн 1. Секція робочих органів культиватора 8 складається із рамки, колеса для копіювання рельєфу поля та гряділя, на який за рахунок спеціальних тримачів встановлюються ґрунтообробні робочі органи, такі як стрільчасті лапи, однобічні лапи, полольні лапи, підживлюючі ножі, борінки тощо.

Транспортний механізм 19 культиватора (рис. 3) забезпечує скорочення загальної ширини агрегату в процесі переміщення до 2,2 метрів.

Система внесення добрив складається з таких елементів: ємності для зберігання туків, кришки, замкового механізму, піддонна, вала, пружинного висівного апарату типу АТП-2 з правою і лівою спіральною навивкою (шнековий механізм), пари відкидних захисних козирків, подвійної системи тукопроводів. Даний апарат для внесення добрив призначається для розподілу мінеральних поживних речовин у гранульованій, порошкоподібній та кристалічній формах безпосередньо в область розташування кореневої системи культурних рослин.

Приводний механізм туковисівного пристрою включає зірочку 1, зірочку 2, ланцюгову передачу 5, зубчасту передачу 7, зірочку 3, ланцюгову

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

Порядок агрегування культиватора з енергозасобом

Перед початком експлуатації необхідно підготувати культиватор-рослинопідживлювач до агрегування з трактором. Спочатку проводять розконсервацію культиватора: знімають захисне покриття, промивають його гарячою водою, потім ретельно витирають або продувають агрегат стисненим повітрям до його повного висихання. Після цього здійснюють остаточне складання культиватора-рослинопідживлювача, встановивши робочі органи відповідно до вимог та культури, що заплановано обробляти.

Проводять підготовку енергозасобу для роботи з напівнавісними сільськогосподарськими машинами, дотримуючись інструкції з експлуатації трактора.

Для транспортування проводять з'єднання автонавіски культиватора 5 із відповідним зчіпним пристроєм трактора. Підіймають культиватор за допомогою гідравліки трактора та опускають опору 3 і фіксують її у верхньому отворі за допомогою швидкознімного пальця 4 з пружинним шплінтом. Опускають стійку 1, закріпіть їх фіксаторами та приєднують до цих стійок опорні колеса 2. Після переведення культиватора у транспортне положення від'єднують центральну автозчіпку 5 трактора і під'єднують до бокової зчіпки 6. Опору 3 піднімають та закріплюють її у нижньому отворі швидкознімним пальцем із пружинним шплінтом. Варто проконтролювати щоб мінімальна відстань від низу культиватора-рослинопідживлювача до поверхні ґрунту повинна становити не менше 300 мм.

Під час руху по дорогам загального призначення транспортна швидкість агрегату не повинна перевищувати 15 км/год, а на інших дорогах швидкість має бути зниженою відповідно до умов руху.

Загальний принцип роботи культиватора-рослинопідживлювача

Культиватор УСМК-8,1 (рис. 3) складається з рами 1, на якій закріплені опорні колеса 2, опора 3, секції робочих органів 4, транспортний механізм

										Арк.
										38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

шестернею 10 і змінною шестернею 11. Зірочка 1 встановлена на осі опорного колеса, а зірочка 4 – на валу туковисівного апарату.

Напрямки модернізації культиватора-рослинопідживлювача

За результатами огляду та аналізу недоліків та попередніх обґрунтувань було змінено параметри культиваторних лап, які використовуються для міжрядного обробітку буряку, що сприяло покращенню знищення бур'янів та зменшенню тягового опору при роботі стрільчастої лапи. Завдяки встановленню подільника, стало можливим локальне внесення мінеральних добрив у підлаповий простір із заданою орієнтацією хімікатів відносно коріння культурних рослин в рядку. Для захисту рослин від присипання можуть бути встановлені додаткові захисні диски.

Жорсткість конструкції переднього кронштейна була підвищена, що зменшило коливання секції робочих органів в горизонтальній площині та, як наслідок, покращило точність руху по рядках і знизило пошкодження культурних рослин в рядку до 2%.

Також була змінена конструкція механізму регулювання глибини обробітку ґрунту на секціях робочих органів, що дозволило зменшити час на налаштування однієї секції на 0,2 хв. та створити кращі умови для роботи механізатора.

4.2. Інженерний розрахунок культиватора-рослинопідживлювача УСМК-8,1

Обґрунтування основних параметрів робочих органів культиватора для міжрядного обробітку ґрунту

Визначаємо ключові параметри стрільчастої лапи, що є основним робочим органом культиваторів, в тому числі і під час міжрядного обробітку посівів. Робочою частиною універсальних та полольних лап є усічений тригранний клин. Механізм деформації ґрунту цим тригранним клином був вивчений під час аналізу роботи плугів. Для ефективної роботи полольних і універсальних стрільчастих лап найпершою операцією є підрізання кореневої

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

системи бур'янів. Як зазначалося раніше, різання із ковзанням є більш енергоефективним. Тому при виборі кута розхилу леза лапи (позначеного як 2γ рис. 4) доцільно виходити з умови, щоб перерізання коренів лапою відбувалося шляхом ковзання рослин по лезу лапи. Це сприяє полегшенню перерізання коренів або їх легкому сходженню із леза у тому випадку, якщо різання рослин лапою не відбулося. Це загалом запобігає зависанню бур'янів на лезі лапи та фактично виключає ймовірність забивання лап рослинними рештками.

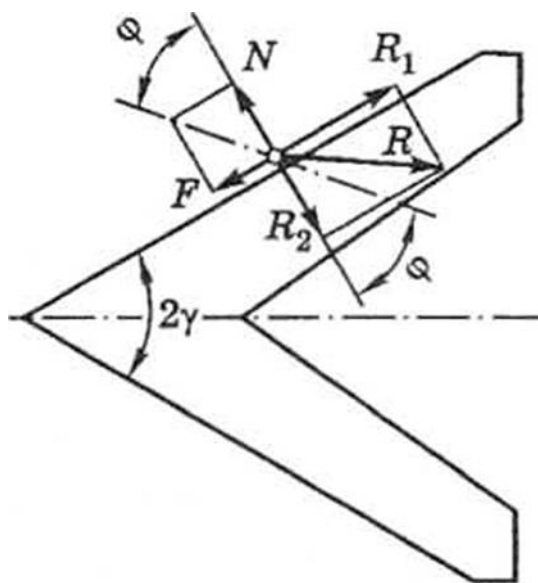


Рис. 4. Розрахункова схема стрільчастої лапи культиватора

Щоб визначити кут розхилу лапи 2γ маємо проаналізувати роботу леза стрільчастої лапи тоді, коли відбувається зрізання цією лапою бур'яну [3]. Керуючись рис. 4 стає зрозумілим, що силу опору бур'яну R розкладається на складові R_1 та R_2 . Реакція R_1 прагне змістити бур'ян вздовж леза лапи, однак цьому протидіє сила тертя F . Таким чином, ковзання кореня по лезу можливе тільки за умови, яка має вигляд:

$$R_1 > F.$$

Цілком логічно, що можемо записати $R_1 = R \cdot \cos \gamma$ та відповідно $F = R_2 \cdot \operatorname{tg} \varphi$, де φ – кут тертя по лезу лапи коріння бур'янів. Якщо силу R_2 виразити через силу R , отримаємо:

$$F = R \cdot \sin \gamma \cdot \operatorname{tg} \varphi.$$

Якщо підставити в умову ковзання рослин по лезу лапи знайдені значення R_1 та F , отримаємо умову роботи леза лапи у наступному вигляді:

$$R \cdot \cos \gamma > R \cdot \sin \gamma \cdot \operatorname{tg} \varphi.$$

Розділивши обидві частини нерівності на $R \cdot \sin \gamma$, отримаємо у мову роботи лапи у вигляді:

$$\operatorname{ctg} \gamma > \operatorname{tg} \varphi.$$

Виразимо обидві частини нерівності через тангенс кута, маємо:

$$\operatorname{tg}(90^\circ - \gamma) > \operatorname{tg} \varphi.$$

При однакових значеннях функцій можемо перейти до наступної нерівності:

$$90^\circ - \gamma > \varphi, \text{ або } \gamma < 90^\circ - \varphi,$$

де φ – значення кута тертя рослинних решток по лезу лапи, $\varphi = 45^\circ$.

Виходячи з кута тертя, маємо умову роботи лапи $\gamma < 45^\circ$.

Забезпечуючи певний запас та керуючись існуючими параметрами стрільчастих лап прийmemo $\gamma = 30^\circ$.

Кут кришення лапи β це кут, під яким площина крила робочого органу нахилена відносно горизонталі (рівня ґрунту). Цей кут визначають, враховуючи необхідність забезпечення достатнього розпушування ґрунтових монолітів без виносу нижніх вологих шарів ґрунту на денну поверхню поля. Для універсальних стрільчастих лап зазвичай вибирають кут у межах $\beta = 20 \dots 30^\circ$. Загострення лапи за умови, якщо $\beta \geq 25^\circ$ виконують з нижньої сторони робочого органу.

Кут різання β_0 – це кут, який утворюється верхньою частиною леза із горизонтальною площиною у перетині, що є перпендикулярною до леза цієї лапи (рис. 5).

$$\beta_0 = i + \varepsilon,$$

де i – величина кута загострення лапи, прийmemo $i = 10^\circ$;

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

ε – потилочний кут лека лапи, $\varepsilon = 30^\circ$.

Підставивши цифрові значення отримаємо:

$$\beta_0 = 10^\circ + 30^\circ = 40^\circ.$$

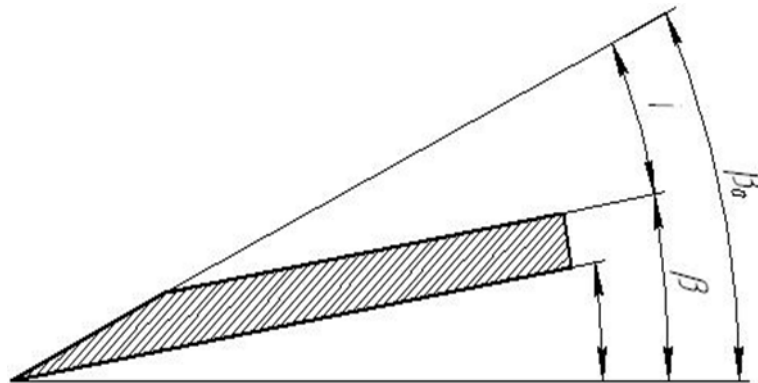


Рис. 5. Розрахункова схема лека стрільчастої лапи культиватора

Цілком логічно, що підтверджується [10...12] кут підймання стрільчастої лапи є пов'язаним і похідним від обох характерних кутів лапи β та γ . Це співвідношення має вигляд:

$$\alpha = \arctg(\tg \beta \cdot \sin \gamma).$$

Підставимо значення і розв'яжемо останнє рівняння, маємо:

$$\alpha = \arctg(\tg 30^\circ \cdot \sin 30^\circ) = 15^\circ.$$

Ширина захвату B стрільчастих лап визначається з урахуванням забезпечення стабільності руху цього робочого органу на заданій глибині, ефективності самоочищення, а також з урахуванням умов експлуатації лапи. З позиції самоочищення рекомендована максимальна ширина захвату становить до 400 мм. У нашому випадку, враховуючи проїедення міжрядного обробітку цукрового буряку приймаємо ширину захвату лапи $B = 270$ мм.

Вибір товщини матеріалу S , з якого виготовляється лапа залежить від ряду параметрів, серед яких ширина захвату лапи B , ширина крила b_1 , глибина обробітку лапою h , типе ґрунту та механічні характеристики сталі, з якої виготовлена лапа. Орієнтовне значення товщини матеріалу лапи визначається за формулами, наведеними в [2]. Використовуючи цю залежність, отримаємо:

$$S \leq 0,02 \cdot B.$$

					ВБМО 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

Після підстановки відомих величин маємо наступну нерівність:

$$S \leq 0,02 \cdot 270 = 5,4 \text{ мм.}$$

Прийmemo товщину матеріалу $S = 6$ мм.

Ширину крила стрільчастої лапи оберемо зі стандартного ряду [2], так за умови, якщо кут $\beta = 26^\circ$ – ширина крила має становити $b_1 = 58$ мм.

З метою розрахунку прямолінійної ділянки стрільчастої лапи скористаємося відомою формулою:

$$l = \frac{b_1 \cdot \sin \beta}{\sin \alpha}.$$

Після підстановки цифрових значень отримаємо:

$$l = \frac{58 \cdot \sin 30^\circ}{\sin 15^\circ} = 113 \text{ мм.}$$

Оберемо довжину прямолінійної частини лапи $l = 115$ мм.

Визначимо виліт лапи L використовуючи формулу:

$$L = l \cdot \cos \alpha + \delta,$$

де δ – фактична товщина пластин, $\delta = 7$ мм.

Підставивши цифрові значення маємо:

$$L = 115 \cdot \cos 15^\circ + 7 = 118 \text{ мм.}$$

Висоту стояка, тобто відстань від опорної поверхні лапи до нижньої частини рами культиватора, визначають з метою уникнення забивання культиватора рослинними рештками. Ця висота стояка може бути розрахована за формулою:

$$H = H_1 + h_0,$$

де H_1 – фактична відстань від нижньої частини рами культиватора до поверхні поля, $H_1 = 140$ мм;

h_0 – максимально допустима глибина обробітку стрільчастою лапою,

$$h_0 = 120 \text{ мм.}$$

Підставивши наведені величини маємо висоту стояка:

$$H = 140 + 120 = 260 \text{ мм.}$$

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

Обґрунтування взаємного розташування робочих органів культиватора на секції робочих органів

Умови за якими працюють розпушувальні лапи культиваторів, що проводять обробіток ґрунту на значну глибину, відрізняються від режимів роботи робочих органів ґрунтообробних машин і знарядь, що працюють із скибою, відокремленою з однієї або двох сторін. Це впливає на характер деформації ґрунту під впливом стрільчастих лап. Під час руху в товщі ґрунту стрільчаста лапа деформує ґрунт попереду себе у поздовжньо-вертикальній площині подібно до роботи у ґрунтовому середовищі двогранного клина. Одночасно з цим процесом має місце і деформація ґрунту в поперечно-вертикальній площині, що зумовлено взаємним контактом між частинками ґрунту в середовищі і залежить фізико-механічних властивостей ґрунту, що обробляється.

Як відомо з наукових джерел [3, 4], на ґрунтову скибу, що переміщується по поверхні клиноподібного робочого органу, діють сила тертя F та нормальна сила N . Сума цих двох сил утворює рівнодійну силу R , яка розташована під певним кутом до нормалі – цей кут відповідає куту тертя між клином і ґрунтом φ [10]. Відповідно до теорії дотичних напружень, усі потенційні напрями руйнування ґрунтових монолітів розміщуються симетрично щодо дії сили R , з кутовим розходженням приблизно $40...50^\circ$ згідно з даними досліджень Т.М. Гологурського [10] (рис. 6). Через неоднорідну структуру ґрунту, яка включає пустоти, щілини та сторонні вclusions, реальні напрями сколювання зазвичай майже не відхиляються від напрямку дії рівнодійної сили.

Під час монтажу робочих органів культиватора на гряділі необхідно враховувати важливу вимогу – уникнення забивання робочих органів бур'янами, залишками рослин або крупними частками ґрунту. Разом із тим, агротехнічні вимоги забороняють виникненню на полі необроблених смуг (огріхів) ґрунту. Щоб задовольнити ці вимоги, лапи культиваторів

					ВБМО 00.000 ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

встановлюють у два або навіть три ряди. При цьому відстань між сусідніми лапами підбирають таким чином, щоб забезпечити необхідне перекриття зон деформації ґрунту.

Для обґрунтування відстані між рядами лап культиватора можна скористатися наступною нерівністю:

$$L_p \geq l_3 + L,$$

де L – виліт стрільчастої лапи культиватора, мм;

l_3 – відстань від стояка передньої лапи до носка лапи, що встановлена на другому ряду агрегату, за рис. 6 можемо записати:

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

де φ – величина кута тертя ґрунту по лапі, враховуючи, що ця лапа виготовлена зі сталі.

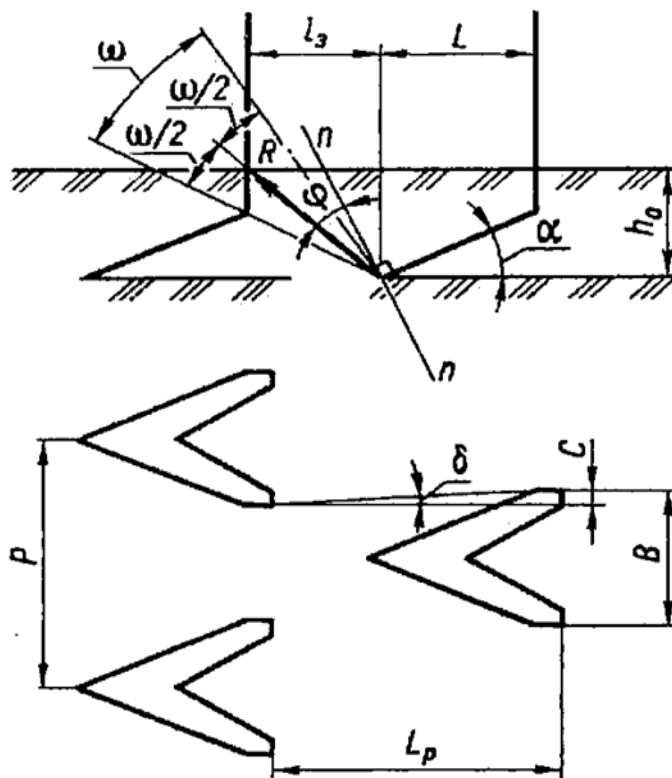


Рис. 6. Розрахункова схема розміщення культиваторних лап на ґрунтообробному агрегаті

Таким чином, враховуючи інформацію, яку подано вище можемо нерівність перетворити у наступну:

						ВБМО 00.000 ПЗ	Арк.
							47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

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

Підставимо цифрові значення та розв'яжемо дану нерівність, отримаємо:

$$L_p \geq 120 \cdot \operatorname{tg}(13^\circ + 20^\circ) + 118;$$

$$L_p \geq 196 \text{ мм.}$$

Далі, маючи на увазі що деформація ґрунту під дією лапи може мати граничні розповсюдження в поздовжньому напрямку можемо написати нерівності для визначення максимального і мінімального розповсюдження деформацій. Ці нерівності мають вигляд:

$$L_{p \max} \geq h_0 \cdot \operatorname{tg}\left(\alpha + \varphi + \frac{\omega}{2}\right) + L;$$

$$L_{p \min} = h_0 \cdot \operatorname{tg}\left(\alpha + \varphi - \frac{\omega}{2}\right) + L.$$

Підставимо цифрові значення в останні нерівності та проведемо їх розв'язок, що дозволило отримати:

$$L_{p \max} \geq 120 \cdot \operatorname{tg}\left(15 + 20 + \frac{40}{2}\right) + 118;$$

$$L_{p \max} \geq 227 \text{ мм.};$$

$$L_{p \min} = 120 \cdot \operatorname{tg}\left(15 + 20 - \frac{40}{2}\right) + 118;$$

$$L_{p \min} = 146 \text{ мм.}$$

З метою розрахунку відстані між культиваторними лапами P (рис. 6) щоб забезпечувався суцільний обробіток без пропусків використаємо відому нерівність:

$$P \geq B + 2h_0 \cdot \operatorname{tg}\left(\frac{\omega}{2}\right).$$

Після розв'язку нерівності отримаємо:

$$P \geq 330 + 2 \cdot 120 \cdot \operatorname{tg}\left(\frac{40^\circ}{2}\right);$$

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

обумовлено тим, що така послідовність сприяє зменшенню енергетичних витрат при обробітку ґрунту.

Крім цього, для просапних культиваторів (рис. 7), коли відомо ширину міжрядь – A , задане значення перекриття – C , визначено ширину захисної зони – e , а також задано параметри ширини лап B_1 та B_2 , можна скористатися загальноприйнятими розрахунковими залежностями [2...5]:

для першого випадку (рис. 7) $B_2 + 0,5 \cdot B_1 = 0,5 \cdot A - (e - C)$;

для другого випадку (рис. 7) $B_1 + 0,5 \cdot B_2 = 0,5 \cdot A - (e - C)$.

Таким чином, під час проведення інженерних розрахунків і обґрунтувань визначено основні параметри культиватора-рослинопідживлювача УСМК-8,1, визначені параметри його робочих органів та проведено їх розстановку на гряділі для якісного міжрядного обробітку ґрунту.

5. ОХОРОНА ПРАЦІ

Гідравлічна система культиватора-рослинопідживлювача спроектована згідно з чинними стандартами ДСТУ 2189-93 та ДСП 3.3.2.041-99. З'єднання гідросистеми машини з гідросистемою трактора здійснюється виключно за допомогою розривних муфт, що унеможлиблює витік масла при приєднанні або від'єднанні, а також при аварійних роз'єднаннях. Управління всіма робочими елементами агрегату, які функціонують під час руху, здійснюється безпосередньо з кабіни трактора.

Конструкція культиватора-рослинопідживлювача, включаючи його окремі вузли, не повинна обмежувати поле зору механізатора або створювати перешкоди для огляду ділянок, які потребують постійного контролю під час виконання технологічних операцій з локального внесення добрив. Для зручного доступу до кабіни та безпечного виходу передбачено спеціальні підніжки і поручні.

					<i>ВБМО 00.000 ПЗ</i>	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У важкодоступних зонах агрегату, де ускладнено регулярне обслуговування, передбачено застосування одноразового змащення підшипників та інших компонентів на весь міжремонтний період. Місця нанесення мастила маркуються яскравими покажчиками, що контрастують з основним кольором агрегату, що спрощує їх ідентифікацію.

Комплект агрегату включає додатковий інструмент, необхідний для виконання польових робіт, який не входить до базової комплектації трактора. Для очищення робочих частин та вузлів передбачено спеціальні чистики. Під час проектування та розташування робочих органів на рамі агрегату було передбачено зручне та безпечне розміщення для їх обслуговування і очищення, з вільним доступом до кожного елемента.

Допустимі показники шуму та вібрації в зоні розташування оператора під час міжрядного обробітку не перевищують встановлених санітарних норм, і не створюють загроз для здоров'я чи життя працівників. Робоча зона механізатора захищена від можливого викиду частинок ґрунту з-під коліс трактора або робочих органів машини.

Для забезпечення стійкої роботи агрегату у повздовжньому напрямку конструкцією передбачено наявність кронштейна з баластом, що кріпиться до переднього бруса рами. Мінімальне значення кута поперечної стійкості агрегату під час експлуатації має бути не менше 30°.

У відчепленому стані агрегат повинен зберігати стійкість при дії зусилля до 200 Н. Для безпечного транспортування на загальних дорогах, особливо вночі або за умов обмеженої видимості, агрегат обладнується світловідбивними елементами: спереду – білого, ззаду – червоного кольору. На задній частині ліворуч розміщується знак, що вказує на максимальну допустиму швидкість пересування.

Для здійснення вантажно-розвантажувальних робіт, а також під час ремонту або складання машини, агрегат обладнаний спеціальними

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

стропувальними петлями. Ці петлі мають відповідне маркування та пофарбовані у відмінний від основного колір.

Конструкція культиватора дозволяє виконувати його монтаж і підготовку до роботи одним оператором. При цьому максимальне зусилля, необхідне для натискання на важелі глибини обробітку, не повинно перевищувати 200 Н.

Схеми стропування і місця встановлення домкратів обов'язково вказуються в експлуатаційній документації. У кабіні трактора обов'язково має бути встановлено первинні засоби пожежогасіння, що мають бути легкодоступними та зніматися без додаткових інструментів за 6–8 секунд.

Для міжрядного обробітку агрегат комплектується вогнегасником типу ОП-5, санітарною лопатою та баком для води ємністю 10 літрів, який фіксується у кабіні енергозасобу.

					<i>ВБМО 00.000 ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		52

6. ВИСНОВОК

У процесі виконання кваліфікаційної роботи було здійснено спробу модернізувати конструкцію культиватора-рослинопідживлювача УСМК-8,1, який у складі з трактором МТЗ-82 ефективно використовується в господарстві для міжрядного обробітку посівів цукрового буряку. Внесені конструктивні зміни спрямовані на підвищення технічної надійності, функціональності та ергономіки використання ґрунтообробного агрегату.

Основні вдосконалення в роботі торкнулися таких елементів агрегату:

- **стрільчастої лапи**, яка тепер дозволяє здійснювати локальне внесення мінеральних добрив у зону кореневої системи завдяки інтеграції пасивного підлапового розподільника. Це рішення забезпечує водночас розпушення ґрунту, підрізання бур'янів та підживлення рослин;
- **копіювального колеса**, діаметр якого збільшено до 300 мм. Це сприяло стабілізації глибини обробітку та покращеному копіюванню мікрорельєфу поля;
- **автозчіпки**, конструкція якої була доопрацьована з метою підвищення надійності з'єднання з трактором, скорочення часу зчіплювання та зручності технічного обслуговування.

Запропоновані зміни в конструкції культиватора дозволили не тільки знизити енерговитрати та підвищити точність виконання технологічного процесу, а й покращити умови праці механізатора. Практична перевірка вдосконаленої конструкції в умовах господарства підтвердила доцільність запропонованих рішень. Удосконалений культиватор УСМК-8,1 забезпечує стабільну роботу в агрегаті з трактором МТЗ-82 при міжрядному обробітку цукрового буряку, що є важливою складовою підвищення врожайності культури та раціонального використання мінеральних добрив.

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

10. Машина для обробітку ґрунту та внесення добрив. Навчальний посібник для студентів агротехнічних спеціальностей / Сало В.М., Лещенко С.М., Лузан П.Г., Мачок Ю.В., Богатирьов Д.В. – Х.: Мачулін, 2016. – 244 с.
11. Довідник з машиновикористання в землеробстві / За ред. В.І. Пастухова – Харків: Веста, 2001. – 347 с.
12. Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва: Підруч. у 2 т: Т. 2 / А.В. Рудь, І.М. Бендера, Д.Г. Войтюк та ін.; за ред. А.В. Рудя. – К. Агроосвіта, 2012. – 434 с.
13. Ільчук М.М., Зрібняк Л.Я., Мельник С.І. Організація і планування сільськогосподарського виробництва: Підручник – К.: Вища освіта, 2013. – 535 с.
14. Експлуатація машин і обладнання: Навчальний посібник / Ружицький М.А., Рябець В.І., Кіяшко В.М. та ін. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 617 с.
15. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з курсів «Технологія механізованих робіт в рослинництві» та «Машиновикористання в рослинництві» для студентів спеціальностей 208 «Агроінженерія» та 133 «Галузеве машинобудування» / Укладачі: В.М. Сало, С.М. Лещенко, О.М. Васильковський, Д.І. Петренко, П.Г. Лузан – Кропивницький: ЦНТУ, 2018. – 170 с.
16. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування: Підруч. для студент. вищ. навч. зал. із спец. «Машини та обладн. с.-г. вир-ва»/ За ред. М.І. Черновола. Кн. 1: Машини для рільництва/ П.В. Сисолін, Т.І. Рибак, В.М. Сало; За ред. М.І. Черновола. – К.: Урожай, 2002. – 364 с.
17. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2005. – 464 с.
18. Сільськогосподарські машини: Підручник. / Д.Г. Войтюк, Л.В. Аніскевич, В.В. Іщенко та ін.; За ред. Д.Г. Войтюка. – К.: «Агроосвіта», 2015 – 679 с.

					ВБМО 00.000 ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

19. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. Т.1 (частина1). Машини та знаряддя для обробітку ґрунту. – Харків: ОКО, 2001. – 444 с.
20. Дейкун В.А. Обґрунтування параметрів робочого органа для внутрішньогрунтового внесення мінеральних добрив [Текст] : Дис. ... канд. техн. наук : 05.05.11 / Дейкун Віктор Анатолійович ; Кіровоградський національний технічний університет – Кіровоград, 2013. – 138 с.
21. Войтюк Д.Г., Дубровін В.О., Іщенко Т.Д. та ін. Сільськогосподарські та меліоративні машини// За ред. Д.Г. Войтюка. К.: Вища освіта, 2004. 544 с.
22. Войтюк Д.Г., Яцун С.С., Довжик М.Я. Сільськогосподарські машини: основи теорії та розрахунку/ За ред. Д.Г. Войтюка. – Суми: ВТД Університетська книга, 2006. – 480 с.
23. Войналович О.В. Охорона праці в сільському господарстві. / О.В. Войналович, Є.І. Марчишина, Т.О. Білько. – К.: Центр навчальної літератури, 2018. – 691 с.\
24. Основи охорони праці: Підручник / М.С. Одарченко, А.М. Одарченко, В.І. Степанов, Я.М. Черненко. – Х.: Стиль-Издат, 2017. – 334 с.

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

ДОДАТКИ