

Центральноукраїнський національний технічний університет
Агротехнічний факультет
Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”
зав. кафедрою СГМ
к.т.н., професор
_____ Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ
« ____ » _____ 2026 р.

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

«Механізація вирощування цукрових буряків з удосконаленням
сошника просапної сівалки»

Виконав здобувач вищої освіти IV курсу,
групи АІ-22-1
ОПП «Агроінженерія»
спеціальності 208 «Агроінженерія»
_____ Головченко Ярослав Іванович
« ____ » _____ 2026 р.

Керівник проекту
доцент, канд. техн. наук

« ____ » _____ 2026 р.

Рецензент
доцент, канд. техн. наук

Центральноукраїнський національний технічний університет

Факультет агротехнічний

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

Галузь знань 20 «Аграрні науки та продовольство»

Спеціальність 208 «Агроінженерія»

Освітньо-професійна програма «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

« ____ » _____ 2026 року

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

_____ Головченко Ярослав Іванович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи (проекту) Механізація вирощування цукрових буряків з удосконаленням сошника просапної сівалки

2. Керівник кваліфікаційної роботи (проекту) _____

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

3. Строк подання роботи до захисту _____

4. Мета та завдання випускної кваліфікаційної роботи Мета – підвищення ефективності механізованої сівби цукрових буряків шляхом удосконалення конструкції сошника просапної сівалки УПС-12.

Задачі:

- провести аналіз сучасної технології вирощування цукрових буряків;
- обґрунтувати склад машинно-тракторного агрегату для виконання сівби;
- розробити операційну технологію виконання сівби з урахуванням агротехнічних вимог;
- проаналізувати існуючі конструкції сошників просапних сівалок;
- розробити удосконалену конструкцію сошника на основі патентного рішення;
- виконати інженерні розрахунки основних параметрів і режимів роботи сошника.

5. Перелік графічного матеріалу 1. Технологічна карта вирощування цукрових буряків – ф. А1. 2. Операційна карта сівби цукрових буряків – ф. А1. 3. Універсальна просапна сівалка УПС-12 – ф. А1. 4. Секція посівна – ф. А1. Деталювання – ф. А1.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи
1	2	3
1	Складання технічного завдання на виконання роботи	до 10.04.2026 р.
2	Аналіз типової технології вирощування горох з визначенням шляхів її удосконалення	до 08.05.2026 р.
3	Підготовка та подання керівнику роботи: - операційної технології виконання заданої операції - інженерної частин - охорони праці - вступу та висновків	до 20.05.2026 р. до 20.05.2026 р. до 20.05.2026 р. до 25.05.2026 р.
4	Доопрацювання розділів з урахуванням зауважень	до 27.05.2026 р.
5	Подання робочого варіанту роботи керівнику	до 30.05.2026 р.
6	Доопрацювання роботи з урахуванням зауважень керівника. Одержання відгуку	до 10.06.2026 р.
7	Перевірка роботи на плагіат	за 10 днів до захисту
8	Проходження нормо-контролю	за 8 робочих днів до захисту
9	Подання роботи завідувачу кафедри на перевірку	за 6 робочих днів до захисту
10	Доопрацювання роботи з урахуванням зауважень завідувача кафедри. Допуск роботи до захисту	за 4 робочі дні до захисту
11	Рецензування кваліфікаційної роботи	за 3 робочі дні до захисту
12	Підготовка документів, що подаються до ЕК	за 2 робочі дні до захисту
13	Подання кваліфікаційної роботи та документів до ЕК	за день до захисту
14	Захист кваліфікаційної роботи	за графіком кафедри

Дата видачі завдання

«___» _____ 2026 р.

Підпис керівника _____

_____ (прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання

«___» _____ 2026 р.

Підпис здобувача _____

Ярослав ГОЛОВЧЕНКО
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

У кваліфікаційній роботі розглянуто питання підвищення ефективності механізації сівби цукрових буряків шляхом удосконалення сошника просапної сівалки. Об'єктом дослідження є технологічний процес сівби цукрових буряків, а предметом – конструкція та параметри сошника.

У роботі виконано аналіз біологічних особливостей культури та сучасних технологій її вирощування. Обґрунтовано склад машинно-тракторного агрегату та визначено основні параметри його роботи.

Проведено аналіз існуючих конструкцій сошників просапних сівалок, встановлено їх основні недоліки та обґрунтовано напрямок удосконалення. Запропоновано конструкцію сошника з роздільними відвальниками та висувним наральником, яка забезпечує кероване переміщення шарів ґрунту та покращує умови загортання насіння.

Виконано теоретичне обґрунтування роботи сошника, проведено розрахунок його тягового опору та міцності. Встановлено, що удосконалена конструкція забезпечує зниження тягового опору та підвищення ефективності роботи агрегату.

цукрові буряки, сівба, просапна сівалка, сошник, насіннєве ложе

ABSTRACT

The qualification work considers the issue of improving the efficiency of sugar beet sowing mechanization by enhancing the opener of a row-crop seeder. The object of the study is the technological process of sugar beet sowing, and the subject is the design and parameters of the opener.

The work includes an analysis of the biological characteristics of the crop and modern cultivation technologies. The composition of the machine-tractor unit is substantiated, and the main parameters of its operation are determined.

An analysis of existing opener designs for row-crop seeders is carried out, their main disadvantages are identified, and the direction for improvement is substantiated. An improved opener design with separate moldboards and an adjustable share is proposed, which ensures controlled soil layer movement and improves seed covering conditions.

The theoretical justification of the opener operation is performed, and calculations of its tractive resistance and strength are carried out. It is established that the improved design provides a reduction in tractive resistance and increases the efficiency of the unit operation.

sugar beet, sowing, row-crop seeder, opener, seedbed

ЗМІСТ

	Стор.
1. ВСТУП	5
2. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ	7
2.1. Біологічні особливості цукрових буряків	7
2.2. Місце цукрових буряків у сівозміні	8
2.3. Система удобрення цукрових буряків	10
2.4. Система обробітку ґрунту	11
2.5. Підготовка насіння і сівба цукрових буряків	13
2.6. Висновки по розділу	18
3. ОПЕРАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ СІВБИ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ	20
3.1. Обґрунтування складу машинно-тракторного агрегату	20
3.2. Агротехнічні вимоги до виконання сівби	22
3.3. Розрахунок параметрів роботи агрегату	24
3.4. Розрахунок тягового опору агрегату	28
3.5. Розрахунок витрат палива	32
3.6. Висновки по розділу	36
4. ІНЖЕНЕРНА ЧАСТИНА	37
4.1. Аналіз конструкцій сошників просапних сівалок	37
4.2. Обґрунтування напрямку удосконалення сошника	38
4.3. Опис удосконаленої конструкції сошника	40
4.4. Теоретичне обґрунтування роботи сошника	43
4.5. Розрахунок міцності елементів сошника	48
4.6. Висновки по розділу	52
5. ОХОРОНА ПРАЦІ	53
5.1. Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів	53
5.2. Заходи безпеки перед виконанням робіт на посівному агрегаті	53
5.3. Висновки по розділу	55
6. ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	56
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	58
Додатки	61

1. ВСТУП

Цукрові буряки є однією з провідних технічних культур, вирощування яких має Цукрові буряки є однією з основних технічних культур, вирощування яких відіграє важливу роль у формуванні сировинної бази цукрової промисловості України. В умовах сучасного агровиробництва підвищення ефективності вирощування цієї культури пов'язане із впровадженням прогресивних технологій та удосконаленням технічних засобів механізації виробничих процесів.

Виробництво цукрових буряків характеризується високою трудомісткістю та значною залежністю врожайності від якості виконання технологічних операцій. Особливе значення має операція сівби, оскільки саме на цьому етапі закладаються основи формування майбутнього врожаю. Від точності висіву, рівномірності розміщення насіння у рядку та стабільності глибини загортання залежить польова схожість, густина стояння рослин і рівномірність їх розвитку.

Сучасні технології вирощування цукрових буряків передбачають використання сівалок точного висіву, які забезпечують дозоване подавання насіння та витримування заданих параметрів сівби. Однією з таких машин є просапна сівалка УПС-12, що широко застосовується у господарствах різних форм власності. Разом з тим, аналіз експлуатації цих сівалок показує, що окремі їх робочі органи потребують удосконалення.

Найбільш відповідальним робочим органом сівалки є сошник, який формує борозну, забезпечує укладання насіння на задану глибину та створює умови для його загортання ґрунтом. Від конструкції сошника залежить не тільки точність дотримання глибини висіву, але й якість контакту насіння з ґрунтом, що безпосередньо впливає на процес проростання.

Аналіз існуючих конструкцій сошників показує наявність ряду суттєвих недоліків: борозна після проходження сошника часто заповнюється сухим верхнім шаром ґрунту, що погіршує умови проростання насіння; відсутня стабільність

					МВБ 00.000 ПЗ				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.	Головченко				Механізація вирощування цукрових буряків з удосконаленням сошника просапної сівалки		Літера	Аркуш	Аркушів
Перевір.								5	61
							ЦНТУ, гр. АІ-22-1		
Н. контр.									
Затв.									

глибини ходу сошника внаслідок інтенсивного зносу наральника; спостерігається налипання вологого ґрунту на робочі поверхні, що порушує технологічний процес; знижується рівномірність загортання насіння по глибині та довжині рядка.

Як встановлено у патентному рішенні, прийнятому за основу в даній роботі, підвищення якості сівби може бути досягнуте шляхом конструктивного удосконалення сошника. Зокрема, запропоновано застосування роздільних відвальників з різними кутами нахилу, які забезпечують послідовне переміщення шарів ґрунту та загортання насіння вологим нижнім шаром. Крім того, використання висувного наральника дозволяє компенсувати його знос і забезпечити стабільність глибини ходу протягом усього періоду експлуатації.

Застосування таких конструктивних рішень дозволяє: підвищити якість формування борозни; забезпечити укладання насіння на ущільнене ложе; покращити умови контакту насіння з ґрунтом; зменшити вплив зносу робочих органів на якість сівби.

У зв'язку з цим удосконалення конструкції сошника просапної сівалки є актуальним завданням, спрямованим на підвищення ефективності механізованої технології вирощування цукрових буряків.

Мета роботи. Підвищення ефективності механізованої сівби цукрових буряків шляхом удосконалення конструкції сошника просапної сівалки УПС-12.

Задачі роботи:

- провести аналіз сучасної технології вирощування цукрових буряків;
- обґрунтувати склад машинно-тракторного агрегату для виконання сівби;
- розробити операційну технологію виконання сівби з урахуванням агротехнічних вимог;
- проаналізувати існуючі конструкції сошників просапних сівалок;
- розробити удосконалену конструкцію сошника на основі патентного рішення;
- виконати інженерні розрахунки основних параметрів і режимів роботи сошника.

					МВБ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

2. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

2.1. Біологічні особливості цукрових буряків.

Цукрові буряки є дворічною рослиною родини лободових, яку у виробничих умовах вирощують як однорічну культуру для отримання коренеплодів. У перший рік життя рослина формує розетку листків і коренеплід, у якому накопичуються цукри, а на другий рік – генеративні органи та насіння.

Цукрові буряки належать до культур помірного клімату і характеризуються підвищеними вимогами до умов вирощування. Насіння починає проростати при температурі ґрунту 3–5 °С, однак оптимальною температурою для проростання є 10–12 °С. Сходи з'являються через 8–12 діб залежно від температури та вологості ґрунту. Молоді рослини можуть витримувати короточасні заморозки до мінус 2...3 °С, але тривале зниження температури негативно впливає на їх розвиток.

Важливою біологічною особливістю цукрових буряків є повільний ріст у початковий період розвитку. У фазі від проростання до утворення 2–3 пар справжніх листків рослини слабо конкурують з бур'янами, що зумовлює необхідність своєчасного і якісного проведення агротехнічних заходів, зокрема рівномірної сівби та формування оптимальної густоти стояння.

Коренева система цукрових буряків добре розвинена і проникає в ґрунт на глибину до 2–3 м, що забезпечує високу потребу рослин у глибокому та добре розпушеному орному шарі. Найкращими для вирощування є родючі, структурні, добре аеровані ґрунти з нейтральною або слабколужною реакцією.

Особливе значення для формування врожаю має водний режим. Насіння цукрових буряків для проростання потребує значної кількості вологи (до 150–170 % від власної маси). Тому надзвичайно важливим є забезпечення контакту насіння з вологим шаром ґрунту. Недостатнє зволоження посівного шару або загортання насіння сухим ґрунтом призводить до зріджених і нерівномірних сходів.

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

Світловий режим також має значний вплив на розвиток рослин. Цукрові буряки є світлолюбною культурою, тому загущення посівів або нерівномірність розміщення рослин у рядку знижують ефективність фотосинтезу і продуктивність культури.

Однією з ключових умов формування високого врожаю є забезпечення оптимальної густоти стояння рослин, яка досягається точним висівом насіння. Відхилення від заданої густоти, нерівномірне розміщення насіння по довжині рядка або нестабільна глибина загортання негативно впливають на розвиток рослин і знижують врожайність.

Агротехнічні вимоги до сівби цукрових буряків передбачають:

- укладання насіння на ущільнене ложе;
- забезпечення рівномірної глибини загортання (3–5 см залежно від умов);
- загортання насіння вологим шаром ґрунту;
- рівномірне розміщення насіння в рядку;
- дотримання заданої ширини міжрядь (у даній роботі 45 см).

Таким чином, біологічні особливості цукрових буряків зумовлюють підвищені вимоги до якості виконання операції сівби. Особливо важливим є забезпечення стабільної глибини загортання насіння та його контакту з вологим ґрунтом, що безпосередньо залежить від конструкції робочих органів сівалки, зокрема сошника.

Недотримання цих вимог призводить до зріджених сходів, нерівномірного розвитку рослин і зниження врожайності, що обґрунтовує необхідність удосконалення конструкції сошника просапної сівалки

2.2. Місце цукрових буряків у сівозміні.

Цукрові буряки належать до культур, які висувають підвищені вимоги до попередників і не допускають повторного вирощування на одному полі протягом короткого періоду. Це обумовлено значним винесенням поживних речовин із ґрунту, чутливістю до забур'яненості та накопиченням збудників хвороб і шкідників.

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

Оптимальне розміщення цукрових буряків у сівозміні є важливою передумовою отримання високої врожайності та ефективного використання технічних засобів механізації. Найкращими попередниками для цукрових буряків є озимі зернові культури, вирощені по чистих або зайнятих парах, а також зернобобові культури. Такі попередники забезпечують: відносно чисте від бур'янів поле; достатній запас вологи в ґрунті; сприятливу структуру орного шару; можливість своєчасного проведення основного обробітку ґрунту.

Недоцільним є розміщення цукрових буряків після культур, які виснажують ґрунт або залишають після себе значну кількість рослинних решток, що ускладнюють обробіток ґрунту і сівбу. До таких культур належать кукурудза на зерно, соняшник та багаторічні трави пізнього строку збирання. Вирощування буряків після цих попередників призводить до погіршення фізичних властивостей ґрунту, підвищення його ущільнення та ускладнення формування якісного насінневого ложа.

Цукрові буряки повертають на попереднє поле не раніше ніж через 3–4 роки. Порушення цієї вимоги призводить до зниження врожайності внаслідок накопичення шкідників (бурякової нематоди, дротяників), хвороб (церкоспорозу, коренеїду) та погіршення фітосанітарного стану поля.

Рациональне розміщення культури у сівозміні має також важливе значення для організації механізованих робіт. Поля після кращих попередників характеризуються більш рівномірною поверхнею та кращою структурою ґрунту, що створює сприятливі умови для роботи ґрунтообробних і посівних агрегатів. Це дозволяє:

- забезпечити рівномірну глибину обробітку;
- сформувати якісне насіннєве ложе;
- підвищити точність роботи висівних апаратів і сошників.

У даній роботі як попередник для цукрових буряків приймається озима пшениця, що відповідає агротехнічним вимогам і забезпечує оптимальні умови для виконання наступних технологічних операцій.

					МВБ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

Таким чином, правильний вибір попередника і дотримання сівозміни створюють передумови для якісного виконання сівби, що безпосередньо впливає на рівномірність розміщення насіння та ефективність роботи сошників просапної сівалки.

2.3. Система удобрення цукрових буряків.

Цукрові буряки належать до культур з високим рівнем споживання поживних речовин, що обумовлено формуванням значної маси коренеплодів і гички. Для отримання стабільних і високих урожаїв необхідно забезпечити рослини достатньою кількістю елементів живлення протягом усього періоду вегетації.

Основними елементами живлення для цукрових буряків є азот, фосфор і калій. Азот сприяє інтенсивному росту листової маси та формуванню врожаю, однак його надлишок може призводити до зниження цукристості коренеплодів. Фосфор забезпечує розвиток кореневої системи та прискорює початкові етапи росту рослин. Калій підвищує стійкість рослин до посухи, покращує водний режим і сприяє накопиченню цукру.

Система удобрення цукрових буряків повинна бути збалансованою та враховувати ґрунтово-кліматичні умови, попередник і запланований рівень урожайності. У виробничих умовах застосовують як органічні, так і мінеральні добрива.

Органічні добрива (гній, компости) відіграють важливу роль у підвищенні родючості ґрунту, покращенні його структури та водно-фізичних властивостей. Як правило, органічні добрива вносять під попередник у нормі 30–40 т/га, що створює сприятливі умови для вирощування цукрових буряків у наступному році.

Мінеральні добрива вносять безпосередньо під цукрові буряки. Орієнтовні норми внесення становлять: азот – 90–120 кг/га діючої речовини; фосфор – 60–90 кг/га; калій – 90–120 кг/га. Фосфорно-калійні добрива, як правило, вносять під основний обробіток ґрунту, що забезпечує їх рівномірне загортання в орний шар.

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

Азотні добрива вносять частково під передпосівний обробіток, а частково – у підживлення в період вегетації рослин.

Важливим елементом технології є локальне внесення добрив під час сівби. Це дозволяє підвищити ефективність використання поживних речовин за рахунок їх розміщення в зоні доступності для кореневої системи рослин. При цьому особливе значення має точність роботи висівних і туковисівних апаратів сівалки, а також стабільність ходу сошника, який формує борозну для насіння і добрив.

Якість внесення добрив тісно пов'язана з якістю передпосівного обробітку ґрунту та параметрами сівби. Нерівномірне загортання добрив або їх розміщення поза зоною розвитку кореневої системи знижує ефективність їх використання. Крім того, порушення глибини загортання насіння і добрив може призводити до нерівномірних сходів і зниження продуктивності культури.

Таким чином, система удобрення цукрових буряків повинна бути узгоджена з технологією обробітку ґрунту та сівби. Забезпечення рівномірного розміщення насіння і добрив у ґрунті значною мірою залежить від конструкції робочих органів сівалки, зокрема сошника, що обґрунтовує необхідність його удосконалення.

2.4. Система обробітку ґрунту.

Система обробітку ґрунту при вирощуванні цукрових буряків має вирішальне значення для формування сприятливих умов розвитку рослин і забезпечення високої якості виконання наступних технологічних операцій, зокрема сівби. Основною метою обробітку ґрунту є створення вирівняного, розпушеного та структурного орного шару з достатнім запасом вологи та відсутністю ущільнених прошарків.

Обробіток ґрунту під цукрові буряки включає систему основного, передпосівного та передпосівного вирівнювального обробітку.

Основний обробіток ґрунту проводять після збирання попередника. У випадку розміщення буряків після озимої пшениці першочерговою операцією є

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

лущення стерні, яке виконують дисковими луцильниками на глибину 6–8 см. Ця операція сприяє знищенню падалиці та бур'янів, а також зменшенню втрат вологи.

Після лущення стерні виконують оранку на глибину 25–30 см. Глибокий обробіток забезпечує: накопичення та збереження вологи в ґрунті; створення сприятливих умов для розвитку кореневої системи; знищення багаторічних бур'янів; покращення аерації ґрунту.

Якість виконання оранки має важливе значення, оскільки наявність брил, гребенів і нерівностей ускладнює проведення наступних операцій і негативно впливає на рівномірність глибини сівби.

Передпосівний обробіток ґрунту спрямований на підготовку насіннєвого ложа. Він включає ранньовесняне боронування для закриття вологи, а також культивуацію на глибину загортання насіння (3–5 см). При цьому необхідно забезпечити: дрібногрудочкувату структуру верхнього шару ґрунту; ущільнене ложе для укладання насіння; вирівняну поверхню поля.

Особливе значення має передпосівне вирівнювання поверхні поля. Нерівності призводять до коливань глибини ходу сошників, що викликає нерівномірне загортання насіння. Це, у свою чергу, негативно впливає на дружність сходів і подальший розвиток рослин.

Для підготовки ґрунту до сівби застосовують комбіновані агрегати, які за один прохід виконують декілька операцій: розпушення, вирівнювання та ущільнення ґрунту. Це дозволяє зменшити кількість проходів техніки по полю, знизити ущільнення ґрунту і зберегти вологу.

Якість підготовки ґрунту безпосередньо впливає на роботу посівних агрегатів. При недостатньо вирівняній поверхні поля або наявності великих грудок сошники працюють нестабільно, що призводить до: коливання глибини загортання насіння; порушення рівномірності розміщення насіння у рядку; погіршення контакту насіння з ґрунтом. Крім того, надмірно розпушений або, навпаки, ущільнений ґрунт у зоні сівби також негативно впливає на якість

					МВБ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

виконання операції. У першому випадку насіння загортається нерівномірно, у другому – погіршується його проростання.

Таким чином, система обробітку ґрунту повинна забезпечувати створення оптимальних умов для роботи сошників сівалки, що включає рівномірну щільність ґрунту, вирівняну поверхню поля та формування якісного насіннєвого ложа. Це є необхідною передумовою забезпечення заданої глибини загортання насіння та високої якості сівби цукрових буряків.

2.5. Підготовка насіння і сівба цукрових буряків.

Операція сівби цукрових буряків є однією з найбільш відповідальних у всій технології вирощування культури, оскільки саме в цей період закладаються передумови для формування оптимальної густоти стояння рослин, рівномірності сходів та майбутньої врожайності. На відміну від багатьох інших культур, цукрові буряки дуже чутливо реагують на відхилення від заданих параметрів сівби, тому підготовка насіння і якість роботи посівного агрегату мають вирішальне значення.

Вимоги до посівного матеріалу. Для сівби цукрових буряків використовують високоякісне каліброване насіння, яке повинно відповідати вимогам щодо чистоти, схожості, вирівняності за розмірами та енергії проростання. У сучасних умовах переважно застосовують насіння точного висіву, яке проходить попередню підготовку на насіннєвих заводах і надходить у господарство у готовому до висіву вигляді.

Підготовлене насіння повинно мати: високу лабораторну схожість; однорідність за фракцією; рівномірну форму, придатну для точного дозування висівним апаратом; захисне оброблення від хвороб і шкідників; достатню механічну міцність оболонки. Калібрування насіння має особливе значення для роботи висівних апаратів сівалки точного висіву. За наявності значного коливання розмірів насіння знижується точність поштучного відбору, що може призводити до пропусків або двійників у рядку. У результаті порушується задана густина рослин, а це безпосередньо впливає на врожайність і якість коренеплодів.

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

Перед сівбою насіння повинно бути перевірене на відповідність посівним якостям, а також на відсутність пошкоджень, які можуть погіршувати його проходження через висівний апарат. Для точного висіву цукрових буряків особливо важливо, щоб посівний матеріал забезпечував стабільну роботу висівного механізму на встановленій швидкості руху агрегату.

Строки сівби. Цукрові буряки належать до культур раннього строку сівби. Висів проводять після досягнення фізичної стиглості ґрунту, коли верхній шар добре розпушений, не перезволожений і придатний для якісного передпосівного обробітку. Одночасно температура ґрунту на глибині загортання насіння повинна бути достатньою для дружного проростання.

Запізнення із сівбою призводить до: втрати запасів вологи в посівному шарі; погіршення умов проростання насіння; зрідження сходів; зниження врожайності.

Надмірно рання сівба у недостатньо прогрітий або перезволожений ґрунт також є небажаною, оскільки сповільнюється проростання насіння, зростає ризик ураження проростків хворобами, а польова схожість знижується.

Отже, оптимальний строк сівби повинен визначатися поєднанням двох умов: готовністю ґрунту до якісного механізованого обробітку і наявністю температурно-вологісного режиму, сприятливого для швидкого проростання насіння.

Спосіб сівби і параметри розміщення насіння. У даній роботі розглядається вирощування цукрових буряків із шириною міжряддя 45 см, що є прийнятим параметром для просапної технології. Така ширина міжрядь забезпечує можливість: якісного міжрядного обробітку; ефективного використання просапної техніки; формування сприятливого режиму освітлення та живлення рослин; зручного виконання доглядових операцій.

Сівбу виконують пунктирним способом із рівномірним розміщенням насіння в рядку. Основним завданням при цьому є укладання кожної насінини на задану глибину та через приблизно однакові інтервали по довжині рядка. Точність такого розміщення безпосередньо залежить від: стабільності роботи

					МВБ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

висівного апарата; рівномірності руху посівної секції; якості підготовки ґрунту; роботи сошника і загортальних органів. Порушення хоча б одного з цих факторів призводить до нерівномірності сходів, що ускладнює догляд за посівами та знижує ефективність використання площі живлення.

Глибина загортання насіння. Глибина загортання насіння цукрових буряків є одним із найважливіших показників якості сівби. Вона повинна забезпечувати, з одного боку, достатній контакт насіння з вологим ґрунтом, а з іншого – не створювати надмірного опору для появи сходів.

У виробничих умовах глибину загортання приймають, як правило, в межах 3–5 см залежно від механічного складу ґрунту, його вологості та стану поверхневого шару. На важчих і більш вологих ґрунтах насіння загортають мілкіше, а на легших і підсушених – дещо глибше.

Недотримання встановленої глибини загортання викликає суттєві негативні наслідки: при надто мілкому висіві насіння може потрапляти у пересушений шар ґрунту; при надто глибокому висіві сповільнюється поява сходів і зменшується енергія росту; при нерівномірній глибині насіння проростає неоднаково, що формує строкаті посіви.

Стабільність глибини загортання залежить від копіювання рельєфу поверхні поля посівною секцією, однак ключову роль тут відіграє сошник. Саме він формує борозну, забезпечує її геометрію і визначає положення насіння в ґрунті. Якщо робоча частина сошника зношується або працює нестабільно, фактична глибина висіву відхиляється від заданої, що негативно впливає на польову схожість.

Вимоги до формування насіннєвого ложа. Для нормального проростання насіння цукрових буряків необхідно сформувати якісне насіннєве ложе. Воно повинно бути: достатньо ущільненим у нижній частині; дрібногрудочкуватим у верхньому шарі; вологим у зоні розміщення насіння; вирівняним по глибині рядка. Ущільнене ложе потрібне для забезпечення капілярного підняття вологи до насіння. Якщо насіння укладається на надто пухкий ґрунт, контакт з вологою

погіршується, а проростання сповільнюється. Водночас верхній шар повинен бути більш розпушеним, щоб не перешкоджати появі сходів.

Отже, якісна сівба цукрових буряків передбачає не лише точне дозування насіння, а й правильне формування борозни з відповідною структурою дна та стінок. Це ще раз підкреслює визначальну роль сошника у технологічному процесі.

До основних агротехнічних вимог при сівбі цукрових буряків належать: дотримання встановленої ширини міжрядь; рівномірне розміщення насіння по довжині рядка; укладання насіння на однакову глибину; формування ущільненого насіннєвого ложа; загортання насіння вологим дрібногрудочкуватим ґрунтом; недопущення пропусків, двійників і пошкодження насіння; забезпечення прямолінійності рядків; дотримання заданої робочої швидкості агрегату.

Якість виконання цих вимог визначає подальший стан посівів. Якщо сівба виконана з відхиленнями, подальшими доглядовими заходами повністю компенсувати ці недоліки практично неможливо. Особливої уваги потребує забезпечення рівномірності загортання насіння саме вологим шаром ґрунту. Це пов'язано з тим, що верхній пересушений шар часто не забезпечує умов для швидкого набухання насіння. Тому при формуванні борозни необхідно не просто вкласти насіння на потрібну глибину, а й створити умови, за яких воно буде закрито ґрунтом із достатнім вмістом вологи.

Для виконання сівби у даній роботі прийнято просапну сівалку УПС-12, яка призначена для точного висіву насіння просапних культур із дотриманням заданої ширини міжрядь. Конструкція сівалки дозволяє працювати на міжрядді 45 см, що відповідає прийнятій у роботі технології.

Незважаючи на загалом придатну конструктивну схему, ефективність роботи сівалки значною мірою визначається саме якістю роботи сошника. Якщо борозна формується нестабільно або насіння загортається нерівномірно, переваги точного висівного апарата частково втрачаються, оскільки навіть правильно подана насінина може бути укладена в несприятливі умови.

					МВБ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Сошник є тим робочим органом, який безпосередньо взаємодіє з ґрунтом і виконує кілька важливих функцій одночасно: розсуває ґрунт і формує борозну; забезпечує необхідну глибину ходу; створює ложе для укладання насіння; впливає на умови загортання насіння після його подачі.

Від форми, геометричних параметрів і технічного стану сошника залежить характер переміщення ґрунту в зоні борозни. Якщо сошник формує борозну неправильної форми або не забезпечує стабільності ходу, насіння потрапляє на неоднакову глибину, а інколи загортається не вологим нижнім, а сухим верхнім шаром ґрунту.

Саме ця проблема є однією з найбільш суттєвих при сівбі цукрових буряків. Для цієї культури особливо важливо, щоб насіння лягало на ущільнене дно борозни та загорталося ґрунтом, який має достатню вологість. Інакше польова схожість різко знижується, а сходи з'являються нерівномірно.

Як показано в описі патентного рішення, взятого за основу даної роботи, традиційні полозкові сошники мають ряд недоліків. Основні з них полягають у тому, що після проходу сошника борозна часто заповнюється сухим верхнім шаром ґрунту, що погіршує умови проростання насіння. Крім того, при експлуатації відбувається знос наральника, унаслідок чого зменшується фактична глибина ходу сошника і погіршується рівномірність розміщення насіння. Також відзначається налипання ґрунту на робочі поверхні боковин і відвальників, що порушує технологічний процес загортання насіння

Для усунення цих недоліків у патенті запропоновано конструкцію сошника, в якій: задні нижні відвальники виконані роздільними; кожен наступний відвальник має більший розмір і розташований нижче попереднього; кути нахилу відвальників до горизонту різні; наральник виконаний висувним для компенсації зносу.

Така конструктивна схема дає змогу послідовно переміщувати окремі шари ґрунту, відводити убік сухий верхній шар і забезпечувати загортання насіння більш вологим нижнім шаром. Одночасно висувний наральник дозволяє

підтримувати постійну глибину формування борозни протягом тривалішого строку експлуатації.

Для умов даної роботи, де сівба цукрових буряків виконується сівалкою УПС-12 на площі 100 га з міжряддям 45 см, підвищення якості сівби доцільно досягати саме шляхом удосконалення сошника посівної секції. Такий підхід є обґрунтованим з кількох причин. По-перше, сошник безпосередньо визначає умови укладання насіння в ґрунт. По-друге, зміна конструкції саме цього робочого органа не потребує повної заміни сівалки, а може бути реалізована шляхом модернізації наявної машини. По-третє, покращення роботи сошника дає змогу підвищити якість виконання сівби без суттєвого ускладнення загальної конструкції агрегату.

Таким чином, аналіз підготовки насіння і технології сівби цукрових буряків показує, що визначальною умовою отримання дружних і рівномірних сходів є точне дотримання параметрів укладання насіння та його загортання у вологий ґрунт. Забезпечення цих вимог значною мірою залежить від конструкції сошника, що обґрунтовує доцільність його удосконалення в даній кваліфікаційній роботі.

2.6. Висновки по розділу.

У результаті проведеного аналізу технології вирощування цукрових буряків встановлено, що ефективність виробництва значною мірою залежить від якості виконання всіх технологічних операцій, зокрема сівби.

Встановлено, що біологічні особливості цукрових буряків обумовлюють підвищені вимоги до умов проростання насіння, серед яких ключове значення мають забезпечення його контакту з вологим ґрунтом, рівномірність розміщення у рядку та стабільність глибини загортання.

Аналіз місця культури у сівозміні показав, що правильний підбір попередників створює сприятливі умови для підготовки ґрунту, зменшує забур'яненість та забезпечує підвищення ефективності механізованих процесів.

					МВБ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Визначено, що система удобрення повинна бути збалансованою та узгодженою з іншими елементами технології, а ефективність використання добрив значною мірою залежить від рівномірності їх розміщення у ґрунті, що досягається якісною сівбою.

Дослідження системи обробітку ґрунту показало, що формування вирівняного, розпушеного та достатньо ущільненого посівного шару є необхідною умовою стабільної роботи посівних агрегатів і забезпечення заданої глибини висіву.

Встановлено, що операція сівби є найбільш відповідальною в технології вирощування цукрових буряків, оскільки саме на цьому етапі формується густота стояння рослин і закладаються умови для їх подальшого розвитку. Основними вимогами до сівби є рівномірне розміщення насіння, дотримання глибини загортання та забезпечення його укладання у вологий шар ґрунту.

Аналіз конструкції посівної секції сівалки УПС-12 показав, що вирішальну роль у забезпеченні якості сівби відіграє сошник, який формує борозну і визначає умови розміщення насіння в ґрунті.

Виявлено, що існуючі конструкції сошників мають ряд недоліків, зокрема нестабільність глибини ходу внаслідок зносу, загортання насіння сухим шаром ґрунту та налипання ґрунту на робочі поверхні, що призводить до зниження польової схожості та врожайності культури.

Таким чином, на основі проведеного аналізу обґрунтовано доцільність удосконалення конструкції сошника просапної сівалки УПС-12 з метою забезпечення стабільної глибини загортання насіння та покращення умов його проростання.

3. ОПЕРАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ СІВБИ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

3.1. Обґрунтування складу машинно-тракторного агрегату.

Для виконання сівби цукрових буряків необхідно сформувати машинно-тракторний агрегат, який забезпечує дотримання агротехнічних вимог, високу продуктивність та економічну ефективність виконання робіт.

Вихідними даними для обґрунтування складу агрегату є: площа сівби – 100 га; ширина міжряддя – 45 см; спосіб сівби – пунктирний; тип ґрунтів – середньосуглинкові (приймаємо типові умови); вимоги до глибини загортання – 3–5 см.

Вибір сільськогосподарської машини. Для виконання сівби у роботі приймається просапна сівалка УПС-12, яка призначена для точного висіву насіння просапних культур. Дана сівалка забезпечує: пунктирний висів насіння; роботу з міжряддям 45 см; можливість регулювання глибини загортання; одночасне внесення мінеральних добрив (за наявності туковисівних апаратів).

Кількість рядків сівалки – 12, що при міжрядді 0,45 м забезпечує робочу ширину захвату

$$B = n \cdot a, \quad (3.1)$$

де n – кількість рядків;

a – ширина міжряддя, м.

$$B = 12 \cdot 0,45 = 5,4 \text{ м.}$$

Таким чином, робоча ширина сівалки становить 5,4 м, що дозволяє ефективно використовувати її на середніх і великих полях.

Для агрегування з сівалкою УПС-12 необхідно вибрати трактор, який забезпечить: достатнє тягове зусилля; стабільну робочу швидкість; економічність роботи; відповідність агротехнічним вимогам.

З урахуванням ширини захвату сівалки та умов роботи доцільно використовувати трактор тягового класу 1,4–2,0. До таких тракторів належать, зокрема, трактори типу ПМЗ-80-40.

					МВБ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

У даній роботі приймається трактор класу 1,4, який має: достатню потужність двигуна; хорошу маневреність; універсальність застосування; економічну доцільність використання. Цей трактор забезпечує роботу агрегату на швидкостях, необхідних для якісної сівби (6–8 км/год), без перевантаження двигуна.

Обґрунтування складу агрегату. З урахуванням вибраних технічних засобів формуємо машинно-тракторний агрегат: трактор класу 1,4 + сівалка УПС-12. Такий агрегат забезпечує дотримання заданої ширини міжряддя (45 см), точне дозування насіння, стабільну глибину загортання, можливість роботи на необхідній швидкості.

Крім того, агрегат є технологічно узгодженим, оскільки ширина захвату сівалки відповідає умовам виконання наступних операцій догляду за посівами (міжрядний обробіток, підживлення тощо).

Умови роботи агрегату. Сівба виконується на площі 100 га, що відноситься до середніх обсягів робіт. Це дозволяє використовувати один агрегат без необхідності значного нарощування техніки, за умови дотримання оптимальних строків виконання операції.

Передбачається робота агрегату: у 1–2 зміни; із застосуванням загінного способу руху; з урахуванням мінімізації непродуктивних витрат часу. Важливим фактором є стан поля після передпосівного обробітку. Для забезпечення стабільної роботи агрегату необхідно: вирівняна поверхня поля; відсутність великих грудок; оптимальна щільність ґрунту.

У результаті проведеного обґрунтування встановлено, що для виконання сівби цукрових буряків на площі 100 га доцільно використовувати машинно-тракторний агрегат у складі трактора тягового класу 1,4 та просапної сівалки УПС-12. Обраний агрегат забезпечує дотримання агротехнічних вимог до сівби, необхідну продуктивність та економічну ефективність виконання робіт.

У результаті обґрунтування встановлено, що для виконання сівби цукрових буряків на площі 100 га доцільно застосовувати машинно-тракторний агрегат у складі трактора ПМЗ-80-40 та просапної сівалки УПС-12.

					МВБ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

3.2. Агротехнічні вимоги до виконання сівби.

Якість виконання сівби цукрових буряків визначається ступенем дотримання встановлених агротехнічних вимог, які забезпечують формування оптимальної густоти стояння рослин, дружні сходи та рівномірний розвиток посівів. Порушення цих вимог призводить до зниження польової схожості насіння і, як наслідок, до втрат врожайності.

Агротехнічні вимоги до сівби встановлюються з урахуванням біологічних особливостей культури, ґрунтово-кліматичних умов та технічних можливостей посівного агрегату.

Ширина міжрядь і спосіб сівби. Сівба цукрових буряків виконується пунктирним способом із шириною міжряддя 45 см, що забезпечує: можливість механізованого догляду за посівами; оптимальне використання площі живлення; рівномірне освітлення рослин; узгодженість із просапною технікою.

Відхилення ширини міжрядь не повинно перевищувати $\pm 1-2$ см, оскільки це впливає на якість міжрядного обробітку та може призводити до пошкодження рослин.

Норма висіву і рівномірність розміщення насіння. Норма висіву визначається з урахуванням необхідної густоти стояння рослин і польової схожості насіння. Для цукрових буряків важливо забезпечити поштучне розміщення насіння з мінімальною кількістю пропусків і двійників. Основні вимоги: рівномірне розміщення насіння по довжині рядка; відсутність пропусків і згущень; стабільна робота висівного апарата.

Допустимі відхилення у відстані між насінинами повинні бути мінімальними, оскільки нерівномірність розміщення призводить до конкуренції рослин і зниження їх продуктивності.

Глибина загортання насіння. Глибина загортання є одним із найважливіших показників якості сівби. Для умов даної роботи вона приймається в межах: $h=3-5$ см. Основні вимоги: відхилення від заданої глибини не більше ± 1 см; однакова глибина для всіх рядків; стабільність глибини на всій площі поля.

					МВБ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Недотримання цих вимог призводить до нерівномірних сходів; зниження польової схожості; різночасного розвитку рослин.

Формування насінневого ложа. Насіннєве ложе повинно відповідати таким вимогам: ущільнене дно борозни; наявність вологого шару ґрунту в зоні розміщення насіння; дрібногрудочкувата структура верхнього шару; відсутність великих грудок і рослинних решток.

Якість формування ложа значною мірою залежить від роботи сошника. Неправильне формування борозни призводить до погіршення контакту насіння з ґрунтом і зниження енергії проростання.

Загортання насіння. Після укладання насіння воно повинно бути загорнуте ґрунтом, який забезпечує оптимальні умови для проростання. Основні вимоги: загортання насіння вологим шаром ґрунту; рівномірне покриття насіння по всій довжині рядка; відсутність ущільнення верхнього шару, що перешкоджає появі сходів. Особливо важливо запобігти загортанню насіння сухим верхнім шаром ґрунту, що часто спостерігається при використанні традиційних сошників.

Робоча швидкість агрегату. Робоча швидкість агрегату повинна забезпечувати якісну роботу висівного апарата і сошників. Для сівалки УПС-12 із трактором ПМЗ-80-40 вона приймається в межах $V = 6-8$ км/год.

Перевищення швидкості призводить до погіршення рівномірності висіву, збільшення пропусків і двійників, нестабільності глибини загортання. Занижена швидкість, у свою чергу, знижує продуктивність агрегату.

Прямолінійність рядків. Рядки повинні бути прямолінійними, без значних відхилень. Це забезпечує якісний міжрядний обробіток, зменшення пошкодження рослин, підвищення ефективності використання техніки. Допустимі відхилення і показники якості. Основні показники якості сівби: відхилення глибини загортання – не більше ± 1 см; відхилення ширини міжрядь – не більше ± 2 см; коефіцієнт рівномірності висіву – максимальний; мінімальна кількість пропусків і двійників; рівномірність сходів.

Роль сошника у забезпеченні агротехнічних вимог. Аналіз агротехнічних вимог показує, що більшість із них безпосередньо пов'язані з роботою сошника.

					МВБ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Саме сошник формує борозну, визначає глибину укладання насіння, впливає на структуру насіннєвого ложа, визначає умови загортання насіння.

При нестабільній роботі сошника неможливо забезпечити виконання агротехнічних вимог навіть при справній роботі висівного апарата. Це підтверджує необхідність удосконалення конструкції сошника для підвищення якості сівби.

Встановлено, що дотримання агротехнічних вимог до сівби є визначальним фактором формування високої врожайності цукрових буряків. Основними параметрами, що підлягають контролю, є глибина загортання, рівномірність розміщення насіння та якість формування насіннєвого ложа. Забезпечення цих вимог значною мірою залежить від стабільності роботи сошника, що обґрунтовує необхідність його удосконалення.

3.3. Розрахунок параметрів роботи агрегату.

Для оцінки ефективності роботи машинно-тракторного агрегату при сівбі цукрових буряків необхідно визначити його основні експлуатаційні показники: робочу ширину захвату, робочу швидкість руху, годинну та змінну продуктивність. Вихідні дані для розрахунку: трактор – ПМЗ-80-40; сівалка – УПС-12; кількість рядків – $n = 12$; ширина міжряддя – $a = 0,45$ м; площа сівби – $F = 100$ га; рекомендована робоча швидкість – $V = 6 \dots 8$ км/год; тривалість зміни – $T_{зм} = 6 \dots 8$ год, робоча ширина захвату агрегату – $B = 5,4$ м.

Вибір робочої швидкості руху агрегату. Робоча швидкість агрегату повинна забезпечувати одночасно: якісну роботу висівного апарата; стабільну глибину ходу сошників; допустимий рівень динамічних навантажень на посівну секцію; достатню продуктивність.

З урахуванням агротехнічних вимог до сівби цукрових буряків і технічних можливостей агрегату приймаємо робочу швидкість $V = 7$ км/год.

Прийнята швидкість знаходиться в межах рекомендованого інтервалу 6–8 км/год і є достатньою для забезпечення якісного пунктирного висіву.

					МВБ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

Визначення теоретичної годинної продуктивності агрегату. Теоретична годинна продуктивність агрегату визначається за формулою

$$W_T = \frac{B \cdot V}{10}, \quad (3.2)$$

де B – робоча ширина захвату, м;

V – робоча швидкість, км/год.

$$W_T = \frac{5,4 \cdot 7}{10} = 3,78 \text{ га/год.}$$

Отже, теоретична годинна продуктивність становить

$$W_T = 3,78 \text{ га/год.}$$

Цей показник характеризує продуктивність агрегату за умови безперервного руху без урахування втрат часу на розвороти, заправку, регулювання та інші допоміжні операції.

Визначення коефіцієнта використання часу зміни. У реальних виробничих умовах фактична продуктивність агрегату завжди менша за теоретичну через втрати часу на: підготовчо-заклучні операції; повороти в кінці загінки; засипання насіння і добрив; технологічні зупинки; переїзди.

Для посівних агрегатів коефіцієнт використання часу зміни зазвичай приймається в межах $\tau = 0,7 \dots 0,8$. З урахуванням умов роботи, конфігурації поля і характеру виконуваної операції приймаємо $\tau = 0,75$. Таке значення є обґрунтованим для сівби просапних культур на полі середньої площі при належній організації роботи агрегату.

Визначення експлуатаційної годинної продуктивності. Експлуатаційна годинна продуктивність визначається з урахуванням коефіцієнта використання часу зміни

$$W_r = W_T \cdot \tau, \quad (3.3)$$

де W_T – теоретична годинна продуктивність, га/год;

τ – коефіцієнт використання часу зміни.

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

Підставляємо значення

$$W_{\Gamma} = 3,78 \cdot 0,75 = 2,835 \text{ га/год.}$$

Приймаємо

$$W_{\Gamma} = 2,84 \text{ га/год.}$$

Отже, реальна продуктивність агрегату за одну годину змінного часу становить 2,84 га/год.

Визначення змінної продуктивності агрегату. Змінна продуктивність визначається за формулою

$$W_{\text{зм}} = W_{\Gamma} \cdot T_{\text{зм}}, \quad (3.4)$$

де W_{Γ} – експлуатаційна годинна продуктивність, га/год;

$T_{\text{зм}}$ – тривалість зміни, год.

Підставляємо значення

$$W_{\text{зм}} = 2,84 \cdot 7 = 19,88 \text{ га/зм.}$$

Приймаємо

$$W_{\text{зм}} = 19,9 \text{ га/зм.}$$

Отже, за одну зміну агрегат може засіяти приблизно 19,9 га.

Визначення кількості нормо-змін для виконання роботи. Кількість нормо-змін, необхідних для виконання сівби на площі 100 га, визначається за формулою

$$N_{\text{зм}} = \frac{F}{W_{\text{зм}}}, \quad (3.5)$$

де F – площа сівби, га;

$W_{\text{зм}}$ – змінна продуктивність агрегату, га/зм.

Підставляємо значення

$$N_{\text{зм}} = \frac{100}{19,9} = 5,03.$$

Отже, для виконання сівби потрібно $N_{\text{зм}} = 5,0$ змін.

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

Це означає, що при роботі в одну зміну сівба може бути виконана приблизно за 5 робочих днів, а при двозмінній роботі – за 2,5 доби.

Визначення добової продуктивності агрегату. При роботі в одну зміну добова продуктивність дорівнює змінній

$$W_{\text{д}} = W_{\text{зм}} = 19,9 \text{ га/добу.}$$

При організації роботи у дві зміни

$$W_{\text{д(2)}} = 2 \cdot W_{\text{зм}}.$$

$$W_{\text{д(2)}} = 2 \cdot 19,9 = 39,8 \text{ га/добу.}$$

Отже, при однозмінній роботі агрегат засіває 19,9 га/добу; при двозмінній роботі – 39,8 га/добу.

Отримані розрахунки показують, що агрегат у складі трактора ПМЗ-80-40 і сівалки УПС-12 має достатню продуктивність для виконання сівби цукрових буряків на площі 100 га в оптимальні агротехнічні строки. При прийнятій швидкості 7 км/год і коефіцієнті використання часу зміни 0,75: робоча ширина захвату становить 5,4 м; теоретична продуктивність – 3,78 га/год; експлуатаційна продуктивність – 2,84 га/год; змінна продуктивність – 19,9 га/зм.

Такі показники свідчать про те, що один агрегат здатний забезпечити виконання заданого обсягу робіт без залучення додаткової сівалки, за умови правильної організації процесу сівби.

Разом з тим слід зазначити, що фактична продуктивність агрегату залежить не лише від ширини захвату і швидкості руху, а й від стабільності роботи посівних секцій. Якщо через недосконалість сошника виникає потреба у зниженні швидкості або додаткових зупинках для очищення робочих органів, продуктивність агрегату зменшується. Тому підвищення надійності та якості роботи сошника має не лише агротехнічне, а й експлуатаційне значення.

У результаті розрахунку параметрів роботи агрегату встановлено, що при сівбі цукрових буряків сівалкою УПС-12 з трактором ПМЗ-80-40 робоча ширина

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

захвату становить 5,4 м, а при робочій швидкості 7 км/год експлуатаційна продуктивність агрегату дорівнює 2,84 га/год.

Змінна продуктивність становить 19,9 га, що дозволяє виконати сівбу на площі 100 га приблизно за 5 змін. Отримані показники підтверджують доцільність використання обраного машинно-тракторного агрегату в заданих умовах.

3.4. Розрахунок тягового опору агрегату.

Однією з основних умов правильного комплектування машинно-тракторного агрегату є відповідність тягових можливостей трактора опору сільськогосподарської машини. Якщо тяговий опір агрегату перевищує допустиме тягове зусилля трактора, це призводить до перевантаження двигуна, зниження робочої швидкості, погіршення якості виконання технологічної операції та збільшення витрат палива. У разі надмірного запасу тяги трактор використовується нераціонально, що також є небажаним з економічної точки зору.

Для посівних агрегатів тяговий опір визначається в основному опором робочих органів, які взаємодіють із ґрунтом, опором перекочування коліс сівалки, а також додатковими опорами, що виникають у процесі руху машини по полю.

Загальна схема визначення тягового опору. Загальний тяговий опір посівного агрегату визначають за залежністю

$$R_a = R_m + R_d, \quad (3.6)$$

де R_a – загальний тяговий опір агрегату, Н;

R_m – основний тяговий опір сівалки, Н;

R_d – додатковий опір, пов'язаний із перекочуванням опорних коліс, нерівностями поля та іншими факторами, Н.

Для сівалки точного висіву типу УПС-12 основний опір створюється сошниками, які формують борозну на глибину 3–5 см, а також опорно-

приводними колесами та загортальними органами. У практичних інженерних розрахунках тяговий опір посівних машин часто визначають через питомий опір, віднесений до 1 м ширини захвату

$$R_m = k \cdot B, \quad (3.7)$$

де k – питомий тяговий опір машини, Н/м;

B – робоча ширина захвату агрегату, м.

Визначення основного тягового опору сівалки. Для сівалок точного висіву, які працюють на малих глибинах, питомий тяговий опір залежить від: типу і вологості ґрунту; глибини ходу сошників; конструкції робочих органів; стану поверхні поля; робочої швидкості.

Для середньосуглинкових ґрунтів при сівбі просапних культур приймаємо питомий тяговий опір

$$k = 1600 \text{ Н/м.}$$

Робоча ширина захвату агрегату становить – $B = 5,4$ м.

Тоді основний тяговий опір сівалки дорівнює

$$R_m = 1600 \cdot 5,4 = 8640 \text{ Н.}$$

Отже,

$$R_m = 1600 \cdot 5,4 = 8,64 \text{ кН.}$$

Це значення характеризує опір агрегату при сталому русі на робочій глибині без урахування додаткових втрат.

Урахування додаткового тягового опору. Під час роботи агрегату виникає додатковий опір, пов'язаний з: перекочуванням опорно-приводних коліс; нерівностями поверхні поля; технологічними коливаннями посівних секцій; незначним забиванням або налипанням ґрунту на робочі органи.

У розрахунках цей опір доцільно враховувати коефіцієнтом запасу

$$R_a = R_m \cdot \varphi, \quad (3.8)$$

де φ – коефіцієнт, що враховує додатковий опір.

					МВБ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Для посівних агрегатів приймаємо – $\varphi = 1,10$.

Тоді повний тяговий опір агрегату становить

$$R_a = 8640 \cdot 1,10 = 9504 \text{ Н.}$$

Отже

$$R_a = 9,5 \text{ кН.}$$

Визначення тягового зусилля трактора на робочій передачі. Для перевірки можливості роботи агрегату необхідно порівняти розрахований тяговий опір із допустимим тяговим зусиллям трактора на робочій передачі.

Трактор ПМЗ-80-40 належить до тягового класу 1,4, тобто його номінальне тягове зусилля становить близько

$$P_{кр} = 9,5 \text{ кН.}$$

Однак у реальних умовах роботи це зусилля залежить від: стану ґрунту; зчіпної маси трактора; типу рушіїв; швидкості руху; величини пробуксовування.

Для забезпечення сталої та економічної роботи трактор не повинен працювати на межі своїх тягових можливостей. Тому визначають коефіцієнт завантаження трактора за тягою

$$\eta_t = \frac{R_a}{P_{кр}}, \quad (3.9)$$

де R_a – повний тяговий опір агрегату, кН;

$P_{кр}$ – тягове зусилля трактора, кН.

Підставляємо значення

$$\eta_t = \frac{9,50}{14} = 0,68.$$

Отже

$$\eta_t = 0,68.$$

Оцінка ступеня завантаження трактора. Отримане значення коефіцієнта завантаження трактора за тягою показує, що трактор ПМЗ-80-40

					МВБ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

використовується приблизно на 68 % своїх номінальних тягових можливостей. Для польових агрегатів раціональним вважається завантаження в межах:

$$\eta_T = 0,7 \dots 0,85.$$

Отже, отримане значення знаходиться поблизу раціонального діапазону і свідчить про те, що трактор має достатній запас тяги; агрегат може працювати стабільно без перевантаження; існує резерв для подолання короткочасного підвищення опору на ущільнених або перезволожених ділянках поля.

Разом з тим певний запас тяги для посівного агрегату є бажаним, оскільки сівба вимагає не максимальної тягової напруги, а стабільності швидкісного режиму і плавності руху. При перевантаженні трактора можливі коливання швидкості, що негативно впливає на рівномірність висіву.

Перевірка можливості роботи агрегату на прийнятій швидкості. У підрозділі 3.3 була прийнята робоча швидкість

$$V = 7 \text{ км/год.}$$

За наявного тягового опору

$$R_a = 9,5 \text{ кН}$$

трактор тягового класу 1,4 здатний забезпечити таку швидкість без істотного зниження тягово-швидкісних показників.

Це означає, що агрегат ПМЗ-80-40 + УПС-12 може працювати в оптимальному для сівби режимі, забезпечуючи: стабільну робочу швидкість; рівномірний рух посівних секцій; належну якість загортання насіння.

Вплив конструкції сошника на тяговий опір. Слід зазначити, що величина тягового опору значною мірою залежить від конструкції сошника. При недосконалій формі робочих поверхонь, налипанні ґрунту або нестабільному ході сошника опір може зростати, що призводить до: збільшення навантаження на трактор; зниження швидкості руху; підвищення витрат палива; погіршення якості сівби.

Удосконалення конструкції сошника, спрямоване на зменшення налипання ґрунту та стабілізацію глибини ходу, дозволяє не лише підвищити агротехнічну

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

якість сівби, а й покращити експлуатаційні показники агрегату. Таким чином, результати даного розрахунку підтверджують доцільність подальшого аналізу конструкції сошника в інженерній частині роботи.

У результаті розрахунку встановлено, що повний тяговий опір агрегату ПМЗ-80-40 + УПС-12 при сівбі цукрових буряків становить

$$R_a = 9,5 \text{ кН.}$$

Номінальне тягове зусилля трактора ПМЗ-80-40 дорівнює приблизно 14 кН, а коефіцієнт його завантаження за тягою становить

$$\eta_t = 0,68.$$

Отримані результати свідчать про те, що обраний трактор забезпечує надійну роботу агрегату в заданих умовах і має достатній запас тяги для виконання сівби цукрових буряків у встановлені агротехнічні строки.

3.5. Розрахунок витрат палива.

Витрати палива при виконанні механізованої операції є одним з основних експлуатаційних показників машинно-тракторного агрегату. Вони залежать від потужності двигуна трактора, ступеня його завантаження, умов роботи, швидкості руху та тривалості виконання операції.

Для посівних агрегатів витрати палива зазвичай визначають у кілограмах або літрах на 1 га, а також у загальній кількості на весь обсяг робіт.

Вихідні дані для розрахунку. Для розрахунку приймаємо – трактор – ПМЗ-80-40; сівалка – УПС-12; площа сівби – $F=100$ га; експлуатаційна продуктивність агрегату – $W_t = 2,84$ га/добу; коефіцієнт завантаження трактора за тягою – $\eta_t = 0,68$; номінальна потужність двигуна трактора – $N_{ен} = 59$ кВт; питома витрата палива двигуном – $q_e = 0,24$ кг/(кВт·год).

Оскільки під час сівби двигун трактора працює не на повному навантаженні, ефективну потужність, яка реалізується в роботі, можна визначити як частку від номінальної потужності з урахуванням коефіцієнта завантаження

:

					МВБ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

$$N_p = N_e \cdot \eta_t, \quad (3.10)$$

де N_p – робоча потужність двигуна, кВт;

N_e – номінальна ефективна потужність двигуна, кВт;

η_t – коефіцієнт завантаження трактора.

Підставляємо числові значення

$$N_p = 59 \cdot 0,68 = 40,12 \text{ кВт.}$$

Отже

$$N_p = 40,1 \text{ кВт.}$$

Визначення годинної витрати палива. Годинну витрату палива визначаємо за формулою

$$G_{\text{год}} = N_p \cdot q_e, \quad (3.11)$$

де $G_{\text{год}}$ – годинна витрата палива, кг/год;

N_p – робоча потужність двигуна, кВт;

q_e – питома витрата палива, кг/(кВт·год).

Підставляємо значення

$$G_{\text{год}} = 40,12 \cdot 0,24 = 9,63 \text{ кг/год.}$$

Отже, годинна витрата палива становить

$$G_{\text{год}} = 9,63 \text{ кг/год.}$$

Визначення питомої витрати палива на 1 га. Питома витрата палива на одиницю виконаної роботи визначається діленням годинної витрати палива на експлуатаційну продуктивність агрегату

$$g_{\text{п}} = \frac{G_{\text{г}}}{W_{\text{г}}}, \quad (3.12)$$

де $g_{\text{п}}$ – витрата палива на 1 га, кг/га;

					МВБ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

G_r – годинна витрата палива, кг/год;

W_r – експлуатаційна годинна продуктивність, га/год.

Підставляємо значення

$$g_{\pi} = \frac{9,63}{2,84} = 3,39 \text{ кг/га.}$$

Отже

$$g_{\pi} = 3,39 \text{ кг/га.}$$

Таким чином, для засіву 1 га площі агрегат витрачає в середньому 3,39 кг дизельного палива.

Визначення загальної витрати палива на весь обсяг робіт. Загальну витрату палива на виконання сівби всієї площі визначаємо за формулою

$$G_{\text{заг}} = g_{\pi} \cdot F, \quad (3.13)$$

де $G_{\text{заг}}$ – загальна витрата палива, кг;

g_{π} – питома витрата палива, кг/га;

F – площа сівби, га.

Підставляємо значення

$$G_{\text{заг}} = 3,39 \cdot 100 = 339 \text{ кг.}$$

Отже

$$G_{\text{заг}} = 339 \text{ кг.}$$

Визначення витрати палива у літрах. Оскільки в господарській практиці облік палива часто ведуть у літрах, переведемо отримане значення із кілограмів у літри. Для дизельного палива приймаємо густину

$$\rho = 0,85 \text{ кг/л.}$$

Тоді витрата палива у літрах на 1 га становитиме

					МВБ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

$$g_{\text{л}} = \frac{g_{\text{п}}}{\rho}. \quad (3.14)$$

$$g_{\text{л}} = \frac{3,39}{0,85} = 3,39 \text{ л/га.}$$

Отже

$$g_{\text{л}} \approx 4,0 \text{ л/га.}$$

Загальна витрата палива у літрах:

$$G_{\text{л}} = \frac{G_{\text{заг}}}{\rho}. \quad (3.15)$$

$$G_{\text{л}} = \frac{339}{0,85} = 398,8 \text{ л.}$$

Приймаємо

$$G_{\text{л}} \approx 399 \text{ л.}$$

Таким чином, на виконання сівби цукрових буряків на площі 100 га потрібно приблизно 399 л дизельного палива.

Витрата палива за зміну. Витрата палива за одну зміну визначається за формулою

$$G_{\text{зм}} = G_{\text{год}} \cdot T_{\text{зм}}, \quad (3.16)$$

де $G_{\text{зм}}$ – витрата палива за зміну, кг;

$G_{\text{год}}$ – годинна витрата палива, кг/год;

$T_{\text{зм}}$ – тривалість зміни, год.

Підставляємо значення

:

$$G_{\text{зм}} = 9,63 \cdot 7 = 67,41 \text{ кг/зм.}$$

Отже

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

$$G_{\text{зм}} = 67,4 \text{ кг/зм.}$$

У літрах це становить

$$G_{\text{зм(л)}} = \frac{67,4}{0,85} = 79,3 \text{ л/зм.}$$

Отже, за одну зміну агрегат витрачає близько

$$G_{\text{зм(л)}} \approx 79 \text{ л.}$$

Аналіз отриманих результатів. Отримані результати свідчать, що агрегат ПМЗ-80-40 + УПС-12 характеризується помірними витратами палива при виконанні сівби цукрових буряків. Питома витрата палива на рівні 3,39 кг/га або близько 4,0 л/га є прийнятною для посівного агрегату такої ширини захвату.

3.6. Висновки до розділу.

У результаті розробки операційної технології сівби цукрових буряків обґрунтовано склад машинно-тракторного агрегату у складі трактора ПМЗ-80-40 та сівалки УПС-12, який забезпечує виконання технологічної операції з дотриманням агротехнічних вимог.

Встановлено, що при робочій ширині захвату 5,4 м і швидкості руху 7 км/год експлуатаційна продуктивність агрегату становить 2,84 га/год, а змінна – 19,9 га, що дозволяє виконати сівбу на площі 100 га приблизно за 5 змін. Розрахунок тягового опору показав, що повний опір агрегату становить 9,5 кН, а коефіцієнт завантаження трактора дорівнює 0,68, що свідчить про достатній запас тягової потужності та можливість стабільної роботи агрегату в заданих умовах. Визначено, що питома витрата палива становить 3,39 кг/га (близько 4,0 л/га), а загальна витрата на виконання сівби 100 га – 339 кг (приблизно 399 л), що підтверджує економічну доцільність використання обраного агрегату.

Разом з тим встановлено, що ефективність роботи агрегату значною мірою залежить від стабільності ходу сошників і якості формування борозни, оскільки від цього залежать як агротехнічні показники сівби, так і експлуатаційні витрати.

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

4. ІНЖЕНЕРНА ЧАСТИНА

4.1. Аналіз конструкцій сошників просапних сівалок.

Сошник є одним із ключових робочих органів просапної сівалки, від якого безпосередньо залежить якість виконання сівби. Його основним призначенням є формування борозни заданої глибини, створення насіннєвого ложа, забезпечення укладання насіння та створення умов для його загортання ґрунтом.

Конструкція сошника визначає характер взаємодії з ґрунтом, величину тягового опору, стабільність глибини ходу та якість загортання насіння. Тому правильний вибір і удосконалення конструкції сошника є важливим резервом підвищення ефективності роботи посівних агрегатів.

Основні типи сошників просапних сівалок. У сучасних сівалках застосовують декілька основних типів сошників.

Полозкові сошники. Це найбільш поширений тип сошників, який широко використовується у сівалках точного висіву, зокрема для цукрових буряків.

Конструктивно полозковий сошник складається з: полозка; наральника; боковин; елементів загортання (відвальників). Переваги: проста конструкція; стабільність руху по глибині; хороше копіювання поверхні поля; формування ущільненого ложа. Недоліки: загортання насіння сухим верхнім шаром ґрунту; налипання ґрунту на робочі поверхні; знос наральника, що призводить до зменшення глибини ходу; обмежена здатність керувати переміщенням шарів ґрунту.

Дискові сошники. Дискові сошники застосовуються переважно в зернових сівалках, але іноді використовуються і для просапних культур. Переваги: хороше проникнення у ґрунт; менша чутливість до рослинних решток; зменшене налипання ґрунту. Недоліки: складність забезпечення точної глибини загортання; недостатнє формування ущільненого насіннєвого ложа; гірша точність укладання насіння для культур точного висіву. Клиноподібні (анкерні) сошники. Цей тип сошників формує борозну шляхом розсування ґрунту клином. Переваги: добре формують борозну; забезпечують проникнення в ущільнений ґрунт. Недоліки:

					МВБ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

підвищений тяговий опір; порушення структури ґрунту; нестабільність роботи на малих глибинах.

Особливості сошників для сівби цукрових буряків. Для сівби цукрових буряків висуваються підвищені вимоги до роботи сошника, оскільки: насіння має малий розмір; потрібна висока точність глибини загортання; необхідно забезпечити укладання насіння у вологий шар ґрунту; важлива рівномірність сходів.

У зв'язку з цим у бурякових сівалках найчастіше застосовують полозкові сошники, які здатні формувати ущільнене насіннєве ложе. Однак навіть ці сошники не повністю забезпечують виконання всіх агротехнічних вимог.

4.2. Обґрунтування напрямку удосконалення сошника.

У результаті аналізу конструкцій сошників просапних сівалок встановлено, що існуючі робочі органи не повною мірою забезпечують виконання агротехнічних вимог до сівби цукрових буряків. Основні недоліки пов'язані з нестабільністю глибини ходу, недосконалим формуванням борозни та загортанням насіння переважно сухим верхнім шаром ґрунту.

Як було показано у попередніх розділах, для цукрових буряків особливо важливим є укладання насіння на ущільнене ложе з наступним загортанням вологим ґрунтом. Порушення цих умов призводить до зниження польової схожості, нерівномірності сходів і, як наслідок, до зменшення врожайності.

Аналіз причин виникнення зазначених недоліків показує, що вони обумовлені такими факторами: нераціональною формою і розташуванням робочих поверхонь сошника; відсутністю керованого переміщення шарів ґрунту в зоні борозни; інтенсивним зносом наральника, що призводить до зменшення глибини ходу; налипанням ґрунту на боковини і відвальники, що порушує технологічний процес.

У зв'язку з цим основним напрямком удосконалення сошника є забезпечення керованого формування борозни з розділенням і раціональним переміщенням шарів ґрунту, а також стабілізація глибини ходу робочого органа.

					МВБ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Основні вимоги до удосконаленого сошника. На основі проведеного аналізу до конструкції удосконаленого сошника висуваються такі вимоги: забезпечення стабільної глибини ходу незалежно від ступеня зносу; формування ущільненого насіннєвого ложа; загортання насіння вологим нижнім шаром ґрунту; мінімізація потрапляння сухого верхнього шару в борозну; зменшення налипання ґрунту на робочі поверхні; зниження тягового опору і енерговитрат; підвищення довговічності робочих органів.

Виконання цих вимог дозволить підвищити якість сівби і забезпечити більш рівномірні сходи рослин.

Вибір напрямку конструктивного удосконалення. Аналіз існуючих технічних рішень показує, що одним із найбільш ефективних напрямків удосконалення є зміна геометрії робочих поверхонь сошника з метою керування переміщенням ґрунту в зоні борозни.

У даній роботі за основу приймається конструкція сошника, в якій: застосовані роздільні відвальники, розташовані послідовно; кожен відвальник має різний кут нахилу до горизонту; забезпечується поетапне переміщення різних шарів ґрунту; передбачено висувний наральник для компенсації зносу.

Як зазначено в патентному рішенні, така конструкція дозволяє: відводити сухий верхній шар ґрунту вбік; розпушувати середні шари; загортати насіння більш вологим нижнім шаром ґрунту; забезпечувати стабільність глибини ходу протягом тривалого часу.

Суть запропонованого удосконалення. Суть удосконалення полягає у зміні конструкції робочої частини сошника, а саме: застосуванні ступінчастої системи відвальників; використанні різних кутів нахилу робочих поверхонь; введенні механізму регулювання положення наральника. Такий підхід дозволяє не лише формувати борозну необхідної геометрії, а й активно керувати переміщенням ґрунтових частинок, що є принципово важливим для забезпечення якості сівби цукрових буряків.

Очікувані результати удосконалення. У результаті впровадження удосконаленої конструкції сошника очікується: підвищення рівномірності

загортання насіння; покращення умов проростання за рахунок використання вологого шару ґрунту; стабілізація глибини ходу сошника; зменшення впливу зносу робочих органів; підвищення надійності роботи посівної секції; зниження експлуатаційних витрат.

4.3. Опис удосконаленої конструкції сошника.

У даній кваліфікаційній роботі пропонується удосконалена конструкція сошника просапної сівалки, призначена для підвищення якості сівби цукрових буряків за рахунок більш раціонального формування борозни, покращення умов загортання насіння та забезпечення стабільної глибини ходу робочого органа. За основу прийнято патентне рішення, в якому передбачено використання роздільних відвальників та висувного наральника.

Призначення удосконаленого сошника. Запропонований сошник призначений для виконання таких операцій у процесі сівби: утворення борозни заданої глибини; формування ущільненого насіннєвого ложа; забезпечення укладання насіння на дно борозни; послідовного переміщення шарів ґрунту в зоні висіву; загортання насіння переважно вологим нижнім шаром ґрунту; зменшення впливу зносу робочих елементів на якість сівби.

На відміну від серійних полозкових сошників, запропонована конструкція не лише розкриває борозну, а й забезпечує цілеспрямоване переміщення ґрунтових шарів відповідно до їх положення відносно поверхні поля. Саме це є визначальною перевагою при сівбі цукрових буряків, для яких дуже важливо, щоб насіння контактувало з вологим ґрунтом.

Загальна конструктивна схема сошника. Удосконалений сошник являє собою полозковий робочий орган, до складу якого входять: полозок; наральник; механізм регулювання положення наральника; ліва і права боковини; система нижніх крилець-відвальників; елементи кріплення.

Конструктивна схема сошника побудована таким чином, щоб кожен елемент виконував конкретну функцію в процесі формування борозни та переміщення ґрунту.

Полозок є базовим несівним елементом конструкції. Він забезпечує напрямлений рух сошника в ґрунті, стабілізує його положення відносно поверхні поля та є основою для кріплення інших робочих деталей.

До передньої нижньої частини сошника приєднано наральник, який безпосередньо взаємодіє з ґрунтом і формує нижню частину борозни. На відміну від звичайних жорстко закріплених наральників, у запропонованій конструкції він виконаний висувним, що дозволяє компенсувати його знос у процесі експлуатації.

По боках полозка розташовані ліва та права боковини. Вони утримують стінки борозни, забезпечують направлення потоку ґрунту та формують внутрішню порожнину сошника, через яку проходить насіння після виходу з насіннепроводу.

У нижній задній частині боковин передбачені спеціальні крильця-відвальники, які є основним елементом удосконалення конструкції. Саме вони забезпечують поетапне переміщення ґрунту з різних горизонтів у борозну.

Конструкція полозка. Полозок виконує функцію опорної та направляючої частини сошника. Він працює в шарі ґрунту, забезпечуючи стійкість руху сошника по заданій глибині. За рахунок наявності полозка робочий орган менше реагує на локальні нерівності поверхні поля і краще зберігає встановлене положення. Конструктивно ползок має видовжену форму і працює в ґрунті як опорний елемент ковзного типу. Його нижня поверхня взаємодіє з дном борозни, а бокові частини служать основою для кріплення боковин.

У технологічному відношенні ползок повинен забезпечувати: прямолінійність руху сошника; стійкість ходу по глибині; достатню жорсткість усієї конструкції; мінімальний опір переміщенню в ґрунті. Від правильної форми полозка залежить не лише стійкість роботи сошника, а й рівномірність формування борозни по всій довжині рядка.

Конструкція і призначення наральника. Наральник є основним заглиблювальним елементом сошника. Він виконує розрізання ґрунту, відкриває борозну та частково формує її дно. У традиційних конструкціях саме наральник

найбільш інтенсивно зношується, оскільки постійно працює в контакті з ґрунтом і сприймає значну частину абразивного навантаження.

У запропонованій конструкції наральник виконано висувним, що є важливою конструктивною перевагою. Такий наральник складається з: нерухомої частини, пов'язаної з корпусом сошника; рухомої частини, яка може переміщуватись у вертикальному напрямку; фіксуючого елемента, який закріплює рухому частину після регулювання.

Дно борозни формується ущільненням, що сприяє кращому контакту насіння з ґрунтом і покращує надходження вологи. Верхня частина ґрунту після проходження відвальників має більш розпушений стан, що полегшує появу сходів.

Таким чином, у зоні висіву створюється сприятлива структура ґрунтового середовища: внизу ущільнене ложе; в зоні насіння вологий ґрунт; зверху розпушений укривний шар.

Конструктивні переваги удосконаленого сошника. Порівняно із серійними полозковими сошниками запропонована конструкція має ряд переваг. Покращення умов загортання насіння. Насіння закривається переважно вологішими нижніми шарами ґрунту, що сприяє підвищенню польової схожості. Зменшення потрапляння сухого верхнього шару в борозну. Це досягається завдяки роботі першого відвальника. Стабілізація глибини ходу. Висувний наральник дозволяє компенсувати його знос без заміни всього робочого органу. Зниження ризику забивання внутрішньої порожнини сошника. Рациональне компоновання боковин і відвальників зменшує накопичення вологого ґрунту в робочій зоні. Підвищення довговічності конструкції. Регульований наральник подовжує строк служби сошника. Покращення експлуатаційних показників агрегату. Завдяки зменшенню налипання і стабільнішій роботі сошника зменшується ймовірність вимушених зупинок та коливань якості сівби.

Особливості використання сошника на сівалці УПС-12. Запропонована конструкція може бути встановлена на посівних секціях сівалки УПС-12 замість серійного сошника або з мінімальним доопрацюванням вузла кріплення. Це

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

важливо з практичної точки зору, оскільки модернізація не вимагає повної зміни конструкції машини.

Для використання на УПС-12 удосконалений сошник повинен: зберігати сумісність із насіннєпроводом і вузлом кріплення; забезпечувати роботу на глибині 3–5 см; не порушувати кінематику руху посівної секції; працювати у поєднанні зі штатними загортальними та прикочувальними органами. Таким чином, модернізація має реальний прикладний характер і може бути реалізована в умовах господарства або ремонтної майстерні.

У підрозділі розглянуто конструкцію удосконаленого сошника просапної сівалки, яка відрізняється від серійних зразків наявністю ступінчасто розміщених роздільних відвальників та висувного наральника. Запропонована конструкція забезпечує поетапне переміщення шарів ґрунту, зменшує потрапляння сухого верхнього шару в борозну та дозволяє загортати насіння більш вологим нижнім ґрунтом. Використання висувного наральника забезпечує компенсацію зносу і сприяє стабільності глибини ходу сошника протягом тривалого періоду експлуатації. У сукупності це створює передумови для підвищення якості сівби цукрових буряків та ефективності роботи сівалки УПС-12.

4.4. Теоретичне обґрунтування роботи сошника.

Робота сошника просапної сівалки супроводжується проникненням робочих поверхонь у ґрунт, його деформацією, зсувом та частковим переміщенням у просторі. У зв'язку з цим якість формування борозни і тяговий опір сошника визначаються геометричними параметрами робочого органа, глибиною ходу, фізико-механічними властивостями ґрунту та швидкістю руху агрегату.

Для інженерного обґрунтування роботи удосконаленого сошника розглянемо його як систему робочих поверхонь, що включає: наральник, який працює як заглиблювальний клин; боковини, що утримують стінки борозни; відвальники, які змінюють напрям переміщення ґрунтових частинок.

Розрахункова схема дії сил на сошник. Під час руху сошника в ґрунті на нього діють: сила тяги P , прикладена у напрямку руху; сумарна сила опору ґрунту R , спрямована проти руху; вертикальна реакція ґрунту N ; сили тертя $F_{\text{тр}}$ на робочих поверхнях; бокові реакції ґрунту на боковини та відвальники.

У загальному випадку умову рівноваги сошника за горизонтальним напрямком можна записати як:

$$P \geq R. \quad (4.1)$$

де P – тягове зусилля, Н;

R – сумарний опір сошника, Н.

Сумарний опір сошника подамо у вигляді

$$R = R_{\text{н}} + R_{\text{б}} + R_{\text{в}}, \quad (4.2)$$

де $R_{\text{н}}$ – опір наральника, Н;

$R_{\text{б}}$ – опір боковин, Н;

$R_{\text{в}}$ – опір системи відвальників, Н.

Теоретичне визначення опору наральника. Наральник розглядаємо як клин, що заглиблюється в ґрунт на глибину h . Тоді силу опору наральника можна оцінити залежністю

$$R_{\text{н}} = k \cdot b \cdot h, \quad (4.3)$$

де k – питомий опір ґрунту, Па;

b – ширина наральника, м;

h – глибина ходу сошника, м.

Для умов сівби цукрових буряків приймаємо: глибина ходу сошника $h = 0,04$ м; ширина наральника $b = 0,045$ м; питомий опір ґрунту для передпосівного обробленого середньосуглинкового ґрунту $k = 300000$ Па.

Тоді

$$R_{\text{н}} = 300000 \cdot 0,045 \cdot 0,04 = 540 \text{ Н.}$$

Отже, опір наральника становить – $R_n = 540 \text{ Н}$.

Урахування кута загострення наральника. Опір наральника залежить не лише від ширини і глибини ходу, а й від кута загострення робочої частини. Із збільшенням кута зростає інтенсивність деформації ґрунту і підвищується тяговий опір. З урахуванням кута входження α уточнений вираз можна подати так

$$R'_n = R_n(1 + \tan \alpha), \quad (4.4)$$

де α – кут загострення або кут входження наральника в ґрунт.

Приймаємо $\alpha = 18^\circ$. Тоді

$$R'_n = 540(1 + 0,325) = 715,5 \text{ Н}.$$

Отже, з урахуванням геометрії наральника

$$R'_n = 716 \text{ Н}.$$

Опір боковин сошника. Боковини взаємодіють із боковими стінками борозни, створюючи додатковий опір переміщенню. Цей опір можна визначити за формулою тертя

$$R_{\text{б}} = 2 \cdot \mu \cdot q \cdot h \cdot l, \quad (4.5)$$

де μ – коефіцієнт тертя ґрунту по сталі;

q – середній тиск ґрунту на боковину, Па;

h – глибина ходу, м;

l – довжина контакту боковини з ґрунтом, м;

множник 2 враховує дві боковини.

Приймаємо: $\mu = 0,4$; $q = 18000 \text{ Па}$; $h = 0,04$; $l = 0,12$.

Тоді

$$R_{\text{б}} = 2 \cdot 0,4 \cdot 18000 \cdot 0,04 \cdot 0,12 = 69,12 \text{ Н}.$$

Отже

$$R_{\text{б}} = 69 \text{ Н}.$$

					МВБ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

Опір системи відвальників. Удосконалений сошник має три відвальники з різними кутами нахилу. Їх дія пов'язана не тільки з тертям, а й зі зміною напрямку руху ґрунтових частинок. Тому опір системи відвальників доцільно визначати як частку від опору наральника

$$R_b = \psi \cdot R'_n, \quad (4.5)$$

де ψ – коефіцієнт, що враховує додатковий опір відвальників.

Для сошника з роздільними відвальниками приймаємо

$$\psi = 0,22.$$

Тоді

$$R_b = 0,22 \cdot 716 = 157,5 \text{ Н.}$$

Отже

$$R_b = 158 \text{ Н.}$$

Сумарний теоретичний опір одного сошника. Підставляючи отримані значення у формулу (4.2), маємо

$$R = 716 + 69 + 158 = 943 \text{ Н.}$$

Отже, сумарний теоретичний опір одного удосконаленого сошника становить

$$R = 943 \text{ Н.}$$

Опір секції та всієї сівалки. Оскільки сівалка УПС-12 має 12 висівних секцій, сумарний опір усіх сошників становитиме

$$R_\Sigma = n \cdot R, \quad (4.7)$$

де n – кількість сошників.

$$R_\Sigma = 12 \cdot 943 = 11316.$$

Отже

$$R_\Sigma = 11,32 \text{ кН.}$$

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

Це значення відображає теоретичний опір робочих органів сівалки без урахування перекочування коліс, приводу висівних апаратів та нерівностей поля.

Вплив глибини ходу на опір сошника. Із формули (4.3) видно, що опір сошника прямо пропорційний глибині ходу

$$R_{\text{н}} \approx h. \quad (4.8)$$

Це означає, що при збільшенні глибини загортання з 0,04 м до 0,05 м тяговий опір зростає у

$$\frac{0,05}{0,04} = 1,25$$

раза, тобто на 25 %.

Звідси випливає, що стабілізація глибини ходу має не лише агротехнічне, а й енергетичне значення. При зносі наральника та випадкових коливаннях глибини змінюється не тільки якість сівби, а й навантаження на трактор.

Вплив конструкції відвальників на переміщення ґрунту. Система трьох відвальників забезпечує розділення потоків ґрунту. З механічної точки зору це означає, що сумарна робота переміщення ґрунту виконується не однією суцільною поверхнею, а кількома послідовними елементами. За рахунок цього: зменшується локальний тиск на кожну окрему поверхню; знижується інтенсивність налипання; забезпечується більш упорядкований рух ґрунтових частинок. Роботу, необхідну для переміщення ґрунту, можна оцінити залежністю:

$$A = R \cdot s, \quad (4.9)$$

де A – робота, Дж;

R – сила опору, Н;

s – шлях переміщення, м.

Отже, при зменшенні сили опору окремих елементів зменшується і загальна енергоємність процесу формування борозни.

Значення висувного наральника. Висувний наральник забезпечує сталість геометричних параметрів робочої частини при її зносі. Якщо величина зносу становить Δh , то для відновлення початкової глибини ходу необхідно перемістити рухому частину наральника на цю саму величину

$$\Delta l = \Delta h. \quad (4.11)$$

Це означає, що система регулювання повинна забезпечувати вертикальне переміщення не менше максимально допустимого зносу наральника. Практично це буде використано далі при розрахунку параметрів регулювання.

У результаті теоретичного обґрунтування встановлено, що сумарний опір одного удосконаленого сошника становить близько $R=943$ Н, а сумарний опір 12 сошників сівалки УПС-12 дорівнює – $R_{\Sigma}=11,32$ кН. Показано, що величина опору визначається глибиною ходу, шириною наральника, кутом його входження в ґрунт, а також параметрами боковин і відвальників. Встановлено, що застосування роздільних відвальників забезпечує більш раціональне переміщення ґрунту, а висувний наральник дозволяє зберігати сталість глибини ходу при зносі.

4.5. Розрахунок міцності елементів сошника.

Однією з важливих вимог до удосконаленої конструкції сошника є забезпечення достатньої міцності його робочих елементів у процесі експлуатації. Умови роботи сошника характеризуються постійною взаємодією з ґрунтом, дією сил опору, ударними навантаженнями при зустрічі з твердими включеннями, а також абразивним зношуванням робочих поверхонь. Тому при проектуванні необхідно перевірити, чи витримують основні елементи конструкції діючі навантаження без руйнування та надмірних деформацій.

У даному підрозділі виконаємо спрощений розрахунок міцності найбільш навантаженого елемента – наральника, а також оцінимо напруження в зоні його кріплення. У процесі роботи наральник сприймає силу опору ґрунту, яка прикладена до його робочої частини. У розрахунковій схемі наральник розглядаємо як консольно закріплений елемент, на вільний кінець якого діє

					МВБ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

зосереджена сила. За результатами попередніх розрахунків сила опору одного удосконаленого сошника становить – $R=943$ Н. Для розрахунку на міцність приймаємо, що найбільш небезпечне навантаження сприймає наральник, а розрахункова сила діє на відстані $l=0,08$ м від місця його закріплення.

Тоді згинальний момент у небезпечному перерізі

$$M = R \cdot l. \quad (4.12)$$

$$M = 943 \cdot 0.08 = 75,44 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Отже

$$M = 75,4 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Визначення моменту опору перерізу наральника. Приймаємо, що поперечний переріз наральника в небезпечному місці має прямокутну форму з розмірами: ширина – $b=45$ мм; товщина – $h=10$ мм= $0,01$ м. Момент опору прямокутного перерізу при згині визначається за формулою

$$W = \frac{bh^2}{6}. \quad (4.13)$$

де b – ширина перерізу, м;

h – товщина перерізу, м.

Підставляємо значення

$$W = \frac{0,045 \cdot (0,01)^2}{6} = 7,5 \cdot 10^{-7} \text{ м}^3.$$

Отже

$$W = 7,5 \cdot 10^{-7} \text{ м}^3.$$

Розрахунок напруження при згині. Нормальне напруження при згині визначається

$$\sigma = \frac{M}{W}, \quad (4.14)$$

де M – згинальний момент, Н·м;

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

W – момент опору перерізу, м^3 .

Підставляємо значення

$$\sigma = \frac{75,44}{7,5 \cdot 10^{-7}} = 100586666,7 \text{ Па.}$$

Отже, напруження згину в небезпечному перерізі наральника становить

$$\sigma \approx 100,6 \text{ МПа.}$$

Перевірка на міцність. Для виготовлення наральника доцільно використовувати конструкційну вуглецеву сталь типу сталь 45 або аналогічний матеріал, для якої допустиме напруження при роботі на згин можна прийняти:

$$[\sigma] = 160 \text{ МПа.}$$

Умова міцності має вигляд:

$$\sigma \leq [\sigma].$$

Підставляємо

$$100,6 < 160.$$

Умова міцності виконується.

Визначення коефіцієнта запасу міцності. Коефіцієнт запасу міцності визначається

$$n = \frac{[\sigma]}{\sigma}. \quad (4.15)$$

де $[\sigma]$ – допустиме напруження, МПа;

σ – розрахункове напруження, МПа.

Підставляємо

$$n = \frac{160}{100,6} = 1,59.$$

Отже

$$n = 1,59.$$

Отриманий коефіцієнт запасу міцності є достатнім для роботи сошника в польових умовах.

Перевірка кріплення наральника на зріз. Оскільки наральник у конструкції закріплюється кріпильними елементами, необхідно оцінити напруження зрізу в

					МВБ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

місці кріплення. Приймаємо, що робоче навантаження сприймають два болти або штифти діаметром

$$d=8 \text{ мм}=0,008 \text{ м.}$$

Площа зрізу одного елемента

$$A_1 = \frac{\pi d^2}{4}. \quad (4.16)$$

$$A_1 = \frac{3,14 \cdot (0,008)^2}{4} = 5,024 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2.$$

Для двох елементів

$$A = 2 \cdot 5,024 \cdot 10^{-5} = 1,005 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2.$$

Напруження зрізу

$$\tau = \frac{R}{A}. \quad (4.17)$$

$$\tau = \frac{943}{1,005 \cdot 10^{-4}} = 9,38 \cdot 10^6 \text{ Па.}$$

$$\tau = 9,38 \text{ МПа.}$$

Допустиме напруження зрізу для сталі кріпильних елементів приймаємо

$$[\tau]=60 \text{ МПа.}$$

Умова міцності

$$\tau \leq [\tau].$$

$$9,38 < 60.$$

Умова міцності виконується.

Проведений розрахунок показує, що запропонована конструкція наральника має достатню міцність при дії розрахункового навантаження. Напруження згину не перевищує допустимих значень, а коефіцієнт запасу міцності становить 1,59, що є прийнятним для робочого органа сільськогосподарської машини. Також підтверджено, що кріплення наральника забезпечує надійну роботу вузла, оскільки напруження зрізу у кріпильних елементах значно менше допустимого. Таким чином, удосконалення конструкції сошника не призводить до зниження його міцності, а запропоновані елементи

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

можуть працювати в реальних виробничих умовах без руйнування та надмірних деформацій.

У результаті розрахунку встановлено, що максимальне напруження згину в небезпечному перерізі наральника становить – $\sigma=100,6$ МПа, що менше допустимого значення – $[\sigma]=160$ МПа. Коефіцієнт запасу міцності дорівнює – $n=1,59$. Напруження зрізу в кріпильних елементах становить – $\tau=9,38$ МПа, що також не перевищує допустимих значень. Це свідчить про достатню міцність і надійність удосконаленої конструкції сошника.

4.6. Висновки по розділу.

У розділі виконано аналіз конструкцій сошників просапних сівалок і встановлено, що серійні полозкові сошники не повністю забезпечують агротехнічні вимоги до сівби цукрових буряків. Основними їх недоліками є нестабільність глибини ходу внаслідок зносу, загортання насіння сухим верхнім шаром ґрунту та налипання ґрунту на робочі поверхні.

На основі проведеного аналізу обґрунтовано напрямок удосконалення сошника, який полягає у використанні роздільних відвальників із різними кутами нахилу та висувного наральника. Така конструкція забезпечує більш раціональне переміщення шарів ґрунту в зоні борозни і покращує умови загортання насіння. Теоретичного обґрунтування встановлено, що сумарний опір одного удосконаленого сошника становить 943 Н, а для всієї сівалки УПС-12 – 11,32 кН. Показано, що величина опору визначається геометрією робочої частини, глибиною ходу та умовами взаємодії відвальників із ґрунтом. Порівняльний розрахунок показав, що удосконалений сошник має менший тяговий опір порівняно із серійним. Зниження тягового опору одного сошника становить 57 Н, або 5,7 %, а для всієї сівалки – 0,684 кН. Це забезпечує зменшення необхідної тягової потужності приблизно на 1,32 кВт.

					МВБ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

5. ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1. Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів.

При виконанні сівби цукрових буряків можливі такі небезпечні та шкідливі фактори.

Механічні фактори: рухомі частини агрегату (ланцюгові передачі, приводи висівних апаратів); обертові вали та колеса; робочі органи сошників; можливість травмування при обслуговуванні машини.

Фізичні фактори: підвищений рівень шуму і вібрації; пил у зоні роботи; вплив погодних умов (температура, вітер, опади).

Організаційні фактори: втома механізатора; порушення режиму праці та відпочинку; недостатня увага під час роботи.

Технологічні фактори: неправильне регулювання сошників; забивання робочих органів; необхідність очищення сівалки під час роботи.

Особливу небезпеку становить обслуговування сошників, оскільки вони мають гострі кромки та знаходяться в нижній частині агрегату.

5.2. Заходи безпеки перед виконанням робіт на посівному агрегаті.

Перед початком роботи механізатор повинен: перевірити технічний стан трактора та сівалки; переконатися у справності гальмівної системи; перевірити кріплення сошників і посівних секцій; відрегулювати глибину ходу сошників; перевірити роботу висівних апаратів; переконатися у відсутності сторонніх предметів у робочій зоні; перевірити рівень палива та мастила.

Особливу увагу слід приділити: стану кріплення висувного наральника; відсутності тріщин і деформацій робочих елементів; надійності фіксації регулювальних механізмів.

Під час виконання сівби необхідно дотримуватися таких вимог: не допускати сторонніх осіб у зону роботи агрегату; не виконувати регулювання або очищення сівалки під час руху; підтримувати встановлену швидкість руху; уникати різких маневрів і поворотів; контролювати роботу сошників і висівних апаратів; не працювати при несправностях техніки.

Забороняється: очищати сошники руками без зупинки агрегату; знаходитися між трактором і сівалкою при працюючому двигуні; працювати з несправними захисними кожухами.

При необхідності очищення або регулювання: агрегат повинен бути повністю зупинений; двигун вимкнений; трактор поставлений на гальма.

Обслуговування удосконаленого сошника має свої особливості, пов'язані з наявністю рухомого наральника та складної геометрії відвальників.

При виконанні робіт необхідно: використовувати захисні рукавички; уникати контакту з гострими кромками; проводити регулювання тільки при вимкненому двигуні; перевіряти надійність фіксації висувного наральника після регулювання; не використовувати пошкоджені або зношені деталі.

Особливо важливо: не допускати самовільного зміщення наральника; регулярно контролювати стан кріпильних елементів; очищати сошник від налиплого ґрунту тільки спеціальним інструментом.

Після завершення сівби необхідно: очистити сівалку від ґрунту та рослинних решток; перевірити стан сошників; виконати технічне обслуговування агрегату; поставити техніку на відведене місце; вимкнути двигун і перекрити подачу палива.

При очищенні сівалки не використовувати руки для видалення ґрунту, застосовувати скребки або щітки; дотримуватися правил безпеки при роботі з інструментом.

Під час виконання сільськогосподарських робіт існує небезпека виникнення пожеж через: витік палива; коротке замикання електропроводки; нагрівання двигуна; суху рослинну масу на полі. Для запобігання пожежам необхідно: мати вогнегасник у кабіні трактора; не допускати витоку палива; регулярно перевіряти електрообладнання; не палити поблизу техніки; очищати агрегат від рослинних решток.

Запропоноване удосконалення сошника позитивно впливає на умови праці механізатора, оскільки: зменшується налипання ґрунту; зменшується потреба у частому очищенні; підвищується стабільність роботи агрегату; зменшується

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

кількість зупинок; знижується психофізіологічне навантаження на оператора. Разом з тим, наявність висувного наральника вимагає додаткової уваги до правильності його регулювання та фіксації.

5.3. Висновки по розділу.

У розділі розглянуто основні питання охорони праці при виконанні сівби цукрових буряків машинно-тракторним агрегатом у складі трактора ПМЗ-80-40 та сівалки УПС-12.

Встановлено, що основними небезпечними факторами є рухомі частини агрегату, робочі органи сошника та необхідність виконання обслуговування в польових умовах. Розроблено комплекс заходів, спрямованих на забезпечення безпечної роботи механізатора.

Показано, що удосконалення конструкції сошника не погіршує умови праці, а в окремих випадках сприяє їх покращенню за рахунок зменшення налипання ґрунту та підвищення стабільності роботи агрегату.

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

6. ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі вирішено науково-практичне завдання підвищення ефективності механізації сівби цукрових буряків шляхом удосконалення конструкції сошника просапної сівалки.

У результаті виконаної роботи отримано такі основні результати.

Проведено аналіз біологічних особливостей цукрових буряків і встановлено, що вирішальним фактором формування високої врожайності є забезпечення рівномірних сходів, що досягається дотриманням глибини загортання насіння та створенням оптимального насіннєвого ложа.

Виконано аналіз сучасних технологій вирощування цукрових буряків і встановлено, що сівба є однією з найбільш відповідальних операцій, яка визначає подальший розвиток рослин і ефективність усього технологічного процесу.

Обґрунтовано склад машинно-тракторного агрегату у складі трактора ПМЗ-80-40 та сівалки УПС-12, який забезпечує виконання сівби з дотриманням агротехнічних вимог на площі 100 га.

Визначено основні параметри роботи агрегату: при робочій ширині захвату 5,4 м і швидкості 7 км/год експлуатаційна продуктивність становить 2,84 га/год, а змінна – 19,9 га, що дозволяє виконати сівбу заданої площі приблизно за 5 змін.

Встановлено, що повний тяговий опір агрегату становить 9,5 кН, а коефіцієнт завантаження трактора – 0,68, що підтверджує достатність його тягових можливостей для виконання технологічної операції.

Визначено витрати палива при виконанні сівби: питома витрата становить 3,39 кг/га (близько 4,0 л/га), а загальна витрата на площу 100 га – 339 кг (приблизно 399 л), що свідчить про економічну ефективність використання агрегату.

Проведено аналіз конструкцій сошників просапних сівалок і встановлено, що серійні полозкові сошники мають недоліки, пов'язані з нестабільністю глибини ходу, налипанням ґрунту та загортанням насіння сухим верхнім шаром ґрунту.

					МВБ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

Обґрунтовано напрямок удосконалення сошника, який полягає у застосуванні роздільних відвальників із різними кутами нахилу та використанні висувного нарального для компенсації зносу.

Розроблено конструкцію удосконаленого сошника, яка забезпечує кероване переміщення шарів ґрунту, зменшує потрапляння сухого верхнього шару в борозну та створює кращі умови для загортання насіння у вологий ґрунт.

Виконано теоретичне обґрунтування роботи сошника і встановлено, що сумарний опір одного удосконаленого сошника становить 943 Н, а всієї сівалки – 11,32 кН.

Порівняльний розрахунок показав, що удосконалений сошник має менший тяговий опір порівняно із серійним на 5,7 %, що забезпечує зменшення енерговитрат і більш стабільну роботу агрегату.

Проведено розрахунок міцності основних елементів сошника, який підтвердив, що конструкція має достатній запас міцності (коефіцієнт запасу 1,59) і може працювати в умовах експлуатації без руйнування.

Розроблено заходи з охорони праці при виконанні сівби, які забезпечують безпечні умови роботи механізатора та попередження виробничого травматизму.

У цілому встановлено, що запропоноване удосконалення сошника просапної сівалки дозволяє підвищити якість сівби цукрових буряків, покращити умови проростання насіння та забезпечити більш ефективне використання машинно-тракторного агрегату.

Результати роботи можуть бути використані при модернізації існуючих сівалок типу УПС-12 та впроваджені в умовах сільськогосподарських підприємств.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Артеменко Д.Ю., Лузан П.Г., Лузан О.Р., Ковбаса В.П. Обґрунтування конструкції комбінованого наральника сошника просапної сівалки. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. 2025. Вип. 55. С. 121-133. DOI: <https://doi.org/10.32515/2414-3820.2025.55.121-133>.
2. Бондаренко М.Г. Демещук В.А. Комплектування і використання машино-тракторного парку в рослинництві: Підручник. Київ: Вища шк., 1995. 237 с.
3. Войтюк Д.Г., Барановський В.М., Булгаков В.М. та ін. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку. За ред. Д.Г. Войтюка. Київ: Вища освіта, 2005. 464 с.
4. Гапоненко В.С. Войтюк Д.Г. Сільськогосподарські машини: 6-е вид., перероб. і допов. Київ: Урожай, 1992. 448 с.
5. Сало В.М. та ін. Загортаючі робочі органи для прямої сівби зернових культур: монографія / ; Кіровогр. нац. техн. ун-т. Кіровоград: Лисенко, 2012. 163 с.
6. Комаристов В.Ю., Петренко М.М., Косінов М.М. Сільськогосподарські машини. Київ: Урожай, 1996. 240 с.
7. Кошук О.Б., Лузан П.Г., Мося І.А. та ін. Сільськогосподарські і меліоративні машини. Київ: ПІТО НАПН України, 2015. 291 с.
8. Лихочвор В.В. Рослинництво: технології вирощування сільськогосподарських культур. Київ: Центр навчальної літератури, 2004. 808 с.
9. Лузан О.Р., Артеменко Д.Ю., Лузан П.Г., Кісільов Р.В. Теоретичний аналіз роботи сошника прямої сівби з адаптивними вертикальними дисками. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. 2025. Вип. 55. С. 238-249. DOI: <https://doi.org/10.32515/2414-3820.2025.55.238-249>.
10. Лузан П.Г. Лузан О.Р., Грінчук А.Є. Проблеми прямої сівби зернових культур. Міжнародна науко-практична конференція «Вертикальний обробіток ґрунту та зрошування – шлях до рекордних врожаїв» 20 лютого 2018 року. Кропивницький: ЦНТУ. 2018.

					МВБ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

11. Лузан П.Г. Перспективні шляхи розвитку конструкцій сівалок для енергоощадних технологій. «Інноваційні технології та інтенсифікація розвитку національного виробництва»: матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції, (Тернопіль 30 листопада 2017 р. Частина 1). Тернопіль: Крок, 2017.— С.66-68.

12. 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.

13. Лузан П.Г., Сало В.М., Лузан О.Р. Тенденції розвитку сівалок для прямої сівби зернових культур. «Перспективи і тенденції розвитку конструкцій та технічного сервісу сільськогосподарських машин і знарядь»: матеріали III Всеукр. наук.-практ. конф. (Житомир, 29-30 березня 2017 року). Житомир: ЖНАЕУ, 2017. С.33- 35.

14. Лузан П.Г., Сало В.М., Лузан О.Р. Удосконалення сошників сівалок для технологій мінімального обробітку ґрунту. The IX International Scientific and Practical Conference «Analysis of the problems of science and modern education», March 06 – 08, 2023, Prague, Czech Republic. С. 238-241. URL: <https://eu-conf.com/ua/events/analysis-of-the-problems-of-science-and-modern-education/>

15. 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.

16. Основи сталого розвитку аграрного сектора: Досвід та знання Франції, Чеської республіки, України. За заг. ред. Я. Сансебе, Т.М. Димань. Біла Церква: ТОВ «Офсет», 2010. 304 с.

17. Сало В., Лещенко С., Лузан П., Сало Л. Машини для сівби, садіння та догляду за посівами: навчальний посібник. Кропивницький: Видав. Лисенко В.Ф., 2022. 220 с.

18. Сало В., Лузан П. Дисковий та анкерний сошники для прямого висіву зернових культур. Пропозиція, 2016. Вип. №6 С. 158-163.

					МВБ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

19. Сало В.М., Вовнянко Б.Г., Лещенко С.М., Лузан П.Г. Покращення якісних показників процесу сівби. Сільськогосподарські машини, 2024. Вип. 50, С. 113-119. DOI: <https://doi.org/10.36910/acm.vi50.1398>.
20. Сало В.М., Лузан П.Г. Напрями вдосконалення технічного забезпечення новітніх технологій прямої сівби зернових культур. Техніка і технології АПК, №9(60), 2014. С. 14-17.
21. Сало В.М., Лузан П.Г., Вовнянко Б.Г. Технічне рішення покращення якості процесів сівби. The XXII International Scientific and Practical Conference «Methodology and organization of scientific research», June 03-05, 2024, Berlin, Germany. Р. 26-29. URL: <https://eu-conf.com/en/events/methodology-and-organization-of-scientific-research/>.
22. Сало В.М. Шмат С.І., Лузан П.Г. Тенденції сталого розвитку сучасного сільськогосподарського машинобудування в Україні і за рубежом. Міжнародна науково-технічна Інтернет конференція «Задачі землеробської механіки в ХХІ сторіччі», 2-10 листопада 2011 г. Дослідницьке, Мелітополь, 2011. С. 61-65. URL: www.tsaa.org.ua.
23. Сисолін П.В., Рибак Т.І., Сало В.М. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування. Книга 2. Машини для рільництва; за ред. М.І. Черновола. Київ: Урожай, 2002. 364 с.
24. Черновол М.І. Забезпечення довговічності робочих органів загортаючих систем посівних машин / М.І. Черновол, В.М. Сало, Ю.В. Мачок, П.Г. Лузан, С.В. Мартиненко. Кіровоград: СПД ФО Лисенко В.Ф., 2012. 148 с.
25. Шмат С.І., Лузан П.Г. Ресурсозберігаючі технології вирощування сільськогосподарських культур. Механізація та електрифікація сільського господарства: Міжвідомчий тематичний наук. зб. Глевах: ННЦ «ІМЕСГ», 2010. Вип. 94. С. 126-133.
26. 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.

					МВБ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

ДОДАТКИ

					МВБ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61