

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 кавунів з удосконаленням
тунельного укладача плівки

Виконав здобувач вищої освіти III курсу,
групи AI-22-1

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

_____ Коваленко Сергій Миколайович

« ____ » _____ 2026 р.

Керівник проекту

доц., канд. техн. наук

_____ Сергій МОРОЗ

« ____ » _____ 2026 р.

Рецензент

доц., канд. техн. наук

_____ Сергій МАРКОВИЧ

« ____ » _____ 2026 р.

Кропивницький

Центральноукраїнський національний технічний університет

Факультет Агротехнічний

Кафедра Сільськогосподарського машинобудування

Рівень вищої освіти перший (бакалаврський) рівень

Галузь знань 20 – Аграрні науки та продовольство

Спеціальність 208 Агроінженерія

Освітньо-професійна (освітньо-наукова) програма Агроінженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

« » 2026 року

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

Коваленка Сергія Миколайовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи (проекту)

Механізація вирощування кавунів з удосконаленням тунельного укладача
плівки

2. Керівник роботи (проекту)

Мороз Сергій Миколайович, канд. техн. наук, доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

3. Строк подання роботи до захисту 29.06.2026 р.

4. Мета та завдання випускної кваліфікаційної роботи (проекту)

Удосконалити технологію вирощування кавунів з удосконаленням тунельного
укладача плівки

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів випускної кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Пояснювальна записка	28.06.2026 р.	
2	Графічна частина	28.06.2026 р.	
3	Перевірка роботи на доброчесність	28.06.2026 р.	
4	Захист роботи	28–30.06.2026	

Дата видачі завдання

«23» березня 2026 р.

Підпис керівника

_____ Сергій МОРОЗ
(прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання

«23» березня 2026 р.

Підпис здобувача _____

Сергій КОВАЛЕНКО
(прізвище та ініціали)

Зміст

	стор.
Вступ.....	7
2. Аналіз технології вирощування кабачків з визначенням шляхів її удосконалення	9
3. Технологічна частина	19
4. Інженерна частина.	26
5. Охорона праці.	49
Висновки	54
Список використаної літератури	55

ВСТУП

Кабачок є однією з провідних овочевих культур України, яку вирощують щорічно на площі 24–28 тис. га. При дотриманні оптимальної агротехніки потенційна врожайність кабачка сягає 60–80 т/га, проте фактична середня врожайність в умовах виробництва не перевищує 17–20 т/га – насамперед через порушення технології та низький рівень механізації окремих операцій [1]. Цей розрив між потенційною та реальною врожайністю свідчить про значний резерв підвищення ефективності галузі, який може бути реалізований шляхом вдосконалення машинно–тракторного парку та технологічних прийомів вирощування культури.

Кабачок відзначається скоростиглістю, високою холодостійкістю серед представників родини Гарбузові та широким спектром використання плодів. Завдяки гіпоалергенності та ніжній структурі м'якоті він рекомендований для дитячого та дієтичного харчування, застосовується в консервній промисловості, ресторанному бізнесі та свіжому споживанні. В Україні 60–65 % площ під кабачком зосереджено в Степу та південній частині Лісостепу [1, 2]. Попит на цю культуру стабільно зростає як на внутрішньому ринку, так і в сегменті агроекспорту, що зумовлює актуальність пошуку шляхів підвищення продуктивності виробництва.

Одним із ключових чинників, що визначають ефективність промислового вирощування кабачка, є якість та своєчасність виконання посіву. Посів – центральна технологічна операція, від якої залежить

					<i>МВК 00. 000 ПЗ</i>					
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>				<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>	<i>Берега</i>				<i>Пояснювальна записка</i>				<i>7</i>	<i>57</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Мороз</i>									
<i>Н. контр.</i>	<i>Артеменко</i>									
<i>Затв.</i>	<i>Васильковський</i>							<i>ЦНТУ, гр. АІ–23мб–1.2</i>		

рівномірність сходів, густота стояння рослин, ефективність подальших агрозаходів та врешті-решт – урожайність культури. Для механізованого посіву кабачків у виробничих умовах широко застосовується овочева сівалка СО–4,2, яка призначена для рядкової та стрічкової сівби насіння овочевих культур з одночасним роздільним внесенням мінеральних добрив [3].

Попри загальну придатність СО–4,2 для посіву великонасінних овочевих культур, конструкція сівалки має ряд недоліків, що знижують рівномірність висіву насіння кабачка та точність дозування: традиційний катушковий висівний апарат не забезпечує необхідної рівномірності розподілу великого насіння в борозні, а ланцюгова передача привода висівних апаратів піддається інтенсивному зносу та забрудненню в польових умовах. Удосконалення приводного механізму сівалки дозволить покращити рівномірність висіву.

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Аналіз технології вирощування кабачків з визначенням шляхів її удосконалення

Кабачок належить до родини Гарбузові, роду Гарбуз. Це однорічна, однодомна, роздільностатева, тепло- і світлолюбна, трав'яниста овочева культура [5].

Коренева система кабачка добре розвинена: головний корінь проникає в ґрунт на глибину до 1,5 м і більше, а бокові корінці розростаються в ширину понад 150 см і в основному розміщаються на глибині 40–50 см. Вони відіграють основну роль у забезпеченні рослин водою та поживними речовинами. Вже у фазі одного справжнього листка бокові корінці досягають 35 см, у фазі 5–7 листків – 140 см [6].

Стебло кабачка кущоподібне або лазяче, стрижневе, завдовжки 20–25 см, покрите жорсткими волосками. Листки великі (70–100 см), пальчасторозсічені, з білими плямами. Квітки роздільностатеві, яскраво-жовті, великі. Плоди циліндричної або овальної форми, різного забарвлення залежно від сорту. Маса плодів залежно від сортотипу та ступеня зрілості становить від 18–24 до 500–600 г, а маса плодів зимового зберігання сягає 4–12 кг. Маса 1000 насінин – 140–200 г [6].

Відношення до тепла. За відношенням до тепла кабачок є теплолюбною культурою. Насіння проростає за температури 10–12 °С. За температури 18–20 °С сходи з'являються через 8–10 діб, а при 10 °С – через 25–30 діб. Оптимальна температура для вирощування складає 22–30 °С. Температура понад 35–40 °С призводить до порушення процесів запилення та зав'язування плодів, опадання квіток [5, 7].

Відношення до вологи. Порівняно з огірком кабачок більш посухостійкий завдяки потужній кореневій системі, яка забезпечує

посилене надходження води. Однак відсутність опадів і поливів у південних районах у період вегетації негативно впливає на продуктивність рослин та якість плодів. Оптимальна вологість ґрунту для вирощування високого врожаю плодів кабачка – 70–75 % найменшої вологості [6].

Вимоги до ґрунту. Найбільш придатними ґрунтами для вирощування кабачка є чорноземи, темно-сірі опідзолені та наносні ґрунти легкого механічного складу. Важкі, кислі та перезволожені ґрунти непридатні для вирощування кабачка: на них погано розвивається коренева система, внаслідок чого продуктивність рослин низька [6]. Оптимальна реакція ґрунтового розчину – нейтральна або слаболужна (рН 6,5–7,5) [8].

Вимоги до живлення. Рослини кабачка при інтенсивному рості та розвитку досить вимогливі до елементів живлення протягом усього вегетаційного періоду. Це пов'язано з високою потенціальною можливістю формувати товарний урожай до 100 т/га і більше. Кабачок добре реагує як на органічне, так і на мінеральне удобрення. З ґрунту кабачок виносить на 100 ц товарної продукції до 27,5 кг азоту, 14,6 кг фосфору і 40,5 кг калію [5].

Кабачок розміщують у сівозміні після культур, які не є представниками родини Гарбузові. Кращими попередниками для кабачка є бобові та зелені культури, картопля, рання білоголова та кольорова капуста, цибуля, часник [9]. Після цибулі, часнику і бобових культур у ґрунті накопичується достатня кількість азоту, що позитивно впливає на формування ранньої продукції кабачків.

Не рекомендується розміщувати кабачок після огірків, патисонів, гарбузів та інших представників родини Гарбузові через спільних збудників хвороб (несправжня борошниста роса, коренева гниль, антракноз) та шкідників. На попереднє місце кабачки повертають через 3–4 роки [9]. У господарствах, які спеціалізуються на вирощуванні

обмеженого набору овочевих культур (3–4 культури), їх розміщують у 4–5-пільних сівозмінах [10].

Підготовку ділянки для вирощування кабачків розпочинають з осені. Осінній (основний) обробіток ґрунту проводять відразу після збирання попередника. Поле луцять дисковими луцильниками ЛДГ–10, ЛДГ–15 на глибину 6–8 см для подрібнення стерні та провокування проростання насіння бур'янів. Через 2–3 тижні проводять зяблеву оранку на глибину 25–30 см плугами ПЛН–3–35, ПЛН–4–35 із полицями та передплужниками [11].

Одночасно з оранкою або при проведенні зяблевого обробітку вносять органічні добрива: перепрілий гній, компост або перегній з розрахунку 4–6 кг на 1 м², а також фосфорні добрива у вигляді суперфосфату (30–40 г/м²) та калійні добрива – калійну сіль або сульфат калію (15–20 г/м²). Після внесення добрив ділянку перекопують на глибину не менше 25–30 см, щоб добрива добре перемішались із землею, а ґрунт наситився повітрям [8].

Навесні, як тільки ґрунт фізично дозріє та стане придатним для обробітку, виконують ранньовесняне боронування важкими боронами БЗТС–1,0 або БЗСС–1,0 у два сліди упоперек або по діагоналі до напрямку осінньої оранки. Мета боронування – закрити вологу в ґрунті та вирівняти поверхню поля. При зяблевій оранці глибиною понад 22–25 см необхідно провести культивуацію на глибину 10–12 см з боронуванням для вирівнювання та ущільнення орного шару.

Передпосівний обробіток ґрунту виконують безпосередньо перед сівбою. Він включає культивуацію на глибину 6–8 см культиватором КПС–4 з ротаційними боронами або шлейф–боронами для вирівнювання поверхні поля. Якісне вирівнювання поверхні поля є надзвичайно важливим для забезпечення рівномірної глибини загортання насіння при використанні сівалки СО–4,2.

Система удобрення кабачка передбачає основне, припосівне та підживлення в період вегетації. Основне удобрення: восени під зяблевий обробіток вносять органічні добрива (гній перепрілий 40–60 т/га або компост 50–70 т/га), фосфорні (суперфосфат Р60–90) та калійні добрива (калій хлористий або сульфат калію К60–90). Органічні добрива вносять розкидачами РОУ–6, МТТ–4У [11].

Припосівне удобрення проводять безпосередньо під час сівби. Вносять гранульований суперфосфат або нітроамофоску в нормі N10–15P15–20K10 безпосередньо в рядки одночасно з насінням. Сівалка СО–4,2 дозволяє виконувати цю операцію завдяки наявності тукового ящика та туковисівних апаратів із полозоподібними сошниками для внесення мінеральних добрив [4].

Підживлення проводять двічі за вегетацію. Перше підживлення – через 1,5 тижні після появи сходів або через 10–14 діб після висаджування розсади: аміачна селітра з розрахунку 15 г на 1 кв. м. Хороший результат дає комбінація суперфосфату (5 г) та сечовини (2 г) на літр води [8]. Друге підживлення проводять у період цвітіння та при появі зачатків плодів – комплексними мінеральними добривами або розчином курячого посліду (1:15) з розрахунку 0,5 л на одну рослину. Підживлення поєднують із поливами або проводять відразу після дощу.

Якість насіннєвого матеріалу значною мірою визначає рівень урожайності. Для посіву використовують насіння з лабораторною схожістю не менше 85–90 % та силою росту не менше 70–75 %. Маса 1000 насінин кабачка складає 140–200 г; при посіві на 1 га витрачають 6–8 кг насіння залежно від схеми розміщення та способу посіву [6].

Підготовка насіння включає такі операції: калібрування насіння на решетах з ціллю відбраковування щуплого та пошкодженого насіння; протруєння насіння фунгіцидними протруйниками (ТМТД, с.п. – 4 кг/т або Максим XL, 035 FS – 10 мл/кг) для захисту від ґрунтових патогенів. За

необхідності проводять барботування насіння у воді, насиченій киснем, протягом 12–24 год при температурі 20–22 °С, після чого насіння підсушують до початкової вологості.

Для стимулювання проростання та підвищення стійкості до стресових факторів насіння піддають обробці регуляторами росту (Емістим С, Агростимулін, Гумат калію) згідно з рекомендаціями виробника. Ефективним прийомом є також прогрівання насіння на сонці протягом 3–5 діб або в термостаті при температурі 40–45 °С протягом 5 год – це активізує ферментативні процеси та підвищує схожість [2, 5].

Строки сівби є першим і дуже важливим прийомом для одержання високого врожаю кабачка та мають вирішальне значення. Від цього залежить термін збирання, кількість і якість урожаю. Насіння слід висівати при прогріванні ґрунту на глибині 10–12 см до 8–12 °С [1].

Регіональні строки сівби: у Степу – 25 квітня – 10 травня; у Лісостепу – 1–10 травня; на Поліссі – 10–20 травня, коли мине загроза травневих заморозків і ґрунт прогріється на 8–12 °С на відповідній глибині [1]. Кабачки в Україні вирощують у відкритому ґрунті та під плівковим покриттям для одержання ранньої товарної продукції розсадним і безрозсадним способами [5].

Схема посіву: для механізованого вирощування у промисловому виробництві застосовують широкорядний безрозсадний спосіб з міжряддям 70×70 або 90×90 см, розміщуючи по 1–2 насінини у гнізді. При розсадному способі схема висаджування також 70×70 або 90×90 см, у гнізді розміщують по 1–2 рослини [5].

Глибина загортання насіння кабачка залежить від типу та вологості ґрунту. На легких ґрунтах насіння загортають на глибину 5–7 см, на більш щільних – 3–5 см [8]. Норма висіву при безрозсадному способі у виробничих умовах становить 6–8 кг/га [6].

Після посіву для покращення контакту насіння з ґрунтом та збереження ґрунтової вологи проводять прикочування котками ЗКК–6А або ЗККШ–6А. При утворенні ґрунтової кірки до появи сходів проводять боронування легкими боронами або ротаційними мотиками поперек рядків.

Проривання та проріджування. При безрозсадному способі після появи 2–3 справжніх листків проводять проріджування, залишаючи у гнізді найрозвиненішу рослину. Культивацію міжрядь розпочинають після появи сходів та позначення рядків. Першу культивацію виконують на глибину 10–12 см культиватором КОР–4,2 або КРОН–4,2 з ротаційними боронами для одночасного розпушування і знищення бур'янів.

Полив. Кабачок добре реагує на зрошення, особливо в умовах Степу та Лісостепу України. Оптимальна вологість ґрунту в зоні кореневої системи має підтримуватися на рівні 70–75 % НВ. Частота поливів – 1 раз на 7–10 днів; у спекотну та суху погоду – кожні 3 дні. Середня витрата води складає 10 л на 1 кв. м. Культура теплолюбна, тому воду для поливу необхідно підігрівати або використовувати воду з відкритих водойм, нагріту сонцем. Полив доцільно припинити за 10–14 діб до збирання врожаю [8].

Підгортання. Після зрошення або дощу у фазі утворення 4–5 справжніх листків проводять підгортання рослин для стимулювання утворення додаткових коренів та покращення стійкості кущів. Мульчування поверхні ґрунту органічними матеріалами (солома, перегній) або чорною полімерною плівкою значно знижує випаровування вологи та пригнічує ріст бур'янів [1].

Профілактичні заходи є основою системи захисту кабачка. Першу профілактичну обробку пестицидами проводять у фазу 2–3 справжніх листків; наступні – у разі появи перших ознак хвороби та через кожні 10–

15 діб за потреби, витримуючи строк останньої обробки до першого прогнозованого збирання врожаю [1].

Основні хвороби кабачка: несправжня борошниста роса (*Pseudoperonospora cubensis*) – найбільш шкодочинна хвороба, яка уражає листковий апарат; борошниста роса (*Erysiphe cichoracearum*) – розвивається в умовах чергування вологої та сухої погоди; антракноз (*Colletotrichum lagenarium*) – уражає всі надземні органи рослини; коренева гниль (*Fusarium spp.*) – особливо небезпечна при перезволоженні ґрунту. Для захисту від хвороб застосовують фунгіциди згідно з чинним «Переліком пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні» [1].

Основні шкідники: звичайний павутинний кліщ (*Tetranychus urticae*), баштанна (*Aphis gossypii*) та зелена персикова попелиці (*Myzus persicae*), тютюновий трипс (*Thrips tabaci*), клопи. Для захисту рослин від шкідників, коли економічний поріг шкодочинності становить 10 % заселених рослин з колоніями, які вкривають до 10 % листкової поверхні, проводять обробку інсектицидами та акарицидами згідно з діючим переліком засобів захисту рослин [1].

Збирання врожаю кабачка починається через 35–55 діб після появи сходів залежно від сорту та умов вегетації. Товарні плоди збирають у технічній стиглості при довжині 15–20 см і масі 150–300 г для кабачків–цукіні та при довжині до 30–35 см і масі 700–1500 г для стандартних кабачків [1, 2].

Збирання плодів проводять вибірково, кожні 3–5 діб, не допускаючи переростання. При переростанні плоди втрачають товарність, м'якуш грубішає, а рослина припиняє зав'язування нових плодів. Для збирання кабачків у промислових умовах застосовують ручну та механізовану збирання. Механізований збір здійснюється за допомогою спеціальних машин та конвеєрних ліній [2, 5].

Врожайність кабачка при дотриманні оптимальної технології в умовах достатнього зволоження або зрошення складає 60–80 т/га. Для тривалого зберігання кабачки прибирають у біологічній стиглості при досягненні плодами максимальних розмірів та затвердіння шкірки. Строки зберігання таких плодів складають 60–70 діб при температурі 15–20 °С та відносній вологості повітря 50–60 % [6].

2.2. Удосконалення технології вирощування гороху

Вибір типу сівалки для посіву кабачків обумовлений рядом агробіологічних та технологічних вимог до цієї культури. Насіння кабачка є відносно великим (маса 1000 насінин 140–200 г), що дозволяє застосовувати катушкові висівні апарати сівалки СО–4,2 без ризику пошкодження насіння та з досягненням рівномірного розподілу посівного матеріалу в рядку [6].

Можливість регулювання норми висіву. Сівалка СО–4,2 обладнана катушковими висівними апаратами з механізмом регулювання норми висіву через зміну довжини робочої частини катушки та передаточного числа трансмісії. Це дозволяє встановити оптимальну норму висіву кабачка (6–8 кг/га насіння при безрозсадному способі) без пошкодження посівного матеріалу [4, 6].

Можливість одночасного внесення добрив. Завдяки наявності тукового ящика з туковисівними апаратами та окремих полозоподібних сошників для добрив сівалка СО–4,2 дає змогу суміщати операцію посіву насіння з припосівним внесенням мінеральних добрив. Це скорочує кількість проходів агрегату по полю, зменшує ущільнення ґрунту та операційні витрати [4].

Гнучкість схем посіву. Сівалка СО–4,2 забезпечує широкий спектр схем посіву з різними міжряддями – 45, 60 і 70 см, що відповідає

агробіологічним вимогам кабачка. Зокрема, стрічковий посів за схемою 50+90 або 60+120 см дозволяє оптимально розмістити рослини кабачка з урахуванням їх розлогого габітусу, забезпечивши достатню площу живлення для кожного куща [4].

Висока продуктивність. Продуктивність сівалки СО–4,2 становить до 2,1 га/год при робочій швидкості 5–8 км/год та ширині захвату 4,2 м. Це дозволяє виконати посів в агрономічно обґрунтовані строки – у Степу протягом 7–10 робочих днів, не допускаючи запізнення з посівом, яке призводить до недобору врожаю через скорочення вегетаційного періоду та погіршення водного режиму ґрунту в критичні фази росту [1, 4].

Якість посіву та точність загортання насіння. Дискові сошники з ребордами, якими комплектується СО–4,2, забезпечують точне загортання насіння на задану глибину (3–7 см) незалежно від типу ґрунту та рельєфу поверхні. Котки і шлейфи, розміщені за сошниками, забезпечують надійне загортання насіння та добрий контакт насіння з ґрунтом. Наявність грудковідводів у передній частині сошникових секцій запобігає потраплянню ґрунтових грудок у борозну, що підвищує рівномірність проростання [4].

Застосування сівалки СО–4,2 дозволяє механізувати одну з найбільш відповідальних технологічних операцій – посів насіння кабачка – та суміщати її з одночасним внесенням добрив. Скорочення кількості проходів агрегату по полю зменшує витрати паливно–мастильних матеріалів (ПММ) та час на виконання технологічних операцій, що в кінцевому результаті знижує собівартість виробленої продукції. Сівалка СО–4,2 добре зарекомендувала себе на полях України та широко застосовується в овочівництві для механізованого посіву насіння різних культур [4, 11].

Для посіву кабачків за схемою 70 см встановлюють відповідний розподільник сошників. Норму висіву регулюють шляхом зміни довжини

робочої частини катушки та передаточного числа. Для насіння кабачка при нормі 6–8 кг/га та ширині міжрядь 70 см розрахункова маса насіння на один висівний апарат складає близько 300–400 г/хв при робочій швидкості 5–6 км/год. Перевірку норми висіву виконують пробним висівом: відмічають ділянку поля довжиною 100 м, збирають висіяне насіння і зважують; отримані результати порівнюють із розрахунковими.

Глибину загортання насіння регулюють переміщенням реборд дискових сошників. Для кабачків у весняний період при достатньому зволоженні ґрунту встановлюють глибину 4–5 см; на легких сухих ґрунтах – 5–7 см. Тиск дискових сошників на ґрунт регулюють пружинами натискних штанг.

3. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1. Розрахунки машинного агрегату

Проведемо необхідні розрахунки з метою виявлення доцільності використання в якості енергетичного засобу трактора КИЙ 14904 або МТЗ–80, а також вияснення, на якій передачі буде більш ефективним його використання. Швидкість 8–10 км/год трактор може забезпечувати на: МТЗ–80 – IV передача, вага якого $G_{mp}=33,4$ кН, КИЙ 14904 – VII передача, вага якого $G_{mp}=31,19$ кН, вага сівалки $G_M=13,7$ кН, питомий опір $K=1,5$ кН/м.

Зусилля на гаку:

$$\begin{aligned} V_m^{VII} &= 9,59 \text{ км/год}; & P_{н.зак}^{VII} &= 14,5 \text{ кН}; \\ V_m^{IV} &= 8,9 \text{ км/год}; & P_{н.зак}^{IV} &= 14,0 \text{ кН}. \end{aligned}$$

Встановлюємо тягове зусилля тракторів

$$P_{зак} = P_{н.зак} - G_{mp} \cdot i, \quad (3.1)$$

де i – величина підйому поля, $i=0,03$

$$P_{зак}^{VII} = 14,5 - 31,19 \cdot 0,03 = 13,56 \text{ кН};$$

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

Визначимо максимальну ширину захвату

$$B_{\max} = \frac{P_{зак}}{K + R_i}, \quad (3.2)$$

де K – питомий опір сівалки, $K=1,5$ кН/м;

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

$$R_i = \frac{G_M}{B_K} \cdot i, \quad (3.3)$$

де B_K – конструктивна ширина захвату сівалки; $B_K=4,2$ м;

G_M – маса сівалки, $G_M=13,7$ кН.

Отже,

$$R_i = \frac{13,7}{4,2} \cdot 0,03 = 0,098 \text{ кН/м.}$$

Тож

$$B_{\max}^{VII} = \frac{13,56}{1,5 + 0,098} = 8,49 \text{ м,}$$

$$B_{\max}^{IV} = \frac{13,0}{1,5 + 0,098} = 8,14 \text{ м.}$$

Визначаємо кількість сівалок в агрегаті:

$$n_c = \frac{B_{\max}}{B_K} \quad (3.4)$$

$$n_c^{VII} = \frac{8,49}{4,2} = 2,02 \text{ шт.,}$$

$$n_c^{IV} = \frac{8,14}{4,2} = 1,94 \text{ шт.}$$

Враховуючи тимчасові перевантаження, які можуть виникнути в процесі сівби, агрегуємо одну сівалку, забезпечуючи цим резерв тяги.

Тяговий опір агрегату

$$R = (K + R_1) \cdot B_K \cdot n_c; \quad (3.5)$$

$$R_{agr}^{VII} = (1,5 + 0,098) \cdot 4,2 \cdot 1 = 6,71 \text{ кН;}$$

$$R_{agr}^{IV} = (1,5 + 0,098) \cdot 4,2 \cdot 1 = 6,71 \text{ кН.}$$

Коефіцієнт тягового зусилля трактора:

$$\eta = \frac{R_{agr}}{R_{зак}}. \quad (3.6)$$

$$\eta_{mз}^{VII} = \frac{6,71}{13,56} = 0,49,$$

$$\eta_{mз}^{IV} = \frac{6,71}{13,0} = 0,52.$$

Змінна продуктивність агрегату

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

де B_p – робоча ширина захвату сівалки, м:

$$B_p = B_K \cdot \beta, \quad (3.8)$$

де B_K – конструктивна ширина захвату, $B_K=4,2$ м;

β – коефіцієнт використання ширини захвату агрегату, $\beta=1,0$

$$B_p = 4,2 \cdot 1,0 = 4,2 \text{ м};$$

V_p – робоча швидкість агрегату, км/год:

$$V_p = V_T \left(1 - \frac{\delta}{100} \right), \quad (3.9)$$

де δ – коефіцієнт буксування, приймаємо для обох тракторів
 $\delta=12\%$

$$V_p^{VII} = 9,59 \left(1 - \frac{12}{100} \right) = 8,44 \text{ км/год};$$

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

T_p – чистий робочий час, год:

$$T_p = T_{зм} \cdot \tau, \quad (3.10)$$

де $T_{зм}$ – час зміни, приймаємо $T_{зм}=8,0$ год;

τ – коефіцієнт використання часу зміни, $\tau=0,75$ при довжині гонів
480 м

$$T_p = 8 \cdot 0,75 = 6,0 \text{ год.}$$

Підставляємо значення отримані раніше

$$W_{зм}^{VII} = 0,1 \cdot 4,2 \cdot 8,44 \cdot 6,0 = 21,27 \text{ га/зм};$$

$$W_{зм}^{IV} = 0,1 \cdot 4,2 \cdot 7,83 \cdot 6,56 = 19,73 \text{ га/зм.}$$

Визначаємо витрати палива на 1 га площі, кг/га:

$$Q_{га} = \frac{Q_{зм}}{W_{зм}}, \quad (3.11)$$

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

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

$$Q_{зм} = Q_p \cdot T_p + Q_x \cdot t_x + Q_z \cdot t_z, \quad (3.12)$$

де Q_p, Q_x, Q_z – відповідно годинні витрати палива при виконанні сівби, холостому русі, на зупинках; для трактора КИЙ 14904

$Q_p=9,2,0$ кг/год; $Q_x=4,0$ кг/год; $Q_z=1,6$ кг/год; у трактора МТЗ–80

$Q_p=10,0$ кг/год; $Q_x=5,0$ кг/год; $Q_z=1,9$ кг/год [9, дод.8];

T_p, t_x, t_z – відповідно час робочих і холостих рухів, час зупинок:

$$t_x = t_z = \frac{T_{зм} - T_p}{2}. \quad (3.13)$$

Отже,

$$t_x = t_z = \frac{8 - 6,56}{2} = 0,72 \text{ год.}$$

Отримані значення підставляємо у формулу 3.12 і проводимо розрахунок:

$$Q_{зм}^{VII} = 9,2 \cdot 6,0 + 4,0 \cdot 1,0 + 1,9 \cdot 0,0 = 61,1 \text{ кг/зм},$$

$$Q_{зм}^{IV} = 10,0 \cdot 6,0 + 5,0 \cdot 1,0 + 1,9 \cdot 1,0 = 66,9 \text{ кг/зм.}$$

Отримані значення підставляємо у формулу 3.11 і визначимо

$$Q_{га}^{III} = \frac{61,1}{24,8} = 2,46 \text{ кг/год};$$

$$Q_{га}^{IV} = \frac{66,9}{21,57} = 3,10 \text{ кг/год}.$$

З приведених розрахунків видно, що агрегат в складі трактора КИЙ 14904 і сівалки овочевої СО–4,2М має більшу продуктивність і менші витрати палива на сьомій передачі в порівнянні з трактором МТЗ–80, який рухається четвертою передачею. При переході на шосту передачу трактор КИЙ 14904 в змозі агрегатувати в зчіпці дві сівалки.

3.5. Підготовка поля до роботи [5–10]

При петльових поворотах ширина поворотної смуги

$$E = 3 \cdot R_{\min} + L_u, \quad (3.14)$$

де $R_{\min}$ – мінімальний радіус повороту, $R_{\min}=3,9$ м;

L_u – довжина висіву агрегату

$$L_u = 0,2 - L_k,$$

де L_k – кінематична довжина агрегату

$$L_k = L_m + L_{\text{м}},$$

де L_m , $L_{\text{м}}$ – відповідно кінематична довжина трактора і сільськогосподарської машини.

Для КИЙ 14904 і СО–4,2М:

$$L_k = 1,85 + 1,25 = 3,1 \text{ м}.$$

Довжина виїзду:

$$L_Q = 0,2 \cdot 3,1 = 0,62 \text{ м}.$$

Мінімальна ширина поворотної смуги:

$$E_{\min} = 3 \cdot 3,9 + 0,62 = 12,32 \text{ м}.$$

Довжина холостого ходу:

$$L_x = 6R + 2E_{\min}, \quad (3.15)$$

$$L_x = 6 \cdot 3,9 + 2 \cdot 12,32 = 48,04 \text{ м.}$$

Робоча довжина загінки:

$$L_p = L - 2E_{\min}, \quad (3.16)$$

де L – довжина робочої ділянки, $L=480$ м

$$L_p = 480 - 2 \cdot 12,32 = 455,36 \text{ м.}$$

Коефіцієнт робочих ходів:

$$K_p = \frac{L_p}{L_p + L_x}, \quad (3.17)$$

$$K_p = \frac{455,36}{455,36 + 48,04} = 0,905.$$

Оптимальна ширина загінки:

$$C_{onm} = \frac{n_c W_{зм} 10^4}{L}, \quad (3.18)$$

$$C_{onm} = \frac{2 \cdot 21,27 \cdot 10^4}{480} = 886,25 \text{ м.}$$

Кількість проходів агрегату в одній загінці

$$n = \frac{C_{onm}}{B_p} = \frac{886,25}{4,2} = 211,01.$$

Приймаємо $n=211$.

Тоді:

$$C_{onm} = nB_p = 211 \cdot 4,2 = 886,2 \text{ м.}$$

Кількість загінок визначаємо за формулою:

$$n_z = \frac{10^4 F}{LC_{onm}}, \quad (3.19)$$

де F – площа поля, $F=23$ га;

L – довжина гону, $L=480$ м;

$$n_3 = \frac{10^4 \cdot 23}{480 \cdot 886,2} = 0,54 \text{ шт.}$$

Ширина поля площею 23 га і довжиною загінки 480 м складає 479,2 м, тоді кількість проходів сівалки складає:

$$n_n = \frac{479,2}{4,2} = 114,09 \text{ шт.}$$

Приймаємо $n_n = 114$ шт.

Тоді

$$C_{omn} = 114 \cdot 4,2 = 478,8 \text{ м.}$$

Отже, приймаємо на одному полі загінку шириною 478,8 м і довжиною 480 м.

Тривалість одного циклу

$$T_u = \frac{12L_p}{10^2 V_p} + 2t, \quad (3.20)$$

де t – час повороту в кінці загінки, $t = 1,65$ хв

$$T_u = \frac{12 \cdot 455,36}{10^2 \cdot 8,44} + 2 \cdot 1,65 = 9,77 \text{ хв.} \approx 0,16 \text{ год.}$$

Технологічна продуктивність одного циклу та їхня кількість за зміну

$$W_u = 0,1 \cdot B_p \cdot V \cdot T_u \cdot t, \quad (3.21)$$

$$W_u = 0,1 \cdot 4,2 \cdot 8,44 \cdot 0,16 \cdot 0,75 = 0,43 \text{ га/ц;}$$

$$n_u = \frac{W_{zm}}{W_u} = \frac{21,27}{0,43} = 49,5 \text{ ц/зм.}$$

Витрати палива за цикл

$$Q_u = Q_{ca} \cdot W_u = 2,46 \cdot 0,43 = 1,06 \text{ кг/зм.}$$

На основі проведених розрахунків заповнюємо операційну карту, яка представлена в графічній частині проекту.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

МВК 00. 000 ПЗ

Арк.

25

4. ІНЖЕНЕРНА ЧАСТИНА

4.1. Опис об'єкту розробки

Овочева причіпна сівалка СО–4,2 призначена для рядкової сівби насіння різних овочевих культур з одночасним роздільним введенням мінеральних добрив у ґрунт. Конструктивною особливістю машини є забезпечення підвищеної рівномірності розподілу насіннєвого матеріалу в рядку та стабільності загортання на задану глибину.

До складу сівалки СО–4,2 входять такі основні конструктивні вузли: рама, два ящики із відсіками для насіння та туків, катушкові насіннєвисівні апарати, туковисівні апарати, зубчасто–ланцюгові механізми передач, насіннєпроводи, тукопроводи, опорно–приводні колеса, сошникові секції (полозовидні та двострічкові сошники), а також маркери.

Несучою основою машини слугує рама, на якій змонтовано два ящики з відокремленими відсіками для насіннєвого матеріалу та мінеральних добрив. Обертання валів насіннєвих і тукових висівних апаратів передається від опорно–приводних коліс через зубчасто–ланцюгові механізми передач, розміщені на обох краях рами. Механізм передач являє собою пару литих боковин, поєднаних між собою двома стяжками.

Насіннєвисівні апарати – катушкового типу з регульованою довжиною робочої частини катушок. Кожний апарат складається з штампованого корпусу, розетки, катушки, муфти, клапана і пружини. Зміну робочої довжини катушки здійснюють переміщенням спеціального важеля, поєднаного з валом апарата: переміщення важеля в один бік скорочує робочу частину, в інший – збільшує її. Регулювання положення клапанів відносно катушок, а також звільнення апаратів від залишків

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

МВК 00. 000 ПЗ

Арк.

26

насіння виконуються централізовано – єдиним важелем, закріпленим на спільному валу клапанів.

Туковисівні апарати виконані за котушково–штифтовою схемою з нерегульованою довжиною робочої частини котушок. Спорожнювання апаратів від залишків добрив також здійснюється централізовано.

Під час руху посівного агрегату крутний момент від опорно–приводних коліс передається через механізми передач одночасно на вали насінневисівних апаратів і вали шнеків тукового відділення насіннєтукових ящиків, а також – через зубчасті колеса – на вали туковисівних апаратів і вали шнеків насінневого відділення. Завдяки цьому насіння, завантажене у насіннєві відділення ящиків, та мінеральні добрива, засипані у тукові відділення, транспортуються шнеками безпосередньо до робочих органів відповідних висівних апаратів.

Котушки насінневих і тукових висівних апаратів, обертаючись у процесі руху сівалки, захоплюють порції насінневого матеріалу та добрив і спрямовують їх у приймальні воронки насіннє– і тукопроводів.

Добрива, рухаючись тукопроводами, вкладаються на дно борозен, що попередньо нарізані полозовидними сошниками. Насіння надходить насіннєпроводами на дно борозен, утворених дисковими сошниками. При цьому полозовидні тукові сошники забезпечують роздільне внесення добрив: вони укладають туки на 20–30 мм глибше від горизонту загортання насіння, що запобігає безпосередньому контакту насіння з концентрованими добривами і знижує ризик хімічного опіку.

Якість і точність процесу висіву контролюються уніфікованою системою моніторингу технологічних параметрів посівних машин, яка реєструє відхилення від заданих норм висіву в режимі реального часу.

Після загортання насіння прикочувальне колесо ущільнює ґрунт у зоні рядка, забезпечуючи щільний контакт насіння з ґрунтовими частинками та капілярне підтягування вологи до зони проростання.

Шлейфи, що рухаються слідом, вирівнюють мікрорельєф поверхні та вкривають рядки тонким мульчуючим шаром ґрунту, зменшуючи випаровування вологи й поліпшуючи теплообмін у прикореневій зоні.

4.2. Аналіз конструкцій машин аналогічного призначення

Сівалка СО–4,2 є базовою причіпною овочевою сівалкою з катушковими висівними апаратами та відкритою зубчасто–ланцюговою передачею привода. Протягом кількох десятиліть вона залишалася стандартом для механізованого посіву овочевих культур в Україні. З появою нових вітчизняних та зарубіжних моделей стало можливим оцінити, наскільки конструкція СО–4,2 відповідає сучасним вимогам щодо якості висіву, надійності та зручності обслуговування.

Для аналізу обрано три сівалки з катушковим висівним апаратом, що з'явилися після СО–4,2: навісна сівалка СОН–4,2 (прямий нащадок); сівалка зернотукова GRAIN 3,6; сівалка Maschio Gaspardo SP. Кожна машина аналізується за чотирма ключовими критеріями: привод висівних апаратів; точність і зручність регулювання норми висіву; якість підвіски та роботи сошників; зручність обслуговування.

Сівалка СО–4,2 призначена для рядкової та стрічкової сівби насіння овочевих культур із одночасним роздільним внесенням мінеральних добрив. Ширина захвату 4,2 м, робоча швидкість 5–8 км/год, продуктивність до 2,1 га/год.

Перша перевага – велика місткість ящиків для насіння та добрив дозволяє тривалий час працювати без зупинок на заправку, що особливо важливо при посіві на великих ділянках.

Друга перевага – стабільність ходу сошників. Причіпне виконання забезпечує більш рівномірний розподіл ваги по ширині захвату та кращу стійкість рами до горизонтальних коливань порівняно з навісними

аналогами. Це позитивно впливає на рівномірність глибини загортання по всій ширині захвату.

Третя перевага – простота і відпрацьованість конструкції.

Четверта перевага – технологічна гнучкість, широкий спектр схем посіву: рядковий із міжряддями 45, 60, 70 см та стрічкові схеми. Котушковий апарат з регульованою довжиною робочої частини дозволяє без заміни деталей висівати насіння різних овочевих культур – від дрібного (морква, цибуля) до великого (кабачок, кавун, огірок).

Перший і головний недолік – відкрита зубчасто–ланцюгова передача привода висівних апаратів. Ланцюг і зірочки розміщені ззовні рами і постійно контактують із ґрунтовим пилом, вологою та рослинними рештками. Забруднення між ланками ланцюга і зубцями зірочок порушує рівномірність зачеплення, спричиняє пульсацію кутової швидкості вала висівного апарата і, як наслідок, нерівномірну подачу насіння в борозну. Крім того, абразивне середовище прискорює знос деталей у 2–3 рази порівняно з захищеними передачами.

Другий недолік – висока трудомісткість технічного обслуговування привода. Відкрита передача вимагає щоденного очищення від налиплого ґрунту, перевірки і регулювання натягу ланцюга та змащення всіх ланок.

Третій недолік – ступінчасте регулювання норми висіву. Зміна норми висіву потребує зупинки агрегату та перестановки зірочок у механізмі передач, що займає час і вимагає наявності набору змінних зірочок при собі.

Четвертий недолік – жорстка підвіска сошників через нерухомі поводки, без індивідуального паралелограмного підресорення.

Сівалка СОН–4,2

Сівалка СОН–4,2 є навісною модифікацією СО–4,2, розробленою тим самим виробником як адаптація базової машини під навісну схему

агрегатування з тракторами класу 1,4. Ширина захвату 4,2 м, робоча швидкість не більше 7 км/год. Агрегатується з тракторами МТЗ–80/82.

Перша перевага – покращена маневреність, що суттєво зменшує радіус повороту агрегату на кінцях гону порівняно з причіпним варіантом.

Друга перевага – простота переведення в транспортне положення та зберігання.

Третя перевага – конструктивна наступність. Повна уніфікація деталей висівних апаратів, сошників та механізму передач із СО–4,2.

Перший і основний недолік – збережена відкрита ланцюгова передача привода висівних апаратів, що зберегло всі недоліки попередньої машини, такі, як нерівномірність обертання, прискорений знос, трудомістке ТО.

Другий недолік – менша стабільність ходу сошників порівняно з причіпним варіантом, що негативно позначається на рівномірності глибини загортання при роботі на нерівних полях.

Третій недолік – обмеження навантаження на задній навісний пристрій трактора.

Четвертий недолік – механічні маркери замість гідравлічних, що вимагає участі другого оператора або виходу тракториста з кабіни для переведення маркера.

Сівалка GRAIN 3,6

Сівалка GRAIN 3,6 є сучасною вітчизняною зернотуковою машиною з катушковим висівним апаратом і принципово відрізняється від СО–4,2 введенням варіатора для регулювання норми висіву та застосуванням полімерних матеріалів для висівних апаратів. Ширина захвату 3,6 м, робоча швидкість 8–12 км/год. Діапазон норм висіву – від 0,7 до 400 кг/га.

Перша і найбільш значуща перевага – варіаторне регулювання норми висівудозволяє безступінчасто змінювати норму висіву в діапазоні від 0,7 до 400 кг/га без демонтажу будь-яких деталей.

Друга перевага – полімерні висівні апарати, що виключає можливість корозії і збільшує термін служби.

Третя перевага – вища робоча швидкість. Сівалка розрахована на робочу швидкість 8–12 км/год.

Четверта перевага – додаткові опції комплектації. Виробник пропонує різні варіанти комплектації: з загортачами, з прикочуючими котками, з вузькорядним сошником, з транспортним пристроєм, системою контролю висіву.

Перший недолік – менша ширина захвату порівняно із СО–4,2 (3,6 проти 4,2 м).

Другий недолік – орієнтація переважно на зернові культури.

Третій недолік – відсутність гідравлічного підйому маркерів у базовій комплектації.

Сівалка Maschio Gaspardo SP (Італія)

Сівалка Maschio Gaspardo SP є сучасною навісною зернотуковою машиною з котушковим висівним апаратом і принципово новим карданним приводом висівних апаратів замість традиційної ланцюгової передачі. Доступна в модульних конфігураціях від 4 до 16 рядів, агрегатується з тракторами від 60 к.с.

Перша і принципова перевага – карданний привід висівних апаратів. Механічний привід на висівний апарат забезпечується не ланцюговою передачею, як зазвичай на сівалках подібного класу, а за допомогою карданної передачі із зрізним шплінтом–запобіжником, що захищає кінематику від поломок при наїзді на перешкоду.

Друга перевага – швидкозмінні муфти на кардані, що дозволяють активувати або деактивувати роботу кожної висівної секції окремо безпосередньо під час роботи.

Третя перевага – паралелограмна підвіска сошників, що забезпечує незалежне копіювання мікрорельєфу кожним сошником.

Четверта перевага – V-подібні прикочуючі колеса з герметичними підшипниками.

П'ята перевага – модульність конструкції. Кількість рядів легко змінюється від 4 до 16 без докорінних переробок рами.

Перший недолік – значно вища вартість.

Другий недолік – менша місткість індивідуальних бункерів.

Третій недолік – вища складність конструкції. Паралелограмна підвіска, карданний привід, швидкозмінні муфти – усе це підвищує функціональність машини, але одночасно збільшує кількість вузлів і з'єднань, що потребують уваги при технічному обслуговуванні.

Четвертий недолік – обмежений вибір схем стрічкового посіву. Сівалка оптимізована під рядковий посів зернових і просапних культур.

Привід висівних апаратів. СО-4,2 та СОН-4,2 мають однакову відкриту зубчасто-ланцюгову передачу з усіма притаманними їй недоліками. GRAIN 3,6 зберігає ланцюговий привід, але частково захищає його, запроваджуючи варіатор і закритий корпус передачі. Maschio Gaspardo SP усуває проблему кардинально, замінюючи ланцюг карданним валом.

СО-4,2 і СОН-4,2 потребують зупинки для зміни зірочок. GRAIN 3,6 має незаперечну перевагу – безступінчасте регулювання без зупинки. Gaspardo SP потребує зміни зірочок, але робить це рідше завдяки підбору оптимального передаточного числа на етапі налагодження.

СО-4,2 і СОН-4,2 мають жорстку підвіску. GRAIN 3,6 пропонує жорстку або паралелограмну підвіску залежно від комплектації. Gaspardo

SP забезпечує паралелограмну підвіску кожної секції в стандартній комплектації.

Найбільш гнучкою є СО–4,2: вона забезпечує найширший набір стрічкових і рядкових схем, характерних для овочевих культур. Gaspardo SP і GRAIN 3,6 більше орієнтовані на зернові та просапні культури.

Загальний висновок. СО–4,2 зберігає унікальну технологічну гнучкість і є оптимальним вибором для господарств з диверсифікованим виробництвом овочів. Проте у порівнянні з пізнішими аналогами вона очевидно поступається за надійністю і зручністю обслуговування приводного механізму. Еволюція аналогів однозначно підтверджує, що механізм привода є першочерговим об'єктом для удосконалення.

4.3. Аналіз недоліків конструкції сівалки та заходи по їх усуненню

Конструкція сівалки СО–4,2 включає такі основні функціональні вузли: раму з автозчіпкою; насіннєтукові ящики; катушкові висівні апарати; катушково–штифтові туковисівні апарати; зубчасто–ланцюговий механізм передач; сошникові секції (дискові та полозовидні сошники); котки, загортачі, шлейфи; маркери з гідравлічним підйомом. Для визначення першочергового об'єкта удосконалення кожен вузол оцінено за трьома критеріями: вплив на якість висіву, вплив на надійність агрегату, потреба в технічному обслуговуванні.

Рама і ящики є конструктивно відпрацьованими вузлами без суттєвих функціональних недоліків. Катушкові висівні апарати задовільно дозують насіння, але у своїй роботі цілком залежать від рівномірності обертання вала, яку забезпечує механізм передач.

Механізм передач сівалки СО–4,2 є зубчасто–ланцюговим і розміщений відкрито на торцях рами. Від опорно–приводних коліс крутний момент передається через систему зірочок і ланцюгів одночасно на вали насіннєвисівних апаратів, туковисівних апаратів, шнеків насіннєвого та тукового відділень ящиків. Весь ланцюг причинно–наслідкових зв’язків, що породжує проблеми з якістю посіву, починається саме з цього вузла.

Нерівномірність кутової швидкості вала. Ґрунт, пісок і рослинні рештки потрапляють між ланками ланцюга і зубцями зірочок, порушуючи рівномірність зачеплення. Це спричиняє пульсацію кутової швидкості вала висівного апарата. Оскільки катушка апарата захоплює насіння у жолобки пропорційно своїй кутовій швидкості, будь–яка пульсація прямо передається у нерівномірність подачі насіння в борозну. Результат – нерівномірна відстань між насінинами в рядку і відхилення фактичної норми висіву від заданої.

Прискорений знос у абразивному середовищі. Відкрита передача зношується в 2–3 рази швидше, ніж захищена. Знос веде до збільшення кроку ланцюга і провисання, що посилює пульсацію. Критичний рівень зносу супроводжується ризиком зіскакування ланцюга під час роботи. На відміну від відмови одного сошника, що залишає незасіяним один рядок, зіскакування ланцюга зупиняє всі висівні апарати одночасно – і може залишитися непоміченим трактористом до кінця гону.

Відкрита ланцюгова передача потребує щоденного очищення від налиплого ґрунту, регулювання натягу ланцюга і змащення. Ці операції обов’язкові при проведенні щоденного технічного обслуговування і займають значний час у напружені строки посіву.

Механізм привода є єдиним вузлом сівалки СО–4,2, де один конструктивний недолік одночасно породжує три незалежні наслідки: погіршення якості висіву; підвищений ризик раптової відмови; збільшену

трудомісткість ТО. Жоден інший вузол не має такого кумулятивного негативного впливу одразу на три ключові показники.

Порівняльний аналіз із пізнішими аналогами підтверджує цей висновок на практиці: всі виробники, що розробляли нові моделі на базі катушкового апарату, вирішували проблему привода в першу чергу. GRAIN 3,6 запровадила варіатор і захищений корпус передачі, Maschio Gaspardo SP та Metro MTR перейшли на карданний привід.

Запропоноване конструктивне вдосконалення – заміна відкритої зубчасто–ланцюгової передачі дозволить одночасно: підвищити рівномірність обертання валів висівних апаратів і якість розподілу насіння в рядку; ліквідувати ризик зіскакування ланцюга та незапланованих зупинок посіву; скоротити витрати часу і праці на технічне обслуговування приводу в умовах поля.

4.4. Агротехнічні вимоги

До висіву зернових та зернобобових культур висуваються наступні агротехнічні вимоги:

Сіяти треба в агротехнічні строки, які встановлені для даної культури. Сівалка повинна забезпечувати рівномірний розподіл насіння по всій площі, що засівається.

Відхилення фактичної норми висіву насіння від заданої не повинне перевищувати $\pm 3\%$, а мінеральних добрив – $\pm 10\%$. Нерівномірність висіву окремими висівними апаратами допускається для зернових культур до 6, зернобобових – 10%.

Пошкодження насіння робочими органами посівних машин не повинно перевищувати 0,2% зернових культур і 0,7% зернобобових.

Насіння має вкладатися на однакову глибину, оптимальну для даної культури, і загортатися згори шаром вологого ґрунту. Відхилення глибини

загортання насіння від заданої повинно бути не більше $\pm 15\%$, що при глибині сівби 3–4 см становить $\pm 0,5$ см при 4–5 см – $\pm 0,7$ см, при 6–8 см – ± 1 см.

Сіяти треба прямолінійними рядками із заданими міжряддями. Ширина стикового міжряддя не повинна відхилятися від ширини основного більш ніж на ± 5 см. Не допускаються огріхи і пересіви.

4.5. Технологічні розрахунки

4.5.1. Розрахунок катушкового висівного апарата

Висівні апарати катушкового типу з жолобковими катушками встановлюються на сівалці як основні робочі органи. Технологічні параметри такого апарата охоплюють форму, розміри та кількість жолобків, робочу довжину катушки, величину вихідного зазору між катушкою та донцем, товщину донця, а також місце розташування і розміри верхнього поріжка. Робочий процес висіву насіння катушковим апаратом ґрунтується на виведенні насіння з корпусу за допомогою жолобків катушки та активного шару, що формується завдяки впливу ребер обертової катушки на насіння, яке знаходиться в зоні безпосереднього контакту з нею.

Кількість висіяного насіння за один оберт катушки

$$q_0 = (f \cdot z \cdot \mu + \pi \cdot d_k \cdot C_{np}) \cdot L_k \cdot \gamma_c \cdot 10^{-3}, \quad (4.1)$$

де q_0 – подача катушки, г/об;

f – площа поперечного перерізу, мм²;

z – кількість жолобків, шт;

μ – коефіцієнт заповнення жолобків насінням;

d_k – зовнішній діаметр катушки, мм;

C_{np} – приведена товщина активного шару насіння, мм;

L_k – робоча довжина котушки, мм;

γ_c – об'ємна маса насіння, г/см³.

Зовнішній діаметр котушки, згідно рекомендаціям [2] приймаємо $d_k=50$ мм. Товщину перемички між сусідніми жолобками, згідно рекомендаціям [2], приймаємо $\Delta b=1,5$ мм (рис. 4.3). Тоді центральний кут для перемички

$$\Delta\varphi = 2\Delta b / d_k, \quad (4.2)$$

де $\Delta\varphi$ – центральний кут для перемички, рад;

Δb – товщина перемички, мм.

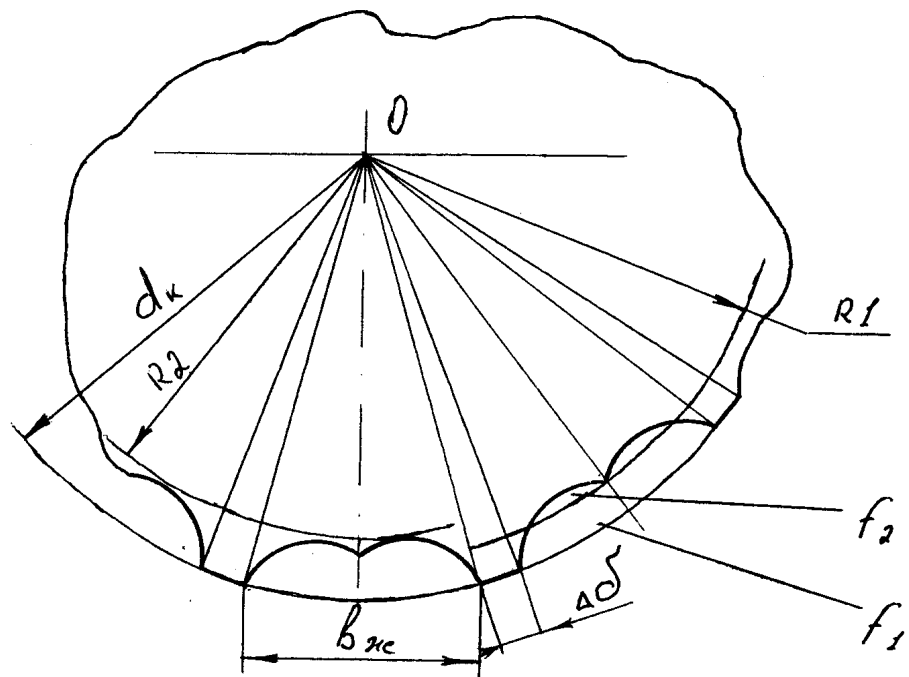


Рис. 4.3. Форма жолобків котушки.

Центральний кут φ_1 , який відповідає ширині жолобка $b_{жс}$

$$\varphi_1 = 2 \arcsin \left(\frac{b_{жс}}{d_k} \right), \quad (4.3)$$

де $b_{жс}$ – ширина жолобка, мм.

Ширина жолоба $b_{жс}$ повинна бути більше довжини насіння $L_c=10$ мм [1]. Тому приймаємо для розрахунків $b_{жс}=13$ мм.

Кількість жолобків

$$z = \frac{2\pi}{\varphi_1 + \Delta\varphi}, \quad (4.4)$$

$$z = \frac{2 \cdot \pi}{2 \cdot \arcsin \left(\frac{13}{20} \right) + \frac{21,5}{50}} = 10,7.$$

Приймаємо катушку з $z=10$ жолобками. При прийнятій кількості жолобків $b_{жс}=14$ мм. Робоча довжина катушки $L_k=39$ мм. Коефіцієнт заповнення жолобків насінням, згідно рекомендацій [1], $\mu=0,85$.

Приведена товщина активного шару насіння

$$C_{np} = \frac{1 - e^{-b_0 c_0}}{b_0}, \quad (4.5)$$

де e – основа натурального логарифму;

b_0 – коефіцієнт пропорційності, 1/мм;

c_0 – зазор на виході між катушкою і донцем, мм.

Коефіцієнт b_0 , згідно рекомендаціям [1], приймаємо $b_0=0,22$ 1/мм.

Величина зазору c_0

$$c_0 > 2d_n, \quad (4.6)$$

де d_n – товщина насіння, що висівається апаратом.

Жолобок має площу поперечного перерізу

$$f = f_1 - 2f_2, \quad (4.7)$$

де

$$f_1 = \varphi_1 \left(\frac{d_k^2}{4} - R_1^2 \right),$$

$$f_2 = \frac{r^2}{2} (\alpha_2 - \sin \alpha_2),$$

тут

$$\alpha_2 = 2 \arccos \left(1 - \frac{R_1 - R_2}{r} \right).$$

При розрахунках приймаємо $R_1=23$ мм, $R_2=22$ мм, $r=3,8$ мм.

Тоді

$$f_1 = 2 \arcsin \frac{14}{50} \left(\frac{50^2}{4} - 23^2 \right) = 54,5 \text{ мм}^2;$$

$$f_2 = \frac{3,8^2}{2} \left\{ 2 \arccos \left(1 - \frac{23-22}{3,8} \right) - \sin \left[2 \arccos \left(1 - \frac{23-22}{3,8} \right) \right] \right\} = 3,5 \text{ мм}^2;$$

$$f = 54,5 + 2 \cdot 3,5 = 61,5 \text{ мм}^2.$$

Результати розрахунків зводимо в таблицю 4.3.

Таблиця 4.3

Висівна спроможність апарата

Найменування насіння	Подача котушки, г/об.
Томати	11,63
Перець	16,83
Баклажани	18,87
Огірки	18,63
Капуста	20,64
Цибуля	17,67
Морква	14,45
Салат	14,85
Петрушка	14,45

зміри корпуса апарата (рис. 4.4).

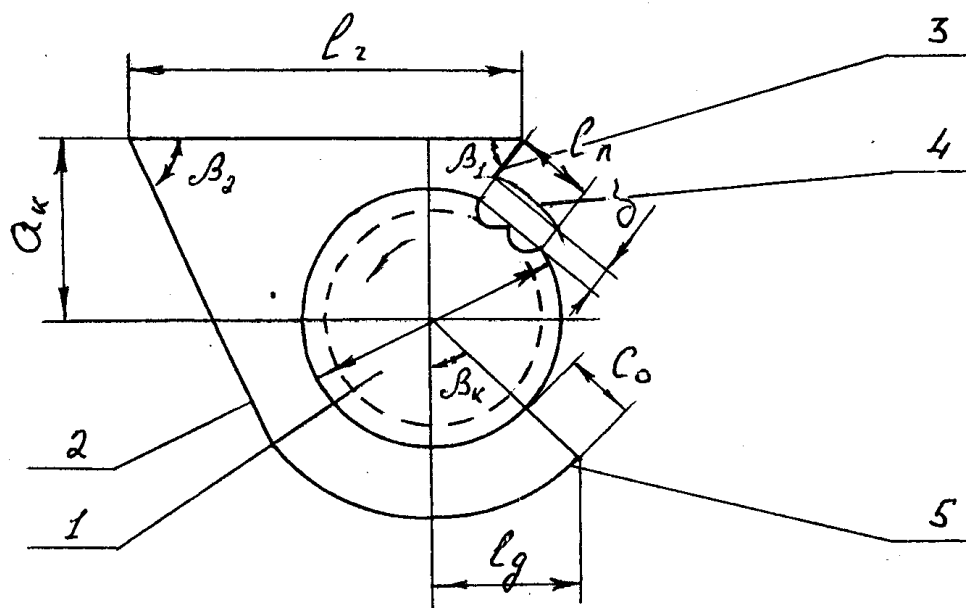


Рис. 4.4. Схема корпусу апарата

1 – котушка, 2 – задня стінка корпусу, 3 – передня стінка корпусу, 4 – верхній поріжок, 5 – передня частина донця

Довжину вхідного вікна приймальної горловини висівного апарата L_2 обирають конструктивно, керуючись умовами раціонального компоновання та забезпечення нормальної роботи ворушилки, яку встановлюють під час висіву насіння зі слабкою сипкістю: $L_2=60$ мм. Ширину вхідного вікна приймають такою, що дорівнює максимальній довжині котушки $L_{max}=L_2=39$ мм. Розмір a_k визначають мінімально можливим з конструктивних міркувань: $a_k=35$ мм. Кути нахилу передньої β_1 та задньої β_2 стінок апарата мають перевищувати кут тертя насіння по їхній поверхні: $\beta_1=68^\circ$, $\beta_2=72^\circ$. Мінімальне значення довжини l_n верхнього поріжка 4 визначають з умови недопущення витікання насіння в зоні контакту поріжка 4 з котушкою 1 – для цього зазор δ приймають меншим за товщину найменшого за розміром насіння, що висівається апаратом:

$\delta=0,4$ мм. Довжину l_n поріжка призначають більшою за ширину жолобка $b_{жс}$ котушки: $l_n=15$ мм. Довжину передньої частини донця L_2 визначають графічним методом після встановлення параметрів котушки. З цієї метою з точки А (рис. 4.5) проводять пряму АВ під кутом $90^\circ+\psi$ до вертикального діаметра котушки до її перетину з донцем у точці В, яка і визначає межу передньої частини донця.

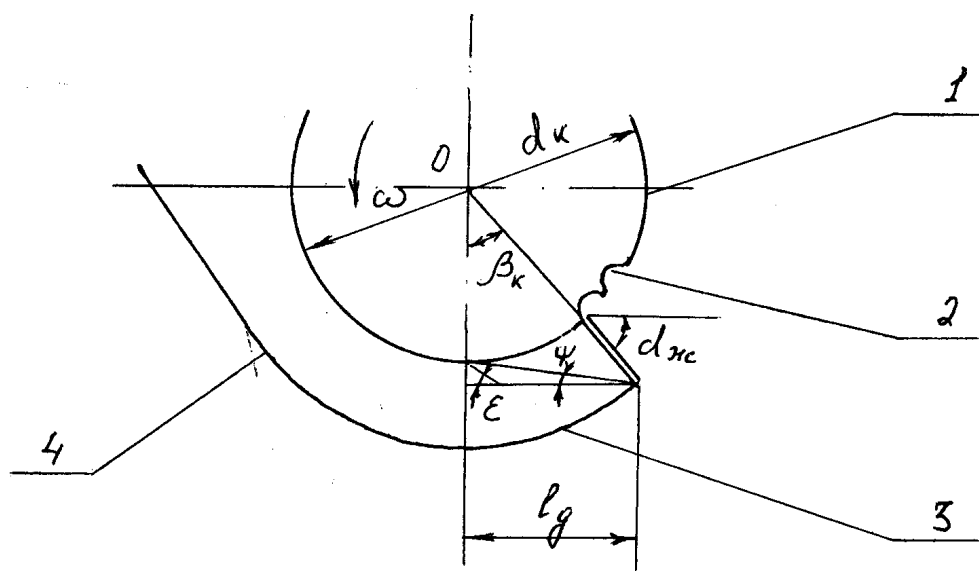


Рис. 4.5. Схема до визначення довжини донця

1 – котушка; 2 – жолобок котушки; 3 – передня частина донця; 4 – задня стінка корпусу

Умова визначення кута ψ

$$\psi \leq \epsilon + \alpha_n,$$

де ϵ – мінімальний кут природнього укусу насіння, $\epsilon=42^\circ$ [1];

α_c – максимально допустимий кут нахилу рельєфу поля, на якому може працювати сівалка, $\alpha_c=10^\circ$ [3]

$$\psi \leq 42^\circ + 10^\circ = 52^\circ.$$

Приймаємо $\psi=50^\circ$.

З'єднуючи точки B і O , отримаємо кутову координату β_k кінця донця.

Умова забезпечення доброго випадання насіння з жолобка [1]

$$\beta_k \leq \arcsin \frac{1}{f}, \quad (4.8)$$

де f – коефіцієнт тертя насіння по поверхні жолобка катушки, $f=0,6$ [1].

$$\beta_k \leq \arctg \frac{1}{0,6} = 59^\circ.$$

Отже, умови доброго випадання насіння з жолобка забезпечуються.

4.3. Кінематичний розрахунок

Загальне передаточне число механізму приводу від приводного колеса сівалки до вала катушкових висівних апаратів визначається за формулою [1]

$$i = \frac{\pi \cdot D_k \cdot b \cdot Q}{F_n \cdot \gamma_c \cdot L_k \cdot (1 - \varepsilon)}, \quad (4.22)$$

де D_k – діаметр приводного колеса, $D_k=0,51$ м [3];

b – ширина міжряддя, $b=70$ см [3];

Q – норма висіву насіння кабачка, $Q=3...5$ кг/га [1];

ε – коефіцієнт просковзування приводного колеса.

В залежності від діаметру приводного колеса D_k , форми, розмірів його шини і стану ґрунту $\varepsilon=0,04...0,3$ [1]. Приймаємо $\varepsilon=0,08$.

Значення L_k , згідно рекомендаціям [1], приймаємо не менше трьох розмірів насіння по їх ширині.

Площа поздовжнього перерізу рухомого шару насіння [1]

$$F_n = fz\mu + \pi d_k C_{np}, \quad (4.23)$$

$$F_n = 61,5 \cdot 10 \cdot 0,85 + 3,14 \cdot 50 \cdot 1,486 = 756,05 \text{ мм}^2;$$

$$i_{max} = \frac{3,14 \cdot 0,51 \cdot 70 \cdot 5}{756,05 \cdot 0,4915(1 - 0,08)} = 0,983;$$

$$i_{min} = \frac{3,14 \cdot 0,51 \cdot 70 \cdot 3}{756,05 \cdot 0,4915(1 - 0,08)} = 0,590.$$

З формули загального передаточного числа визначаємо частоту обертання вала висівного апарата

$$i = \frac{n_6}{n_{xk}};$$

$$n_6 = i \cdot n_{xk}, \quad (4.25)$$

де n_6 – частота обертання вала висівного апарата, об/хв;

n_{xk} – частота обертання опорно–приводного колеса, об/хв

$$n_{xk} = \frac{30 \cdot \omega}{\pi}. \quad (4.26)$$

Кутова швидкість

$$\omega = V / R, \quad (4.27)$$

де V – швидкість руху сівалки, $V=8,44 \text{ км/год}=2,34 \text{ м/с}$;

R – радіус опорно–приводного колеса, $R=0,225 \text{ м}$

$$\omega = \frac{2,34}{0,225} = 10,42 \text{ с}^{-1};$$

$$n_{xk} = \frac{30 \cdot 10,42}{3,14} = 99,5 \text{ хв}^{-1}.$$

Тоді частота обертання вала висівного апарата

$$n_{6min} = 99,5 \cdot 0,59 = 58,71 \text{ хв}^{-1}.$$

$$n_{6max} = 99,5 \cdot 0,983 = 97,81 \text{ хв}^{-1}.$$

4.4. Силовий розрахунок механізму приводу сівалки

Максимальний обертовий момент опорно–приводного колеса

$$M = \frac{fGD_k}{2k}, \quad (4.30)$$

де f – коефіцієнт зчеплення, для пневматичних коліс, $f=0,4$;

G – частина сили тяжіння, що припадає на колеса, Н;

k – кількість опорних та опорно–приводних коліс на сівалці.

Величина сили тяжіння сівалки, що приходить на колеса

$$G = G_c - n(R_H - G_1), \quad (4.31)$$

де G_c – сила тяжіння сівалки з заправленими бункерами насінням і добривами, $G_c=12443$ кН;

n – кількість посівних секцій на сівалці, $n=6$;

R_H – сила реакції пружини натискної штанги, Н;

G_1 – сила тяжіння секції сівалки, $G_1=418,19$ Н.

$$G = 12443 - 6(518 + 418,19) = 6826 \text{ Н};$$

$$M = \frac{0,4 \cdot 6826 \cdot 0,51}{2 \cdot 2} = 348,13 \text{ Н м.}$$

Обертальний момент на будь–якому валу механізму привода

$$M_i = M\eta_i i_i, \quad (4.32)$$

де η_i – ККД передачі, η_i дорівнює добутку ККД проміжних пар

$\eta_1 \eta_2 \eta_3 \dots$ для ланцюгової пари приймаємо ККД=0,9 [1].

i_i – передаточне число до розрахункового вала.

Максимальний обертовий момент на валу висівних апаратів

$$M_{ва} = 348,13 \cdot 0,9^3 \cdot 0,983 = 249,47 \text{ Н м.}$$

4.6. Розрахунок на міцність деталей і вузлів

4.6.1. Розрахунок ланцюгової передачі

Розраховуємо ланцюгову передачу, що передає крутний момент від ходового колеса на вхідний вал механізму передач.

Оберти вала опорно–приводного колеса

$$n_1 = n_{\text{хк}} = 99,5 \text{ хв}^{-1}.$$

Передаточне відношення ланцюгової передачі

$$i = z_2 / z_1, \quad (4.47)$$

де z_2 – число зубців відомої зірочки;

z_1 – число зубців ведучої зірочки.

$$i = \frac{18}{8} = 2,25.$$

Частот обертання веденого вала

$$n_2 = \frac{n_1}{i} = \frac{99,5}{2,25} = 44,22, \quad (4.48)$$

Вибираємо ланцюг з кроком $P=31,75$ мм.

Ділильні діаметри ведучої і веденої зірочок

$$d_q = \frac{P}{\sin\left(\frac{180}{z}\right)}, \quad (4.49)$$

де d_q – ділильний діаметр зірочки, мм;

P – крок ланцюга, мм;

z – число зубців зірочки

$$d_{q1} = \frac{31,75}{\sin\left(\frac{180}{8}\right)} = 82,97 \text{ мм};$$

$$d_{q2} = \frac{31,75}{\sin\left(\frac{180}{18}\right)} = 182,84 \text{ мм}.$$

Міжосьова відстань ланцюгової передачі [7]

$$a < (30...50)P, \quad (4.50)$$

Приймаємо $a=300$ мм.

Швидкість ланцюга визначаємо за формулою [8]

$$V = \frac{n \cdot z \cdot P}{60 \cdot 1000}, \quad (4.51)$$

де V – швидкість ланцюга, м/с;

n – частота обертання меншої зірочки, об/хв;

z – кількість зубців меншої зірочки

$$V = \frac{82,36 \cdot 8 \cdot 31,75}{60 \cdot 1000} = 0,349 \text{ м/с.}$$

Визначаємо колову силу передачі

$$F_t = \frac{2M}{d_q}, \quad (4.52)$$

де F_t – колова сила на зірочці, Н;

M – крутний момент, що передається зірочкою, Н м.

Колова сила на зірочці опорно–приводного колеса

$$F_{t1} = \frac{2 \cdot 249,47}{82,97 \cdot 10^{-3}} = 6019 \text{ Н.}$$

Колова сила на зірочці вхідного вала механізму передач

$$F_{t1} = \frac{2 \cdot 249,47}{2,25 \cdot 182,84 \cdot 10^{-3}} = 1213 \text{ Н.}$$

Коефіцієнт експлуатації передачі

$$K = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (4.53)$$

де K_1 – коефіцієнт динамічності навантаження, $K_1=1$;

K_2 – коефіцієнт способу регулювання натягу ланцюга, $K_2=1$;

K_3 – коефіцієнт міжосьової відстані передач, $K_3=1,25$;

K_4 – коефіцієнт нахилу лінії зірочок до горизонту, $K_4=1$;

K_5 – коефіцієнт способу змащення ланцюга, $K_5=1,5$;

K_6 – коефіцієнт режиму роботи, при двозмінній роботі, $K_6=1,25$

$$K = 1 \cdot 1 \cdot 1,25 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 1,25 = 2,344.$$

Допустима колова сила

$$[F_t] = A \cdot [P], \quad (4.54)$$

де A – площа проекції опорної поверхні шарніра

$$A = 0,28 \cdot P^2, \quad (4.55)$$

$$A = 0,28 \cdot 31,75^2 = 282,3 \text{ мм}^2;$$

$[P]$ – допустимий тиск в шарнірі, $[P]=53 \text{ МПа}$

$$[F_t] = 282,3 \cdot 53 = 14962 \text{ Н.}$$

$$F_t < \frac{[F_t]}{k}, \quad (4.56)$$

$$\frac{[F_t]}{k} = \frac{14962}{2,344} = 6383 \text{ Н.}$$

Для зірочки опорно–приводного колеса

$$6019 \text{ Н} < 6383 \text{ Н.}$$

Для зірочки вхідного вала механізму передач

$$1213 \text{ Н} < 6383 \text{ Н.}$$

Отже, умова зносостійкості виконується.

Остаточно приймаємо приводний роликовий нормальний ланцюг ПР–31.75.

4.6.3. Вибір підшипників вихідного вала механізму передач

Попередньо приймаємо підшипник кульковий радіальний однорядний №206 з коефіцієнтом динамічної вантажопідйомності $C=15300 \text{ Н}$, статичної $C_0=10200 \text{ Н}$, внутрішнім діаметром $d=30 \text{ мм}$, зовнішнім діаметром $D=62 \text{ мм}$ і шириною $b=16 \text{ мм}$.

Визначаємо відношення

$$\frac{F_A}{C_0} = \frac{300}{10200} = 0,0294,$$

де $F_A=300$ Н – осьове навантаження.

Цьому співвідношенню відповідає допоміжний коефіцієнт $e=0,22$.

Знаходимо відношення

$$\frac{F_A}{V \cdot F_r} = \frac{300}{1 \cdot 503} = 0,59, \quad (4.61)$$

де V – коефіцієнт обертання, при внутрішньому кільці, яке обертається по відношенню до навантаження $V=1$.

Так як дане співвідношення більше e , то еквівалентне динамічне навантаження P

$$P = (X \cdot V \cdot F_r + Y \cdot F_a) K_B \cdot K_T, \quad (4.62)$$

де P – еквівалентне динамічне навантаження;

X, Y – коефіцієнти радіального та осьового навантаження, $X=0,56$; $Y=1,99$;

K_B – коефіцієнт безпеки, $K_B=1,5$; $K_T=1,05$.

Тоді

$$C = 8,43 \cdot P = 8,43 \cdot 1384 = 11667$$

$$P = (0,56 \cdot 1 \cdot 503 + 1,99 \cdot 300) \cdot 1,5 \cdot 1,05 = 1384 \text{ Н.}$$

Розрахункова динамічна вантажопідйомність підшипника C встановлюється по відношенню C/P . Для $n=20,59 \text{ хв}^{-1}$ $C/P=8,43$

$$C=8,43 \cdot P=8,43 \cdot 1384=11667 \text{ Н.}$$

Підшипник задовольняє вимогам, оскільки

$$C=11667 < 15300 \text{ Н.}$$

5. ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1. Інструкція з охорони праці при роботі на посівному агрегаті

Дія цієї інструкції поширюється на трактористів–машиністів, зайнятих виконанням польових посівних робіт на агрегаті у складі трактора КИЙ 14904 та причіпної овочевої сівалки СО–4,2, а також на всіх осіб, які обслуговують посівний агрегат під час підготовки до роботи та проведення технічного обслуговування. Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві, затверджені наказом Міністерства соціальної політики України від 29.08.2018 № 1240 (НПАОП 01.0–1.02–18), є обов’язковими для виконання всіма роботодавцями та працівниками у сільськогосподарському виробництві.

До роботи на посівному агрегаті допускаються особи, які досягли 18–річного віку, пройшли медичний огляд і не мають протипоказань за станом здоров’я, отримали відповідне посвідчення тракториста–машиніста, пройшли вступний та первинний інструктаж з охорони праці, ознайомлені з інструкцією з охорони праці та склали залік із перевірки знань.

Тракторист–машиніст зобов’язаний: виконувати лише ту роботу, яка доручена керівником та відповідає його кваліфікації; дотримуватися правил охорони праці та пожежної безпеки; знати місця розташування первинних засобів пожежогасіння та вміти ними користуватися; не залишати трактор без нагляду з працюючим двигуном; негайно повідомляти керівника про будь–який нещасний випадок або виникнення несправностей агрегату.

Під час роботи на тракторному посівному агрегаті на тракториста–машиніста можуть діяти такі небезпечні та шкідливі виробничі чинники: рухомі частини трактора та сівалки (вали, ланцюги, зірочки, шестерні);

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

МВК 00. 000 ПЗ

Арк.

49

шум та вібрація від двигуна та ходової частини трактора; загазованість повітря відпрацьованими газами двигуна; пил від ґрунту та насіннєвого матеріалу під час роботи; ризик перекидання трактора на схилах та нерівному рельєфі; термічні опіки від розжарених частин двигуна та системи випуску відпрацьованих газів.

Тракторист–машиніст повинен бути забезпечений засобами індивідуального захисту (ЗІЗ): комбінезон бавовняний або костюм з брезентовими вставками, черевики зі шкіряним верхом на нековзній підошві, рукавички захисні бавовняні (для технічного обслуговування), окуляри захисні відкриті (при роботі в умовах запиленості), навушники або беруші протишумові при рівні шуму понад 80 дБА.

Перед виїздом у поле тракторист–машиніст зобов’язаний провести щоденне технічне обслуговування (ЩТО) трактора і сівалки. При проведенні ЩТО слід: перевірити рівні мастила у картері двигуна, коробці передач та мостах; перевірити рівень охолоджувальної рідини та палива; перевірити тиск у шинах і стан їх протектора; переконатися у справності гальм (робочого та стоянкового), рульового керування та освітлювальних приладів трактора.

Перевірити надійність з’єднання сівалки СО–4,2 з трактором: автозчіпка має бути надійно зафіксована; тягова штанга і вилка автозчіпки– у задовільному стані без тріщин та деформацій; шплінти та запобіжні пальці– встановлені та не зношені. Приводний вал від ВВО трактора до сівалки (за його наявності) має бути надійно з’єднаний і захищений кожухом.

Перевірити стан робочих органів сівалки: дискові сошники не повинні мати ушкоджень та деформацій; реборди (глибиновказівні котки) – у справному стані; котки та шлейфи – надійно закріплені; висівні апарати – без ознак механічних пошкоджень; насіннепроводи – без

розривів і засмічень. Насіннєвий ящик і туковий ящик – очищені від залишків насіння та добрив після попередньої роботи.

Оглянути поле перед початком посіву: видалити сторонні предмети (металобрухт, дріт, каміння), що можуть спричинити пошкодження агрегату або нещасний випадок; визначити межі поля та наявність нерівностей, ям, канав; позначити небезпечні місця. Не допускається розпочинати роботу в полі, що не обстежене належним чином.

Засипати насіння в насіннєвий ящик сівалки та мінеральні добрива в туковий ящик слід лише за умови, що агрегат стоїть, двигун вимкнений. Ручне завантаження ящиків дозволяється лише після повної зупинки посівного агрегату та вимкнення двигуна трактора. Для завантаження використовують справний ковш або лопату; піднімати мішки масою понад 20 кг самостійно забороняється.

Під час руху посівного агрегату заборонено: залишати робоче місце; допускати сторонніх осіб на підніжки трактора або на раму сівалки; перевіряти стан висівних апаратів і сошників на ходу; усувати засмічення насіннєпроводів під час руху. Не дозволяється сівачам (помічникам тракториста) знаходитись або працювати на навісних сівалках під час руху агрегату.

Під час роботи слід суворо дотримуватись встановленої робочої швидкості руху. На поворотах наприкінці гону необхідно: підняти сівалку в транспортне положення (за її конструктивними можливостями); знизити швидкість; виконувати поворот плавно, без різких кермових рухів.

Усунення засмічення висівних апаратів, насіннєпроводів та сошників, а також будь-яке регулювання робочих органів сівалки дозволяється виконувати лише після повної зупинки агрегату, вимкнення двигуна та зупинення обертання всіх рухомих частин. Очищення дискових сошників від налиплого ґрунту необхідно проводити спеціальними чистиками у захисних рукавицях.

Технічне обслуговування, заміна та регулювання робочих органів сівалки (дискових сошників, котків, загортачів, висівних апаратів), які перебувають у піднятому стані, проводити лише із загальмованим агрегатом та вимкненим двигуном. Обов'язково вжити заходів, що запобігають самовільному опусканню піднятих органів (установити страхувальні пристосування, підкласти підставки).

При роботі поблизу ліній електропередачі (ЛЕП) необхідно забезпечити безпечні відстані від крайнього проводу ЛЕП: при напрузі до 1 кВ – не менше 1,5 м; від 1 до 35 кВ – не менше 2 м; від 35 до 110 кВ – не менше 4 м. Під час роботи не допускати підняття робочих органів агрегату вище, ніж це передбачено регламентом виконання даного виду роботи.

При роботі в умовах підвищеної запиленості (оброблення насіння протруйниками, засипання добрив до тукового ящика) необхідно застосовувати засоби захисту органів дихання (респіратор ШБ–1 «Пелюстка» або аналогічний), очей (окуляри захисні) та рук (рукавички гумові або бавовняні). Після завершення роботи з пестицидами та добривами необхідно ретельно вимити руки з милом, а при забрудненні відкритих ділянок тіла – прийняти душ.

При виникненні будь-якої неполадки або аварійної ситуації (загоряння, перекидання, поломка ходової частини, вихід людини на шлях руху агрегату тощо) тракторист–машиніст зобов'язаний негайно зупинити агрегат, вимкнути двигун, загальмувати стоянковим гальмом та повідомити керівника робіт про ситуацію, що виникла.

При загорянні трактора або сівалки слід: негайно зупинити агрегат і вимкнути двигун; евакуювати людей від місця пожежі; якщо загоряння невелике і є можливість – приступити до гасіння вогнегасником. До кабіни трактора повинен бути підготовлений порошковий вогнегасник ОП–2 або ОП–5. При неможливості ліквідувати загоряння власними

силами – викликати пожежну охорону та вжити заходів для евакуації техніки і людей.

При нещасному випадку на виробництві тракторист–машиніст зобов’язаний: зупинити агрегат; надати потерпілому першу долікарську допомогу; викликати швидку медичну допомогу або організувати доставку потерпілого до медичного закладу; зберегти обстановку на місці нещасного випадку (якщо це не загрожує життю та здоров’ю інших людей); повідомити про нещасний випадок безпосереднього керівника. Нещасні випадки на виробництві підлягають розслідуванню та обліку в порядку, встановленому законодавством України.

Після завершення роботи тракторист–машиніст зобов’язаний: пригнати агрегат до місця зберігання (машинного двору, навісу); опустити сівалку на землю або поставити на підставки у транспортному положенні; вимкнути двигун трактора та загальмувати стоянковим гальмом; видалити ключ запалювання.

Провести поточне технічне обслуговування: очистити висівні апарати, насіннепроводи та дискові сошники від залишків ґрунту, насіння та добрив; перевірити і, за необхідності, підтягнути кріплення ланцюгів, шплінтів, болтових з’єднань; змастити шарнірні з’єднання сошникових секцій відповідно до карти мащення; виконати записи про виявлені несправності в журналі технічного стану агрегату.

Залишки насіннєвого матеріалу та мінеральних добрив у ящиках сівалки необхідно пересипати у призначену для цього тару і прибрати на склад. Ящики сівалки залишати відкритими для провітрювання. Після роботи з добривами та протруєним насінням тракторист–машиніст зобов’язаний вимити руки водою з милом і переодягнутися.

ВИСНОВКИ

За результатами виконання кваліфікаційної роботи з теми «Механізація вирощування кабачків з удосконаленням сівалки СО–4,2» можна сформулювати такі висновки:

- кабачок є важливою технічною та продовольчою культурою України, яку вирощують щорічно на площі 24–28 тис. га з потенційною врожайністю 60–80 т/га при дотриманні оптимальної агротехніки. Комплексний аналіз технології вирощування підтвердив, що посів є однією з найвідповідальніших технологічних операцій, від якості якої залежить рівномірність сходів, ефективність подальших агрозаходів та кінцева врожайність культури.
- сівалка СО–4,2 є стандартним засобом механізації посіву насіння кабачків у виробничих умовах. Разом з тим аналіз конструкції виявив характерний недолік: відкрита зубчата передача привода висівних апаратів схильна до інтенсивного забруднення і зносу, що призводить до нерівномірності обертання катушок і нестабільної норми висіву.

Запропоноване конструктивне вдосконалення – заміна відкритої зубчатої передачі закритим кулачковим варіатором – дозволяє: усунути потрапляння ґрунту, пилу та вологи на передавальні елементи; забезпечити плавне безступінчасте регулювання норми висіву у визначеному діапазоні; підвищити рівномірність обертання валів висівних апаратів; знизити витрати на технічне обслуговування агрегату в польових умовах. Розрахункове обґрунтування запропонованого рішення підтвердило його конструктивну та технологічну реалізованість.

Список використаної літератури

1. Кабачок–цукіні: особливості і технологія // Журнал «Овочі та Фрукти». – 2020. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.pro-of.com.ua/kabachok-cukini-osoblivosti-i-texnologiya/>
2. Сич З.Д., Бобось І.М., Федосій І.О. Овочівництво: навч. посіб. – К.: ЦП «Компринт», 2015. – 350 с.
3. Загальна будова овочевих сівалок: лабораторний практикум // [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://studfile.net/preview/4000484/page:28/>
4. Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві: НПАОП 01.0–1.02–18. Затверджено наказом Міністерства соціальної політики України від 29.08.2018 № 1240. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=81124
5. ПП 2.0.00–013–1999. Примірня інструкція з охорони праці для тракториста–машиніста сільськогосподарського виробництва. Затверджено наказом Міністерства аграрної політики України від 09.03.1999 № 110. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=56390
6. Закон України «Про охорону праці» від 14.10.1992 № 2694–ХІІ (зі змінами). – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12>
7. Воїтюк Д.Г., Гречкосій В.Д. та ін. Сільськогосподарські машини: підручник для с.–г. вищих навч. закладів. – К.: Каравела, 2004. – 552 с.
8. Барабаш О.Ю., Тараненко Л.К., Сич З.Д. Біологічні основи овочівництва: навчальний посібник / за ред. О.Ю. Барабаша. – К.: Арістей, 2005. – 348 с.

9. Загальна будова овочевих сівалок: лабораторний практикум // Studfile [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://studfile.net/preview/4000484/page:28/>
10. Лабораторний практикум. Посівні і садильні машини // Naurok.com.ua [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://naurok.com.ua/laboratorniy-praktikum-posvini-i-sadilni-mashini-89497.html>
11. Сівалка зернова GRAIN-3,6 Варіаторна: технічний опис // ТОВ «Агротехсвіт» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://agrotechsvit.com.ua/ua/p1456525875-seyalka-zernovaya-grain.html>
12. Сівалка навісна анкерна Maschio Gaspardo SP: карданний привід // ALS West [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.alswest.com.ua/ua-uk/equipment/seeding-equipment/maschio-gaspardo-sp>
13. Сівалка Gaspardo METRO MTR 16F70: привід Synchro Motion // Агроресурс [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.agrs.group/machinery/product/metro-mtr-16f70>
14. Воїтюк Д.Г., Гречкосій В.Д. та ін. Сільськогосподарські машини: підручник. – К.: Каравела, 2004. – 552 с.
15. Войтюк Д.Г., Яцун С.С., Довжик М.Я. Сільськогосподарські машини: основи теорії та розрахунку: навч. посіб. / за ред. Д.Г. Войтюка. – Суми: Університетська книга, 2008. – 544 с. – ISBN 978-966-680-386-6.
16. Васильченко В., Опалко В. Фактори, які визначають якість сівби / Журнал Агроном. – 2011. – URL: <https://www.agronom.com.ua/factory-yaki-vyznachayut-yakist-sivby/> (дата звернення: 07.11.2024).
17. Базалій В.В., Зінченко О.І., Лавриненко Ю.О. та ін. Рослинництво: підручник. – Херсон: Грінь Д.С., 2014. – 520 с.

18. Бондаренко М.Г., Демещук В.А. Комплектування і використання машинно–тракторного парку в рослинництві: Підручник. –К.: Вища шк., 1995. –237 с.: іл.
19. Експлуатація машин і обладнання: Навчальний посібник / Ружицький М.А., Рябець В.І., Кіяшко В.М. та ін. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 617 с.
20. Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва: Підруч. у 2 т: Т. 2 / А.В. Рудь, І.М. Бендера, Д.Г. Войтюк та ін.; за ред. А.В. Рудя. – К. Агроосвіта, 2012. – 434 с.
21. Технологія механізованих робіт в рослинництві. Методичні вказівки до виконання курсового проекту для студентів спеціальності «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва» та «Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва» / Укладачі: С.М. Лещенко, Д.І. Петренко, О.М. Васильковський, П.Г. Лузан, – Кіровоград: КНТУ, 2013. – 86 с.
22. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з курсів «Технологія механізованих робіт в рослинництві» та «Машиновикористання в рослинництві» для студентів спеціальностей 208 «Агроінженерія» та 133 «Галузеве машинобудування» / Укладачі: В.М. Сало, С.М. Лещенко, О.М. Васильковський, Д.І. Петренко, П.Г. Лузан – Кропивницький: ЦНТУ, 2018. – 170 с.
23. Сисолін П.В., Т.І. Рибак, Сало В.М. Сільськогосподарські машини: Теоретичні основи, конструкція, проектування. Книга 2: Машини для рільництва// За ред. М.І. Черновола. – К.: Урожай, 2002. – 364 с.
24. Кузьмін А.В. та ін. Розрахунки деталей машин: Довідковий посібник, М, 1986.
25. Цілинский В.П. Охорона праці в рослинництві / В.П. Цілинский. – К.: "Урожай", 1991. – 136 с.