

Центральноукраїнський національний технічний університет
Агротехнічний факультет
Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”

зав. кафедрою СГМ

к.т.н., професор

_____ Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

“ ____ ” _____ 2026 р.

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

Механізація вирощування буряка столового з
модернізацією овочевої сівалки

Виконав здобувач вищої освіти IV
курсу,

групи AI-23мбз

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

_____ Ковальов Андрій Олексійович

« ____ » _____ 2026 р.

Керівник проекту

доц., канд. техн. наук

_____ Дмитро АРТЕМЕНКО

« ____ » _____ 2026 р.

Рецензент

канд. техн. наук, ст. викл.

_____ Олександр ЛІВІЦЬКИЙ

Кропивницький

Анотація

У роботі проведено аналіз технологічного процесу вирощування буряка столового з акцентом на удосконалення конструкції овочевої сівалки для якісного посіву. Встановлено, що сівалка JPH 8 після незначної модернізації здатна відповідати агротехнічним вимогам до посіву буряка столового. Основну роль у забезпеченні якісного висіву відіграють сошник і борозний коток, для яких розроблено нові конструкції. Запропонований сошник і борозний коток мають комбіновані конструкції які забезпечують підвищення якості як укладання так і загортання насіння. Теоретично обґрунтовано геометричні параметри їх робочих поверхонь. Також розроблено заходи для покращення умов праці та усунення небезпечних чинників під час посіву. Запропоновані технічні рішення забезпечують рівномірне загортання насіння, покращує проростання та сприяє підвищенню врожайності.

Abstract

The study presents an analysis of the technological process of table beet cultivation, focusing on the improvement of the vegetable seeder design for high-quality sowing. It has been determined that the JPH 8 seeder, after minor modifications, can meet the agrotechnical requirements for sowing table beet. The coulter and furrow roller play a key role in ensuring precise seed placement, and new designs have been developed for these components. The proposed coulter and furrow roller feature combined structures that enhance both seed placement and covering quality. The geometric parameters of their working surfaces have been theoretically substantiated. Additionally, measures have been developed to improve working conditions and eliminate hazardous factors during the sowing process. The proposed technical solutions ensure uniform seed covering, enhance germination, and contribute to increased crop yields.

Перв. примен.	Формат	Знач.	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
					Документація загальна		
Справ. №					Заново розроблена		
	A4			МВБС 00.000 ПЗ	Пояснювальна записка		
					Документація по технологічній частині		
					Заново розроблена		
	A1			МВБС 00.001 ТЧ	Технологічна карта	1	
	A1			МВБС 00.002 ТЧ	Операційна карта	1	
Підп. и дата					Документація по складальним одиницям		
					Заново розроблена		
	A1			МВБС 00.000 СБ	Сівалка овочева JPH 8	1	
	A1			МВБС 00.110 СБ	Секція	1	
	A3			МВБС 00.120 СБ	Сошник	1	
	A3			МВБС 00.130 СБ	Борозний коток	1	
Підп. и дата					МВБС 00.000 ВП		
	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
	Разр.	Ковальов				Лист	Лист
	Пров.	Артеменко					Листов
						1	
	И.контр.	Артеменко				ЦНТУ	
Инд. № подл.	Утв.	Васильковський				зр. АІ-23мбз	
	Відомість кваліфікаційної роботи						

Копіював

Формат А4

Зміст

1. Вступ.....	6
2. Аналіз сучасної технології вирощування буряка столового з визначенням шляхів її удосконалення.....	7
3. Операційна технологія процесу посіву буряка столового.....	18
4. Інженерна частина.....	26
5. Охорона праці.....	48
Висновки.....	51
Список використаної літератури.....	52
Додатки	

					МВБС 00.000 ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Вступ

В сучасних умовах агропромислового виробництва підвищення ефективності вирощування овочевих культур, зокрема буряка столового, є важливим завданням, яке безпосередньо впливає на рівень продовольчої безпеки, економічну стабільність господарств та задоволення споживчого попиту. Буряк столовий займає значне місце в структурі овочевих культур завдяки своїм високим смаковим якостям, поживній цінності та попиту серед населення [1,2].

Одним із ключових етапів у технологічному процесі вирощування буряка столового є сівба, від якості якої залежить рівномірність сходів, формування міцного рослинного покриву та кінцева врожайність. Точне розміщення насіння по глибині та відстані, забезпечення оптимального контакту з ґрунтом, збереження вологи - усе це визначає необхідність використання надійної та вдосконаленої посівної техніки.

На сьогодні у виробництві активно використовуються універсальні просапні сівалки, однак їх конструкція не завжди дозволяє врахувати специфіку посіву овочевих культур, зокрема буряка столового. Це зумовлює необхідність модернізації існуючих технічних засобів. Зокрема, вдосконалення робочих органів овочевої сівалки - сошника та котків, що дає змогу забезпечити якісніше формування борозни, укладання та загортання насіння.

Метою даної кваліфікаційної роботи є розробка та обґрунтування конструктивних змін у робочих органах овочевої сівалки для забезпечення якісного посіву буряка столового з урахуванням агротехнічних вимог. У роботі проаналізовано існуючі технічні рішення, запропоновано модернізовану конструкцію посівного агрегату, а також розглянуто заходи щодо підвищення ефективності та безпеки виконання технологічного процесу.

					МВБС 00.000 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Ковальов			Пояснювальна записка	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Артеменко					6	
Н. Контр.		Артеменко						
Затверд.		Васильковський						
					ЦНТУ гр. АІ-23мбз			

2. Технологічна частина

2.1 Технологія вирощування буряка столового

Опис культури. Буряк столовий (*Beta vulgaris* L. var. *conditiva* Alef.) - це дворічна трав'яниста рослина родини Амарантових (*Amaranthaceae*), хоча вирощується переважно як однорічна для отримання коренеплодів. У перший рік життя рослина формує розетку прикореневих листків та соковитий коренеплід, який і є основною продуктивною частиною. Коренеплоди бувають різноманітної форми (округлі, плескаті, циліндричні) та забарвлення (від темно-червоного до бордового, іноді з фіолетовим відтінком). Листя велике, серцеподібне або видовжене, зеленого або червонуватого кольору, також може використовуватися в їжу, особливо у молодих рослин. На другий рік життя (при висадці коренеплоду) буряк формує квітконосне стебло та дає насіння. Буряк столовий цінується за високий вміст цукрів, вітамінів (С, групи В, РР), мінеральних солей (калію, магнію, заліза) та органічних кислот [3,4].

Вимоги до температури. Буряк столовий - культура відносно холодостійка, але теплолюбна. Проростання насіння починається при температурі ґрунту $+4^{\circ}\text{C} \dots +5^{\circ}\text{C}$, проте сходи за таких умов з'являються повільно (через 20-22 дні). Оптимальна температура для появи дружніх сходів $+15^{\circ}\text{C} \dots +18^{\circ}\text{C}$ (з'являються через 5-6 днів), а найшвидше насіння проростає при $+22^{\circ}\text{C} \dots +25^{\circ}\text{C}$. Оптимальна температура для росту листя та формування коренеплодів становить $+15^{\circ}\text{C} \dots +23^{\circ}\text{C}$. При температурі нижче $+8^{\circ}\text{C} \dots +11^{\circ}\text{C}$ ріст листя сповільнюється, але може відбуватися накопичення цукрів у коренеплодах за рахунок відтоку асимілянтів. Сходи можуть витримувати короточасні заморозки до -2°C , а дорослі рослини – до -4°C . Однак тривале зниження температури негативно впливає на розвиток. Рослина досить жаростійка, фотосинтез може відбуватися і при $+40^{\circ}\text{C}$, але тривала спека, особливо без достатнього зволоження, може погіршити якість коренеплодів [5-7].

Вимоги до світла. Буряк столовий – світлолюбна культура. Потребує достатнього освітлення протягом усього вегетаційного періоду. Затіннення

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

призводить до витягування черешків листя, зменшення розміру та маси коренеплодів, а також до погіршення їх біохімічного складу (зниження вмісту цукрів та сухих речовин). Врожайність може знизитися на 30% і більше. Для буряка обирають добре освітлені, відкриті сонячні ділянки, бажано з південного боку, де рослини не будуть затінюватися іншими культурами чи будівлями [5-7].

Вимоги до ґрунту. Буряк столовий вимогливий до родючості та структури ґрунту. Найкраще росте на глибоких, пухких, добре аерованих та родючих ґрунтах. Оптимальними є чорноземи, сірі лісові, темно-сірі опідзолені ґрунти легкого або середнього механічного складу (супіщані та суглинкові). Можливе успішне вирощування і на окультурених низинних торфовищах. Віддає перевагу нейтральній або слаболужній реакції ґрунтового розчину (рН 6.0-7.5). На кислих ґрунтах ріст пригнічується, коренеплоди формуються дрібними та поганої якості. Кислі ґрунти потребують вапнування.

Буряк досить вимогливий до вологи, особливо в періоди проростання насіння, укорінення сходів та інтенсивного наростання коренеплодів. Однак не переносить застою води та близького залягання ґрунтових вод. Добре реагує на внесення органічних (перепрілий гній, компост) та мінеральних добрив. Особливо потребує азоту на початку вегетації та калію і фосфору під час формування коренеплоду [8-11].

Попередники. Дотримання сівозміни має важливе значення для запобігання накопиченню шкідників та хвороб, а також для раціонального використання поживних речовин ґрунту. Найкращі попередники: огірки, кабачки, патисони, рання картопля, томати, цибуля, бобові культури (горох, квасоля), озима пшениця, однорічні трави.

Допустимі попередники: капуста (за умови відсутності спільних хвороб, наприклад, кили).

Погані попередники: інші види буряків (цукровий, кормовий), шпинат, мангольд, ріпак, морква (мають спільних шкідників та хвороби, а також схожі вимоги до живлення).

					<i>МВБС 00.000 ПЗ</i>	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Буряк столовий рекомендується повертати на ту саму ділянку не раніше, ніж через 3-4 роки.

Обробіток ґрунту під вирощування буряка столового [8-11].
Правильний обробіток ґрунту є основою для отримання високого врожаю буряка столового, оскільки забезпечує оптимальні умови для росту та розвитку коренеплодів.

Осінній обробіток - лущення стерні, проводиться негайно після збирання попередника на глибину 6-8 см (дисковими лущильниками) або 10-12 см (лемішними лущильниками). Це допомагає зберегти вологу, спровокувати проростання насіння бур'янів для їх подальшого знищення та частково знищити шкідників.

Зяблева оранка - є основним обробітком ґрунту. Проводиться через 2-3 тижні після лущення, коли зійдуть бур'яни. Глибина оранки повинна бути не менше 25-30 см, оскільки буряк формує довгий коренеплід. На менш родючих підзолистих ґрунтах глибину поступово збільшують. Під час оранки вносять основну частину фосфорних та калійних добрив, а також органічні добрива (якщо вони не вносилися під попередник).

Вирівнювання поверхні (за потреби) - на важких ґрунтах після оранки можуть утворюватися великі брили. В такому випадку восени проводять культивуацію або боронування для часткового вирівнювання.

Весняний обробіток - ранньовесняне боронування (закриття вологи), проводиться як тільки ґрунт досягне фізичної стиглості, щоб запобігти втраті вологи, накопиченої за осінньо-зимовий період. Використовують важкі або середні борони.

Передпосівна культивуація - проводиться безпосередньо перед сівбою на глибину загортання насіння (3-5 см). Її мета - розпушити верхній шар ґрунту, знищити проростки бур'янів, вирівняти поверхню поля та створити щільне ложе для насіння. Часто культивуацію поєднують з боронуванням.

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

Передпосівне коткування (за потреби) - на легких та розпушених ґрунтах після передпосівної культивуації може знадобитися коткування для ущільнення ґрунту та забезпечення кращого контакту насіння з вологою.

Вимоги до посіву і посів [8-11]. Правильна підготовка насіння та ґрунту, а також дотримання строків і техніки сівби - запорука отримання дружніх сходів та гарного врожаю.

Підготовка насіння - насіння буряка являє собою супліддя (клубочок), з якого може вирости кілька рослин. Для прискорення проростання та підвищення схожості насіння можна замочувати у воді або розчині стимуляторів росту на 1-2 доби, протруювати від хвороб.

Строки посіву залежать від кліматичних умов регіону та бажаних термінів отримання врожаю. Ранній посів проводять, як тільки ґрунт прогріється на глибині 10 см до +6°C...+8°C (зазвичай кінець квітня – початок травня). Це дозволяє отримати ранню продукцію. Основний посів - для тривалого зберігання буряк сіють у травні на початку червня. Підзимовий посів - можливий у деяких регіонах для отримання надраннього врожаю. Насіння висівають пізно восени (перед настанням стійких заморозків) так, щоб воно не проросло до зими.

Способи посіву – рядковий (насіння висівають у борозенки); стрічковий (декілька рядків (зазвичай 2-3) розміщують близько один до одного, а між стрічками залишають ширші міжряддя).

Глибина загортання насіння: на легких ґрунтах 3-4 см, на важких ґрунтах: 2-3 см.

Норма висіву залежить від сорту та способу сівби. Орієнтовно – 1-2 г/м². Можна сіяти густіше з подальшим проріджуванням, або одразу розміщувати насіння на відстані 8-10 см одне від одного. Відстань між рядками 30-45 см, залежно від сорту та агротехніки. Відстань між рослинами в рядку (після проріджування) 8-15 см, залежно від бажаного розміру коренеплодів.

Ґрунт після сівби злегка ущільнюють (прикочують) для кращого контакту насіння з вологою. За сухої погоди проводять полив. Оскільки з

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

одного клубочка часто виростає кілька рослин, проріджування є обов'язковим агрозаходом. Перше проріджування проводять у фазі 1-2 справжніх листків, залишаючи рослини на відстані 3-4 см. Друге – у фазі 4-5 листків, доводячи відстань між рослинами до оптимальної (8-15 см).

Внесення добрив [8-11]. Буряк столовий добре реагує на внесення добрив, що сприяє формуванню великих та якісних коренеплодів.

Органічні добрива - найкраще вносити під попередник або восени під зяблеву оранку. Рекомендована норма 30-40 т/га перепрілого гною або компосту. Свіжий гній безпосередньо під буряк вносити не рекомендується, оскільки це може спричинити розгалуження коренеплодів та погіршити їх смакові якості.

Мінеральні добрива - азотні добрива, сприяють росту листя та накопиченню білка. Вносять переважно навесні під передпосівну культивуацію (наприклад, аміачну селітру, карбамід) та у підживлення на ранніх стадіях розвитку (у фазі 2-3 справжніх листків). Надмірне азотне живлення на пізніх етапах може призвести до накопичення нітратів у коренеплодах. Орієнтовна норма – N 60–90 кг/га діючої речовини.

Фосфорні добрива - важливі для розвитку кореневої системи, прискорюють досягання та покращують якість коренеплодів (підвищують цукристість). Основну частину вносять восени під оранку (наприклад, суперфосфат). Орієнтовна норма – P 60–90 кг/га діючої речовини.

Калійні добрива - підвищують стійкість рослин до хвороб та несприятливих умов, покращують лежкість коренеплодів та вміст цукрів. Вносять переважно восени під оранку (наприклад, калійна сіль, хлористий калій). Орієнтовна норма – K 90–120 кг/га діючої речовини.

Мікродобрива - буряк чутливий до нестачі бору (викликає гниль сердечка), марганцю та магнію. За потреби проводять позакореневе підживлення розчинами мікродобрив.

Перше підживлення проводять після першого проріджування, зазвичай азотними добривами або розчином коров'яку чи пташиного посліду.

					<i>МВБС 00.000 ПЗ</i>	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Друге підживлення проводять через 2-3 тижні після першого, переважно фосфорно-калійними добривами для стимуляції росту коренеплоду. Норми добрив коригують залежно від родючості ґрунту (за даними агрохімічного аналізу), попередника та запланованого врожаю.

Боротьба з бур'янами. Бур'яни є серйозними конкурентами буряка за світло, вологу та поживні речовини, що може значно знизити врожайність.

Агротехнічні заходи [8-11]:

дотримання сівозміни, зменшує засміченість специфічними для культури бур'янами;

якісний обробіток ґрунту, осінній та весняний обробіток знищує значну частину бур'янів та їх насіння;

своєчасне боронування до сходів та по сходах (сліпе боронування), дозволяє знищити бур'яни у фазі "білої ниточки". Проводиться легкими боронами поперек або по діагоналі до напрямку сівби.

міжрядні обробітки (просапуювання), проводяться кілька разів за вегетацію для знищення бур'янів у міжряддях та розпушування ґрунту. Перший міжрядний обробіток проводять на невелику глибину (4-6 см) при появі рядків буряка. Наступні глибше (8-12 см), але зі зменшенням глибини в міру росту рослин, щоб не пошкодити кореневу систему.

Ручне прополювання в рядках необхідне для видалення бур'янів безпосередньо біля рослин буряка.

Хімічні заходи (застосування гербіцидів). Застосовуються на великих площах або при високій забур'яненості. Важливо використовувати лише ті гербіциди, що дозволені для застосування на посівах буряка столового в Україні, та суворо дотримуватися інструкцій щодо норм, строків та способів внесення.

Ґрунтові гербіциди вносяться до сівби, під час сівби або до сходів культури для контролю проростаючих бур'янів.

					МВБС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Післясходові (страхові) гербіциди застосовуються по вегетуючих рослинах буряка та бур'янів. Важливо враховувати фазу розвитку культури та бур'янів для ефективного та безпечного застосування.

Мульчування: Покриття ґрунту в міжряддях органічними матеріалами (солома, скошена трава, компост) або агроволокном допомагає пригнічувати ріст бур'янів, зберігати вологу та покращувати структуру ґрунту.

Боротьба з шкідниками і хворобами. Буряк столовий може уражуватися низкою шкідників та хвороб, що вимагає своєчасних заходів захисту.

Основні шкідники [8-11]:

бурякова блішка, пошкоджує молоде листя, вигризаючи в ньому невеликі отвори;

бурякова муха (мінуюча), личинки проробляють ходи (міни) в листках;

бурякова попелиця, висмоктує сік з листя та молодих пагонів, спричиняючи їх скручування та деформацію. Є переносником вірусних хвороб;

довгоносики (звичайний буряковий, сірий буряковий), пошкоджують сходи та молоде листя;

дротяники та несправжні дротяники, личинки пошкоджують коренеплоди, прогризаючи в них ходи;

нематоди (бурякова), уражує кореневу систему, призводячи до відставання в рості та зниження врожаю.

Основні хвороби:

церкоспоров - на листках з'являються численні дрібні сірувато-бурі плями з червоною каймою. При сильному ураженні листя відмирає;

фомоз (суха гниль сердечка) - викликається нестачею бору та грибковою інфекцією. На коренеплодах утворюються сухі темні плями, тканина під якими загниває;

коренеїд сходів, комплекс грибкових захворювань, що уражує проростки та молоді сходи, викликаючи їх почорніння та загибель;

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

пероноспороз (несправжня борошниста роса), на верхньому боці листків з'являються жовтуваті плями, а на нижньому сіро-фіолетовий наліт;

кагатна гниль, розвивається під час зберігання коренеплодів, викликається різними грибами та бактеріями.

Заходами боротьби є:

використання біологічних інсектицидів та фунгіцидів на основі бактерій, грибів або вірусів, що є безпечнішими для довкілля;

приваблення та збереження корисних комах-ентомофагів;

протруювання насіння перед сівбою для захисту від коренеїду та деяких шкідників;

обробка посівів інсектицидами та фунгіцидами при перевищенні економічного порогу шкідливості. Важливо використовувати препарати, дозволені для буряка столового, та дотримуватися регламентів їх застосування (норми, строки, кратність обробок, терміни очікування до збору врожаю).

Збирання врожаю. Своєчасне та правильне збирання врожаю буряка столового є ключовим для забезпечення його якості та тривалого зберігання. Для літнього споживання (пучкова продукція), починають збирати, коли коренеплоди досягають діаметра 3-5 см. Такі буряки мають ніжну м'якоть і використовуються разом з молодим листям.

Для осінньо-зимового зберігання буряк збирають масово перед настанням стійких заморозків (зазвичай у вересні на початку жовтня, залежно від регіону). Коренеплоди повинні досягти технічної стиглості, бути добре сформованими та мати характерне для сорту забарвлення. Не варто перетримувати буряк у ґрунті, оскільки це може погіршити його лежкість та смакові якості, а також призвести до накопичення нітратів.

Ознаки стиглості це пожовтіння та часткове відмирання нижніх листків, досягнення коренеплодами розмірів, характерних для сорту.

На великих площах використовують бурякозбиральні комбайни або копачі, які підкопують коренеплоди, відокремлюють їх від ґрунту та частково або повністю видаляють бадилля.

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

Після збирання коренеплоди сортують за розміром та якістю. Пошкоджені, хворі або підморожені екземпляри відбраковують. Для тривалого зберігання відбирають здорові, цілі коренеплоди середнього розміру.

2.2 Технологічна карта вирощування буряка столового [8-13]:

1. Підготовка ґрунту - лущення стерні (після зернових або зернобобових). Проведення лущення відразу після збирання попередника на глибину 6-8 см (для легких ґрунтів) або 10-12 см (для важких ґрунтів), дисковими боронами: Lemken Rubin 10, Amazone Catros, Horsch Joker RT або вітчизняними аналогами. Лушильниками: Vaderstad Carrier, Kverneland Qualidisc Farmer.

2. Внесення основних добрив (фосфорних та калійних, органічних за потреби), згідно з результатами агрохімічного аналізу ґрунту та запланованої врожайності. Рівномірний розподіл по полю: розкидачі мінеральних добрив: Amazone ZA-TS, Rauch Axis, Kverneland Exakta; розкидачі органічних добрив: Fliegl ADS, Joskin Siroko, Annaburger HTS або вітчизняні аналоги.

3. Оранка (зяблева). Глибока оранка на 27-30 см для забезпечення оптимального водного та повітряного режимів ґрунту. Плуги оборотні: Lemken Juwel, Kverneland ES/LS, Kuhn Vari-Master, ПЛН 4-35, ПЛН 5-35.

4. Ранньовесняне закриття вологи та вирівнювання ґрунту. Проведення боронування або культивації при настанні фізичної стиглості ґрунту для збереження вологи та створення дрібногрудкуватої структури. Важкі зубові борони: John Deere 2623VT, Salford RTS або вітчизняні аналоги. Культиватори для суцільного обробітку: Horsch Terrano FX, Amazone Cenius.

5. Передпосівна культивація на глибину сівби (3-4 см) для створення оптимального ложа для насіння, знищення сходів бур'янів. Передпосівні культиватори (компактори): Vaderstad NZ Aggressive, Lemken Kompaktor, Farnet Kompaktomat або вітчизняні аналоги.

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

6. Сівба. Протруювання насіння (зазвичай проводиться виробником насіння). Обробка насіння фунгіцидами та інсектицидами для захисту від хвороб та шкідників на ранніх етапах розвитку. Оптимальні строки сівби (коли ґрунт на глибині 10 см прогріється до +6-8°C). Норма висіву залежить від сорту/гібриду та схеми сівби (зазвичай 8-15 кг/га, або 400-600 тис. насінин/га). Глибина загортання насіння 2-3 см на важких ґрунтах та 3-4 см на легких. Ширина міжрядь 45 см або 70 см. Сівалки точного висіву (пневматичні або механічні): Kverneland Optima, Monosem NG Plus, Amazone Precea, Vaderstad Tempo, Vesta 12. Нами пропонується використовувати овочеву сівалку точного висіву JPH 8.

7. Догляд за посівами. Прикочування посівів (за потреби, особливо на легких ґрунтах та в посушливих умовах). Забезпечує покращення контакту насіння з ґрунтом, збереження вологи. Кільчасто-шпорові котки: Farnet, Агромаш.

8. Боротьба з бур'янами. Досходове боронування (через 3-5 днів після сівби, до появи сходів буряка). Післясходове боронування (у фазі 1-2 справжніх листків у буряка). Міжрядні обробітки (культивациі) – 2-3 рази за вегетацію. Застосування гербіцидів (ґрунтових та страхових) відповідно до регламентів. Легкі зубові борони (сітчасті): Einböck Aerostar. Міжрядні культиватори з підживлювачами або без: Kverneland Kultistrip, Horsch Transformer VF, Monosem Supercrop. Обприскувачі самохідні або причіпні: John Deere R4000/M700 Series, Amazone Pantera/UX, Berthoud Raptor/Tracker.

9. Підживлення. Проведення підживлень (зазвичай азотними добривами) на основі діагностики стану рослин та агрохімічного аналізу ґрунту. Перше підживлення у фазі 3-4 справжніх листків, друге у фазі змикання листків у міжряддях. Розкидачі мінеральних добрив (для суцільного внесення): ті ж, що і для основного внесення. Міжрядні культиватори з туковисівними апаратами. Обприскувачі (для позакореневого підживлення).

10. Боротьба зі шкідниками та хворобами. Регулярний моніторинг посівів. Застосування інсектицидів та фунгіцидів при досягненні економічного

					<i>МВБС 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

порогу шкодочинності. Обприскувачі самохідні або причіпні: ті ж, що і для гербіцидної обробки.

11. Збирання врожаю. Скошування гички (десикація за потреби). Проведення за 7-10 днів до збирання коренеплодів для полегшення роботи збиральної техніки та підсушування гички. Десикацію проводять при нерівномірному дозріванні або сильному забур'яненні. Гичкозбиральні машини (подрібнювачі гички): Grimme BM 300/330, Holmer HR. Обприскувачі (для десикації).

12. Збирання коренеплодів. Проведення в оптимальні строки (залежно від сорту та погодних умов) для запобігання втратам та погіршенню якості. Мінімальне пошкодження коренеплодів. Самохідні бурякозбиральні комбайни: Grimme MAXTRON/REXOR, Holmer Terra Dos T4, ROPA Tiger/Panther. Причіпні бурякозбиральні комбайни (однорядні, дворядні): Kleine, Dewulf. Копачі-валкоутворювачі (для невеликих площ або з подальшим ручним дозбируванням).

13. Транспортування врожаю. Оперативне транспортування з поля до місця зберігання або переробки для уникнення псування. Вантажні автомобілі з причепами. Перевантажувачі буряків: Grimme RH/RL, ROPA Maus.

14. Післязбиральна доробка та зберігання (за потреби).

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

3. Операційна технологія посіву буряка столового

Вихідні умови для розрахунку наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Вихідні умови

Показник	Значення показника
Операція	Посів буряка столового
Трактор	New Holland TD5.90
Овочева сівалка	JPH 8
Довжина гонів, L м	900
Площа посіву, га	10
Фон поля	Під посів
Кут підйому, %	2

3.1 Агротехнічні вимоги до посіву буряка столового [10-12]:

Успішний посів буряка столового є одним з ключових факторів для отримання високого та якісного врожаю. Дотримання агротехнічних вимог на цьому етапі забезпечує оптимальні умови для проростання насіння, розвитку сходів та формування здорових рослин.

Терміни посіву. Сівбу проводять, коли ґрунт на глибині загортання насіння (2-3 см) стійко прогріється до +6...+8°C. Ранні посіви в холодний ґрунт можуть призвести до зрідження сходів, ураження хворобами та стрілкування рослин. Запізнення з сівбою, особливо в умовах швидкого наростання температур та висихання верхнього шару ґрунту, призводить до недружніх сходів та зниження врожайності. В Україні це припадає на кінець квітня – початок травня.

Ґрунт повинен бути дрібногрудкуватим, добре розпушеним, вирівняним, без великих грудок та рослинних решток. Це забезпечує рівномірне загортання насіння на задану глибину та хороший контакт насіння з ґрунтом. Верхній шар ґрунту (0-10 см) повинен бути достатньо вологим для проростання насіння.

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

Оптимальна вологість посівного шару – 60-70% від повної вологоємності. Поле перед сівбою має бути максимально очищене від бур'янів, особливо багаторічних коренепаросткових.

Використовувати слід кондиційне насіння високих репродукцій з сортовою чистотою не менше 98% та лабораторною схожістю не нижче 80-90% (залежно від стандарту). Сучасне насіння буряка столового часто дражоване або інкрустоване. Це забезпечує точність висіву, захист від хвороб та шкідників на початкових етапах, а також може містити стартові дози мікроелементів. Якщо використовується не оброблене насіння, бажано провести його протруювання фунгіцидами та інсектицидами.

Широкорядний пунктирний - найбільш поширений спосіб сівби, що забезпечує оптимальну площу живлення для рослин та можливість проведення міжрядних обробітків.

Глибина загортання насіння залежить від механічного складу ґрунту та його вологості. На важких, суглинкових ґрунтах 2-3 см; на легких, супіщаних ґрунтах 3-4 см. В умовах недостатнього зволоження верхнього шару глибину можна дещо збільшити (до 4-5 см), але не надмірно, щоб не ускладнити проростання. Важливо, щоб насіння лягло у вологий шар ґрунту.

Норма висіву залежить від сорту/гібриду, якості насіння, схеми сівби, запланованої густоти стояння рослин та кінцевої мети вирощування (на пучкову продукцію, для зберігання тощо). При використанні сівалок точноговисіву та якісного насіння: орієнтовно 6-12 кг/га або 400-600 тисяч насінин на 1 га. Для ранньої продукції норму можна дещо збільшити.

Густота стояння рослин. До збирання оптимальною вважається густота 350-500 тис. рослин/га, залежно від сортових особливостей та бажаного розміру коренеплодів. Для отримання дрібніших коренеплодів (наприклад, для консервування) густоту збільшують.

Ширина міжрядь - найбільш поширена ширина міжрядь – 45 см. Також можливі схеми з міжряддями 60 см або 70 см, особливо при використанні техніки, налаштованої під інші культури (наприклад, кукурудзу чи соняшник).

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

Вужчі міжряддя (25-30 см) можуть використовуватися при вирощуванні на пучкову продукцію або в дрібних господарствах з ручним доглядом.

Рівномірність розміщення насіння в рядку - дуже важлива для отримання однорідних за розміром коренеплодів та уникнення конкуренції між рослинами. Сучасні сівалки точного висіву дозволяють досягти високої рівномірності.

Ущільнення ґрунту після сівби (прикочування) - рекомендується на легких ґрунтах та в посушливих умовах для покращення контакту насіння з ґрунтом, підтягування вологи до насіння та прискорення появи сходів. Використовують кільчасто-шпорові або гладкі котки (залежно від стану ґрунту). На важких ґрунтах при достатній вологості прикочування може бути зайвим або навіть шкідливим, спричиняючи утворення кірки.

Дотримання цих агротехнічних вимог дозволить створити сприятливі умови для росту та розвитку буряка столового, що є запорукою отримання щедрого та якісного врожаю.

3.2 Комплектування і підготовка агрегату до посіву буряка столового

Ефективний та якісний посів буряка столового значною мірою залежить від правильного комплектування та ретельної підготовки посівного агрегату. Цей процес включає вибір трактора, сівалки, їх з'єднання та налаштування всіх систем для забезпечення оптимальних параметрів сівби.

Трактор повинен мати достатню потужність для роботи з овочевою сівалкою JPH 8, враховуючи тип ґрунту, рельєф поля та робочу швидкість. Для такої комплектації сівалки достатньо трактора потужністю 80-120 к.с.

Перед роботою необхідно перевірити технічний стан трактора. Перевірити рівень мастила, охолоджуючої рідини, палива. Двигун повинен працювати рівно, без сторонніх шумів. Перевірити рівень та стан гідравлічного масла. Гідросистема повинна забезпечувати необхідний тиск та потік для підйому/опускання сівалки та роботи її приводів. Шланги та

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

з'єднання мають бути герметичними. Перевірити справність акумулятора, генератора, освітлювальних приладів та роз'ємів для підключення систем контролю висіву сівалки. Перевірити тиск в шинах, справність гальмівної системи. Ширина колії трактора повинна відповідати ширині міжрядь сівалки для уникнення ущільнення ґрунту в зоні рядків. За потреби, відрегулювати колію. Перевірити справність триточкової навіски, тяг, розкосів. Вона повинна забезпечувати правильне агрегування та копіювання рельєфу сівалкою. Якщо планується використання систем паралельного водіння або автопілоту, перевірити їх справність та налаштування.

Підготовка сівалки точного висіву JPH 8. Перевірити цілісність рами, справність опорних коліс та механізмів регулювання глибини. Оглянути стан сошників. Вони повинні бути гострими, не зношеними, для забезпечення рівномірної глибини загортання та формування чистої борідки. За потреби, замінити або відрегулювати. Підібрати висіваючі котушки з потрібною кількістю жолобків, що відповідають фракції та розміру насіння буряка столового. Очистити висівний апарат від бруду та залишків насіння. Перевірити та відрегулювати висівний апарат запобігання висіву двійників або пропусків. Перевірити стан прикочуючих та загортаючих котків/колес, свободу обертання та налаштування тиску на ґрунт. Вони повинні забезпечувати хороший контакт насіння з ґрунтом та закриття борідки. Механічний привід (від опорно-привідних коліс) - перевірити стан ланцюгів, зірочок, редукторів. Змастити рухомі частини.

За допомогою розкосів навіски відрегулювати сівалку так, щоб у робочому положенні її рама була паралельна поверхні ґрунту. Поздовжнє положення: Центральною тягою відрегулювати поздовжнє положення сівалки для забезпечення правильного заглиблення сошників.

Перевірити фактичну глибину загортання безпосередньо в полі, зробивши пробний прохід. Тиск сошників повинен бути достатнім для стабільного заглиблення на задану глибину, але не надмірним, щоб не ущільнювати дно борідки. Тиск прикочуючих котків регулюється для

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

забезпечення оптимального контакту насіння з ґрунтом без надмірного ущільнення поверхні.

Перевірити - фактичну глибину загортання насіння; рівномірність розміщення насіння в рядку; за потреби, внести остаточні корективи в налаштування. Регулярно під час роботи контролювати роботу агрегату та якість сівби.

3.3 Підготовка поля до роботи при посіві буряка столового

Перед початком сівби буряка столового необхідно провести ретельний огляд ділянки та очистити її від усіх предметів, які можуть ускладнити роботу сільськогосподарської техніки. Насамперед потрібно перевірити всю площу на наявність потенційних перешкод - великих ям, каміння, коріння дерев та інших об'єктів, що можуть негативно вплинути на якість посіву. Після огляду слід видалити всі предмети, які можуть заважати проходженню трактора або сівалки, зокрема великі камені, гілки, пні тощо. Якщо на полі є перешкоди, які неможливо усунути (наприклад, масивні валуни або залишки дерев), їх необхідно чітко позначити, щоб уникнути пошкодження техніки під час роботи.

Коли поле очищене, а небезпечні ділянки позначені, потрібно визначити оптимальний маршрут руху сівалки. Зазвичай посів здійснюють вздовж межі поля або рядами, що забезпечує рівномірний розподіл насіння. Напрямок руху слід обирати з урахуванням розташування перешкод, намагаючись їх обійти, якщо це можливо. Такий підхід дозволяє зберегти справність обладнання та гарантує якісний, рівномірний посів на всій площі.

3.4 Робота агрегату в загінці при посіві буряка столового

Для вибору найкращого напрямку руху сільськогосподарського агрегату по гоновій смузі довжиною 900 метрів із застосуванням човникової схеми переміщення потрібно врахувати низку важливих чинників, які визначають якість сівби та ефективність роботи обладнання. Спершу важливо з'ясувати,

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

чи може сівалка працювати у заданому напрямку і чи дозволяють її конструктивні особливості здійснювати переміщення за схемою «туди-назад».

Особливості поверхні поля також мають велике значення: за наявності нерівностей або вирівняних ділянок доцільно обрати такий вектор руху, що дозволяє мінімізувати вплив різких змін висоти, які можуть негативно позначитись на рівномірному розподілі насіння в ґрунті.

Вітер є ще одним суттєвим фактором, що впливає на посів, його потужні пориви здатні порушити рівномірність висіву. Тому доцільно орієнтувати агрегат у напрямку повітряного потоку або під кутом до нього, що допоможе зменшити вплив аеродинамічного тиску. Крім цього, слід упевнитися, що технічний засіб спроможний безперервно функціонувати на всій довжині проходу, не вимагаючи частих зупинок чи додаткових маневрів, які могли б знизити продуктивність процесу.

3.5 Контроль якості роботи

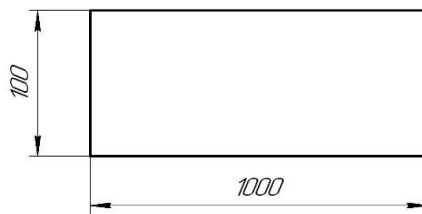
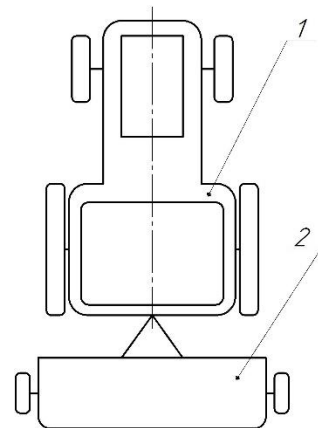
Обґрунтований вибір напрямку руху та методу переміщення сільськогосподарського агрегату відіграє суттєву роль у підвищенні ефективності виконання агротехнічних операцій, зокрема під час посіву буряка столового. Результати розрахунків, які враховують як особливості рельєфу, геометричні параметри поля, так і технічні можливості машин, дозволяють раціонально спланувати маршрути агрегату та сформувати операційну технологічну карту. Додатково проводиться оцінка основних організаційних показників виконання робіт, що забезпечує зростання продуктивності та покращення якості висіву. Детальний розрахунок операцій технологічної карти наведений в Додатку А.

На основі проведених розрахунків складаємо операційно-технологічну карту наведену в таблиці 3.2.

					<i>МВБС 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Таблиця 3.2

Операційно–технологічна карта на посів буряків

Назва груп показників	Параметри, вимоги, нормативи	Схеми
1	2	3
Умови роботи	Площа – 10 га, довжина гонів – 900м, ширина гонів – 234м, величина підйому – 0,02, питомий опір з поправкою на швидкість – 1,5 кН/м, глибина загортання насіння – 2,5 см.	<i>Схема поля</i> 
Агротехнічні вимоги	Коливання ширини міжрядь повинно бути не більше: у основних ± 1 см, суміжних сівалок ± 2 см, суміжних проходів ± 5 см, відхилення від заданої глибини посіву $\pm 0,5$ см. Не допускаються незароблене насіння на поверхні поля. Число пропусків не повинно перевищувати 2% від числа висіяних насінин.	
Склад агрегату і підготовка його до роботи	Трактор New Holland T5.90, сівалка JHP 8, робоча ширина захвату – 3,6 м, мінімальний радіус повороту – 4,32м, кінематична довжина агрегату – 7,7м. Підготовка агрегату: провести щозмінне ТО трактора і сівалки; відрегулювати на задану норму висіву.	 1 – трактор; 2 – сівалка
Підготовка поля	Перед початком сівби поле оглянути, перешкоди усунути, ширина поворотної смуги 17,6м.	

Спосіб руху	Спосіб руху – гоновий човниковий, спосіб повороту – петльовий грушоподібний	$R=4,32m$ $B=3,6m$ $E=4,62m$ $E=17,6m$ $L_p=864m$ $L=900m$ $E=17,6m$ L - довжина гонів, L_p - робоча довжина загінки, E - ширина поворотної смуги, e - довжина виїзду агрегату, B_p - ширина захвату агрегату.
Швидкість руху	Робоча передача – IV, враховуючи буксування, робоча швидкість 4,5 км/год	
Показники організаційного процесу	Тривалість циклу – 26 хв, технічна продуктивність за цикл – 0,57 га/ц; змінна продуктивність агрегату – 8,8 га/зм, кількість циклів за зміну 15,5 ц/зм	
Контроль за якістю роботи сівалки	Відхилення від заданої глибини повинно бути не більше $\pm 0,5$ см. Норма висіву становить (8,0-10,0 кг/га) або 400-500 тис. насінин/га.	При оцінці якості посіву врахувати такі показники: ширину основних і стикових міжрядь – відкопати насіння без його переміщення і заміряти відстань між суміжними рядками; глибина посіву – відкрити насіння і заміряти глибину їх загортання; точність висіву насіння – легкими рухами поперек рядка відкрити 1м рядка і заміряти відстань між насінням; прямолінійність рядків – на довжині 50м відбити базову лінію і через 0,5м заміряти відхилення.

4. Інженерна частина

4.1 Обґрунтування напрямку модернізації овочевої сівалки під посів буряка столового

Посів насіння столового буряку вимагає високої точності, оскільки це впливає на рівномірність сходів, густоту стояння рослин та врешті, на врожайність і якість коренеплодів. Сучасні сівалки точного висіву пропонують різноманітні конструктивні рішення для оптимального укладання та загортання насіння. Розглянемо найпоширеніші конструкції сівалок які використовуються в Україні, звертаючи особливу увагу на їх робочі органи, що відповідають за процеси розміщення і загортання насіння.

Європейський виробник Kverneland [16] пропонує сівалки Kverneland Optima та Monorill S (рис. 4.1, 4.2).



Рис. 4.1 Kverneland Optima

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



Рис. 4.2 Monopill S

Сівалка Kverneland Optima є універсальним агрегатом точного висіву, тоді як Monopill S спеціалізується на бур'яках та іншому дражованому насінні, забезпечуючи виняткову точність навіть при неглибокому посіві. В Kverneland Optima зазвичай використовується важка дводискова сошникові секція, яка формує чисту V-подібну борозну. Monopill S може оснащуватися як дводисковим, так і спеціалізованим полозовидним сошником для надточного контролю глибини на невеликих значеннях. Глибина посіву регулюється опорними колесами, розташованими збоку або позаду сошника, що забезпечує відмінне копіювання мікрорельєфу поля.

Обидві моделі використовують вакуумну систему дозування. У Monopill S насіннепровід короткий, що сприяє делікатному укладанню насіння. У сівалках Optima може бути встановлений опціональний проміжний прикочуючий коток або спеціальний укладач насіння. Цей елемент притискає кожен насінину до дна борозни безпосередньо перед її загортанням, забезпечуючи оптимальний контакт з вологим ґрунтом.

У якості загортачів можуть застосовуватися регульовані загортаючі диски або V-подібні загортаючі лапи. Kverneland пропонує широкий вибірокотків: стандартні V-подібні гумові котки (закривають борозну, ущільнюючи ґрунт з боків від насіння), широкі суцільні гумові котки або пальцеві (пруткові) котки для різних ґрунтових умов. Monopill S часто

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

комплектуються гумовим котком типу Farmflex. Тиск котків легко регулюється. Основним недоліком сівалок Kverneland є їх ціна, яка може бути недоступна для малих господарств.

Овочева сівалка точного висіву Monosem MS (рис. 4.3), виробництва компанії Ribouleau [17], призначена для сівби не лише широкого спектра овочевих культур, а і для висіву бахчевих. Точне розміщення насіння в рядку досягається завдяки класичній конструкції секції робочих органів, аналогічній тій, що використовується для сівби просапних культур. Конструкція секції включає кілька елементів. На передній частині встановлено відгортальник грудок, який забезпечує вирівнювання поверхні рядка перед проходженням переднього котка. Далі йде сошник наральникового типу з тупим кутом входження в ґрунт, що формує посівну борозну. Безпосередньо за сошником розміщений регульований металевий борозноутворюючий коток, який ущільнює насіння в борозні та вирівнює його за глибиною загортання. Після цього пластинчасті загортачі закривають борозну, а сітчастий прикочуючий коток проводить мульчування ґрунту над насінням, що запобігає утворенню ґрунтової кірки.



Рис. 4.3 Сівалка Monosem MS

					<i>МВБС 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

Втім, поряд із перевагами сівалки існують і певні недоліки. Зокрема, за умов підвищеної вологості ґрунту металевий борозний коток схильний до налипання вологого ґрунту та насіння на свою поверхню, що може негативно позначитися на точності висіву. Окрім того, сітчастий прикочуючий коток характеризується недостатнім ущільненням поверхні рядка, що знижує якість завершального етапу формування посівного ложа.

Шведські сівалки Väderstad Tempo [18] відомі своєю здатністю здійснювати надзвичайно точний висів на високих швидкостях (до 15 км/год і вище) завдяки унікальній системі дозування та транспортування насіння під тиском PowerShoot. Активний дводисковий сошник, розроблений для стабільної роботи на високих швидкостях. Глибина висіву контролюється опорним колесом, розташованим поруч із сошником.



Рис. 4.4 Väderstad Tempo

Система Gilstring Seed Metering направляє насіння потоком повітря через короткий прямий насіннепровід Gilstring. Це забезпечує точне потрапляння насінини в задану точку борозни незалежно від швидкості та вібрацій. На кінці насіннепроводу може бути встановлений м'який гумовий язичок (stop wheel), який делікатно зупиняє насінину перед її контактом з ґрунтом. Для загортання

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

насіння можуть використовуватися як загортаючі диски, так і V-подібні загортаючі лапи. Для сівалки пропонується широкий вибір прикочуючих котків, оптимізованих для роботи на високих швидкостях. Це можуть бути широкі гумові котки або V-подібні конструкції, що забезпечують надійний контакт насіння з ґрунтом та якісне закриття борозни. Сівалка призначена для посіву на великих площах, має високу вартість та не дуже підходить для малих господарств, що і є її недоліком.

Компанія Kuhn [19] пропонує універсальні та міцні сівалки точного висіву серій Maxima та Planter, які добре зарекомендували себе при посіві буряків. Сівалка Kuhn Maxima 3 (рис. 4.5) має важку дводискову сошникову секцію з дисками великого діаметру (400 мм) для стабільного заглиблення. Контроль глибини здійснюється за допомогою бічних опорних коліс.



Рис. 4.5 Kuhn Maxima 3

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



Рис. 4.6 Kuhn Planter 3

Сівалка Kuhn Planter 3 (рис. 4.6) має класичну секцію просапної сівалки і оснащена наральниковим сошником з комбінованим кутом входу в ґрунт, також передбачені борозний гумовий коток, задній прикочуючий та різноманітні загортачі. Обидві сівалки мають вакуумну систему дозування. Конструкція насіннєпроводу спрямована на точне та рівномірне падіння насіння. Як і в інших сучасних сівалках, можливе встановлення укладача насіння. Стандартно використовуються регульовані загортаючі диски або V-подібні загортаючі пластини. Kuhn пропонує великий вибір опцій: V-подібні гумові котки різної ширини, широкі суцільні гумові котки, сталеві котки та пальцеві котки, реалізована можливість швидкої зміни типу котків. Основними недоліками цих сівалок можна назвати велику вартість і необхідність висококваліфікованого персоналу.

Італійський виробник Gaspardo [20] пропонує широкий спектр сівалок. Gaspardo MTR – це важка універсальна секція, яка комплектується важким дводисковим сошником (діаметр дисків до 420 мм) та великими бічними опорними колесами (діаметр до 400 мм), що забезпечує відмінне копіювання рельєфу.

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



Рис. 4.7 Gaspardo MTR

Система подачі та укладання насіння - вакуумна. Насіннєпровід може мати вигнуту форму для плавного транспортування насіння. Деякі конфігурації передбачають наявність пристрою для притискання насіння до дна борозни. Загортачі це зазвичай два регульовані загортаючі диски. Gaspardo пропонує великий вибір задніх прикочуючих котків: V-подібні гумові котки різної ширини та профілю (наприклад, 1 або 2 дюйми), сталеві котки, гумові котки типу Farmflex, а також пальцеві котки. Передбачена можливість регулювання тиску. Недоліком є обмежене використання в малих господарствах із за великої вартості.

Проведений огляд показав, що найпоширеніші в Україні виробники пропонують широкий асортимент сівалок і робочих органів до них. Основними сошниками можна вважати дводискові і наральникові які можуть забезпечити необхідну якість укладання насіння буряка столового, а для її підвищення також пропонуються борозні котки різних видів і комплектацій. Тому актуальним буде удосконалення і розробка саме сошника і борозного котка для можливості підвищення якості посіву насіння буряка столового.

Розглянемо конструкцію сівалки JPH 8 (рис. 4.8) яка має наступні ключові вузли: опорно приводне колесо 1; систему кріплення 2; систему навантаження 3; коробку передач 4; бункер 5; висівний апарат 6; сошник 7; загортач 8; блок змінних зірочок 9; задній коток 10; зчищувач ґрунту 11 [21].

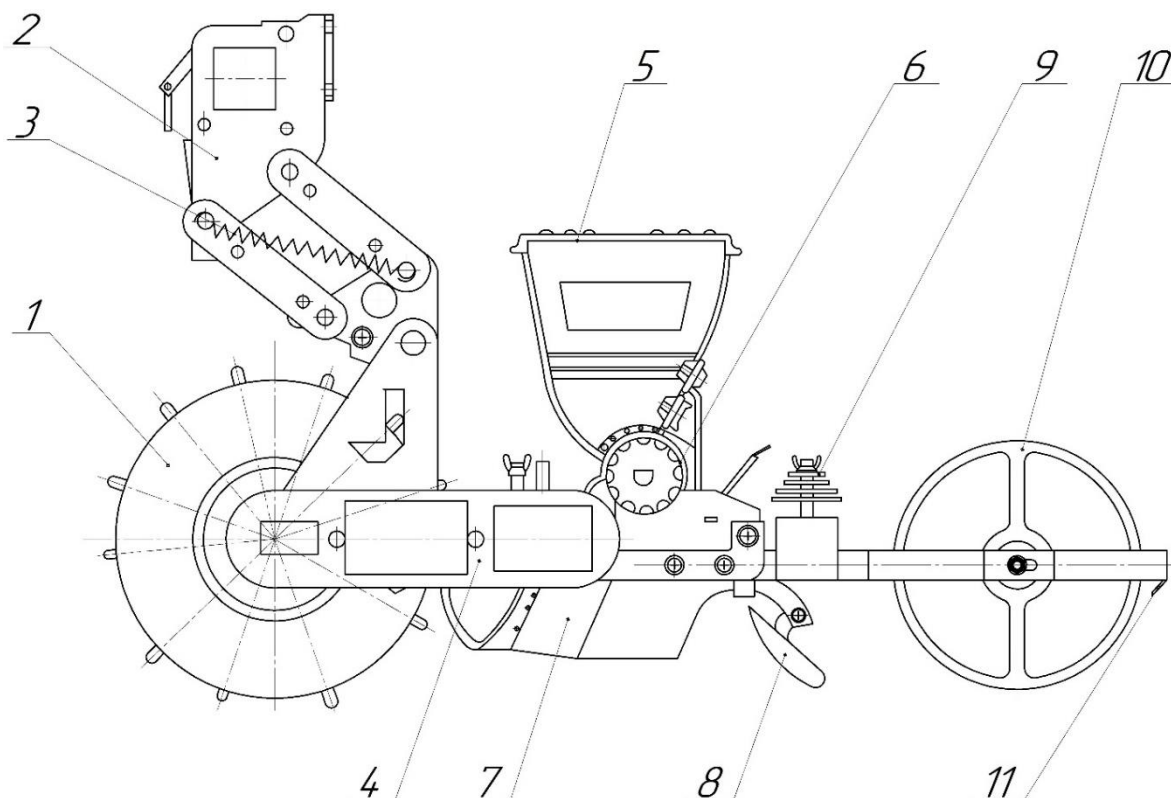


Рис. 4.8 Схема сівалки JPH 8

До системи підвіски входять елементи кріплення 2 та механізм навантаження секції 3. Висівний апарат 6 приводиться в дію від переднього приводного колеса 1 через коробку передач 4, яка дозволяє змінювати зірочки залежно від типу культури; блок зірочок 9 розташований на рамі секції.

Механізм укладання і загортання насіння представлений килеподібним сошником 7, що має тупий кут входження в ґрунт, а також трубчастим елементом для формування ложа, за яким розміщено загортач 8. Останній виготовлений у вигляді криволінійного скребка і додатково виконує функцію вирівнювання поверхні. Пластмасовий задній прикочуючий коток 10 циліндричної форми не лише ущільнює і заганяє ґрунт над насінням, але й вирівнює посівний рядок. Очищення котка від налиплого ґрунту здійснюється за допомогою зчищувача 11.

Сівалка функціонує за таким принципом: обертальний рух висівної катушки здійснюється завдяки опорно-приводному колесу, через ланцюгову передачу та коробку передач. У процесі обертання катушки насіння з бункера потрапляє в її комірки, після чого транспортується від зони забору до точки скидання в борозну. Щоб дотримуватися заданої норми висіву, передбачено спеціальний зчищувач надлишків, який видаляє зайве насіння та не дозволяє йому потрапити в зону скидання. Коли заповнена комірka досягає нижньої частини апарата, насіння під дією власної ваги висипається в борозну, сформовану сошником. Після проходження сошника стінки борозни частково осипаються, частково закриваючи насіння, а остаточне загортання здійснює загортач, який вирівнює поверхню рядка. Завершальним етапом є прикочування ґрунту над насінням заднім котком, що ущільнює поверхню і забезпечує належний контакт насіння з ґрунтом.

До основних показників, які свідчать про якість виконання посівних робіт сівалкою точного висіву типу JPH 8 згідно з агротехнічними вимогами, належать [21]:

дотримання норми висіву - фактична кількість висіяного насіння на гектар чи метр рядку має відхилятися від заданої не більше ніж на $\pm 5-10\%$ (залежно від культури і умов);

рівномірність розміщення в рядку - висока точність інтервалів між насінинами; бажано, щоб відсоток інтервалів у межах 0.5–1.5 від номінального;

кількість пропусків - інтервали понад 1.5 від номінального не повинні перевищувати допустимий рівень;

насіння, розміщене на відстані менше 0.5 номінального інтервалу, також враховується окремо;

стабільність інтервалів між насінинами - чим нижчий показник, тим краща якість розподілу;

глибина загортання - відхилення фактичної глибини від рекомендованої має залишатися в межах $\pm 10-15\%$ або $\pm 0.5-1$ см;

					<i>МВБС 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

стабільність загортання - не менше 80–85% насіння повинно бути загорнуто на глибину в допустимих межах (наприклад, ± 1 см);

відхилення міжрядь (як робочих, так і стикових) не повинно перевищувати 1–2 см, щоб забезпечити якісний міжрядний обробіток.

частка насіння, пошкодженого висівним апаратом (роздробленого або тріснутого), має бути не більшою за 1–2%;

якість загортання та ущільнення - повна відсутність незакритого насіння, наявність щільного контакту з вологим ґрунтом, дрібно-грудкувата структура над насінням без утворення кірки.

Для можливості якісного посіву насіння буряка столового сівалкою ЈРН 8 нами була проведена її модернізація, якій підлягли насіннєвий сошник і загортач сівалки.

Сошник для висіву насіння (рис. 4.9) складається з двох бокових щік 1, пруткового ущільнювального елемента 2 і кронштейнів кріплення 3. Його головна функція полягає у здійсненні багатоступеневого процесу створення борозни, кожен етап якого має важливе значення для забезпечення якісного посіву. Цей конструктивний елемент сівалки виконує механічне розкриття ґрунту, розсікаючи та відводячи верхній шар убік до заданої глибини, створюючи відкриту борозну. Потім утворена борозна має залишатися відкритою протягом деякого часу, щоб забезпечити умови для точного розміщення насіння на її дно.

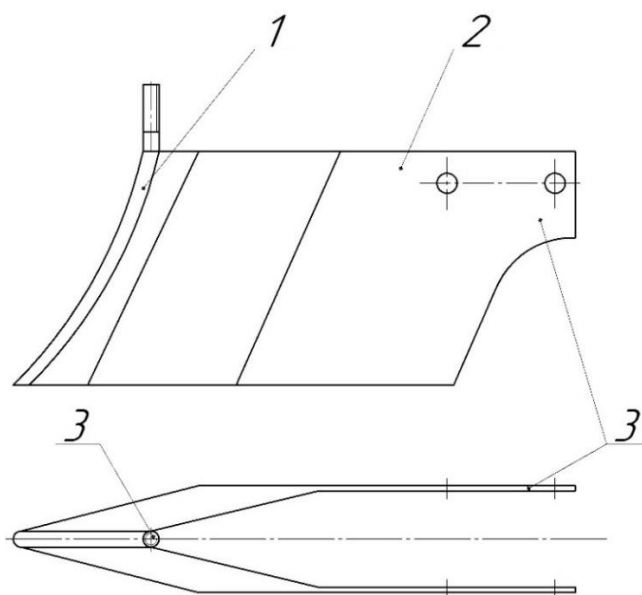


Рис. 4.9 Оригінальний насіннєвий сошник сівалки JPH 8:

1 – щоки; 2 – полоз; 3 – кронштейн

Далі відбувається ущільнення ґрунту на дні борозни з метою створення стабільного ложа, сприятливого для початку проростання. Завершальним етапом є закриття насіння ґрунтом, що дозволяє зберегти вологу і оптимізувати мікроклімат у зоні проростання.

Ключове значення для ефективного виконання цих операцій має форма та конструкція передньої частини сошника, яка відповідає за розрізання ґрунтового шару, а також задня частина, яка забезпечує ущільнення дна борозни. Однак певним недоліком цієї конструкції є застосування полоза з циліндричним профілем, який недостатньо ефективний при формуванні якісного насіннєвого ложа. Така форма збільшує тяговий опір агрегату і не сприяє створенню достатньо ущільненої основи борозни. У результаті сошник переважно утворює неглибоку канавку, що може призводити до порушень у рівномірності глибини загортання насіння.

Для усунення виявлених конструктивних недоліків було розроблено модернізований сошник із комбінованим наральником (рис. 4.10). У передній його частині наральник виконано у вигляді клина з гострим кутом входження у ґрунт, що сприяє зниженню тягового опору і полегшує проникнення в ґрунтовий шар. Середня нижня частина оснащена горизонтально

розташованою плоскою основою, завдяки якій забезпечується стабільність глибини створеної борозни. У задній частині конструкції передбачена клиноподібна п'ятка з тупим кутом входження, що дозволяє ефективно формувати ущільнене дно борозни клиноподібної конфігурації.

Додатково, робочі поверхні переднього сегмента наральника та п'яти розташовані під нахилом, що є меншим за кут тертя сталі об ґрунт у вертикальній площині, що сприяє зменшенню сили опору при русі сошника, покращуючи умови його заглиблення і проходження.

Щоб уникнути формування пагорба перед сошником, верхню частину наральника зроблено загостреною і розміщено під кутом, меншим за кут тертя ґрунту по сталі у горизонтальній площині. Це дозволяє ефективно відводити частки ґрунту в сторони від борозни, забезпечуючи рівномірне формування її поверхні.

На рисунку 4.10 зображено дві проекції вдосконаленого сошника, який складається з таких елементів: наральника 1, клиноподібної п'яти 2, бокових щок 3 і кріпильного кронштейна 4.

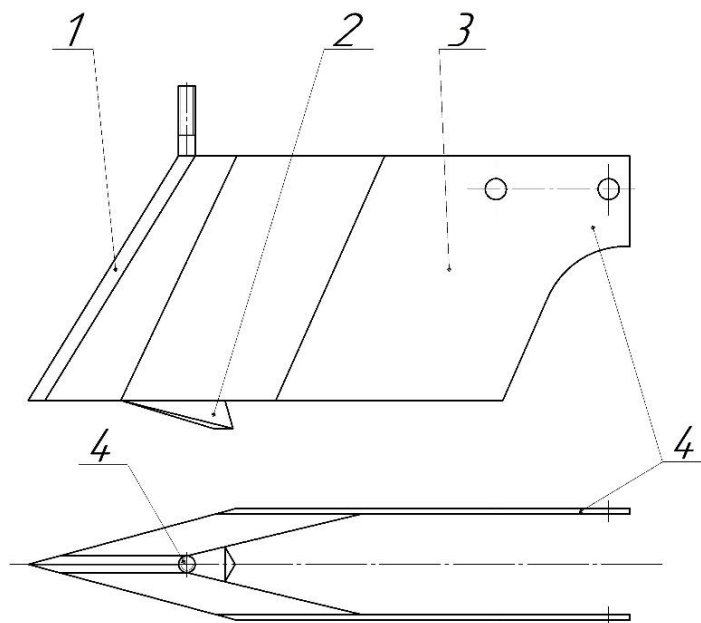


Рис. 4.10 Удосконалений сошник сівалки ЈРН 8:

1 – наральник; 2 – п'ята; 3 – щоки; 4 – кронштейн кріплення

Запропонований удосконалений сошник функціонує наступним чином: під час руху на заданій глибині посіву, передня частина наральника з гострим кутом входження в ґрунт ефективно розрізає ґрунтовий шар у вертикальній площині, знижуючи тяговий опір і полегшуючи заглиблення. Клиновидна форма цієї частини сприяє розведенню ґрунту в боки, що дозволяє уникнути накопичення ґрунту перед сошником і запобігає утворенню передсошникового пагорбу.

Середня частина наральника з плоскою нижньою основою виконує функцію початкового ущільнення дна борозни, забезпечуючи стабільність глибини її формування та підготовлюючи оптимальні умови для укладання насіння. У завершальній фазі, п'ята в задній частині наральника з тупим кутом входження в ґрунт формує клиноподібне ущільнене насіннєве ложе. Така форма сприяє рівномірному розміщенню насіння на однаковій глибині, що є критично важливим для одночасного проростання і подальшого розвитку рослин.

Конструкція сошника також враховує умови підвищеної вологості ґрунту, нахили робочих поверхонь, що менші за кут тертя ґрунту об сталь, сприяють його самоочищенню та запобігають налипанню. Завдяки цьому сошник залишається функціонально стабільним навіть у складних умовах, зокрема при роботі на забур'яненних або надмірно зволжених ділянках поля.

Ключові переваги запропонованого сошника:

зниження тягового опору завдяки оптимальній геометрії передньої частини наральника;

стабільне заглиблення і формування борозни з рівномірною глибиною;
формування ущільненого насіннєвого ложа клинової форми для рівномірного розміщення насіння;

ефективне відведення ґрунту та грудок, що забезпечує чистоту борозни;
самоочищення в умовах підвищеної вологості, що підвищує надійність роботи агрегату.

					МВБС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Таким чином, удосконалений сошник поєднує у своїй конструкції технологічну ефективність, надійність і адаптивність до складних польових умов, що є важливим чинником забезпечення якісного посіву буряка столового.

Для покращення розміщення насіння буряка столового по глибині пропонується замість загортача встановлювати борозний коток. Конструкції прикочуючих котків поділяються на два основні типи: для борозного прикочування та для поверхневого ущільнення. У практиці сівби часто використовуються котки з гумовими шинами, що запобігають налипанню ґрунту. Однак борозні котки, навіть за відповідності їх ширини геометрії борозни, мають суттєвий недолік: під час проходження по борозні вони руйнують її стінки та вирівнюють дно, що знижує ефективність формування ущільненого насінневого ложа - важливого фактора швидкого і дружного проростання насіння.

Для усунення цих недоліків запропоновано удосконалену конструкцію борозного котка з комбінованим ободом. Основна ідея полягає в поділі робочої поверхні обода на дві функціональні частини: нижню - гнучку, з формою, що відповідає конфігурації насінневого ложа, та верхню - жорстку, радіальної форми. Нижня частина виконана у вигляді укладача насіння, який є камерою атмосферного тиску (наприклад, з еластичної гуми), що запобігає налипанню ґрунту та не пошкоджує насіння при контакті. Верхня частина жорсткіша і сприяє ущільненню ґрунту над насінням.

На рисунку 4.11 представлено дві проекції удосконаленого борозного котка, який конструктивно складається з наступних елементів: ступиці 1, підшипникового вузла 2, ободу 3 з комбінованими елементами ущільнення.

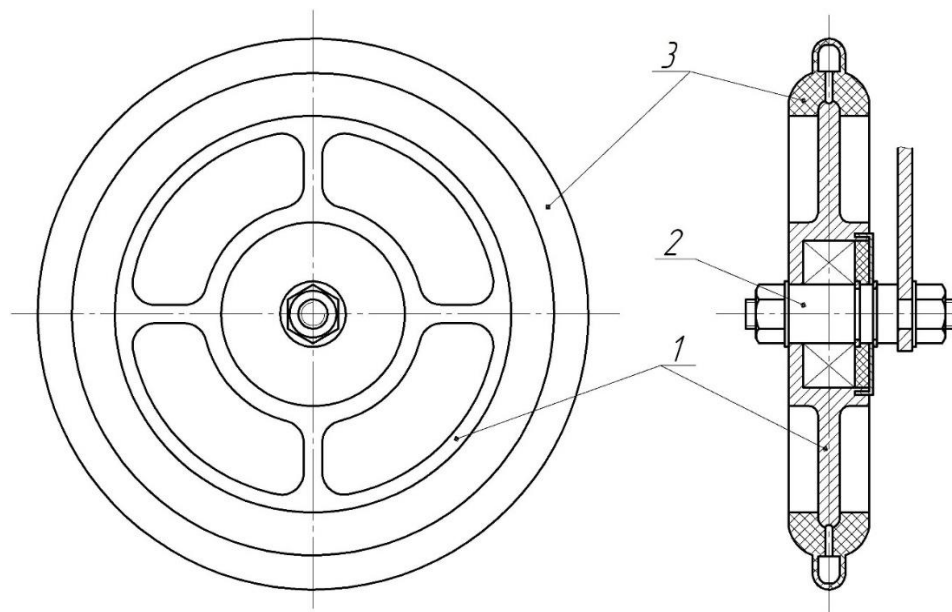


Рис. 4.11 Запропонований борозний коток:

1 - ступиця, 2 – підшипниковий вузол, 3 - обод

Принцип дії удосконаленого борозного котка - під час проходження котка по борозні, нижня частина обода - укладач насіння, дбайливо втискує насіння в ущільнене дно борозни, вирівнюючи його положення по глибині. Завдяки відповідності форми укладача насіннєвому ложу досягається висока точність розміщення насіння. Верхня частина котка, яка має жорстку радіальну поверхню, ущільнює ґрунт навколо насінини, забезпечуючи щільний контакт насіння з ґрунтом і створюючи умови для підтягування до нього капілярної вологи. Після проходження борозного котка борозна частково закрита, а завершальне загортання та вирівнювання верхнього шару рядка виконується прикочуючим заднім котком.

Основні переваги удосконаленої конструкції:

чітке розміщення насіння на дні борозни без його зміщення чи пошкодження;

збереження ущільнених стінок і дна борозни, які сприяють рівномірному проростанню;

зменшення налипання ґрунту завдяки гнучкій конструкції укладача;

покращення капілярного зволоження насіння за рахунок ущільнення навколо нього;

					МВБС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

зниження впливу вологості та щільності ґрунту на якість роботи котка.

Таким чином, запропонований борозний коток суттєво покращує умови для проростання насіння, забезпечуючи агротехнічні вимоги до точного та рівномірного посіву насіння буряка столового.

4.2 Розрахунок тягового опору удосконаленого сошника для посіву буряка столового

Для проведення розрахунку тягового опору модернізованого сошника, наведеного на рис. , необхідно застосувати методику, що враховує опір від взаємодії окремих його робочих поверхонь із ґрунтом. Всі необхідні параметри для розрахунку наведені на рис. 4.12

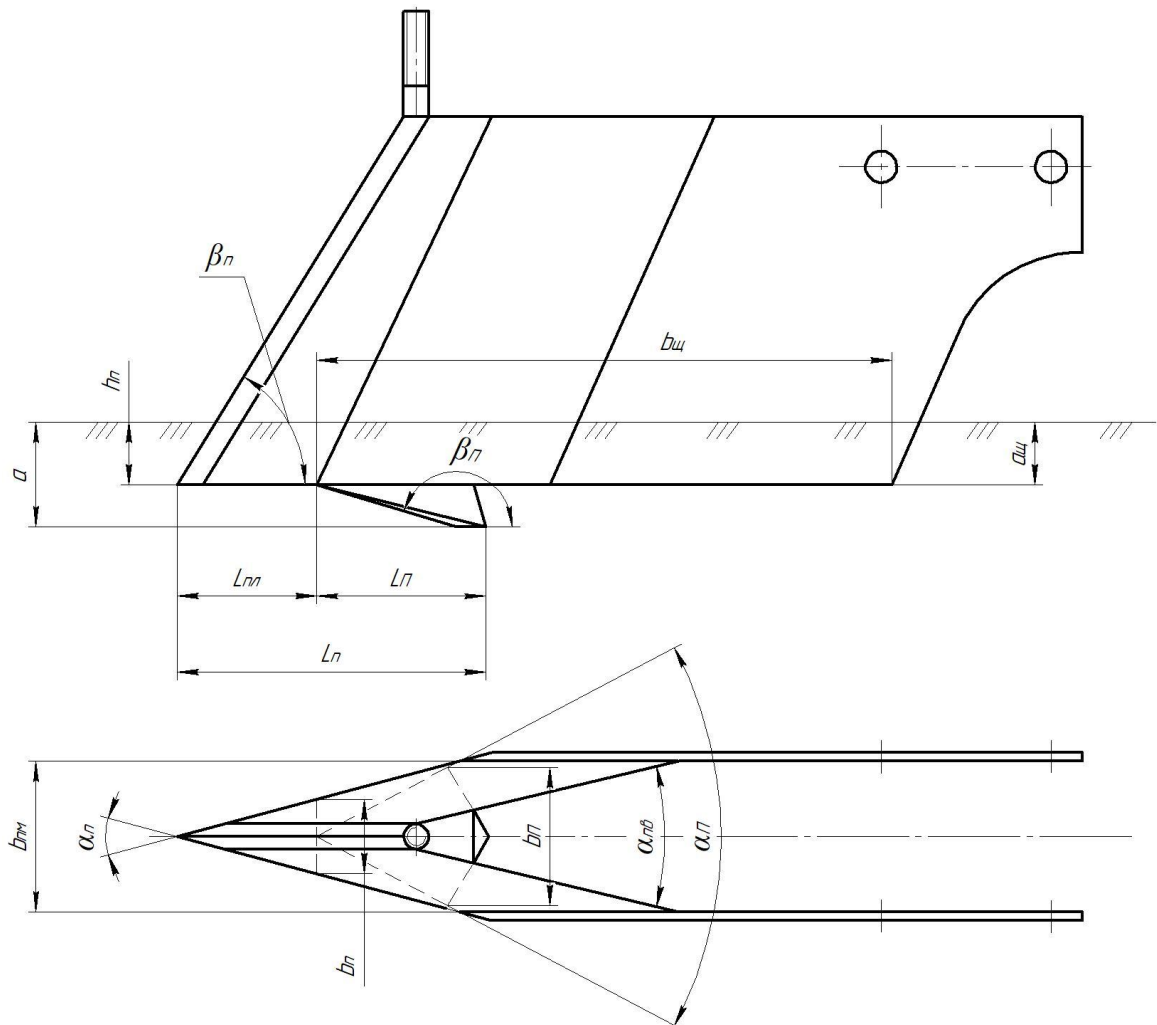


Рис. 4.12 Параметри для розрахунку тягового опору сошника овочевої сівалки

Тяговий опір сошника є сумою сил, що діють на його робочі поверхні:

$$R_x = R_n + R_{oc} + R_{zn} + R_{щ} + R_v, \quad (4.1)$$

де R_n – опір передньої клиноподібної частини наральника;

R_{oc} – опір середньої нижньої плоскої основи наральника;

R_{zn} – опір задньої клиноподібної п'яти;

$R_{щ}$ – опір щік;

R_v – швидкісна складова опору.

Визначаємо необхідні для розрахунків параметри (креслення сошника, довідкова література [22-26]).

Геометричні параметри сошника:

a - робоча глибина сошника, $a = 0,025$ м ;

b_{nm} - максимальна ширина передньої частини наральника, $b_{nm} = 0,07$ м

α_n - кут клину передньої частини наральника в горизонтальній площині,
 $\alpha_n = 30^\circ$;

β_n - кут нахилу робочих поверхонь передньої частини наральника до горизонталі (кут підйому ґрунту), $\beta_n = 60^\circ$;

γ_n - кут нахилу бічних поверхонь передньої частини наральника до напрямку руху (кут розвалу), $\gamma_n = 15^\circ$;

L_n - довжина контакту передньої частини наральника з ґрунтом,
 $L_n = 0,145$ м ;

α_{nv} - кут загострення верхньої частини наральника в горизонтальній площині, $\alpha_{nv} = 25^\circ$;

					МВБС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

h_n - висота верхньої загостреної частини наральника, що контактує з ґрунтом, $h_n = 0,015 \text{ м}$;

b_n - ширина плоскої основи середньої частини наральника, $b_n = 0,035 \text{ м}$;

L_{nl} - довжина плоскої основи середньої частини наральника, $L_{nl} = 0,065 \text{ м}$;

b_{Π} - ширина п'яти, $b_{\Pi} = 0,065 \text{ м}$;

α_{Π} - кут клина п'яти в горизонтальній площині, $\alpha_{\Pi} = 55^\circ$;

β_{Π} - кут нахилу робочих поверхонь п'яти до горизонталі, $\beta_{\Pi} = 160^\circ$;

L_{Π} - довжина контакту п'яти з ґрунтом, $L_{\Pi} = 0,080 \text{ м}$;

$S_{щ}$ - площа контакту щік із ґрунтом, $S_{щ} = 0,0041 \text{ м}^2$.

Фізико-механічні властивості ґрунту:

k_0 - питомий опір ґрунту деформації, $k_0 = 8 \cdot 10^3 \text{ Н / м}^2$;

f - коефіцієнт тертя ґрунту по сталі, $f = 0,5$;

c - питоме зчеплення (когезія) ґрунту, $c = 40 \text{ кПа}$;

ρ - щільність ґрунту, $\rho = 1000 \text{ кг / м}^3$;

q - тиск від ваги шару ґрунту, $q = 245 \text{ Па}$.

$$q = \rho \cdot g \cdot h = 1000 \cdot 9,81 \cdot 0,025 = 245 \text{ Па}$$

Експлуатаційні параметри:

V - швидкість руху сошника, $V = 1,25 \text{ м / с}$.

Розрахуємо складові тягового опору:

Опір передньої клиноподібної частини наральника R_n складається з опору різанню ґрунту, опору деформації (розсовування) ґрунту, опору тертя та опору від верхньої загостреної частини наральника яка відводить ґрунт в боки.

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

$$R_n = R_{np} + R_{n\partial} + R_{nT} + R_{n\partial\partial} \quad (4.2)$$

$$R_n = 70 + 3,99 + 29 + 16 = 119H$$

Опір різанню залежить від гостроти, товщини леза та зчеплення ґрунту.

$$R_{np} = K_{\text{л}} \cdot c \cdot a \cdot b_n, \quad (4.3)$$

де $K_{\text{л}}$ – коефіцієнт, що залежить від форми леза (для гострого леза менший), нормально гостре, робоче лезо (після нетривалої роботи, припрацьоване), $K_{\text{л}} = 20$.

$$R_{np} = 20 \cdot 40 \cdot 0,025 \cdot 0,035 = 70H$$

Опір деформації ґрунту бічними поверхнями наральника:

$$R_{n\partial} = k_0 \cdot a \cdot b_n \cdot \frac{\sin(\gamma_n + \varphi)}{\cos(\varphi)}, \quad (4.4)$$

$$R_{n\partial} = 8 \cdot 10^3 \cdot 0,025 \cdot 0,035 \cdot \frac{\sin(15 + 18)}{\cos(18)} = 3,99H$$

Опір тертя на бічних поверхнях наральника:

$$R_{nT} = 2 \cdot P_N \cdot f \cdot \cos(\beta_n), \quad (4.5)$$

де P_N – сила нормального тиску на одну бічну поверхню.

$$R_{nT} = 2 \cdot 58 \cdot 0,5 \cdot \cos(60) = 29H$$

$$P_N = k_0 \cdot a \cdot L_n \cdot K_p, \quad (4.6)$$

де K_p – коефіцієнт тиску, $K_p = 2$.

$$P_N = 8 \cdot 10^3 \cdot 0,025 \cdot 0,145 \cdot 2 = 58H$$

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

Опір від верхньої загостреної частини наральника:

$$R_{нв} = P_{НП} \cdot f, \quad (4.7)$$

де $P_{НП}$ – сила нормального тиску від дії передньої частини поверхні наральника.

$$R_{нв} = 32 \cdot 0,5 = 16H$$

$$P_{НП} = k_0 \cdot S_k \cdot K_p, \quad (4.8)$$

де S_k - площа контакту верхньої частини наральника.

$$P_{НП} = 8 \cdot 10^3 \cdot 0,002 \cdot 2 = 32H$$

$$S_k = \frac{b_n \cdot h_n}{\sin\left(\frac{\alpha_n}{2}\right)} \quad (4.9)$$

$$S_k = \frac{0,035 \cdot 0,015}{\sin\left(\frac{30}{2}\right)} = 0,002 м^2$$

Розраховуємо опір середньої нижньої плоскої основи наральника яка утримує стабільну глибину руху та ущільнює нижні шари ґрунту.

$$R_{oc} = R_o + R_{oT} \quad (4.10)$$

$$R_{oc} = 4,1 + 15,7 = 19,8H$$

$$R_o = k_0 \cdot b_n \cdot L_n \cdot K_y, \quad (4.11)$$

де K_y - коефіцієнт, що враховує ступінь ущільнення, $K_y = 0,1$.

$$R_o = 8 \cdot 10^3 \cdot 0,035 \cdot 0,0145 \cdot 0,1 = 4,1H$$

Розраховуємо опір тертя плоскої основи об ґрунт:

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

$$R_{oT} = N_0 \cdot f, \quad (4.12)$$

де N_0 - вертикальна сила на основу.

$$R_{oT} = 31,3 \cdot 0,5 = 15,7H$$

$$N_0 = G + R_{nv}, \quad (4.13)$$

де G - вага сошника, $G = 11,3H$;

R_{nv} - вертикальна складова реакції ґрунту від передньої частини,
 $R_{nv} = 20H$.

$$N_0 = 11,3 + 20 = 31,3H$$

Розраховуємо опір клиноподібної п'яти R_{zn} яка формує ущільнене насіннєве ложе:

$$R_{zn} = R_{зну} + R_{ПТ} \quad (4.14)$$

$$R_{zn} = 12,8 + 1,98 = 14,78H$$

Опір ущільненню ґрунту п'ятою:

$$R_{зну} = (k_0 + q) \cdot b_{П} \cdot L_{П} \cdot K_{yП}, \quad (4.15)$$

де $K_{yП}$ - коефіцієнт ущільнення для п'яти, що залежить від її кутів,
 $K_{yП} = 0,3$.

$$R_{зну} = (8 \cdot 10^3 + 245) \cdot 0,065 \cdot 0,080 \cdot 0,3 = 12,8H$$

Опір тертя на поверхнях п'яти:

$$R_{ПТ} = 2 \cdot P_{НП} \cdot f \cdot \cos(\beta_{П}) \quad (4.16)$$

$$R_{ПТ} = 2 \cdot P_{НП} \cdot f \cdot \cos(\beta_{П})$$

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

Сила нормального тиску на одну бічну поверхню п'яти:

$$P_{\text{нп}} = (k_0 + q) \cdot a_{\text{п}} \cdot L_{\text{п}} \cdot K_{\text{уп}} \quad (4.17)$$

$$P_{\text{нп}} = (8 \cdot 10^3 + 245) \cdot 0,01 \cdot 0,08 \cdot 0,3 = 1,98 \text{ Н}$$

Розраховуємо опір щік $R_{\text{щ}}$. Опір тертя ґрунту об щоби може бути оцінений за теорією бокового тиску ґрунту.

$$R_{\text{щ}} = P_{\text{щ}} \cdot S_{\text{щ}} \cdot f \quad (4.18)$$

$$R_{\text{щ}} = 300 \cdot 0,0041 \cdot 0,5 = 6,4 \text{ Н}$$

Швидкісна складова опору $R_{\text{в}}$ розраховується за загальною формулою В.П. Горячкіна:

$$R_{\text{в}} = k_{\text{з}} \cdot S \cdot V^2, \quad (4.19)$$

де $k_{\text{з}}$ - коефіцієнт, що залежить від властивостей ґрунту та геометрії сошника;

S – площа поперечного перерізу шару ґрунту, що деформується.

$$R_{\text{в}} = 250 \cdot 0,0018 \cdot 1,25 = 0,56 \text{ Н}$$

$$k_{\text{з}} = 0,5 \cdot \rho \cdot K_{\text{в}}, \quad (4.20)$$

де $K_{\text{в}}$ - коефіцієнт форми, $K_{\text{в}} = 0,5$

$$k_{\text{з}} = 0,5 \cdot 1000 \cdot 0,5 = 250$$

$$S = a \cdot b_{\text{нм}} \quad (4.21)$$

$$S = 0,025 \cdot 0,07 = 0,0018 \text{ м}^2$$

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

Підставляємо всі отримані величини складових в залежність (4.1) і отримаємо загальний тяговий опір модернізованого сошника овочевої сівалки для посіву буряка столового.

$$R_x = 119 + 19,8 + 14,78 + 6,4 + 0,56 = 160H$$

Отримане значення тягового опору запропонованого сошника значно менше ніж наведено в довідковій літературі [23,24], що говорить про правильний напрямок змін. Новий сошник встановлений на сівалку може забезпечити не тільки економію експлуатаційних витрат, а і за рахунок задоволення агрономів до сівби буряка столового забезпечити збільшення його врожайності.

5. Охорона праці

5.1 Аналіз небезпечних факторів які можуть виникати під час посіву овочевою сівалкою буряка столового [26-32]:

Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів під час посіву овочевою сівалкою буряка столового включає оцінку потенційних загроз для оператора, обслуговуючого персоналу та навколишнього середовища. Ці фактори можуть бути класифіковані згідно з чинними нормами охорони праці та техніки безпеки:

рухомі частини сівалки – ланцюги, вали, шестерні, висівні апарати можуть спричинити травмування при втручанні під час роботи або обслуговування без зупинки агрегату;

обрізання, защемлення, удари – можливі при некоректній експлуатації чи технічному обслуговуванні;

зміщення агрегату – неправильне агрегування з трактором або ослаблене з'єднання може призвести до зісковзування або падіння елементів сівалки;

небезпека перевертання – при русі по схилах або нерівному рельєфі;

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

підвищений рівень шуму – може перевищувати допустимі норми, особливо під час тривалої роботи з сівалкою, агрегатованою з трактором;

вібрації – передаються через сидіння або рульові органи управління, впливаючи на оператора;

пиловиділення – насамперед при завантаженні насіння або добрив (за наявності), а також під час обробітку ґрунту;

при використанні електроприводів або електронних систем контролю (наприклад, електроприводів дозаторів), виникає ризик ураження електричним струмом під час обслуговування або несправності ізоляції;

наявність легкозаймистих матеріалів – мастила, паливно-мастильні матеріали, іскри від тертя металу об каміння чи інші частини можуть призвести до займання у сухих умовах;

якщо сівалка одночасно вносить мікродобрива або оброблене насіння, можливе вдихання або контакт із токсичними речовинами, особливо при відсутності ЗІЗ (засобів індивідуального захисту);

тривале перебування оператора на відкритому повітрі - ризики перегріву, переохолодження, зневоднення, сонячних опіків;

підвищена вологість або дощ можуть призводити до налипання ґрунту на робочі органи, що потребує ручного втручання (небезпека травмування або посковзування);

монотонна робота, висока концентрація уваги, вібрації, шум – можуть призводити до зниження реакції оператора, втоми, порушень координації;

надмірні фізичні навантаження – при ручному регулюванні або очищенні сівалки;

недостатнє навчання персоналу з техніки безпеки, відсутність/зношеність огорожувальних елементів, недотримання регламенту ТО (технічного обслуговування), відсутність ЗІЗ (рукавиць, респіраторів, навушників тощо).

					МВБС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

5.2 Заходи безпеки для мінімізації ризиків [26-32]:

Під час проведення робіт необхідно користуватись індивідуальними засобами захисту: спецодягом, рукавицями, респіраторами та захисними окулярами. Перед початком посівної кампанії слід обов'язково здійснювати технічний огляд обладнання, щоб уникнути його несправностей у процесі роботи. Також важливо неухильно дотримуватись норм безпечного використання хімічних препаратів. Робочий день потрібно організовувати таким чином, щоб передбачити перерви, які допоможуть уникнути фізичного та психоемоційного виснаження. Крім того, слід дотримуватись безпечної відстані від високовольтних ліній електропередач та інших потенційно небезпечних об'єктів інфраструктури.

Виявлення потенційно загрозливих чинників дає змогу сформувати дієвий комплекс заходів, спрямованих на гарантування безпеки праці під час сівби буряка столового. Це, у свою чергу, позитивно впливає на ефективність виробничого процесу та знижує ймовірність виникнення травмонебезпечних ситуацій.

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

Висновки

У результаті проведеної роботи можна зробити наступні висновки:

1. Проведено детальне дослідження існуючих моделей сівалок, придатних для висіву буряка столового, в ході якого встановлено, що після незначної модернізації овочева сівалка ЈРН 8 здатна повністю відповідати агротехнічним вимогам, забезпечуючи належну якість посівної операції.

2. У процесі доопрацювання встановлено, що ключову роль у забезпеченні якісного висіву буряка столового за допомогою овочевої сівалки відіграють два основні елементи – сошник та борозний коток.

3. З метою покращення умов для точного укладання насіння на дно борозни розроблено нову конструкцію сошника овочевої сівалки ЈРН 8 який має комбінований наральник та борозного котка комбінованого типу.

4. Теоретично обґрунтовано і виконано розрахунки по визначенню тягового опору модернізованого сошника овочевої сівалки і встановлено, що отримане значення тягового опору запропонованого сошника значно менше ніж у серійних конструкцій.

5. Розроблено комплекс організаційних і технічних заходів, спрямованих на поліпшення умов праці та усунення потенційно шкідливих і небезпечних факторів у процесі посіву.

6. Створена конструкція модернізованих робочих органів овочевої сівалки забезпечує ефективне висівання насіння буряка столового, покращує якість розміщення і загортання насіння в ґрунт, а також сприяє підвищенню врожайності культури.

					<i>МВБС 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бойко Л.О. Сучасні тенденції розвитку овочевої галузі в умовах євроінтеграції України. АГРОСВІТ. № 6, 2020. С. 69 – 76.
2. Болотських О. С. Енциклопедія овочівника. Харків: Фоліо, 2005. - 798 с.
3. ДСТ України 7033:2009 Буряк столовий свіжий. Технічні умови: Введен. 01.01.10. К: вид.офіційне, 2010. 11 с.
4. Григоровська М. Буряк столовий. Огородник. 2007. № 3. С. 44.
5. Барабаш О. Ю. Столові коренеплоди К.: Вища школа, 2003. 85 с.
6. Барабаш О. Ю. Овочівництво. К.: Вища школа, 1994. 362 с.
7. Барабаш О. Ю., Цизь О. М. Овочівництво і плодівництво. К.: Вища школа, 2000. 503 с.
8. Технологія вирощування столових буряків URL: <https://disted.edu.vn.ua/courses/learn/2236>
9. Гіль Л.С., Пашковський А.І., Суліма Л.Т. Сучасні технології овочівництва закритого і відкритого ґрунту Ч2. Відкритий ґрунт. Навчальний Посібник. Вінниця: Нова книга. 2008. 312 с.
10. Бобер А.В. Агротехніка вирощування буряка столового. Овочівництво. 2007. № 4. С. 22 – 29.
11. Вдовенко С.А., Паламарчук І.І. Буряк столовий. Сортовивчення, технологія вирощування. Вінниця: ВНАУ, 2023. 204 с.
12. Сучасні технології вирощування овочевих культур: навч. Посібник для студентів напряму «Агрономія» агробіологічних спеціальностей вищих навчальних закладів освіти III-IV рівнів акредитації./ В.Б. Кутовенко, І.Г. Міхаліна, В.Т. Гонтар. – Київ, 2013. – 300 с.
13. Лихочвор В.В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. Львів: НВФ «Українські технології», 2002. 800 с.
14. Ластівка М.М. Експлуатація машин і обладнання. Навчальний посібник для здобувачів вищої освіти аграрних технікумів і коледжів денної і

					МВБС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

заочної форми навчання зі спеціальності 208 Агроінженерія. Ладизинський коледж, ВНАУ, 2019. – 374 с.

15. Навчальний посібник. Експлуатація машинно-тракторного парку в аграрному виробництві./ А.С. Лімонт, І.І. Мельник, А.С. Малиновський, В.В. Марченко, В.Л. Гуз, І.М. Грищенко. - К.: Кондор, 2004. - 284 с.

16. Kverneland Optima, Monopill S. URL: <https://sng.kverneland.com/?country=ua>

17. Prospect of the Ribouleau Company. 2018. The precision Planter specialist. MECA V4. Ribouleau MONOSEM – FRANCE. URL: <https://www.monosem.com/Range/Planter-range/MECA-V4>

18. Väderstad Tempo. <https://www.vaderstad.com/ua/sivalky-tochnogo-vusivu/sivalky-tempo/>

19. Kuhn Planter 3, Maxima 3. URL: <https://www.kuhn.ua/roslynnytstvo/sivalky/sivalky-tochnoho-vysivu/planter-3>

20. Gaspardo MTR. URL: <https://www.maschiogaspardo.com/uk/web/ukraine/mtr1>

21. Сівалка для овочевих культур JPH. URL: <https://www.terradonis.com/jph-semoir-maraicher-petites-graines.html>

22. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. Том 1, частина 2. Машини для сівби та садіння. – Харків: Око, 2002. – 452 с.

23. Сисолін П.В. та інш. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування. Кн. 1: Машини для рільництва / П.В. Сисолін, В.М. Сало, В.М. Кропівний; за ред. М.І. Черновола. – К.: Урожай, 2001. – 384 с.

24. Сільськогосподарські машини: підручник / Д.Г. Войтюк, Л.В. Аніскевич, В.В. Іщенко та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. - К.: «Агроосвіта», 2015. – 679 с.

25. Бендера І.М. Проектування сільськогосподарських машин / за ред. І.М. Бендери. - Кам'янець-Подільський: Абетка, 2011, 640 с.

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

26. Гандзюк М.П. Основи охорони праці: Підручник для студентів вищих навчальних закладів / М.П. Гандзюк, Є.П. Желібо, М.О. Халімовський. За редакцією М.П. Гандзюка. – К.: Каравела, 2003. – 408с.

27. ДСТУ 7239:2011. Засоби індивідуального захисту.
http://opcb.kpi.ua/wp-content/uploads/2011/09/dstu_7239_2011.pdf

28. ДСТУ 2867-94. Державний стандарт України. Шум. Методи оцінювання виробничого шумового навантаження.
https://ksv.do.am/GOST/DSTY_ALL/DSTY3/dsty_2867-94.pdf

29. СП 4282-87. Санітарні правила по устрою тракторів та сільськогосподарських машин. https://dnaop.com/html/57502/doc-%D0%A1%D0%9F_4282-87

30. ДСТУ 2189-93. Система стандартів безпеки праці. Машини сільськогосподарські навісні та причіпні. Загальні вимоги безпеки. Київ, 1994. – 25 с.

31. ГОСТ 25942-90. Трактори і сільськогосподарські машини. Пристрої швидковідєднуючі. Вимоги до конструкції.
http://www.leonorm.lviv.ua/p/DG/CND2015_2.HTM

32. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці. Підручник / В.Ц. Жидецький – Львів: Афіша, 2002.– 320 с.

Додатки

Розрахунок складових операційно-технологічної карти на посів столових буряків

Проведемо розрахунок основних параметрів по роботі агрегату на посіві буряка столового. Враховуючи рекомендації [14,15], визначаємо номінальну силу тяги на гаку трактора та теоретичну швидкість передачі:

$$\begin{aligned} V_m^{III} &= 4 \text{ км / год} & V_m^{IV} &= 5 \text{ км / год} \\ P_{н.гак}^{III} &= 54 \text{ кН} & P_{н.гак}^{IV} &= 48 \text{ кН} \end{aligned}$$

Розраховуємо максимальну ширину захвату агрегату на передачах 3 і 4:

$$B_{\max} = \frac{P_{гак}}{K_o^V + R_i},$$

де K_o^V - питомий опір:

$$K_o^V = K_o \left[1 + \Pi (V_p - V_o) \right],$$

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

$$V_p^{III} = 4 \cdot \left(1 - \frac{12}{100} \right) = 3,4 \text{ км / год};$$

$$V_p^{IV} = 5 \cdot \left(1 - \frac{12}{100} \right) = 4,25 \text{ км / год};$$

$$K_o^{III} = 1,5 \cdot (1 + 0,015 \cdot (3,4 - 3)) = 1,51 \text{ кН / м};$$

$$K_o^{IV} = 1,5 \cdot (1 + 0,015 \cdot (4,25 - 3)) = 1,53 \text{ кН / м};$$

де при $V_o = 3$ км/год, $K_o = 1,2$ кН/м - питомий опір ґрунту;

$\Pi = 1,5\%$ - коефіцієнт приросту питомого опору;

V_p - робоча швидкість сівалки, км/год.

V_m - теоретична швидкість, км/год

$\delta = 12\%$ – коефіцієнт пробуксовування.

Додатковий опір, що виникає коли агрегату рухається на підйом [14,15]:

$$R_i = \frac{G_m}{B_k} \cdot i,$$

де G_m – маса машини ($G_m = 35$ кН);

B_k – конструктивна ширина захвату сівалки для висіву буряка столового, ($B_k = 3,6$ м).

Тоді:

$$R_i = \frac{35}{3,6} \cdot 0,05 = 0,49 \text{ кН / м}$$

Максимально можлива ширина захвату агрегату:

$$B_{\max}^{III} = \frac{54}{1,51 + 0,49} = 27 \text{ м}$$

$$B_{\max}^{IV} = \frac{48}{1,53 + 0,49} = 21,5 \text{ м}$$

Максимальна кількість сівалок в агрегаті:

$$n_c = \frac{B_{\max}}{B_k},$$

$$n_c^{III} = \frac{27}{3,6} = 7,5;$$

із експлуатаційних міркувань приймаємо 4 сівалки.

$$n_c^{IV} = \frac{21,5}{3,6} = 5,9;$$

із експлуатаційних міркувань приймаємо 3 сівалки.

Розрахунок тягового опору агрегату:

$$R_{agr} = K_o^V B_p n_c + R_{зч}$$

$$R_{agr}^{III} = 1,51 \cdot 3,6 \cdot 4 + 1,3 = 23 \text{ кН}$$

$$R_{agr}^{IV} = 1,53 \cdot 3,6 \cdot 3 + 1,3 = 17,8 \text{ кН}$$

Розрахуємо коефіцієнт використання тягового зусилля трактора [14,15]:

$$\eta_{T3} = \frac{R_{a2p}}{P_{2ak}}.$$

$$\eta_{T3}^{III} = \frac{23}{54} = 0,43;$$

$$\eta_{T3}^{IV} = \frac{17,8}{48} = 0,37.$$

Змінна продуктивність:

$$W_{3M} = 0,1 \cdot B_p V_p T_p,$$

$$B_p = B_\kappa \beta,$$

β – коефіцієнт ширини агрегату ($\beta = 1$)

$$B_p = 3,6 \cdot 1 = 3,6 \text{ м}$$

$$T_p = T_{3M} \tau$$

де T_p – робочий час зміни, год;

T_{3M} – час зміни, год ($T_{3M} = 7$ год); :

τ - коефіцієнт використання часу зміни ($\tau = 0,82$).

$$T_p = 7 \times 0,82 = 5,74 \text{ год}$$

Продуктивність за зміну:

$$W_{3M}^{III} = 0,1 \cdot 3,6 \cdot 3,4 \cdot 5,74 = 7,03 \text{ га / зм}$$

$$W_{3M}^{IV} = 0,1 \cdot 3,6 \cdot 4,25 \cdot 5,74 = 8,81 \text{ га / зм}$$

Витрати палива агрегату (кг/га) [15]:

$$Q_{2a} = \frac{Q_{3M}}{W_{3M}},$$

де Q_{3M} – витрати палива за зміну, кг;

W_{3M} – продуктивність за зміну, га/зм.

$$Q_{3M} = Q_p T_p + Q_x t_x + Q_z t_z,$$

де Q_p, Q_x, Q_z – годинні витрати палива при роботі агрегату за час робочих та холостих ходів і на зупинках коли двигун працює;

$$t_x = t_3 = \frac{7 - 5,74}{2} = 0,63 \text{ год}$$

$$\eta_{T3}^{III} = 0,79; \quad Q_p = 15 \text{ кг / год}; \quad Q_x = 10 \text{ кг / год}; \quad Q_3 = 1,5 \text{ кг / год},$$

$$\eta_{T3}^{IV} = 0,78; \quad Q_p = 14,5 \text{ кг / год}; \quad Q_x = 9,5 \text{ кг / год}; \quad Q_3 = 1,5 \text{ кг / год}.$$

Витрата палива на 1 га:

$$Q_{\text{га}}^{IV} = \frac{15 \cdot 5,74 + 10 \cdot 0,63 + 1,5 \cdot 0,63}{7,03} = 13,7 \text{ кг / га}$$

$$Q_{\text{га}}^V = \frac{14,5 \cdot 5,74 + 9,5 \cdot 0,63 + 1,5 \cdot 0,63}{8,81} = 10,8 \text{ кг / га}$$

Розраховуємо кінематичну довжини агрегату згідно [14,15]:

$$L_k = l_m + l_{\text{м}},$$

де $l_m + l_{\text{м}}$ – кінематична довжина трактора New Holland TD5.90 та сівалки JPH 8, м.

$$l_m = 4,1 \text{ м}, \quad l_{\text{м}} = 3,6 \text{ м}.$$

Тоді:

$$L_k = 4,1 + 3,6 = 7,7 \text{ м}.$$

Ширина поворотної смуги агрегату при петльовому способі повороту:

$$E_p = 3R_{\min} + e,$$

де $R_{\min}$ – мінімальний радіус повороту;

e – довжина виїзду.

$$R_{\min} = 1,2B_p = 1,2 \cdot 3,6 = 4,32 \text{ м},$$

$$e = (0,50 \dots 0,70) \cdot L_k = 0,6 \cdot 7,7 = 4,62 \text{ м}.$$

$$E_p = 3 \cdot 4,32 + 4,62 = 17,6 \text{ м}$$

Беремо кратну ширині захвату

$$E_p = K \cdot B_p,$$

де K – заокруглюємо до цілого числа.

$$K = \frac{E_p}{B_p} = \frac{17,6}{3,6} = 4,9 \approx 5$$

$$E_p = 5 \cdot 3,6 = 18$$

Розрахунок ширини загінки [14]:

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

де W_{3M} – продуктивність агрегату за зміну.

$$C = \frac{10^4 \cdot 3 \cdot 7,03}{900} = 234 \text{ м}$$

$$C = \frac{10^4 \cdot 3 \cdot 8,81}{900} = 394 \text{ м}$$

Число загінок визначається за формулою:

$$n_3 = \frac{10^4 \cdot F}{LC}$$

де F – площа посіву;

$$n_3 = \frac{10^4 \cdot 10}{900 \cdot 234} = 4,75$$

$$n_3 = \frac{10^4 \cdot 10}{900 \cdot 394} = 2,82$$

Тривалість циклу [14]:

$$T_{\text{ц}} = \frac{12 \cdot L_p}{10^2 \cdot V_p} + 2t_n,$$

де t_n – час повороту в кінці загінки, ($t_n = 1,5...2$ хв).

$$L_p = L - 2 \cdot E_p$$

де $L = 900$ м;

$$E_p = 17,6 \text{ м.}$$

Робоча довжина загінки:

$$L_p = 900 - 2 \cdot 17,6 = 864 \text{ м}$$

$$T_u = \frac{12 \cdot 864}{10^2 \cdot 4,5} + 2 \cdot 1,5 = 26 \text{ хв} = 0,43 \text{ год}$$

Циклова продуктивність:

$$W_u = 0,1 \cdot B_p V_p T_u \tau ,$$

$$W_u = 0,1 \cdot 3,6 \cdot 4,5 \cdot 0,43 \cdot 0,82 = 0,57 \text{ га / у} .$$

Кількість циклів за зміну:

$$n_u = \frac{W_{3M}}{W_u} ,$$

$$n_u = \frac{7,03}{0,57} = 12,3 \text{ у / зм} ,$$

$$n_u = \frac{8,81}{0,57} = 15,5 \text{ у / зм} .$$

Змінні витрати палива:

$$Q_{3M} = Q_{га} \cdot W_{3M} ,$$

$$Q_{3M} = 13,7 \cdot 7,03 = 96,3 \text{ кг / зм}$$

$$Q_{3M} = 10,8 \cdot 8,81 = 95,2 \text{ кг / зм}$$

