

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 ріпаку з модернізацією овочевої
сівалки

Виконав здобувач вищої освіти IV
курсу,

групи AI-23мб-1.2

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

_____ Гірієнко Станіслав Олегович

« ____ » _____ 2026 р.

Керівник проекту

доц., канд. техн. наук

_____ Дмитро АРТЕМЕНКО

« ____ » _____ 2026 р.

Рецензент

ст. викл., канд. техн. наук

_____ Олександр ЛІВІЦЬКИЙ

« ____ » _____ 2026 р.

Кропивницький

Анотація

Робота присвячена підвищенню ефективності механізованого вирощування ріпаку шляхом адаптації та модернізації овочевої сівалки точного висіву. Обґрунтовано актуальність використання дрібнонасінних посівних комплексів роликового типу в умовах середніх фермерських господарств. Встановлено, що сівалка JPH 8 після незначної модернізації здатна відповідати агротехнічним вимогам до посіву ріпаку. Модернізовано насіннєвий сошник та замість загортачів встановлений борозний коток комбінованої конструкції для оптимізації контакту насіння з насіннєвим ложем. Проведено інженерно-технологічні розрахунки як конструкції запропонованих робочих органів так і роботи агрегату в загінці, визначено його тяговий опір, паливну економічність та годинну продуктивність. Впровадження розроблених рішень дозволяє досягти оптимальної архітектури широкорядного посіву (міжряддя 45 см), мінімізувати травмування насіння та отримати рівномірні сходи з високим потенціалом росту.

Abstract

This study focuses on improving the efficiency of mechanized rapeseed cultivation through the adaptation and modernization of a precision vegetable seeder. The relevance of using small-seeded roller-type seeding systems under the conditions of mid-sized farms is substantiated. It has been established that the JPH 8 seeder, after minor modernization, is capable of meeting the agrotechnical requirements for rapeseed sowing. The seed coulter has been modernized, and a furrow roller of a combined design has been installed instead of covering devices to optimize seed-to-seedbed contact. Engineering and technological calculations were carried out for both the design of the proposed working tools and the unit's operation in the field lot; its draft resistance, fuel efficiency, and hourly productivity were determined. The implementation of the developed solutions allows for achieving an optimal architecture of wide-row sowing (row spacing of 45 cm), minimizing seed damage, and obtaining uniform emergence with high growth potential.

Перв. примен.	Формат	Знач.	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
					Документація загальна		
Справ. №					Заново розроблена		
	A4			МВР 00.000 ПЗ	Пояснювальна записка		
					Документація по технологічній частині		
					Заново розроблена		
	A1			МВР 00.001 ТЧ	Технологічна карта	1	
	A1			МВР 00.002 ТЧ	Операційна карта	1	
Підп. и дата					Документація по складальним одиницям		
					Заново розроблена		
	A1			МВР 00.000 СБ	Сівалка овочева JPH 8	1	
	A1			МВР 00.110 СБ	Секція	1	
	A3			МВР 00.120 СБ	Сошник	1	
Підп. и дата	A3			МВР 00.130 СБ	Борозний коток	1	
					МВР 00.000 ВП		
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
	Разр. и	Гірієнко				Відомість кваліфікаційної роботи	Лист
	Пров.	Артеменко					Лист
	Н.контр.	Артеменко					Листов
	Утв.	Васильковський					1
						ЦНТУ зр. АІ-23мд-1.2	

Копировал

Формат А4

Зміст

1. Вступ.....	6
2. Аналіз сучасної технології вирощування ріпаку з визначенням шляхів її удосконалення.....	7
3. Операційна технологія процесу посіву ріпаку.....	22
4. Інженерна частина.....	40
5. Охорона праці.....	55
Висновки.....	60
Список використаної літератури.....	61
Додатки	

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

1. Вступ

Одним із пріоритетних напрямів сучасного аграрного виробництва в Україні є вирощування ріпаку - культури, яка займає провідні позиції у структурі олійного експорту та слугує сировиною для харчової, фармацевтичної промисловості і виробництва біодизелю. Зростання світового попиту на ріпакову олію стимулює розширення посівних площ, однак отримання стабільно високих урожаїв можливе лише за умови суворого дотримання агротехнічних вимог на всіх етапах технологічного циклу.

Ключовим технологічним етапом, який безпосередньо визначає майбутню врожайність, є сівба. Ріпак відзначається надзвичайно дрібним насінням (маса 1000 насінин становить лише 3- 7 г), низькими нормами висіву (3 - 6 кг/га) та підвищеними вимогами до рівномірності глибини загортання - оптимальний діапазон 1,5 - 2,5 см. Використання на цій операції традиційних зернових сівалок із катушковими висівними апаратами часто супроводжується перевитратами посівного матеріалу, нерівномірним розподілом насіння в рядку та по глибині, а також травмуванням насінин. Наслідком стають недружні зріджені сходи, зниження польової схожості та недоотримання значної частки потенційного врожаю.

В цій ситуації перспективним техніко-технологічним рішенням є адаптація наявних овочевих сівалок до висіву ріпаку. Овочеві сівалки спочатку проєктувалися для роботи з дрібним насінням і оснащені висівними апаратами підвищеної точності, однак їх конструкція, налаштування та робочі органи не повною мірою враховують специфічні фізико-механічні властивості насіння ріпаку і польові умови його вирощування. Модернізація овочевої сівалки, що передбачає вдосконалення робочих органів, які відповідають за розміщення і загортання насіння, здатна перетворити її на ефективний універсальний посівний агрегат.

					МВР 00.000 ПЗ				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Пояснювальна записка	Літ.	Арк.	Акрушів	
Розроб.		Гірієнко						6	
Перевір.		Артеменко							
Н. Контр.		Артеменко							
Затверд.		Васильковський				ЦНТУ гр. АІ-23мб-1.2			

2. Технологічна частина

2.1 Технологія вирощування ріпаку

Опис культури. Ріпак - це рослина, яка генетично є природним амфідиплоїдом (гібридом, що утворився в природі від схрещування капусти городньої та суріпиці). Сучасні сорти та гібриди (так звані «нульові» або двонульові «00», наприклад, канола) відрізняються відсутністю шкідливої ерукової кислоти в олії та низьким вмістом глюкозинолатів у шроті.

Коренева система стрижнева і дуже потужна, головний корінь потовщений у верхній частині і може проникати в ґрунт на глибину 1,5 - 3 метри. Основна маса бічних розгалужених коренів розташована в орному шарі (до 30 - 40 см). Така будова дозволяє рослині діставати вологу та поживні речовини з глибоких горизонтів у посушливі періоди.

Стебло, прямостояче, округле, розгалужене, товщиною 1 - 2 см. Висота рослини сильно залежить від сорту та умов вирощування і становить від 100 до 200 см. Стебло вкрите характерним сизим восковим нальотом, який захищає рослину від надмірної втрати вологи та сонячних опіків.

Листя - у ріпаку розрізняють три типи листя:

нижні (розеткові) - ліроподібно-перистонадрізані, мають черешки. Саме вони формують зимуючу розетку;

середні стеблові - видовжено-списоподібні;

верхні - сидячі, з розширеною основою, що напівстебло обгортає пагін.

Суцвіття - пухка китиця. Квітки яскраво-жовті, правильні, з чотирма пелюстками. Ріпак є факультативним самозапилювачем близько 70% квіток запилюються власним пилом, а 30% - перехресно (комахами або вітром). Рослина є чудовим медоносом.

Плід - вузький стручок довжиною 5 - 10 см, який розділений уздовж тонкою плівчастою перегородкою. В стручку формується 15 - 40 насінин. Насіння дрібне, кулясте, чорного, сіро-чорного або темно-коричневого кольору. Маса 1000 насінин становить лише 4 - 7 грамів [1-4].

					<i>МВР 00.000 ПЗ</i>	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вимоги до температури. Ріпак - холодостійка культура, але його чутливість до температур різко змінюється залежно від етапу органогенезу. Насіння починає проростати вже за $+1...+3^{\circ}\text{C}$. Проте біологічний мінімум для отримання дружних, рівномірних сходів становить $+14...+17^{\circ}\text{C}$. За таких умов сходи з'являються вже на 4 - 6 день. Якщо температура нижча за $+10^{\circ}\text{C}$, проростання затримується до 10 - 15 днів, що підвищує ризик ураження насіння ґрунтовими інфекціями.

Для успішної перезимівлі озимий ріпак восени має накопичити суму активних температур (вище $+5^{\circ}\text{C}$) на рівні 600 - 800 $^{\circ}\text{C}$. Це займає приблизно 60 - 80 днів вегетації. Оптимальна температура для росту вегетативної маси восени $+10...+15^{\circ}\text{C}$.

Ідеальний стан рослини перед зимою, розетка з 6 - 8 розвинених листків, товщина кореневої шийки 8 - 12 мм, а точка росту (брунька) не повинна підніматися над поверхнею ґрунту вище ніж на 1 - 2 см. Добре загартовані з осені рослини без снігового покриву здатні витримувати короточасні морози до $-15...-18^{\circ}\text{C}$. За наявності снігового покриву товщиною хоча б 5 - 8 см ріпак успішно переносить зниження температури до $-25...-30^{\circ}\text{C}$. Найбільшу небезпеку взимку становлять не самі морози, а крижана кірка (призводить до випрівання) та різкі перепади температур (відлиги з наступними морозами), які розривають кореневу шийку.

Навесні вегетація відновлюється за середньодобової температури $+1...+3^{\circ}\text{C}$. Рослина витримує весняні приморозки до $-3...-5^{\circ}\text{C}$, але якщо заморозок вдаряє у фазу бутонізації, це може пошкодити головне суцвіття (стебло викривляється, бутони опадають). Оптимальна температура під час цвітіння та наливу насіння становить $+18...+23^{\circ}\text{C}$. Спека понад $+30^{\circ}\text{C}$ під час цвітіння різко знижує врожайність пилок стає стерильним, квітки та зав'язі масово осипаються, скорочується період наливу насіння, через що воно стає дрібним і втрачає олійність [4-8].

Вимоги до світла. Ріпак належить до рослин довгого світлового дня і є вираженим геліофітом (світлолюбною рослиною). Оскільки це рослина

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

довгого дня, при просуванні на північ (де літні дні довші) період вегетації ріпаку скорочується. Довгий світловий день стимулює перехід рослини від вегетативного росту до генеративного (цвітіння). Інтенсивність освітлення восени критичний фактор.

Восени ріпак вкрай чутливий до нестачі світла та затінення. Якщо посіви загущені (завищена норма висіву) або поле сильно засмічене бур'янами, вмикається природний механізм конкуренції за світло. Рослина починає швидко тягнутися вгору, відбувається так зване винесення точки росту. Стебло надмірно видовжується, точка росту піднімається на 3-5 см і більше над землею. Така рослина стає абсолютно беззахисною перед морозами і гине взимку. Саме тому для оптимізації освітлення восени застосовують регулятори росту (ретарданти), які штучно гальмують ріст листя і не дають рослинам перекривати світло одна одній, перенаправляючи енергію в корінь.

У період стеблуння та цвітіння достатнє освітлення необхідне для формування міцного стебла та розвитку бічних гілок. При надмірно густому стеблестой навесні світло не проникає до нижнього ярусу рослин. Це призводить до того, що нижні гілки не утворюються або відмирають, а нижні стручки відпадають. Урожай формується лише на верхівках рослин, що значно знижує загальну продуктивність поля.

Інтенсивне сонячне світло під час дозрівання є головною умовою активного синтезу жирних кислот - чим більше сонця, тим вищий відсоток олії в насінні [4-8].

Вимоги до ґрунту. Ріпак потребує родючих, добре структурованих ґрунтів із глибоким орним шаром, що зумовлено його потужною стрижневою кореневою системою. Найкраще підходять чорноземи (типові, звичайні, опідзолені), темно-сірі лісові ґрунти, а також каштанові ґрунти легкого та середнього суглинкового механічного складу. Вони добре утримують вологу та мають високий запас поживних речовин.

Ріпак категорично не переносить важкі глинисті ґрунти, які запливають (там корінь задихається без кисню), ділянки з близьким заляганням ґрунтових

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

вод (схильний до вимокання), а також бідні піщані ґрунти, які швидко пересихають.

Оптимальний показник рН становить 6,0 - 7,5 (нейтральна або слабкокисла реакція). На кислих ґрунтах (рН нижче 5,5) рослини погано засвоюють поживні речовини, сильно пригнічуються і стають дуже вразливими до специфічної хвороби - кили капусти. Тому кислі ґрунти під ріпак обов'язково вапнують.

Ґрунт має бути пухким. Якщо на глибині 20-30 см є ущільнення (плужна підшва), головний корінь ріпаку загинається, починає рости горизонтально або розгалужується. Це різко знижує посухостійкість та зимостійкість рослини [3-8].

Попередники. Правильний вибір попередника для озимого ріпаку - це 50% успіху, оскільки його потрібно посіяти дуже рано (у серпні), і поле має бути звільнене, очищене від бур'янів та накопичити вологу.

Найкращі попередники - ранні зернові озима пшениця, озимий ячмінь. Вони рано звільняють поле, що дає 3-4 тижні для якісного обробітку ґрунту. Зернобобові горох (ранній збір + збагачення ґрунту азотом). Багаторічні трави (після одного укусу).

Погані та недопустимі попередники - соняшник має спільну з ріпаком небезпечну хворобу - склеротиніоз (біла гниль), а також сильно висушує ґрунт на велику глибину, сюди ж належить і соя. Цукрові буряки - надто пізно звільняють поле і сильно виснажують ґрунт. Інші капустяні (хрестоцвіті) - гірчиця, редька, капуста. Вони мають спільних шкідників (блішки, прихованохоботники) та хвороби (фомоз, альтернаріоз). Для уникнення накопичення хвороб (особливо кили та фомозу) ріпак можна повертати на те саме поле не раніше ніж через 4 - 5 років [3-8].

Обробіток ґрунту під вирощування ріпаку [3-5]. Головна мета обробітку - зберегти вологу, знищити бур'яни, зруйнувати плужну підшву та створити ідеальне насіннєве ложе. Застосовується класична або мінімальна система обробітку.

					<i>МВР 00.000 ПЗ</i>	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Після зернових попередників - лущення стерні (відразу за комбайном), проводиться дисковими лущильниками на глибину 5-8 см в день збирання попередника або наступного дня. Мета - закрити вологу, подрібнити пожнивні залишки та спровокувати проростання падалиці (насіння попередника) і бур'янів. Якщо поле сильно забур'янене, через 10-14 днів проводять друге лущення на глибину 10-12 см.

Основний обробіток – оранка, проводиться плугами з передплужниками на глибину 25-30 см. Це забезпечує загортання добрив та поживних залишків.

Глибоке чизелювання (безвідвальний обробіток) - сучасна альтернатива оранці. Проводиться глибокорозпушувачами на глибину 35-40 см. Це критично важливо для руйнування ущільнень і забезпечення вільного росту стрижневого кореня вглиб за вологою.

Передпосівна підготовка (створення насінневого ложа) - насіння ріпаку дуже дрібне, тому головне правило передпосівного обробітку, це тверде ложе - м'який верхній шар. Глибина культивування має строго відповідати глибині посіву (2-3 см). Не можна розпушувати ґрунт глибше, інакше насіння провалиться, і сходи будуть нерівномірними. Обов'язковим прийомом є коткування (до і після сівби). Воно ущільнює ґрунт, підтягуючи капілярну вологу знизу безпосередньо до дрібного насіння, що забезпечує дружні сходи навіть за умов посушливої осені.

Вимоги до посіву і посів [1-5]. Ріпак має дуже дрібне насіння, тому якість посіву визначає, як рослина перезимує. Нерівномірні сходи - це гарантована втрата частини врожаю ще восени.

Строки сівби - для озимого ріпаку це критичний фактор, рослині потрібно 60 - 80 днів осінньої вегетації. Оптимальні строки для України з 10 по 25 серпня. При зміщенні на початок серпня (ранній посів) є ризик переростання ріпаку. Рослина формує занадто велику розетку, виносить точку росту вгору, через що взимку вимерзає. При зміщенні на вересень (пізній посів), рослина не встигає розвинути потужний корінь і сформувати хоча б 6 листків. Слабкі рослини гинуть від перших сильних морозів.

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

Глибина загортання насіння 1,5 - 2,5 см. За умов пересихання верхнього шару допускається заглиблення до 3,0 - 3,5 см, але лише за умови використання високоякісних сівалок із чітким копіюванням рельєфу. Якщо посіяти мілкіше ніж 1,5 см - насіння висохне без вологи. Якщо заглибити більше ніж на 4 см - енергії дрібної насінини просто не вистачить, щоб пробити шар ґрунту, сходи будуть зрідженими та кволими. Норма висіву та густота - сучасний підхід базується на тому, що ріпаку потрібен простір для формування міцної кореневої шийки, загущені посіви витягуються і вимерзають.

Тип посівного матеріалу	Норма висіву (млн схожих насінин/га)	Вага в кг/га (орієнтовно)	Цільова густота на осінь (рослин/м ²)
Гібриди (на сучасному етапі)	0,35 – 0,45	1,8 – 2,5 кг	30 – 45
Сорти	0,60 – 0,80	3,0 – 4,5 кг	50 – 60

Традиційний посів: 12,5–15 см (звичайними зерновими сівалками).

Широкорядний/точний посів 30 - 45 см. Посів із широким міжряддям та чітким кроком між насінинами в рядку дає кожній рослині максимум світла восени. Це запобігає витягуванню точки росту і дозволяє сформувати ідеальну розетку.

Швидкість сівалки не повинна перевищувати 6 - 8 км/год. При вищій швидкості сошник починає виглюблятися, що призводить до хаотичної глибини загортання.

Внесення добрив [4-8]. Для формування 1 тони насіння з відповідною кількістю соломи йому потрібно орієнтовно: 50 - 60 кг азоту, 25 - 30 кг фосфору, 40 - 60 кг калію, а також мезо та мікроелементи (сірка, бор, магній).

Осіньне живлення (старт для кореня), головне завдання восени - розвинути корінь, а не вигнати масу листя.

Фосфор (Р) та Калій (К) - вносяться повністю під основний обробіток ґрунту (оранку або глибоке розпушування). Фосфор відповідає за розвиток

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

кореневої системи, калій - за накопичення цукрів у клітинному соку, типові норми Р60-90, К90-120.

Азот (N) - восени застосовують з великою обережністю. Надлишок азоту спровокує переростання ріпаку. Допускається внесення невеликої стартової дози (20–30 кг/га д.р.) на бідних ґрунтах або якщо в ґрунті загорнуто багато соломи попередника, яка забирає вільний азот на себе.

Бор (В) - восени обов'язково роблять позакореневе підживлення (по листу) у фазі 4 - 6 листків (100 - 150 г/га чистого бору). Бор запобігає розтріскуванню кореневої шийки та утворенню пустот у корені, куди взимку може потрапити інфекція.

Навесні ріпак швидко рушає в ріст і потребує миттєвого доступу до живлення.

Перше внесення (рання весна) - як тільки можна зайти в поле (по мерзлоталому ґрунту або на початку відновлення вегетації). Вносять 60 - 80% від загальної норми азоту разом із сіркою. Ідеальним добривом тут є сульфат амонію або кас із додаванням сірки. Сірка критично важлива, без неї ріпак просто не зможе засвоїти внесений азот. Співвідношення азоту до сірки має бути приблизно 4:1.

Друге внесення (через 2-3 тижні, на початку стеблуння) - вносять залишок азоту (в формі аміачної селітри чи КАС), що стимулює закладання бічних пагонів та майбутніх квіток.

Під час бутонізації - друге листове внесення бору для покращення цвітіння, проростання пилку та зменшення опадання майбутніх стручків.

Боротьба з бур'янами [9-11]. Боротьба з бур'янами у посівах ріпаку є одним із найкритичніших етапів технології. Оскільки на початкових етапах (перші 4 - 5 тижнів після сходів) ріпак розвивається відносно повільно, бур'яни та падалиця попередника можуть легко його заглушити.

Якщо вчасно не очистити поле, то буде конкуренція за світло, рослини ріпаку почнуть надмірно витягуватися, точка росту підніметься високо над поверхнею і такий ріпак гарантовано вимерзне взимку.

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

Система захисту ріпаку від бур'янів поєднує агротехнічні (механічні) методи та кілька етапів хімічного контролю.

1. Агротехнічні та механічні заходи:

лущення стерні відразу після збирання попередника, спровокує масове проростання насіння бур'янів та падалиці зернових. Через 10 - 14 днів їх знищують наступним обробітком ґрунту;

глибока оранка - якісний переверот пласта загортає насіння бур'янів на велику глибину (25 - 30 см), звідки більшість із них не здатні прорости. Це знижує забур'яненість поля в рази;

міжрядний обробіток - застосовується у випадку широкорядного посіву (міжряддя 30 - 45 см). Проведення розпушування міжрядь за допомогою культиваторів дозволяє механічно знищити бур'яни та покращити доступ кисню до коріння.

2. Осінній хімічний захист (базовий етап)

Осінь - основний час для застосування гербіцидів. Залежно від умов зволоження та засміченості поля обирають одну з трьох стратегій (або їх комбінацію):

ґрунтові (довсходові) гербіциди - вносяться відразу після посіву (протягом 30 годин) до появи сходів ріпаку. Вони створюють захисний екран на поверхні ґрунту. Основні діючі речовини (д.р.): Метазахлор (базовий проти дводольних та деяких злакових), Кломазон (ефективний проти підмаренника чіпкого, грициків), Пропізохлор (підсилює контроль злакових). Вимагають наявності вологи в верхньому шарі ґрунту. Якщо ґрунт пересушений і попереду немає дощів, ефективність ґрунтових гербіцидів різко падає. Кломазон у високих дозах може викликати тимчасове побіління (хлороз) перших листків ріпаку, що зазвичай проходить без шкоди для врожаю;

страхові (післясходові) гербіциди - застосовуються, якщо ґрунтові гербіциди не спрацювали через посуху або якщо на полі з'явилися специфічні бур'яни. Обробку проводять у фазу від 2 до 6 листків ріпаку. Проти широкого спектра дводольних (осоти, ромашка, підмаренник): Використовують

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

препарати на основі Клопіраліду, Піклорами, Амінопіраліду або Галауксифен-метилу (новітня молекула Arylex active, яка ефективна навіть за низьких температур). Проти хрестоцвітих бур'янів (гірчиця польова, редька дика). Ці бур'яни є родичами ріпаку, тому звичайними гербіцидами їх знищити неможливо. Для їх контролю по сходах використовують д.р. Етаметсульфурон-метил (вноситься у ранні фази розвитку бур'янів);

грамініциди (контроль падалиці зернових) - оскільки найкращими попередниками ріпаку є пшениця чи ячмінь, їх насіння (падалиця) проростає на полі щільним килимом. Грамініциди вносять обов'язково і незалежно від інших гербіцидів. Діючі речовини: Хізалофоп-П-етил, Хізалофоп-П-тефурил, Клетодим, Флуазифоп-П-бутил. Строки внесення - коли падалиця зернових перебуває у фазі 2 - 4 листків (ріпак в цей час може мати від сім'ядолей до кількох листків - грамініциди для нього повністю безпечні). Якщо падалиці дуже багато, обробку ділять на два етапи з інтервалом у 2 тижні.

3. Весняний хімічний захист

Навесні гербіциди застосовують як корекцію, якщо осінній захист виявився недостатньо ефективним, або якщо поле сильно забур'янене багаторічними коренепаростковими бур'янами (осот рожевий, осот жовтий, латук). Час внесення - навесні, відразу після відновлення вегетації (коли нічні температури стабільно вищі за +5...+8°C) і строго до початку фази бутонізації ріпаку. Якщо запізнитися і внести гербіциди по бутонах, відбудеться сильне пригнічення культури, квіти опадуть. Використовують системні гербіциди на основі Клопіраліду та Піклорами.

4. Специфічна технологія (чисте поле)

Для полів, які катастрофічно засмічені хрестоцвітими бур'янами (суріпиця, гірчиця, талабан) або пирієм повзучим, традиційна технологія часто безсила. У таких випадках сіють спеціальні гібриди ріпаку, стійкі до гербіцидів групи імідазолінонів. Посіви обробляють в осінній період (у фазу 2 - 4 листків ріпаку) гербіцидом на основі Імазамоксу (або комбінації імазамоксу з квінме́раком). Один однократний обробіток повністю знищує абсолютно всі

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

бур'яни на полі як злакові (включаючи падалицю), так і найскладніші дводольні хрестоцвіті. Імідазолінони мають післядію в ґрунті, тому після такого ріпаку існують обмеження у виборі культур на наступний рік (бажано сіяти сою, горох або стійку пшеницю).

Не можна вносити страхові гербіциди, якщо вночі очікуються приморозки. Рослина ріпаку перебуває в стресі і не зможе швидко розщепити гербіцид у своїх клітинах, що призведе до токсикації культури.

Для більшості гербіцидів (особливо на основі клопіраліду та грамініцидів) потрібна чиста вода з нейтральною або слабокислою реакцією (рН 5,5 - 6,5). Жорстка чи лужна вода знижує дію препаратів на 30 - 50%.

Листя ріпаку вкрите товстим шаром воску. Щоб краплі гербіциду не стікали на землю, а затримувалися на бур'янах, у бакову суміш обов'язково додають якісні поверхнево-активні речовини (ПАР).

Боротьба з шкідниками. Захист від комах будується за чітким календарним графіком, оскільки поява шкідників строго прив'язана до фаз розвитку рослини та температурного режиму.

Осінній період (захист сходів) [8-11]

Хрестоцвіті блішки - з'являються відразу після появи сім'ядолей. За спекотної погоди здатні повністю знищити сходи за 2-3 дні. ЕПШ (економічний поріг шкодочинності) 5 рослин на 1 м² або 10% пошкодження листової поверхні. Рішення - використання посівного матеріалу, який обов'язково оброблений інсектицидним протравлювачем (на основі тиаметоксаму, клотіанідину або ціанітраніліпролу). За потреби, крайові або суцільні обробки піретроїдами.

Ріпаковий пильщик та совки - личинки пильщика та гусінь совок виїдають м'якоть листя восени. Рішення - обробка баковою сумішшю системного неонікотинноїду (імідаклоприд, ацетаміприд) та контактного піретроїду.

Ранньовесняний період (прихованохоботники) - це найбільш критична та підступна група шкідників. Вони виходять із зимування дуже рано. Жуки

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

активізуються, коли температура ґрунту на глибині 5 см досягає +5...+7°C (температура повітря близько +9...+12°C). Вони відкладають яйця всередину стебла. Личинки виїдають стебло зсередини, воно тріскається, і рослина або гине, або вилягає. Необхідне обов'язкове виставлення жовтих чашок-пасток (чашок Мерики) на полі відразу після танення снігу. ЕПШ - потрапляння 10 жуків у чашку протягом 3 днів. Обробка має бути проведена до того, як жук відкладе яйця (протягом 7-10 днів після масового льоту). Оскільки навесні температури нестабільні, використовують комбінації доречних д.р.: фосфорорганічні сполуки (хлорпірифос) або системні неонікотиноїди, які стійкі до коливань температур, у суміші з піретроїдами.

Фаза бутонізації та цвітіння [8-11]

Ріпаковий квіткоїд - маленький блискучий чорно-зелений жук. Він виїдає внутрішню частину бутона (пилок) до його розкриття, після чого бутон засихає і опадає. ЕПШ 3-5 жуків на рослину у фазі нерозпущеного бутона. Рішення - обробка системними препаратами на основі ацетаміприду або тіаклоприду. Сучасні популяції квіткоїда в Україні мають високу резистентність (стійкість) до чистих піретроїдів, тому їх використання проти нього є неефективним. Під час цвітіння дозволено використовувати лише безпечні для бджіл інсектициди (наприклад, на основі тау-флювалінату або флупірадіфуруну).

Насіннєвий прихованохоботник та ріпаковий комарик (стручковий галиця) - прихованохоботник робить прокол у стручку для відкладання яйця, а комарик використовує цей прокол, щоб відкласти туди сотні своїх яєць. Личинки повністю виїдають насіння зсередини, стручок передчасно жовтіє та розтріскується. Рішення - обробка системними інсектицидами по цвітінню (у фазу відпадання перших пелюсток).

Боротьба з хворобами ріпаку. Стратегія захисту від хвороб є переважно профілактичною, оскільки лікувати вже уражену тканину рослини майже неможливо.

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

Фомоз (чорна ніжка / рак стебла) - грибкове захворювання, яке вражає ріпак як восени, так і навесні. Виявляється у вигляді сірих плям із чорними цятками (пікнідами) на листі та прикореневій зоні. Призводить до трухлявості стебла та зламу рослини. Контроль восени поєднується з рістрегуляцією. Препарати групи триазолів (тебуконазол, метконазол) працюють подвійно: стримують ріст точки росту і блокують розвиток фомозу. Контроль навесні, внесення фунгіцидів у фазу видовження стебла.

Склеротиніоз (біла гниль) - найбільш шкідлива хвороба ріпаку в період цвітіння. Сприяє їй висока вологість (дощі під час цвітіння). Пелюстки квіток, опадаючи, застрягають у пазухах листків і стають поживним середовищем для проростання спор гриба. Стебло вкривається білим нальотом, усередині утворюються чорні статичні тіла (склероції), рослина передчасно засихає, а стручки розсипаються. Контроль - обов'язкова фунгіцидна обробка у фазу зеленого бутона або середини цвітіння (фаза 61 - 65 за шкалою BBCH, коли опадають перші пелюстки). Ефективні д.р. - препарати з класу SDHI (боскалід, флуопірам), стробілурини (азоксистробін, димоксистробін) та триазоли (протіоконазол). Ця обробка забезпечує тривалий захист стебла.

Альтернаріоз (чорна плямистість) - вражає листя, але найбільше - стручки на фінальних етапах вегетації. Вони вкриваються чорними плямами, деформуються, розтріскуються, що призводить до висипання насіння на землю безпосередньо перед збиранням. Контроль - якщо під час цвітіння проти склеротиніозу було використано якісний двокомпонентний фунгіцид (наприклад, триазол + стробілурин), він автоматично захищає стручки і від альтернаріозу. За умов затяжних дощів улітку може знадобитися додаткове внесення фунгіцидів по зелених стручках.

Весняні обробки ріпаку майже завжди комбіновані. В один бак обприскувача поєднують інсектицид (від актуального шкідника) + фунгіцид (від хвороб) + мікродобриво (Бор) + Адювант. Це економить паливо та зменшує кількість проходів техніки по полю [8-11].

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

Збирання врожаю. Збирання ріпаку - це один із найвідповідальніших етапів у всій технології. Через біологічні особливості культури (нерівномірне дозрівання знизу вгору, висока крихкість стручків та схильність до осипання від вітру і сонця) затримка зі збиранням навіть на 2 - 3 дні може призвести до втрати понад 30% вирощеного врожаю.

Для визначення точного моменту збирання орієнтуються не на колір стебла (воно часто залишається зеленим), а на стан насіння у стручках середнього ярусу головного стебла. Стручки набувають світло-жовтого або солом'яного кольору. Насіння стає твердим, забарвлюється в темно-коричневий або чорний колір, а при струшуванні рослини чітко чути шелестіння (торохтіння) насіння всередині стручка. Для прямого комбайнування ідеальним є діапазон вологості 10 - 13%. За такої вологості насіння мінімально травмується, а стручки менше розтріскуються під дією жатки.

Щоб мінімізувати втрати від розтріскування та вирівняти дозрівання, за кілька тижнів до збирання застосовують спеціальні хімічні препарати. Застосування склеювачів стручків - це спеціальні препарати-полімери (наприклад, на основі синтетичного латексу або піноліну). Їх вносять за 2 - 3 тижні до збирання, коли ріпак тільки починає жовтіти. Склеювач створює на стручку тонку еластичну плівку, яка не заважає рослині дихати і сохнути, але міцно тримає стулки стручка, захищаючи його від розтріскування під час вітру чи проходження комбайна.

Прибирати ріпак звичайною зерновою жаткою неможливо - це призведе до колосальних втрат (до 500–800 кг насіння на кожному гектарі) через те, що рослини сильно переплетені між собою, а стандартне мотовило просто розбиває стручки ще до зрізання стебла.

Для якісного збору агрегати модернізують та налаштовують під фізико-механічні властивості дрібного насіння. Перед виходом у поле ретельно перевіряють усі ущільнювачі шнеків, елеваторів та бункера. Насіння ріпаку

					<i>МВР 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

має високу текучість і здатне висипатися через найменшу щілину в корпусі машини.

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

1. Післяжнивний обробіток (Липень). Відразу за комбайном після збирання озимої пшениці проводиться лушення стерні на глибину 5 - 6 см. Швидкість роботи 10 - 12 км/год. Це критично важливо для збереження залишків капілярної вологи та провокації проростання падалиці пшениці та бур'янів. Трактор NH TD5.90 + Дискова борона Елворті Паллада 3.2.

2. Основне удобрення (Кінець липня). Розкидачем вноситься основне живлення: фосфор і калій (наприклад, Діамофоска 10:26:26 у нормі 150 - 200 кг/га). Трактор NH TD5.90 + Розкидач добрив Jar-Met 1000л.

3. Глибоке розпушування (Кінець липня). Замість оранки проводиться чизелювання (глибоке безвідвальне розпушування) на глибину 30 - 35 см. Це руйнує плужну підшову, щоб стрижневий корінь ріпаку міг безперешкодно йти вглиб. Трактор NH TD5.90 + Чизельний плуг (3-5 робочих органів).

4. Передпосівна культивация (Перша половина серпня). Проводиться безпосередньо перед посівом. Головне правило - глибина обробітку має строго відповідати глибині посіву, тобто не більше 2,5 - 3,0 см. Робочі органи мають подрібнити грудки до дрібноструктурного стану та створити щільне насінневе ложе. Котки ззаду культиватора підтягують вологу з нижніх шарів. Трактор NH TD5.90 + Передпосівний культиватор КПС-4 з котками.

5. Точний посів (10 - 25 серпня). 8-рядна сівалка JPH 8 налаштовується на ширину міжрядь 45 см. Загальна ширина захвату становить 3,6 метра. Встановлюються спеціальні посівні ролики для дрібного насіння ріпаку. Норма висіву для гібридів виставляється мінімальна 35 - 40 насінин на квадратний метр (орієнтовно 1,5 - 1,8 кг насіння на гектар). Глибина загортання чітко 2,0 см. Швидкість руху не більше 6 - 7 км/год для ідеального дотримання кроку висіву. Трактор NH TD5.90 + Сівалка JPH 8.

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

6. Осінній хімічний догляд (Серпень – Жовтень). Через 1-2 дні після посіву. Внесення ґрунтового гербіциду (Метазахлор + Кломазон) для контролю дводольних бур'янів. Трактор NH TD5.90 + причіпний обприскувач Богуслав Одиссей 2000

7. Фаза 2-3 листки ріпаку. Внесення грамініциду (Хізалофоп-П-етил) проти падалиці пшениці, яка зійшла разом із ріпаком. Трактор NH TD5.90 + причіпний обприскувач Богуслав Одиссей 2000.

8. Фаза 4-6 листків ріпаку. Внесення фунгіциду-ретарданту (Тебуконазол, 0,5–0,7 л/га) разом із Бором восени. Це зупиняє витягування точки росту вгору і загартовує рослину перед зимою. Трактор NH TD5.90 + причіпний обприскувач Богуслав Одиссей 2000.

9. Ранньовесняне підживлення (Березень, по мерзлоталому ґрунту). При першому виході в поле вноситься Сульфат амонію в нормі 150 - 200 кг/га. Це дає рослині стартовий азот для швидкого відновлення вегетації та необхідну сірку, без якої азот не засвоїться. Через два тижні операцію повторюють аміачною селітрою (150 кг/га) для стимулювання росту бічних пагонів. Трактор NH TD5.90 + розкидач добрив.

10. Весняний комплексний захист (Квітень – Травень). На початку видовження стебла, проводиться 2 - 3 обробки баковими сумішами. Інсектицид проти прихованохоботника + Бор (1 л/га). Трактор NH TD5.90 + причіпний обприскувач Богуслав Одиссей 2000.

11. У фазу бутонізації. Системний інсектицид (Ацетаміпрід) проти ріпакового квіткоїда, який виїдає майбутні квіти. Трактор NH TD5.90 + причіпний обприскувач Богуслав Одиссей 2000.

12. В середині цвітіння. Обов'язкове внесення фунгіциду (Протіоконазол або Азоксистробін) проти склеротиніозу (білої гнилі) для захисту стручків. Трактор NH TD5.90 + причіпний обприскувач Богуслав Одиссей 2000.

13. Збирання врожаю (Липень). Для збирання використовується комбайн New Holland TC із шириною жатки 4,5 - 5,1 метра, яка обов'язково

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

дообладнана ріпаковим столом Maaps з вертикальними боковими ножами. Збирання починають, коли вологість насіння падає до 12%. Оберти барабана зменшують до 450 об/хв, потік вентилятора налаштовують помірно, щоб легке насіння ріпаку не видувалося на поле.

Економічний ефект схеми: Використання сівалки точного висіву JPH 8 у широкорядному форматі (45 см) дозволяє економити до 30-40% вартості посівного матеріалу порівняно із суцільним посівом звичайною зерною сівалкою, при цьому потенціал врожайності за рахунок глибокого чизелювання трактором TD5.90 залишається на високому рівні (понад 3,5 - 4,0 т/га в середньому по регіону).

3. Операційна технологія посіву ріпаку

Вихідні умови для розрахунку наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Вихідні умови

Показник	Значення показника
Операція	Посів ріпаку
Трактор	New Holland TD5.90
Овочева сівалка	JPH 8
Довжина гонів, L м	900
Площа посіву, га	100
Фон поля	Під посів
Кут підйому, %	2

3.1 Агротехнічні вимоги до посіву ріпаку [2-4, 8-11]:

Агротехнічні вимоги до посіву озимого ріпаку є одними з найсуворіших серед усіх польових культур. Оскільки насіння ріпаку надзвичайно дрібне (діаметр близько 1,5 - 2 мм), а початковий етап розвитку визначає всю подальшу долю врожаю, відхилення від технологічних стандартів навіть на 1

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

см або на 2 - 3 дні може призвести до зрідження або повної загибелі посівів взимку.

1. Календарні строки та температурний баланс

Головна мета - забезпечити рослині 60 - 80 днів осінньої вегетації та накопичення суми активних температур (вище плюс 5°C) в межах 600 - 800°C до моменту настання стійких зимових морозів. Оптимальне вікно для більшості регіонів України це період з 10 по 25 серпня.

Рання межа (до 10 серпня) - допускається лише за умов тривалої посухи, коли насіння чекає дощу в ґрунті. Якщо ж вологи достатньо, ранній посів призведе до переростання ріпаку точка росту винесеться вище ніж на 3 см над землею, і рослина втратить зимостійкість.

Рослини пізніх строків сівби входять у зиму із слабким ниткоподібним коренем і розеткою з 2 - 4 листків, що гарантує вимерзання при зниженні температури до мінус 12...15°C без снігу.

2. Параметри насінневого ложа та вологість

Ріпак потребує ідеально вирівняного поля та дрібногрудкуватої структури ґрунту в зоні загортання насіння. Фракційний склад ґрунту в шарі 0 - 5 см кількість грудочок розміром менше ніж 2 см має становити не менше 80%. Наявність великих брил (більше ніж 5 см) неприпустима, оскільки дрібне насіння провалюється між ними або зависає в повітряних пустотах і висихає.

Нижній шар ґрунту (на глибині посіву) повинен бути злегка ущільненим, щоб забезпечити капілярне підняття води з глибини до насінини. Верхній шар має залишатися пухким для вільного доступу кисню.

Посів у сухий ґрунт є технологічним ризиком. Він виправданий лише тоді, коли за прогнозом погоди протягом тижня гарантовано випадуть дощі.

3. Глибина загортання насіння (критичний фактор). Дрібне насіння має обмежений запас поживних речовин, тому глибина має бути мінімальною, але достатньою для контакту з вологою. За умов оптимального зволоження: глибина має становити чітко 1,5 - 2,0 см. За умов дефіциту води (пересохлий верхній шар): Допускається збільшення глибини до 2,5 - 3,5 см, але лише за

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

умови, що сівалка має дискові сошники з індивідуальними притискними котками.

Відхилення по глибині між сошниками не повинно перевищувати плюс-мінус 0,5 см. Різна глибина посіву призводить до рваних сходів, частина рослин зійде на 4-й день, а частина на 12-й. Сильніші рослини почнуть затінювати слабкі, що викличе витягування їхньої точки росту.

4. Просторова архітектура посіву

При переході на технологію точного широкорядного висіву з міжряддям 45 см, вимоги до геометрії розкладання насіння всередині рядка стають вирішальними. Для досягнення оптимальної осінньої густоти (35 - 45 рослин на метр квадратний) на кожному погонному метрі рядка має бути висіяно приблизно 16 - 20 насінин. Насіння має лягати в рядку з інтервалом 5,0 - 6,0 см одне від одного.

Посівний апарат сівалки має чітко відсікати зайві насінини. Якщо дві насінини ляжуть поруч (на відстані 1 - 2 см), ці дві рослини почнуть конкурувати між собою як бур'яни. Обидві сформують тонку кореневу шийку і витягнуться вгору, що знизить їхні шанси на перезимівлю.

5. Швидкісний режим та налаштування агрегату

При посіві ріпаку сівалками точного висіву швидкість трактора має бути в межах 5,5 - 7,0 км/год. При перевищенні цієї швидкості висівна котушка починає обертатися занадто швидко, насіння не встигає чітко фіксуватися у комірках, а сошник починає вібрувати, порушуючи глибину загортання.

Тиск сошника має бути відрегульований таким чином, щоб диски чітко прорізали пожнивні залишки попередника (якщо вони є) і формували чисту V-подібну борозенку, не заминаючи соломку всередину ложа.

6. Контакт насіння з ґрунтом

Насіння ріпаку повинно бути миттєво притиснуте до вологого насіннєвого ложа. Це досягається використанням прогумованих або V-подібних притискних котків безпосередньо за сошником сівалки. Якщо після посіву верхній шар залишається занадто пухким, а погода посушлива,

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

обов'язковим прийомом є суцільне коткування поля кільчасто-шпоровими котками. Це зменшує випаровування вологи та забезпечує швидкий капілярний притік води до насінини.

Всі вище перелічені вимоги спрямовані на те, щоб у листопаді (до настання стабільних морозів) отримати наступні біометричні показники рослин ріпаку:

Цільові параметри рослини перед входом в зиму

Параметр	Оптимальне значення	Наслідки відхилення
Кількість листків у розетці	6 – 8 розвинених листків	Менше 5 - слабка морозостійкість; більше 10 - ризик випрівання.
Товщина кореневої шийки	8 – 12 мм	Менше 6 мм - корінь замерзне; рослина не має запасу цукрів.
Висота точки росту над землею	не більше 1 – 2 см	Більше 3 см - точка росту вимерзне при перших заморозках без снігу.
Довжина стрижневого кореня	20 – 30 см (вглиб)	Менший корінь призведе до випирання рослини з ґрунту під час весняного розмерзання.

3.2 Комплектування і підготовка агрегату до посіву ріпаку

Комплектування та підготовка посівного агрегату в складі трактора New Holland TD5.90 та сівалки точного висіву JPH 8 - це етап, від якого залежить геометрія майбутнього поля.

Трактор потужністю 90 к.с. є оптимальним для цієї сівалки, оскільки вона механічна, відносно легка і не потребує великої потужності. Проте, щоб колеса трактора не чавили рядки, а сівалка сіяла строго задану норму, потрібно провести точне калібрування.

1. Підготовка та налаштування трактора New Holland TD5.90

Головне завдання при підготовці трактора - налаштувати колію під обрану схему посіву та забезпечити ідеальну роботу навіски. Регулювання колії трактора (критично для міжряддя 45 см). При 8-рядному посіві з міжряддям 45 см центр сівалки знаходиться між 4-м та 5-м рядками. Якщо

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

порахувати відстані від центру, рядки будуть розташовані на позначках: ± 22.5 см, ± 67.5 см, ± 112.5 см, ± 157.5 см.

Колію передніх і задніх коліс трактора потрібно встановити рівною 180 см (вимірюється по центрах шин). При колії 180 см колеса трактора пройдуть точно посередині міжряддя - між 2-м і 3-м рядками зліва та 6-м і 7-м рядками справа. Жодна рослина не постраждає.

Встановіть мінімально допустимий тиск у задніх шинах (близько 1,0 – 1,2 бар), а в передніх – 1,4 бар. Це збільшить пляму контакту, зменшить питомий тиск на ґрунт і запобіжить утворенню глибокої колії перед сошниками сівалки.

Центральний гвинт і розкоси трикутової навіски мають бути відрегульовані так, щоб рама сівалки в робочому положенні була строго паралельна поверхні землі (як повздовжньо, так і поперечно).

Обмежувальні ланцюги (або розтяжки) навіски трактора потрібно жорстко затягнути, коли сівалка опущена в робоче положення, щоб виключити будь-яке виляння сівалки вліво-вправо під час руху.

2. Комплектування та розстановка секцій сівалки JPH 8

Сівалка JPH 8 має брусову раму, на якій самостійно фіксуються окремі посівні секції. Знайдіть геометричний центр рами сівалки і зробіть відмітку маркером чи крейдою. Від цього центра розставляйте секції в обидва боки за такою схемою:

перша пара секцій (4-й та 5-й рядки): по 22.5 см вліво і вправо від центра;
друга пара (3-й та 6-й рядки): по 67.5 см від центра;
третя пара (2-й та 7-й рядки): по 112.5 см від центра;
четверта пара (1-й та 8-й рядки): по 157.5 см від центра.

Перевірка затяжки - надійно зафіксуйте хомути кріплення кожної секції до рами. Найменше зміщення секції під час роботи порушить міжряддя, що ускладнить майбутній міжрядний обробіток.

3. Налаштування висівного апарату під насіння ріпаку

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

Сівалки типу JPH 8 використовують унікальну роликову систему висіву. На відміну від вакуумних сівалок, тут точність залежить від фізичного розміру заглиблень у ролику та швидкості його обертання.

Для ріпаку використовують спеціальні ролики для дрібнонасінних культур (хрестоцвітих). Оптимально підходить ролик із круглими заглибленнями (лунками) діаметром 2,5 - 3,0 мм та глибиною 1,5 - 2,0 мм. Кількість лунок на одному ролику зазвичай становить 12 або 24 (залежно від фракції насіння та потрібного кроку). У кожную лунку має поміщатися строго одна насінина ріпаку.

Всередині висівного бункера над роликом встановлена щітка. Відрегулюйте її висоту так, щоб вона м'яко зчищала зайві насінини, залишаючи в лунці ролика лише одну штуку. Якщо щітка зношена або виставлена занадто високо - будуть двійники.

Привід роликів здійснюється від переднього опорно-приводного котка секції через систему ланцюгів та зірочок. Нам потрібно досягти кроку висіву 5,0 - 6,0 см в рядку (щоб отримати 16 - 20 насінин на погонний метр).

Встановіть таку комбінацію ведучої (на котку) та веденої (на валу ролика) зірочок, яка при вашому типі ролика забезпечить скидання насінини кожні 5,5 см. Наприклад, для ролика на 12 лунок зазвичай використовують комбінацію зірочок типу F21 - R14 або схожу (залежно від моделі приводу).

4. Налаштування робочих органів та маркерів

Регулювання глибини ходу сошників - на кожній секції за допомогою регульовального гвинта або штифта виставте глибину сошника на 2,0 см.

Поставте посівну секцію на рівну тверду поверхню (наприклад, на бетонну підлогу бригади), підкладіть під опорні котки дерев'яні бруски товщиною чітко 2,0 см. Опустіть сошник так, щоб він торкався підлоги. Зафіксуйте це положення на всіх 8 секціях.

Задні притискні колеса на секціях мають забезпечувати рівномірне загортання і коткування рядка. Встановіть пружини натягу в середнє або

максимальне положення (якщо ґрунт сухий), щоб забезпечити щільний контакт насіння з ложем.

5. Польовий тест

Ніколи не починайте посів відразу на великому полі. Засипте невелику кількість насіння в бункери та зробіть тестову проходку довжиною 10 - 15 метрів на сухому та твердому майданчику або на краю поля.

Підніміть захисні кришки і переконайтеся, що всі ланцюгові передачі обертаються синхронно і без заїдань. Розгребіть землю в загорнутому рядку пальцями або щіточкою, знайдіть насінини і виміряйте звичайною лінійкою відстань між ними (має бути 5 - 6 см) та глибину (2,0 см). Переконайтеся, що насіння не травмується і не розчавлюється роликami. Якщо все збігається з розрахунковими вимогами - агрегат готовий до роботи.

Розрахунок продуктивності агрегату [13,14]

Теоретична (чиста) годинна продуктивність ($W_{\text{теор}}$), розраховується за умови 100% використання робочого часу без зупинок на розвороти та засипання насіння:

$$W_{\text{теор}} = 0,1 \cdot B \cdot V,$$

$$W_{\text{теор}} = 0,1 \cdot 3,6 \cdot 6 = 2,16 \text{ га/год}$$

Експлуатаційна (фактична) годинна продуктивність ($W_{\text{експ}}$) враховує коефіцієнт використання робочого часу (τ). Для механічної сівалки JPH 8, завдяки рідким заправкам насінням (ріпаку потрібно мало за вагою), коефіцієнт τ є високим і становить приблизно 0,80 (20% часу йде на розвороти на краях поля та технологічне обслуговування):

$$W_{\text{експ}} = W_{\text{теор}} \cdot \tau,$$

$$W_{\text{експ}} = 2,16 \cdot 0,8 = 1,73 \text{ га/год}$$

Продуктивність агрегату за робочу зміну ($W_{\text{зм}}$) при тривалості світлової зміни 10 годин:

$$W_{\text{зм}} = W_{\text{експ}} \cdot T_{\text{зм}},$$

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

$$W_{\text{зм}} = 1,73 \cdot 10 = 17,3 \text{ га / зміну}$$

Витрата палива та експлуатаційні витрати [13,14]

Трактор New Holland TD5.90 на посіві з легкою механічною 8-рядною сівалкою буде завантажений приблизно на 50-60% від своєї номінальної потужності, що забезпечує високу паливну економічність.

Питома витрата палива на гектар: 3,8 – 4,5 л/га (приймаємо в середньому 4.2 л/га).

Годинна витрата палива трактором: 1,73 га/год x 4,2 л/га = 7,26 л/год.

Витрата палива за 10-годинну зміну: 17,3 га x 4,2 л/га = 72,6 літрів.

Підсумкова зведена таблиця для умовного поля площею 100 га

Найменування параметра	Значення розрахунку	Примітки / Пояснення
Необхідний час роботи	57,8 годин	Орієнтовно 5,8 робочих змін (близько 6 днів)
Загальна потреба в насінні	212 кг	3 розрахунку 2,12 кг/га
Загальна потреба в дизпаливі	420 літрів	Чисте паливо на посів (без логістики)
Кількість заправок насінням	2 - 3 рази за весь час	Об'єм бункерів сівалки дозволяє сіяти довго
Кількість проходів (рядків)	222 проходи	Для квадратного поля зі стороною 1000 м

Даний агрегат є збалансованим для середнього господарства. Трактор працює в ощадному температурному та паливному режимі. Темп посіву в 17,3 га/зміну дозволяє повністю закрити посівну площу в 100 га за 6 днів, що повністю вкладається в оптимальне агротехнічне вікно (15-20 серпня).

Розрахунок тягового опору посівного агрегату [13,14]

Вихідні дані для розрахунку:

кількість посівних секцій n - 8 шт;

глибина посіву $h = 2,0$ см (0,02 м);

тип сошника - анкерний/кілеподібний (мінімальне руйнування ґрунту);

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

стан ґрунту - культивований, розпушений (після передпосівної культивуації);

маса сівалки з насінням m близько 250 кг (вага порожньої рами із секціями 210 кг + вага насіння ріпаку);

вага сівалки в Ньютонах $G = 250 \text{ кг} \times 9,81 \text{ м/с}^2 = 2450 \text{ Н} (2,45 \text{ кН})$;

швидкість руху $V = 6.0 \text{ км/год} (1,67 \text{ м/с})$.

Загальний тяговий опір навісної сівалки складається з двох основних компонентів, опору робочих органів (сошників) під час прорізання борозен в ґрунті R_c та опору перекочуванню опорно-привідних коліс та притискних котків секцій по пухкому ґрунту R_k :

$$R = R_c + R_k$$

Для легких анкерних сошників овочевих та дрібнонасінних сівалок на глибині загортання 2 см по культивованому ґрунту питомий опір одного сошника (q) становить приблизно 140 - 160 Н. Прийmemo середнє значення $q = 150 \text{ Н} (0,15 \text{ кН})$.

$$R_c = n \cdot q ,$$

$$R_c = 8 \cdot 150 = 1200 \text{ Н}$$

Опір перекочуванню залежить від ваги машини та коефіцієнта опору коченню f . Для гладких та гумових котків по свіжокультивованому ґрунту коефіцієнт f становить приблизно 0,15.

$$R_k = G \cdot f ,$$

$$R_k = 2450 \cdot 0,15 = 367,5 \text{ Н}$$

Загальний тяговий опір агрегату:

$$R = 1200 + 367,5 = 1567,5 \text{ Н} = 1,57 \text{ кН}$$

Трактор New Holland TD5.90 має номінальну потужність двигуна 90 к.с. (66 кВт) і відноситься до тягового класу 1.4. Номінальне тягове зусилля для цього класу становить 14.0 кН. Максимально можливе тягове зусилля трактора на підготовленому під посів ґрунті (з урахуванням буксування та зчеплення

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

шин) становить близько 18 - 20 кН. Визначимо коефіцієнт завантаження трактора:

$$\eta_{\text{вик}} = \frac{R}{P_{\text{ном}}} \cdot 100\%,$$

$$\eta_{\text{вик}} = \frac{1,57}{14} \cdot 100\% = 11,2\%$$

Розрахунок показує, що тяговий опір 8-рядної сівалки JPH 8 становить усього 1,57 кН, а трактор New Holland TD5.90 завантажений лише на 11,2% від свого номінального тягового потенціалу. Трактор працюватиме в максимально ощадному режимі (фактично на холостих або мінімальних обертах двигуна). Витрата палива може впасти навіть нижче розрахованих раніше 4.2 л/га - до 3,0 – 3,5 л/га, оскільки двигун взагалі не відчуватиме опору машини. Повністю виключається зсув або руйнування структури ґрунту колесами трактора, що важливо для збереження капілярної вологи. Оскільки 90% потужності трактора залишаються вільними, в умовах реального господарства цей агрегат є сенс доукомплектувати. Наприклад - встановити на передню навіску трактора бак для одночасного внесення рідких стартових добрив чи КАС. Або інтегрувати попереду сівалки легку ротаційну борону чи шлейф-кاتок для фінішного вирівнювання рядка прямо перед сошниками.

3.3 Підготовка поля до роботи при посіві ріпаку [13,14]

Підготовка поля до роботи (або організація території поля перед посівом) - це комплекс організаційно-технічних заходів, які проводяться безпосередньо на ділянці перед запуском посівного агрегату.

Оскільки ми використовуємо трактор New Holland TD5.90 з 8-рядною сівалкою точного висіву JPH 8 (ширина захвату 3,6 м, міжряддя 45 см), а насіння ріпаку висівається дуже мілко (2,0 см), точність розмітки поля та правильний рух мають вирішальне значення для уникнення огріхів, пересівів та ущільнення ґрунту.

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

1. Очищення та інспекція поля:

контроль якості попереднього обробітку - перевіряється якість передпосівної культивації. На полі не повинно бути глибоких колій від важкої техніки та великих груд (понад 3 - 5 см);

усунення перешкод - видаляються великі пожнивні залишки, які могли збитись у купи (купи соломи від попередника), каміння або гілки від лісосмуг. Для дрібнонасінної сівалки JPH 8 будь-яка купа соломи - це ризик забивання сошника та пропуску висіву.

2. Вибір напрямку руху агрегату

Рух посівного агрегату обов'язково спрямовують під кутом (10 - 15°) або поперек до напрямку ходу дискової борони чи передпосівного культиватора. Це запобігає проваленню сошників сівалки в колії від лап культиватора. Трактор New Holland TD5.90 рухатиметься плавно, без тряски, що забезпечить ідеальну стабільність глибини загортання насіння (чітко 2,0 см) по всіх 8 рядах.

3. Розрахунок та розмітка поворотних смуг (гони)

Поворотна смуга - це ділянка на торцях поля, де трактор піднімає сівалку, здійснює розворот і заходить на новий прохід.

Трактор TD5.90 із навісною сівалкою JPH 8 має високу маневреність, але для плавного петлевого розвороту без різких гальмувань одним колесом потрібна смуга завширшки не менше 12 - 15 метрів.

Ширина поворотної смуги повинна бути кратною ширині захвату сівалки ($B = 3,6$ м).

$$n_{np} = \frac{15}{3,6} = 4,16$$

Приймаємо 4 проходи сівалки. Таким чином, фактична ширина поворотної смуги з кожного торця поля становитиме:

$$4 \cdot 3,6 = 14,4 \text{ м}$$

					МВР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Перед початком посіву основної маси поля, трактор із піднятою сівалкою (або опущеним одним сошником без насіння) проходить уздовж торців поля на відстані 14,4 м від краю. Ця помітна лінія (слід) слугуватиме для механізатора маркером - тут підняти сівалку перед розворотом та тут опустити сівалку після розвороту.

4. Вибір способу руху агрегату

Для посіву ріпаку широкорядним методом використовують човниковий спосіб руху (рух туди-назад паралельними галсами).

Він забезпечує найменшу кількість холостих ходів для навісної техніки.

На кожному розвороті на поворотній смузі трактор робить петлю (грушоподібний розворот), заходячи чітко у наступний за слідом маркера прохід.

5. Відбиття першої (базової) лінії посіву

Перший прохід агрегату - найвідповідальніший, оскільки за ним вирівнюватиметься все поле. Його роблять вздовж найдовшої та найрівнішої сторони поля (наприклад, вздовж прямої лісосмуги чи дороги).

Перший прохід роблять на відстані від краю поля, що дорівнює половині ширини захвату сівалки плюс половина міжряддя ($1,8 \text{ м} + 0,225 \text{ м} = 2,025 \text{ м}$).

Під час цього проходу механізатор опускає боковий маркер, який залишає чіткий слід на ґрунті. На наступному проході тракторист спрямовує центр переднього колеса (або капот) строго по цьому сліду.

6. Організація логістики та місць заправки

Оскільки норма висіву ріпаку точним методом мінімальна (близько 2,12 кг/га), сумарна вага насіння на 100 га становить всього трохи більше 200 кг. Усі 8 бункерів сівалки JPH 8 сумарно вміщують об'єм насіння, якого вистачить на десятки гектарів.

Машина з насінням (або піддонами) повинна стояти строго на краю поля (на поворотній смузі) або на польовій дорозі.

Категорично забороняється заїзд будь-якого допоміжного транспорту (автомобілів, заправників) на територію самого поля. Ріпак дуже чутливий до

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

ущільнення у коліях від коліс автомобіля насіння або взагалі не зійде, або сформує деформований корінь.

7. Технологічна черговість обробітку (головна особливість ріпаку)

При посіві ріпаку суворо дотримуються такої послідовності:

Спочатку засівається вся основна площа поля (човниковим ходом від одного краю до іншого, з підняттям сівалки на відбитих лініях 14,4 м).

Поворотні смуги засіваються в останню чергу. Трактор робить 4 кругові проходи по торцях поля, засіваючи площу, де він раніше розвертався.

Якщо засіяти поворотні смуги на початку роботи, то під час посіву основного поля трактор New Holland TD5.90 сотні разів розвертатиметься своїми колесами по вже висіяному насінню ріпаку. Вага трактора повністю розчавить мілке насіння на глибині 2 см або змістить його, що призведе до повного лисого торця поля. Посів в останню чергу вирішує цю проблему.

3.4 Робота агрегату в загінці при посіві ріпаку [13,14]

Для проведення розрахунку роботи посівного агрегату в загінці (конкретній виділеній ділянці поля) приймемо стандартні та найбільш ефективні параметри для середнього українського господарства. Оскільки поле зазвичай має прямокутну форму, розіб'ємо його на технологічні загінки. Розрахунок проведемо для однієї еталонної загінки площею 25,2 гектара (довжина гону - 1000 м, ширина загінки - 252 м). Наш агрегат трактор New Holland TD5.90 + сівалка JPH 8 (B = 3,6 м, міжряддя 45 см). Спосіб руху - човниковий (петльові повороти на кінцях загінки).

Вихідні геометричні та кінематичні параметри загінки:

довжина робочого ходу (гону) $L=1000$ м;

ширина загінки $C_3=252$ м;

площа однієї загінки F_3 :

$$F_3 = \frac{L \cdot C_3}{10000},$$

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

$$F_3 = \frac{1000 \cdot 252}{10000} = 25,2 \text{ га}$$

ширина захвату сівалки $B = 3,6 \text{ м}$;

радіус повороту агрегату R - для трактора TD5.90 з навісною сівалкою безпечний радіус розвороту на поворотній смузі приймаємо $R = 4,5 \text{ м}$;

кінематична довжина агрегату від передньої осі трактора до заднього котка сівалки $L_k \approx 4 \text{ м}$.

Кількість робочих проходів (заїздів) в загінці n_3 :

$$n_3 = \frac{C_3}{B},$$

$$n_3 = \frac{252}{3,6} = 70 \text{ проходів}$$

Парна кількість проходів зручна тим, що агрегат закінчує загінку на тій же стороні поля, де й починав, що полегшує переїзд до наступної загінки.

Загальний робочий (корисний) шлях агрегату в загінці:

$$L_{\text{роб}} = n \cdot L,$$

$$L_{\text{роб}} = 70 \cdot 1000 = 70000 \text{ м} = 70 \text{ км}$$

При човниковому способі руху ширина проходу $3,6 \text{ м}$ є меншою за два радіуси повороту $2R = 9,0 \text{ м}$. Це означає, що трактор не може повернути по прямій дузі в сусідній рядок - йому потрібно робити петльовий (грушоподібний) розворот. Довжина одного петльового розвороту L_n :

$$L_n = 4,44 \cdot R + 2 \cdot L_k,$$

$$L_n = 4,44 \cdot 4,5 + 2 \cdot 4 = 28 \text{ м}$$

З урахуванням вирівнювання агрегату перед заходом у рядок, приймаємо фактичну довжину одного повороту $L_n = 30 \text{ м}$.

Оскільки проходів 70, то між ними агрегат виконає на торцях поля 69 розворотів.

					МВР 00.000 ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Загальний холостий шлях агрегату на поворотах:

$$L_{\text{хол}} = n_{\text{пов}} \cdot L_{\text{п}},$$

$$L_{\text{хол}} = 69 \cdot 30 = 2070 \text{ м} = 2,07 \text{ км}$$

Загальний шлях агрегату в заїнці:

$$L_{\text{заг}} = L_{\text{роб}} + L_{\text{хол}},$$

$$L_{\text{заг}} = 70 + 2,07 = 72,07 \text{ км}$$

Коефіцієнт робочих ходів показує відсоток корисного руху агрегату (чим ближче до 1, тим ефективніша робота):

$$\varepsilon = \frac{L_{\text{роб}}}{L_{\text{заг}}},$$

$$\varepsilon = \frac{70}{72,07} = 0,971$$

97,1% всього шляху в заїнці трактор здійснює безпосередній посів, і лише 2,9% витрачається на холості розвороти. Це надзвичайно високий показник ефективності, який досягається завдяки великій довжині гону (1000 м).

Час на робочі ходи:

$$T_{\text{роб}} = \frac{L_{\text{роб}}}{V_{\text{роб}}},$$

$$T_{\text{роб}} = \frac{70}{6} = 11,67 \text{ год}$$

Час на виконання розворотів:

$$T_{\text{хол}} = \frac{L_{\text{хол}}}{V_{\text{хол}}},$$

$$T_{\text{хол}} = \frac{2,07}{4,5} = 0,46 \text{ год}$$

Сумарний час на закриття однієї заїнки:

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

$$T_{заг} = T_{роб} + T_{хол} + T_{тех},$$

$$T_{заг} = 11,67 + 0,46 + 0,2 = 12,33 \text{ год}$$

Витрата дизельного палива - при середній витраті 4,2 л/га, на закриття цієї заїнки трактор New Holland TD5.90 витратить:

$$Q = 25,2 \cdot 4,2 = 105,8 \text{ л}$$

Витрата посівного матеріалу:

$$Q_{н.м} = 25,2 \cdot 2,12 = 53,4 \text{ кг насіння}$$

Робота в межах однієї заїнки триватиме 12 годин 20 хвилин. Це означає, що один механізатор на тракторі New Holland TD5.90 стабільно закриває одну заїнку (25,2 га) за півтори стандартні робочі зміни (або за одну подовжену 12-годинну зміну). Ефективність використання палива та часу завдяки правильній геометрії заїнки є максимальною.

3.5 Контроль якості роботи [12-14]

Контроль якості під час посіву ріпаку - це єдиний спосіб гарантувати, що розраховані теоретичні параметри (глибина 2 см, крок 5 см) дійсно будуть мати місце на полі. Оскільки насіння ріпаку дрібне, візуально побачити огріхи з кабіни трактора неможливо.

Якісний контроль ділиться на три етапи: попередній, поточний (безпосередньо в заїнці) та фінальний.

Попередній контроль (перед початком зміни):

проводиться безпосередньо в полі під час першого запуску агрегату;

перевірка налаштування сошників на твердому майданчику - переконатися, що всі 8 секцій сівалки JPH 8 виставлені на однакову глибину;

контроль чистоти насіннєвих бункерів - перевірка відсутності вологи, пилу чи залишків минулих культур, які можуть забити висівний ролик;

аналіз посівного матеріалу - перевірка фракції насіння. Якщо насіння в різних мішках відрізняється за розміром (калібром), потрібно повторно відрегулювати щітку-відсікач у бункері, щоб уникнути появи двійників.

					МВР 00.000 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Поточний контроль в полі (обов'язки агронома та механізатора):

такий контроль виконується циклічно протягом усього світлового дня. Механізатор робить швидку перевірку на кожному розвороті, а агроном - детальний інспекційний контроль кожні 2 - 3 години;

контроль глибини загортання найважливіший елемент контролю. Проводиться за допомогою спеціального агрономічного ножа (або шила) та лінійки. У загорнутому рядку акуратно, пошарово здувається або зчищається верхній пухкий шар ґрунту, доки не з'явиться насінина. Лінійкою вимірюється відстань від насінини до природного рівня поверхні поля. Перевіряється мінімум у 3-х місцях по ширині захвату сівалки (наприклад, 1-й, 4-й та 8-й рядки) на початку роботи та після кожного переїзду на нову загінку.

перевірка витрати насіння - на початку зміни в бункери засипається чітко зважена кількість насіння (наприклад, по 2 кг у кожен бункер). Після засіяння 2 - 3 гектарів перевіряється залишок. Якщо витрата не збігається з розрахунковою (2,12 кг/га), ланцюговий привід сівалки переналаштовують;

візуальний контроль кроку - насіння в рядку має лежати з інтервалом близько 5 см. Поява трьох насінин підряд на відстані 1 - 2 см свідчить про те, що волосяна щітка в бункері пропускає двійників.

Механізатор під час руху через дзеркала заднього виду або при розворотах контролює:

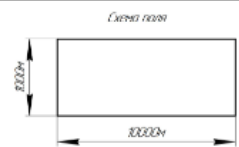
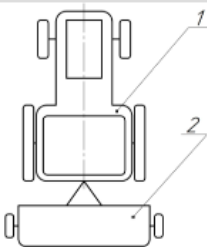
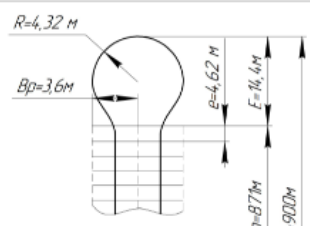
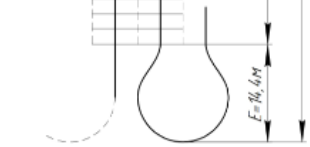
обертання привідних котків, якщо передній коток секції ЈРН 8 починає йти юзом (проковзувати через забивання вологим ґрунтом або соломою), висів у цьому рядку повністю припиняється;

стан сошників - вони не повинні загортати під себе солому. Слід за сошником має бути чистим, а притискне коліщатко повинно залишати чітко ущільнену смужку ґрунту над насіниною.

Фінальний контроль (приймання роботи) - проводиться через 5 - 7 днів після посіву (за наявності вологи в ґрунті). Оцінка сходів - проводиться підрахунок кількості сходів на 1 погонному метрі в різних точках поля.

					<i>МВР 00.000 ПЗ</i>	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Операційна карта на посів ріпаку

Назва груп показників	Параметри, вимоги, нормативи	Схеми
Умови роботи	Площа – 100 га, довжина гонів – 900 м, величина підйому – 0,02, питомий опір з поправкою на швидкість – 1,5 кН/м, глибина посіву – 2,0 см.	
Агротехнічні вимоги	Коливання ширини міжрядь повинно бути не більше: у основних ± 1 см, суміжних проходів ± 5 см, відхилення від заданої глибини посіву ± 1 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 JPH 8, робоча ширина захвату 3,6 м, мінімальний радіус повороту – 4,32 м, кінематична довжина агрегату – 7,7 м. Підготовка агрегату: 1. провести щозмінне ТО трактора і сівалки; 2. відрегулювати на задану норму висіву.	 1 – трактор New Holland T5.90 2 – сівалка JPH 8
Підготовка поля	Перед початком сівби поле оглянути, перешкоди усунути, ширина поворотної смуги 14,4 м.	
Спосіб руху	Спосіб руху гонівий човниковий, спосіб повороту петльовий грушоподібний	
Швидкість руху	Робоча передача 4, враховуючи буксування, робоча швидкість 6 км/год	
Показники організаційного процесу	Технічна продуктивність 1,73 га/ч; змінна продуктивність агрегату 17,3 га/зм	
Контроль за якістю роботи сівалки	Відхилення від заданої глибини повинно бути не більше $\pm 0,5$ см. Норми висіву становить 4,0–6,0 кг/га, або 0,7–1,0 млн. сх. 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 його загортання; точність висіву насіння – легкими рухами поперець рядка відкрити 1м рядка і заміряти відстань між насінням; прямолінійність рядків на довжині 50м відбити даздову лінію і через 0,5м заміряти відхилення.

Операційно–технологічна карта на посів ріпаку

4. Інженерна частина

4.1 Обґрунтування напрямку модернізації овочевої сівалки під посів ріпаку

Ріпак є дрібнонасінневою культурою з масою 1000 насінин від 3 до 6 грамів, яка висівається на відносно малу глибину від 1,5 до 3 см. Через такі біологічні особливості критично важливою є висока рівномірність висіву за глибиною, забезпечення щільного контакту насіння з ґрунтовим ложем, а також уникнення загортання насіння у висушений верхній шар ґрунту чи виникнення пересівів.

До основних робочих органів сівалок висуваються такі жорсткі вимоги:

Сошник: повинен забезпечувати мінімальне порушення структури ґрунту та точне формування борозни завглибшки 1,5 - 3 см.

Загортаючий елемент має здійснювати акуратне присипання насіння ґрунтом без переміщення сухого верхнього шару в зону рядка.

Прикочуючий коток покликаний створювати щільний контакт насіння з вологим ложем, уникаючи при цьому надмірного ущільнення, яке здатне порушити капілярний підйом вологи з нижніх шарів.

Проаналізуємо будову сівалки ЈРН 8 (рис. 4.1), яка складається з таких основних вузлів: 1 - опорно-приводне колесо; 2 - вузол фіксації; 3 - механізм навантаження секції; 4 - коробка передач; 5 - насіннєвий бункер; 6 - висіваючий апарат; 7 - сошник; 8 - загортач; 9 - набір змінних зірочок; 10 - задній прикочувальний коток; 11 - очисник котка [15]. Підвіска секції охоплює елементи кріплення 2 та пристрій створення притискного зусилля 3. Привод висіваючого апарата 6 здійснюється від переднього опорно-приводного колеса 1 через коробку передач 4, яка дає змогу змінювати зірочки залежно від висіваної культури; комплект зірочок 9 змонтовано на рамі секції.

Вузол укладання та загортання насіння складається з кілеподібного сошника 7 із тупим кутом входження в ґрунт, трубчастого формувача насіннєвого ложа та розташованого позаду загортача 8. Загортач виконано у

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

вигляді вигнутої скребкової пластини, яка одночасно вирівнює поверхню рядка. Задній коток 10 циліндричної форми, виготовлений із пластику, не лише ущільнює та остаточно закриває ґрунт над насінням, а й вирівнює посівний рядок. Для видалення налиплого ґрунту з котка передбачено зчищувач 11.

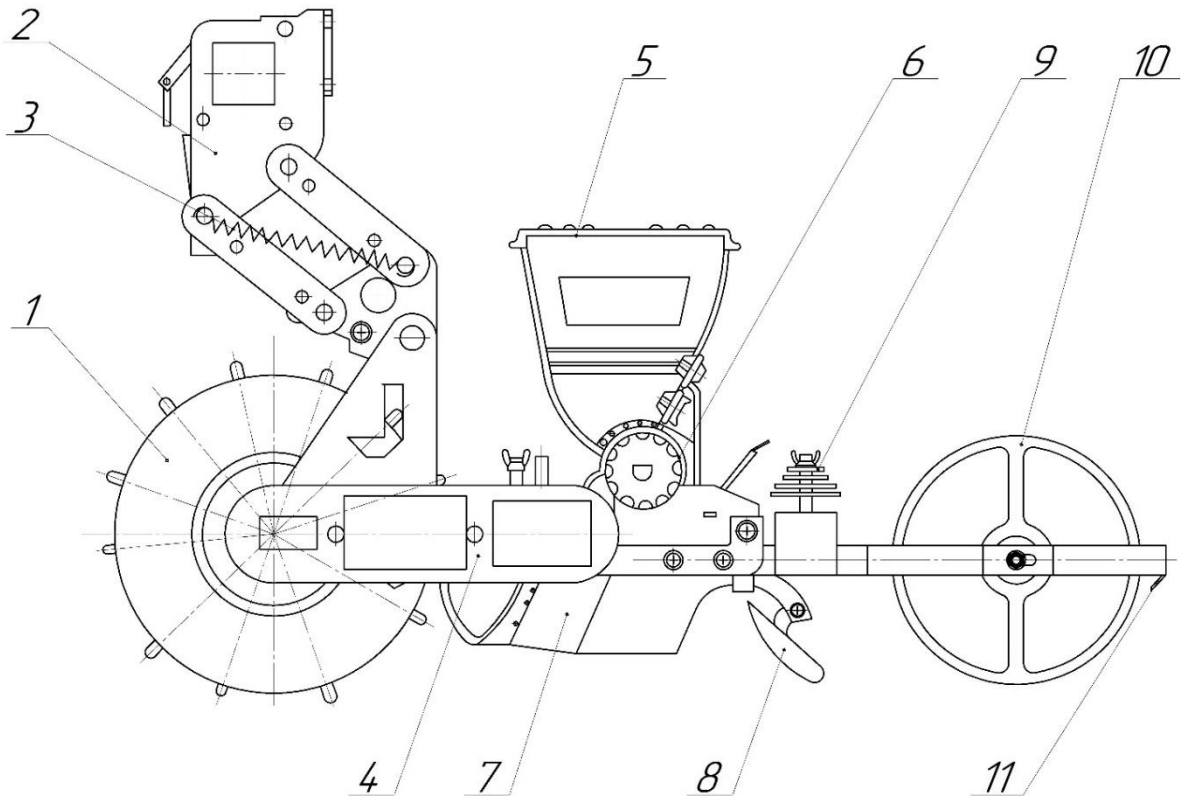


Рис. 4.1 Сівалка для висіву дрібнонасінних культур ЛРН 8

Принцип роботи сівалки наступний. Обертання від опорно-приводного колеса через ланцюгову передачу і коробку передач передається на висіваючу катушку. Під час обертання катушки насіння з бункера западає в її комірки, після чого переміщується із зони забору до місця скидання. Для дотримання заданої норми висіву застосовано спеціальний знімач, який усуває надлишок насіння, не допускаючи його потрапляння в зону скидання. Щойно заповнена комірка опиняється в нижній частині апарата, насіння під власною вагою випадає в борозну, попередньо нарізану сошником. Після проходження сошника стінки борозни частково осипаються, прикриваючи насіння; остаточне загортання та вирівнювання рядка виконує загортач. На завершальному етапі

задній коток ущільнює ґрунт над насінням, забезпечуючи надійний контакт насіннєвого матеріалу з вологим шаром ґрунту.

Відповідно до агротехнічних вимог, головними показниками якості посіву, виконуваного сівалкою точного висіву JPH 8, є [15]:

- дотримання норми висіву - фактична кількість насінин на гектар або на погонний метр рядка повинна відхилятися від встановленого значення не більше ніж на $\pm 5-10\%$ (залежно від культури та умов);
- рівномірність розподілу насіння в рядку - висока точність інтервалів; бажано, щоб більшість проміжків перебувала в діапазоні 0,5 - 1,5 від номінального кроку;
- кількість пропусків - інтервали, що перевищують 1,5 номінального, не мають виходити за допустиму межу;
- здвоєне насіння (відстань менше 0,5 номінального інтервалу) також контролюється окремо;
- стабільність інтервалів між насінинами - чим нижчий коефіцієнт варіації, тим краща якість розподілу;
- глибина загортання - відхилення фактичної глибини від заданої повинно знаходитися в межах $\pm 10 - 15\%$ або $\pm 0,5 - 1$ см;
- стабільність глибини - не менше 80 - 85 % насіння має бути зароблене на глибину, що лежить у допустимому діапазоні (наприклад, ± 1 см);
- відхилення міжрядь (основних і стикових) не повинно перевищувати 1 - 2 см, що необхідно для якісного міжрядного обробітку;
- частка насіння, пошкодженого висіваючим апаратом (розчавленого, тріснутого), має становити не більше 1 - 2 %;
- якість загортання та ущільнення - цілковита відсутність незакритого насіння, наявність щільного контакту з вологим ґрунтом, дрібногрудкувата структура над насінням без утворення кірки.

Для забезпечення якісного висіву насіння ріпаку сівалкою JPH 8 ми провели її модернізацію, яка торкнулася насіннєвого сошника та загортача.

					<i>МВР 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

Сошник ЈРН 8 (рис. 4.2) складається з двох бокових щік 1, ущільнювальної пруткової планки 2 та кронштейнів кріплення 3. Його головне призначення - реалізувати багатостадійний процес утворення борозни, де кожен етап є критично важливим для якості посіву. Сошник механічно розкриває ґрунт, розтинаючи та зміщуючи верхній шар на задану глибину і формуючи відкриту борозну. Далі борозна деякий час залишається відкритою, створюючи умови для точного попадання насіння на її дно. Після цього виконується ущільнення донної частини борозни з метою утворення стабільного насінневого ложа, сприятливого для проростання. Завершальним етапом є закриття насіння ґрунтом, що сприяє збереженню вологи та формуванню оптимального мікроклімату.

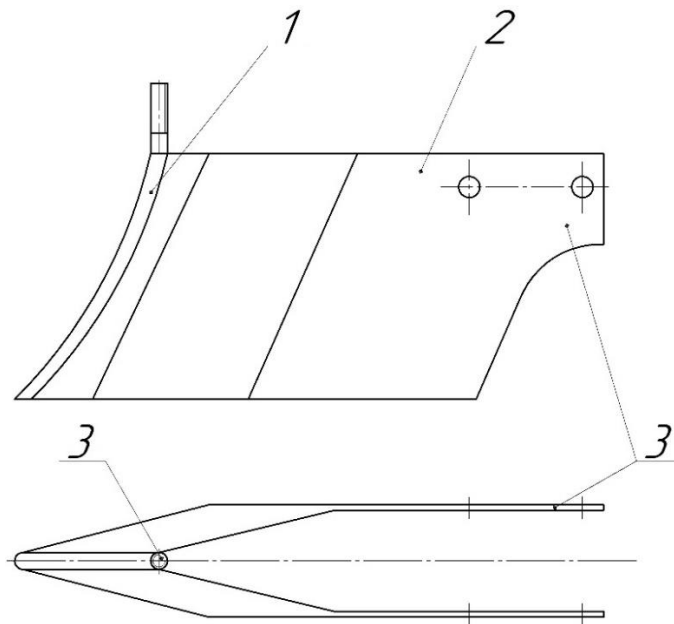


Рис. 4.2 Серійний сошник сівалки ЈРН 8:

1 – щоки; 2 – полоз; 3 – кронштейн

Вирішальну роль в ефективному виконанні зазначених операцій відіграє форма передньої частини сошника (розрізання ґрунтового шару) та задньої частини (ущільнення дна борозни). Водночас певним недоліком даної конструкції залишається використання полоза циліндричного профілю, який не є достатньо ефективним під час формування якісного ложа. Така форма спричиняє зростання тягового опору і не забезпечує належного ущільнення

основи борозни. Як наслідок, сошник здебільшого утворює неглибоку канавку, що може призводити до порушення рівномірності глибини загортання насіння.

Щоб усунути виявлені конструктивні недоліки, був спроектований модернізований сошник із комбінованим наральником (рис. 4.3), в конструкції якого були враховані напрацювання наведені в роботах [16-19]. Його передню верхню частину виконано у вигляді клина з гострим кутом атаки, що сприяє зменшенню тягового опору і полегшує заглиблення в ґрунт. Нижня частина наральника з тупим кутом входження в борозну і плавно переходить в п'яту, яка забезпечує стабільність глибини утворюваної борозни, завдяки чому ефективно формується ущільнене дно борозни клинової форми.

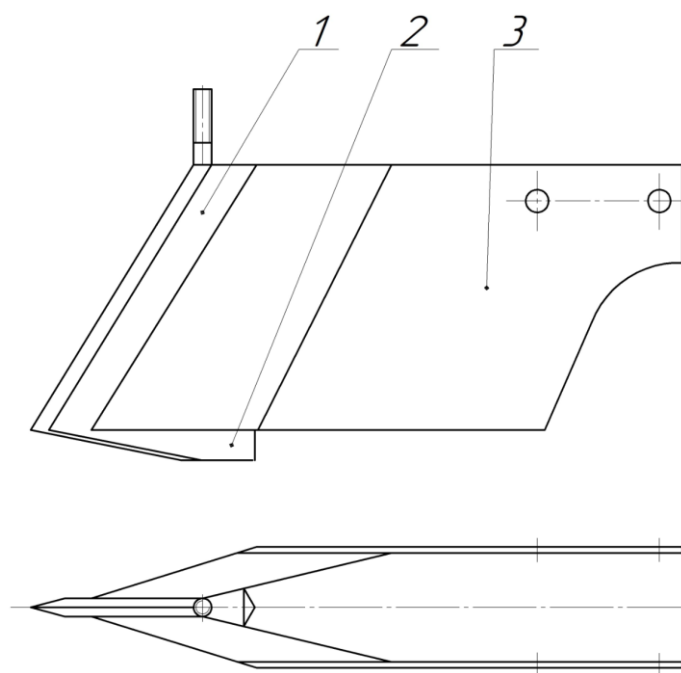


Рис. 4.3 Модернізований сошник сівалки JPH 8:

1 – наральник; 2 – п'ята; 3 – щоки з кронштейном кріплення

Крім того, робочі поверхні робочих сегментів наральника та п'яти розташовані під нахилом, меншим за кут тертя сталі об ґрунт у вертикальній площині, що додатково знижує силу опору під час руху сошника і покращує умови його проникнення та переміщення. Щоб запобігти утворенню ґрунтового валка перед сошником, верхню частину наральника загострено та розміщено під кутом, меншим за кут тертя ґрунту по сталі у горизонтальній

площині. Це дає змогу ефективно відводити частки ґрунту в боки від борозни, забезпечуючи рівномірне формування її стінок.

Запропонований модернізований сошник діє за таким принципом. Під час руху на заданій глибині посіву передня частина наральника з гострим кутом атаки ефективно розрізає ґрунтовий шар у вертикальній площині, зменшуючи тяговий опір та полегшуючи проникнення. Клиновидна форма цієї ділянки сприяє розведенню ґрунту в боки, завдяки чому вдається уникнути накопичення маси перед сошником і запобігти формуванню передсошникового пагорба.

Нижня частина наральника з п'ятою нижньою гранню виконує функцію попереднього ущільнення дна борозни, стабілізуючи глибину її утворення та готуючи оптимальні умови для вкладання насіння. На завершальному етапі п'ята в задній частині, маючи тупий кут входження в ґрунт, формує клиноподібне ущільнене насіннєве ложе. Така геометрія сприяє рівномірному розташуванню насіння на однаковій глибині, що є критично важливим для одночасного проростання і подальшого розвитку рослин.

Конструкція сошника враховує умови підвищеної вологості ґрунту: нахили робочих поверхонь, які є меншими за кут тертя ґрунту об сталь, забезпечують його самоочищення та запобігають налипанню. Завдяки цьому сошник залишається функціонально стабільним навіть у складних умовах, зокрема під час роботи на забур'янених або надмірно зволжених ділянках поля.

Ключовими перевагами запропонованого сошника є:

- зниження тягового опору завдяки оптимальній геометрії передньої частини наральника;
- стабільне заглиблення і формування борозни з рівномірною глибиною;
- створення ущільненого насіннєвого ложа клинової форми для рівномірного розміщення насіння;
- ефективне відведення ґрунту та грудок, що гарантує чистоту борозни;

					<i>МВР 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

– самоочищення в умовах підвищеної вологості, що підвищує надійність роботи агрегату.

Таким чином, удосконалений сошник поєднує в своїй конструкції технологічну ефективність, надійність і здатність адаптуватися до складних польових умов, що є вагомим чинником забезпечення якісного посіву ріпаку.

Для підвищення рівномірності розміщення насіння ріпаку по глибині пропонується замінити загортач на борозний коток. У посівній практиці широко застосовують котки з гумовими шинами, які менше залипають. Проте борозні котки, навіть за умови збігу їхньої ширини з профілем борозни, мають істотний недолік: рухаючись по борозні, вони частково руйнують її стінки та вирівнюють дно. Це погіршує формування ущільненого насінневого ложа - ключового чинника швидких і рівномірних сходів.

Щоб усунути вказані недоліки, розроблено вдосконалений борозний коток з комбінованим ободом (рис. 4.4). Основна ідея полягає в розділенні робочої поверхні обода на дві функціональні зони: нижню прямолінійного профілю у вигляді виступу, яка за формою відповідає конфігурації насінневого ложа і здійснює вплив безпосередньо на насіння, та верхню, радіального профілю. Нижня частина являє собою гумовий обод трохи ширший за ширину борозни, що сприятиме загортанню насіння, а також така конструкція не допускає налипання ґрунту та не травмує насіння під час контакту.

Принцип дії вдосконаленого котка наступний, під час руху по борозні нижня частина обода - укладач насіння - акуратно вдавлює насінину в ущільнене дно, вирівнюючи її положення за глибиною. Завдяки точній відповідності форми укладача профілю насінневого ложа досягається висока точність розташування насіння. Верхня радіальна поверхня ущільнює ґрунт навколо насінини, створюючи щільний контакт із ґрунтом і сприяючи надходженню капілярної вологи. Після проходу борозного котка борозна залишається частково закритою, а остаточне загортання та вирівнювання верхнього шару рядка здійснюється заднім прикочувальним котком.

					<i>МВР 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

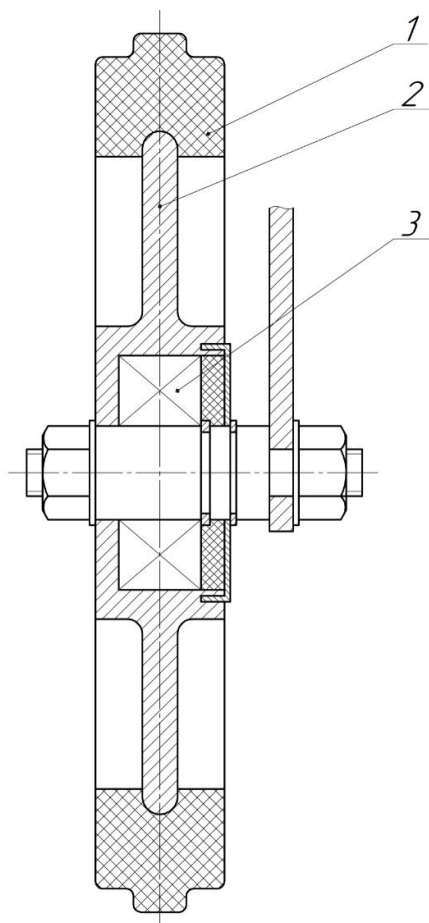


Рис. 4.4 Удосконалений борозний коток:

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

Основні переваги запропонованої конструкції:

- точне позиціонування насіння на дні борозни без зсувів і пошкоджень;
- збереження цілісності ущільнених стінок і дна борозни, що сприяє рівномірним сходам;
- зменшення налипання ґрунту завдяки еластичній конструкції укладача;
- поліпшення капілярного зволоження насіння шляхом ущільнення ґрунту навколо нього;
- менша залежність якості роботи від вологості та щільності ґрунту.

Отже, запропонований борозний коток суттєво покращує умови проростання насіння та гарантує дотримання агротехнічних вимог до точного і рівномірного посіву ріпаку.

4.2 Розрахунок основних параметрів удосконаленого сошника для посіву ріпаку

На основі розроблених креслень та конструктивного вигляду модернізованого сошника проведемо інженерно-технологічний розрахунок параметрів роботи кілеподібного наральникового сошника овочевої сівалки ЈРН 8 для посіву ріпаку згідно рекомендацій [20-24].

1. Наральник (носок сошника) - загострений клин, що безпосередньо розсуває ґрунт і прорізає насіннєве ложе.

2 Кіль сошника (п'ята) - нижня частина, яка ущільнює дно борозни та запобігає осипанню стінок до моменту укладання насіння.

3. Щоки (боковини) сошника - обмежувальні пластини, між якими знаходиться висівний апарат, що спрямовує насіння ріпаку на дно борозни.

Базові геометричні характеристики:

загальна довжина сошника $L = 430 \text{ мм} = 0,43 \text{ м}$;

загальна висота конструкції $H = 245 \text{ мм} = 0,245 \text{ м}$;

висота корпусу щік $h_k = 200 \text{ мм} = 0,20 \text{ м}$;

максимальна ширина борозни (конструкційна ширина щік $B = 70 \text{ мм} = 0,07 \text{ м}$).

Вихідні умови роботи [25,26]:

глибина посіву $h = 2 \text{ см} = 0,02 \text{ м}$;

швидкість руху $V = 6 \text{ км/год} = 1,67 \text{ м/с}$;

щільність ґрунту $\rho = 0,9 \text{ г/см}^3$ (пухкий, добре підготовлений стан);

вологість ґрунту $W = 19\%$ (оптимальна для формування стабільної борозни).

Площа поперечного перерізу взаємодії сошника з ґрунтом.

Оскільки сошник заглиблюється всього на $h = 2 \text{ см}$, він взаємодіє з ґрунтом лише своєю нижньою клиноподібною частиною. Площа лобового опору (проекція заглибленої частини) становить:

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

$$S = B \cdot h,$$

$$S = 0,07 \cdot 0,02 = 0,0014 \text{ м}^2$$

Секундний об'ємний та масовий розхід деформованого ґрунту визначимо, як масу ґрунту яку сошник щосекунди зсуває та розсуває під час руху:

$$V_{\text{сек}} = S \cdot V,$$

$$V_{\text{сек}} = 0,0014 \cdot 1,67 = 0,00234 \text{ м}^3 / \text{с}$$

Масовий розхід:

$$M_{\text{сек}} = V_{\text{сек}} \cdot \rho,$$

$$M_{\text{сек}} = 0,00234 \cdot 900 = 2,11 \text{ кг} / \text{с}$$

Тяговий опір кілеподібного сошника розраховується за раціональною формулою, що враховує статичний опір розрізанню ґрунту та динамічний опір відкиданню/прискоренню частинок ґрунту:

$$R_{\text{сош}} = S \cdot K_0 + \mu \cdot \rho \cdot S \cdot V^2,$$

де K_0 - питомий статичний опір деформації для добре підготовленого суглинного чорнозему низької щільності ($\rho = 0,9 \text{ г} / \text{см}^3$). Приймаємо $K_0 = 15000 \text{ Н} / \text{м}^2$;

μ - безрозмірний коефіцієнт динамічного відкидання ґрунту для вузьких клинів, який для швидкостей до 2 м/с становить $\mu = 1,8$.

Підставимо значення у формулу:

$$R_{\text{сош}} = 0,0014 \cdot 15000 + 1,8 \cdot 900 \cdot 0,0014 \cdot 1,67^2 = 27,33 \text{ Н}$$

Тяговий опір одного такого сошника на швидкості 6 км/год при посіві ріпаку становить 27,33 Н (або 2,73 кгс).

Для кілеподібних сошників овочевих сівалок, що працюють по добре підготовленому пухкому шару, кут входження носка забезпечує часткове самозаглиблення. Проте, для стабільного утримання глибини 2 см без

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

вимілювання на сошник має діяти вертикальне зусилля. Для наральнико-кілевих систем вертикальна сила зазвичай становить від 35% до 50% від горизонтального тягового опору:

$$P_z = 0,45 \cdot R_{\text{сош}},$$

$$P_z = 0,45 \cdot 27,33 = 12,3 \text{ Н}$$

Вага самого сошника (виготовленого зі сталевго листа товщиною 3-4 мм, згідно з конструкцією разом із кріпильними елементами становить близько 2,5 – 3,0 кг, що створює природну силу тяжіння:

$$P_{\text{вага}} = m \cdot g,$$

$$P_{\text{вага}} = 2,8 \cdot 9,81 = 27,5 \text{ Н}$$

Оскільки природна вага сошника (27,5 Н) перевищує необхідну силу для стабілізації глибини (12,3 Н), даний сошник на добре підготовленому розпушеному чорноземі буде ідеально утримувати заданий горизонт у 2 см під дією власної маси. Додаткове пружинне дотискання секцій сівалки ЛРН 8 слід виставити на мінімальне значення, щоб уникнути надмірного заглиблення сошника в пухкий ґрунт.

Визначення оптимального кута входу в ґрунт наральника (кута різання α) є ключовим завданням при проектуванні та модернізації сошників. Цей кут утворюється між робочою прямою носка наральника та горизонтальною площиною (дном борозни). Для наших умов (суглинистий чорнозем, висока пухкість $\rho = 0,9 \text{ г/см}^3$, дрібнонасі́нний посів ріпаку на 2 см) розрахунок базується на теорії клину акад. В.П. Горячі́на та законах тертя [20-24].

Щоб сошник не працював як бульдозер (не горнув ґрунт перед собою, руйнуючи стінки борозни), частинки ґрунту повинні безперешкодно ковзати вгору по поверхні наральника.

Головна умова відсутності згортання ґрунту:

$$\alpha \leq 90^\circ - \varphi,$$

де φ - кут зовнішнього тертя ґрунту об сталь.

					МВР 00.000 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для середньосуглинного чорнозему за оптимальної вологості 19% коефіцієнт тертя сталі об ґрунт становить $f = \tan(\varphi) \approx 0,53 - 0,58$. Звідси кут тертя: $\varphi = \arctan(0,55) \approx 29^\circ$.

Граничний кут різання:

$$\alpha_{\text{гран}} = 90^\circ - 29^\circ = 61^\circ$$

Якщо кут входу буде більшим за 61° , сошник почне штовхати ґрунт поперед себе, що призведе до винесення вологого шару на поверхню та нерівномірної глибини посіву.

Хоча граничний кут становить 61° , для швидкісного (6 км/год) та мілкого посіву ріпаку потрібен значно менший кут, щоб мінімізувати динамічне розкидання ґрунту в боки. За критерієм мінімального енергоспоживання (тягового опору) та збереження структури ложа, оптимальний кут входу визначається експериментально-теоретичним діапазоном:

$$\alpha_{\text{опт}} = \varphi + (5^\circ \dots 15^\circ) = 29^\circ + (5^\circ \dots 15^\circ) = 34^\circ \dots 44^\circ$$

При $\alpha = 35^\circ - 44^\circ$ спостерігається найменше вертикальне підняття ґрунту. Клин плавно розсуває пухку землю. Це ідеально для ріпаку, оскільки надсошниковий простір не засипається великою кількістю сухої землі, і насіння лягає чітко на ущільнене вологе дно.

4.3 Розрахунок основних конструктивно-технологічних параметрів борозного котка овочевої сівалки

Вихідні дані:

ширина обода $B = 0,022$ м (беремо з креслення);

висота ущільнювального виступу котка $\Delta h = 0,004$ м (задає хід рельєфу обода);

кут тертя ґрунту об сталь $\varphi = 29^\circ$ (для суглинного чорнозему вологістю 19%);

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

щільність ґрунту $\rho = 0,9 \text{ г/см}^3$ (пухкий, щойно розпушений стан);

вертикальне навантаження на коток $P_z = 25 \text{ Н}$ (вага підпружиненої секції овочевої сівалки ЈРН).

Щоб коток не штовхав пухкий ґрунт поперед себе, руйнуючи сформовану сошником борозну, кут защемлення ґрунту ободом має бути меншим за кут тертя φ [20-24]. Мінімальний діаметр, що виключає ковзання, розраховується за формулою:

$$D_{\min} = \frac{\Delta h}{\sin^2\left(\frac{\varphi}{2}\right)},$$

$$D_{\min} = \frac{0,004}{\sin^2(14,5^\circ)} = \frac{0,004}{0,0627} \approx 0,0638 \text{ м} = 63,8 \text{ мм}$$

Для уникнення згрібання ґрунту діаметр котка повинен бути не меншим за 64 мм.

Оптимізація діаметра за теорією об'ємного зім'яття ґрунту.

Для циліндричних тіл кочення в механіці суцільних середовищ існує залежність між силою притискання, геометрією колеса та глибиною його занурення в пухке ложе:

$$P_z = \frac{2}{3} \cdot k \cdot B \cdot \sqrt{D} \cdot \Delta h^{1,5},$$

де k - коефіцієнт об'ємного зім'яття ґрунту. Для передпосівного суглинного чорнозему низької щільності (0,9 г/см) та оптимальної вологості, згідно з довідниками, $k = 14,5 \cdot 10^6 \text{ Н/м}^3$ [25,26].

Перетворимо формулу, щоб знайти оптимальний проектний діаметр $D_{\text{пр}}$, який забезпечить повне вдавлювання ущільнювача на $\Delta h = 0,004 \text{ м}$ під дією робочої ваги секції:

$$D_{\text{пр}} = \left(\frac{3 \cdot P_z}{2 \cdot k \cdot B \cdot \Delta h^{1,5}} \right)^2$$

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

Розрахуємо степінь глибини:

$$\Delta h^{1,5} = (0,004)^{1,5} = 0,000253 \text{ м}$$

Тоді:

$$D_{\text{пр}} = \left(\frac{3 \cdot 25}{2 \cdot 17,5 \cdot 10^6 \cdot 0,022 \cdot 0,000253} \right)^2 = 0,1482 \text{ м} = 148,2 \text{ мм}$$

Приймаємо розмір котка у 150 мм, він є інженерно обґрунтованим, повністю відповідає проектним фізико-механічним умовам роботи на суглинистих чорноземах України та гарантує точне копіювання рельєфу борозни без пробуксовування.

Розраховуємо кінематичні параметри роботи котка при робочій швидкості посівного агрегату $V = 6 \text{ км/год} = 1,67 \text{ м/с}$.

Колова (кутова) швидкість обертання котка за умови відсутності ковзання, швидкість на периферії гребеня дорівнює швидкості трактора:

$$\omega = \frac{2 \cdot V}{D_{\text{max}}},$$

$$\omega = \frac{2 \cdot 1,67}{0,15} = 22,27 \text{ рад/с}$$

Частота обертання котка:

$$n = \frac{60 \cdot \omega}{2 \cdot \pi},$$

$$n = \frac{60 \cdot 22,27}{2 \cdot 3,14} = 212,6 \text{ об/хв}$$

Враховуючи умови експлуатації (добре підготовлений, пухкий чорнозем із щільністю $\rho = 0,9 \text{ г/см}^3$), центральний ущільнювач котка шириною 9 мм повністю занурюється в пухкий ґрунт на всю свою висоту ($\Delta h = 0,004 \text{ м}$), досягаючи щільного насіннєвого ложа. При цьому бічні плечі котка лягають на краї борозни, обмежуючи подальше занурення та стабілізуючи хід сівалки.

Довжина проекції дуги контакту котка з ґрунтом:

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

$$a = \sqrt{D_{\max} \cdot \Delta h - \Delta h^2},$$

$$a = \sqrt{0,15 \cdot 0,004 - 0,004^2} = 0,0242 \text{ м}$$

Визначаємо площу плями контакту обода з ґрунтом. Оскільки в контакті бере участь уся ширина обода $B = 22 \text{ мм}$, площа горизонтальної проєкції зони контакту становить:

$$F = B \cdot a,$$

$$F = 0,022 \cdot 0,0242 = 0,000532 \text{ м}^2$$

Агротехнічні вимоги до посіву ріпаку передбачають створення оптимального питомого тиску на насінину в межах $q = 25 - 35 \text{ кПа}$. Це забезпечує відновлення капілярного притоку води з нижніх шарів без утворення поверхневої кірки.

Щоб забезпечити середній цільовий тиск $q = 20 \text{ кПа}$ при знайденій площі контакту, на вісь котка має діяти вертикальна сила:

$$P_z = q \cdot F,$$

$$P_z = 30 \cdot 10^3 \cdot 0,000532 = 15,96 \text{ Н} = 1,63 \text{ кгс}$$

Оскільки вага секції сівалки ЛРН 8 разом із самим котком у зборі становить понад 2,5 - 3 кг, природного тиску секції під дією власної ваги більш ніж достатньо. Пружину дотискання секції на ріпаку слід тримати у повністю розвантаженому (вільному) стані.

Опір перекочуванню котка. Для малих котків на підготовленому чорноземі коефіцієнт опору коченню становить $f = 0,12$.

$$R_f = f \cdot P_z,$$

$$R_f = 0,12 \cdot 15,96 = 1,91 \text{ Н}$$

Низьке значення опору ($< 2 \text{ Н}$) гарантує стабільне обертання котка без проковзування, що виключає ризик вигрібання чи зміщення насіння з насіннєвого ложа.

					МВР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

5. Охорона праці

5.1 Аналіз небезпечних факторів які можуть виникати під час посіву овочевою сівалкою насіння ріпаку [27-33]:

Під час виконання технологічної операції посіву насіння ріпаку овочевою сівалкою на працівників та технічні засоби можуть впливати різноманітні небезпечні та шкідливі виробничі фактори. Їх своєчасне виявлення та врахування є необхідною умовою забезпечення безпечної експлуатації посівного агрегату, збереження здоров'я працівників і запобігання аварійним ситуаціям.

Механічні небезпечні фактори. До найбільш поширених небезпечних факторів належать рухомі та обертові частини сівалки: карданний вал приводу висівних апаратів; ланцюгові та зубчасті передачі; опорно-приводні колеса; висівні диски та катушки; загортаючі робочі органи.

Під час технічного обслуговування, очищення або регулювання сівалки існує ризик захоплення одягу, рук або інших частин тіла працівника рухомими елементами машини, що може призвести до травм різного ступеня тяжкості.

Особливо небезпечним є проведення будь-яких регулювальних робіт при працюючому двигуні трактора або ввімкненому приводі висівних механізмів.

Небезпека травмування під час агрегування. При з'єднанні овочевої сівалки з трактором можливі: защемлення рук між елементами навіски; удари причіпним пристроєм; падіння окремих вузлів або деталей; перекидання сівалки через неправильне встановлення на опори.

Такі ситуації виникають переважно через недотримання правил безпеки або виконання робіт однією особою без належного контролю.

Небезпека, пов'язана з рухом агрегату. Під час роботи в полі існує ризик: наїзду на працівників; зіткнення з іншими машинами; перекидання агрегату на схилах або нерівностях поля; втрати керованості внаслідок високої швидкості руху.

					<i>МВР 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

Додаткову небезпеку створюють розвороти агрегату на кінцях гону, особливо при недостатній ширині поворотних смуг.

Насіння ріпаку має невеликі розміри, тому під час завантаження посівного матеріалу та роботи висівних апаратів можливе утворення пилу.

Пил може містити: частинки насіння; залишки протруйників; ґрунтові домішки.

Тривале вдихання пилу негативно впливає на органи дихання, викликає подразнення слизових оболонок очей та верхніх дихальних шляхів, а також може спричиняти алергічні реакції.

Хімічні небезпечні фактори - в більшості випадків насіння ріпаку перед висівом обробляють протруйниками для захисту від хвороб та шкідників.

Під час контакту з протруєним насінням працівник може зазнавати впливу: фунгіцидів; інсектицидів; комбінованих препаратів захисної дії.

Основними шляхами потрапляння шкідливих речовин до організму є: через органи дихання; через шкіру рук; через слизові оболонки очей.

Наслідками можуть бути отруєння, алергічні реакції, подразнення шкіри та інші негативні впливи на здоров'я.

Підвищений рівень шуму та вібрації. Під час роботи посівного агрегату джерелами шуму є: двигун трактора; трансмісія; привідні механізми сівалки; взаємодія робочих органів із ґрунтом.

Тривала дія шуму може викликати: зниження слуху; підвищену втому; погіршення концентрації уваги оператора.

Вібрації, що передаються через сидіння та органи керування трактора, негативно впливають на опорно-руховий апарат та нервову систему механізатора.

Несприятливі метеорологічні умови. Під час посіву працівники можуть зазнавати впливу: підвищеної температури повітря; сонячного випромінювання; сильного вітру; підвищеної вологості; опадів.

Тривале перебування в несприятливих погодних умовах призводить до перевтоми, перегрівання організму або переохолодження працівника.

					<i>МВР 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

Пожежна безпека. Під час роботи посівного агрегату можливими джерелами займання є: несправна електропроводка трактора; витік паливно-мастильних матеріалів; перегрів підшипників та рухомих вузлів; потрапляння сухих рослинних залишків на нагріті поверхні двигуна. Особливо небезпечними є польові роботи в суху та вітряну погоду.

Ергономічні фактори. Під час тривалої роботи механізатора можуть виникати: статичне навантаження на м'язи спини; перевтома через необхідність постійного контролю роботи сівалки; нервово-емоційне напруження; зниження уваги наприкінці робочої зміни.

Таким чином, під час посіву насіння ріпаку овочевою сівалкою на працівників можуть впливати механічні, хімічні, пилові, шумові, вібраційні, пожежонебезпечні та ергономічні фактори. Найбільш небезпечними є рухомі частини машини, протруєне насіння, пил, а також ризики, пов'язані з рухом посівного агрегату. Для забезпечення безпечних умов праці необхідно дотримуватися вимог охорони праці, використовувати засоби індивідуального захисту та проводити своєчасне технічне обслуговування сівалки і трактора.

5.2 Заходи безпеки для мінімізації ризиків [27-33]:

Для забезпечення безпечних умов праці під час посіву насіння ріпаку овочевою сівалкою необхідно застосовувати комплекс організаційних, технічних та санітарно-гігієнічних заходів, спрямованих на усунення або зниження впливу небезпечних і шкідливих виробничих факторів.

Перед початком роботи необхідно: провести зовнішній огляд трактора та сівалки; перевірити справність причіпного або навісного пристрою; переконатися у надійності кріплення всіх вузлів і деталей; перевірити наявність та справність захисних кожухів на рухомих елементах; перевірити стан гідравлічної системи та відсутність витоків робочої рідини.

Агрегування сівалки з трактором слід виконувати на рівному майданчику при заглушеному двигуні трактора. Під час з'єднання машини забороняється перебувати між трактором і сівалкою без необхідності.

					МВР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

Для запобігання механічним травмам необхідно: експлуатувати сівалку лише за наявності всіх захисних кожухів; не проводити очищення, регулювання та ремонт механізмів під час їх руху; перед обслуговуванням вимикати двигун трактора та від'єднувати привід робочих органів; використовувати спеціальні інструменти для очищення висівних апаратів від забруднень; не допускати до роботи сторонніх осіб.

Особливу увагу слід приділяти карданним валам, ланцюговим передачам та опорно-приводним колесам.

Для зниження ризику дорожньо-транспортних пригод і перекидання агрегату необхідно: дотримуватись встановленої швидкості руху; виконувати розвороти плавно, без різких маневрів; уникати роботи на схилах, що перевищують допустимі значення; перед початком руху переконатися у відсутності людей поблизу агрегату; дотримуватися безпечної дистанції між працюючими машинами.

Під час транспортування сівалки дорогами загального користування необхідно використовувати світловідбивні елементи та сигнальні пристрої.

Під час роботи з насінням ріпаку необхідно: використовувати засоби індивідуального захисту органів дихання (респіратори); застосовувати захисні окуляри; працювати в захисному одязі та рукавицях; уникати контакту відкритих ділянок шкіри з протруєним насінням; не приймати їжу та не палити під час завантаження посівного матеріалу.

Після завершення роботи необхідно ретельно вимити руки та обличчя теплою водою з милом.

Для захисту механізатора рекомендується: використовувати трактори з герметизованою кабіною; підтримувати справний технічний стан двигуна та трансмісії; своєчасно замінювати зношені підшипники та інші деталі; дотримуватися режимів праці та відпочинку; за потреби застосовувати засоби захисту слуху.

Для запобігання виникненню пожеж необхідно: регулярно очищати трактор і сівалку від рослинних залишків та пилу; контролювати

					<i>МВР 00.000 ПЗ</i>	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

герметичність паливної системи; перевіряти стан електропроводки; забезпечити наявність справного вогнегасника на тракторі; не використовувати відкритий вогонь поблизу місць зберігання пального та насіння.

В разі виявлення ознак загоряння роботу необхідно негайно припинити та вжити заходів щодо ліквідації пожежі.

До роботи допускаються особи: які пройшли відповідне навчання та інструктаж з охорони праці; мають посвідчення на право керування трактором; ознайомлені з інструкцією з експлуатації сівалки; пройшли медичний огляд відповідно до чинних вимог.

Перед початком роботи необхідно проводити щозмінний інструктаж та перевірку технічного стану агрегату.

Для запобігання перевтомі механізатора рекомендується: дотримуватися встановленого режиму праці та відпочинку; робити технологічні перерви під час тривалої роботи; підтримувати комфортний мікроклімат у кабіні трактора; використовувати сидіння з амортизацією та регулюванням положення; забезпечувати достатній рівень освітлення під час роботи у вечірній час.

Виконання комплексу організаційних, технічних та санітарно-гігієнічних заходів дозволяє суттєво знизити ризик травматизму та професійних захворювань під час посіву насіння ріпаку овочевою сівалкою. Основними напрямками забезпечення безпеки є захист від рухомих частин машин, мінімізація контакту з протруєним насінням і пилом, дотримання правил експлуатації агрегату та підтримання його справного технічного стану.

					<i>МВР 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

Висновки

В результаті проведеної роботи можна зробити наступні висновки:

1. Виконано ґрунтовний аналіз технології посіву ріпаку та виявлено, що після невеликого доопрацювання овочева сівалка ЛРН 8 здатна повністю задовольнити агротехнічні норми і забезпечити високу якість посівних робіт.
2. В ході модернізації з'ясовано, що вирішальний вплив на якісний висів ріпаку цією сівалкою мають два основні робочі органи – сошник і борозний коток.
3. Задля створення кращих умов для точного укладання насіння на дно борозни було спроектовано новий сошник для овочевої сівалки ЛРН 8, який оснащено комбінованим наральником та борозним котком комбінованого типу.
4. Проведено теоретичне обґрунтування та розрахунок конструктивно-технологічних параметрів вдосконаленого сошника та борозного котка овочевої сівалки. Встановлено, що розроблені конструкції в повному обсязі задовольняють агротехнічним вимогам.
5. Сформовано систему організаційних і технічних заходів, спрямованих на поліпшення безпеки і умов праці, а також на нейтралізацію потенційно шкідливих та небезпечних чинників під час сівби.
6. Розроблені модернізовані робочі органи овочевої сівалки гарантують ефективний висів насіння ріпаку, поліпшують рівномірність його розподілу та загортання в ґрунт і, як наслідок, сприяють підвищенню врожайності культури.

					МВР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Ріпак: ботанічна характеристика. Біологічні особливості. Селекція і насінництво. Технологія вирощування. Використання / В.Д. Гайдаш [та ін.] ; упоряд. М.М. Макар; УААН, Інститут хрестоцвітих культур. - Івано-Франківськ : Сіверсія, 1998. - 223 с.
2. Агротехнологічні основи вирощування насіння ріпаку озимого в умовах Західного Лісостепу України: монографія / І.С. Волощук, О.П. Волощук, Р.Ю. Роп [та ін.]; НААН України, Ін-т сільського господарства Карпатського регіону. Львів: Сполом, 2017. 212 с.
3. Рекомендації з підготовки ґрунту і сівби озимих зернових культур та ріпаку під урожай 2016 року в зонах Лісостепу й Полісся: підгот.: Я.В. Краснопольський, В.М. Топчій, Л.В. Сухомлін [та ін.] / М-во аграрної політики і продовольства України, НААН України, ННЦ «Ін-т землеробства НААН»; підгот.: Я. В. Краснопольський, В. М. Топчій, Л. В. Сухомлін. Київ, 2015. 56 с.
4. Методичні рекомендації по догляду за посівами озимого ріпаку та озимої пшениці / НААН України, Ін-т сіл. госп-ва Західного Полісся НААН; підгот.: В.М. Польовий, Л.Я. Лукашук, О.В. Сніжок [та ін.]. Рівне, 2013. 20 с.
5. Основні відомості про ріпак. Технічний посібник для успішного вирощування. URL: https://www.masseeds.ua/wp-content/uploads/sites/6/2025/05/essentiel_rapseed_0520_ua.pdf
6. Озимий ріпак: технологія вирощування для максимального врожаю Джерело: URL: <https://farmvi.com.ua/ozymyj-ripak>
7. Мельник А.В. Агробіологічні особливості вирощування соняшнику та ріпаку ярого в умовах Північно-Східного Лісостепу України. Університетська книга, 2023. – 230 с.
8. Органічний ріпак. URL: <https://orgprints.org/id/eprint/55699/1/1047-organic-rapeseed-ukraine.pdf>
9. Технологія захисту озимого ріпаку. URL: <https://vnis.com.ua/article/tehnologiya-zahistu-ozimogo-ripaku>

					МВР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

10. Захистити посіви ріпаку озимого від шкідливих організмів. URL: <https://fmc.com.ua/articles/zahistiti-posivi-ripaku-ozimogo-vid-shkidlivih-org/>
11. Технологія вирощування та використання ріпака: рекомендації / Інститут хрестоцвітних культур УААН, Науково-виробнича система "Ріпак" ; підгот. Т.В. Мельничук. - Івано-Франківськ: 1996. - 35 с.
12. Лихочвор В.В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. Львів: НВФ «Українські технології», 2002. 800 с.
13. Ластівка М.М. Експлуатація машин і обладнання. Навчальний посібник для здобувачів вищої освіти аграрних технікумів і коледжів денної і заочної форми навчання зі спеціальності 208 Агроінженерія. Ладижинський коледж, ВНАУ, 2019. – 374 с.
14. 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.
15. Сівалка для овочевих культур JPH. URL: <https://www.terraronis.com/jph-semoir-maraicher-petites-graines.html>
16. Artemenko, D., S. Leshchenko, V. Onopa, V. Majara, and V. Deikun. 2022. Analysis of the combined coulter point of the precision seed drill. Agricultural Engineering International: CIGR Journal, 24(4): 57-71. <https://cigrjournal.org/index.php/Ejournal/article/view/7435/3947>
17. Д.Ю. Артеменко, П.Г. Лузан, О.Р. Лузан, В.П. Ковбаса. Обґрунтування конструкції комбінованого наральника сошника просапної сівалки. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин, 2025, вип. 55. ЦНТУ, Кропивницький – 2025. - С. 121-133. https://zbirniksgm.kntu.kr.ua/archive/55/55_Artemenko.html
18. Дмитро Артеменко. Дослідження конструкційних параметрів елементів сошника для посіву просапних культур. Науково-технічні дослідження у галузі механічної інженерії та транспорту: колективна монографія / заг. ред. А.А. Кашканов. – Академія технічних наук України. –

					МВР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

Івано-Франківськ : Видавець Кушнір Г.М. – 2023. – С. 72-110.
https://ukrtsa.org.ua/wp-content/uploads/2023/05/mech_transport.pdf

19. Артеменко Д.Ю. Обґрунтування і дослідження конструкції наральникового сошника просапної сівалки із зменшеним тяговим опором. Innovative Technical Solutions for the Sustainable Development of Ukraine and EU Countries: Scientific monograph. Riga, Latvia: “Baltija Publishing”, 2026. Vol. 1. С. 134 – 162. <http://baltijapublishing.lv/omp/index.php/bp/catalog/book/696>

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

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

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

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

24. Деталі машин: підручник / [А.В. Міняйло, Л.М. Тіщенко, Д.І. Мазоренко та ін.] – К.: Агроосвіта, 2013. – 448с.

25. Механіко – технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів / Г.А. Хайліс, А.Ю. Горбів, З.О. Гошко та ін., – Луцьк: Ред.-вид. відділ ЛДТУ, 1998. – 268 с.

26. Механіко – технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: Підручник / О.М. Царенко, Д.Г. Войтюк, В.М. Швайко та ін.; За ред. С.С. Яцуна. – К.: Мета, 2003. – 448 с.

27. 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.

					МВР 00.000 ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

28. ДСТУ 7239:2011. Засоби індивідуального захисту.
http://opcb.kpi.ua/wp-content/uploads/2011/09/dstu_7239_2011.pdf
29. ДСТУ 2867-94. Державний стандарт України. Шум. Методи оцінювання виробничого шумового навантаження.
https://ksv.do.am/GOST/DSTY_ALL/DSTY3/dsty_2867-94.pdf
30. СП 4282-87. Санітарні правила по устрою тракторів та сільськогосподарських машин. https://dnaop.com/html/57502/doc-%D0%A1%D0%9F_4282-87
31. ДСТУ 2189-93. Система стандартів безпеки праці. Машини сільськогосподарські навісні та причіпні. Загальні вимоги безпеки. Київ, 1994. – 25 с.
32. ГОСТ 25942-90. Трактори і сільськогосподарські машини. Пристрої швидковідєднуючі. Вимоги до конструкції.
http://www.leonorm.lviv.ua/p/DG/CND2015_2.HTM
33. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці. Підручник / В.Ц. Жидецький – Львів: Афіша, 2002.– 320 с.

Додатки