

Центральноукраїнський національний технічний університет

Агротехнічний факультет

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту ”

Зав. кафедрою СГМ

д.т.н., професор

_____ Микола СВІРЕНЬ

“ ____ ” _____ 20 ____ р.

ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за другим (магістерським) рівнем вищої освіти

на тему.

Комплексна механізація вирощування цукрових буряків з
обґрунтуванням параметрів сошника сівалки УПС–12

Виконав здобувач вищої освіти __ П __ курсу,
групи АІ-19МЗ-1,4

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

_____ Лойтра Віталій Миколайович

« ____ » _____ 20 ____ р.

Керівник проекту

доцент, канд.техн.наук

_____ Дмитро АРТЕМЕНКО

« ____ » _____ 20 ____ р.

Рецензент _____

Кропивницький

Формат		Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
					Документація загальна		
					Заново розроблена		
A4				МВЦБ 00.000 ПЗ	Пояснювальна записка		
					Документація по технологічній частині		
					Заново розроблена		
A1				МВЦБ 00.001 ТЧ	Операційна карта	1	
					Документація по складальним одиницям		
					Заново розроблена		
A1				МВЦБ 00.000 СБ	Універсальна пневматична сівалка УПС 12	1	
A1				МВЦБ 00.110 СБ	Секція	1	
A2				МВЦБ 00.120 СБ	Гошник	1	
					Документація по деталях		
A4				МВЦБ 00.120.01	Диск	1	
A4				МВЦБ 00.120.06	Винт	1	
				МВЦБ 00.000 ВП			
Изм. / лист		№ докум.		Подп.	Дата		
Разраб. / Лойтра							
Пров. / Артеменко							
Н.контр. / Осипов							
Утв. / Свірень							
Відомість магістерської роботи						Лист.	Лист
							1
						ЦНТУ гр. АІ 19МЗ-14	

Копировал

Формат А4

Зміст

1. Вступ.....	6
2. Технологічна частина.....	7
3. Наукова частина	26
4. Охорона праці	47
5. Економічна частина.....	51
Висновки.....	54
Список використаної літератури.....	56
Додатки	

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

1. Вступ

На сучасному етапі розвитку сільського господарства, вирощування цукрових буряків займає важливе місце в загальному сільськогосподарському виробництві. Останніми роками спостерігається підйом у розвитку селекції нових сортів і гібридів, які здатні давати врожайність, необхідну для повного забезпечення нашої держави цукром. Однак високоефективні сорти самі по собі навряд чи можуть розв'язати всі проблеми. Щоб сорти змогли виявити свій реальний потенціал, необхідно ретельно, на високому рівні дотримуватись умов агротехніки вирощування цукрових буряків. Відомо, що запорукою високих врожаїв є отримання ранніх і дружніх сходів не тільки за рахунок посіву в межах терміну агровимог, а і завдяки правильному виконанню технологічного процесу робочими органами, які впливають на швидкість проростання насіння цукрових буряків [1,2]. Основними факторами, які впливають на схожість та розвиток рослин, є рівномірність посіву насіння по глибині загортання [3,4], а також якість роботи загортаючих робочих органів.

Одним із найважливіших етапів вирощування є посів насіння. Посів повинен забезпечити найбільш сприятливі умови для проростання насіння і подальшого розвитку рослин, що дає можливість прискорити їх появу на денній поверхні і, як наслідок, збільшити врожайність культури [5,6,7].

Загортання насіння в ґрунт є заключною стадією посіву, при якій відбувається утворення умов найбільш сприятливих для його проростання. значно впливати на швидкість проростання насіння [6,7].

В зв'язку з цим актуальною є проблема удосконалення технології загортання насіння і конструкції сошника котка просапної сівалки, яка направлена на покращення умов проростання насіння.

					МВЦБ 00.000 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Лойтра			Пояснювальна записка	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Артеменко					6	58
						ЦНТУ		
Н. Контр.		Осипов				гр. АІ-19МЗ 1,4		
Затверд.		Свірень						

2. Технологічна частина

2.1 Аналіз типової технології вирощування цукрових буряків

Біологічні особливості. Цукрові буряки досить вимоглива до умов зростання культура. Вегетаційний період становить 160-170 днів. Для проростання насіння потрібно 150-170% води (до ваги насіння), достатній доступ повітря і відповідна температура. Цукрові буряки помірно теплолюбні. Мінімальною температурою ґрунту для проростання насіння 3-4° С. При температурі 15-18° С, насіння цукрових буряків сходить на 6-7 день. У перші дні сходи дуже чутливі до заморозків. Через 6-8 днів після появи сходів утворюється перша пара справжніх листків. За нею з'являється друга, третя і четверта пари. Надалі листя розгортаються вже по одному. Спочатку вони з'являються через кожні 2-3 дні, а в середині вегетації через 1-2 дня. В кінці вегетації поява листя знову сповільнюється [8].

Створюючи сприятливі умови для рослин, можна управляти зростанням і розвитком листя і відповідним чином впливати на розвиток коренеплодів і процес накопичення цукру. Зростання цукрових буряків можна умовно розділити на три етапи. На першому етапі рослини енергійно утворюють листя і кореневу систему, зростання коренеплоду в товщину відстає від зростання листя. На другому етапі спостерігається посилене розростання коренеплоду. Для третього етапу характерний уповільнений приріст листя, інтенсивне накопичення цукру і збільшення маси коренеплодів (триває у вересні і навіть жовтні).

Інтенсивність утворення цукру в листі і відкладення його в коренях знаходиться в прямій залежності від числа сонячних днів в серпні і вересні (за умови достатньої забезпеченості рослин вологою та живленням). Однак в сильну спеку внаслідок перегріву листя і нестачі вологи листя в'януть і асиміляція знижується. У полуденний час спекотних днів спостерігається депресія фотосинтезу і посилення дихання, що супроводжується витратою цукру і гальмуванням ростових процесів внаслідок порушення водного

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

балансу рослин. Комплекс заходів, що проводиться, повинен бути спрямований на збереження і накопичення вологи в ґрунті, на попередження прив'ядання і відмирання листя, на збереження його життєдіяльності.

Вимоги до вологи. У період посиленого зростання листя і потовщення кореня потрібно велика кількість вологи. На початку і в кінці вегетації цукрові буряки споживають значно менше води. Найкращі умови для розвитку буряків створюються при вологості ґрунту 60-80% польової вологоємності. Найбільш високі врожаї цукрових буряків при високій цукристості коренеплодів виходять при зрошенні. Без поливу найкращі поєднання світла, тепла, вологи і поживних речовин для цукрових буряків створюються при теплій і вологій погоді в травні, нежаркій і вологій - в червні і липні, при достатній кількості опадів і сонячній погоді - в серпні, теплою і помірно вологій - у вересні і жовтні.

Цукрові буряки вимогливі до родючості ґрунту, вони виносять з ґрунту 142кг N, 55кг P₂O₅, 206кг K₂O. Надходження їх в рослини по окремим періодам вегетації відбувається нерівномірно. Крім основних елементів живлення, буряк також потребує кальцію, магнію, в мікроелементах (бор, марганець, залізо та ін.). Правильна система добрив для цукрових буряків при достатньому надходженні вологи дає можливість керувати зростанням і розвитком рослин і отримувати високі врожаї цукристих коренеплодів. Дуже важливо створити сприятливі умови на самому початку вегетації.

Агротехніка. При високій культурі землеробства різко зростає врожайність цукрових буряків і підвищується цукристість коренеплодів, збільшується вихід цукру з одиниці площі посіву. Буряк слід розміщувати після таких попередників: озима пшениця, зернові, бобові, горох, яра пшениця, кукурудза, оборот пласта бобових трав (конюшини, еспарцету, люцерни). Сіють по чистому пару.

Багаторазові посіви буряка на одному і тому ж місці не рекомендуються. У сівозміні цукрові буряки потрібно повертати на те ж місце не раніше ніж

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

через 3-4 роки, а при зараженні ґрунту нематодом - через 4-5 років. Цукрові буряки - хороший попередник для ярої пшениці, ячменю, проса, бобових.

Обробіток ґрунту під цукрові буряки починається з пожнивного лущення стерні (після озимих). При достатньому літньому і осінньому зволоженні після збирання озимої пшениці проводять двох - триразове пошарове лущення на глибину до 12см, а потім глибоку оранку. Рання оранка на зяб у порівнянні з оранкою в жовтні забезпечує краще використання вологи і накопичення поживних речовин. Глибина оранки під цукрові буряки повинна бути не менше 30см. Поглиблення оранки особливо ефективно, якщо воно супроводжується внесенням органічних і мінеральних добрив [9].

Добрива. Цукрові буряки належать до числа культур, найбільш вимогливих до умов живлення. Система удобрення повинна повністю забезпечувати рослини поживними речовинами від моменту проростання насіння і до збирання врожаю. На формування 100ц коренів з відповідною кількістю гички цукрових буряків виносять з ґрунту 60кг азоту, 20кг фосфору і 70 кг калію.

Добре угноєння ґрунту забезпечує оптимальний поживний режим. При внесенні під цукрові буряки 20-30т гною на 1 га прибавка врожаю коренів в розрахунку на 1т гною в зоні достатнього зволоження становить 1,6-2,5ц, а в умовах недостатнього зволоження - 0,5-0,9ц.

Безпосередньо під цукрові буряки слід застосовувати органічні добрива (гній, компост) спільно з мінеральними. При безпосередньому внесення гною (20-30т на 1га) врожайність підвищується більшою мірою, ніж при заорюванні гною під попередню озиму культуру. При систематичному внесенні дія гною зростає. Спільне внесення половинних доз гною і мінеральних добрив дає більший ефект, ніж повні норми цих добрив, внесені порізно [9].

У міру освоєння сівозмін ефективність добрив зростає: суперфосфат - вноситься під зяб; азот - зазвичай вносять навесні в якості припосівного добрива або підгодівлю, але краще вносити під глибоку зяб спільно з фосфорно-калійними добривами; калій - поширений каїніт, не вноситься

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

тільки на солонцюватих ґрунтах. На всіх типах ґрунтів максимальну врожайність цукрових буряків забезпечує повне мінеральне добриво. У зрошуваних районах дієве поєднання фосфорних і азотних добрив.

Рядкове добриво необхідне для початкового харчування рослин, поки молоді рослини не можуть використовувати поживні речовини з глибокозакладеного основного добрива. Воно посилює ріст молодих сходів, підвищує стійкість до хвороб і шкідників, несприятливих умов погоди. В рядки зазвичай вносять невеликі дози добрива: 10кг азоту, 15-20кг окису калію на 1 га. Надбавка врожаю коренів від внесення такої кількості добрив становить від 20до 40ц з 1га. Хороші результати дає внесення нітрофоски (1ц на 1га) з додаванням суперфосфату. Разом з повним добривом доцільно вносити в рядки марганцевий шлам (20-30кг на 1га) та борні добрива (0,5-0,75ц бормарганцевих відходів) [9].

Вагому дію на розвиток цукрових буряків здійснюють ранні підгодівлі повним добривом. В першу підгодівлю зазвичай дають повне добриво, а в другу переважно фосфорні та калійні добрива.

Підготовка насіння до сівби. На насіннєвих заводах насіння цукрових буряків калібрують на фракції (3,5-4,5 і 4,5-5,5мм) і протрують гранозаном. Калібрування насіння буряка необхідна для точного посіву їх на задані відстані пунктирними буряковими сівалками. Для додання сипучості насіння обробляють - шліфують, сегментує, дражують.

З переходом до посіву малими нормами дуже важливо мати насіння з високою життєздатністю. Все насіння обробляють отрутохімікатами в поєднанні з мікроелементами і мінеральними добривами.

Посів. Цукрові буряки - культура ранньої сівби. Посів здійснюється каліброваними насінням пунктирним способом з роздільним внесенням мінеральних добрив. Ширина міжрядь без зрошення 45см, в зоні зрошеного бурякосіяння - 60см. Нормальною глибиною посіву буряка вважається 3-4см, на легких ґрунтах до 5 см .

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

Норма висіву насіння залежить від культури землеробства, схожості насіння і технології вирощування цукрового буряка, зокрема від способу формування густоти насадження, а також від ступеня поширення сільськогосподарських шкідників. На структурних незасмічених чорноземних ґрунтах на 1м рядка слід висівати 35-38 насіння з наступним поперечним проріджуванням сходів. На висококультурних ґрунтах при суворому дотримуванні всього комплексу агротехнічних прийомів норму висіву зменшують до 25 і навіть 15-19 насінин на 1м з подальшим застосуванням повздовжнього проріджування сходів. Вагова норма каліброваного насіння коливається від 8 до 10-12кг на 1га, а дражированого - від 25 до 30кг [10].

Догляд за посівами. Догляд полягає в утриманні ґрунту в міжряддях в пухкому і чистому від бур'янів стані, в формуванні необхідної густоти насаджень, забезпеченні рослин водою і поживними речовинами, а також у захисті їх від шкідників і хвороб.

Після посіву ґрунт прикочують важкими кільчастими котками. У період від посіву до сходів проходить 8-15 днів. За цей час з'являються бур'яни, ґрунт ущільнюється, погіршуються водний і повітряний режими. Тому через 5-6 днів після посіву, коли паростки бур'янів досягають поверхні ґрунту, а насіння буряків тільки проростає, проводять досходове боронування легкими боронами, а на ущільнених ґрунтах середніми сітчастими попереками або під кутом до напрямку посіву на невеликій швидкості. При появі сходів проводять перше поздовжнє розпушування на глибину 4-5см культиваторами з бритвами для обробки міжрядь і ротаційними органами - для обробки рядків. На початку появи першої пари справжніх листків для знищення бур'янів і часткового проріджування буряка боронують посів [10].

Для формування густоти насадження рослин застосовують бурякові культиватори, прорізувачі і борони. При високій культурі землеробства і малих нормах висіву насіння на 1м рядка отримують 7-10 сходів. Такі посіви не вимагають проріджування.

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

Боротьба з бур'янами здійснюється за допомогою гербіцидів. Оскільки вони токсичні концентрацію гербіциду необхідно, зосередити в шарі 3-6см. Досягають цього шляхом внесення гербіцидів під передпосівний обробіток або одночасно з ним. Післясходове внесення гербіцидів застосовується як для знищення зростаючих бур'янів, так і для запобігання їх появи.

Поливний режим встановлюють залежно від особливостей ґрунту, кліматичних та інших місцевих умов. Хороші результати дають поливи буряка через борозну при ширині міжрядь 60см. При культурі висадки в умовах поливу проводять від 4 до 8 поливів. Кращі результати будуть в тому випадку, якщо до початку цвітіння вологість ґрунту підтримується на рівні 65%, в період цвітіння підвищується до 75%, а під час формування насіння знову знижується до 60% повної вологоємності [11].

Прибирання. Технічна стиглість цукрових буряків першого року життя характеризується найбільшим накопиченням в коренеплодах цукру і високого доброякісного соку при найменшому проценті вмісту азотних речовин. В цей час приріст маси коренеплодів дуже незначний. Незадовго до настання технічної стиглості рядки буряка розмикаються, листя набувають світло-зелене забарвлення. Ступінь пожовтіння нижніх листків бадилля і ослаблення приросту маси коренеплодів служать практичним показником до збирання на окремих ділянках. Щоб не допустити втрат, збирання цукрових буряків повинно бути закінчене до настання морозів. Забирають цукровий буряк поточним, перевалочним і поточно-перевалочними способами з одночасним збором бадилля при груповому використанні збиральних, навантажувальних і транспортних засобів [11].

2.2 Технологічна карта, яка використовується в господарстві:

1. Лущення проводять трактором ДТ-75 з луцильником ЛДГ-10. Ця операція проводиться з 10.03 по 12.03, що займає 2 дні. Основні агротехнічні вимоги до лущення: відхилення середньої фактичної глибини обробітку від

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

заданої не повинно перевищувати 1–2 см, неприпустима наявність бур'янів, поверхня поля має бути рівною.

2. Мінеральні добрива підготовлюють за допомогою трактора ДТ-75 та навантажувача ПФП-1,2. Підготовка займає 1 день. Система удобрення цукрових буряків орієнтує виробництво на різноглибинне внесення добрив у три строки: восени - основне удобрення, під час сівби - рядкове та в період вегетації - підживлення. Добрива основного удобрення загортають на глибину 15-30 см, рядкового на 4-6 см під час підживлення - на 12-14 см.

3. Вносять мінеральні добрива за допомогою трактора МТЗ-82 та розкидача добрив МВУ-0,5. Вносять добрива на протязі двох днів. До 90% мінеральних добрив вносять восени під глибоку зяблеву оранку. Середня норма мінеральних добрив на фоні гною N140-170 P140-170 K160-190. Кількість азоту в ланці сівозміни з багаторічними травами зменшують приблизно на 30 кг/га. При сівбі в рядки вносять N10P15-20K10 і в підживлення N90P30K30.

4. Органічні добрива підготовлюють за допомогою трактора МТЗ-82 та навантажувача ПФП-1,2. Підготовка займає 1 день.

5. Вносять органічні добрива трактором МТЗ-80 та розкидачем добрив РОУ-6 за 2 дні, в період з 12.03 по 14.03. З органічних добрив під цукрові буряки найчастіше вносять гній. В зоні достатнього зволоження 30-40 т/га вносять безпосередньо під буряки.

6. Оранку проводять агрегатом, до складу якого входить трактор Т-150К та плуг ПЛН-5-35. Обробіток ґрунту включає ранньовесняне розпушування та вирівнювання ґрунту на глибину 2,5-3,0 см. Передпосівний обробіток ґрунту є складовою частиною єдиного технологічного процесу сівби цукрових буряків. Його проводять з метою, щоб розпушити верхній шар ґрунту на глибину загортання насіння, вирівняти поверхню ґрунту, знищити бур'яни, заробити в ґрунт гербіциди. Одним із основних завдань в технології вирощування цукрових буряків є своєчасна боротьба з бур'янами та поєднання агротехнічних і хімічних заходів їх знищення.

					<i>МВЦБ 00.000 ПЗ</i>	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7. Культивуацію проводять трактором МТЗ-82 та культиватором КПС-4, в період з 19.03 по 22.03, що займає 3 дні. Передпосівний обробіток ґрунту, а отже і сівбу буряків, краще проводити вслід за ранньовесняним обробітком, не допускаючи розриву між цими операціями. Сівбу починають, коли температура ґрунту на глибині 10 см досягає 5-6 °С, а ґрунт при обробітку кришиться і не липне до знарядь. Сіють цукрові буряки пунктирним способом з шириною міжрядь 45 см, а в умовах зрошення - 60 см.

8. Посів цукрових буряків відбувається трактором ЮМЗ 6 та пневматичної сівалки УПС-12. Сівбу на одному полі потрібно закінчувати за 1-2 дні, відхилення середньої глибини загортання насіння не повинно перевищувати $\pm 0,5$ см, а ширина стикових міжрядь повинна становити 50 ± 5 см. Насіння цукрових буряків готують до сівби на насінневих заводах. Насіння, крім сушіння, очищення і сортування калібрують, шліфують, дражують обробляють захисними стимулюючими речовинами.

9. Першу міжрядну культивуацію роблять вже тоді, коли показалися перші сходи. Орієнтовні дати культивації з 21.04 по 05.05. Для цього використовують трактор ЮМЗ 6 та культиватор КРН-5.6.

10. Полив відбувається за допомогою поливної машини ФРЕГАТ. Полив здійснюється орієнтовно 05.05.

11. Друга міжрядна культивуація проводиться в період з 29.05 по 10.06, за допомогою трактора ЮМЗ 6 та культиватора КРН-5.6. Оптимальна густина насадження рослин на період збирання повинна становити для зони оптимального зволоження - 115-120 тис/га, нестійкого зволоження - 110-115 і недостатнього - 100-105 тис/га. За 10-15 днів до збирання проводять розпушування ґрунту на глибину 10-12 см. Залежно від конкретних погодних, агротехнічних і організаційних умов при збиранні цукрових буряків застосовують потоковий, потоково-перевалочний і перевалочний способи. Основним є потоковий спосіб збирання, для якого використовують бурякові комплекси, як вітчизняного так і зарубіжного виробництва.

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

12. Збирання врожаю проводять за допомогою комбайна KRBS фірми Holmer. Збирання цукрових буряків найбільш доцільно проводити при настанні технічної стиглості - це кінець вересня - перша декада жовтня. В технічній стиглості маса коренеплоду і вміст в ньому цукру стають максимальними, чистота соку висока, вміст м'ясо-утворюючих речовин мінімальний. Строки збирання цукрових буряків визначаються також технічними можливостями господарств, яка б гарантувала закінчення збирання до 25 жовтня. Цукрові заводи повинні мати у вересні тридобовий запас коренеплодів.

2.3 Операційна технологія виконання процесу посіву при вирощуванні цукрових буряків

Умови роботи

Характеристика умов роботи агрегату наведена в таблиці 1.

Таблиця 1

Характеристика умов роботи

Показник	Значення показника
Сільськогосподарська операція	Посів насіння цукрових буряків
Марка трактора	ЮМЗ 6
Марка агрегату	УПС-12
Довжина гонів, L м	900
Фон поля	Під посів
Кут підйому, %	2

2.3.1 Агротехнічні вимоги до посіву цукрових буряків

Посів необхідно проводити в оптимальні терміни протруєним насінням 1 класу. Тривалість посіву не повинна перевищувати 3-6 днів. Розрив між передпосівною обробкою ґрунту і посівом повинен становити не більше однієї доби [11].

Допустимі відхилення глибини загортання насіння і добрив $\pm 15\%$, норми висіву насіння $\pm 3\%$, добрив $\pm 10\%$; допустима нерівномірність висіву окремими висівними апаратами насіння $\pm 3\%$, добрив $\pm 10\%$; відхилення стикових міжрядь у суміжних сівалок $\pm 2\text{см}$, у суміжних проходів $\pm 5\text{см}$. Огріхи і незасіяні поворотні смуги не допускаються. Засіяне поле при необхідності накочують кільчасто-шпоровими котками. Посів на схилах проводиться впоперек схилу. На схилах крутизною понад 6° допускається відхилення стикових міжрядь: у суміжних сівалок - до $\pm 5\text{см}$, в суміжних проходів агрегату - до $\pm 10\text{см}$.

2.3.2 Комплектування і підготовка агрегату до роботи

Підготовка агрегату до роботи включає підготовку трактора і сівалки, складання агрегату, випробування в роботі та проведення щозмінного ТО.

Число машин в агрегаті має відповідати раціональному завантаженню трактора, а оброблювана площа – сумарній денній роботі машини.

Сівалку ставлять на регульовальний майданчик, перевіряють комплектність, точність установки робочих органів, технічний стан висівних апаратів, сошників, насіннепроводів, механізму передач, причіпного пристрою, поручнів, захисних пристроїв.

Сівалку регулюють на норму висіву насіння і добрив:

Визначаємо теоретичні швидкості передач (V_m) і відповідні цим передачам номінальне тягове зусилля на гаку [12,13]:

$$V_m^{IV} = 6,55 \text{ км/год}$$

$$V_m^V = 8,05 \text{ км/год}$$

$$P_{н.гак}^{IV} = 13,5 \text{ кН}$$

$$P_{н.гак}^V = 11 \text{ кН}$$

Визначаємо максимальну ширину захвату агрегату на 4 та 5 передачах за формулою:

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

Величину питомого опору K_o^V (кН/м) визначаємо за формулою:

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

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

де K_o - питомий опір ґрунту, при $V_o = 5$ км/год, ($K_o = 1,1 \dots 1,6$ кН/м);

Π - коефіцієнт приросту питомого опору, ($\Pi = 1,0 \dots 1,5\%$);

V_o - швидкість руху агрегату, ($V_o = 5$ км/год);

V_p - робоча швидкість агрегату, км/год.

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

де V_m - теоретична швидкість, км/год

δ - коефіцієнт буксування ($\delta = 6 \dots 20\%$).

Отже,

$$V_p^{IV} = 6,55 \cdot \left(1 - \frac{15}{100}\right) = 5,57 \text{ км/год}$$

$$V_p^V = 8,05 \cdot \left(1 - \frac{15}{100}\right) = 6,84 \text{ км/год}$$

Тоді:

$$K_o^{IV} = 1,5 \cdot [1 + 0,015(5,57 - 5)] = 1,51 \text{ кН/м}$$

$$K_o^V = 1,5 \cdot [1 + 0,015(6,84 - 5)] = 1,54 \text{ кН/м}$$

Додатковий опір (кН/м), який виникає при русі агрегату на підйом, визначаємо за формулою:

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

де G_m - маса машини ($G_m = 15,2$ кН)

B_k - конструктивна ширина захвату, ($B_k = 5,4$ м)

Отже:

$$R_i = \frac{15,2}{5,4} \cdot 0,05 = 0,14 \text{ кН/м}$$

Максимальна ширина захвату агрегату:

$$B_{\max}^{IV} = \frac{13,5}{1,51 + 0,14} = 8,9 \text{ м}$$

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

$$B_{\max}^V = \frac{11}{1,54 + 0,14} = 6,54 \text{ м}$$

Визначаємо кількість сівалок в агрегаті за формулою:

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

$$n_c^{IV} = \frac{8,9}{5,4} = 1,65 \text{ - приймаємо 2 сівалки}$$

$$n_c^{IV} = \frac{6,54}{5,4} = 1,21 \text{ - приймаємо 1 сівалку}$$

Визначаємо тяговий опір агрегату за формулою:

$$R_{agr} = K_o^V B_p n_c + R_{зч}$$

$$R_{agr}^{IV} = 1,51 \cdot 5,4 \cdot 2 + 1,3 = 17,61 \text{ Кн}$$

$$R_{agr}^V = 1,54 \cdot 5,4 \cdot 1 + 1,3 = 9,62 \text{ Кн}$$

Визначаємо коефіцієнт використання тягового зусилля трактора за формулою [12,13]:

$$\eta_{TЗ} = \frac{R_{agr}}{P_{зак}},$$

$$\eta_{TЗ}^{IV} = \frac{17,61}{13,5} = 1,3,$$

$$\eta_{TЗ}^V = \frac{9,62}{11} = 0,87.$$

Визначаємо змінну продуктивність, га/зм:

$$W_{зм} = 0,1 \cdot B_p V_p T_p,$$

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

де B_p – робоча ширина захвату, м:

$$B_p = B_k \beta,$$

де B_k – конструктивна ширина захвату, м ($B_k = 5,4$ м);

β – коефіцієнт використання ширини агрегату ($\beta = 0,98 \dots 1,0$)

$$B_p = 5,4 \cdot 1 = 5,4 \text{ м}$$

V_p – робоча швидкість, км/год;

T_p – робочий час зміни, год:

$$T_p = T_{зм} \tau$$

де $T_{зм}$ – час зміни, год ($T_{зм} = 7$ год);

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

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

Змінна продуктивність:

$$W_{зм}^{IV} = 0,1 \cdot 5,4 \cdot 5,57 \cdot 5,74 = 17,3 \text{ га/зм}$$

$$W_{зм}^V = 0,1 \cdot 5,4 \cdot 6,84 \cdot 5,74 = 21,2 \text{ га/зм}$$

8. Розрахунок витрат палива (кг/га) визначаємо за формулою [12]:

$$Q_{га} = \frac{Q_{зм}}{W_{зм}},$$

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

$W_{зм}$ – продуктивність агрегату за зміну, га/зм.

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

де Q_p, Q_x, Q_z – відповідно годинні витрати палива за час робочих та холостих ходів і на зупинках з працюючим двигуном, кг/год;

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

При $\eta_{T3}^{IV} = 0,7$; $Q_p = 16,7 \text{ кг/год}$, $Q_x = 11,4 \text{ кг/год}$, $Q_3 = 2 \text{ кг/год}$,

а при $\eta_{T3}^V = 0,87$; $Q_p = 15 \text{ кг/год}$, $Q_x = 9 \text{ кг/год}$, $Q_3 = 2 \text{ кг/год}$.

Тоді витрата палива на 1 га:

$$Q_{\text{га}}^{IV} = \frac{16,7 \cdot 5,74 + 11,4 \cdot 0,63 + 2 \cdot 0,63}{17,7} = 5,9 \text{ кг/га}$$

$$Q_{\text{га}}^V = \frac{15,5 \cdot 5,74 + 9,0 \cdot 0,63 + 2 \cdot 0,63}{20,9} = 4,6 \text{ кг/га}$$

2.3.3 Підготовка поля до роботи

Перед початком робіт необхідно оглянути поле і очистити його від сторонніх предметів. Перешкоди які неможливо усунути позначити. Обрати спосіб і напрямок руху агрегату.

2.4 Організація роботи агрегату в загінці

Обираємо напрямок руху агрегату – вздовж сторони гону $L=900\text{м}$, а спосіб руху – човниковий.

Визначаємо кінематичну довжину агрегату за формулою [12]:

$$L_k = l_m + l_{зч} + l_m,$$

де $l_m + l_{зч} + l_m$ – відповідно кінематична довжина трактора, зчіпки та сільськогосподарської машини, м.

$$l_m = 4,2\text{м}, l_{зч} = 1,3\text{м}, l_m = 2,2\text{м}.$$

Тоді:

$$L_k = 4,2 + 1,3 + 2,2 = 7,9\text{м}.$$

Визначаємо ширину поворотної смуги агрегату:

При петльовому способі повороту:

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

де $R_{\min}$ – мінімальний радіус повороту, м.

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

$$R_{\min} = 1,2B_p = 1,2 \cdot 5,4 = 6,48 \text{ м},$$

e – довжина виїзду агрегату, м.

$$e = (0,50 \dots 0,70) \cdot L_k = 0,6 \cdot 7,9 = 4,74 \text{ м}.$$

Тоді

$$E_p = 3 \cdot 6,48 + 4,74 = 24,2 \text{ м}$$

Беремо кратну ширині захвату

$$E_p = K \cdot B_p,$$

де K – число кратності ширини захвату, заокруглюється до цілого числа.

$$K = \frac{E_p}{B_p} = \frac{24,2}{5,4} = 4,48$$

$$E_p = 4,48 \cdot 5,4 = 24,2 \text{ м}$$

Визначення ширини заїмки [13]:

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

де W_{3M} – змінна продуктивність агрегату, га/зм;

L – довжина заїмки, м.

$$C = \frac{10^4 \cdot 3 \cdot 17,3}{900} = 577 \text{ м}$$

$$C = \frac{10^4 \cdot 3 \cdot 21,2}{900} = 706 \text{ м}$$

Кількість заїмок визначається за формулою:

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

де F – площа посіву, га;

L – довжина заїмки, м.

$$n_z = \frac{10^4 \cdot 211}{900 \cdot 577} = 4,1$$

$$n_3 = \frac{10^4 \cdot 211}{900 \cdot 706} = 3,33$$

На 4 передачі приймаємо за гінку 900м і 450м.

На 5 передачі приймаємо 1 загінку 900м і 1 загінку 250м.

2.5 Контроль якості роботи

На основі проведених розрахунків виконання операції оформлюється операційна технологічна карта на посів насіння цукрових буряків та виконуються додаткові розрахунки показників організації виконання операцій.

Визначаємо тривалість одного циклу, хв [12].

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

де L_p – робоча довжина загінки, м;

V_p – робоча швидкість агрегату, км/год;

t_n – час повороту в кінці загінки, ($t_n = 1,5 \dots 2 \text{хв.}$)

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

де L – довжина загінки ($L = 900 \text{ м}$);

E_p – ширина поворотної смуги ($E_p = 24,2 \text{м}$).

Визначаємо робочу довжину загінки:

$$L_p = 900 - 2 \cdot 24,2 = 852 \text{ м}$$

Отже:

$$T_{\text{ц}} = \frac{12 \cdot 852}{10^2 \cdot 8,05} + 2 \cdot 1,5 = 15,7 \text{ хв} = 0,26 \text{ год}$$

Визначаємо технічну продуктивність за цикл, га/ц:

$$W_{\text{ц}} = 0,1 \cdot B_p V_p T_{\text{ц}} \tau,$$

$$W_{\text{ц}} = 0,1 \cdot 5,4 \cdot 8,05 \cdot 0,26 \cdot 0,82 = 0,92 \text{ га/ц}.$$

Кількість циклів за зміну:

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

$$n_{\text{ц}} = \frac{W_{\text{зм}}}{W_{\text{ц}}},$$

$$n_{\text{ц}} = \frac{17,3}{0,92} = 18,8 \text{ ц / зм},$$

$$n_{\text{ц}} = \frac{21,2}{0,92} = 23 \text{ ц / зм}.$$

Витрати палива за зміну:

$$Q_{\text{зм}} = Q_{\text{за}} \cdot W_{\text{зм}},$$

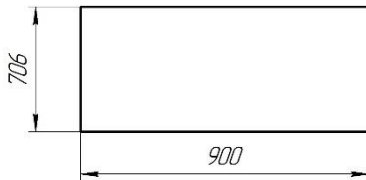
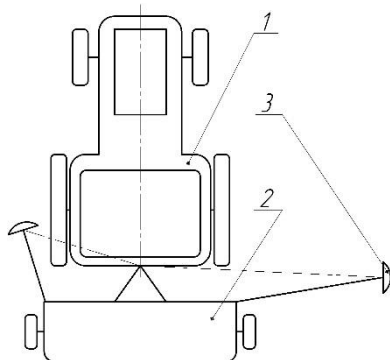
$$Q_{\text{зм}} = 5,9 \cdot 18,8 = 110,9 \text{ кг / зм}$$

$$Q_{\text{зм}} = 4,6 \cdot 23 = 105,8 \text{ кг / зм}$$

На основі умов роботи, агротехнічних вимог на посів та проведення розрахунків, заповнюється операційна технологічна карта.

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

Операційно–технологічна карта на посів цукрових буряків

Назва груп показників	Параметри, вимоги, нормативи	Схеми
1	2	3
Умови роботи	Площа – 120 га, довжина гонів – 900м, ширина гонів – 706м, величина підйому – 0,02, питомий опір з поправкою на швидкість – 1,5 кН/м, глибина заробляння насіння – 3 см.	
Агротехнічні вимоги	Коливання ширини міжрядь повинно бути не більше: у основних ± 1 см, суміжних сівалок ± 2 см, суміжних проходів ± 5 см, відхилення від заданої глибини зароблення ± 2 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 ЮМЗ 6, сівалка УПС-12, робоча ширина захвату – 5,4 м, мінімальний радіус повороту – 6,48м, кінематична довжина агрегату – 7,9м. Підготовка агрегату: провести щозмінне ТО трактора і сівалки; відрегулювати на задану норму висіву; встановити маркери	 1 – трактор ЮМЗ 6; 2 – сівалка; 3 – маркер
Підготовка поля	Перед початком сівби поле оглянути, перешкоди усунути, ширина поворотної смуги 24,2м.	

Спосіб руху	Спосіб руху – гоновий човниковий, спосіб повороту – петльовий грушоподібний	L - довжина гонів, L_p - робоча довжина загінки, E - ширина поворотної смуги, e - довжина виїзду агрегату, B_p - ширина захвату агрегату.
Швидкість руху	Робоча передача – V, враховуючи буксування, робоча швидкість 7 км/год	
Показники організаційного процесу	Тривалість циклу – 15,7хв, технічна продуктивність за цикл – 0,92 га/ц; змінна продуктивність агрегату – 21,2 га/зм, кількість циклів за зміну 23 ц/зм	
Контроль за якістю роботи сівалки	Відхилення від заданої глибини повинно бути не більше $\pm 0,5$ см. Норма висіву становить 9-10 насінин на 1 м рядка (2,0-3,0 кг/га) або 1,5-2,0 посівні одиниці.	

3. Наукова частина

Актуальність теми. На сьогоднішній день на виробництво цукру в Україні сільськогосподарським виробникам потрібно вкладати значні кошти перш за все в процес вирощування сировини – цукрових буряків. Тому над важливим є забезпечення рентабельності виробництва, а це можливо при отриманих врожаях не менше 400 ц/га. Оскільки середня врожайність по Україні в останні роки не перевищує 380 – 400 ц/га то робота над підвищенням врожайності культури за рахунок покращання процесу посіву насіння цукрових буряків є досить актуальною і потрібною для впровадження більш продуктивних технологічних процесів вирощування.

Мета і задачі дослідження. Метою досліджень є підвищення ефективності роботи насінневого сошника посівної секції просапної сівалки шляхом вдосконалення і обґрунтування його конструктивно-технологічних параметрів.

Для досягнення мети поставлено такі задачі:

проаналізувати чинний процес роботи насінневого сошника просапної сівалки, з'ясувати недоліки та обґрунтувати напрями їх усунення;

дослідити процес роботи сошника просапної сівалки, розробити вдосконалену конструкцію та обґрунтувати раціональні параметри її елементів;

оцінити техніко-економічну ефективність удосконаленого робочого органу.

Об'єкт дослідження: технологічний процес роботи насінневого сошника посівної секції просапної сівалки.

Предмет дослідження: конструктивно-технологічні параметри насінневого сошника посівної секції просапної сівалки та технологічні властивості ґрунту, які впливають його роботу.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в тому, що:

					<i>МВЦБ 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

встановлено закономірності впливу геометричних параметрів дискового ложеутворювача сошника на виконання процесу утворення клинової борозни та обґрунтовано їх раціональні значення;

досліджено поведінку насіння від початку відриву від висівного диска до моменту потрапляння на дно борозни і показано вплив розмірів профілю борозни на дальність переміщення в ній насіння;

виявлено зв'язок між геометричними параметрами поперечного профілю дискового ложеутворювача та процесом розподілення насіння по довжині рядка;

аналітично обґрунтовано раціональні параметри робочих елементів дискового ложеутворювача насіннєвого сошника, що підвищують якість виконання технологічного процесу розподілення насіння і ефективність його роботи.

3.1 Обґрунтування напрямку вдосконалення конструкції насіннєвого сошника посівної секції сівалки УПС 12

Підвищення врожайності цукрових буряків є основною метою при вирішенні більшості задач, які пов'язані із удосконаленням технологічних процесів робочих органів просапної сівалки. Одним із найважливіших етапів вирощування є посів насіння. Посів повинен забезпечити найбільш сприятливі умови для розміщення і проростання насіння, це дає можливість прискорити їх появу на денній поверхні і, як наслідок, збільшити врожайність культури. Рівномірне розміщення насіння по глибині є одним із головних факторів появи дружних сходів. Однак в реальних умовах цьому процесу приділяється дуже незначна увага з боку виробників сівалок [14-19], а це може значно впливати на швидкість проростання насіння.

В зв'язку з цим актуальною є проблема удосконалення технології укладання насіння і конструкції сошника сівалки УПС 12, яка направлена на покращення умов проростання насіння.

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

В процесі модернізації сівалки були внесені зміни до конструкції насінневого сошника сівалки. Наведемо короткий опис цих змін.

Насінневий сошник для посіву цукрових буряків (рис. 3.1) складається з двох щік 1 і 2, наральника 3 та кронштейнів його кріплення 4 [20].

Сошник призначений для утворення відкритої борозни розрізанням та розсуванням на необхідну глибину верхнього шару ґрунту, утримання борозни деякий час відкритою для забезпечення необхідних умов укладання насіння на її дно, ущільнення насінневого ложа, загортання (закривання) насіння на дні борозни ґрунтом. Процес утворення борозни істотно залежить від конструкції передньої частини сошника, у функцію якої безпосередньо входить розрізання шару ґрунту, а процес ущільнення насінневого ложа від конструкції п'ятки наральника.

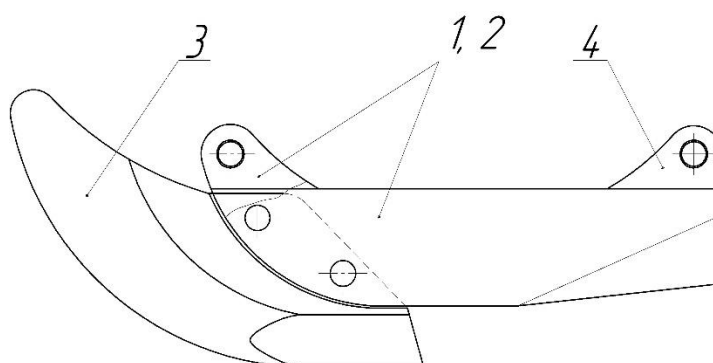


Рис. 3.1 Насінневий сошник сівалки УПС 12:

1, 2 – щоки; 3 – наральник; 4 – кронштейн кріплення

Недоліком такої конструкції є те, що при русі наральник сошника який має тупий кут входження в ґрунт, може втрачати рівномірність ходу по глибині борозни, а це негативно впливає на якість розподілу насіння. П'ята наральника завдяки своїй конструкції не формує клинове насіннєве ложе, що погіршує розподіл насіння по довжині рядка.

Для усунення вказаних недоліків нами був розроблений удосконалений сошник який має в задній частині наральника встановлений рухомий в вертикальній площині дисковий ніж, кут загострення якого менший суми двох кутів тертя насіння цукрових буряків об поверхню ґрунту. Запропонований сошник (рис. 3.2) включає наральник 1, п'ятку 2, щоки 3 та дисковий ніж 4.

Дисковий ніж 4 встановлений по центру наральника на рухомій в вертикальній площині вісі 5 в задній його частині.

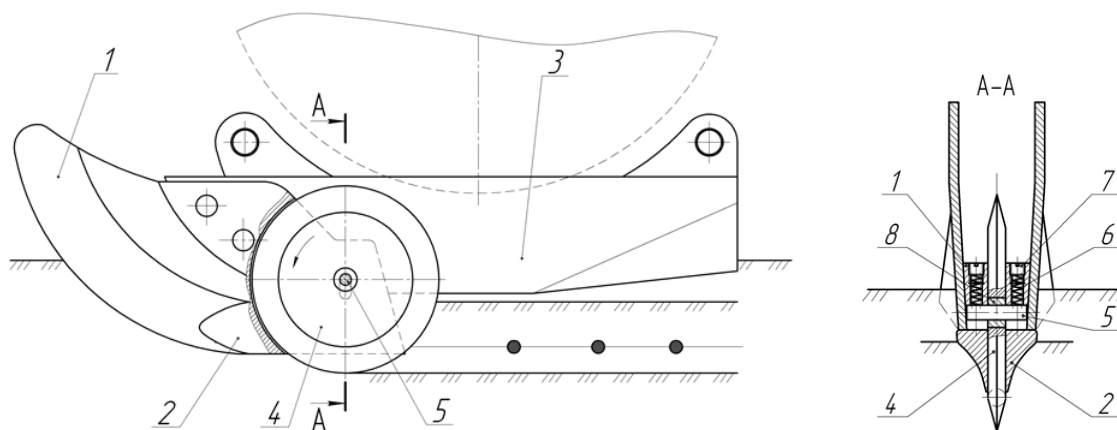


Рис. 3.2 Удосконалений сошник сівалки УПС 12

Запропонований сошник працює таким чином: наральник 1 відкриває борозну, п'ятка 2 готує ущільнене насіннєве ложе, розміщений позаду дисковий ніж 4 обертаючись розрізає його по центру утворюючи щілеподібний канал в який потрапляє висіяне насіння і зацимлюється між його стінками. Після проходу щік сошника 3 борозна з насінням закривається ґрунтом. Для компенсації зносу п'ятки наральника 2 дисковий ніж 4 виконано рухомим в вертикальній площині. По мірі зносу рухома частина дискового ножа наральника висувається вниз на величину зносу за допомогою натискних пружин 6 які діють на вісь диска 5, що обертається в підшипнику ковзання 8. Сила притискування пружин регулюється гвинтом 7.

Ефективність роботи сошника забезпечується такими факторами:

1. Протягом всього періоду експлуатації п'ятка наральника сошника утворює за допомогою обертаючогося диска клинову щілину для розміщення насіння на заданій агровимогами глибині.
2. Насіння розміщується рівномірно по довжині рядка фіксуючись між клиновими стінками борозни при першій зустрічі з ними не перекочуючись вздовж рядка.
3. При підвищенні вологості ґрунту обертання дискового ножа сприяє самоочищенню нижньої частини п'ятки наральника.

4. При зустрічі з перешкодами дисковий ніж перекочується через них не деформуючи своєї робочої поверхні.

3.2 Дослідження укладання насіння цукрових буряків на насіннєве ложе посівної борозни висівним апаратом і сошником сівалки

В процесі польоту насіння із висівного апарата і укладання його на насіннєве ложе борозни, підготовлене сошником сівалки, значний вплив на рівномірність розподілення насіння здійснюють початкові параметри висіву (V_n, α, h) , фізико – механічні властивості насіння (k, λ, f_n) , а також значення кута α_ϕ між стінками борозни [21,22]. Тому, переміщення насіння в борозні в процесі укладання його на насіннєве ложе можна представити наступною математичною залежністю:

$$S = f(h, \alpha, V_n, \alpha_\phi, k, \lambda, f_n) \quad (3.1)$$

На сьогоднішній день в нашій державі і закордоном при конструюванні сівалок точного посіву спостерігається тенденція розміщувати висівний апарат на висоті не більше 8...10 см на поверхню ґрунту при висоті падіння насіння 2...5 см. Встановлено, [23,24], що на відносно коротких траєкторіях польоту насіння опір повітря суттєво не впливає на дальність його переміщення в борозні. Тому в наведеній залежності фактор опору повітря не враховується. Значення шляху S переміщення насіння в борозні, в залежності від $h, \alpha, V_n, \alpha_\phi, k, \lambda, f_n$ можна визначити якщо розглянути операцію викиду, падіння і укладання його на насіннєве ложе у взаємному зв'язку. Взаємозв'язок цих операцій полягає в тому, що кінцеві параметри попередньої є початковими наступної.

В останніх конструкціях сівалок точного посіву, широко використовується висівний апарат, виконаний у вигляді вертикального диска з отворами (рис. 3.3), котрий забезпечує відносно рівномірний висів насіння в порівнянні з іншими апаратами (комірковими багаторядними). Тому він був прийнятий нами в якості прототипу для досліджень, щоб виключити до

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

мінімуму вплив самого апарата на розподілення насіння в борозні в процесі його укладання на насіннєве ложе.

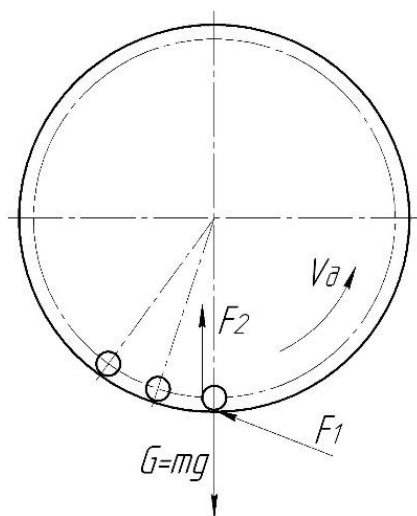


Рис. 3.3 Схема сил, в момент збивання насінини із присмоктувального отвору висівного диска

При роботі цього апарата вектор початкової швидкості $\bar{V}_n$ викиду насіння із комірки може бути направлений по руху або проти руху сівалки, а також вертикально, в залежності від величини лінійної швидкості висівного диска $\bar{V}_d$ і сівалки $\bar{V}_c$. При $\bar{V}_d < \bar{V}_c$, $\bar{V}_n$ буде мати напрямок в бік руху сівалки (додатній напрямок польоту насіння $\alpha = 0...90^\circ$). Якщо $\bar{V}_d > \bar{V}_c$, то $\bar{V}_n$ буде направлений в бік, протилежний руху сівалки (від'ємний напрямок польоту насіння $\alpha = 90...180^\circ$). При $\bar{V}_d = \bar{V}_c$ вектор швидкості $\bar{V}_n = 0$, при цьому насіння із висівного апарата будуть падати вертикально.

Розміщуючи початок координат в точку відриву насіння від отвору висівного диска, направляючи вісь абсцис горизонтально, в бік руху сівалки (рис. 3.4), а вісь ординат вниз, і допускаючи, що насіння представляє собою матеріальну точку і опір повітря відсутній, запишемо диференційні рівняння руху насіння з отвору висівного диска [25]:

$$\frac{d^2x}{dt^2} = 0; \quad \frac{d^2y}{dt^2} = g$$

Інтегруючи їх, знаходимо

$$\frac{dx}{dt} = c_1; \quad \frac{dy}{dt} = gt + c_2$$

При $t = 0, \quad c_1 = V_n \cos \alpha; \quad c_2 = V_n \sin \alpha$ тоді

$$\frac{dx}{dt} = V_n \cos \alpha; \quad \frac{dy}{dt} = V_n \sin \alpha + gt$$

Інтегруючи їх, знаходимо

$$x = V_n t \cos \alpha + c_3,$$

$$y = V_n t \sin \alpha + \frac{gt^2}{2} + c_4$$

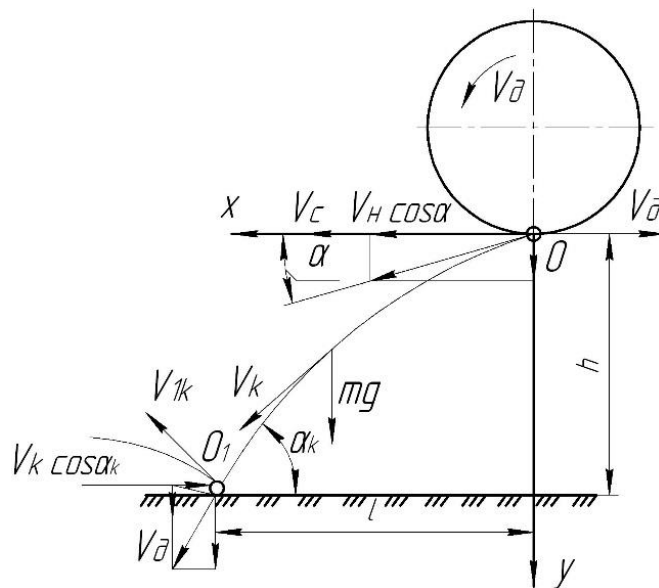


Рис. 3.4 Схема траєкторії руху насіння цукрових буряків в борозну
Запишемо параметричні рівняння руху насіння [25]:

При $t = 0, \quad c_3 = 0; \quad c_4 = 0.$

$$x = V_n t \cos \alpha,$$

$$y = V_n t \sin \alpha + \frac{gt^2}{2}$$

Із першого рівняння маємо $t = \frac{x}{V_n \cos \alpha},$

Підставляючи значення t в друге рівняння і виконавши відповідні перетворення, отримаємо рівняння траєкторії польоту насіння:

$$y = x \tan \alpha + \frac{gx^2}{2V_n^2 \cos^2 \alpha}. \quad (3.2)$$

Вирішуючи рівняння (3.2) відносно x і підставляючи значення $y = h$, $x = l$, отримаємо формулу для визначення дальності польоту насіння від проекції точки відриву O на горизонтальну площину до точки O_1 , зустрічі з дном борозни:

$$l = \frac{V_h \sin 2\alpha}{2g} \left(\pm \sqrt{1 + \frac{2gh}{V_h^2 \sin^2 \alpha}} - 1 \right) \quad (3.3)$$

Так як дальність польоту насіння є додатною величиною, то і в отриманій формулі перед знаком радикалу використовується лише знак плюс. Продиференціювавши рівняння (3.2) відносно x , визначили кут зустрічі насіння з дном борозни:

$$\alpha_k = \arctg \left(\operatorname{tg} \alpha + \frac{gx}{V_h^2 \cos^2 \alpha} \right). \quad (3.4)$$

Підставляючи значення l із формули (3.3) в (3.4) замість x отримаємо значення кута α_k зустрічі насіння з борозною:

$$\alpha_k = \arctg \frac{\sqrt{V_h^2 \sin^2 \alpha + 2gh}}{V_h \cos \alpha}. \quad (3.5)$$

Відомо [26,27], що горизонтальна складова швидкості польоту при відсутності опору повітря має постійне значення по всій траєкторії польоту:

$$V_\Gamma = V_h \cos \alpha = V_k \cos \alpha_k \quad (3.6)$$

Підставляючи значення α_k із (3.5) в (3.6) отримаємо рівняння для визначення швидкості зустрічі насіння з борозною:

$$V_k = \sqrt{V_h^2 + 2gh} \quad (3.7)$$

При падінні насіння в борозну останні відбиваються під різними кутами на різні відстані. Це пояснюється тим, що насіння при викиді його в борозну під дією сил F_1 і F_2 приводиться в обертання навколо центра тяжіння і в момент удару напрямки реакції ґрунту і сила тяжіння насіння не лежать на одній прямій.

Іншою причиною відбивання насіння є косий удар насіння об ґрунт. Після косого удару об насіннєве ложе або стінки борозни насіння веде себе як тіла кинуті під кутом до горизонту. Пролетівши деяку відстань, насіння вдруге відбивається об насіннєве ложе або стінки борозни. Після другого удару насіння в більшості випадків не відбивається, а перекочується, так як імпульси повторних ударів дуже малі, а вектори швидкостей направлені пошти горизонтально. З цього слідує, що величину шляху S переміщення висіяного насіння від точки падіння можна визначити як суму горизонтальної проекції траєкторії l_1 їх польоту після першого і величини перекочування l_2 після другого удару (рис. 3.5):

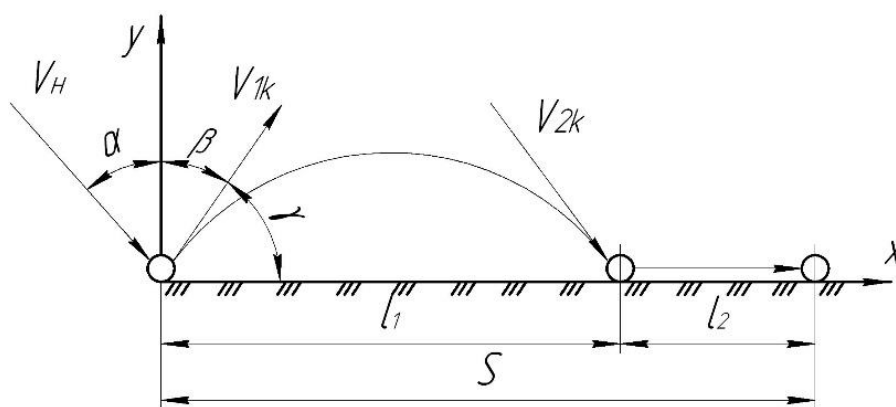
$$S = l_1 + l_2 \quad (3.8)$$


Рис. 3.5 Схема переміщення насіння в борозні при відбиванні його в вертикально – повздовжній площині

При падінні насіння цукрових буряків із висівного апарата в борозну можливе: втискування його в ґрунт без відбивання від місця падіння, відбивання від насіннєвого ложа або стінок борозни в вертикально – повздовжній, вертикально – поперечній площинах борозни і вертикальній площині, яка проходить під кутом до вісі борозни.

Величину горизонтальної проекції траєкторії польоту насіння після першого удару визначимо із таких передумов. Для випадку відбитого насіння від насіннєвого ложа або стінок борозни (рис. 3.5) і вертикально – повздовжньої площини рівняння руху центра тяжіння в параметричній формі запишуться:

$$x_1 = V_{1k} t_1 \cos \gamma, \quad (3.9)$$

$$y = V_{1k} t_1 \sin \gamma - \frac{gt^2}{2}. \quad (3.10)$$

Виключивши із рівнянь (3.9) і (3.10) час t_1 , знайдемо траєкторію руху центра тяжіння насіння, відбитого від насіннєвого ложа або стінок борозни:

$$y_1 = x_1 \tan \gamma - \frac{gx_1^2}{2V_{1k}^2 \cos^2 \gamma} \quad (3.11)$$

Дальність польоту насіння по горизонталі l_1 визначаємо із рівняння траєкторії польоту (3.11), якщо прийняти $y_1 = 0$, $x_1 = l_1$.

$$l_1 = \frac{V_{1k}^2 \sin 2\gamma}{g} \quad (3.12)$$

Визначаємо значення V_{1k}^2 і $\sin 2\gamma$ із наступних рівнянь:

$$V_{1k} \cos \beta_y = k V_k \cos \alpha_y, \quad k = \lambda \frac{\tan \alpha_y}{\tan \beta_y};$$

Звідки
$$V_{1k}^2 = \frac{k^2 V_k^2 \cos^2 \alpha_y}{\cos^2 \beta_y} = \frac{k^2 (V_n^2 + 2gh) \cos^2 \alpha_y}{\cos^2 \beta_y}, \quad (3.13)$$

$$\tan \beta_y = \lambda \frac{\tan \alpha_y}{k}, \quad \beta_y = \arctan \frac{\lambda \tan \alpha_y}{k}. \quad (3.14)$$

Підставляючи значення β_y в (3.14) отримаємо:

$$V_{1k}^2 = \frac{k^2 (V_n^2 + 2gh) \cos^2 \alpha_y}{\cos^2 \arctan \frac{\lambda \tan \alpha_y}{k}} = (V_n^2 + 2gh) \cos^2 \alpha_y (k^2 + \lambda^2 \tan^2 \alpha_y).$$

Так як $\alpha_y = 90^\circ - \alpha_k$, то V_{1k}^2 можна записати в такому вигляді:

$$V_{1k}^2 = (V_n^2 + 2gh) \sin^2 \alpha_k (k^2 + \lambda^2 \cot^2 \alpha_k). \quad (3.15)$$

Підставляючи значення α_k із (3.1) в (3.15) отримаємо:

$$V_{1k}^2 = \lambda^2 V_n^2 \cos^2 \alpha + k (V_n^2 \sin^2 \alpha + 2gh) \quad (3.16)$$

Визначимо величину кута γ :

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

$$\gamma = 90^0 - \beta_y = 90^0 - \arctg \frac{\lambda \operatorname{tg} \alpha_y}{k}, \quad (3.17)$$

Тоді значення $\sin 2\gamma$ з врахуванням α_y визначаємо так:

$$\sin 2\gamma = 2 \cos \arctg \frac{\lambda \operatorname{tg} \alpha_y}{k} \sin \arctg \frac{\lambda \operatorname{tg} \alpha_y}{k} = \frac{2\lambda k \operatorname{ctg} \alpha_k}{k^2 + \lambda^2 \operatorname{ctg} \alpha_k},$$

Звідки значення кута $\sin 2\gamma$:

$$\sin 2\gamma = \frac{2\lambda k V_n \cos \alpha \sqrt{V_n^2 \sin^2 \alpha + 2gh}}{k^2 (V_n^2 \sin^2 \alpha + 2gh) + \lambda^2 V_n^2 \cos^2 \alpha} \quad (3.18)$$

Підставляючи значення V_{1k}^2 і $\sin 2\gamma$ отримаємо

$$l_1 = \frac{2\lambda k V_n \cos \alpha \sqrt{V_n^2 \sin^2 \alpha + 2gh}}{g} \quad (3.19)$$

Для випадку відбиваного насіння від насіннєвого ложа або стінок борозни в вертикальній площині, яке проходить під кутом до вісі борозни дальність його польоту визначиться (рис. 3.6):

$$l_1' = \frac{2\lambda k V_n \cos \alpha \cos \beta_1 \cos \beta_2 \sqrt{V_n^2 \sin^2 \alpha + 2gh}}{g}. \quad (3.20)$$

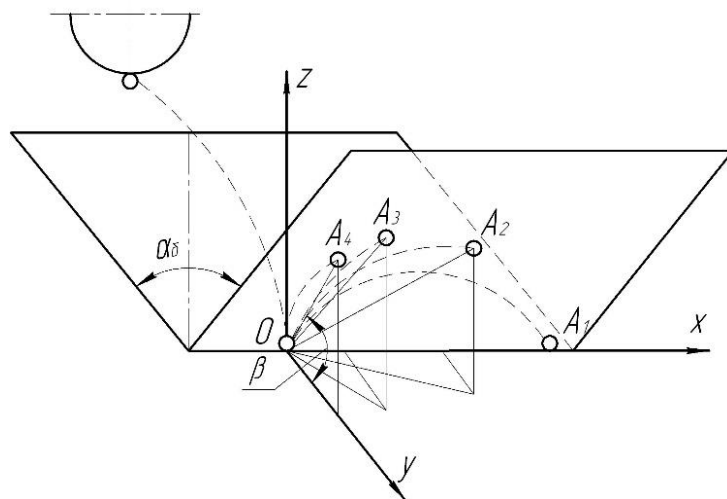


Рис. 3.6 Схема переміщення насіння при відбиванні його в вертикальній площині

Для випадку відбиваного насіння від насіннєвого ложа або стінок борозни в вертикально – поперечній площині (рис. 3.7) дальність його польоту визначиться із наступних передумов:

Рівняння прямої OA в вертикальній площині буде мати наступний вигляд:

$$y_1 = x_1 \operatorname{tg} \beta \quad (3.21)$$

Порівняємо ординати і в результаті перетворень маємо,

$$x_1 = \frac{V_{1k}^2}{g} (\sin 2\gamma - 2 \cos^2 \gamma \operatorname{tg} \beta)$$

Визначаємо похідну від x_1 по γ і прирівнявши до нуля отримаємо значення кута γ :

$$\gamma = \frac{90^\circ + \beta}{2} \quad (3.22)$$

Найбільша дальність польоту буде при куті відбивання, який рівний половині кута між від'ємною віссю Oy_1 і прямою OA .

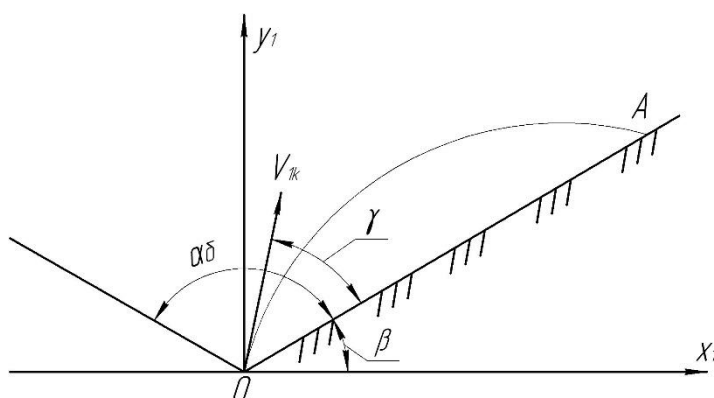


Рис. 3.7 Схема переміщення насінини в вертикально – поперечній площині

Підставляючи значення $x_1 = l_1''$ і $y_1 = x_1 \operatorname{tg} \beta$ в рівняння (3.10), отримаємо рівняння дальності польоту насіння після першого відбивання в вертикально – поперечній площині борозни:

$$l_1'' = \frac{V_{1k}^2}{g} (\sin 2\gamma - 2 \operatorname{tg} \beta \cos^2 \gamma). \quad (3.23)$$

Визначаємо значення кута β (рис. 3.7):

$$\beta = \frac{90^\circ - \alpha_0}{2} \quad (3.24)$$

Підставляючи значення γ , β і V_{1k}^2 отримаємо:

$$l_1'' = \frac{\left[\lambda^2 V_n^2 \cos^2 \alpha + k^2 (V_n^2 \sin^2 \alpha - 2gh) \right] g \frac{\alpha_0}{4}}{g} \quad (3.25)$$

Із рівняння (3.19), (3.20) і (3.25) видно, що значення l , l_1 , l_1' і l_1'' переміщення насіння в борозні після першого відбивання від насіннєвого ложа або стінок борозни залежить від початкової швидкості V_n і кута α польоту, висоти h падіння, коефіцієнтів k відновлення і λ миттєвого тертя, а також кута α_0 між стінками борозни.

Кут зустрічі α_{2k} насіння з поверхнею борозни і момент другого удару визначимо шляхом диференціювання:

$$\alpha_{2k} = \arctg \left(\tg \gamma - \frac{0gx_1}{2V_{1k}^2 \cos^2 \gamma} \right). \quad (3.26)$$

Підставляючи значення кута γ та $x_1 = l_1$ в (3.26) і виконавши відповідні перетворення, маємо:

$$\alpha_{2k} = \arctg \frac{k \sqrt{V_n^2 \sin^2 \alpha + 2gh}}{\lambda V_n \cos \alpha}. \quad (3.27)$$

Швидкість зустрічі насіння з поверхнею борозни в момент другого удару

$$V_{2k} = \frac{V_{1k} \cos \gamma}{\cos \alpha_{2k}}. \quad (3.28)$$

Підставляючи значення γ , α_{2k} і V_{1k} в (3.28), отримаємо

$$V_{2k} = \sqrt{\lambda^2 V_n^2 \cos^2 \alpha + k^2 (V_n^2 \sin^2 \alpha + 2gh)}. \quad (3.29)$$

Таким чином, кут і швидкість зустрічі насіння з поверхнею борозни в момент другого удару рівні куту і швидкості польоту після першого відбивання, тобто насіння в борозні переміщується по параболі [27].

Визначимо найбільшу висоту h_1 підйому насіння над поверхнею борозни при першому відбиванні. Для цього по правилам диференціювання знайдемо екстремальне значення ординати y_1 . Знаходячи похідну від y_1 по координаті

x_1 і прирівнюючи її до нуля, а також підставляючи значення часу t_1 , знайдемо найбільшу висоту підйому h_1 насіння над поверхнею борозни:

$$y_1 = h_1 = \frac{k(V_n^2 \sin^2 \alpha + 2gh)}{2g} \quad (3.30)$$

Величину шляху l_2 переміщення насіння після другого відбивання визначимо із рівняння кінематичної енергії насіння, яке переміщується по

поверхні борозни $\frac{m_c V_{3k}^2}{2} - \frac{m_c V_0^2}{2} = A(F) = Fl_1$ так як $V_0 = 0$; $F = f_n P = f_n m_c g$

то $\frac{m_c V_{3k}^2}{2} = f_n m_c g l_2$ звідки $l_2 = \frac{V_{3k}^2}{2g f_n}$ (3.31)

В отриманій залежності переміщення насіння в борозні після другого удару визначено як перекочування (95%). Ковзання насіння в даному випадку складає не більше 5% і воно не враховується отриманою залежністю.

Швидкість V_{3k}^2 переміщення насіння після другого удару об насіннєве ложе або стінки борозни знайдемо із рівнянь: $V_{3k}^2 \cos \beta_{y_1} = k V_{2k}^2 \cos \alpha_{y_1}$;

де $k = \lambda \frac{\operatorname{tg} \alpha_{y_1}}{\operatorname{tg} \beta_{y_1}}$, тоді $V_{3k}^2 = \frac{k^2 V_{2k}^2 \cos^2 \alpha_{y_1}}{\cos^2 \beta_{y_1}}$ (3.32)

Визначимо значення кутів $\cos \alpha_{y_1}$ і $\cos \beta_{y_1}$:

$$\cos^2 \alpha_{y_1} = \frac{k^2 (V_n^2 \sin^2 \alpha + 2gh)}{\lambda^2 V_n^2 \cos^2 \alpha + k^2 (V_n^2 \sin^2 \alpha + 2gh)}, \quad (3.33)$$

$$\cos^2 \beta_{y_1} = \frac{k^4 (V_n^2 \sin^2 \alpha + 2gh)}{k^4 (V_n^2 \sin^2 \alpha + 2gh) + \lambda^2 V_n^2 \cos^2 \alpha}. \quad (3.34)$$

Підставивши значення V_{2k}^2 , $\cos \alpha_{y_1}$ і $\cos \beta_{y_1}$ та після відповідних перетворень отримаємо:

$$V_{3k}^2 = \lambda^2 V_n^2 \cos^2 \alpha + k^4 (V_n^2 \sin^2 \alpha + 2gh). \quad (3.35)$$

Підставляючи отримане значення V_{3k}^2 в (3.34) отримаємо:

$$l_2 = \frac{\lambda^2 V_n^2 \cos^2 \alpha + k^4 (V_n^2 \sin^2 \alpha + 2gh)}{2gf_n} \quad (3.36)$$

Значення шляху переміщення насіння в борозні визначаємо підставляючи значення l_1 , l_1' , l_1'' і l_2 при відбиванні:

а) в вертикально – повздовжній площині борозни

$$S_1 = \frac{\lambda \eta V_n^2 \cos^2 \alpha}{2gf_n} \left(\frac{Ak^4}{\lambda V_n^2 \cos^2 \alpha} + \frac{4kf_n \sqrt{A}}{V_n \cos \alpha} + 1 \right) \quad (3.37)$$

б) в вертикальній площині, яка проходить під кутом до вісі борозни

$$S_2 = \frac{\lambda \eta V_n^2 \cos^2 \alpha}{2gf_n} \left(\frac{Ak^4}{\lambda V_n^2 \cos^2 \alpha} + \frac{4kf_n \cos \beta_1 \cos \beta_2 \sqrt{A}}{V_n \cos \alpha} + 1 \right) \quad (3.38)$$

в) в вертикально поперечній площині борозни

$$S_3 = \frac{\eta \left[(\lambda^2 V_n^2 \cos^2 \alpha + Ak^2) f_n \operatorname{tg} \frac{\alpha_\delta}{4} + \lambda V_n^2 \cos^2 \alpha + Ak^4 \right]}{2gf_n}, \quad (3.39)$$

$$\text{де } A = V_n^2 \sin^2 \alpha + 2gh; \quad \eta = \frac{V_\delta}{V_c}.$$

Аналіз отриманих залежностей показує, що значення S_1 , S_2 , S_3 переміщення насіння в борозні в процесі їх укладання на насіннєве ложе залежать від початкових параметрів висіву насіння (V_n , α , h) їх фізико – механічних властивостей (k , λ , f_n), а також кута α_δ між стінками борозни. При цьому максимальний шлях переміщення насіння складає при відбиванні їх в вертикально повздовжній площині і мінімальний – в вертикально – поперечній. Розглянуті процеси відбивання і переміщення насіння цукрових буряків в борозні в значній мірі обумовлені фізико – механічними властивостями насіння (k , λ , f_n) [28].

Виразимо коефіцієнти відновлення k і миттєвого тертя λ через складові

$$\text{після і до ударних швидкостей:} \quad k = \left| \frac{V_{1kn}}{V_{kn}} \right|; \quad \lambda = \left| \frac{V_{1k\tau}}{V_{k\tau}} \right|. \quad (3.40)$$

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

Нормальна і тангенціальна складові після і до ударних швидкостей V_{1k} і V_n запишемо так (рис. 3.8):

$$V_{1kn} = V_{1k} \cos \beta_y; \quad V_{1k\tau} = V_{1k} \sin \beta_y;$$

$$V_{1kn} = V_k \cos \alpha_y; \quad V_{k\tau} = V_n \sin \alpha_y.$$

визначимо значення V_{1k} $V_{1k} = \sqrt{\frac{l_1 g}{\sin 2\gamma}} = \sqrt{\frac{l_1 g}{\sin 2\beta_y}}.$ (3.41)

Для випадку вільного падіння $V_k = \sqrt{2gh}$ (3.42)

Підставляючи значення V_{1kn} , V_{kn} , $V_{1k\tau}$ і $V_{k\tau}$ отримаємо:

$$k = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{l_1 \operatorname{ctg} \beta_y}{h \sin^2 \alpha_y}}; \quad (3.43)$$

$$\lambda = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{l_1 \operatorname{tg} \beta_y}{h \sin^2 \alpha_y}}. \quad (3.44)$$

Коефіцієнт перекочування f_n насіння цукрових буряків в борозні

визначимо із (3.35) $f_n = \frac{\lambda^2 V_n^2 \cos^2 \alpha + k^4 (V_n^2 \sin^2 \alpha + 2gh)}{2gl_2}$ (3.44)

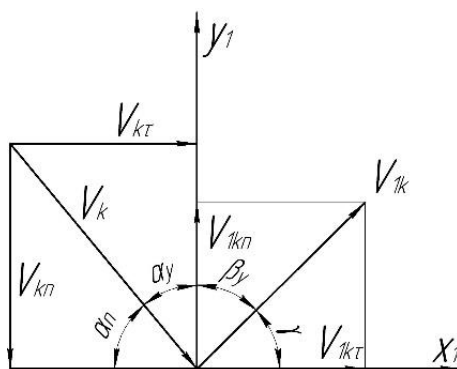


Рис. 3.8. Схема швидкостей в момент удару насінини об ґрунт

Викладена механічна технологія укладання насіння на насіннєве ложе борозни зв'язує в єдину ланку операцію викиду, падіння і перекочування насіння після першого і другого удару об стінки і дно борозни де кінцевий параметр одного робочого процесу стає продовженням для наступного. При розгляді процесів відбивання і переміщення цукрових буряків в борозні в

процесі їх укладання на насінневе ложе враховані різні умови, при яких виконується та чи інша операція, зокрема, початкові параметри викиду насіння із висівного апарата, фізико – механічні властивості насіння і ґрунту, а також профіль посівної борозни. Висівні апарати серійних сівалок точного посіву компонуються вертикальними дисками з одним рядом комірок. По відношенню до осьової лінії борозни висівний диск розміщується симетрично, але ж основна маса висіяного насіння відбивається від стінок борозни в вертикальній площині, яка проходить під кутом до вісі борозни, а також в вертикально поперечній площині. Відбивання насіння в цих площинах можна виключити або звести до мінімуму за рахунок зменшення кута α_δ між стінками борозни до оптимальних значень, а в вертикально – повздовжній площині за рахунок зменшення ширини насінневого ложа до розмірів насіння.

3.3 Обґрунтування кутів між стінками посівної борозни

Лабораторно – польові досліді [29] показують, що відбивання насіння від поверхні борозни і їх розміщення завжди має місце. При посіві насіння в борозну з визначеним діапазоном кутів між стінками спостерігається ковзання насіння по її поверхні без відбивання. Диференціальне рівняння руху насіння в цьому випадку можна записати так (рис. 3.9 а):

$$m_c \frac{dV}{dt} = P \cos \frac{\alpha_\delta}{2} - F_{mp} = m_c g \cos \frac{\alpha_\delta}{2} - F_{mp} \quad (3.45)$$

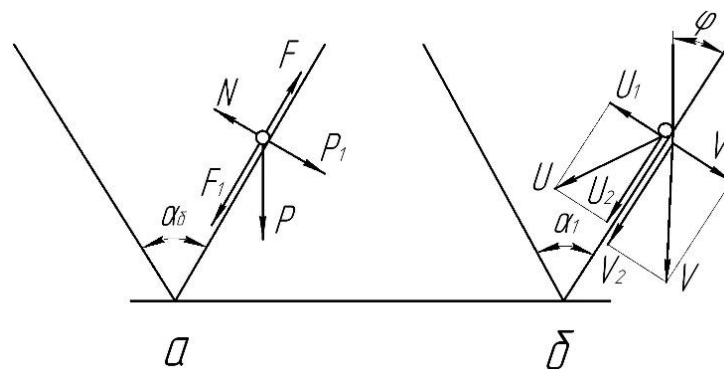


Рис. 3.9. Схема сил, які діють на насінину під час руху по стінці борозни (а), та швидкості в цей момент (б).

$$\text{Визначимо силу тертя } F_{mp} = P \sin \frac{\alpha_{\delta}}{2} \operatorname{tg} \varphi = m_c g \sin \frac{\alpha_{\delta}}{2} \operatorname{tg} \varphi \quad (3.46)$$

$$\text{Підставивши (3.46) в (3.45) маємо } m_c \frac{dV}{dt} = m_c g \cos \frac{\alpha_{\delta}}{2} - m_c g \sin \frac{\alpha_{\delta}}{2} \operatorname{tg} \varphi \quad (3.47)$$

Вирішуючи його відносно V при початкових умовах $t = 0$, $V = V_0$,

$$\text{отримаємо } V = V_0 + \frac{\cos\left(\frac{\alpha_{\delta}}{2} + \varphi\right)}{2 \cos \varphi} g t \quad (3.48)$$

Визначимо шлях переміщення насіння в площині стінки борозни

$$S_{\delta} = V_0 t + \frac{\cos\left(\frac{\alpha_{\delta}}{2} + \varphi\right)}{2 \cos \varphi} g t^2 = \frac{(V^2 - V_0^2) \cos \varphi}{2g \cos\left(\frac{\alpha_{\delta}}{2} + \varphi\right)} \quad (3.49)$$

Для випадку вільного падіння насіння в борозну $V_0 = \sqrt{2gh}$

$$\text{Підставляючи } V_0 \text{ в формулу (3.49), отримаємо } S_{\delta} = \frac{(V^2 - 2gh) \cos \varphi}{2g \cos\left(\frac{\alpha_{\delta}}{2} + \varphi\right)}$$

$$\text{Звідки } V = \sqrt{2g \left[h + S_{\delta} \left(\cos \frac{\alpha_{\delta}}{2} - f \sin \frac{\alpha_{\delta}}{2} \right) \right]} \quad (3.50)$$

Аналіз показує, що швидкість V ковзання насіння по стінці борозни залежить від кута $\frac{\alpha_{\delta}}{2}$ нахилу її до вертикалі.

Оптимальні значення кута α_{δ} визначаємо із наступних теоретичних передумов. В відповідності з теорією удару запишемо (рис. 3.9 б):

$$U_1 - U_2' = k(V_2' - V_1), \quad (3.51)$$

$$\text{Але так як } U_2' = U_2 = 0, \text{ то } U_1 = -kV_1. \quad (3.52)$$

$$\text{Якщо удар косий, то має місце рівняння } V_1 = V \sin \frac{\alpha_{\delta}}{2} \quad (3.53)$$

Підставляючи (3.53) в (3.52), маємо
$$U_1 = -kV \sin \frac{\alpha_\phi}{2} \quad (3.54)$$

Щоб визначити швидкість V_2 руху насіння в площині стінки борозни

скористуємось виразом для імпульсу удару
$$I = \frac{m_c m_0 (V - V_2')(1+k)}{m_c + m_0}. \quad (3.55)$$

Прийнявши $m_0 = \infty$ і $V_2' = 0$, отримаємо
$$I = m_c V(1+k), \quad (3.56)$$

Імпульс сили тертя визначаємо із рівності
$$I_{mp} = -fI, \quad (3.57)$$

а кількість руху
$$c = m_c (U_2 - V_2). \quad (3.58)$$

Тоді по закону рівності імпульсу сили кількості руху, отримаємо

$$U_2 - V_2 = -fV_1(1+k),$$

але так як $V_2 = V \cos \frac{\alpha_\phi}{2}$, то швидкість

$$U_2 = V \cos \frac{\alpha_\phi}{2} - fV \sin \frac{\alpha_\phi}{2} (1+k). \quad (3.59)$$

Умовою ковзання насіння в площині стінки борозни буде

$$U_2 > fU_1 \quad (3.60)$$

Підставляючи значення швидкостей U_1 і U_2 та виконавши відповідні перетворення, отримаємо

$$\alpha_\phi \leq 2(90^\circ - \varphi) \quad (3.61)$$

З рівняння (3.61) кут α_ϕ визначається без врахування коефіцієнтів відновлення і миттєвого тертя. Відомо, що останній рівний відношенню складових швидкостей, дотичних до нерухомої площини, після співудару з нею і до нього. На основі цього після відповідних перетворень отримаємо

$$\alpha_\phi \leq 2 \arctg \frac{1-f}{f(1+k)}.$$

Враховуючи гіпотезу сухого тертя [30] про те, що взаємодія двох тіл (удар) залишається таким самим як при немиттєвих так і при миттєвих силах

$$f = \lambda \text{ отриману залежність запишемо: } \alpha_{\delta} \leq 2 \operatorname{arctg} \frac{1-\lambda}{\lambda(1+k)} \quad (3.62)$$

Нижня межа кута α_{δ} між стінками борозни знайдемо виходячи із діаметра d висіває мого насіння і агротехнічно допустимої глибини H його загортання в ґрунті.

$$\text{Із трикутника } ABC \text{ (рис. 3.10) маємо } \frac{AB}{\sin \alpha_{\delta}} = \frac{BC}{\cos \frac{\alpha_{\delta}}{2}} \quad (3.63)$$

$$\text{Позначимо } AB = B = \alpha, \quad 2\alpha, \quad 3\alpha \quad BC = \frac{H}{\cos \frac{\alpha_{\delta}}{2}}$$

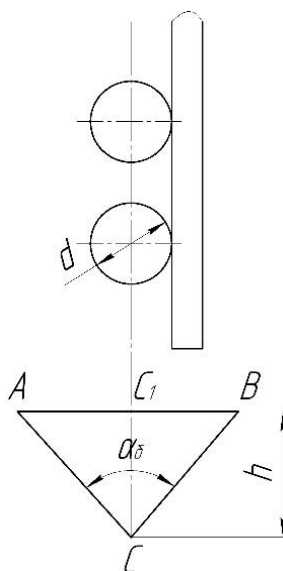


Рис. 3.10 Схема для визначення кута між стінками борозни

Підставляючи значення AB і BC в формулу (3.63) після відповідних перетворень маємо:

$$\alpha_{\delta} = 2 \arcsin \frac{B}{\sqrt{B^2 + 4H^2}} \quad (3.64)$$

Таким чином оптимальне значення кута α_{δ} між стінками борозни повинне визначатись так:

$$2 \arcsin \frac{B}{\sqrt{B^2 + 4H^2}} \leq \alpha_{\phi} \leq 2 \operatorname{arctg} \frac{1 - \lambda}{\lambda(1 + k)}. \quad (3.65)$$

Підставляючи в отриману залежність числові значення коефіцієнтів відновлення k , миттєвого тертя λ і встановленого агровимогами значення діаметра d насіння цукрових буряків і глибини H їх загортання отримаємо:

$$10^{\circ} \leq \alpha_{\phi} \leq 45^{\circ}$$

Залежність (3.65) може бути використана для визначення параметрів посівної борозни при посіві інших сільськогосподарських культур.

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

4. Охорона праці

4.1 Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів, які виникають при експлуатації модернізованої сівалки УПС 12

При використанні агрегату для сівби можуть виникати такі небезпечні та шкідливі фактори: рухомі частини та механізми, до яких належать механізм передач, опорно-привідні колеса, ланцюгові передачі, можуть викликати поранення кінцівок при недотриманні правил безпеки; підвищена запиленість повітря робочої зони спостерігається при виконанні сівалкою процесу сівби, коли сошники заглиблюються у ґрунт підвищений рівень шуму, вібрацій, виникає внаслідок гучної роботи тракторного двигуна, роботи самої сівалки; хімічні речовини впливають на організм людини, викликаючи отруєння подразнення шкіри та ін. Причиною є пил, який відділяється від протруєного насіння, мінеральних добрив, які засипаються в бункер; нервово-психічне перевантаження працівників викликає монотонність процесу сівби [31].

4.2 Заходи по створенню нешкідливих умов праці

Захист механізатора від пилу, який потрапляє в кабіну під час сівби, здійснюється за допомогою вентилятора з пилевідокремлювачем.

У відповідності з вимогами ГОСТ 12.1.003 [32], захист від шуму та вібрації здійснюється за рахунок використання шумо і вібропоглинаючих пристроїв: ізоляції кабіни трактора звукопоглинаючим матеріалом; двигун і кабіна трактора встановлені на гумові подушки.

Для захисту працюючих від шкідливої дії отрутохімікатів і мінеральних добрив рекомендується заправку сівалки протруєним насінням, добривами виконувати при швидкості не більше 3 м/с механізованим методом, а в разі неможливості забезпечувати працюючих захисними окулярами. Респіраторами марки ШБ-1 або протимарлевими масками типу ПТМ-1.

Параметри вібрації у вертикальному та горизонтальному напрямках: на сидінні та робочій ділянці оператора - відповідають ДСТУ 2189-93. Робоче

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

місце оператора захищене від викидання ґрунту з під коліс та робочих органів і відповідає вимогам санітарних правил СП 4282 [34].

4.3 Заходи по забезпеченню безпечних умов праці

Складність обслуговування с/г машин вимагає складання обслуговуючому персоналу відповідних санітарно-гігієнічних і безпечних умов праці [36]. Нещасні випадки в своїй більшості трапляються у разі поганого технічного рівня машин, відсутності або несправності огорожуючих пристроїв, ремонту, регулювань, очищення і змащування машин під час руху, неузгодженої роботи трактора і прицепщиків, невідповідність, або несправність інструмента; відсутність або невідповідність спецодягу, незадовільний рівень знань механізаторів правил техніки безпеки і відсутність технагляду.

Для забезпечення безпечних умов праці на сівалці УПС 12 передбачено такі заходи безпеки:

- конструкція машини забезпечує автоматичне навішування її до енергетичного засобу, за допомогою автозчіпки;
- робочі органи сівалки устатковані механічними фіксаторами, які утримують їх в транспортному положенні;
- елементи конструкції сівалки забезпечують безпечний та зручний підхід до них при монтажі, технічному обслуговуванні і ремонті;
- на видних місцях елементів конструкції сівалки існують символи і написи з техніки безпеки;
- регулювання робочих органів та інших механізмів сівалки під час руху виконується з робочого місця оператора;
- сівалка у відчепленому стані зберігає стійкість при застосуванні до неї зусиль не менше 200 Н;
- сівалка має швидкоз'єднуючі зчіпні пристрої (ШЗП) згідно з ГОСТ 25942 – 81 [35];

- зовнішні поверхні усіх захисних засобів приводів пофарбовані у сигнальний колір (червоний або жовтий);
- механізм передачі обладнаний шплінтами, які при збільшенні навантаження на валу, більше допустимого, зрізуються і передача крутного моменту припиняється;
- робочі органи сівалки, які забиваються (висівні апарати, повітропроводи, вихідні отвори бункерів) і які являють небезпеку обслуговуючому персоналу, обладнані пристроєм автоматичного керування УСК.

4.4 Заходи для покращання умов праці робітників при вирощуванні цукрових буряків

Для покращання умов праці робітників при вирощуванні цукрових буряків пропонуються наступні заходи, які направлені на усунення небезпечних та шкідливих виробничих факторів, і можуть виникнути в процесі сільськогосподарських робіт. Під час проведення польових робіт для підтримання оптимальної температури на кабінах тракторів і комбайнів встановлювати повітряні охолоджувачі - обігрівачі, які регулюють температуру і вологість повітря. Для захисту механізаторів від пилу застосовують вентиляцію. Якщо вентиляція не забезпечує комфортних умов слід користуватись засобами індивідуального захисту: спецодяг, окуляри, респіратори [36].

Для захисту від шуму органів слуху необхідно застосовувати протишумові навушники ВЦННІОТ-1. Щоб знизити шкідливу дію шуму і вібрацій на людей необхідно передбачити організаційно-технічні заходи [32]:

- чергування часу роботи і відпочинку, медичне обстеження;
- періодичні експлуатаційні перевірки рівня вібрацій;
- своєчасні планові і запобіжні ремонти машин.

При роботі з токсичними речовинами необхідно користуватись спецодягом, спецвзуттям та іншими засобами індивідуального захисту.

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

5. Економічна частина

5.1 Економічна ефективність сівалки з удосконаленням робочим органом

Економічна ефективність нової конструкції робочого органу розраховувалась на основі:

аналізу відповідності запропонованої конструкції прикочуючого котка агротехнічним вимогам на загортання насіння цукрових буряків;

оцінки переваг експериментального робочого органу перед серійним;

визначення розміру економічного ефекту від впровадження в господарстві.

Економічна ефективність від покращення якісних показників нового робочого органу визначалась на основі прогнозування результатів потенційної врожайності культури в господарстві від його використання.

Порівняння ефективності використання технологічного процесу із удосконаленням робочим органом та базовим показали, що врожайність цукрових буряків при використанні нового технологічного процесу може підвищити врожайність на 20 ц/га в порівнянні із базовим.

Оскільки економічний ефект по новому технологічному процесу є результатом збільшення врожайності культури то ми можемо записати залежність отримання споживачем додаткової економічної користі від впровадження однієї модернізованої машини:

$$D_{ек} = \Delta\Pi_y \cdot C_z \cdot H_c, \quad (5.1)$$

де $\Delta\Pi_y$ – мінімальний приріст врожайності, ц;

C_z – мінімальна закупівельна ціна, грн/ц;

H_c – нормативний наробіток машини за сезон, га.

Нормативний наробіток машини за сезон визначає наступна залежність:

$$H_c = 0,1 \cdot B \cdot V_p \cdot K_{ез} \cdot T_z, \quad (5.2)$$

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

де B – ширина захвата сівалки, м;

V_p – швидкість руху сівалки, км/год;

K_{ez} – коефіцієнт використання експлуатаційного часу зміни;

T_z – мінімальне завантаження сівалки за сезон, год.

Очікуваний річний економічний ефект на одну модернізовану машину:

$$E_p = D_{ек} - E_n \Delta K_{ок}; \quad (5.3)$$

де $D_{ек}$ – додаткова економічна користь, грн;

E_n – нормативний коефіцієнт ефективності додаткових капітальних витрат;

$\Delta K_{ок}$ – додаткові капітальні вкладення споживача, грн.

Очікуваний річний економічний ефект на гектар посівної площі від впровадження однієї модернізованої машини:

$$E_n = E_p / H_c,$$

Для виконання розрахунків нами були використані наступні дані: врожайності цукрових буряків по модернізованій машині; мінімальна закупівельна ціна 1 ц цукрових буряків [37]; значення нормативних величин [38]; технічних характеристик модернізованої машини [20]. В результаті підстановки отриманих даних в залежності (5.1, 5.2, 5.3, 5.4) отримали наступні значення показників економічної ефективності:

$$D_{ек} = 20 \cdot 85,9 \cdot 119,34 = 205026,1 \text{ грн}$$

$$H_c = 0,1 \cdot 5,4 \cdot 6,8 \cdot 0,65 \cdot 50 = 119,34 \text{ га}$$

$$E_p = 205026,1 - 0,15 \cdot 100 = 204876,1 \text{ грн}$$

$$E_n = 204876,1 / 119,34 = 1716,74 \text{ грн/га}$$

Результати розрахунку економічної ефективності зведені в таблицю 5.1

Таблиця 5.1

**Порівняльні показники економічної ефективності впровадження
модернізованої сівалки**

Показники	Один. вим.	Серійна сівалка	Модернізована сівалка
Наробіток за сезон	га	120	
Продуктивність за 1 годину по експлуатаційному часі	га/год	2,37	
Маса секції робочих органів	кг	44,5	44,8
Робоча швидкість	км/год	6,8	
Врожайність	ц/га	400	420
Очікуваний річний економічний ефект споживача	грн	—	204876,1
Економічна ефективність	грн/га	—	1716,74

Висновки

1. Проведений аналіз агротехніки вирощування цукрових буряків дозволив зробити наступні висновки. На відміну від звичайної агротехніки індустріальна технологія вирощування цієї культури характеризується високим ступенем механізації і хімізації виробництва, своєчасністю і високою якістю виконання всіх технологічних операцій, що дозволяють вирощувати високі врожаї з мінімальними затратами праці і коштів на одиницю продукції.

2. Аналіз існуючих технологій вирощування цукрових буряків свідчить про те, що значного зниження собівартості її вирощування можна досягти, покращивши якість процесу посіву, що впливає на рівномірність і дружність сходів.

3. Теоретично встановлено, що переміщення насіння в посівній борозні в процесі його укладання на насіннєве ложе, обумовлене початковими параметрами висіву і величиною кута між стінками борозни.

4. Отримані рівняння дозволяють визначити дальність і закономірності переміщення насіння в посівній борозні в процесі укладання насіння на насіннєве ложе, в залежності від початкових параметрів висіву, посівної борозни і фізико – механічних властивостей насіння.

5. Для підвищення рівномірності розподілення насіння цукрових буряків на просапних сівалках потрібно використовувати сошники з дисковим ложеутворювачем, які утворюють клинову борозну і кут загострення якого повинен бути в межах 30° .

6. В процесі модернізації сівалки УПС 12 нами був розроблений удосконалений сошник який має в задній частині наральника встановлений рухомий в вертикальній площині дисковий ніж, кут загострення якого менший суми двох кутів тертя насіння цукрових буряків об поверхню ґрунту. Запропонований сошник включає наральник, п'ятку, щоки та дисковий ніж. Дисковий ніж встановлений по центру наральника на рухомій в вертикальній площині вісі в задній його частині.

5. Розроблені заходи для покращення умов праці і усуненню небезпечних та шкідливих виробничих факторів під час сівби цукрових буряків.

6. Розроблена конструкція сошника сівалки УПС 12, дає можливість значно покращити процес посіву насіння цукрових буряків і збільшити врожайність до 12%, за рахунок біль кращих умов утворених для насіння у початковий період вегетації.

					<i>МВЦБ 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Гончарук Г.С. Якісна сівба цукрових буряків запорука високого врожаю / Г.С. Гончарук // Цукрові буряки. – 2001. – №2. – С. 8 – 9.
2. Коломієць О.П. Передумови якісної сівби / О.П. Коломієць, Г.С. Гончарук, Т.Н. Ломако // Цукрові буряки. – 1999. – № 2. – С. 17.
3. П'ятківський М.К. Сівбі цукрових буряків високу агротехніку / М.К. П'ятківський // Цукрові буряки – 2001. – № 2. – С. 7.
4. Ковтун Ю.И. Исследование и разработка агротехнических основ создания и совершенствования свекловичных сеялок точного высева / Ю.И. Ковтун. Дис. ...канд. с.-х. наук: 05.538. – Харьков, 1970. – 174 с.
5. Пронько Л.Ю. Исследование работы сошников свекловичных сеялок точного высева / Л.Ю. Пронько. – В сб.: Механизация и электрификация сельского хозяйства. вып. 12., Мн., “Ураджай”, 1973. – С. 108.
6. Будагов А.А. Сошник для точного размещения семян пропашных культур / А.А. Будагов, А.Ф. Петунин // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. – 1965. – №6. – С. 4 – 6.
7. Глуховський В.С., Данченко В.Н. Доповнюючи заводську конструкцію: Особливості налагодження бурякової сівалки ССТ – 12Б / В.С. Глуховський, В.Н. Данченко // Механізація землеробства . – 1984. – №3. – С.21.
8. Ковтун Ю.И. Исследование и разработка агротехнических основ создания и совершенствования свекловичных сеялок точного высева / Ю.И. Ковтун. Дис. ...канд. с.-х. наук: 05.538. – Харьков, 1970. – 174 с.
9. Філоненко С.В. Буряківництво. Навчальний посібник для виконання лабораторно-практичних робіт студентами спеціальності “Агрономія” всіх форм навчання / С.В. Філоненко, А.А. Кочерга, В.В. Ляшенко. - Полтава, 2007. – 219 с.
10. Синееков Г.Н. Теория и расчет почвообрабатывающих машин / Г.Н. Синееков, И.М. Панов. – М.: Высшая школа, 1977. – 328 с.
11. Босой Е.С. Теория и расчет с/х машин / Е.С. Босой, О.В. Верняев, И.И. Смирнов – М.: Машиностроение, 1978.

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

12. 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.

13. 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.

14. Сівалки “Unikorn 3, Multikorn”. Проспекти фірми “Franz kleine”. – ФРН, 1998.

15. Сівалка “Monocentra SP”. Проспекти фірми “Fähse”. – ФРН, 2000.

16. Сівалки “Betasem, Exakta ”. Проспекти фірми “Rau”. – ФРН, 1985.

17. Сошники і прикочуючі котки. Проспект фірми “Great Plains”. – США, 1979.

18. Сівалка “Stanhay 870, Webb 5”. Проспект фірми “Hestair Farm Equipment Limited”. – Англія, 1983.

19. Сівалка “Pneumasem II”. Проспект фірми “Nodet gougis”. – Франція, 1998.

20. ОАО «Червона зирка». Сеялки универсальные пневматические УПС-6, УПС-8, УПС-12 и их модификации. Руководство по эксплуатации (для оператора). Кировоград, 2010. – 87 с

21. Будагов А.А. Точный посев на высоких скоростях / А.А. Будагов – Краснодар, 1971. – 140 с.

22. Теорія проектування та розрахунки посівних машин: Навч. Посібник /П.В. Сисолін.-К.: ІСДО, 1994.-148с.

23. Пронько Л.Ю. Исследование работы сошников свекловичных сеялок точного высева. – В сб.: Механизация и электрификация сельского хозяйства. вып. 12., Мн., “Ураджай”, 1973. – С. 102 – 110.

24. Шабранский В.А. Исследование и совершенствование технологического процесса точного посева сахарной свеклы дражированными семенами: Дис...канд. техн. наук: 05.20.01. – К., 1980. – 199с.

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

25. Лойцянский Л.Г. Курс теоретической механики: В 2-х томах. Т.2. Динамика. – 6-е изд., перераб. и доп. / Л.Г. Лойцянский, А.И. Лурье. – М.: Наука, 1983. – 640 с.
26. Будагов А.А. Точный посев на высоких скоростях. – Краснодар, 1971. – 140 с.
27. Шмат С.И. Исследование аппаратов точного высева семян сахарной свеклы на повышенных скоростях. Автореф. дис...канд. техн. наук: 05.20.01 / Воронежский СХИ. – Воронеж, 1971. – 21 с.
28. Бузенков Г.М., Ма С.А. Машины для посева сельскохозяйственных культур. – М.: Машиностроение, 1976. – 296 с.
29. Машины для точного посева пропашных культур: конструирование и расчет / В.С. Басин, В.В. Брей, Л.В. Погорелый и др. – К.: Техніка, 1987. – 151 с.
30. Гантмахер Ф.Р. Лекции по аналитической механике. Изд. 2-е, исправленное; М.: Наука, 1966. – 300 с.
31. 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.
32. ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности. АО "Кодекс", М.: Стандартинформ, 2019. – 60 с.
33. ДСТУ 2189-93. Система стандартів безпеки праці. Машина сільськогосподарські навісні та причіпні. Загальні вимоги безпеки. Київ, 1994. – 25 с.
34. СП 4282-87. Санитарные правила по устройству тракторов и сельскохозяйственных машин. М., 1987. - 13 с.
35. ГОСТ 25942-90. Тракторы и сельскохозяйственные машины. Устройства быстросоединяющие. Требования к конструкции. М., 1990. – 4 с.
36. Жидецкий В.Ц. Основи охорони праці. Підручник / В.Ц. Жидецкий – Львів: Афіша, 2002.– 320 с.

					<i>МВЦБ 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

37. ТОВ СП «НІБУЛОН» Закупівельні ціни.

<https://www.nibulon.com/data/zakupivlya-silgospprodukcii/zakupivelni-cini.html>

38. Єрмаков О.Ю. Організація сільськогосподарського виробництва.

Навч. метод. посібник— 2 –ге вид., доп. і перер. - К.: НАУ, 2007. – 266 с.

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

Додатки

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Справ. №	A1			МВЦБ 00.000 СБ	Складальне креслення	1		
					Складальні одиниці			
		1		МВЦБ 00.000.01	Опорно приводне колесо	2		
		2		МВЦБ 00.000.02	Маркери	2		
		3		МВЦБ 00.000.03	Вентилятор	1		
		4		МВЦБ 00.000.04	Секція робочих органів	12		
		5		МВЦБ 00.000.05	Коробка зміни передач	2		
		6		МВЦБ 00.000.06	Туковисівний апарат	3		
		7		МВЦБ 00.000.07	Сошник туковий	12		
		8		МВЦБ 00.000.08	Система трубопроводів	12		
		9		МВЦБ 00.000.09	Механізм передач	2		
Взам. инв. №				10 МВЦБ 00.000.10	Механізм навіски	1		
				11 МВЦБ 00.000.11	Повітряпровод	2		
Подп. и дата	МВЦБ 00.000							
	Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
Инв. № подл.	Разраб.	Лейтма			Універсальна пневматична сівалка УПС 8	Лит.	Лист	Листов
	Пров.	Артеменко						1
	Н.контр.	Осипов				ЦНТУ		
	Утв.	Свірень				гр. АІ 19МЗ-14		
					Копировал	Формат А4		

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Справ. №	A1			МВЦБ 00.110 СБ	Складальне креслення		
					Документація		
					Складальні одиниці		
	A4	1		509.046.1250	Поводок	1	
	A4	3		509.046.1270	Натяжник	1	
	A4	10		509.046.1440	Опора	1	
	A4	16		509.046.1490A-1	Поводок	1	
	A4	20		509.046.2050A	Кронштейн	1	
	A2	28		МВЦБ 00.120	Сошник	1	
	A4	33		509.046.4720	Винт регулювальний	1	
Взам. инв. №	A2	36		509.046.4750A	Каток передній	1	
	A2	38		МВЦБ 00.140	Прикочуючий каток	1	
	A0	40		МВЦБ 00.150	Апарат висівний	1	
Подп. и дата							
Инв. № подл.				МВЦБ 00.110			
	Изм./лист	№ док-м.	Подп.	Дата			
	Разраб.	Лойтра					
	Пров.	Артеменко					
	Н.контр.	Осипов					
	Утв.	Свірень					
Секція робочих органів					Лит.	Лист	Листов
							1
					ЦНТУ гр. АІ 19МЗ-14		
Копіював					Формат А4		

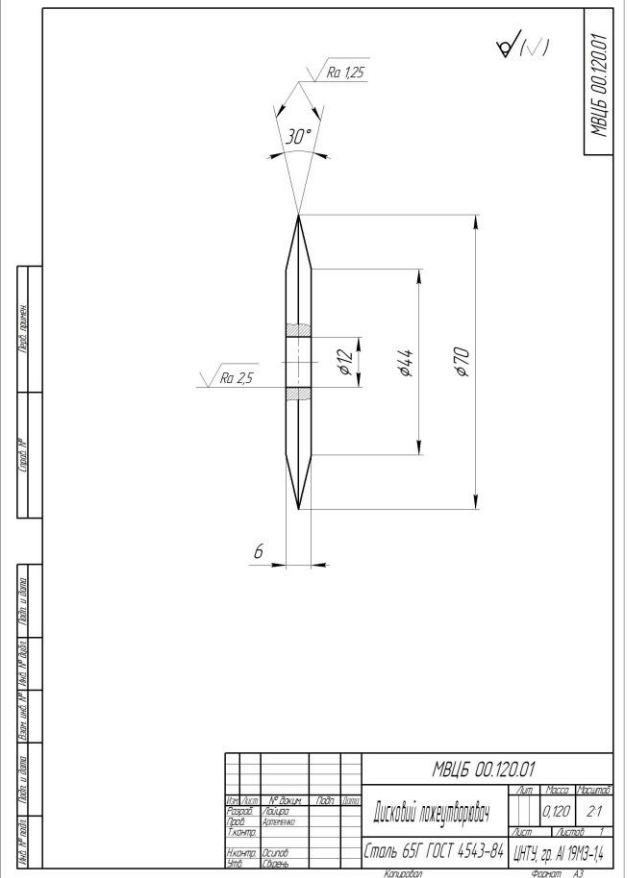
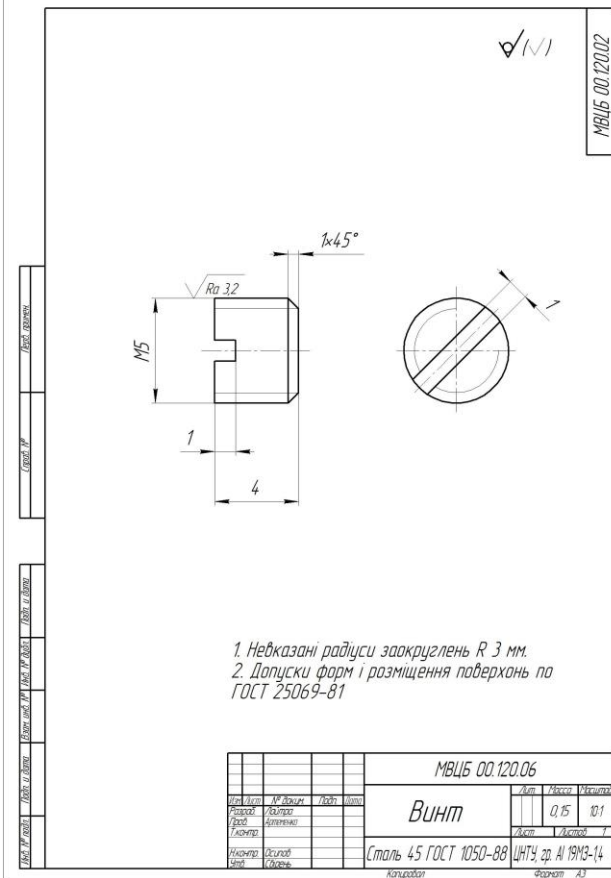
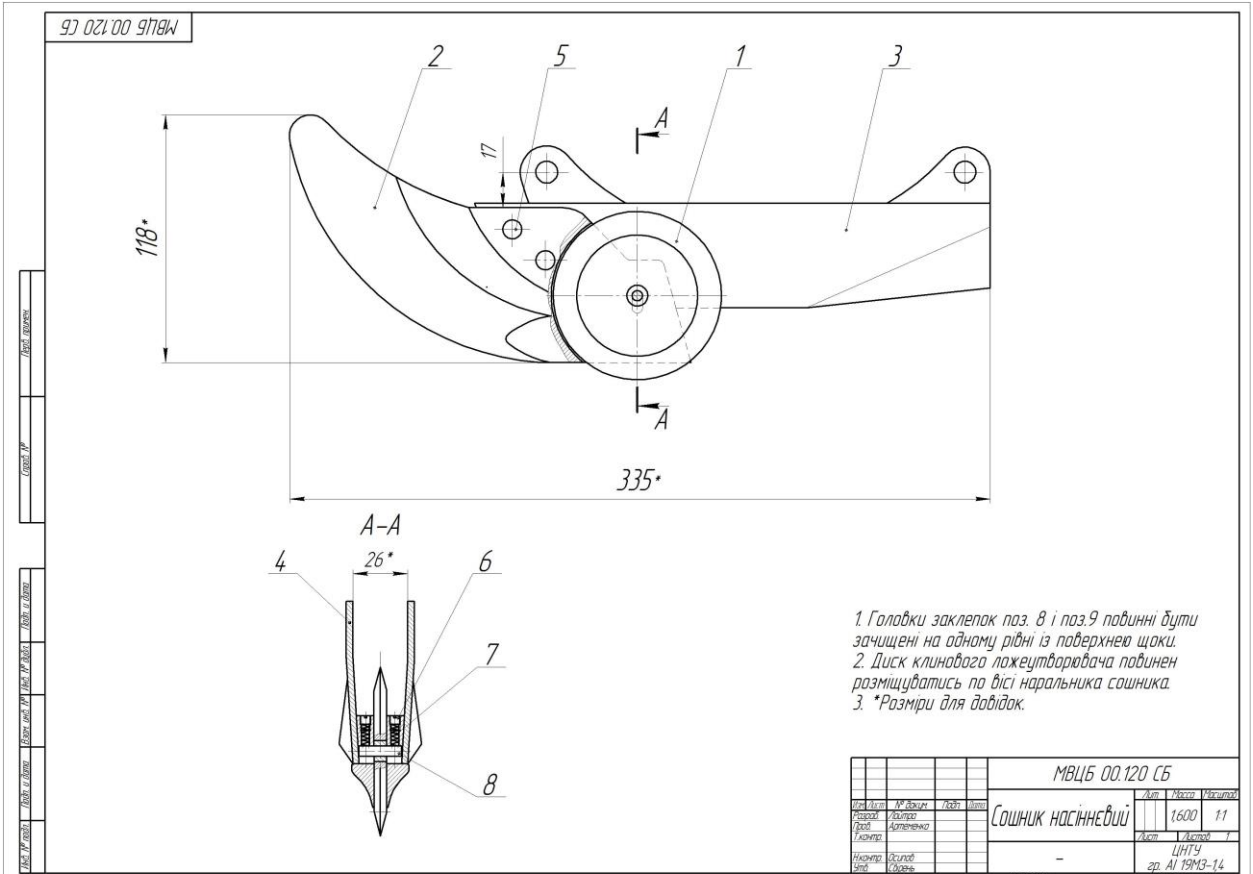
1. Критичний момент залягання деталей поз. 95 і поз. 98 – 19.23 Нм (19...23 кгс/м).
2. Всі шарнірно з'єднані деталі повинні вільно рухатись одна відносно одної без заїздів і перекосів.
3. *Розміри для лавінок.
4. Останні технічні вимоги згідно ТУ У 29:3-057844-37-25-2005

[illegible]

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
					Документація		
Справ. №	A2			МВЦБ 00.150 СБ	Складальне креслення		
					Складальні одиниці		
	A3	1		МВЦБ 00.150.01	Дисковий ложеутворювач	1	
					Деталі		
	A2	2		МВЦБ 00.150.02	Наральник	1	
	A3	3		МВЦБ 00.150.03	Щока	1	
	A3	4		МВЦБ 00.150.04	Щока	1	
	A4	5		МВЦБ 00.150.05	Заклепка	2	
Подп. и дата	A4	6		МВЦБ 00.150.06	Гвинт	2	
	A4	7		МВЦБ 00.150.07	Пружина	2	
	A4	8		УТВЦБ 00.150.08	Штифт	1	
Взам. инв. №							
Подп. и дата							
Инв. № подл.	Изм./Лист	№ док-м.	Подп.	Дата	МВЦБ 00.150		
	Разраб.	Лойтра			СОШНИК		
	Пров.	Артеменко					
	Н.контр.	Осипов			ЦНТУ		
Утв.	Свіренко			гр. АІ 19МЗ-14			

Копіював

Формат А4



MBЦБ 00.001 НЧ

[illegible]

[illegible]

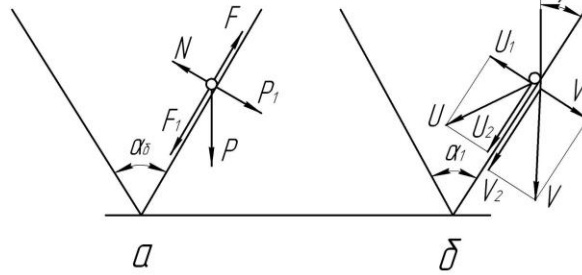


Схема сил, які діють на насіння в момент дотику його зі стінкою посівної борозни (а), а також швидкості, які відповідають цьому моменту (б).

коефіцієнт відновлення насіння коефіцієнт миттєвого тертя насіння

$$k = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{l_1 \operatorname{ctg} \beta_y}{h \sin^2 \alpha_y}}$$

$$\lambda = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{l_1 \operatorname{tg} \beta_y}{h \sin^2 \alpha_y}}$$

коефіцієнт перекочування насіння

$$f_n = \frac{\lambda^2 V_n^2 \cos^2 \alpha + k^4 (V_n^2 \sin^2 \alpha + 2gh)}{2gl_2}$$

Залежності для визначення кутів між стінками посівної борозни

$$\alpha_\delta \leq 2 \operatorname{arctg} \frac{1-\lambda}{\lambda(1+k)}$$

$$\alpha_\delta = 2 \arcsin \frac{B}{\sqrt{B^2 + 4H^2}}$$

$$2 \arcsin \frac{B}{\sqrt{B^2 + 4H^2}} \leq \alpha_\delta \leq 2 \operatorname{arctg} \frac{1-\lambda}{\lambda(1+k)}$$

$$10^\circ \leq \alpha_\delta \leq 45^\circ$$

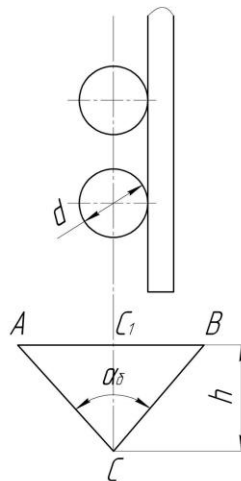


Схема для визначення мінімального значення кута між стінками посівної борозни

МВЦБ 00.003 НЧ									
Дата	Місяць	Рік	Відомості	Відомості	Відомості	Відомості	Відомості	Відомості	Відомості
Теоретичні дослідження						Лист	Всього	1	-
-						ЦНТУ зр. АІ 1943-14			
Копія						Формат А1			