

Центральноукраїнський національний технічний університет

Агротехнічний факультет

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту ”

Зав. кафедрою СГМ

д.т.н., професор

_____ Микола СВІРЕНЬ

« ____ » _____ 2021 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за другим (магістерським) рівнем вищої освіти

на тему:

«Механізація вирощування цукрових буряків з удосконаленням
конструкції сівалки ССТ-12Б»

Виконав здобувач вищої освіти __П__ курсу,

групи АІ-20М(1,4)-1

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

_____ Рябошапка Костянтин Ігорович

« ____ » _____ 2021 р.

Керівник проекту

професор, канд.техн.наук

_____ Ігор ОСИПОВ

« ____ » _____ 20 ____ р.

Рецензент _____

м. Кропивницький

Зміст

1. Вступ.....	6
2. Технологічна частина.....	8
3. Наукова частина.....	29
4. Охорона праці.....	49
5. Економічна частина.....	54
6. Висновок.....	59
Список використаної літератури.....	60
Додатки.....	62

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

1. Вступ

Цукрові буряки одна з найважливіших сільськогосподарських культур. Коренеплоди цукрового буряка є сировиною для виробництва цукру, вміст якого в коренях культури становить 16-19%. Цукор же є високоенергетичною речовиною, найбільш використовуваною людиною, яка добре засвоюється в організмі і має високі смакові якості. Цукрові буряки крім самого кореня ще дають також високоцінні побічні продукти, такі, як зелена гичка та продукт цукрової переробки - жом та патока які також є цінними кормами для сільськогосподарських тварин. При дотриманні всіх агротехнічних вимог при вирощуванні цукрових буряків збір гички становить по масі 50-60% і більше від урожаю коренеплодів. Один центнер гички має в середньому 20 кормових одиниць. Актуальною проблемою буряківництва сьогодні є перехід на індустріально-потокową технологію виробництва цукрових буряків на основі комплексної механізації всіх технологічних операцій і зокрема такої відповідальної операції, як посів цукрових буряків.

В Україні опрацьована і впроваджується інтенсивна технологія виробництва цукрових буряків з гарантовано високим рівнем продуктивності яка має більшу наукоємність, повинна спиратися на новітні наукові розробки, що орієнтовані на нову досконалу агротехніку і на високопродуктивну досконалу систему машин.

Нова система машин повинна на більш високому рівні забезпечити комплексу механізацію всіх операцій технологічного процесу виробництва цукрових буряків, особливо операції сівби і догляду за посівами. Це впливає з того, що цукрові буряки дуже чутливі до строків посіву, рівномірності розміщення по довжині рядків і по глибині посіву.

					ССТ 00.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Кваліфікаційна робота		
Розроб.	Рябошапка						
Перевір.	Оситов						
Реценз.							
Н. Контр.	Мачок						
Затверд.	Свірень						
					Літ.	Арк.	Аркушів
						6	
					ЦНТУ, гр. АІ-20М(1,4)-1		

Стосовно до існуючих агротехнічних вимог тривалість сівби буряків на одному полі не повинна бути більше одного - півтора днів, щоби забезпечувалась необхідна рівномірність сходів і розвитку рослин. Проте наявні в господарствах сівалок типу ССТ-12Б за своїми конструктивними особливостями, хоч і мають більш досконалу загальну конструкцію посівних секцій, проте все ж не задовольняють вимоги по якості посіву.

В зв'язку з цим розробка та удосконалення робочих органів бурякової сівалки ССТ-12Б для якісного посіву насіння у ґрунт є актуальною народногосподарською задачею.

Метою даної кваліфікаційної магістерської роботи є підвищення ефективності роботи бурякової сівалки для поліпшення її показників якості роботи, шляхом обґрунтування нового технологічного процесу вирощування цукрових буряків і розробки додаткових робочих органів для його виконання.

Для досягнення поставленої мети нами розроблений профільований коток встановлений рухомо відносно сошника з обмежувальним штифтом і пружиною навантаження.

Об'єктами розробки вибрані: технологія вирощування цукрового буряка, нові робочі органи встановлені на буряковій сівалці ССТ-12Б.

На захист кваліфікаційної магістерської роботи виносяться:

- спосіб підвищення ефективності технології вирощування цукрових буряків;
- конструкція профільованих котків;
- технологічний процес і розрахунок основних параметрів та режимів роботи, продуктивності модернізованої сівалки.

Використання обґрунтованого технологічного процесу посіву цукрових буряків і додаткових робочих органів на бурякових сівалках, повинна дозволити більш ефективно підвищити якість польової схожості насіння шляхом рівномірності розміщення рослин, поліпшення умов проростання насіння і зростання рослин, наближаючи їх до природних умов.

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

2. Технологічна частина

2.1. Аналіз технології вирощування цукрових буряків

Загальна вимога правильної зміни культур на полях має для цукрового буряка особливо велике значення. Обумовлено це тим, що часте повернення його посівів на теж саме місце вирощування приводить до розповсюдження хвороб і шкідників, котрі знижують врожай та його якість.

2.1.1. Лущення стерні після збирання попередника

Лущення стерні рекомендується застосовувати відразу за звільненням поля від соломи. При цьому знищуються бур'яни, складаються сприятливі умови для проростання насіння бур'янів, в яких пройшов період біологічного спокою. Своєчасне лущення значно зменшує потенційну забур'яненість ґрунту і сприяє очищенню поля від проростаючих бур'янів. Звичайно глибина лущення складає від 6-8 см до 10-12 см. При цьому важливо правильно підібрати тип робочого органу луцильника і встановити глибину обробки в залежності від фізичного складу і вологості ґрунту.

На полях, де переважають однорічні бур'яни, рекомендують лущення дисковими знаряддями (ЛДГ-10, ЛДГ-15) на глибину 6-8 см. Лущення поля завжди має менші енергетичні затрати ніж оранка. Агротехнічні вимоги до лущення наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Агротехнічні вимоги

Показник	Норматив
Своєчасність виконання	Не пізніше 2-3 дні
Відхилення від глибини 6-10 см	±1 см
Повнота підрізування бур'янів	Підрізування повне
Вирівняність поверхні	до 3-4 см
Ступінь загортання поживних решток, %	90-95
Розпушування ґрунту, %	10-20

Можуть використовуватися для лушення такі агрегати: Т-40+ЛДГ-5; МТЗ-82+ЛДГ-10; Т-150К+ЛДГ-15; Т-150+ЛДГ-20.

В господарстві є лушильник ЛДГ-15 з трактором Т-150К, проектуємо агрегат в проект для використання.

2.1.2. Внесення добрив

Внесення мінеральних добрив під оранку повинне забезпечувати потребу рослин цукрових буряків у поживних речовинах протягом всього вегетаційного періоду. Тому добрива слід заорювати у нижню частину орного шару, де більш постійна вологість і розміщена основа кількості діяльної кореневої системи.

Щоб досягти найбільшої ефективності за врожайністю і якістю коренеплодів цукрових буряків, необхідно вносити в ґрунт дози з оптимальним співвідношенням поживних речовин. Добрива слід рівномірно розподіляти по поверхні злушеного поля перед заорюванням.

Основні агротехнічні вимоги до внесення мінеральних добрив наведено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

Агротехнічні вимоги до внесення мінеральних добрив

Показник	Норма	Допуск
Термін проведення (дні до оранки)	1	±1
Ступінь подрібнення і просіювання добрив, мм	1-5	-
Термін подрібнення (дні до змішування):		
- суперфосфату	45	±15
- калійних добрив	7	±2
- аміачної селітри	3	±1
Норма внесення, %	По рекомендаціях	±7
Нерівномірність розподілу добрив:		
- за шириною захвату, % не більше	-	±25
- за рухом агрегату, % не більше	-	±25
Глибина загортання добрив, см	15-30	±2

Внесення мінеральних добрив виконують після лушення стерні. Використовують причіпний уніфікований розкидач РУМ-5 з трактором МТЗ-82. Доза внесення 0,4-0,6 т/га. Навантаження мінеральних добрив виконується трактором МТЗ-82+КУН-10.

Рівномірність і симетричність розкидання визначають візуально. Відхилення фактичних доз внесення від заданої $\pm 7\%$, відхилення фактичної робочої ширини розкидача від оптимальної $\pm 5\%$.

Органічні добрива містять велику кількість поживних елементів, які стимулюють ріст і розвиток рослин: азоту, фосфору, калію, кальцію, магнію, сірки, мікроелементів та інших речовин. Основним видом органічних добрив є гній.

Гній в господарстві вносять за прямоочною схемою (ферма-поле). Гній зберігають у прифермському гноєсховищі, потім його транспортують від сховища до поля і вносять. Ця схема не потребує додаткових затрат.

Необхідно вносити напівперепрілий гній у встановлених нормах, забезпечити рівномірний його розподіл по поверхні поля, глибоке заорювання без розриву в часі між внесенням і заорювання. Основні агротехнічні вимоги до внесення органічних добрив наведено в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3

Агротехнічні вимоги до внесення гною

Показник	Норма	Допуск
Термін проведення роботи (днів до оранки)	Зразу	-1
Норма внесення, т/га	20-50	$\pm(5-10)$
Нерівномірність розподілу по ширині, % не більше	-	$\pm(25-35)$
Нерівномірність розподілу добрив за рухом агрегату, %	-	$\pm(15-25)$

Вносять органічні добрива причепами-розкидачами ПРТ-10 в агрегаті з тракторами Т-150К або ХТЗ-121. Навантажують добрива з допомогою фронтально-перекидного навантажувача ПФП-1,2 начепленого на трактор ДТ-75В.

Необхідно стежити за рівномірністю розподілу добрив на поверхні поля, не допускається розривів між суміжними проходами розкидача. При зупинці агрегату або виїзді його на поворотну смугу припиняють подавання добрив.

2.1.3. Оранка ґрунту

Оранкою ґрунту на глибину 25-27 см досягається повне обертання шару ґрунту, повне загортання на дно решток та внесення добрив, переміщення на поверхню шару ґрунту очищеного від бур'янів. Агротехнічні вимоги до оранки наведені в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4

Агротехнічні вимоги і технологічні допуски оранки

Показник	Норматив
Відхилення від встановленої глибини оранки, см	± 1
Відсутність огріхів	повна
Гребенистість, см	5-7
Брилистість, %	менше 10
Вирівненість поверхні, %	не менше 93
Загортання рослинних решток, %	100
Глибина загортання решток, см	10-15
Заорювання поворотних смуг і країв поля, розгінних борозен	повне

2.1.4. Ранньовесняне розпушування і вирівнювання ґрунту

Розпочинають такий обробіток в період стиглості ґрунту, коли він не мається і подрібнюється без залипання органів ґрунтообробних знарядь, не більше одного двох днів, тому і виконувати дану роботу потрібно у вказаний період. Виконувати в стислі строки з виконанням ранньовесняного розпушування можна лише при використанні широкозахватних агрегатів, у конкретних умовах із зчіпок і зубових борін з використанням гусеничних тракторів, які не утворюють глибоких колій.

Агротехнічні вимоги весняного розпушування наведені в таблиці 2.5.

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

Таблиця 2.5

Агротехнічні вимоги і технологічні допуски боронування

Показник	Норматив
Боронування протягом дня	за 2-3 дні
Відсутність огріхів	повне
Кришіння ґрунту / кількість грудок	до 2% / до 2-3 см
Вирівняність поверхні	± 1 см
Глибина розпушування 3-5 см	повне
Знищення бур'янів	повне
Відсутність поворотів і глибоких колій	глибина колій до 3 см

При вкороченні довжини ланцюга борона буде заглиблюватись задніми зубами, а при збільшенні довжини ланцюга - передніми зубами. Необхідно, щоб довжина ланцюга була такою при якій зубова борона та її робочі органи рівномірно діяли на поверхню ґрунту, щоб втримувався кут 22-23°.

2.1.5. Перша весняна культивуація

Перша весняна культивуація є розпушування поверхневого шару до дрібноґрунтового стану на задану глибину 10-12 см, вирівнювання його, знищення наростів і сходів бур'янів.

Агротехнічні вимоги при культивуації наведені в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6

Агротехнічні вимоги при культивуації

Показник	Норматив
Відхилення від заданої глибини, см	± 1
Кількість підрізаних бур'янів	повна
Вирівняність поверхні (висота гребенів), см	3
Якість розпушування	3-5 см.

При технологічній підготовці культиватора лапи культиватора необхідно ставити так, щоб не виникав момент від реакції оброблюваного ґрунту який би заглиблював чи вглиблював лапу.

2.1.6. Внесення робочого розчину гербіциду

Внесення гербіциду є основним методом боротьби з бур'янами при посіві цукрового буряка, при суцільному способі внесення як правило, поєднується з боронуванням, або культивацією.

На посіві цукрового буряка необхідно застосовувати гербіцид трефлон-4 - 10 кг/га і робочої рідини - 150-200 літрів води на гектар. При вмілому застосуванні він високоефективний і не пригнічує основної культури, а лише однодольні і дводольні однорічні бур'яни.

Агротехнічні вимоги до приготування робочої рідини: допустиме відхилення середньої концентрації від заданої – 5 %; допустима нерівномірність рідини в баку – 5 %.

Не допускається залишати рідину в баку обприскувача перед початком приготування нової продукції. Проміжок часу між внесенням летких препаратів та їх загортанням у ґрунт повинно бути не більше 15 хв., тоді під дією сонця та інших факторів хімікат не втратить властивостей.

Таблиця 2.6

Агротехнічні вимоги і технологічні допуски до внесення гербіциду

Показник	Відхилення
Нерівномірність витрат рідини одним розпилювачем, %	±10
Нерівномірність розподілу робочої рідини по ширині захвату, %	±30
Нерівномірність розподілу в ґрунті, %	не більше 50

Глибина загортання гербіциду має становити 5-10 см. Допустима швидкість вітру при обробітку 4-5 м/с, швидкість руху агрегату 6 км/год., повинна бути постійною, особливо при підйомах і спусках. Робоча швидкість не менше 9 км/год.

2.1.7. Передпосівний обробіток ґрунту

Передпосівний обробіток ґрунту складається з боронування, культивування і прикочування. Кількість культивувань, строки їх проведення і глибина залежать в основному від фізичного складу ґрунту і забур'яненості полів. На чистих від бур'янів полях із незатоплюваними ґрунтами в більшості випадків проводять одну (передпосівну) культивування на глибину заробки насіння (6-8 см), а на важких затоплюваних і забур'янених ґрунтах, як правило, дві – першу на глибину 8-10 см, другу – на 6-8 см.

Ефективність передпосівного обробітку в боротьбі з бур'янами підвищується, якщо одночасно з першою культивуванням “зябу” провести коткування. Завдяки йому підвищується температура у поверхневому шарі ґрунту на 1-2°C, що сприяє більш дружному проростанню бур'янів, котрі знищуються наступною культивуванням.

Для отримання високоякісного насіння його очищають і калібрують на зерноочисних машинах ОВП-20А, ОС-4,5А, СМ-4, а також на агрегатах ЗАВ-20, ЗАВ-10, ЗАВ-40.

Перед висіванням насіння протруюють фентиурамом або ТМТД (80%) 3 кг/т, гамма-ізомером ГХЦГ (90%-й технічний) – 4 кг/т на машинах КПС-10.

Сіють цукровий буряк сівалками ССТ-12Б. Для висіву використовують високоякісне, добре відібране насіння, оброблене проти шкідників та хвороб.

Таблиця 2.7

Агротехнічні вимоги до передпосівного обробітку ґрунту

Показник	Норматив
Своєчасність виконання	одночасно з сівбою
Глибина розпушування, відхилення від заданої, см	6-8
Вирівняність поверхні, см	± 1
Кришіння ґрунту, кількість грудок	до 2 см
Відсутність огріхів	до 4
Підрізання бур'янів	повне

2.1.8. Сівба цукрового буряка

Сіяти потрібно в певний інтервал часу, коли в ґрунті склалися найбільш сприятливі умови температури і вологості для набухання і проростання насіння. Насіння цукровий буряку при достатній кількості вологи можуть проростати починаючи з 4-5°C.

Але при ранньому часі висіву, коли температура ґрунту на глибині 10 см не перевищує 6-8°C, сходи з'являються через 25-30 днів. Вони часто пошкоджуються шкідниками і вражаються глибинними хворобами. Все це веде до зниження врожайності.

У заражених молодих рослин на нижній частині стебла з'являється темна загниваюча пляма, яка захоплює все стебло. Через 5-7 днів на ушкодженій тканині утворюється сіра грибниця, потім рослина в'яне і гине.

Джерело інфекції – після пожнивні залишки хворих рослин і насіння.

Таблиця 2.9

Агротехнічні вимоги до посіву цукрового буряка

Показник	Норматив
Сівба на одному полі, роки	1-2
Відхилення від норми висіву насіння, %	± 5
Нерівномірність висіву, %	не більше 10
Пошкодження насіння при сівбі, %	не більше 1
Нерівномірність загортання насіння по глибині, %	± 1,5
Розрахунковий інтервал між насінням в рядках, см	до 30
Відхилення від ширина міжрядь, см: - основних - стикових	±1 ±2
Відхилення від прямолінійності, см	не більше 5 см
Огріхи на засіяному полі	не допускається
Ширина поворотної смуги	не більше за 3-4 проходи агрегату

2.1.9. Коткування посівів

В умовах недостатньої вологості ґрунту коткування посівів сприяє підвищенню вологості посівного шару ґрунту і забезпечує добрий контакт насіння з ґрунтом. Посіви коткують відразу ж після сівби, або одночасно з нею.

Основний спосіб руху при коткуванні – човниковий, впоперек напрямку сівби.

Таблиця 2.10

Агротехнічні вимоги

Показники	Норматив
Кількість грудок, %	3
Ущільнення верхнього шару, %	менше 1
Наявність огріхів, %	відсутні

2.1.10. Боронування до і після сходове

Система догляду за посівами цукрового буряка включає до і післясходове боронування.

Перший раз боронують через 4-5 днів після сівби, коли сходи цукрового буряка ще не з'явилися на поверхні ґрунту, а насіння бур'янів вже проросло. Найкращий час для боронування, коли паростки бур'янів тільки підійшли до поверхні ґрунту або мають 1-2 листочки. Тоді борони знищують 85-90% сходів однорічних бур'янів, тобто основну їх масу. Післясходове боронування проводять після появи 1-2 пари справжніх листочків. Використовують переважно середні борони. Залежно від технології вирощування культури проводимо до та після сходів боронування [16].

Для проведення цієї операції застосовуються зубові борони ЗБП-0,6А із зчіпкою СП-11 і трактором МТЗ-82. Після розпушування основного масиву поля обробляють поворотні смуги.

Таблиця 2.11

Агровимоги до боронування

Показник	Норматив
Боронування протягом дня	за 2-3 дні
Відсутність огріхів	повне
Кришіння ґрунту / кількість грудок	до 2% / до 2-3 см
Вирівняність поверхні	± 1 см
Глибина розпушування 3-5 см.	повне
Знищення бур'янів	повне
Відсутність поворотів і глибоких колій	глибина колій до 3 см.

2.1.11. Міжрядний обробіток цукрового буряка

Міжряддя розпушують 2-3 рази на глибину 10-12 см культиватором КРН-4,2. В фазі недостатньої кількості опадів глибину наступних розпушувань зменшують до 7-8 см.

Рихлення міжрядь покращує повітро- і водопроникність верхнього шару ґрунту і позитивно впливає на вегетацію рослин.

Таблиця 2.12

Агротехнічні вимоги до міжрядного обробітку ґрунту

Показник	Норматив
Відхилення глибини розпушування, см	±1
Відхилення ширини захисної зони, см	±2-3
Підрізування бур'янів	повне
Пошкодження рослин	відсутнє
Висота гребенів у міжряддях, см	до 3
Огріхи	відсутні

2.1.12. Збирання врожаю цукрових буряків

Важливою умовою одержання доброякісної сировини для цукрової промислової є своєчасне збирання цукрових буряків. Як пізніше, так і дуже

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

раннє збирання призводить до великих втрат. Тому роботи планують так, щоб мати більший приріст маси коренеплодів і своєчасно закінчити збирання врожаю.

Головний спосіб збирання цукрових буряків – перевалочний, коли коренеплоди збиральними машинами подаються в тракторні причепи і укладаються у тимчасові кагати в кінці або посередні поля. Після цього буряки вантажать буряконавантажувачем у тракторні засоби і відвозять на приймальний пункт. Невивезені в день збирання коренеплоди укривають землею, гичкою та ін.

Агротехнічні вимоги до збирання гички наведені в таблиці 2.11.

Таблиця 2.11

Агротехнічні вимоги до збирання гички

Показники	Вимоги	Допуски
Розміщення площини зрізу головки коренеплоду	На рівні основи розміщення зелених листків	-
Кількість коренеплодів із зрізом, %:		
- нижче допустимого рівня		10-15
- вище 2 см від верхівки головки		5
Зріз головки коренеплодів	Прямий	Косий 10%
Поверхня зрізу	Гладка	-
Відходи частин головки коренеплоду при зрізі, %	5	2
Кількість землі у ворсі гички, %	1	-
Втрати гички, %	5	+5
Швидкість руху агрегату, км/год.	7	±2

Збирають гичку гичкозбиральними машинами БМ-6А в агрегаті з тракторами Т-70С або МТЗ-82. Для безперебійної роботи гичкозбиральних агрегатів до кожного з них додають необхідну кількість причепів з тракторами для транспортування гички.

Після проходу гичкозбиральної машини, проходить двовальний навісний очисник головок ОГД-6А, який працює в агрегаті з трактором Т-70С або МТЗ-80 і застосовується для збирання залишків гички з головок коренеплодів.

Агротехнічні вимоги до збирання коренеплодів наведені в таблиці 2.12.

Таблиця 2.12

Агровимоги до збирання коренеплодів

Показники	Вимоги	Допуски
Повнота підкопування та вибирання коренеплодів, %	94	+6
Залишених у ґрунті, %	1	-0,5
Загублених на поверхні ґрунту, %	5	-2
Пошкодження коренеплодів, %:		
- всього	20	±5
- у тому числі сильно	5	±2
Забрудненість вороху коренеплодів зеленою масою, %	3	-1,5
Швидкість руху агрегатів, км/год.	7	±2

Для збирання цукрових буряків застосовують коренезбиральний комбайн МКК-6. Налагодження робочих органів машини МКК-6 починають з регулювання автомата керування, потім правильно розставляють виконувальні вилки на ширину міжрядь, встановлюють оптимальну глибину їх ходу, визначають раціональний швидкісний режим роботи.

Для збирання загублених коренеплодів за кожним агрегатом МКК-6 закріплюють 2 працівників і трактор Т-25А з причепом 1ПТС-2.

Для безперебійної роботи коренезбиральних машин залежно від способу збирання, врожаю та відстані доставки буряків для кожного агрегату виділяють необхідну кількість автомобілів і тракторів з причепами.

2.2. Удосконалення технологічної карти на вирощування цукрових буряків

Однією з умов ефективного використання МТП є його правильне комплектування. Проте у багатьох господарствах поки що або не вистачає техніки для якісного виконання у встановлені строки сільськогосподарських робіт, або машини неможливо повністю завантажити. Складність визначення потреби в сільськогосподарській техніці пов'язана також з тим, що господарствам потрібний неоднаковий парк машин.

Вимоги при визначенні складу МТП такі: до складу МТП мають входити тільки ті типи машин, які забезпечують високу якість виконання операцій відповідно до вимог агротехніки; альтернативні варіанти. Це вимагає оцінки показників окремого циклу і раціонального вибору для конкретних умов варіанту.

Розрахунок характеристик і показників технологічної карти проводиться за формулами. Потреба в ресурсах палива і технологічних матеріалах окремих видів, а також показники затрат праці і коштів, енергоємності та шкідливих наслідків технології визначаються, як сума відповідних величин окремих операцій.

Головні особливості інтенсивної технології вирощування цукрового буряка: застосування комплексу енергонасичених машин; сівозмінність культур в полях; використання добрив; хімічних видів захисту рослин від хвороб від шкідників і бур'янів; запрограмований посів високоякісним насінням, догляд за посівами і вчасне збирання врожаю.

Всі процеси в цій технології пов'язані, їх легко зв'язати в три основні ланки:

1. Внесення добрив, основна підготовка ґрунту.
2. Внесення гербіцидів, передпосівний обробіток ґрунту, запрограмований посів, коткування, боронування посівів.
3. Догляд за посівами, збирання і післязбиральна обробка.

Така технологія потребує всього 10-12 проходів тракторів по полю.

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

Важливішими факторами визначення врожаю насіння цукрового буряка, вирощування інтенсивною технологією є оптимальна густота рослин, а також рівномірність розміщення їх в рядках. Густота насадження рослин перед збиранням становить 45...47 тис. шт./га, ширина міжрядь - 0,45 см.

Успіх інтенсивної технології вирощування цукрового буряка становить точне виконання комплексу агротехнічних заходів з урахуванням особливостей кожного поля. В інтенсивній технології вирощування не можна виділяти головне і другорядне в ній все важливе.

Щоб не допускати порушення цієї технології наряду з календарними робочими днями необхідно скласти технологічні плани на увесь період вирощування цукрових буряків.

На основі загального технологічного процесу робочу площу по господарству, на кожне поле виписують технологічний паспорт де вказують агроприйоми, які необхідно виконувати від початку до збирання, їх виконання сприяє повному успіху інтенсивної технології на вирощування цукрового буряка.

2.3. Розробка операційно-технологічної карти на посів цукрових буряків

2.3.1. Вихідні дані до розрахунків

Склад агрегату МТЗ-82+ССТ-12Б.

Площа поля	230 га.
Довжина гону	1000 м.
Тип ґрунту	чорнозем важко суглинистий.
Питомий опір	65...71 кПа.
Величина схилу місцевості	2 ⁰ .

Поле підготовлене для посіву цукрового буряка, проведено ранньовесняне боронування, передпосівна культивация.

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

2.3.2. Агротехнічні вимоги до сівби

Сівалка повинна забезпечувати висів каліброваного і некаліброваного насіння цукрового буряка з нормою висіву 75...95 тис. шт./га.

Відхилення від заданої норми висіву не повинно перевищувати $\pm 3\%$. Сівалка не повинна травмувати насіння, повинна забезпечувати загортання насіння на задану глибину з відхиленням не більш ± 1 см. Сівалка повинна розподіляти насіння по довжині рядка рівномірно. Нерівномірність не повинна перевищувати $\pm 14\%$ і в заданий інтервал повинно вкладатися не менше 85% насінин.

Висіяний рядок повинен бути ущільнений. Наявність незагорнутого насіння не допускається. Відхилення ширини стикових міжрядь від основних не більше 25 мм [6].

2.3.3. Підбір і розрахунок складу агрегату

Для агрегування вдосконаленої сівалки ССТ-12Б використовуємо трактор МТЗ-82. Оптимальною агротехнічною швидкістю руху при сівбі цукрового буряка є $V_p = 6-8$ км/год. Приймаємо робочу швидкість руху $V_p = 9,2$ км/год. Така швидкість руху посівного агрегату буде забезпечена на 3 передачі трактора МТЗ-82 ($V_m = 9,2$ км/год., при коефіцієнті буксування $\delta = 0,22$). Сила тяги трактора на обраній передачі становить $P_m = 14$ кН [16].

Ширина захвату агрегату $B_p = 5,4$ м, кількість машин в агрегаті – 2.

Визначаємо повний тяговий опір посівного агрегату на обраній передачі [16]:

$$R_a = B_p \cdot k + G_u \frac{i}{100}, \quad (2.1)$$

де R_a – повний тяговий опір агрегату, кН;

k – питомий тяговий опір агрегату, кН.

$$k = k_0 \left[1 + (V_p - V_0) \cdot \frac{\Delta_0}{100} \right], \quad (2.2)$$

де k_0 – питомий тяговий опір сівалки при швидкості руху $V_0 = 5$ км/год.;

V_p - робоча швидкість руху на обраній передачі, км/год.;

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

Δ_0 – темп зростання питомого тягового опору сівалки, %;

G_m – вага сівалки, кН;

i – нахил поля, град.

Питомий тяговий опір посівного агрегату з врахуванням умов роботи складе:

$$k = k_0 \left[1 + (V_p - V_0) \cdot \frac{\Delta_0}{100} \right] = 1,5 \left[1 + (9,2 - 5) \cdot \frac{3}{100} \right] = 1,65 \text{ кН / м.}$$

Повний тяговий опір посівного агрегату складе [7]:

$$R_a = B_p \cdot k + G_u \frac{i}{100} = 5,4 \cdot 1,65 + 11,3 \frac{2}{100} = 9,2 \text{ кН.}$$

Ступінь завантаження трактора за тяговим зусиллям на вибраній передачі:

$$\xi_p = \frac{R_a}{P_m - G \frac{i}{100}} = \frac{9,2}{14 - 11,3 \frac{2}{100}} = 0,67.$$

Фактичний ступінь завантаження трактора по тяговому зусиллю близький до рекомендованого $[\xi] = 0,8 \dots 0,9$, тому можна стверджувати, що тягове зусилля трактора використовується оптимально.

Перевірку ступеня завантаження трактора за тяговою потужністю та за ступенем завантаження двигуна, за потужністю не проводимо у зв'язку з тим що фактична робоча швидкість дуже близька до номінальної.

2.3.4. Підготовка агрегату до роботи

При проведенні підготовки агрегату до роботи виконують операції підготовки трактора. При цьому встановлюють колію передніх і задніх коліс рівною 1400 мм. Тиск у шинах передніх коліс встановлюють 0,14 МПа, задніх – 0,17 МПа [6].

Виконують розміщення посівних секцій сівалки на регульовальному майданчику. Відстань між сошникам секцій повинна становити 450 мм ± 10 мм.

Начіпляють сівалку ССТ-12Б на гідроначіпку трактора МТЗ-82.

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

Змінюючи довжину регульованих розкосів та центральної тяги забезпечують:

- паралельність бруса сівалки відносно регульовального майданчика;
- паралельність бруса сівалки осі заднього моста трактора;
- паралельність сошника поверхні майданчика.

Перевіряють при заповненому насінням висівному апараті працездатність висівного апарата.

Встановлюють норму висіву по таблиці.

Регулюють глибину загортання насіння. З цією метою сівалку опускають колесами і копіювальними котками секцій на бруси, товщина яких на 1...1,5 см менше заданої глибини загортання. Потім опускають сошники до торкання їх поверхні майданчика. Остаточну норму висіву і глибину загортання перевіряється в полі.

Установлюють виліт маркерів.

При водінні тільки правим колесом:

$$L_{\text{лів,пр.}} = \frac{B \pm A + C}{2}, \quad (2.3)$$

де B - ширина захвату, $B = 5,4$ м;

A - колія передніх коліс, $A = 1,4$ м;

C - ширина стикового міжряддя, $C = 0,45$ м.

Тоді:

$$L_{\text{лів}} = \frac{5,4 + 1,4 + 0,45}{2} = 3,63 \text{ м};$$

$$L_{\text{пр}} = \frac{5,4 - 1,4 + 0,45}{2} = 2,23 \text{ м}.$$

2.3.5. Підготовка поля

Для виконання сівби цукрового буряка обираємо човниковий спосіб руху, у зв'язку з чим поле на загінки не розбивається. Вид повороту – безпетльовий.

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

Радіус повороту агрегату на поворотній смузі залежить від стану ґрунту і збільшується з підвищенням швидкості руху [16]:

$$R = K_R \cdot R_0, \quad (2.4)$$

де K_R – коефіцієнт, який враховує збільшення радіусу повороту із збільшенням швидкості руху;

R_0 - радіус повороту при швидкості руху $V_n = 5$ км/год.

Для навісного посівного односекційного агрегату приймаємо $R_0 = 1,1 \cdot B_k$ [16]. Отже:

$$R_0 = 1,1 \cdot 5,4 = 5,94 \text{ м.}$$

Приймаємо швидкість руху на поворотах $V_n = 6$ км/год., тоді $K_R = 1,08$ і радіус повороту складе:

$$R = 5,94 \cdot 1,08 = 6,42 \text{ м.}$$

Визначаємо ширину поворотної смуги для безпетльових поворотів [16]:

$$E = 1,5 \cdot R + l, \quad (2.5)$$

l – довжина виїзду агрегату, м.

Довжина виїзду агрегату l залежить від кінематичної довжини агрегату l_k і становить для агрегатів з начіпними машинами $l = 0,1 \cdot l_k$.

Кінематична довжина агрегату визначається за залежністю [16]:

$$l_k = l_m + l_{\text{м}}, \quad (2.6)$$

де l_m – кінематична довжина трактора, $l_m = 1,2$ м;

$l_{\text{м}}$ – кінематична довжина сівалки, $l_{\text{м}} = 1,8$ м [13].

Отже:

$$l_k = 1,2 + 1,8 = 3 \text{ м.}$$

$$l = 1,5 \cdot 6,42 + 0,1 \cdot 3 = 9,95 \text{ м.}$$

Приймаємо $l = 11,2$ м (два проходи агрегату).

Визначаємо коефіцієнт робочих ходів φ [16]:

$$\varphi = \frac{\sum L_p}{\sum L_p + \sum L_x}, \quad (2.7)$$

де L_p – довжина робочого ходу;

$$L_p = L - 2E = 1000 - 2 \cdot 11,2 = 977,6 \text{ м;}$$

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

$$\sum L_p = \Pi \cdot L_p,$$

тут Π – кількість робочих ходів:

$$\Pi = \frac{F}{B \cdot L}, \quad (2.8)$$

де F – площа поля $230 \cdot 10^4 \text{ м}^2$.

$$\Pi = \frac{230 \cdot 10^4}{5,6 \cdot 977,6} = 420;$$

$$\sum L_p = 420 \cdot 977,6 = 4,1 \cdot 10^5 \text{ м.}$$

L_x - довжина холостого ходу.

$$L_x = 7 \cdot R + 2E, \quad (2.9)$$

$$L_x = 7 \cdot 6,42 + 2 \cdot 11,2 = 67,34 \text{ м.}$$

$$\sum L_x = \Pi \cdot L_x = 420 \cdot 67,34 \text{ м} = 2,8 \cdot 10^4 \text{ м.}$$

З урахуванням усіх даних маємо [7]:

$$\varphi = \frac{4,1 \cdot 10^5}{4,1 \cdot 10^5 + 2,8 \cdot 10^4} = 0,93.$$

Остаточню приймаємо спосіб руху - човниковий.

2.3.6. Розрахунок продуктивності агрегату

Для першого проходу посівного агрегату вздовж довгої сторони поля на відстані від його меж, яка дорівнює половині ширини захвату агрегату, через 100 – 200 м встановлюють віхи на одній лінії. Уздовж поперечних сторін відбивають поворотні смуги.

Продуктивність посівного агрегату за зміну визначаємо з формули [16]:

$$W_{зм} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot T_{зм} \cdot \tau, \quad (2.10)$$

де $B_p = 5,4 \text{ м}$;

$V_p = 9,2 \text{ км/год.}$;

$T_{зм} = 420 \text{ хв. (7 годин)}$.

$\tau = \frac{T_p}{T_{см}}$ - коефіцієнт використання часу зміни;

T_p – час основної роботи, год.

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

$$T_p = \frac{T_{зм} - T_{нз} - T_{мо} - T_{\phi} - T_{пер} - T_{мех}}{60(1 + \tau_{нов})}, \quad (2.11)$$

$T_{нз}$ – тривалість підготовчо-заключних робіт, $T_{нз} = 4$ хв.;

$T_{мо}$ – час на проведення технічного обслуговування, $T_{мо} = 24$ хв.;

T_{ϕ} – тривалість фізіологічних потреб $T_{\phi} = 40$ хв.;

$T_{пер}$ – час на переїзди $T_{пер} = 26$ хв.;

$T_{мех}$ – час технологічного обслуговування сівалки $T_{мех} = 20$ хв.;

$\tau_{нов}$ – коефіцієнт поворотів.

$$\tau_{нов} = \frac{V_n \cdot t_{нов}}{3,6 \cdot L},$$

V_n – швидкість на повороті, $V_n = 7$ км/год.;

$t_{нов}$ – тривалість повороту, $t_{нов} = 1$ хв. = 60 сек.;

$$\tau_{нов} = \frac{7 \cdot 60}{3,6 \cdot 1000} = 0,12.$$

З урахуванням цього:

$$T_p = \frac{420 - 4 - 24 - 40 - 26 - 20}{60(1 + 0,12)} = 4,6 \text{ год.}$$

$$\tau = \frac{T_p}{T_{см}} = \frac{4,6}{7} = 0,65.$$

$$W_{зм} = 0,1 \cdot 5,4 \cdot 9,2 \cdot 7 \cdot 0,65 = 22,6 \approx 23 \text{ га.}$$

2.3.7. Визначення норми витрат палива

Норму витрат палива можна визначити за формулою [16]:

$$Q = \frac{G_p \cdot T_p + G_{нов} \cdot T_{нов} + G_{пер} \cdot T_{пер} + G_{зуп} \cdot T_{зуп}}{W_{зм}}, \quad (2.12)$$

де G_p , $G_{нов}$, $G_{пер}$, $G_{зуп}$ – витрата палива відповідно під час роботи, на поворотах, на переїздах і зупинках із працюючим двигуном, кг/га.

$$G_p = 9,2 \text{ кг/год.};$$

$$G_{нов} = 6 \text{ кг/год.};$$

$$G_{пер} = 5 \text{ кг/год.};$$

$$G_{зуп} = 1,4 \text{ кг/год.}$$

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

$$T_{нов} = T_p \cdot \tau_{нов} \quad (2.13)$$

$$T_{нов} = 4,5 \cdot 0,12 = 0,405 \text{ год.}$$

Прийmemo, що тривалість переїздів на поле і назад складає 0,405 год., а на зупинках трактор працював тільки під час заправки сівалки насінням і добривами.

$$T_{зуп} = T_{пз} + T_{\phi} = 4 + 44 = 44 \text{ хв.} = 0,73 \text{ год.}$$

Тоді:

$$Q = \frac{9,2 \cdot 4,5 + 6 \cdot 0,405 + 0,42 \cdot 5 + 0,73 \cdot 1,4}{20} = 2,34 \text{ кг/га.}$$

2.3.8. Контроль якості сівби

При першому проході агрегату перевіряють відповідність фактичної норми висіву і глибини загортання насіння. При необхідності проводять необхідні корегування.

Контроль якості посіву зводиться до перевірки фактичної норми висіву і її відповідності заданій, глибини загортання насіння, значення стикових міжрядь.

Фактичну норму висіву перевіряють на довжині 14,3 м для всіх десяти рядків.

При цьому, якщо відхилення перевищує $\pm 14\%$, проводять відповідні корективи. Якщо глибина загортання відрізняється від заданої більше, ніж на ± 1 см, змінюють положення сошників або змінюють жорсткість натискних пружин.

Розмір стикового міжряддя перевіряється при другому і третьому проходах посівного агрегату. Якщо розмір стикового міжряддя відрізняється від заданого (або основного) більше, ніж на $\pm 2,5$ см, змінюють відповідно довжину маркера.

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

3. Наукова частина

3.1. Опис об'єкту розробки

Сівалка бурякова ССТ-12Б (рис. 3.1) складається із зварної рами, дванадцяти посівних секцій, двох опорно-приводних коліс, замка авто зчіпки, механізму передач, двох щілинорізів, слідоутворювача, маркерів, транспортного пристрою і уніфікованої системи контролю та сигналізації УСК. Кожна посівна секція складається з паралелограмної підвіски, висівного апарата, бункера для насіння, сошників, двох опорних коліс, балансірної підвіски, загортачів і механізму регулювання глибини ходу сошника [10].

Висівний апарат складається з корпусу, барабана (диска), відбивного ролика, чистика і клиноподібних виштовхувачів. Клиноподібні виштовхувачі закріплені у нижній частині корпусу висівного апарата і заходять у кільцеві канавки барабана. Висівні барабани мають комірки діаметром 5,1 і 6,0 мм.

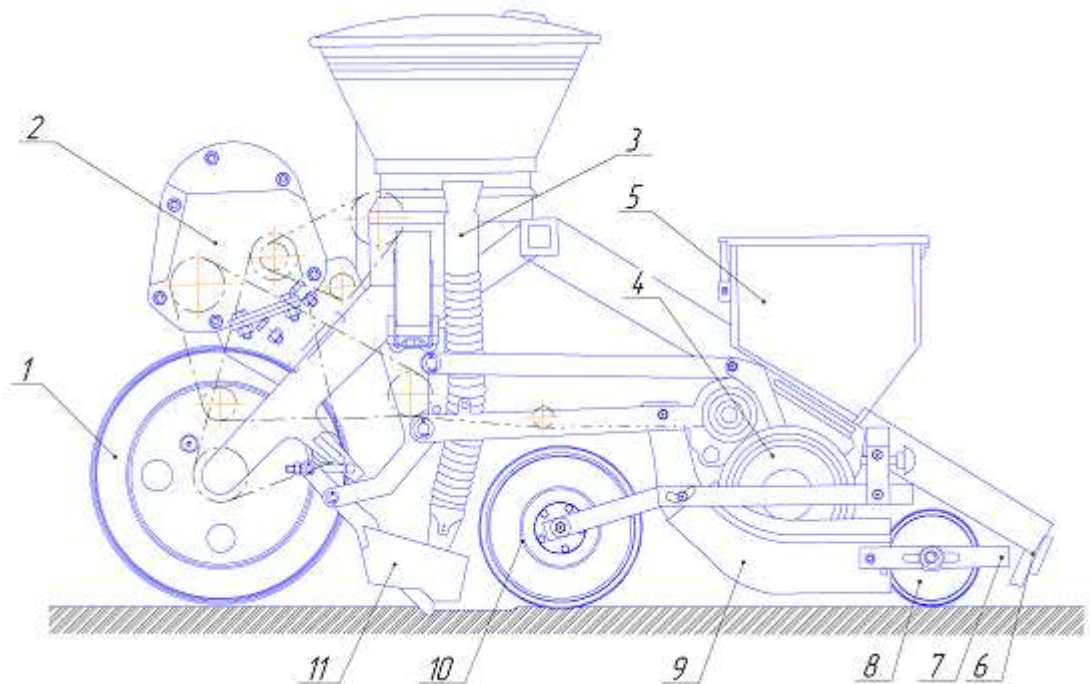


Рис. 3.1. Сівалка бурякова ССТ-12Б:

1-опорно-приводне колесо; 2-коробка передач; 3-туковисівний апарат; 4-насіньневисівний апарат; 5-бункер; 6-слідоутворювач; 7-планка; 8-задній коток; 9-насіньневий сошник; 10-передній коток; 11-туковий сошник

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

Прикочувальні колеса з'єднані з корпусом висівного апарата за допомогою балансірної підвіски, яка забезпечує рівномірність ходу сошників і відповідно поліпшує загортання насіння на задану глибину.

Кожну посівну секцію з'єднують з рамою за допомогою паралелограмної підвіски, що сприяє рівномірності глибини ходу сошника. Стійкість ходу секцій забезпечується пружиною. Місткість насіннєвого бункера - 192 дм³, а тукового — 280 дм³. [10].

Насіння із бункерів 6 посівних секцій надходить до верхньої частини висівних барабанів і потрапляє в їхні комірки. Під час руху сівалки від опорно-привідних коліс 1 за допомогою механізмів передач 2 приводяться в рух диски висівних апаратів. Ролик зчищає зайве насіння з поверхні барабана і сприяє потраплянню насіння в комірки. Диск, обертаючись, переміщує насіння в нижню частину, звідки воно виштовхується клиноподібними виштовхувачами в порожнину сошника і падає у борозну. Одночасно туковисівні апарати бункерів 4 дозують добрива і подають їх у тукопроводи, по яких вони спрямовуються до тукових сошників, а потім на дно борозни. Тукові сошники мають спеціальні грудковідводи для зміщення грудок із зони рядка і подільник для подавання добрив у лівий та правий боки від рядка насіння. Ґрунт ущільнюється в рядку прикочувальним колесом, а борозна загортається загортачами. Глибина загортання насіння 20...60 мм. ССТ-12Б забезпечує такі норми висіву насіння: 8; 10; 12; 14; 16; 18 і 20 штук на метр. Норму висіву визначають за такою самою формулою, як і для пневматичних сівалок типу СУПН. Сівалку укомплектовують УСК-12 для контролю за висівом насіння та рівнем його і мінеральних добрив у бункерах [10].

Висівні диски, що мають діаметр отворів 5,1 і 6 мм, установлюють відповідно до фракції насіння 3,5...4,5 і 4,5...5,5 мм. Норму висіву насіння регулюють установленням дисків з одним або двома рядами комірок і частотою їх обертання, а норму висіву добрив — частотою обертання пружинного дозатора. Глибину ходу тукового сошника регулюють упором і гвинтовим механізмом з пружиною, положення грудковідводів —

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

переміщенням їх по висоті. Глибину ходу насінневого сошника регулюють гвинтовою тягою балансирної підвіски, активність загортачів — переміщенням їх уліво або вправо, а стійкість ходу — пружинами [10].

3.2. Аналіз технологічного процесу висіву механічними висівними апаратами

Вивченню процесу висіву насіння просапних культур механічними висівними апаратами присвячені фундаментальні праці багатьох авторів: В.І. Олександрова, Б.І. Журавльова, Л.С. Зеніна, Д.Г. Вальянова, Г.М. Бузенкова, С.А. Ма, В.П. Чічкіна та ін.

Основними технологічними операціями по В.П. Горячкіну [8] є: підготовка місця, де буде покладено насіння, доставка насіння в ці місця і загортання їх ґрунтом. Крім того необхідно виконати ряд додаткових вимог, спрямованих на забезпечення найліпших вимог проростання насіння і, в подальшому, розвитку рослин, таких як отримання оптимальної гущини при рівномірному розміщенні рослин в рядках, загортання насіння на заданій глибині в ґрунті, укладання мінеральних добрив на заданій відстані від насіння та ін.

В основі робочого процесу висівного апарата покладена взаємодія насіння з дозуючим органом.

Рух насіння після виносу з забірної камери висівного апарата розглянуто в роботах Є.А. Беляєва [17], але повні відомості про траєкторії руху насіння тут відсутні. Питання складання насіння з висівного диска розглянути в роботах Б.І. Журавльова, Л.С. Зеніна, О.А. Будагова, В.Ф. Семенова та ін. дослідників, які відмічають нестабільне місце відриву насіння від заданої точки. Застосування скидачів різного типу дозволяє дещо звузити діапазон коливання точки відриву насіння, але при цьому з причини пружних деформацій пластин скидачів спостерігається значне розкидання траєкторії польоту насіння і погіршується рівномірність розподілу їх в борозні.

Проведений аналіз літератури показав відсутність досліджень по визначенню траєкторії руху насіння в висівному пристрої сівалки ССТ-12Б.

3.3. Висновки. Мета та задачі досліджень

На основі аналізу апріорної інформації встановлено, що

1. На сьогоднішній день відсутні математичні моделі, що дозволяли б моделювати просторовий рух насіння з урахуванням ударів по елементах конструкцій сівалки.

2. Для обґрунтування кута сходу насіння з висівного диска та довжини вакуумної камери необхідні додаткові дослідження.

Метою кваліфікаційної магістерської роботи є максимальне наближення урожайності цукрових буряків до її потенційного кордону за рахунок поліпшення рівномірності розподілу насіння по площі живлення.

Згідно висунутої робочої гіпотези рівномірний розподіл насіння по площі живлення сівалкою з висівними апаратами індивідуального дозування буде забезпечений за рахунок обґрунтування кута сходу насіння з висівного диска.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі досліджень:

1. Дослідити рух насіння після сходу з висівного диска.
2. Розробити методику оптимізації кута сходу насіння з висівного диска.

3.4. Теоретичні дослідження руху насіння після сходу з висівного диска

3.4.1. Постановка задачі та основної передумови теоретичного аналізу

Рух насіння після сходу з висівного диска відбувається під дією сил гравітації та опору повітря, а при ударах насіння по поверхнях конструкцій сівалки (стінки насіннепроводів, сошників та ін.) додатково з'являються сили реакцій поверхонь.

При складанні рівнянь руху насіння приймаємо наступні припущення:

1. Насіння має форму ідеальної кулі з рівномірно розташованою масою.
2. Всі елементи сівалки зафіксовані в просторі.

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

Перше припущення дозволяє вважати, що сила аеродинамічного опору не залежить від орієнтації насіння в просторі, а рух насіння після удару по перешкоді відбувається в площі, в якій лежать траєкторія руху насіння до удару і нормаль до поверхні. Оскільки насіння має форму кулі, то в момент удару ця нормаль є загальною для обох тіл. Крім того, якщо скористатися середніми значеннями фізико-механічних характеристик насіння, то при моделюванні їх руху на ЕОМ можна отримати параметри близькі по значенням до математичних очікувань.

Друге припущення дає можливість не розглядати взаємний відносний рух насіння і посівної секції в нерухомій системі відліку.

Прямокутну систему координат, в якій розглядається рух насіння, вибираємо наступним чином. Початок координат – точка О – співпадає з рівнем підп'ятника полоза сошника (рис. 3.2). Вісь Оу спрямована паралельно вектору прискорення вільного падіння g так, щоб вона проходила через вісь обертання висівного диска. Вісь Ох – в сторону, протилежну руху посівного агрегату. Вісь Oz спрямовуємо так, щоб отримати праву систему координат.

3.4.2. Моделювання траєкторії руху насіння

Якщо m – маса насіння; x, y, z – поточні координати його центра мас; $\vec{R}$ – вектор сили аеродинамічного опору повітря; $\vec{V}$ – вектор швидкості центра мас, диференційні рівняння вільного падіння насіння під дією сил ваги та опору повітря можна записати в наступному вигляді:

$$m \frac{dV_x}{dt} = R_x; \quad m \frac{dV_y}{dt} = R_y - mg; \quad m \frac{dV_z}{dt} = R_z; \quad (3.1)$$

$$\frac{dx}{dt} = V_x; \quad \frac{dy}{dt} = V_y; \quad \frac{dz}{dt} = V_z. \quad (3.2)$$

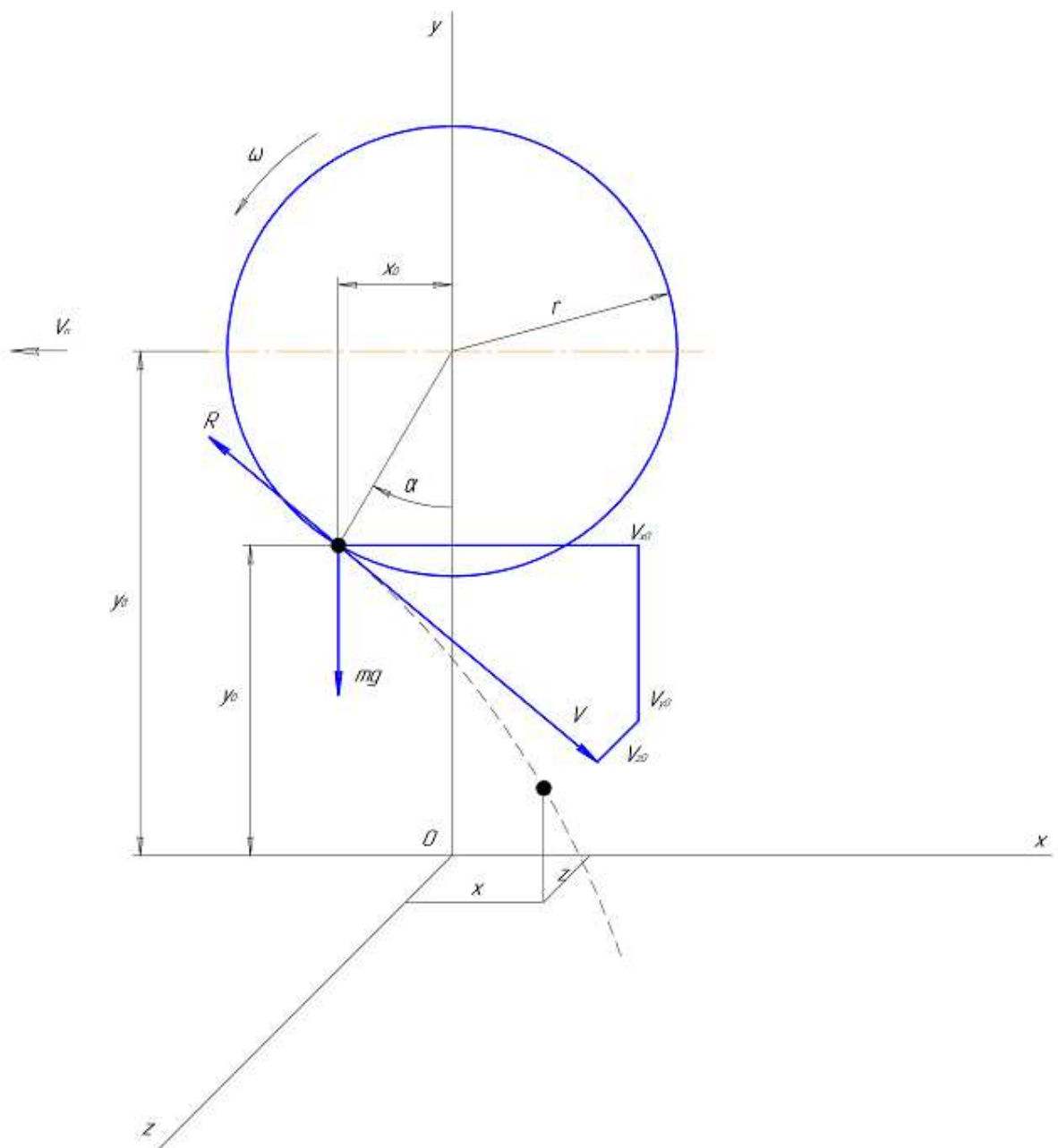


Рис. 3.2. Рух насіння після сходу з диска

Початкові умови для останніх рівнянь визначаються параметрами руху насіння в точці сходу з висівного диска. Назвемо кутом сходу насіння α кут між вертикаллю і радіусом диска, що проходить крізь точку сходу насіння. За позитивний напрямок відліку кута приймаємо напрям протилежний обертанню висівного диска.

При русі насіння з диском швидкість насіння дорівнює V_{cd} . Вектор швидкості спрямований дотично до кола руху. Вважаючи, що при сході швидкість насіння може змінитися тільки за рахунок появи додаткової

бокової складової V_{zo} , початкові умови для рівнянь (3.1), (3.2) можна записати у вигляді:

$$\begin{aligned} V_{ox} &= V_{cd} \cdot \cos \alpha; & x_0 &= -r \cdot \sin \alpha; \\ V_{oy} &= V_{cd} \cdot \sin \alpha; & y_0 &= y_0 - r \cdot \cos \alpha; \\ V_{oz} &= \text{const}; & z_0 &= 0. \end{aligned} \quad (3.3)$$

Для визначення сил аеродинамічного опору повітря скористаємося показником критичної швидкості повітряного потоку:

$$R = \kappa_1 F \cdot \frac{\rho \cdot V^2}{2} \quad \text{при} \quad V = V_{kp} \quad (3.4)$$

де $\kappa_1 F$ – коефіцієнт пропорційності сили аеродинамічного опору, м^2 ;

$\frac{\rho \cdot V^2}{2}$ - швидкісний напір повітряного потоку, $\text{кг/м} \cdot \text{с}^2$.

З урахуванням (3.4) запишемо

$$R = mg \frac{V^2}{V_{kp}^2} \quad (3.4)$$

Оскільки вектор $\bar{R}$ спрямований в протилежну сторону від вектора $\bar{V}$, його проекції на координатні вісі будуть:

$$R_x = -R \frac{V_x}{V}; \quad R_y = -R \frac{V_y}{V}; \quad R_z = -R \frac{V_z}{V}, \quad (3.6)$$

де $\frac{V_x}{V}$; $\frac{V_y}{V}$; $\frac{V_z}{V}$ - напрямні косинуси вектора швидкості, абсолютна

величина якої дорівнює:

$$V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2 + V_z^2} \quad (3.7)$$

З урахуванням (3.5) та (3.6) диференційні рівняння вільного падіння в проекціях на координатні вісі (3.1) запишуться у вигляді:

$$\begin{aligned}\frac{dV_x}{dt} &= -g \cdot \frac{V \cdot V_x}{V_{кр}^2}; \\ \frac{dV_y}{dt} &= -g \cdot \left(\frac{V \cdot V_y}{V_{кр}^2} + 1 \right); \\ \frac{dV_z}{dt} &= -g \cdot \frac{V \cdot V_z}{V_{кр}^2}.\end{aligned}\tag{3.8}$$

В рівняннях (3.8) фізико-механічні характеристики насіння представлені через один параметр – критичну швидкість $V_{кр}$.

Вирішуючи рівняння (3.8) при початкових умовах (3.3) можна визначити параметри руху насіння до моменту удару по елементах конструкцій сівалки. Для продовження моделювання руху насіння після удару по елементах конструкції сівалки необхідно враховувати зміни величини та напрямку швидкості насіння при ударі.

Якщо насіння падає на поверхню під кутом γ до нормалі N , відбиття насіння буде відбуватися під кутом β до цієї ж нормалі (рис. 3.2). За рахунок втрати механічної енергії насіння змінюється і величина швидкості.

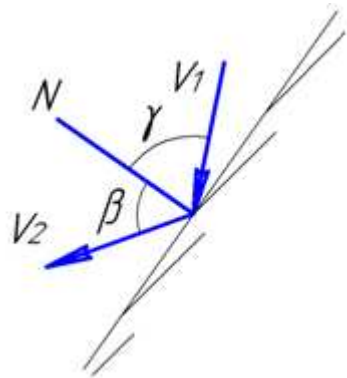


Рис. 3.2. Відбиття насіння після удару по елементу конструкції сівалки

Оскільки в нашому випадку швидкість руху поверхні від удару насіння дорівнює нулю, то коефіцієнт відновлення K_e визначається відношенням проекцій на нормаль швидкостей насіння до удару (V_{n1}) та після удару (V_{n2}), тобто:

$$K_e = \frac{V_{n1}}{V_{n2}}.\tag{3.9}$$

Вибираємо на площі удару (плоска стінка сошника) три точки, що не лежать на одній прямій.

$$M_1(x_1, y_1, z_1); \quad M_2(x_2, y_2, z_2); \quad M_3(x_3, y_3, z_3); \quad (3.10)$$

Рівняння площі, що проходить через ці три точки в загальному вигляді буде:

$$A_1 \cdot x + B_1 \cdot y + C_1 \cdot z + D_1 = 0, \quad (3.11)$$

де

$$\begin{aligned} A_1 &= (y_2 - y_1) \cdot (z_3 - z_1) - (y_3 - y_1) \cdot (z_2 - z_1); \\ B_1 &= (x_3 - x_1) \cdot (z_2 - z_1) - (x_2 - x_1) \cdot (z_3 - z_1); \\ C_1 &= (x_2 - x_1) \cdot (y_3 - y_1) - (x_3 - x_1) \cdot (y_2 - y_1); \\ D_1 &= -(A_1 x_1 + B_1 y_1 + C_1 z_1). \end{aligned} \quad (3.12)$$

Умовою знаходження насіння над стінкою сошника буде:

$$z \leq a \quad (3.13)$$

де a – мінімальна відстань від стінки сошника до площі XOY.

Відстань від поточного положення центра мас насіння до стінки сошника:

$$d = \frac{A_1 \cdot x + B_1 \cdot y + C_1 \cdot z + D_1}{\sqrt{A_1^2 + B_1^2 + C_1^2}} \quad (3.14)$$

Удар по стінці сошника відбудеться при виконанні наступної умови:

$$d \leq \frac{d_c}{2}, \quad (3.15)$$

де d_c - діаметр насіння.

При вирішенні диференціальних рівнянь крок інтегрування вибираємо таким чином, щоб при виконанні умови (3.15) різниця $\frac{d_c}{2} - d$ була менше заданої точності δ визначення точки контакту.

Положення вектора швидкості в просторі визначаємо по координатах положення центра мас в момент удару і попереднього кроку інтегрування до удару x_1^* , y_1^* , z_1^* , як вектор, що спрямований від однієї точки до іншої:

$$\frac{x - x_1^*}{x^* - x_1^*} = \frac{y - y_1^*}{y^* - y_1^*} = \frac{z - z_1^*}{z^* - z_1^*}, \quad (3.16)$$

де $x^* - x_1^* = \bar{i}$; $y^* - y_1^* = \bar{m}$; $z^* - z_1^* = \bar{n}$ - напрямні коефіцієнти вектора швидкості.

Кут падіння γ (рис. 3.2) змінюється за абсолютною величиною від 0 до 90° і визначається за формулою:

$$\gamma = \arccos \frac{A_1 \bar{i} + B_1 \bar{m} + C_1 \bar{n}}{\sqrt{A_1^2 + B_1^2 + C_1^2} \cdot \sqrt{\bar{i}^2 + \bar{m}^2 + \bar{n}^2}}. \quad (3.17)$$

Площа, в якій лежать вектор швидкості і нормаль до поверхні в точці удару (рис. 3.3) визначається рівнянням:

$$A_2 \cdot x + B_2 \cdot y + C_2 \cdot z + D_2 = 0, \quad (3.18)$$

де

$$A_2 = \bar{m} \cdot C_1 - \bar{n} \cdot B_1;$$

$$B_2 = \bar{n} \cdot A_1 - \bar{i} \cdot C_1;$$

$$C_2 = \bar{i} \cdot B_1 - \bar{m} \cdot A_1;$$

$$D_2 = -(A_2 x^* + B_2 y^* + C_2 z^*).$$

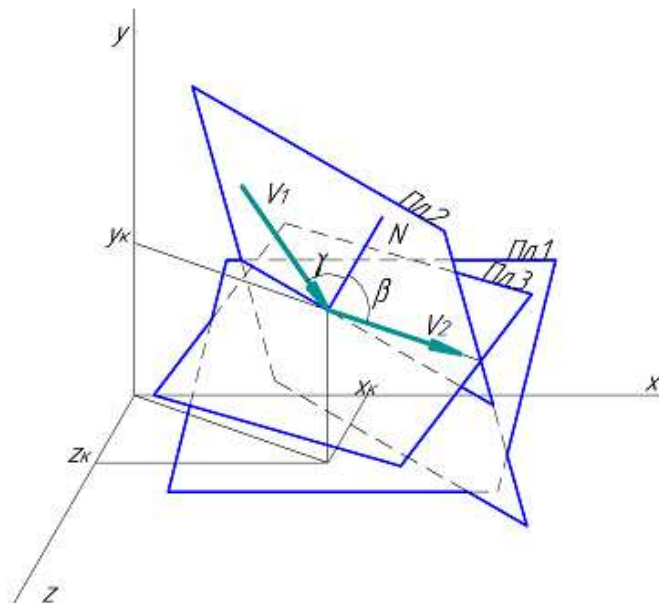


Рис. 3.3. Розрахункова схема для визначення вектора швидкості після удару насіння по поверхні

Після удару вектор швидкості спрямований по лінії перетину двох взаємно перпендикулярних площин (3.18) та (3.19):

$$A_3 \cdot x + B_3 \cdot y + C_3 \cdot z + D_3 = 0, \quad (3.19)$$

Для знаходження напрямних коефіцієнтів площини (3.19) запишемо наступні три умови:

1. Умова перпендикулярності площин (3.18) та (3.19)

$$\cos \alpha_2 \cdot \cos \alpha_3 + \cos \beta_2 \cdot \cos \beta_3 + \cos \gamma_2 \cdot \cos \gamma_3 = 0 \quad (3.20)$$

2. Кут між площиною (3.19) та нормаллю до площини (3.11):

$$\cos \alpha_1 \cdot \cos \alpha_3 + \cos \beta_1 \cdot \cos \beta_3 + \cos \gamma_1 \cdot \cos \gamma_3 = \cos \beta \quad (3.21)$$

3. Кут між площиною (3.19) та вектором швидкості до удару:

$$\cos \alpha_4 \cdot \cos \alpha_3 + \cos \beta_4 \cdot \cos \beta_3 + \cos \gamma_4 \cdot \cos \gamma_3 = \cos(\alpha + \beta), \quad (3.22)$$

де

$$\cos \alpha_1 = \frac{A_1}{A_1^*}; \quad \cos \beta_1 = \frac{B_1}{A_1^*}; \quad \cos \gamma_1 = \frac{C_1}{A_1^*};$$

$$\cos \alpha_2 = \frac{A_2}{A_2^*}; \quad \cos \beta_2 = \frac{B_2}{A_2^*}; \quad \cos \gamma_2 = \frac{C_2}{A_2^*};$$

$$\cos \alpha_4 = \frac{\bar{i}}{i^*}; \quad \cos \beta_4 = \frac{\bar{m}}{i^*}; \quad \cos \gamma_4 = \frac{\bar{n}}{i^*};$$

$$A_1^* = \sqrt{A_1^2 + B_1^2 + C_1^2};$$

$$A_2^* = \sqrt{A_2^2 + B_2^2 + C_2^2};$$

$$i^* = \sqrt{\bar{i}^2 + \bar{m}^2 + \bar{n}^2}.$$

Вирішуючи систему рівнянь (3.20), (3.21), (3.22) за формулами Крамера знаходимо:

$$\cos \alpha_3 = \frac{\Delta_1}{\Delta}; \quad \cos \beta_3 = \frac{\Delta_2}{\Delta}; \quad \cos \gamma_3 = \frac{\Delta_3}{\Delta}. \quad (3.23)$$

Абсолютна величина швидкості насіння після удару визначається співвідношенням:

$$V_2 = K_e \cdot V_1 \frac{\cos \gamma}{\cos \beta} \quad (3.24)$$

					ССТ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

В проекціях на вісі координат:

$$V_{2x} = V_2 \cdot \cos \alpha_3; \quad V_{2y} = V_2 \cdot \cos \beta_3; \quad V_{2z} = V_2 \cdot \cos \gamma_3 \quad (3.25)$$

Блок-схема моделювання руху насіння з урахуванням ударів по елементах конструкції сівалки наведена на рис. 3.4. Вихідні дані для моделювання наведені в таблиці 3.1.

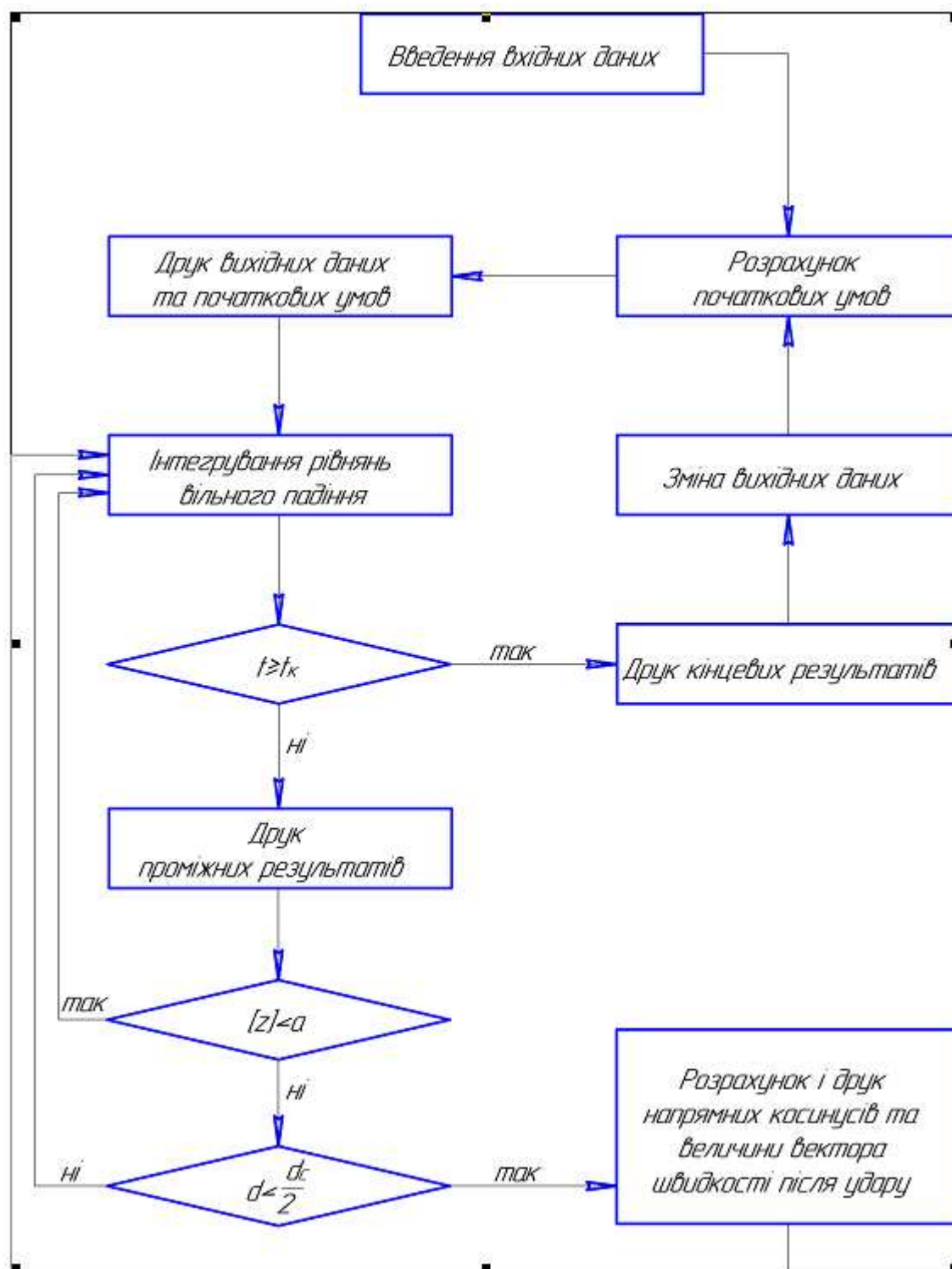


Рис. 3.4. Блок-схема моделювання руху насіння

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ССТ 00.000 ПЗ

Арк.

40

Таблиця 3.1.

Вихідні дані для моделювання

№ пп	Параметр	Значення	Примітка
1	Критична швидкість $V_{кр}$, м/с	10	Буряк
2	Діаметр насіння d , мм	8	Буряк
3	Складові початкової швидкості руху насіння, м/с - горизонтальна V_{ox} ; - вертикальна V_{oy} ; - бокова V_{oz} .	0,469 0,171 0,055	Дані для сівалки ССТ-12Б
4	Висота падіння насіння y_0 , мм	183	Буряк
5	Координати точок на боковій поверхні сошника, мм x_1 y_1 z_1 x_2 y_2 z_2 x_3 y_3 z_3	0 0 12 0 100 14 50 0 12	Буряк
6	Коефіцієнт відновлення K_e	0,51	
7	Кут відбиття β , рад	1,12	

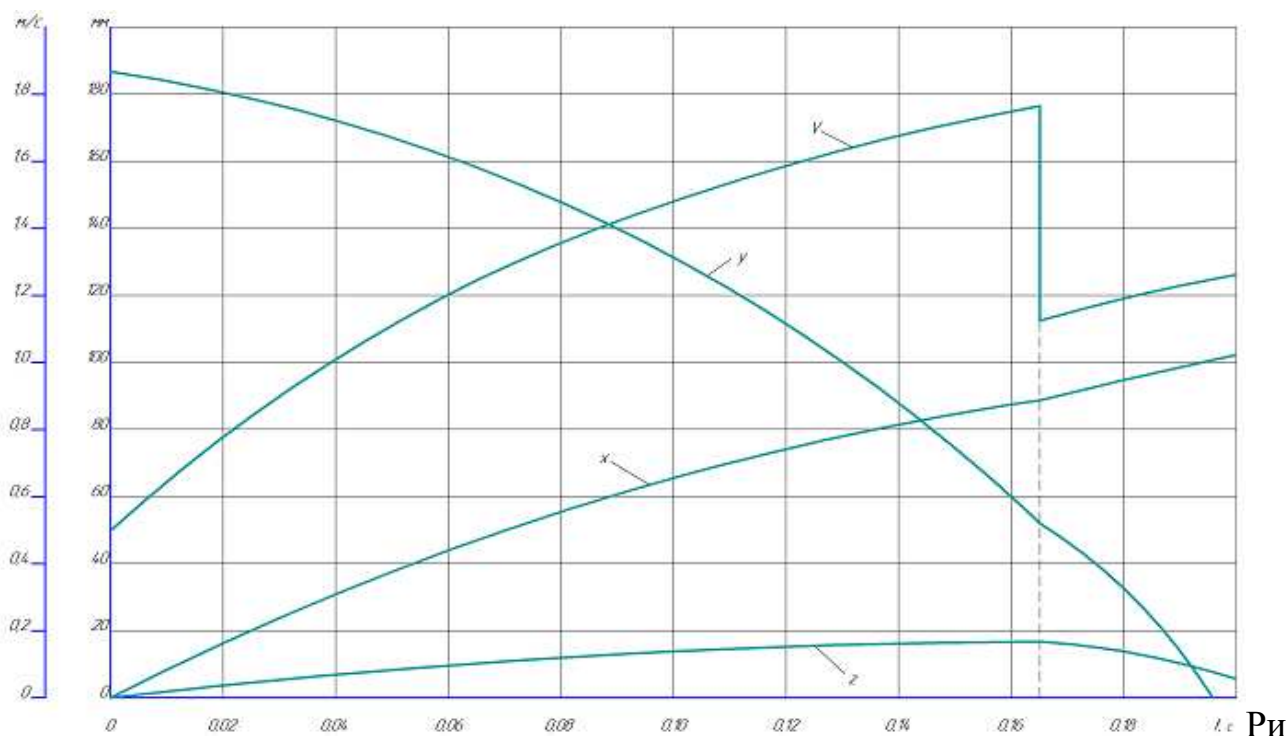
3.4.3. Висновки за результатами теоретичних досліджень

1. Врахування змін кінематичних параметрів руху насіння після сходу з висівного диска за рахунок ударів по елементах конструкції сівалки дозволяє максимально наблизити результати моделювання до результатів експериментальних досліджень.

2. Відхилення кута сходу від заданого значення суттєво змінює час руху насіння з висівним диском та часові інтервали їх руху після сходу з диска.

3. Оптимальний кут сходу насіння з висівного диска за умовою мінімального розсіву знаходиться в межах $25 - 30^\circ$ для можливих режимів роботи висівного апарата.

Результати моделювання на ЕОМ представлені на рис. 3.5 та в додатку А.



с. 3.5. Зміна кінематичних параметрів руху насіння за результатами моделювання на ЕОМ

3.5. Особливості конструкцій робочих органів для загортання борозен

Головна мета загортання насіння — створення умов для одержання з висівного насіння максимальної кількості якісних сходів, тобто одержання максимальної польової схожості. На схожість, як згадувалося в попередніх параграфах, впливають такі ґрунтові фактори: вологість, щільність і структура кореневого, насінневого і паросткового ґрунтових шарів (рис 3.6). Досягнення оптимальних значень ґрунтових факторів пов'язано з розв'язанням ряду технологічних задач [8].

Оскільки волога у верхніх шарах ґрунту (0-5 см) розподіляється за лінійним законом, то із збільшенням глибини вологість, а отже і проростання насіння, зростають (критична вологість — 18%). Однак, із збільшенням глибини загортання насіння посилюється опір ґрунтового шару виходу паростків на денну поверхню, а тому ймовірність появи сходів із зростанням глибини зменшується [8]:

$$K_0 = \Sigma P_{ш} \cdot P_{зл} \cdot P_{пр} \cdot P_p, \quad (3.26)$$

де K_0 - ймовірність появи сходів з посіяного схожого насіння (відносна схожість);

$P_{ш}$ - ймовірність попадання насінини в i -ий ґрунтовий шар;

$P_{гл}$ — ймовірність появи сходів за умовами глибини шару;

$P_{пр}$ — ймовірність пророщення насінини;

P_p — ймовірність зберігання паростків за умовами i -го ґрунтового шару.

Посівний горизонт	Структура	Ґрунтові шари	Щільність	Вологість
	1-7 м не більше 10 м	Ростковий	0,8-1,0 г/см ³ не більше 1,2	5-15% не менше 5%
	не більше 3 м	Пасінневий	1,1-1,2 г/см ³ не більше 1,2 г/см ³	25-35% не менше 12%
	не більше 20 м	Корешковий	1,1-1,2 г/см ³ не більше 1,3 г/см ³	28-36% не менше 15%

Рис. 3.6. Раціональні значення ґрунтових факторів, які забезпечують схожість насіння цукрового буряка

Для повного загортання борозен після проходження сошників, вирівнювання поверхні поля після сівби, а також загортання насіння на певну глибину і ущільнення рядків використовують різні конструкції робочих органів у вигляді пальцевих і полицевих загортачів, шлейфів, борінок, дисків, котків тощо. Застосовують також комбінації із двох-трьох робочих органів для загортання насіння.

Пальцеві загортачі (рис. 3.7, а, б) застосовують переважно для загортання вузьких і неглибоких борозен. Пальцеві загортачі використовують у вигляді загострених зубів 1 на пружинних стояках 2 або наральників, прутків циліндричного та овального перерізів. Такі загортачі кріплять шарнірно до корпусу сошника або приєднують до механізму піднімання сошників, їх застосовують на зернових сівалках [20].

Шлейфи мають вигляд кілець і ланцюгів (рис. 3.7, в, г). Ними загортають неглибокі борозни і вирівнюють поверхню поля. Найчастіше їх використовують на зернових та зернотрав'яних сівалках.

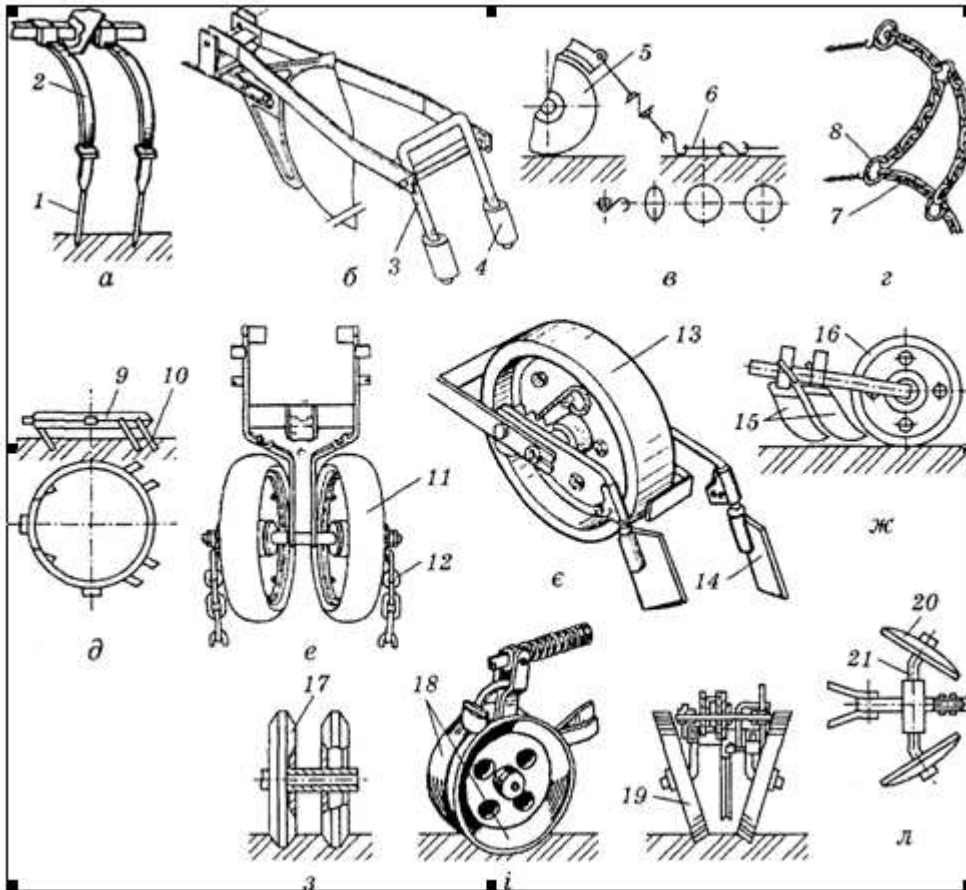


Рис. 3.7. Робочі органи для загортання борозен:

а, б-пальцеві загортачі; в-кільцевий шлейф; г-ланцюговий шлейф; д-кільцева борінка; е-ущільнювальний коток; е-коток з полицевими загортачами; ж-полицеві загортачі; з-клиноподібний коток; і, к-конічні котки; л-дискові загортачі; 1 і 10-зуби; 2-стояк; 3-скоба; 4-наральник; 5-сошник; 6, 8, 9-кільця; 7, 12-ланцюги; 11, 13, 16-обгумовані котки; 14, 15-полиці; 17-клиноподібні котки; 18, 19 конусоподібні котки; 20-сферичний диск; 21-напіввісь

Борінку застосовують у вигляді масивних кілець або плоскої рами із жорстко прикріпленими до них зубами (рис. 3.7, д). Під час руху борінок зуби 10 загортають глибокі борозни, подрібнюють грудки і вирівнюють поверхню поля. Такі борінки встановлюють на деяких зернових сівалках, картоплесаджалках та інших машинах [20].

Полицеві загортачі (рис. 3.7, е, ж) мають невеликі полиці 14 і 15. Поверхні полиць плоскі або криволінійні лівого і правого обертання, їх установлюють із невеликим кутом атаки. Ці загортачі приєднують до

сошників або котків жорстко або шарнірно. Для збільшення стійкості ходу вони підпружинені. Полицеві загортачі встановлюють на овочевих, бурякових та інших сівалках [20].

Котки застосовують для ущільнення рядків, загортання борозен тощо, їх виготовляють металевими і пневматичними. За формою обода вони бувають циліндричні, клиноподібні, конічні з вигнутим та ввігнутих профілями. Циліндричні пневматичні котки (рис. 3.7, е, є) встановлюють на бурякових, кукурудзяних, овочевих та інших сівалках [20].

Клиноподібні котки (рис. 3.7, з) — це порожнисті циліндричні корпуси з клиноподібним профілем обода, їх установлюють на пресових і стерньових зернових сівалках [20].

Конічні котки (рис. 3.7, і, к) складаються з двох косо встановлених котків з конічною поверхнею обода і спрямовані вершинами один до одного. Під час роботи ці котки зсувають ґрунт із стінок борозни всередину рядка, загортають насіння або розсаду і ущільнюють в рядку ґрунт. Їх влаштовують на кукурудзяних, овочевих сівалках та на розсадосадильних машинах [20].

Дискові загортачі (рис. 3.7, л) мають два сферичних диски, встановлені під кутом до напрямку руху, їх використовують для загортання глибоких і широких борозен. Поворотом осей 21 дисків регулюють ступінь загортання борозен. Установлюють їх на картопелесаджалках [20].

3.6. Опис удосконалення сівалки

Виходячи з результатів досліджень можна зробити висновок, що основним недоліком відомого пунктирного способу посіву цукрового буряка сівалками типу ССТ-12Б, що включає передпосівне спущення ґрунту на глибину закладення насіння, подальший їх висів в поверхневий шар ґрунту і післяпосівне прикочування посівів, є низька польова схожість, що призводить до різкого погіршення розподілу рослин при посіві на кінцеву густину і як наслідок знижує урожайність на 10-20%. Зниження польової схожості, особливо в посушливі роки, спостерігається через важкий доступ до насіння атмосферної вологи при утворенні роси, повітря і тепла. До того ж

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

насіння потрапляє в спушений ґрунт, що виключає доступ до нього вологи підґрунтя. Після прикочування разом з поліпшенням контакту насіння з ґрунтом, відбувається ущільнення його над насінням, що вимагає від насіння додаткової енергії на проростання.

Розроблені нами додаткові робочі органи вирішують задачу підвищення польової схожості насіння за рахунок якісного висіву насіння з висівного апарата та створення сприятливих умов для його проростання.

Пропонується сівалку обладнати вдавлювальними профільованими котками, встановленими на сошниках секцій (рис. 3.8).

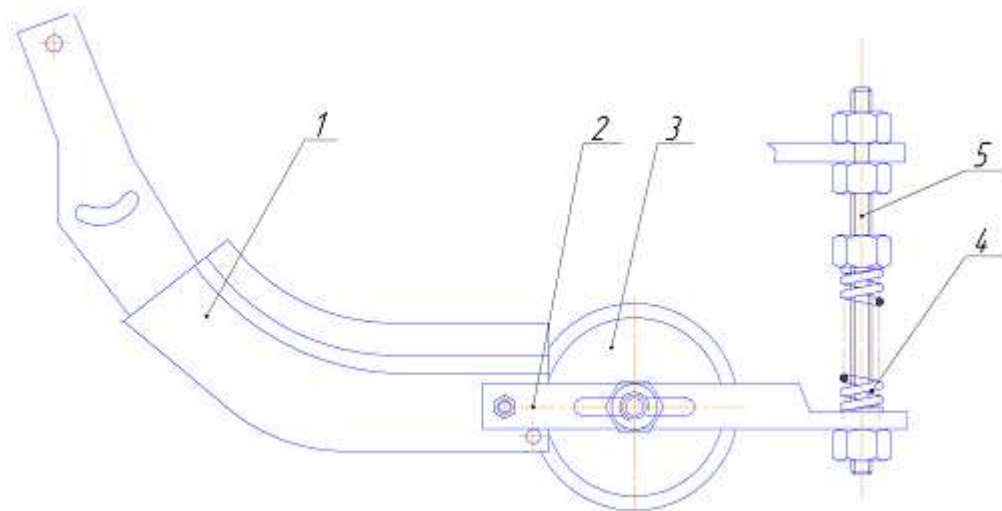


Рис. 3.8. Сошник з котком:

1 – сошник; 2 – важіль; 3 – профільний коток; 4 – пружина;
5 – гвинт регулювальний

Сошник з профільованим котком (рис. 3.8) складається з базового сошника в зборі 1, на вітрозахисних пластинах якого рухомо встановлений важіль 2 з овальним отвором. В отворах важеля встановлено вісь профільованого котка 3 з фіксацією за допомогою гайки. На важіль 2 тисне пружина 4, створюючи тим самим тиск на насіння. Зусилля пружини 4 змінюється регулювальним болтом 5 із стопорними гайками. На вітрозахисних пластинах сошника 1 встановлений штифт, що обмежує глибину втискування насіння.

При роботі сівалки грудковідвод, встановлений на глибину близько 1 см, знімає верхній сухий шар ґрунту. Сошник 1 (рис. 3.8) робить борозну в яку

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

потрапляє висіяне насіння. Потім воно вдавлюється в дно борозни профільованим котком. Зусилля вдавлювання регулюється стиснення пружини 4 регулювальним болтом 5. Рухома підвіска котка на важелі 4 забезпечує копіювання рельєфу ґрунту. Штифт обмежує максимальну глибину втискування.

3.7. Підбір підшипників ущільнювального котка

Вихідні дані: діаметр в місці посадки підшипників $d = 15$ мм, $n = 400$ хв⁻¹, ресурс $L_n = 8000$ год., режим навантаження - допускаються двохкратні короточасні перевантаження, температура підшипника $t < 100^\circ\text{C}$. Реакції опори $F_r = 75$ Н, $F_a = 10$ Н.

Враховуючи незначні осьові зусилля попередньо назначаємо шарикові радіальні підшипники, умовне позначення 80202 для яких по каталогу $C_1 = 7,8$ кН, $C_0 = 3,55$ кН, $n_{np} = 19000$ хв⁻¹. Визначаємо еквівалентне навантаження за формулою [9]:

$$P_n = (X \cdot V \cdot F_n + Y \cdot F_a) \cdot K_\sigma \cdot K_T. \quad (3.27)$$

Попередньо знаходимо:

$$\frac{F_a}{C_0} = \frac{10}{3550} = 0,003$$

Згідно рекомендацій [3] знаходимо $e = 0,19$, $V = 1,2$.

$$\frac{F_a}{V \cdot F_r} = \frac{10}{1,2 \cdot 75} = 0,11 < e.$$

При цьому, згідно рекомендацій [3], маємо $X = 1$, $Y = 0$.

Приймаємо $K_\sigma = 1,5$; $K_T = 1$.

По формулі (4.29) маємо:

$$P_n = (1 \cdot 1,2 \cdot 75 + 0 \cdot 10) \cdot 1,5 \cdot 1 = 135 \text{ Н.}$$

Приймаємо $K_{HE} = 1$; по формулі (4.30):

$$L_{hE} = K_{HE} \cdot L_h = 1 \cdot 8000 = 8000 \text{ год.}$$

По формулі (4.31):

$$L_E = 60 \cdot 10^{-6} \cdot n \cdot L_{hE} = 60 \cdot 10^{-6} \cdot 360 \cdot 8000 = 172,8 \text{ млн.об.}$$

По формулі:

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

$$C = P \cdot \sqrt[3]{\frac{L_E}{a_1 \cdot a_2}}, \quad (3.28)$$

при $a_1 = 1, a_2 = 0,8$ [3].

$$C = 135 \cdot \sqrt[3]{\frac{172,8}{0,8 \cdot 1}} = 810 \text{ Н}.$$

Умова $C = 810 \text{ Н} < C_{II} = 7800 \text{ Н}$ виконується.

Перевіряємо підшипник по статичній вантажопідйомності.

По формулі (4.33):

$$P_0 = X_0 \cdot F_n + Y_0 \cdot F_a,$$

при $X_0 = 0,6; Y_0 = 0,5$.

З урахуванням перевантаження маємо:

$$P_0 = 2 \cdot (0,6 \cdot 75 + 0,5 \cdot 10) = 100 \text{ Н} < C_0 = 3550 \text{ Н}.$$

Умова виконується.

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

4. Охорона праці

4.1. Особливості умов праці при вирощуванні буряків

Перед початком польових робіт поле оглядають, і при необхідності підготовлюють: засипають канави, ями. Біля ярів і схилів встановлюють попереджувальні знаки. Переїзд тракторного агрегату в поле і з поля дозволяється тільки за маршрутом, затвердженим керівником господарства. Не можна робити крутих поворотів, якщо робочі органи заглиблені в ґрунт.

При роботах в умовах надмірної запиленості, під час заправки туковисівних апаратів необхідно користуватись захисними окулярами і рукавицями.

Перед початком сівби необхідно перевірити комплектність і надійність механізмів і вузлів сівалки, підтягнути різьбові з'єднання. Рух причіпного агрегату можна починати після подачі сигналу трактористом і одержання від старшого на посівному агрегаті сигналу у відповідь. Під час завантаження сухих порошкоподібних добрив необхідно стояти з навітряної сторони, і при цьому користуватися респіратором.

Чистики для очищення сошників повинні мати дерев'яні ручки. Усувати несправності та очищати сівалку дозволяється після зупинки агрегату. Забороняється під час руху агрегату знаходитися на сівалці. Для роботи у темний час доби завчасно перевіряють справність електричного освітлення.

Перед сівбою протруєного насіння працівники проходять інструктаж з техніки безпеки. Обов'язково необхідно користуватись респіраторами, рукавицями і захищати очі від пилу захисними окулярами.

4.2 Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів

Згідно з ДСТУ 12.0.003 “Небезпечні та шкідливі виробничі фактори” при експлуатації посівного агрегату з сівалкою ССТ-12Б можуть виникнути наступні небезпечні і шкідливі фактори:

- фізичні небезпечні і шкідливі фактори (рух самого агрегату, рухомі частини сівалки);

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

- механізми, які обертаються (механізм приводу висівних апаратів);
- високий рівень тиску в гідравлічній системі сівалки і трактора;
- забивання робочих органів посівним матеріалом і залипання опорно-при-водних коліс вологим ґрунтом;
- небезпека може виникнути при з'єднанні сівалки з трактором, внаслідок падіння сніці сівалки при неправильному приєднанні;
- можливість перевертання посівного агрегату при відсутності баластних вантажів, та при роботі на схилах, які перевищують встановлені нормативи ДСТУ2189-93;
- високий рівень запилення і загазованості робочої зони механізатора внаслідок роботи двигуна трактора і контакту робочих органів з ґрунтом;
- високий рівень шуму та вібрації на робочому місці, який виникає при роботі двигуна, нерівності поля або дороги;
- нестача природного освітлення при виконанні робіт у вечірній час доби;
- наявність гострих кромek, задирок, шорстких поверхонь елементів конструкції сівалки (рама, сошники, бункери).

Дія хімічно-небезпечних і шкідливих факторів має місце при роботі з паливно-мастильними матеріалами під час технічного обслуговування, а також протруєним насінням при заправці насінневих бункерів.

Дія психофізіологічних небезпечних і шкідливих факторів виявляється під час регулювання вузлів і механізмів, та складанні МТА.

захист механізатора від пилу, який попадає в кабіну під час сівби, здійснюється за допомогою вентилятора з пилевідокремлювачем. В результаті чого в кабіні трактора створюється надлишковий тиск в кабіні на 20...50 Па порівняно з атмосферним.

У відповідності з вимогами ДСТУ 12.1.003 захист від шуму та вібрації здійснюється за рахунок використання шумо- і вібропоглинаючих пристроїв:

- ізоляції кабіни трактора, обробка її звукопоглинаючим матеріалом;
- двигун і кабіна трактора встановлені на гумові подушки;

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

- в конструкції сівалки підшипники кочення замінені на підшипники ковзання.

Для попередження попадання прямих сонячних променів в кабіні трактора використовуються захисні щитки.

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 площадці оператора - відповідають ДСТУ 2189-99. Робоче місце оператора захищене від викидання ґрунту з-під коліс та робочих органів і відповідає вимогам санітарних правил СП 4282.

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

4.3. Заходи по забезпеченню безпечних умов праці

Під час експлуатації посівного агрегату з сівалкою ССТ-12Б можливі наступні нещасні випадки та неполадки:

- наїзд агрегату на працюючих, які його обслуговують;
- попадання спецодягу у механізми сівалки, які рухаються і обертаються;
- попадання мастил із гідравлічної системи в лице механізатора під час приєднання (роз'єднання) сівалки з трактором;
- пошкодження частин тіла гострими кромками елементів конструкції машини;

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

- опіки, внаслідок загорання паливно-мастильних матеріалів, високої температури двигуна трактора;
- травмування обслуговуючих працюючих може виникнути в період приєднання сівалки до трактора, або руху агрегату;
- при недотриманні вимог до повздовжньої стійкості можливе перевертання посівного агрегату;
- зіткнення з іншим транспортом при переїздах по дорогах загального призначення;
- вихід із ладу начіпного пристрою сівалки.

Для запобігання нещасних випадків і аварій в конструкції сівалки проведені наступні заходи:

- розташування і конструкція вузлів і механізмів сівалки розроблено таким чином, що при обслуговуванні, монтажі і ремонті забезпечується зручний доступ до них;
- частини і механізми, які рухаються і обертаються закриті захисними кожухами у відповідності з вимогами ДСТУ 12.4.042 і позначені кольором, який відрізняється від загального кольору машини у відповідності з вимогами ДСТУ 12.4.042 і ДСТУ 12.2.019;
- механізми передач обладнані запобіжними штифтами, які при збільшенні навантаження на вали більше допустимої норми – зрізаються;
- гідросистема виключає можливість самовільного опускання сівалки і відповідає вимогам ДСТУ 12.2.086 і ДСТУ 12.2.040;
- для очищення сошників при їх забиванні сівалка комплектується чистиком. Його знімання із кріплення забезпечується без використання інструментів;
- при агрегуванні начепленої сівалки на трактор навантаження на колеса управління трактора не менше 20% загальної маси агрегату;
- начеплена на трактор сівалка не затруднює доступ трактористу на робоче місце, забезпечує необхідний огляд для виконання технологічних операцій, а також доступ до вузлів і механізмів для обслуговування;

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

- важкі вузли, маса яких перевищує 20 кг, мають петлі для стропування при підніманні. Місця стропування позначені у відповідності з вимогами ДСТУ 12.4.026, місця для піддомкрачування позначені буквами “ДК”;

- на видному місці сівалки встановлена табличка з написом, який попереджує про неможливість транспортування сівалки в піднятому стані при завантажених бункерах.

4.4. Заходи для покращання умов праці робітників при вирощуванні буряків

Для покращання умов праці робітників при вирощуванні буряків пропонуються наступні заходи, які направлених 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 повітряохолодники-обігрівники, які регулюють температуру і вологість повітря.

Для захисту механізаторів від пилу застосовувати вентиляцію. Якщо вентиляція не забезпечує комфортних умов слід користуватись засобами індивідуального захисту: спецодяг, окуляри, респіратори.

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

- 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.

5. Економічна частина

Основним показником ефективності вирощування цукрового буряка за інтенсивною технологією служить економічний ефект, обумовлений по різниці витрат на вирощування буряка в базовому і проектному варіанті технології. Вихідні дані для проведення економічних розрахунків доцільності модернізації сівалки ССТ-12Б зведемо в табл. 5.1.

Таблиця 5.1

Вихідні дані до розрахунку економічної ефективності

Показники	Агрегат	
	Базовий МТЗ-82+ССТ-12Б	Проектний МТЗ-82 + модернізована сівалка ССТ-12Б
Норма виробітку,	16,80	21,32
Продуктивність, га/год.	3,70	4,96
Питомі витрати палива, кг/га	4,30	3,35
Вартість агрегату, грн.	48000,0	49485,0
Вартість удосконалення сівалки, грн.	-	1485,0

5.1. Визначення прямих експлуатаційних витрати при сівбі цукрового буряка за проектною технологією

1. Затрати праці на сівбі цукрового буряка визначимо за формулою:

$$Z_{\Pi} = \frac{M}{W_z}, \quad (5.1)$$

де M – кількість обслуговуючого персоналу, люд.;

W_z – продуктивність агрегату за годину змінного часу, га/год.

Оскільки кожний агрегат обслуговує один механізатор (тракторист) і один допоміжний працівник, то за формулою (5.1) будемо мати:

- затрати праці при сівбі удосконаленою сівалкою:

$$Z_{\Pi.л.} = \frac{2}{4,96} = 0,40 \text{ люд.} - \text{год/га.}$$

Аналогічно визначаємо затрати праці при базовій технології.

2. Питомі прямі експлуатаційні витрати на сівбі цукрового буряка визначимо за формулою:

$$C = C_{on} + C_{pa} + C_{кто} + C_{пмм}, \quad (5.2)$$

де C_o – оплата праці з нарахуваннями, грн./га;

C_{pa} – відрахування на реновацію, грн./га;

$C_{кто}$ – витрати на капітальний і поточний ремонти та технічне обслуговування, грн./га;

$C_{пмм}$ – витрати на паливо і мастильні матеріали, грн./га.

2.1. Оплату праці можна визначити за формулою:

$$C_{on} = \frac{\alpha [T_m \cdot M \cdot (1 + \beta) + T_d \cdot N]}{H}, \quad (5.3)$$

де T_m , T_d – відповідно оплата праці механізаторам і допоміжним робітникам за норму виробітку, грн.;

α - коефіцієнт, який враховує нарахування на заробітну плату, $\alpha = 1,22$;

β - доплата за класність, $\beta = 0,2$;

M і N – відповідно кількість механізаторів і допоміжних працівників, які обслуговують агрегат;

H – змінна норма виробітку, га.

Тоді витрати на оплату праці становлять:

- при сівбі модернізованою сівалкою:

Оплату праці можна визначити за формулою:

$$C_{on} = \frac{1,22[549,65 \cdot 1 \cdot (1 + 0,2) + 389,76 \cdot 1]}{16,8} = 65,46 \text{ грн./га,}$$

Аналогічно визначаємо витрати на оплату праці при базовій технології.

2.2. Відрахування на реновацію машин в агрегаті визначаємо так:

$$C_{pa} = \frac{\alpha_1 \cdot B_m}{100 \cdot W_z \cdot T_m} + \frac{\alpha_2 \cdot B_c}{100 \cdot W_z \cdot T_c}, \quad (5.4)$$

де B_m і B_c – відповідно балансова вартість трактора і сівалки, $B_m = 240000$ грн., $B_c = 49485$ грн.;

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

α_1 і α_2 – норма річних відрахувань на реновацію від балансової вартості відповідно трактора і машини, %;

T_m і T_c – нормативне річне завантаження відповідно трактора і сівалки, за нормативами $T_m = 1600$ год., $T_c = 70$ год.

2.3. Витрати на ремонти і технічне обслуговування машин в агрегаті можна визначити за формулою:

$$C_{\text{кто}} = \frac{\alpha_{1к} \cdot B_m}{100 \cdot W_3 \cdot T_m} + \frac{1}{100 \cdot W_3} \left(\frac{\alpha_{1n} \cdot B_m}{T_m} + \frac{\alpha_{2n} B_c}{T_c} \right), \quad (5.5)$$

де $\alpha_{1к}$ – відрахування на капітальний ремонт трактора, $\alpha_{1к} = 5\%$;

α_{1n} і α_{2n} – норма річних відрахувань на поточний ремонт і ТО відповідно трактора і сівалки, $\alpha_{1n} = 8\%$, $\alpha_{2n} = 4,5\%$.

Тоді, відрахування на ремонти і ТО агрегатів становлять:

- для модернізованого агрегату:

$$C_{\text{мкто}} = \frac{5 \cdot 240000}{100 \cdot 4,96 \cdot 1600} + \frac{1}{100 \cdot 4,96} \left(\frac{8 \cdot 240000}{1600} + \frac{4,5 \cdot 49485}{70} \right) = 10,27 \text{ грн./га}$$

Аналогічно визначаємо витрати на реновацію та ремонт при базовій технології.

2.4. Питомі витрати на паливо і мастильні матеріали:

$$C_{\text{нмм}} = Q \cdot Ц_k, \quad (5.6)$$

де Q – витрати палива, кг/га;

$Ц_k$ – комплексна ціна паливно-мастильних матеріалів, грн./кг.

- для модернізованого агрегату:

$$C_{\text{м нмм}} = 3,35 \cdot 30,8 = 103,18 \text{ грн./га.}$$

За аналогічною методикою визначаємо витрати за базовою технологією.

3. Загальні питомі прямі експлуатаційні витрати при сівбі цукрового буряка агрегатом, в склад якого входить модернізована сівалка ССТ-12Б становлять:

$$C_{\text{м}} = 51,58 + 23,8 + 10,27 + 103,18 = 188,83 \text{ грн./га.}$$

					ССТ 00.000 ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Економія питомих експлуатаційних витрат при впровадженні модернізованої сівалки ССТ-12Б у виробництво буде становити:

$$E_{ев} = C_{\bar{o}} - C_m = 243,99 - 188,83 = 55,16 \text{ грн./га.}$$

4. Питомі капіталовкладення на базову та удосконалену сівалку визначаємо за формулою:

$$k_{вк} = \frac{B_m}{W_{з.ек} \cdot t} + \frac{B_c}{W_{з.ек} \cdot t}, \quad (5.7)$$

$$k_{вкп} = \frac{240000}{4,96 \cdot 1600} + \frac{49485}{4,96 \cdot 70} = 172,77 \text{ грн./га}$$

Загальні приведені витрати удосконаленої сівалки:

$$\Pi_{np(n)} = 188,83 + 0,15 \cdot 172,77 = 214,75 \text{ грн./га.}$$

За аналогічною методикою визначаємо витрати за базовою технологією.

5.2. Визначення річного економічного ефекту

Визначимо проектну продуктивність цукрового буряка з 1 га:

$$Q_{цб} + (Q_{цб} \cdot \tau) = 257 + (257 \cdot 0,15) = 295,5 \text{ ц/га.} \quad (5.8)$$

де $Q_{цб}$ – урожайність, ц/га.

τ – коефіцієнт схожості насіння, $\tau = 0,1-0,18$, приймаємо $\tau = 0,15$.

Визначимо прибуток від врожайності цукрового буряка з 1 га:

$$\Pi_{цб} = Q_{цб} \cdot B_{цб}, \quad (5.9)$$

де $B_{цб}$ – вартість цукрового буряка, грн./ц, приймаємо $B_{цб} = 92,80$ грн.

- для проектної технології:

$$295,5 \cdot 92,80 = 27422,40 \text{ грн./га.}$$

Річний економічний ефект від впровадження сівалки оснащеної додатковими робочими органами визначаємо за формулою:

$$E_{pe} = \Pi_{цб(n)} - \Pi_{цб(\bar{o})}, \quad (5.10)$$

$$E_{pe} = 27422,40 - 23849,6 = 3572,8 \text{ грн./га.}$$

Визначимо термін окупності витрат на модернізацію сівалки:

$$T_{ок} = \frac{\Delta B}{E_p}, \quad (5.11)$$

де $T_{ок}$ – термін окупності.

$$T_{ок} = \frac{1485}{3572,8} = 0,4 \text{ року.}$$

Результати розрахунку економічної ефективності модернізації сівалки ССТ-12 зведено в табл. 5.2.

Таблиця 5.2

Основні економічні показники проекту

Назва показників	Агрегат		Відхилення (+/-)
	ССТ-12Б	ССТ-12Б модернізована	
1. Балансова вартість сівалки, грн.	48000,0	49485,0	+1485,0
2. Продуктивність, га/год.	3,70	4,96	+1,26
3. Затрати праці, люд.-год/га.	0,54	0,40	-1,40
4. Прямі експлуатаційні витрати, грн./га	243,99	188,83	-55,16
5. Оплата праці, грн./га	65,46	51,58	-13,88
6. Відрахування на реновацію, грн./га	31,20	23,80	-7,40
7. Відрахування на ремонти і ТО, грн./га	14,89	10,87	-4,02
8. Витрати на ПММ, грн./га	132,44	103,18	-29,26
9. Приведені витрати, грн./га	277,87	214,75	-63,12
10. Врожайність, ц/га	257	295,5	+38,50
11. Річний економічний ефект, грн./га	3572,80		
12. Строк окупності витрат на модернізацію сівалки, років	0,4		

Результати розрахунків економічної ефективності модернізації сівалки ССТ-12Б показують, що запровадження її у виробництво сприятиме підвищенню урожайності цукрового буряка на 38,5 ц/га, зменшенню затрат праці при сівбі модернізованою сівалкою на 0,14 люд.-год/га, зменшенню витрат палива на 29,26 грн./га і дасть змогу отримати річний економічний ефект в сумі 3572,80 грн. на один гектар, а затрати на удосконалення окупляться протягом одного сезону експлуатації.

6. Висновок

1. Розроблено технологію вирощування і збирання цукрового буряка, засновану на застосуванні оптимальних доз добрив і сучасних засобів захисту рослин, сучасного комплексу машин, суміщення операцій, що дозволить одержати в середньому по господарству урожай 300 ц/га.

2. Оптимальний кут сходу насіння з висівного диска за умовою мінімального розсіву знаходиться в межах 25 – 30° для можливих режимів роботи висівного апарата.

3. Розроблені та розраховані параметри додаткових робочих органів до сівалки ССТ-12Б для пунктирного посіву сільськогосподарських культур, що включає профільований коток встановлений на сошниковій секції рухомо відносно сошника, який має обмежувальний штифт, і пружину навантаження.

4. Проведено аналіз стану робіт із забезпечення безпеки робітників. Розроблено заходи щодо забезпечення робітників безпечними умовами праці й охорони навколишнього середовища.

5. Впровадження в господарстві модернізованої сівалки ССТ-12Б дозволить збільшити урожайність на 38,5%, зменшенню затрат праці при сівбі модернізованою сівалкою на 0,14 люд.–год/га, зменшенню витрат палива на 29,26 грн./га і дасть змогу отримати річний економічний ефект в сумі 3572,80 грн. на один гектар, а затрати на удосконалення окупляться протягом одного сезону експлуатації.

					ССТ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

Список використаної літератури

1. Бузенков Г.М. Сельскохозяйственные машины. - М.: Колос, 1976. – 270 с.
2. Ванін В.В., Блюк А.В., Гнітецька Г.О. Оформлення конструкторської документації: Навчальний посібник. – К.: Каравела, 2004. – 160 с.
3. Детали машин: Атлас конструкций. Под редакцией докт. техн. наук проф. Д.Н. Решетова. - М.: Машиностроение, 1979. – 318 с.
4. Методичні рекомендації до оформлення випускної кваліфікаційної роботи здобувачів другого (магістерського) освітнього рівня спеціальності 208 «Агроінженерія» за освітньо-професійною програмою «Агроінженерія». Кропивницький: ЦНТУ, 2020. – 40 с.
5. Процеси, машини та обладнання АПВ / М.О. Свірень, В.П. Смірнов, І.М. Осипов та ін.: Навчальний посібник – Кропивницький: Лисенко В.Ф., 2018. – 294 с.
6. Довідник з механізації виробництва цукрових буряків / О.О.Проценко, В.І. Паламарчук, А.М. Козачук та ін. К.: Урожай, 1987. – 252 с.
7. Експлуатація машинно-тракторного парку в аграрному виробництві. За редакцією В.Ю. Ільченка. – К.: Урожай, 1996. – 375 с.
8. Горячкин В.П. Собрание сочинений. Т. 3. – М.: Колос, 1965.
9. Иванов М.Н. Детали машин. – М.: Высшая школа, 1991. – 383 с.
10. Лехман С.Д. Довідник з охорони праці в сільському господарстві. – К.: Урожай, 1990. – 150 с.
11. Лоранский Д.Н., Гуревич Г.П. Меры безопасности при работах с пестицидами и минеральными удобрениями. – М.: Колос, 1975. – 222 с.
12. Маковецкий О.А., Брей В.В., Погорелый Л.В., Ляшинский В.П. – Механизация производства сахарной свеклы. - К.: Урожай, 1991. - 184 с.
13. Марченко В.В.. Механізація технологічних процесів у рослинництві: Навчальний посібник. – Київ.: Кондор, 2007. – 334 с.

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

14. Панченко А.Н.. Теория и расчет сельскохозяйственных машин: Лабораторный практикум. – Днепропетровск: Днепропетровский аграрный университет, 2002. – 396 с.

15. Практикум із машиновикористання в рослинництві: Навчальний посібник / За ред. Мельника. – К.: Кондор. – 2004. – 284 с.

16. Резников Л.А., Ещенко В.Т., Дьяченко Г.Ф.- Основы проектирования и расчет сельскохозяйственных машин. – М.: Агропромиздат, 1991. - 34 с.

17.Беляев Е.А. Исследование процессов точного высева семян кукурузы //Тракторы и сельхозмашины. – 1961. - № 4. – С. 11-13.

18. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: / Д.Г. Войтюк, В. М. Барановський, В. М. Булгаков та ін.; за ред. Д. Г. Войтюк. – К.: Вища освіта, 2005. – 464 с.

19. Сільськогосподарські та меліоративні машини / Д. Г. Войтюк, В.О. Дубровін, Т. Д. Іщенко та ін.; За ред. Д. Г. Войтюк. – К.: Вища школа, 2004. – 544 с.

20. Лехман С.Д. Довідник з охорони праці в сільському господарстві. – К.: Урожай, 1990. – 150 с.

21. Сисолін П.В., Сало В.М., Кропівний В.М. Сільськогосподарські машини: Теоретичні основи, конструкція, проектування. Книга 1. Машини для рільництва; за ред. М.І. Черновола. – К.: Урожай, 2001. – 382 с.

22. Сисолін П.В. Терія, проектування та розрахунки посівних машин: Навч. посібник. – К.: ІСДО, 1994. – 148 с.

Додатки

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

Кінематичні параметри руху насіння за результатами моделювання на ЕОМ

t, с	x, м	y, м	z, м	V, м/с
0	0	183,0	0	0,522
0,01	11,4	182,1	3,2	0,684
0,02	22,5	180,1	7,2	0,812
0,03	30,1	178,3	9,2	0,968
0,04	37,0	174,3	12,3	1,021
0,05	42,2	168,3	13,1	1,124
0,06	49,0	163,4	14,5	1,235
0,07	54,2	156,9	14,9	1,295
0,08	58,3	149,6	15,2	1,365
0,09	64,5	137,2	15,8	1,425
0,10	67,2	131,2	16,0	1,541
0,11	71,3	132,4	16,3	1,5632
0,12	74,2	111,5	16,5	1,594
0,13	78,6	100,4	16,8	1,611
0,14	80,7	86,5	17,0	1,682
0,15	84,5	71,2	17,3	1,701
0,16	87,6	60,4	17,5	1,754
0,17	89,4	46,4	15,0	1,141
0,18	93,7	31,3	12,1	1,185
0,19	96,3	12,2	8,3	1,234
0,20	98,4	-10,1	4,1	1,270

Програма для оптимізації кута сходу насіння з висівного диска

```
10 PRINT "МЕТОД ХУКА-ДЖИВСА"
20 REM ФУНКЦИЯ ВЫЧИСЛЯЕТСЯ В ВИДЕ  $Z=F(X_1,X_2,...,X_N)$  В СТРОКЕ
2000
30 CLS:PRINT "ВВЕДИТЕ ЧИСЛО ПЕРЕМЕННЫХ":INPUT N
40 DIM X(N),B(N),Y(N),P(N)
50 PRINT "ВВЕДИТЕ НАЧАЛЬНУЮ ТОЧКУ  $X_1,X_2,...,X_N$ "
60 FOR I=1 TO N:INPUT X(I):NEXT I
70 PRINT "ВВЕДИТЕ ДЛИНУ ТШАГА":INPUT H
80 K=H:FE=0
90 FOR I=1 TO N
100 Y(I)=X(I):P(I)=X(I):B(I)=X(I):NEXT I
110 GOSUB 2000:FI=Z
120 PRINT "НАЧАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ ФУНКЦИИ"Z
130 FOR I=1 TO N:PRINT X(I);" ";:NEXT I:PRINT ""
140 PS=0:BS=1
150 REM ИССЛЕДОВАНИЕ ВОКРУГ БАЗИСНОЙ ТОЧКИ
180 J=1:FB=FI
200 X(J)=Y(J)+K
210 GOSUB 2000
220 IF Z<FI THEN GOTO 280
230 X(J)=Y(J)-K
240 GOSUB 2000
250 IF Z<FI THEN GOTO 280
260 X(J)=Y(J)
270 GOTO 290
280 Y(J)=X(J)
290 GOSUB 2000
300 FI=Z
310 PRINT "ИССЛЕДУЮЩИЙ ПОИСК"Z
320 FOR I=1 TO N:PRINT X(I);" ";:NEXT I:PRINT ""
330 IF J=N THEN GOTO 360
340 J=J+1
350 GOTO 200
360 IF FI<FB-1E-08 THEN GOTO 540
370 REM ПОСЛЕ ОПЕРАТОРА 360, ЕСЛИ ФУНКЦИЯ УМЕНЬШИЛАСЬ,
ПРОИЗВЕСТИ ПОИСК ПО ОБРАЗЦУ
380 IF PS=1 AND BS=0 THEN GOTO 420
390 REM НО ЕСЛИ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОИЗВОДИЛОСЬ ВОКРУГ ТОЧКИ
ШАБЛОНА
395 REM И УМЕНЬШЕНИЕ ФУНКЦИИ НЕ БЫЛО ДОСТИГНУТО, ТО
ИЗМЕНИТЬ БАЗИСНУЮ ТОЧКУ В ОПЕРАТОРЕ 420
400 REM В ПРОТИВНОМ СЛУЧАЕ УМЕНЬШИТЬ ДЛИНУ ШАГА В
ОПЕРАТОРЕ 490
```

```

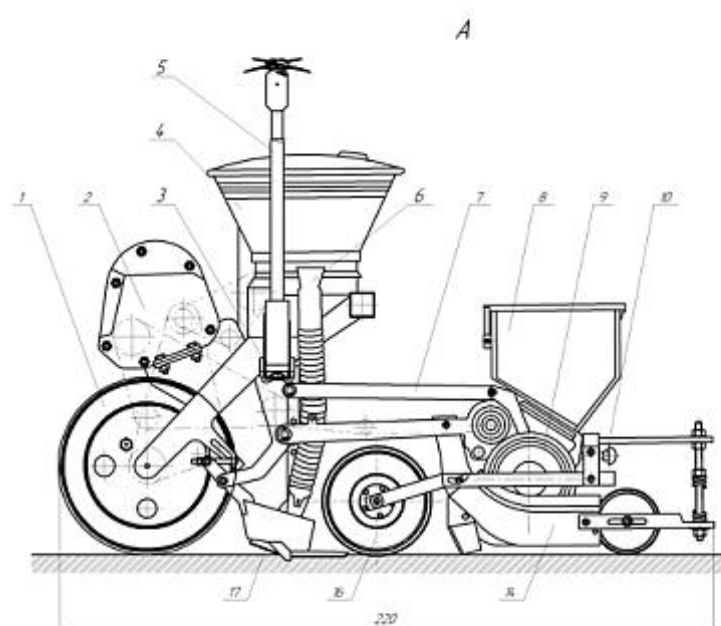
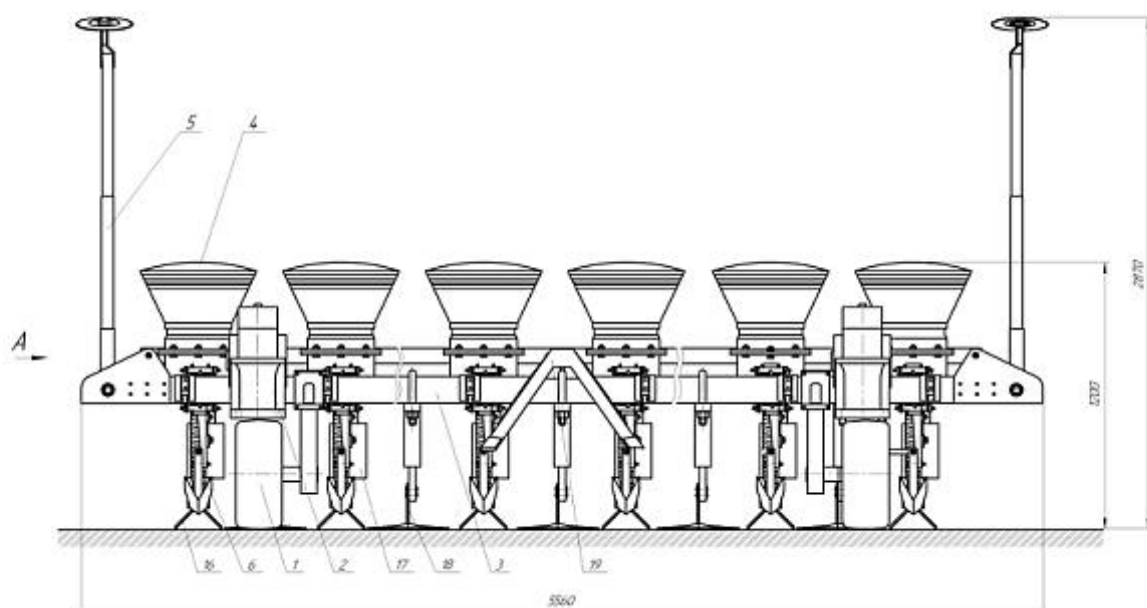
410 GOTO 490
420 FOR I=1 TO N:P(I)=B(I):Y(I)=B(I):X(I)=B(I):NEXT I
430 GOSUB 2000:BS=1:PS=0
440 FI =Z:FB=Z
450 PRINT "ЗАМЕНА БАЗИСНОЙ ТОЧКИ"Z
460 FOR I=1 TO N:PRINT X(I);" ";:NEXT I:PRINT ""
470 REM (СЛЕДУЕТ ЗА КОММЕНТАРИЕМ В СТРОКЕ 395) И ПРОВЕСТИ
ИССЛЕДОВАНИЕ ВОКРУГ НОВОЙ БАЗИСНОЙ ТОЧКИ
480 J=1:GOTO 200
490 K=K/10
500 PRINT "УМЕНЬШИТЬ ДЛИНУ ШАГА"
510 IF K<1E-08 THEN GOTO 700
520 REM ЕСЛИ ПОИСК НЕ ЗАКОНЧЕН, ТО ПРИЗВЕСТИ НОВОЕ
525 REM ИССЛЕДОВАНИЕ ВОКРУГ НОВОЙ БАЗИСНОЙ ТОЧКИ
530 J=1:GOTO 200
535 REM ПОИСК ПО ОБРАЗЦУ
540 FOR I=1 TO N:P(I)=2*Y(I)-B(I)
550 B(I)=Y(I):X(I)=P(I):Y(I)=X(I)
560 NEXT I
570 GOSUB 2000:FB=FI:PS=1:BS=0:FI=Z
580 PRINT "ПОИСК ПО ОБРАЗЦУ"Z
590 FOR I=1 TO N:PRINT X(I);" ";:NEXT I:PRINT ""
600 REM ПОСЛЕ ЭТОГО ПРОИЗВЕСТИ ИССЛЕДОВАНИЕ ВОКРУГ
ПОСЛЕДНЕЙ ТОЧКИ ОБРАЗЦА
610 J=1:GOTO 200
700 PRINT " МИНИМУМ НАЙДЕН"
710 FOR I=1 TO N:PRINT "X" I ="P(I):NEXT I:PRINT ""
750 PRINT "МИНИМУМ ФУНКЦИИ РАВЕН"FB
760 PRINT "КОЛИЧЕСТВО ВЫЧИСЛЕНИЙ ФУНКЦИИ РАВНО"FE
790 END
2000 Z=F(X1,X2,...,XN)
2010 FE=FE+1
2020 REM СЧЕТЧИК КОЛИЧЕСТВА ВЫЧИСЛЕНИЙ ФУНКЦИИ
2030 RETURN

```

Лист примеч.		Формат	Знач.	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
						Документація		
		A1			ССТ 00.000 СБ	Складальне креслення		
						Складальні одиниці		
			1		ССТ 00.001	Колесо опорно-привідне	2	
			2		ССТ 00.002	Механізм передач	2	
			3		ССТ 00.003	Рама	1	
			4		ССТ 00.004	Бункер з тукоувисівним апаратом	6	
			5		ССТ 00.005	Маркер	2	
			6		ССТ 00.006	Тукопровід	12	
			7		ССТ 00.007	Підвіска паралелограмна	4	
			8		ССТ 00.008	Бункер для насіння	12	
			9		ССТ 00.009	Апарат насіннеувисівний	12	
			10		ССТ 00.010	Механізм регульований ходу сошників	12	
		A1	14		ССТ 00.014	Секція сошникова	12	
			16		ССТ 00.016	Колесо прикачувальне	12	
		A1	17		ССТ 00.017	Лапа плоскорізальна	12	
			18		ССТ 00.018	Пристрій причіпний	1	

Лист папир		Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Склад №						<u>Документація</u>			
		A1			ССТ 00.014 СБ	Складальне креслення			
						<u>Складальні одиниці</u>			
			1		ССТ 00.014.001	Котак	1		
			2		ССТ 00.014.002	Сошник	1		
						<u>Деталі</u>			
			3		ССТ 00.014.503	Поводок	1		
			4		ССТ 00.014.604	Вісь	1		
			5		ССТ 00.014.605	Пружина	1		
			6		ССТ 00.014.609	Гвинт	1		
Лист у вата						<u>Стандартні вироби</u>			
						Гайки ДСТУ 5927-99			
			7		M14x1,25		2		
			8		M22x1,5		4		
					Шайби ДСТУ 6402-99				
			9		12.008H		2		
			10		22.008H		1		
Лист № папир						ССТ 00.014			
		Ізм. Лист				№ докум.			
		Разроб.				Рябошанка			
		Проб.				Осипов			
		Нконтр.				Мачок			
		Утв.				Сіренко			
Секція сошникова						Лист	Лист	Листов	
						-		1	
						ЦНТУ, гр. АІ-20М(1,4)-1			

[illegible]



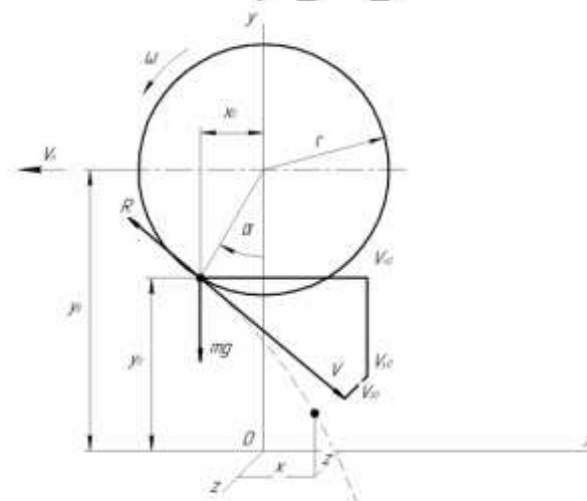
1. Подшипник - шарики 10-15 ДСТУ 6465-99 по зручності 10-15
ДСТУ 6465-99
2. Після роботи машини перевернути надвішність кріплення башки
3. Після роботи машини перевернути башку
4. Підшипник для башки

ССТ 00.000.00 СБ				Система бухгалтерії			
№	Вид	Вид	Вид	№	Вид	Вид	Вид
1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9	9	9
10	10	10	10	10	10	10	10

Формат А1

Моделювання руху насіння

НА 100.001.127

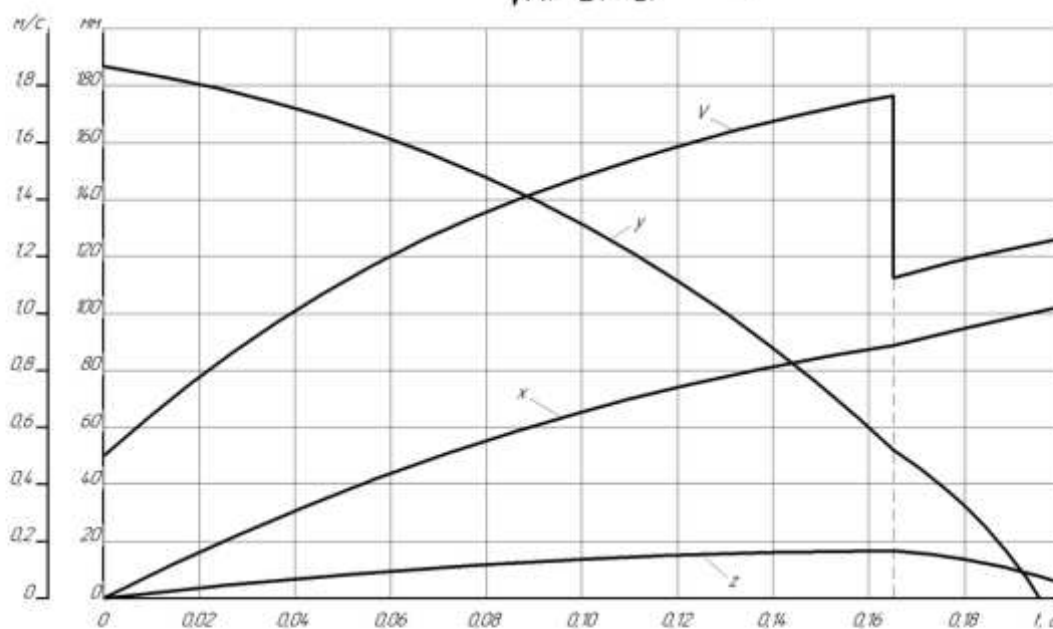


$$m \frac{dV_x}{dt} = R_x; \quad m \frac{dV_y}{dt} = R_y; \quad m \frac{dV_z}{dt} = R_z; \quad (1)$$

$$\text{Сила аеродинамічного опору} \quad R = mg \frac{V^2}{V_{кр}^2} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \text{Початкові умови} \quad V_{0x} &= \omega r \cos(\alpha); & x_0 &= -r \sin(\alpha); \\ V_{0y} &= \omega r \sin(\alpha); & y_0 &= y_0 - r \cos(\alpha); \\ V_{0z} &= \text{const}; & z_0 &= 0. \end{aligned} \quad (3)$$

$$\text{Умова удару} \quad d = \frac{A_1 x + B_1 y + C_1 z + D_1}{\sqrt{A_1^2 + B_1^2 + C_1^2}} \leq \frac{d_c}{2} \quad (4)$$



				ССТ 00.001 НЧ		
Відомо	Відомо	Відомо	Відомо	Моделювання руху насіння		
Результат	Результат	Результат	Результат	Відомо	Відомо	Відомо
Відомо	Відомо	Відомо	Відомо	ЦНТУ, гр. АІ-20М1(4)-1		

Копія

Варіант А2

Оптимізація положення точки сходу насіння з диска

$$x = (V_{\pi} - V_{ox}) t_{\pi} \rightarrow \min, \quad (1)$$

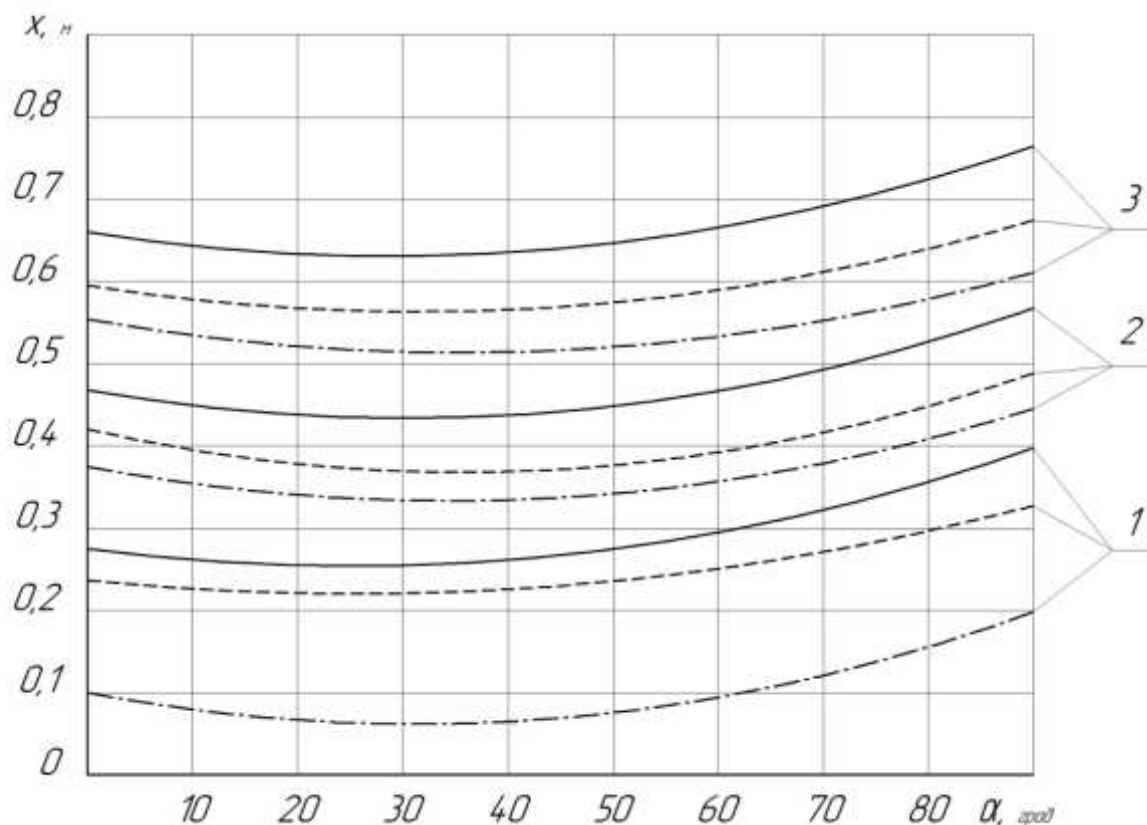
де V_{π} – швидкість посівного агрегату, м/с.

$$\text{Час падіння} \quad t_{\pi} = [-V_{oy} + \sqrt{V_{oy}^2 + 2g(y_{\theta} - r \cos(\alpha))}] g^{-1} \quad (2)$$

$$x=0 \quad \text{при} \quad V_{\pi} = \omega r \quad \text{або} \quad y_{\theta} = r \cos(\alpha) \quad (3)$$

$$\text{Цільова функція} \quad Q = x(\alpha) \rightarrow \min \quad (0^{\circ} \leq \alpha \leq 90^{\circ}) \quad (4)$$

$$\alpha_{\text{опт}} = 25 \dots 35^{\circ} \quad (5)$$

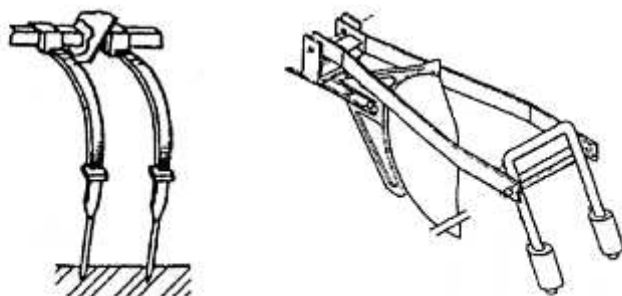


— $\omega r = 0,12$ м/с;
 - - - $\omega r = 0,36$ м/с;
 - · - $\omega r = 0,55$ м/с;
 1 - $V_{\pi} = 1,5$ м/с; 2 - $V_{\pi} = 2,5$ м/с;
 3 - $V_{\pi} = 3,5$ м/с.

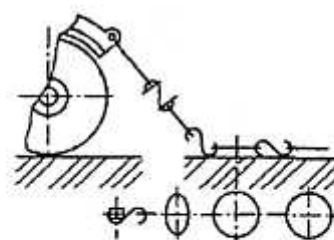
				ССТ 00.002 НЧ		
Відділ	Місця	Розр.	Відп.	Оптимізація положення точки сходу насіння з диска		
Розроб.	Розробка	Відп.	Відп.	Лист	Різдво	Різдво
Голова	Голова			Лист	Лист	Лист
Відп. за	Відп. за			ЦНТУ, гр. АІ-20М1(4)-1		
Відп. за	Відп. за			Варіант А2		

Робочі органи для загортання борозен

Пальцьові загортачі



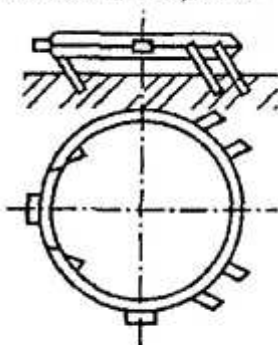
Кільцевий шлейф



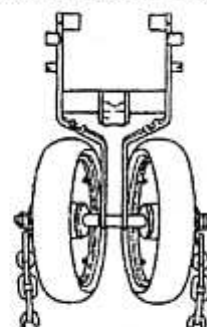
Ланцюговий шлейф



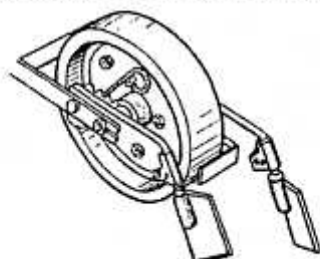
Кільцева борінка



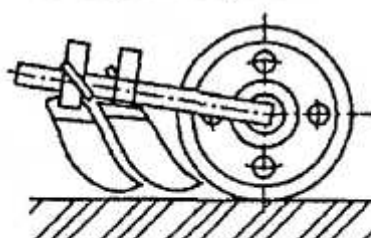
Ущільнювальний коток



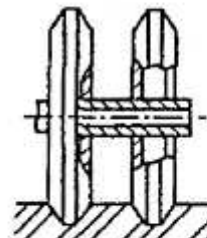
Коток з загортачами



Полицеві загортачі



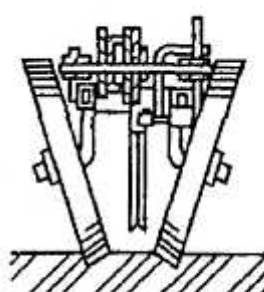
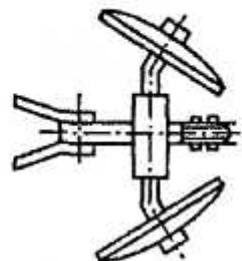
Клиноподібний коток



Конічні котки

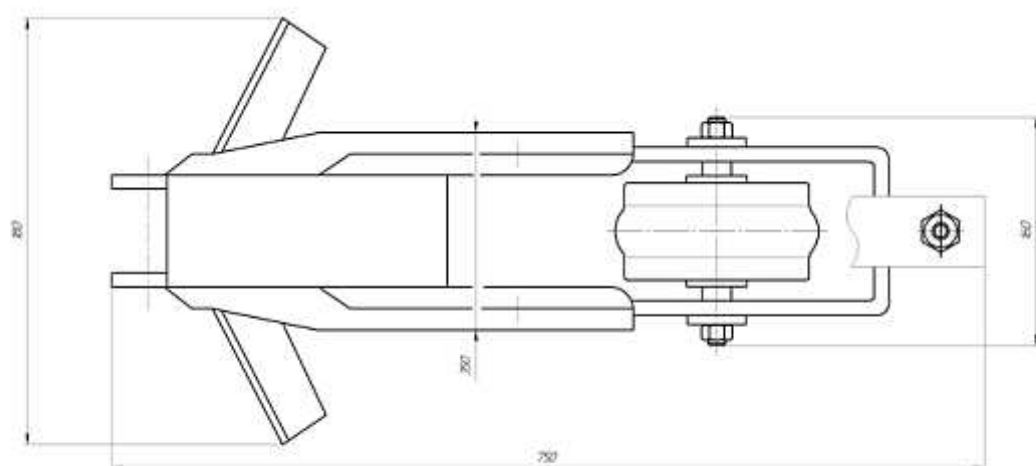
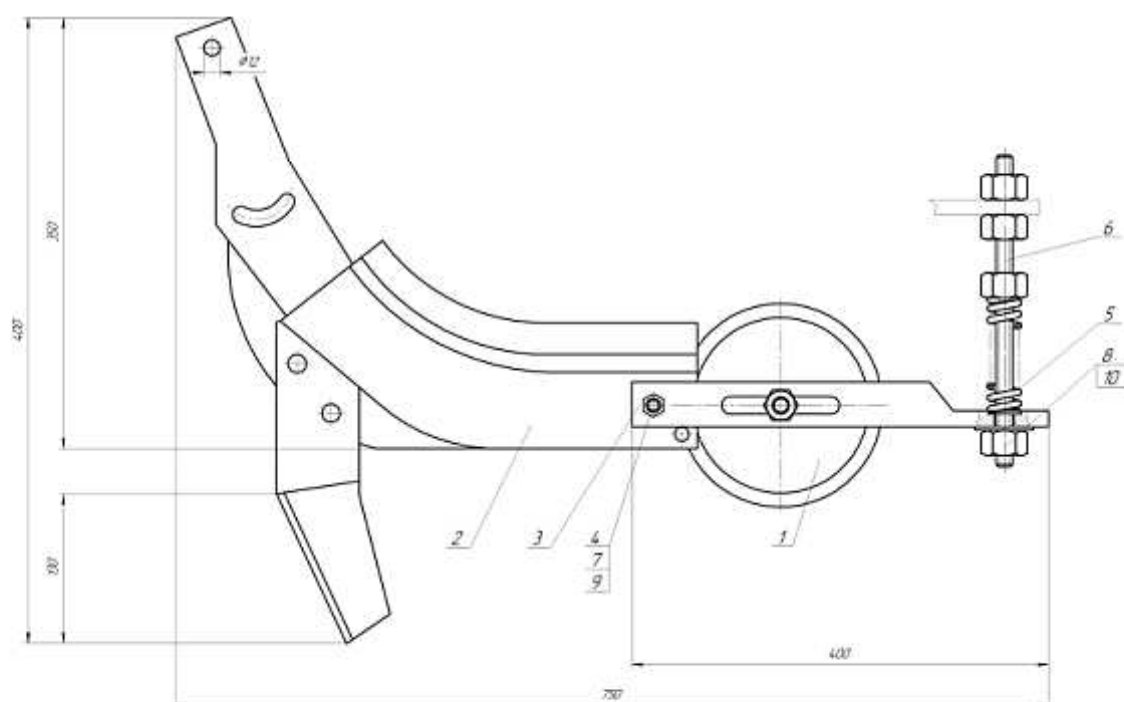


Дискові загортачі



ССТ 00.003 НЧ									
Робочі органи для загортання борозен									
—									
ШНТ до А-20М(4-1)									

ССТ 00.003 НЧ
Робочі органи для загортання борозен
ШНТ до А-20М(4-1)



1. Покрытие - эмаль ПФ-115 ГОСТ 6465-76 по стандарту
ПФ-020 ГОСТ 18186-99
2. Размеры даны в миллиметрах.

ССТ 00014 СБ									
№ п/п	№ документа	Дата	Исполнитель	Проверенный	Секция	И.И.	И.И.	И.И.	И.И.
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9	9	9	9	9

Исполнитель

Проверенный

