

Центральноукраїнський національний технічний університет
Агротехнічний факультет
Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”
Зав. кафедрою СГМ
к.т.н., доцент
_____Сергій ЛЕЩЕНКО
“ ____ ” _____ 2024 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА
за другим (магістерським) рівнем вищої освіти
на тему:

«Механізація вирощування сої з обґрунтуванням конструкції
висівного апарата пневмомеханічного типу»

Виконав здобувач вищої освіти __П__ курсу,
групи АІ-22МЗ(1,4)
ОПП «Агроінженерія»
спеціальності 208 «Агроінженерія»
_____ Нех Юрій Миколайович
« ____ » _____ 2024 р.

Керівник проекту
доцент, канд. техн. наук
_____ Дмитро ПЕТРЕНКО
« ____ » _____ 2024 р.

Рецензент
доцент, канд. техн. наук
_____ Володимир ДУДІН
« ____ » _____ 2024 р.

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітки
				Документація загальна		
				Заново розроблена		
A4			MBC 00.000 ПЗ	Пояснювальна записка	1	
				Документація з		
				технологічної частини		
A1			MBC 00.000 ТЧ	Операційно-технологічна	1	
				карта		
				Документація		
				по складальних одиницях		
A1			MBC 00.022.00 СК	Висівний апарат	1	
A3			MBC 00.022.003.02 СК	Висівний диск	1	
				Документація по деталях		
A3			MBC 00.022.003.405	Висівний диск	1	
A3			MBC 00.022.003.404	Ворушилка	1	
A3			MBC 00.022.003.427	Додатковий диск	1	
				Документація з наукової		
				частини		
A1			MBC 00.001 НЧ	Програма та результати	1	
				експериментальних досліджень		
A1			MBC 00.002 НЧ	Результати досліджень	1	

Зміст

Номер розділу	Структурна одиниця і розділ	Сторінка
1	Вступ	
2	Технологічна частина	
3	Наукова частина	
4	Охорона праці	
5	Економічна частина	
6	Загальні висновки	
-	Список використаної літератури	
-	Додатки	

1. Вступ

Крайніми роками можемо спостерігати як в системі сівозмін, так і в системі продовольчого та кормового виробництва зростаючу роль бобових культур. За останні десятиліття у структурі вітчизняного землеробства спостерігаються зміни у видовому складі сегменту бобових культур, зокрема культури, які традиційно вважалися як основні перейшли до групи дотаційних, і навпаки, ті які не були значно поширені або взагалі не були культивованими аграрним сектором України, почали активно вирощуватись [1, 2].

Найбільше поширення серед бобових культур нині займає соя, оскільки обсяги її вирощування за останні десятиріччя наблизились до обсягів вирощування зернових та олійних культур. Так, згідно зі статистичними даними, виробничі потужності сої досягають близько 30% в структурі продуктової групи нашої держави. Цей факт пов'язаний з стабільним попитом на дану культуру, при цьому рівень її врожайності весь час зростає [1, 2] і при дотриманні правильної агротехніки потенційна врожайність переважної більшості сортів становить понад 3,0 т/га, а найбільш інтенсивних і більше 5,0 т/га [6].

Досягти прогнозованої врожайності можливо лише при дотриманні науково-обґрунтованої агротехнології, агротехнічних вимог і прийомів, та агростроків виконання операцій. Це дозволить знизити дію несприятливих агрокліматичних факторів та нівелювати загрози втратити врожай.

При вирощуванні сільськогосподарських культур однією з операцій, яка дозволяє отримати максимальні значення потенційної врожайності, є посів. При посіві закладаються основи для формування дружніх сходів, забезпечення вчасного якісного виконання операцій по догляду за посівами та збирання врожаю.

Метою даної роботи є підвищення ефективності вирощування сої шляхом обґрунтування агротехнологічних прийомів її районування з удосконаленням системи посіву.

					МВС 00.000 ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Нех				Пояснювальна записка	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевірів	Петренко							
Н. контр.	Мачок					ЦНТУ, гр. АІ-22МЗ(1,4)		
Затверд.	Лещенко							

2. Технологічна частина

2.1. Агротехнологія та агротехніка вирощування сої

В першу чергу необхідно визначитися з місцем даної культури в системі сівозміни. Соя характеризується вимогливістю до забур'яненості поля, особливо в перші фази розвитку до змикання листової маси. Крім того, при виборі попередника необхідною умовою є умова залишення запасів води і поживних елементів в ґрунті. Згідно з дослідженнями [1-3] при правильно підібраному попереднику спостерігається підвищення врожайності сої в межах від 1,5 до 2,5 ц/га при інших ідентичних умовах.

Серед кращих попередників культури можна виділити озимі зернові, що пов'язано з відносно раннім їх збиранням, і, відповідно, можливістю виконувати основний обробіток ґрунту в декілька етапів. При дотриманні умови забезпечення чистоти полів від бур'янів соя розміщується також і після зернових ярих культур, в тому числі кукурудзи, коренебульбоплодних та овочевих культур. Ротація сої на попередньому місці вирощування повинна відбуватися згідно рекомендаціям не раніше ніж через 3-4 роки [2, 3]. Серед не рекомендованих попередників слід відзначити соняшник, який виснажує ґрунт, а також сидеральні та багаторічні бобові трави. Відповідно до спільних хвороб та шкідників не можна в якості попередника використовувати і зернобобові культури.

Також вимогою до посівів сої, що пов'язано з необхідністю запобігти ураженню спільними шкідниками, є розміщення посівів не ближче 500 м від насаджень акації та полів з зернобобовими та бобовими культурами.

Натомість, коренева система сої сприяє накопиченню азотних поживних речовин, поліпшує структуру ґрунту, посилює активність мікроорганізмів і процеси нітрифікації, тож культура є цінним попередником для інших культур [2-8].

Вимоги до системи живлення сої. На формування 1 т зернової частини культура може виносити з ґрунту близько 40 кг фосфорних і калійних речовин, та в межах 70-100 кг азотних [2-5]. Це є свідченням того, що соя є досить вимогливою рослиною до мінерального живлення, а також позитивно реагує на внесення добрив.

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Так дослідженнями [4, 5] встановлено, що під час фази цвітіння і при формуванні бобів відбувається максимальне споживання азоту, при цьому калійні речовини інтенсивно засвоюються впродовж 90 днів у післясходовий період.

Як зазначалося, соя дуже добре сприймає удобрення, внесені під попередника, тому планування агротехніки її вирощування стосовно забезпечення поживними речовинами повинно враховувати цю обставину. Крім того, переважну частину потреб в азоті (близько 70 %) рослина задовольняє власними зусиллями за рахунок симбіозу з азотфіксуючими бактеріями, а також завдячуючи інтенсивному поглинанню елементів живлення, які перебувають в ґрунті у важкодоступній формі [2-6].

Узагальнені дані наукових досліджень [4, 5, 7, 8] засвідчують, що при районуванні сої в умовах північного Степу при середньому забезпеченні ґрунту поживними елементами, орієнтовними нормами внесення мінеральних добрив є N30-40P45-60K35-60. При цьому необхідна доза та склад добрив уточнюється для умов вирощування в кожному господарстві відповідно до вмісту поживних речовин в ґрунті, системи удобрення попередників та необхідною величиною урожайності. Стартові дози мінеральних добрив рекомендовано внести під основний обробіток ґрунту, для чого використовують розкидачі мінеральних добрив типу РНД-1000 Н (рис. 2.1, а), МВУ-5 (-6, -8, -12), РУМ-4 (рис. 2.1, б) та ін.



а)



б)

Рис. 2.1 – Розкидачі мінеральних добрив: а) РНД-1000 Н; б) РУМ-4

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В подальшому добрива вносяться: при проведенні посіву до рядків вносять фосфорні добрива чи комплексні (н-д N10P10K10), якщо не вносились стартові під основний обробіток, а в умовах достатнього зволоження виконують підживлення комплексними добривами, наприклад N20P20, у фазі цвітіння.

Дослідженнями [2, 4, 7] доведена ефективність сумісного використання мінеральних та бактеріальних добрив, що сприяє створенню найбільш сприятливих умов для поєднання в єдину систему таких біологічних процесів як фотосинтез та біологічна фіксація азоту. Так, за результатами інокуляції насіннєвого матеріалу сої бактеріальними препаратами, такими Нітрогін, Ризоторфін та ін., дослідники отримали підвищення врожайності сої на 2-4 ц/га [5, 7].

Підготовка ґрунту для сої після попередника залежить від виду попередника, періоду його збирання, прийнятої в господарстві системи землеробства, а також повинна враховувати типи ґрунтів, рівень їх засміченості та вологості.

Вирощування культури після зернових колосових, які залишають по собі значну стерньову масу, необхідно виконати її подрібнення та заробку в ґрунт. Для цих цілей застосовують операцію луцення стерні луцильниками чи дисковими боролами (рис. 2.2, а).



а)



б)

Рис. 2.2 – Луцильники: а) дисковий ЛДФ-2,5 CASPAR компанії "Фаворит";
б) плуг-луцильник лемішний ПЛЛ-10-25

Глибина та кількість проходів залежать від стану ґрунтового середовища та його засміченості. Умовно чисті від бур'янів поля обробляють шляхом проведення

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

однократного лушення на глибину 6-8 см, натомість наявність суттєвого засмічення бур'янами вимагає проведення пошарової обробки – перший дисковими луцильниками на глибину 6-8 см, наступний – лемішними луцильниками (рис. 2.2, б), можливо використати і плоскорізи, на глибину 10-12 см, за необхідності і 12-14 см, що дозволить виконати підрізання кореневої системи [1, 3, 8].

Також агротехніка вирощування сої на вельми засмічених полях передбачає між лушенням стерні та глибоким обробітком обробку полів ґрунтовими гербіцидами [2, 3]. Серед основних глибоких обробітків ґрунту виділяють наступні технології – обробіток на глибину 25-27 см з перевертанням скиби, для чого використовують плуги (рис. 2.3, а), та безполицевий обробіток на глибину до 20 см плоскорізними знаряддями чи до 45-60 см глибокорозпушувачами або чизелями (рис. 2.3, б).



а)



б)

Рис.2.3 – Знаряддя для глибокого обробітку ґрунту: а) плуг ексцентричний 4-х корпусний Demetra; б) глибокорозпушувач серії Bravo на 7 лап

За умови застосування гербіцидної технології культивування сої можливе використання мінімальних (Mini-Till) та нульових (No-Till) систем обробки ґрунту [2].

Весняна підготовка ґрунту проводиться за досягнення ним фізичної стиглості і передбачає знищення бур'янів та вирівнювання поверхні поля шляхом проведення боронування зубовими боронами та суцільної культивації. Культивація проводиться

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

на глибину 10-12 см, при цьому, як правило, виконують одночасне боронування. Безпосередньо перед посівом передбачають виконання другої культивуації з боронуванням, при цьому глибина обробітку повинна відповідати глибині загортання насіння [2, 3, 8]. Гербіцидна технологія передбачає внесення ґрунтових гербіцидів безпосередньо перед другою культивуацією або одразу після посіву [2, 3, 8].

До вибору сортів сої необхідно підходити з позиції адаптації до ґрунтово-кліматичних умов вирощування, прийнятої технології, бажаної врожайності і призначення. Для агросектору України доступно понад 60 сортів сої, які пропонуються як вітчизняними, так і зарубіжними виробниками. Так для умов Степу та Лісостепу Інститут с. г. Степу НААН пропонує ранньо- та середньостиглі сорти з потенційною врожайністю 35-38 ц/га [6].

Підготовка насіння сої до посіву передбачає протруювання від шкідників і хвороб та обробку бактеріальними препаратами, які додатково містять в своєму складі мікроелементи і стимулятори росту [2, 3, 6-8].

Висів насіння сої починають за умов прогрівання ґрунту до температури 12-14⁰С на глибині загортання, оскільки сівба у непрогрітий ґрунт призводить до ураження посівмату хворобами і в подальшому зріджених та недружніх сходах. Натомість при пізніх строках посіву спостерігається зниження польової схожості насіння, оскільки верхній шар ґрунту пересихає.

Сіють сою, як правило, широкорядним способом, використовуючи ширину міжрядь 45 см, зрідка застосовують ширини 30 см і 60 см. На полях, де підтримуються відносно чисті від бур'янів поля та застосовуються високоінтенсивні гербіциди, рекомендовано також використовувати звичайний рядковий спосіб сівби з міжряддям 15 см [2, 4], який сприяє рівномірнішому доступу рослин до вологи, поживних елементів та світла.

Посів насіння сої виконують за допомогою як спеціальних соєвих сівалок типу ССН-5,8 Д, або універсальними для точного висіву (рис. 2.4, а) з міжряддям 45-60 см чи зерновими (рис. 2.4, б), які дозволяють отримати міжряддя 15 см.

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



а)



б)

Рис. 2.4 – Сівалки для посіву сої: а) сівалка універсальна для точного висіву СПМ-8 (М) від Demetra; б) сівалка зернова ДТЗ СЗ-14Т

Норму висіву сої буде залежати від сортових особливостей, ґрунтово-кліматичних умов місцевості вирощування, якості посівмату та способу сівби. За умови посіву широкорядним способом в умовах північного Степу рекомендовані середні норми висіву знаходяться в межах 320-540 тис./га, натомість при рядковому посіві найбільш раціональними є норми в межах 520-680 тис. штук схожих насінин на 1 га [1-3].

Важливим є також дотримання точності глибини заробки насіння, яка для достатньо зволжених ґрунтів становить 3-4 см, а при дещо пересохлому верхньому шарі – 4-6 см [2, 3]. При сівбі однією з умов якісного закладання насіння є прикочування посівів, що дозволяє забезпечити кращий контакт насіння з ґрунтовим середовищем. Прикочування або забезпечується відповідними робочими органами сівалки, які розміщені за сошником групою, або виконується одразу вслід за сівбою котками.

Основними задачами, які виникають в період догляду за посівами є боротьба з бур'янами та підтримка відповідного фітосанітарного стану. Серед найпоширеніших операцій по боротьбі з бур'янами механічним способом є до- і післясходове боронування, а також виконання міжрядкових культивацій. До виконання даних операцій ставляться жорсткі вимоги стосовно строків виконання, оскільки вони

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для виконання до- і післясходового боронування застосовують легкі чи середні зубові борони (рис. 2.5, а), а самі операції планують – досходову за 3-5 днів після сівби, оскільки при цьому бур'яни знаходяться у фазі “білої ниточки”, післясходову в період перебування рослин у фазі першого справжнього листка [1-3].



A red agricultural machine, likely a plow or harrow, with multiple blades and a large black tire, parked outdoors. The machine is red with a black top cover and is equipped with several curved blades and a large rear tire. It is parked on a dirt surface with other equipment and a cloudy sky in the background.

6)

Глибина виконання першої культивування повинна становити 5-6 см, при цьому ширина захисної зони встановлюється в межах 8-10 см, а терміни виконання складають 8-12 днів після появи сходів. Перший обробіток виконують одnobічними лапами-бритвами, які встановлені на міжрядному культиваторі (рис. 2.5, б). Друга обробіток виконується стрілочастими лапами і супроводжується розпушенням міжрядь, виконується на глибину до 10 см в період до 10 днів після першого обробітку, з врахуванням періоду утворення другої-третьої пар справжніх листків. В подальшому міжрядні обробітки планують в залежності від стану посівів та стану ґрунтового середовища [3, 8].

За необхідності, наприклад за недостатності елементів живлення у відповідних фазах розвитку або ж з метою покращення розвитку бульбочкових азотфіксуючих бактерій, які зосереджені на корінні рослин, проводиться і підживлення рослин одночасно з міжрядним обробітком, для чого застосовують культиватори-рослинопідживлювачі (рис. 2.5, б) [2, 3].

Так перше (прикореневе) підживлення можна рекомендувати виконати у фазі бутонізації, при цьому вносяться азотно-фосфорні речовини в пропорціях N20-30P20, натомість друге (позакореневе) планують у фазі утворення зелених бобиків, застосовуючи комплексні речовини типу N10-20P20-30K20 з додаванням мікроелементів (н-д сірки і молібдену), які дозволять отримати зерно вищої якості.

За умов, коли було проведено якісну підготовку ґрунту, а внесені ґрунтові гербіциди, в тому числі перед посівом, виявили позитивну дію, достатньо виконати одне міжрядне розпушення ґрунту глибиною 5-6 см. При цьому, у період вегетації при появі бур'янів необхідно внести страхові гербіциди [2-4].

Для убезпечення ураження посівів сої шкідниками, особливо в період коли відбувається закладання генеративних органів і формування насіння, проводиться відповідний фітосанітарний контроль та, за необхідності, поля обробляються інсектицидами.

Збирання врожаю сої виконують прямим комбайнуванням в період досягнення фази повної стиглості, що характеризується скиданням рослинами листя, при цьому вологість масивів знаходиться в межах 13-14% і відповідно насіння 16-18 %. За таких умов насіння набуває характерної властивості легко відокремлюватись від ступок бобу, тобто відносно легко вимолочується і майже не травмується. На збиранні сої застосовують зернозбиральні комбайни з встановленим низьким зрізанням.

Якщо погодні умови в період досягання, особливо середньостиглих сортів, характеризуються підвищеною вологістю внаслідок випадіння дощів рекомендується виконати під час фази початку побуріння бобиків нижніх і середніх ярусів операцію обробки посівів десикантами, що дозволить прискорити одночасне «досягання» рослин.

Зважаючи на наведений аналіз агротехнічних особливостей вирощування, нами виконано розробку технологічної карти вирощування сої (рис. 2.6), в якості посівного матеріалу, який найкраще пристосований до умов нашого регіону, обрано сорт вітчизняної селекції Ромашка, планова врожайність якого становитиме 34 ц/га.

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Культура	Соя	Всього насіння, т		3,273	Бактеріальні добрива, кг (Ризогумін)		6,546	Урожайність, ц/га		Володів збір, ц			
Сорт	Ромашка	Система удобрення, кг			Гербіцид, л (Есгард 2 л/га)		60	зерна		1020			
Попередник	Озимий ячмінь	- нітраамфоска 16:16:16		60	Гербіцид, л (Харнес 15 л/га)		45	соломи		-			
Площа, га	30	- аміачна селітра		16,5	Гербіцид, л (Базарган 2,5 л/га)		75						
Норма висіву, кг/га	109,1	- суперфосфат простий гранульований		21									
№	Найменування робіт	Об'єм, га	Обсяг робіт		Склад агрегату	Обслуговувачий персонал				Норма виробитку	Кількість нормозмін	Затрати праці, год-год	
			у ф. об.	в год		трактористи, машиністи	робітники ручної праці		механізатори			інші	
							кількість	розряд					
1	2	3	4	5	6	8	9	11	12	14	15	16	17
1	Лущення стерні	га	30	5,773	T-150K	1	V	-	-	29,1	1,03	8,2	-
2	Надантаження мінеральних добрив	т	6,9	-	вручну	-	-	2	II	8,0	0,86	-	13,8
3	Транспарпування мінеральних добрив	т	6,9	-	ГАЗ-53	1	-	-	-	погод.	2,2	17,6	-
4	Внесення мінеральних добрив	га	30	3,733	MT3-80	1	IV	-	-	45,0	0,67	5,3	-
5	Чизелювання на 30-35 см	га	30	67,12	MT3-90	1	VI	-	-	5,9	5,08	40,7	-
6	Ранньовесняне боронування	га	30	4,648	T-150	1	V	-	-	85,2	0,35	2,8	-
7	Транспарпування води і отрутохімкатів	т	12	-	ГАЗ-53	1	-	-	-	погод.	0,94	5,6	-
8	Внесення гербіцидів	га	30	3,938	MT3-80	1	VI	1	IV	32	0,94	5,6	5,6
9	Передпосівна культивация	га	30	14,24	T-150K	1	VI	-	-	27,8	1,08	8,6	-
10	Обробка насіння Ризогуміном	т	3,273	-	вручну	-	-	1	IV	5,7	0,57	-	3,4
11	Надантаження насіння	т	3,273	-	вручну	-	-	1	II	4,0	1,00	-	8,0
12	Транспарпування насіння	т	3,273	-	ГАЗ-53	1	-	-	-	погод.	1,00	8,0	-
13	Сівба	га	30	13,2	MT3-90	1	V	1	IV	30,0	1,00	8,0	8,0
14	Коткування посіву	га	30	6,72	MT3-80	2	IV	-	-	50,0	0,6	9,6	-
15	Транспарпування води і отрутохімкатів	т	12	-	ГАЗ-53	1	-	-	-	погод.	0,94	5,6	-
16	Внесення гербіцидів	га	30	3,938	MT3-80	1	VI	1	IV	32,0	0,94	5,6	5,6
17	Збирання врожаю з подрібненням соломи	га	30	-	Сампо-500	1	VI	1	IV	20,0	1,5	12,0	12,0
18	Транспарпування зерна	т	1020	-	ГАЗ-53	1	-	-	-	погод.	1,5	12,0	-
19	Післязбиральна обробка зернової маси	т	1020	-	ЗАВ-20	1	V	3	III	30,0	2,0	16,0	48,0
	Разом по культурі	-	-	123	-	-	-	-	-	-	-	171	104

Рис. 2.6. Технологічна карта

2.2. Обґрунтування операційної карти посіву сої.

Табл. 2.1 – Характеристика умов виконання операції

Показники операції	Ознаки показників
Засіб агрегування	МТЗ-90
Марка сівалки	Весна-8
Площа поля, га	30,0
Довжина гонів, L м	720
Фон поля	Підготовлений до сівби
Кут підйому, %	до 5

Агротехнічні вимоги до операції.

Сівбу виконувати при досягненні температури верхнього шару ґрунту 12-14°C, посівмат повинен відповідати 1 класу і бути обробленим препаратом Ризоторфін. Час сівби на одному полі не повинен перевищувати 3 днів.

Відхилення від встановленої глибини загортання насіння та туків не більше 15 %, норми висіву насіння ± 3 %, туків ± 10 %; відхилення нерівномірності висіву окремими апаратами сівалки – насіння в межах 3 %, добрив – не більше 10 %; стикові міжряддя у суміжних сівалок та суміжних проходах забезпечити з відхиленням відповідно не більше ± 2 см та ± 5 см. Наявність огріхів та незасіяних поворотних смуг не допускати. При посіві на похилих ділянках виконувати проходи агрегату впоперек схилу.

Комплектування і підготовка посівного агрегату до роботи.

Підготовку трактора і сівалки до роботи, складання агрегату та перевірочні роботи виконувати згідно правил експлуатації та агротехнічних вимог. Перед початком роботи та після її виконання провести щозмінне технічне обслуговування.

Перед початком робіт сівалку встановлюють на регульовальному майданчику, де розміщують робочі органи відповідно до ширини міжряддя,

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

проводять перевірку комплектності, технічного стану робочих органів (висівні апарати, сошнікова група), механізмів передач та додаткових елементів (насіenneпроводи, причіпний пристрій, поручні, захисні пристрої тощо). Відповідно до прийнятої норми внесення проводять регулювання норми висіву насіння і туків.

Кількість агрегатуємих сівалок має відповідати параметрам раціонального завантаження трактора. Площа, на якій працює один сівалочний агрегат повинна відповідати змінній роботі машин за одну добу.

Виконаємо обґрунтування вибору засобу агрегування згідно рекомендацій [9, 11].

1. Встановимо відповідність номінальних швидкостей передач (V_n^i) тяговому зусиллю на гаку трактора згідно з агротехнічно встановленими швидкостями посіву:

$$\begin{aligned} V_n^{IV} &= 7.04 \text{ км/год} & V_n^V &= 8.22 \text{ км/год} \\ P_{н.гак}^{IV} &= 14.3 \text{ кН} & P_{н.гак}^V &= 11.6 \text{ кН} \end{aligned}$$

2. Максимальна ширина захвату агрегату на зазначених передачах відповідно складатиме:

$$B_{max}^i = \frac{P_{н.гак}^i}{K_{п.о}^v + R_i'}$$

де $K_{п.о}^v$ – значення питомого опору (кН/м):

$$K_{п.о}^v = K_{п.о.0} [1 + \Delta (V_{роб}^i - V_{ном})]$$

$K_{п.о.0}$ – величина питомого опору ґрунту сівалочного агрегату за номінальної швидкості $V_{ном} = 5$ км/год, згідно [9, додатки табл. 15] ($K_{п.о.0} = 1,1 \dots 1,6$ кН/м);

Δ – величина приросту питомого опору, згідно [9, додатки табл. 10] ($\Delta = 1,5 \dots 3,0\%$);

$V_{роб}^i$ – робоча швидкість агрегату на відповідній передачі, км/год:

$$V_{роб}^i = V_n^i (1 - \frac{\delta}{100})$$

δ – коефіцієнт буксування, згідно [9, додатки табл. 10] ($\delta = 8 \dots 18\%$).

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Отже,

$$V_{\text{роб}}^{IV} = 7,04 \left(1 - \frac{18}{100} \right) = 5,8 \text{ км/год}$$

$$V_{\text{роб}}^V = 8,22 \left(1 - \frac{18}{100} \right) = 6,7 \text{ км/год}$$

Тоді:

$$K_{\text{п.о}}^{IV} = 1,6 \left(1 + \frac{2}{100} (5,8 - 5) \right) = 1,63 \text{ кН/м}$$

$$K_{\text{п.о}}^V = 1,6 \left(1 + \frac{2}{100} (6,7 - 5) \right) = 1,65 \text{ кН/м}$$

При русі агрегату на підйом виникає додатковий опір, який становить (кН/м):

$$R_i = \frac{G_{\text{сiв}}}{B_{k.\text{сiв}}} i$$

де $G_{\text{сiв}}$ – вага сівалки, згідно з технічними характеристиками $G_{\text{сiв}} = 31,4 \text{ кН}$;

$B_{k.\text{сiв}}$ – значення конструктивної ширини захвату сівалки, ($B_{k.\text{сiв}} = 5,6 \text{ м}$);

i – максимальне значення кута підйому місцевості, де відбувається посів (табл. 2.1)

Таким чином:

$$R_i = \frac{31,4}{5,6} \cdot \frac{5}{100} = 0,28 \frac{\text{кН}}{\text{м}}.$$

При цьому максимальна ширина захвату агрегату на відповідній передачі становить:

$$B_{\text{max}}^{IV} = \frac{14,3}{1,63 + 0,28} = 7,49 \text{ м},$$

$$B_{\text{max}}^V = \frac{11,6}{1,65 + 0,28} = 6,0 \text{ м}.$$

3. Максимальна кількість сівалок в агрегаті становитиме:

$$n_{\text{сiв}} = \frac{B_{\text{max}}^i}{B_{k.\text{сiв}}}$$

$$n_{\text{сiв}}^{IV} = \frac{7,49}{5,6} = 1,34 - \text{приймаємо 1 сівалку};$$

$$n_{\text{сiв}}^V = \frac{6,0}{5,6} = 1,07 - \text{приймаємо 1 сівалку}.$$

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Тяговий опір сівалочного агрегату складе:

$$R_{\text{сiв.агр}}^i = (K_{\text{п.о}}^v) B_{\text{роб}} \cdot n_{\text{сiв}} + R_{\text{зч}}$$

де $B_{\text{роб}}$ – величина робочої ширини захвату, м:

$$B_{\text{роб}} = B_{k.\text{сiв}} \cdot \beta$$

β – коефіцієнт, що встановлює ступінь використання конструктивної ширини агрегату, для сівалок універсальних $\beta = 1,0$ [9, додатки табл. 13];

$R_{\text{зч}}$ – питомий опір зчіпки, яка для нашого випадку відсутня;

$$R_{\text{сiв.агр}}^{IV} = (1,63) 5,6 \cdot 1 = 9,13 \text{ кН},$$

$$R_{\text{сiв.агр}}^V = (1,65) 5,6 \cdot 1 = 9,24 \text{ кН}.$$

5. Визначаємо ефективність використання тягового зусилля на гаку трактора:

$$\eta = \frac{R_{\text{сiв.агр}}^i}{P_{\text{н.гак}}^i}$$

$$\eta_{\text{тз}}^{IV} = \frac{9,13}{14,3} = 0,64,$$

$$\eta_{\text{тз}}^V = \frac{9,24}{11,6} = 0,79.$$

6. Порівняємо продуктивності агрегатів при роботі на різних передачах, га/зм:

$$W_{\text{зм}}^i = 0,1 \cdot B_{\text{роб}} \cdot V_{\text{роб}}^i \cdot T_{\text{роб}}$$

де $T_{\text{роб}}$ – робочий час зміни, год:

$$T_{\text{роб}} = T_{\text{н.зм}} \cdot \tau = 7 \cdot 0,84 = 5,88 \text{ год}.$$

$T_{\text{н.зм}}$ – нормативна тривалість зміни, год ($T_{\text{н.зм}} = 7$ год);

τ – ступінь використання часу зміни при сівбі ($\tau = 0,84$):

Змінна продуктивність на відповідних передачах:

$$W_{\text{зм}}^{IV} = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 5,8 \cdot 5,88 = 19,1 \frac{\text{га}}{\text{зм}},$$

$$W_{\text{зм}}^V = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 6,7 \cdot 5,88 = 22,1 \frac{\text{га}}{\text{зм}}.$$

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7. Витрати палива, які приходяться на одиницю роботи для різних передач становлять (кг/га):

$$Q_{\text{га}}^i = \frac{Q_{\text{зм}}^i}{W_{\text{зм}}^i}$$

де $Q_{\text{зм}}^i$ – змінні витрати палива на відповідній передачі, кг;

$$Q_{\text{зм}}^i = Q_{\text{роб}}^i \cdot T_{\text{роб}} + Q_{\text{хх}}^i \cdot T_{\text{хх}} + Q_{\text{зуп}}^i \cdot T_{\text{зуп}}$$

$Q_{\text{роб}}^i, Q_{\text{хх}}^i, Q_{\text{зуп}}^i$ – відповідно витрати палива на годину під час виконання робочих і холостих ходів, та під час зупинок агрегату з працюючим двигуном, кг/год;

$T_{\text{роб}}, T_{\text{хх}}, T_{\text{зуп}}$ – відповідно час виконання робочих і холостих ходів, та зупинок агрегату з працюючим двигуном

$$T_{\text{хх}} = T_{\text{зуп}} = \frac{T_{\text{н.зм}} - T_{\text{роб}}}{2} = \frac{7 - 5,88}{2} = 0,56 \text{ год.}$$

Тоді відповідно матимемо:

На четвертій передачі $Q_{\text{роб}}^{\text{IV}} = 16,4$ кг/год; $Q_{\text{хх}}^{\text{IV}} = 9,8$ кг/год; $Q_{\text{зуп}}^{\text{IV}} = 2$ кг/год;

на п'ятій передачі $Q_{\text{роб}}^{\text{V}} = 15,2$ кг/год; $Q_{\text{хх}}^{\text{V}} = 9,2$ кг/год; $Q_{\text{зуп}}^{\text{IV}} = 2$ кг/год.

Таким чином витрати палива на одиницю роботи становлять:

$$Q_{\text{га}}^{\text{IV}} = \frac{16,4 \cdot 5,88 + 9,8 \cdot 0,56 + 2 \cdot 0,56}{19,1} = 5,4 \text{ кг/га,}$$

$$Q_{\text{га}}^{\text{V}} = \frac{15,2 \cdot 5,88 + 9,2 \cdot 0,56 + 2 \cdot 0,56}{22,1} = 4,3 \text{ кг/га.}$$

Як бачимо з розрахунків, більш раціонально працювати сівалочним агрегатом у складі трактора МТЗ-90 та сівалки Весна 8 на п'ятій передачі, оскільки матимемо порівняно менші витрати пального при більшій продуктивності, при цьому тягового зусилля трактора вистачає для виконання роботи на цій передачі. Тому подальші розрахунки проводимо лише для вибраної передачі.

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Обґрунтуємо раціональну роботу агрегату в полі.

Перед початком роботи обов'язково провести огляд поля з метою усунення сторонніх предметів та перешкод. За наявності непереборних перешкод їх необхідно позначити вішками яскравого кольору.

При виконанні посіву сої найбільш раціональним є напрямок руху вздовж сторони гону $L_{\text{гон}} = 720$ м (табл. 2.1), а спосіб руху – човниковий.

Ширина поворотної смуги при посіві з застосуванням петльового способу повороту становитиме:

$$E_{\text{п.см}} = 3R_{\text{min}} + e$$

де R_{min} – мінімальне значення радіусу повороту односівалочного агрегату з начіпною машиною [9, додатки табл. 21]:

$$R_{\text{min}} = 1,1 \cdot B_{\text{роб}} = 1,1 \cdot 5,6 = 6,16 \text{ м}$$

e – довжина виїзду агрегату [9, ст. 51]:

$$e = (0,10 \dots 0,20) \cdot L_{\text{кін}} = 0,2 \cdot 2,4 = 0,48 \text{ м},$$

$L_{\text{кін}}$ – кінематична довжина сівалочного агрегату:

$$L_{\text{кін}} = L_{\text{тр}} + L_{\text{сіб}} = 1,3 + 1,1 = 2,4 \text{ м.}$$

$L_{\text{тр}}, L_{\text{сіб}}$ – відповідно величини кінематичних довжин трактора і сівалки Весна-8 [9, додатки табл. 22], м.

Таким чином, отримаємо розрахункове значення ширини поворотної смуги

$$E_{\text{п.см}} = 3 \cdot 6,16 + 0,48 = 18,96 \text{ м.}$$

Відповідно до раціональних умов роботи ширина смуги повороту повинна бути кратною ширині захвату агрегату, тобто

$$E_{\text{факт}} = k \cdot B_{\text{роб}} = 4 \cdot 5,6 = 22,4 \text{ м},$$

де k – кратність проходів агрегатом поворотної смуги:

$$k = \frac{E_{\text{п.см}}}{B_{\text{роб}}} = \frac{18,96}{5,6} = 3,4 \approx 4$$

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

З врахуванням змінної продуктивності одного агрегату та добової кількості змін (1...3) встановимо раціональну ширину загінки:

$$C_{\text{заг}} = \frac{10^4 \cdot (1 \dots 3) \cdot W_{\text{зм}}^V}{L_{\text{гон}}}$$

$$C_{\text{заг}} = \frac{10^4 \cdot 1 \cdot 22,1}{720} = 306,9 \text{ м.}$$

Відповідно до раціональних умов роботи ширина робочої загінки повинна бути кратною ширині захвату агрегату, тобто

$$C_{\text{факт}} = k \cdot B_{\text{роб}} = 54 \cdot 5,6 = 302,4 \text{ м,}$$

$$k = \frac{C_{\text{заг}}}{B_{\text{роб}}} = \frac{306,9}{5,6} \approx 54.$$

Загальне число робочих загінок для посіву сої складе:

$$n_{\text{заг}} = \frac{10^4 \cdot S}{L_{\text{гон}} \cdot C_{\text{факт}}}$$

де S – посівна площа (табл. 2.1), га;

$$n_{\text{заг}} = \frac{10^4 \cdot 30}{720 \cdot 302,4} = 1,4.$$

Таким чином, при проведенні посіву на 5 передачі трактора матимемо за однозмінної роботи 1 загінку шириною 302,4 м і 1 загінку шириною 114,2 м.

Використовуючи отримані розрахункові дані виконаємо оформлення операційно-технологічної карти посіву насіння сої, провівши додаткові розрахунки, які характеризують організаційні показники операції.

Один цикл роботи триватиме [9, ст. 60-68]:

$$T_{\text{ц}} = \frac{12 \cdot L_{\text{роб}}}{10^4 \cdot V_{\text{роб}}^V} + 2 \cdot T_n$$

де $L_{\text{роб}}$ – робоча довжина загінки,

$$L_{\text{роб}} = L_{\text{гон}} - 2 \cdot E_{\text{факт}} = 720 - 2 \cdot 22,4 = 675,22 \text{ м,}$$

T_n – час, який витрачається на поворот в кінці робочої загінки, $T_n = 1,5 \dots 2,0$ хв.

Отже:

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_{\text{ц}} = \frac{12 \cdot 675,22}{10^2 \cdot 6,7} + 2 \cdot 1,5 = 15,1 \text{ хв} = 0,25 \text{ год.}$$

Технічна циклова продуктивність становитиме:

$$W_{\text{ц}} = 0,1 \cdot B_{\text{роб}} \cdot V_{\text{роб}}^V \cdot T_{\text{ц}} \cdot \tau$$

$$W_{\text{ц}} = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 6,7 \cdot 0,25 \cdot 0,84 = 0,78 \frac{\text{га}}{\text{ц}}$$

Чисельність циклів за зміну:

$$n_{\text{ц}} = \frac{W_{\text{зм}}^V}{W_{\text{ц}}} = \frac{22,1}{0,78} = 28,3 \text{ ц/зм.}$$

Змінні витрати палива складуть:

$$Q_{\text{зм}} = Q_{\text{га}}^V \cdot W_{\text{зм}}^V = 4,3 \cdot 22,1 = 95,03 \text{ кг/зм.}$$

Наведені дані використовуємо для заповнення операційно-технологічної карти, наведеної в графічній частині.

Висновки по розділу

В розділі було проведено аналіз агротехнічних особливостей вирощування сої, базуючись на якому нами виконано розробку технологічної карти її вирощування. В якості посівного матеріалу, який найкраще пристосований до умов нашого регіону, обрано сорт вітчизняної селекції Ромашка, планова врожайність якого становитиме 34 ц/га.

Відповідно до завдання обґрунтовано параметри операції посіву сої, з врахуванням агротехнічних вимог виконано технологічні розрахунки операції, яка проводиться агрегатом у складі трактора МТЗ-90 та сівалки Весна-8, що має робочу ширину захвату 5,6 м. За результатами рекомендовано виконати посів сої на площі 30 га вказаним агрегатом на 5 робочій передачі, що дозволить забезпечити посів у встановлені агростроки при мінімальних затратах праці і енергетичних ресурсів.

Наведені технологічні розрахунки використані при оформленні операційно-технологічної карти на посів сої, яка наведена в графічній частині роботи.

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Наукова частина

3.1. Пошуковий аналіз можливості підвищення ефективності роботи пневмомеханічних висівних апаратів

Останніми роками все більшого розповсюдження набули сівалки, що оснащені пневмомеханічними висівними апаратами. Причин тому кілька, це і відносна простота конструкції, досить значна універсальність і пов'язана з цим легкість переналаштування на різні культури, делікатне відношення до посівмату, точність дозування та можливість виконувати посів на підвищених швидкостях руху агрегату [12-17]. Серед сівалок з пневмомеханічними висівними апаратами найбільш поширеними є апарати, що мають дисковий дозуючий елемент.

До посіву просапних культур пред'являються досить жорсткі вимоги стосовно рівномірного розподілу насіння в рядках, який, відповідно, формується за рахунок якісного дозування висівними апаратами. Так агрономіями встановлено межі пропусків у висіві не більше 2% та наявність двійників до 5%. Таким чином, однією з ключових задач, які ставляться до посівної секції є забезпечення точного дозування насіння з мінімальними відхиленнями від заданих норм висіву.

Як зазначалося, один з ключових елементів висівного апарата, який формує дозований потік насіння і, відповідно, забезпечує якість дозування є висівний диск. Нами проведено критичний огляд наукових досліджень конструкцій висівних апаратів пневмомеханічного типу [12-16], який дозволяє констатувати, що якість дозування, окрім конструкції висівного диску загалом, в тому числі залежить і від форми та параметрів дозуючих отворів, що приймають безпосередню участь в захопленні насіння в забірній камері та його виносі до місця скидання. Науковцями [12-16] запропоновано та досліджено різноманітні форми дозуючих отворів, зокрема циліндричні, конічні, тороїдальні тощо, які дозволяють вирішити питання якісного дозування, однак мають доволі високий рівень технологічності виготовлення, що впливає і на їх підвищену вартість.

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Саме тому нами розглядається необхідність і можливість підвищення ефективності роботи висівних систем сівалок точного висіву, а в якості досліджуваної системи обрано пневмомеханічний висівний апарат вітчизняного виробництва типу УПС, який використовують і в конструкціях сівалок Весна-8 та її модифікаціях.

Технологічний процес роботи класичного висівного апарата згаданого типу містить наступні етапи дозування. Із бункера насінини надходять до насінневої камери, де під дією вакууму захоплюються отворами висівного диска, який обертається у вертикальній площині. Задача оптимізації в цій частині полягає в гарантованому захопленні та винесенні за межі насінневої камери кожним отвором диска однієї насінини. Далі насіння переноситься диском до камери скидання, де відбувається його відрив від отвору та надходження до сошникової групи. Під час переміщення на насінини діє механізм скидання зайвого насіння, призначений, у випадку присмоктування до отвору більше однієї насінини, прибрати «зайві» залишивши лише одну.

Аналіз роботи пневмомеханічних висівних апаратів дозволив встановити, що головною причиною неякісного дозування є те, що при виносі з насінневої камери постає ряд перешкод для присмоктування насінини до отвору та її гарантованому виносу. По перше, для захоплення насінини вона повинна розташовуватись практично «ідеально» по відношенню до отвору, по друге, насінини, які знаходяться поряд з тою, яку «потрібно винести», здійснюють на неї тиск, який заважає їй надійно захопитися отвором. Таким чином, виникає необхідність підвищити величину вакууму, а це призводить до виносу одним отвором декількох насінин, тобто утворення так званих «двійників».

Науковцями кафедри СГМ ЦНТУ пропонується застосувати додатковий диск (рис. 3.1), який має концентрично розташовані по периферії напівотвори. Застосування такого додаткового диску дозволить створити підпір для насінини, яка присмокталася до отвору, уникнувши при цьому потреби в підвищенні величини вакууму, і таким чином вирішуючи проблему «двійників».

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

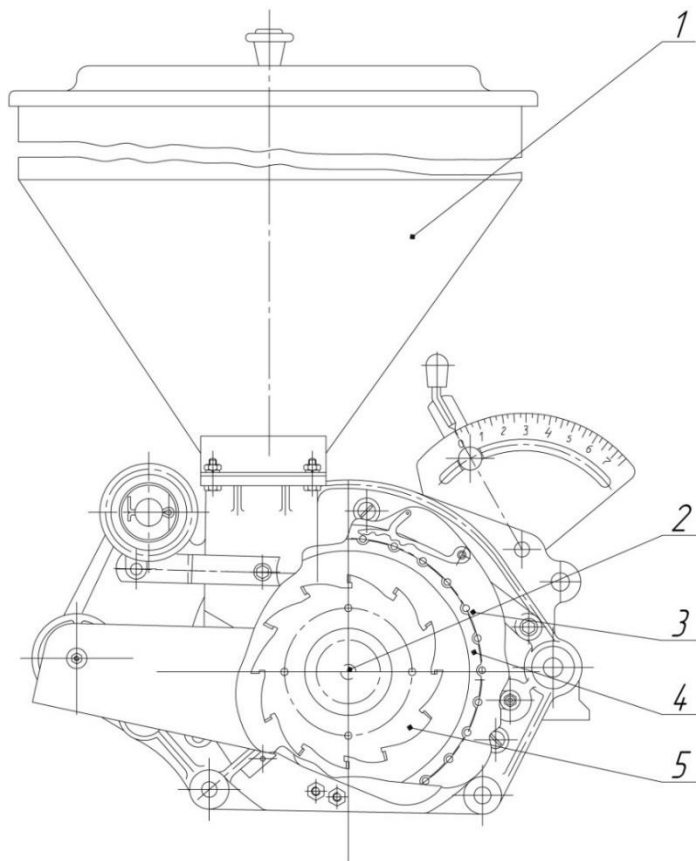


Рис. 3.1 – Запропонована конструкція висівного апарату
пневмомеханічного типу

1 – насіннєвий бункер; 2 – вал; 3 – основний дозуючий диск; 4 – додатковий
підпирний диск; 5 – ворушилка.

Отвори додаткового диску (рис. 3.2) мають діаметр d , який більший за середню величину умовного діаметра насінини в 1,2 – 1,3 рази, що додатково сприяє потраплянню до основного дозуючого отвору не більше однієї насінини.

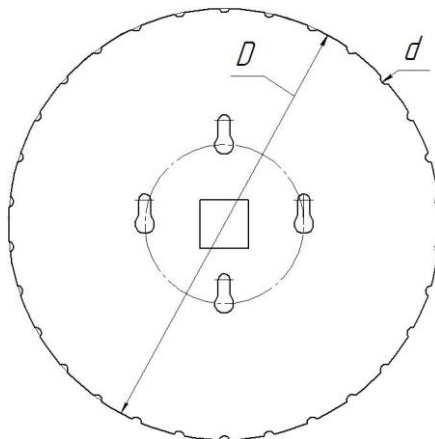


Рис. 3.2 – Додатковий диск

					MBC 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Характерною особливістю запропонованого конструктивного рішення є можливість встановлення на серійний висівний апарат без необхідності внесення в конструкцію додаткових змін. За принципом роботи запропонований висівний апарат схожий на серійний типу УПС.

Таким чином, **метою** нашої роботи є дослідження ефективності застосування додаткового диска в конструкції пневмомеханічного висівного апарата, а також визначення впливу параметрів цього диска на якість дозування насіння.

Об'єктом дослідження при цьому визначено процес дозування насіння просапних культур запропонованою висівною системою.

Предмет досліджень – параметри запропонованої висівної системи з додатковим диском.

Відповідно до мети програмою досліджень передбачено виконати наступні задачі – шляхом проведення експериментальних досліджень обґрунтувати раціональні параметри та режими роботи запропонованої системи дозування при забезпеченні агротехнічних вимог.

3.2. Методика дослідження

На виконання поставленої задачі досліджень було спроектовано та виготовлено експериментальну установку (рис. 3.3), до складу якої входять: вакуумна установка 1, електропривод 2 з можливістю безступінчастої зміни частоти обертання, висівна система 3 на базі апарату типу УПС-8, приводні механізми, контрольні прилади – манометр 4 типу ІО-30, випрямляч струму 5 ВСА-111К. Експериментальна установка змонтована на стенді «Липка стрічка», що дозволяє виконувати контроль «двійників» і «пропусків».

Для дослідження впливу параметрів додаткового диска на процес дозування висівним апаратом було виготовлено декілька дисків зі змінними параметрами (рис. 3.4).

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рис. 3.3 – Експериментальна установка:

1 – вакуумна установка на базі пирососу «VCC414OV38»; 2 – електропривод;
3 – висівна система на базі апарату типу УПС-8; 4 – манометр, 5 – випрямляч
струму ВСА-111К.



Рис. 3.4 – Висівний диск в зборі

					МВС 00.000 ПЗ		Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Методикою проведення експериментальних досліджень передбачалось вивчення впливу на якість процесу дозування трьох параметрів (додаток А) – частоти обертання диска, яка характеризує швидкість переміщення насінини і корелює зі швидкістю переміщення агрегату, величини розрідження у вакуумній камері та діаметра отворів основного диска, який корелює з отворами додаткового.

В якості критерія оптимізації було обрано кількість насіння, яке висіяно апаратом за 10 обертів диска з контролем наявності «двійників» і «пропусків». Насіння висівалось на липку стрічку, рух якої імітував переміщення агрегату по полю. Кожний дослід супроводжувався підрахунком кількості висіяного на стрічку насіння з занесенням результатів до таблиці (додаток В).

Граничні значення досліджуваних параметрів визначали та виконували зміну їх значення наступним чином:

1. Граничні значення частоти обертання диску встановлювали шляхом фіксування рівномірності і повноти присмоктування насінин до всіх комірок диска. Зміну даного параметру виконували шляхом зміни частоти обертів електропривода, а за необхідності передаточного відношення ланцюгового приводу.

2. Граничні параметри розрідження встановлювали шляхом фіксації стійкого присмоктування насінин до комірок та відсутності «подвійних» виносів. Величину даного параметру контролювали манометром, а змінювали за допомогою зміни потужності всмоктування на вакуумній установці.

3. Діаметр отворів корелювали з розмірними характеристиками насіння та встановлювали з умов максимального перекриття насінниною перерізу отвору. Зміну цього параметру проводили шляхом заміни дисків з різними діаметрами отворів.

З метою оптимізації часу досліджень було прийнято рішення провести повнофакторний статистичний експеримент, методикою якого передбачалось кодування факторів

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$x_i = \frac{X_i - X_{i0}}{\Delta X_i},$$

де x_i ; X_i – відповідні величини кодованого та натурального значення i -го фактору;

X_{i0} – величина натурального значення i -го фактору, який знаходиться на нульовому рівні;

ΔX_i – величина інтервалу варіювання i -го фактору.

За результатами кодування отримали значення факторів на рівнях «+1», «0» та «-1», що відповідно встановлюють знаходження величини параметра на верхньому, нульовому (середньому) та нижньому рівнях варіювання (додаток А).

План-матриця для проведення повного факторного експерименту типу 2^3 наведена в додатку Б та передбачала реалізацію восьми дослідів ($n=2^3=8$).

3.3. Результати експериментальних досліджень

У відповідності до складеної робочої матриці та проведеної рандомізації порядку виконання дослідів було реалізовано експерименти (рис. 3.5), кожний з яких мав трьохкратну повторність. Результати, а саме величину параметру оптимізації, після кожного дослідів заносили до робочої таблиці (додаток В).

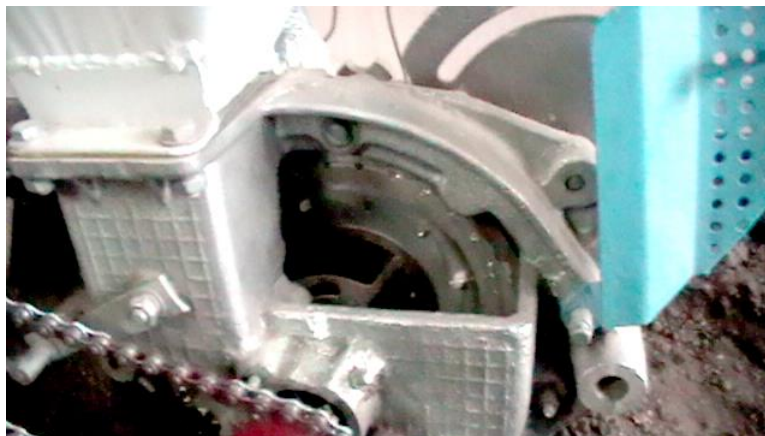


Рис. 3.5 – Фотофіксація процесу роботи висівного апарата

Критерій оптимізації було вирішено представити у вигляді коефіцієнта рівномірності висіву, який характеризує відношення кількості реально висіяного насіння в досліді n_d до його планової кількості $n_{\text{норм}}$:

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_{\text{рів}}^i = \frac{n_d}{n_{\text{норм}}} \cdot 100\%.$$

Таким чином, для проведених дослідів матимемо наступні усередненні значення коефіцієнту рівномірності (табл. 3.1):

$$K_{\text{рів}}^5 = \frac{226}{300} \cdot 100 = 75,3 \%,$$

$$K_{\text{рів}}^2 = \frac{188}{300} \cdot 100 = 62,7 \%,$$

$$K_{\text{рів}}^7 = \frac{316}{300} \cdot 100 = 105,3 \%,$$

$$K_{\text{рів}}^1 = \frac{251}{300} \cdot 100 = 83,7 \%,$$

$$K_{\text{рів}}^4 = \frac{240}{300} \cdot 100 = 80,0 \%,$$

$$K_{\text{рів}}^6 = \frac{199}{300} \cdot 100 = 66,3 \%,$$

$$K_{\text{рів}}^8 = \frac{361}{300} \cdot 100 = 120,3 \%,$$

$$K_{\text{рів}}^3 = \frac{281}{300} \cdot 100 = 93,7 \%.$$

Табл. 3.1 – Результати експериментальних досліджень відносно коефіцієнту рівномірності

№ досліду	Вихідний параметр Y_1 , %			Середньо- арифметичне значення $\bar{Y}_u$, %
	Повторюваність			
	I, Y_{u1}	II, Y_{u2}	III, Y_{u3}	
5	74,0	75,3	76,7	75,3
2	63,3	62,0	62,7	62,7
7	104,0	105,3	106,7	105,3
1	82,0	85,0	84,0	83,7
4	78,7	81,7	79,7	80,0
6	68,0	65,3	65,7	66,3
8	121,3	119,0	120,7	120,3
3	93,7	94,0	93,3	93,7

Після отримання результатів їх необхідно обробити, використовуючи методи математичної статистики.

Обчислимо дисперсії отриманих результатів згідно наступної залежності [18]:

$$S_u^2 = \frac{1}{m_0 - 1} \cdot \sum_{i=1}^{m_0} (Y_{Ui} - \bar{Y}_U)^2,$$

де m_0 – кількісна характеристика повторності проведення кожного досліду;

i – відповідний номер повторності проведення кожного досліду;

Y_{Ui} – значення критерію оптимізації при i -й повторності U -го досліду.

$\bar{Y}_U$ – середнє значення критерію оптимізації для U -го досліду.

$$S_{u5}^2 = \frac{(74 - 75,3)^2 + (75,3 - 75,3)^2 + (76,7 - 75,3)^2}{3 - 1} = 1,82$$

$$S_{u2}^2 = \frac{(63,3 - 62,7)^2 + (62 - 62,7)^2 + (62,7 - 62,7)^2}{3 - 1} = 0,43$$

$$S_{u7}^2 = \frac{(104 - 105,3)^2 + (105,3 - 105,3)^2 + (106,7 - 105,3)^2}{3 - 1} = 1,83$$

$$S_{u1}^2 = \frac{(82 - 83,7)^2 + (85 - 83,7)^2 + (84 - 83,7)^2}{3 - 1} = 2,34$$

$$S_{u4}^2 = \frac{(78,7 - 80)^2 + (81,7 - 80)^2 + (79,7 - 80)^2}{3 - 1} = 2,34$$

$$S_{u6}^2 = \frac{(68 - 66,3)^2 + (65,3 - 66,3)^2 + (65,7 - 66,3)^2}{3 - 1} = 2,13$$

$$S_{u8}^2 = \frac{(121,3 - 120,3)^2 + (119 - 120,3)^2 + (120,7 - 120,3)^2}{3 - 1} = 1,43$$

$$S_{u3}^2 = \frac{(93,7 - 93,7)^2 + (94 - 93,7)^2 + (93,3 - 93,7)^2}{3 - 1} = 0,13.$$

Помилку проведених досліджень характеризує величина дисперсії відтворюваності [18], яка визначається як:

$$S_y^2 = \frac{1}{n} \sum_{u=1}^n S_u^2$$

$$S_y^2 = \frac{1}{8} \cdot (1,82 + 0,43 + 1,83 + 2,34 + 2,34 + 2,13 + 1,43 + 0,13) = 1,56$$

					МВС 00.000 ПЗ		Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Відповідно до «критерію Кохрена», встановлюємо відтворюваність дослідів:

$$"G = \frac{S_y^2}{\sum_{u=1}^n S_u^2}" = \frac{1,56}{1,82 + 0,43 + 1,83 + 2,34 + 2,34 + 2,13 + 1,43 + 0,13} = 0,125$$

Згідно з табличним значенням «критерію Кохрена» $G(0,05; 8; 2) = 0,5157$ [18, Додаток Б] для умов наших дослідів матимемо, що отримане розрахункове значення $G^P = 0,125$ менше означеного інтервалу, і це свідчить про відтворюваність дослідів.

Встановимо рівень якості виконання процесу дозування та ступінь впливовості кожного з факторів, в тому числі при їх парній взаємодії на критерій оптимізації:

$$b_0 = \frac{1}{8} \cdot (75,3 + 62,7 + 105,3 + 83,7 + 80 + 66,3 + 120,3 + 93,7) = 85,9;$$

$$b_1 = \frac{1}{8} \cdot (-75,3 + 62,7 - 105,3 + 83,7 - 80 + 66,3 - 120,3 + 93,7) = -9,3;$$

$$b_2 = \frac{1}{8} \cdot (-75,3 - 62,7 + 105,3 + 83,7 - 80 - 66,3 + 120,3 + 93,7) = 14,8;$$

$$b_3 = \frac{1}{8} \cdot (-75,3 - 62,7 - 105,3 - 83,7 + 80 + 66,3 + 120,3 + 93,7) = 4,16;$$

$$b_{12} = \frac{1}{8} \cdot (75,3 - 62,7 - 105,3 + 83,7 + 80 - 66,3 - 120,3 + 93,7) = -2,74;$$

$$b_{13} = \frac{1}{8} \cdot (75,3 - 62,7 + 105,3 - 83,7 - 80 + 66,3 - 120,3 + 93,7) = -0,76$$

$$b_{23} = \frac{1}{8} \cdot (75,3 + 62,7 - 105,3 - 83,7 - 80 - 66,3 + 120,3 + 93,7) = 2,09;$$

$$b_{123} = \frac{1}{8} \cdot (-75,3 + 62,7 + 105,3 - 83,7 + 80 - 66,3 - 120,3 + 93,7) = -0,48.$$

Рівняння регресії, яке описує взаємозалежність якості дозування запропонованим висівним апаратом від досліджуваних параметрів матиме вигляд:

$$Y = 85,9 - 9,3 \cdot x_1 + 14,8 \cdot x_2 + 4,16 \cdot x_3 - \\ - 2,74 \cdot x_1 \cdot x_2 - 0,76 \cdot x_1 \cdot x_3 + 2,09 \cdot x_2 \cdot x_3 - 0,48 \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot x_3.$$

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Відповідність отриманої математичної моделі реальному процесу встановимо згідно «критерію Фішера».

$$F^P = \frac{S_{ad}^2}{S_y^2} < F(0,05; f_{ad}; f_y),$$

де F^P – розрахункова величина «коефіцієнту Фішера»;

$F(0,05; f_{ad}; f_y)$ – таблична величина «коефіцієнту Фішера» при 5%-му рівні значущості;

f_{ad}, f_y – відповідно число ступенів вільності дисперсій адекватності та відтворення;

$$f_y = n(m_0 - 1) = 8 \cdot (3 - 1) = 16.$$

S_{ad}^2 – дисперсія адекватності.

Обчислимо дисперсії адекватності S_{ad}^2 згідно стандартної методики [18]:

$$S_{ad}^2 = \frac{1}{n - k - 1} \cdot \sum_{U=1}^n (Y_{Ui} - \bar{Y}_U)^2.$$

де Y_{Ui} – величина відгуку i -го дослідження, яка розраховується підстановкою визначених коефіцієнтів математичної моделі до його лінійної частини:

$$Y_{U1} = 85,9 - 9,3 \cdot (-1) + 14,8 \cdot (-1) + 4,16 \cdot (-1) = 76,24.$$

Аналогічно обчислюємо відгуки і для інших дослідів та визначаємо значення дисперсії адекватності:

$$\begin{aligned} S_{ad}^2 = \frac{1}{8 - 3 - 1} & [(76,24 - 75,3)^2 + (61,64 - 62,7)^2 + (105,84 - 105,3)^2 \\ & + (84,56 - 83,7)^2 + (80,4 - 80)^2 + (65,96 - 66,3)^2 \\ & + (119,16 - 120,3)^2 + (95,56 - 93,7)^2] = 2,02 \end{aligned}$$

Тоді:

$$F^P = \frac{2,02}{1,56} = 1,29 < F(0,05; 8; 16) = 2,59$$

- отже отримана модель адекватно відображає реальний процес.

Далі необхідно встановити значущість коефіцієнтів при параметрах в рівнянні регресії, яке встановимо згідно критерію Стюдента, відповідно до якого

					МВС 00.000 ПЗ		Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

коефіцієнти будуть вважатися значущими в досліджуваному діапазоні варіювання, якщо виконується умова:

$$|b_a| \geq \Delta b_a,$$

де $|b_a|$ – розрахункові коефіцієнти математичної моделі;

Δb_a – довірна границя, яка визначається відповідно до [18]

$$\Delta b_a = t(0,05; f_y) \cdot \sqrt{\frac{S_y^2}{n}} = 2,1 \cdot \sqrt{\frac{2,09}{8}} = 1,07,$$

де $t(0,05; f_y) = 2,1$ – таблична величина коефіцієнту Стюдента за 5%-го рівня значущості при $f_y = 16$ [18, додаток Г].

Відповідно до одержаних результатів можемо зробити деякі висновки. Так, збільшення частоти обертання диска та зменшення розрідження у вакуумкамері призводить до утворення значної кількості пропусків у висіві. Це пов'язано з тим, що при збільшенні обертів відбувається зростання величини інерційних сил, які відривають насінину від отвору, натомість зменшення величини вакууму призводить до зменшення сили притискання, яке викликає розрідження вакуумкамери, тобто насінини не можуть втриматися в отворах. І навпаки, збільшення величини розрідження сприяє подвійному присмоктуванню насіння до отвору, що пов'язано з утворенням «надлишкової» зони дії вакууму не лише на «потрібну» насінину, а й сусідні. Діаметр отворів корелює з геометричними розмірами насінини і при його зменшенні спостерігається зменшення площі контакту з насіниною, що призводить до неякісного її присмоктування, тобто матимемо пропуски висіву.

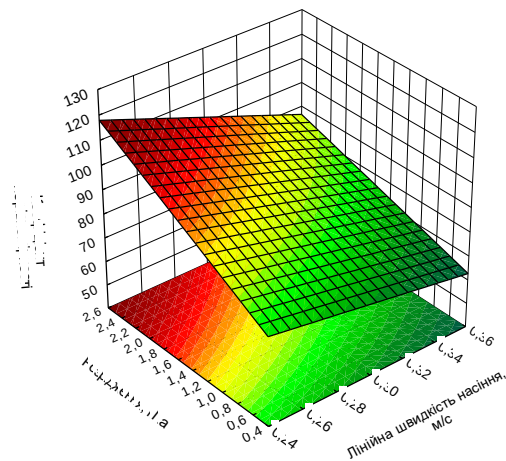
Найстабільніші показники якості присмоктування насінин сої досягаються за наступних раціональних значень чинників (рис. 3.6):

$$x_1 - n = 32 \dots 34 \text{ об/хв}, V = 0,28 \dots 0,32 \text{ м/с};$$

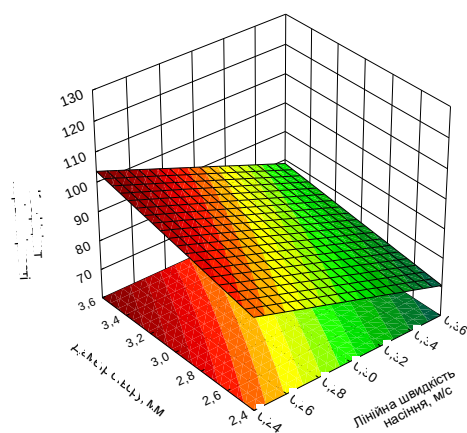
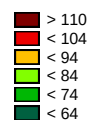
$$x_2 - P = 1,0 \dots 1,6 \text{ кПа};$$

$$x_3 - d_{\text{отв}} = 3,0 \text{ мм}.$$

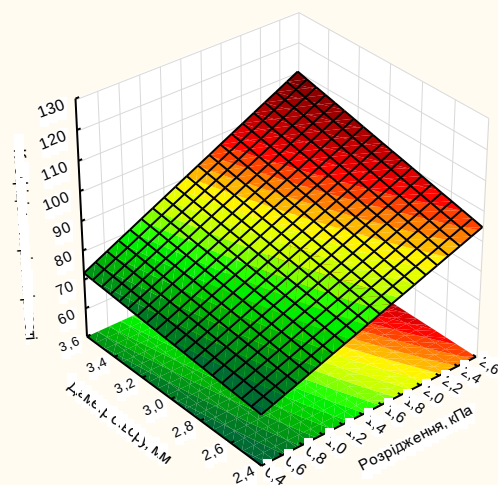
					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



a)



б)



в)

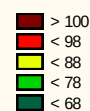


Рис. 3.6. Графіки поверхонь відгуку: а) $K_{piv} = f(n(V), P)$; б) $K_{piv} = f(n(V), d)$; в) $K_{piv} = f(P, d)$

Як бачимо, досягти оптимального значення показнику якості процесу висіву при задоволенні всіх умов ефективності одночасно не є можливим, оскільки будемо спостерігати або велику кількість «двійників» або «пропуски» висіву. Тому необхідно керуватись раціональними параметрами пневмомеханічного висівного апарата (рис. 3.6), які будуть задовольняти необхідний кінцевий результат процесу дозування, що полягає в забезпеченні максимальної продуктивності при дотриманні вимог точності дозування.

Інженерні розрахунки.

Розрахунки параметрів пневмомеханічного висівного апарата.

Серед вихідних чинників, які впливають на параметри дозуючих елементів пневмомеханічного висівного апарата можемо виділити аеродинамічні та розмірні характеристики насінин, їх початкову відносну швидкість, коефіцієнти внутрішнього і зовнішнього тертя, питому вагу.

Розглянемо умови, при яких забезпечується захоплення та винос насінин дозуючим диском. Відповідно до законів класичної механіки на насінину, яка найбільш наближена до отвору та присмокталась, будуть впливати три характерні сили (рис. 3.7) [11, 12, 19]:

– сила дії повітряного потоку

$$P_{np} = 0,5 \cdot k \cdot \rho_m \cdot S_m \cdot \Omega^2$$

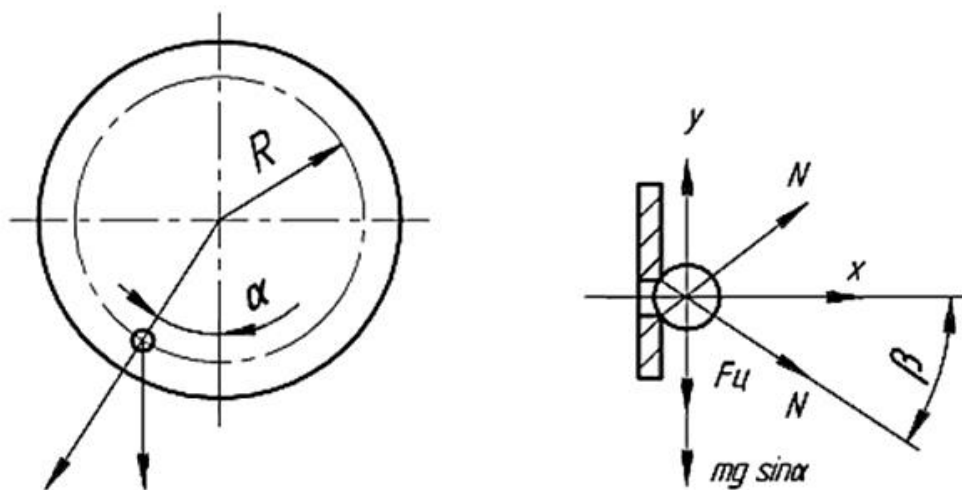


Рис. 3.7 – Розрахункова модель присмоктування насінини до отвору диска

де k – коефіцієнт пропорційності;

ρ_m – щільність повітряного середовища;

S_m – міделів переріз, який характеризує площу проекції насінини на площину, перпендикулярну до напрямку дії повітря;

$$S_m = \frac{\pi \cdot d_{екв.н}^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,00351^2}{4} = 9,6 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2,$$

$d_{екв.н}$ – еквівалентний розмір насінини;

$$d_{екв.н} = (0,72...0,84) \cdot b = 0,78 \cdot 4,5 = 3,51 \text{ мм.}$$

b – мінімальна розмірна характеристика насінин, які висіваються [1, 2];

Ω – швидкість повітряного потоку;

– сила ваги насінини, я добуток її маси m на прискорення вільного падіння g

$$G = m \cdot g = 0,32 \cdot 9,8 = 3,14 \text{ кг} \cdot \text{м/с}^2 = 3,14 \text{ Н}$$

– сили внутрішнього тертя, які характеризують взаємодію насінин в забірній камері:

$$F_{в.т.} = P_{oc} \cdot \text{tg} \gamma$$

P_{oc} – величина тиску у масі насіння в осьовому напрямку;

γ – кут, що характеризує внутрішнє тертя насіннєвої маси;

– відцентрова сила інерції

$$F_{вц.} = m \cdot \frac{\mathcal{G}_d^2}{R_d}$$

$\mathcal{G}_d$ – лінійна швидкість диска на радіусі R_d розташування отворів диска.

Таким чином, загальна умова взаємодії насіння з отвором диска становитиме:

$$0,5 \cdot k \cdot \rho_m \cdot S_m \cdot \Omega^2 \geq mg + P_{oc} \cdot \text{tg} \gamma + m \cdot \frac{\mathcal{G}_d^2}{R}$$

Величину розрідження у вакуумній камері за умови, що початкова швидкість насінини в момент взаємодії буде дорівнювати нулю, можемо записати у вигляді:

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$H_0 \geq \left(\frac{10^3 \cdot G}{S_m \cdot k_n \cdot \gamma} \right) \cdot \left(\sqrt{1 + \left(\frac{g_d^2}{g \cdot R_d} \right)^2} - 2 \cdot g_d^2 \cdot \frac{\sin \alpha}{g \cdot R_d} \right) + \left(\frac{g^2}{g \cdot d} \right)$$

де g – відносна швидкість насінини;

d – діаметр отвору.

При рівності швидкості насінини швидкості обертання висівного диску на момент присмоктування, то матимемо:

$$H_1 \geq \left(\frac{10^3 \cdot G}{S_m \cdot k_n \cdot \gamma} \right) \cdot \left(\sqrt{1 + \left(\frac{g_d^2}{g \cdot R_d} \right)^2} - 2 \cdot g_d^2 \cdot \frac{\sin \alpha}{g \cdot R_d} \right)$$

де k_n – коефіцієнт парусності, який для насіння сої має середнє значення 0,22;

R_d – радіус розташування осьової лінії присмоктуючих отворів, $R_d = 0,09$ м;

$g_d = 0,35$ м/с – відповідно до проведених експериментальних досліджень;

α – кут, що характеризує шлях насінини від місця забору в забірній камері до місця скидання у насіннєпровід або борозну;

$$\alpha = 3/2\pi = 270^\circ;$$

Обчислимо необхідну величину розрідження вакуумної камери за умови забезпечення гарантованого присмоктування насінини сої до дозуючого отвору та її доставки до місця скидання:

$$H_0 \geq \left(\frac{3,14}{9,6 \cdot 10^{-6} \cdot 0,22 \cdot 1,29} \right) \cdot \left(\sqrt{1 + \left(\frac{0,35^2}{9,8 \cdot 0,09} \right)^2} - 2 \cdot 0,35^2 \cdot \frac{\sin 270^\circ}{9,81 \cdot 0,09} + \frac{0,35^2}{9,81 \cdot 0,003} \right) =$$

$$= 1152 \cdot (1,29 + 4,16) = 6278 \text{ Па};$$

$$H_1 \geq \left(\frac{3,14}{9,6 \cdot 10^{-6} \cdot 0,22 \cdot 1,29} \right) \cdot \left(\sqrt{1 + \left(\frac{0,35^2}{9,8 \cdot 0,09} \right)^2} - 2 \cdot 0,35^2 \cdot \frac{\sin 270^\circ}{9,81 \cdot 0,09} \right) = 1486 \text{ Па}.$$

Відповідно до знайдених величин розрідження вакуумної камери, обчислимо витрати повітря, які присутні у висівній системі сівалки:

$$Q = \frac{1}{4} \cdot \xi \cdot \pi \cdot d^2 \cdot N \cdot z \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot H_i}{\rho_m}}$$

					МВС 00.000 ПЗ		Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

де ξ – коефіцієнт опору пневмосистеми, $\xi = 0,65...0,75$;

N – кількість висівних секцій, 8 шт.;

z – кількість отворів висівного диска, які одночасно перебувають в зоні дії вакуумкамери, $z=12$.

Тоді

$$Q = \frac{1}{4} \cdot 0,7 \cdot 3,14 \cdot 0,003^2 \cdot 8 \cdot 12 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 9,81 \cdot 1486}{1,29}} = 0,071 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Встановимо величину втрат тиску, які матимемо в пневмосистемі сівалки.

Відповідно до гідродинамічних законів переміщення повітря по повітропроводах супроводжується втратами тиску при подоланні тертя $P_{тр}$ та подоланні місцевих опорів $P_{м.о.}$:

$$P_{\xi} = P_{тр\Sigma} + P_{м.о.\Sigma}$$

Для трубопроводів, що мають круглий переріз витрати на тертя становитимуть [19]:

$$P_{тр} = \lambda \cdot \frac{l_{тр}}{d_{тр}} \cdot \frac{\Omega^2}{2 \cdot g}$$

де $l_{тр}$, $d_{тр}$ – відповідно довжина та діаметр трубопроводу (рис. 3.8);

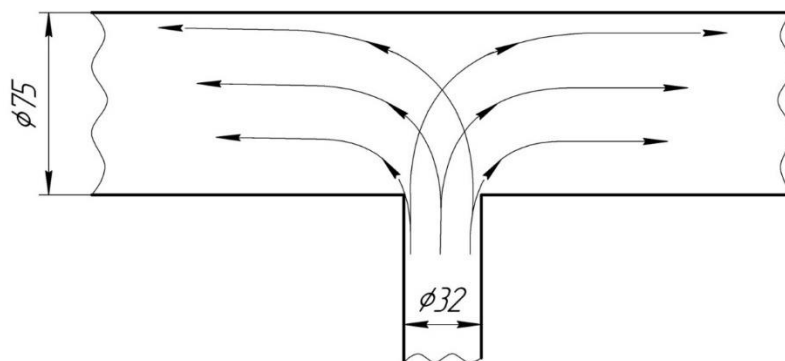


Рис. 3.8 – Схема повітропроводів ресивер-повітропровід висівного апарату

λ – коефіцієнт, що визначає опір тертя, і відповідно до формули Нікурадзе може бути виражений як функція числа Рейнольдса:

$$" \lambda = 0,032 + 0,221 \cdot Re^{-0,237} "$$

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де R_e – число Рейнольдса

$$R_e = \frac{d_{mp} \cdot \Omega}{\nu};$$

де ν – величина кінематичної в'язкості середовища;

Ω – швидкість повітряного потоку в трубопроводі, $\Omega = 12$ м/с [19];

- для ресивера та повітропроводу діаметром 75 мм:

$$R_e = \frac{0,75 \cdot 12,0}{14,4 \cdot 10^{-4}} = 6,25 \cdot 10^3$$

- для повітропроводу висівного апарата діаметром 32 мм:

$$R_e = \frac{0,32 \cdot 12,0}{14,4 \cdot 10^{-4}} = 2,66 \cdot 10^3$$

Таким чином, втрати тиску на подолання тертя в повітропроводах пневмосистеми становитимуть:

- для ресивера, діаметр якого становить 75 мм довжиною 2,0 м:

$$\lambda = 0,032 + 0,221 \cdot (6,25 \cdot 10^3)^{-0,273} = 0,052$$

$$P_{mp_{pec}} = 0,052 \cdot \frac{2,0}{0,075} \cdot \frac{12^2}{2 \cdot 9,81} \cdot 2 = 20,34 \text{ кг/м}^2$$

- для повітропроводу діаметром 75 мм та довжиною 0,9 м:

$$P_{mp75} = 0,052 \cdot \frac{0,9}{0,075} \cdot \frac{12^2}{2 \cdot 9,81} \cdot 2 = 9,2 \text{ кг/м}^2$$

- для повітропроводу діаметром 32 мм та довжиною 0,7 м:

$$\lambda = 0,032 + 0,221 \cdot (2,66 \cdot 10^3)^{-0,273} = 0,057$$

$$P_{mp32} = 0,057 \cdot \frac{0,7}{0,075} \cdot \frac{12^2}{2 \cdot 9,81} \cdot 8 = 31,2 \text{ кг/м}^2$$

Сумарні втрати тиску від подолання тертя повітропроводів:

$$P_{mp\Sigma} = 20,4 + 9,2 + 31,2 = 60,8 \text{ кг/м}^2 = 608 \text{ Па} \approx 0,61 \text{ кПа}$$

Витрати тиску на подолання місцевих опорів:

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P_{m.o} = \xi \frac{\rho_m \cdot \Omega^2}{2 \cdot g}$$

де ξ – коефіцієнт, що характеризує місцевий опір.

Найбільш характерними місцевими опорами в повітряній системі сівалки є раптове розширення і звуження повітропроводів та їх згин.

Раптові розширення повітропроводів будемо спостерігати при під'єднанні вакуумкамер висівних апаратів до ресивера.

Обчислимо величину коефіцієнта місцевого опору для даного з'єднання:

$$\xi_{p_1} = \alpha_0 \cdot \left(\frac{f^2}{F^2} + 1 \right)$$

де α_0 – коефіцієнт, що характеризує кінетичну енергію для меншого перерізу труби, приймається рівним 1,035.

F і f – відповідно площі перетину ресивера та повітропроводу вакуумкамер:

$$F = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{\pi \cdot 0,075^2}{4} = 44 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2,$$

$$f = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{\pi \cdot 0,032^2}{4} = 8 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2,$$

$$\xi_{p_1} = 1,035 \cdot \left(\frac{8^2}{44^2} + 1 \right) = 1,06,$$

$$P_{m.o} = 1,06 \cdot \frac{1,29 \cdot 12^2}{2 \cdot 9,8} \cdot 8 = 80,4 \text{ кг/м}^2$$

Місцевий опір, який виникає при згині повітропроводу становить:

$$\xi_{z2} = K_{z2} \cdot \xi_1 \cdot \xi_2 \cdot \xi_3$$

де $K_{z2} = 0,75$ – коефіцієнт пропорційності;

ξ_1, ξ_2, ξ_3 – коефіцієнти, які характеризують вид повороту, відповідно радіус заокруглення ($R \backslash D$), кут повороту коліна (α), форму перерізу.

Згідно довідникових даних, при співвідношенні $R \backslash D = 5$; $\xi_1 = 0,11$; при $\alpha = 45^\circ$ $\xi_2 = 0,6$, та для круглого перерізу $\xi_3 = 1,0$.

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таким чином

$$\xi_{32} = 0,75 \cdot 0,11 \cdot 0,6 \cdot 1,0 = 0,05;$$

$$P_{2.m.o} = 0,05 \cdot \frac{1,29 \cdot 12^2}{2 \cdot 9,8} \cdot 8 = 3,8 \text{ кг/м}^2$$

Загальні втрати тиску на місцеві опори

$$P_{m.o.\Sigma} = P_{1.m.o} + P_{2.m.o} = 80,4 + 3,8 = 84,2 \text{ кг/м}^2 = 0,84 \text{ кПа}.$$

Відповідно, сумарні втрати тиску, які спостерігаються у пневмосистемі сівалки

$$P_{\xi} = 0,61 + 0,84 = 1,45 \text{ кПа}.$$

Повне розрідження, яке повинен створювати вентилятор для якісної роботи пневматичних висівачих апаратів для висіву насіння цукрових буряків, повинно складати:

$$\Sigma P = P_a + P_{\xi} = 1,486 + 1,45 = 2,94 \text{ кПа}.$$

Висновки по розділу.

В процесі виконання розділу було висунуто гіпотезу стосовно підвищення якості дозування насіння пневмомеханічним висівним апаратом за рахунок створення додаткового підпору в зоні виносу насінини з забірної камери. Було запропоновано встановити додатковий диск, що має напівкруглі вирізи, діаметр яких корелюється з розмірами насінин. Для підтвердження висунутої гіпотези та встановлення раціональних параметрів дозуючої системи було запрограмовано експериментальні дослідження, які виконані на виготовленому експериментальному обладнанні. За результатами дослідів встановлено, що найстабільніші показники якості присмоктування насінин сої досягаються за наступних раціональних значень чинників: частота обертання висівного диска 32...34 об/хв, що відповідає лінійній швидкості $V = 0,28 \dots 0,32$ м/с, величина розрідження в межах 1,0...1,6 кПа та діаметр отворів висівного диска 3,0 мм.

Відповідно, були виконані інженерні обґрунтування параметрів висівної системи пневмомеханічного висівного апарата.

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Охорона праці

Заходи, що забезпечують безпечні умови праці під час експлуатації сівалочного агрегату.

Розглянемо найбільш поширені нещасні випадки, які можуть виникнути та причини, які можуть до них призвести, під час експлуатації агрегату, серед яких:

- можливість наїзду транспортних засобів, енергетичного засобу чи агрегату на працівників, які виконують його обслуговування чи експлуатацію;

- потрапляння сторонніх об'єктів, серед яких і спецодяг, частини тіла механізатора або допробітників, до механізмів сівалки чи трактора, які рухаються та обертаються;

- потрапляння мастильних матеріалів, які використовуються в гідравлічній системі в лице механізатора при виконанні приєднання чи роз'єднання машини до трактора, а також виникненні несправності гідросистеми;

- ушкодження частин тіла працівників гострими кромками деталей конструкції машинно-тракторного агрегату;

- отримання опіків, які можуть травмувати працівників через загорання паливно-мастильних матеріалів, або ж внаслідок контакту з двигуном трактора, деталі якого мають високу температуру;

- травмування робітників, які допомагають механізатору під час приєднання сівалки до трактора, заправки агрегату насінням та добривами чи руху агрегату в полі;

- недотримання умов повздовжньої стійкості при роботі агрегату на схилах може призвести до його перевертання;

- можливе зіткнення з іншими транспортними засобами чи агрегатами при переміщеннях по дорогах загального призначення;

- можливі неполадки начіпного механізму трактора чи сівалки.

Запобігти виникненню вище перелічених нещасних випадків та аварій можливо, якщо передбачити відповідні запобіжники і механізми в конструкції трактора і сівалки, їх оснащенні відповідними засобами та передбачити безпечні правила експлуатації агрегату, зокрема [21, 22]:

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- передбачити зручні для доступу розташування і конструкцію вузлів і механізмів, які забезпечують безпечне обслуговування, монтаж і ремонт;
- частини і механізми агрегату, які рухаються і обертаються, повинні мати закриті захисні кожухи, що відповідають вимогам держстандартів та позначені кольорами, які контрастують до загального кольору машини (трактора);
- механізми передач необхідно обладнати запобіжними механізмами, які можуть бути у вигляді муфт тертя, обгінних муфт чи муфт зі зрізними штифтами, які за умови перевищення навантаження валів понад норму спрацюють і відімкнуть привід від двигуна;
- гідросистему необхідно оснастити механізмами, які виключають можливість самовільного опускання агрегатуємої машини;
- при очищенні механізмів і робочих органів агрегату використовувати спеціальні чистики, які йдуть в комплекті з агрегатом;
- передбачити в конструкції сівалки можливість здійснювати швидко переналагодження чи обслуговування без застосування додаткових інструментів;
- сівалка, приєднана до трактора не повинна перешкоджати доступу механізатора до робочого місця та повноцінного візуального контролю при виконанні технологічної операції, а також забезпечувати вільний доступ до вузлів і механізмів для обслуговування;
- сівалка повинна містити інформацію, розміщену на видному місці, з попередженням щодо неможливості її транспортування в піднятому стані з завантаженими бункерами;
- конструкція сівалки повинна передбачати встановлення системи контролю висіву, яка забезпечує автоматизований контроль процесу висіву без необхідності залучати додаткових працівників та відволікати увагу механізатора.

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. Економічна частина

Аналіз роботи пневмомеханічних дозуючих систем, що мають дозуючий диск з круглими отворами, показав, що насіння, яке захоплене дозуючим отвором, при русі в забірній камері проходить крізь масу насіння, яка за рахунок внутрішнього тертя здатна скинути цю насінину від отвору. Це призводить до наявності пропусків висіву. З метою забезпечення більш надійного утримання насінини в отворі запропоновано створити додатковий підпір у вигляді додаткового диска з периферійно розташованими напівкруглими отворами.

Виконані експериментальні дослідження та інженерні розрахунки дозволили встановити величину раціональних параметрів та режимів роботи запропонованого висівного апарата. Запропоновані зміни конструкції дозуючої системи дозволяють виконувати посів на більших робочих швидкостях, що сприяє підвищенню продуктивності посіву. Крім того, використання раціональних параметрів системи сприятиме зменшенню витрат часу на налагодження та ТО, а також зниженню рівня поломок і деформацій.

Таблиця 5.1 – Порівняльна таблиця техніко-економічних показників серійної та удосконаленої сівалок.

№ з/п	Показники	Одиниці вимірювання	Сівалка	
			Серійна	Удосконалена
1	Тип машини		начіпна	
2	Оптова ціна	грн.	260508	
5	Собівартість виготовлення	грн.	198750	
7	Маса машини	кг.	1273	1248
9	Робоча ширина захвату	м.	5,6	
10	Робоча швидкість	км/год	7,2	9,0
11	Коефіцієнт використання часу зміни: - робочого - експлуатаційного		0,74 0,70	0,82 0,76
13	Кількість обслуговуючого персоналу	чол.	2	

Виконані розрахунки відповідно до рекомендованих методик [23, 24], підтвердили високий техніко-економічний рівень виконаних розробок, що дозволяє рекомендувати запропоновані удосконалення у виробництво.

					МВС 00.000 ПЗ		Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

6. Висновки

Метою даної роботи було визначено підвищення ефективності вирощування сої шляхом обґрунтування агротехнологічних прийомів її районування з удосконаленням системи посіву.

На виконання поставленої мети в технологічній частині роботи було проведено аналіз агротехнічних особливостей вирощування сої, базуючись на якому виконано розробку технологічної карти її вирощування. В якості посівного матеріалу, який найкраще пристосований до умов нашого регіону, обрано сорт вітчизняної селекції Ромашка, планова врожайність якого становитиме 34 ц/га. Для всіх технологічних операцій виконано відповідні технологічні розрахунки, які забезпечують механізоване виконання операцій згідно агровиимог.

Відповідно до завдання обґрунтовано параметри операції посіву сої, з врахуванням агротехнічних вимог виконано технологічні розрахунки операції, яка проводиться агрегатом у складі трактора МТЗ-90 та сівалки Весна-8, що має робочу ширину захвату 5,6 м. За результатами рекомендовано виконати посів сої на площі 30 га вказаним агрегатом на 5 робочій передачі, що дозволить забезпечити посів у встановлені агростроки при мінімальних затратах праці і енергетичних ресурсів.

В процесі виконання наукової частини проаналізовано роботу пневмомеханічних дозуючих систем, що мають дозуючий диск з круглими отворами, який показав, що насіння, яке захоплене дозуючим отвором, при русі в забірній камері проходить крізь масу насіння, яка за рахунок внутрішнього тертя здатна скинути цю насініну від отвору. Це призводить до наявності пропусків висіву. Натомість вирішення питання гарантованого виносу насінин з забірної камери за рахунок збільшення ступеня розрідження вакуумної камери підвищує енергетичні витрати та може призвести до появи «двійників».

Для вирішення зазначеної проблеми було висунуто гіпотезу стосовно підвищення якості дозування насіння пневмомеханічним висівним апаратом за рахунок створення додаткового підпору в зоні виносу насініни з забірної камери.

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Було запропоновано встановити додатковий диск, що має напівкруглі вирізи, діаметр яких корелюється з розмірами насінин. Для підтвердження висунутої гіпотези та встановлення раціональних параметрів дозуючої системи було розроблено програму експериментальних досліджень, які виконані на виготовленому експериментальному обладнанні. За результатами дослідів встановлено, що найстабільніші показники якості присмоктування насінин сої досягаються за наступних раціональних значень чинників: частота обертання висівного диска 32...34 об/хв, що відповідає лінійній швидкості $V = 0,28...0,32$ м/с, величина розрідження в межах 1,0...1,6 кПа та діаметр отворів висівного диска 3,0 мм.

Відповідно до отриманих результатів, були виконані інженерні розрахунки, які дозволили встановити величину раціональних параметрів та режимів роботи запропонованого висівного апарата для виконання якісного однозернового висіву насіння сої.

З метою забезпечення безпечної експлуатації сівалочного агрегату проаналізовано найбільш поширені нещасні випадки, які можуть виникнути та причини, які можуть до них призвести під час експлуатації агрегату та запропоновані відповідні заходи щодо оснащення запобіжниками і механізмами конструкції трактора і сівалки, їх оснащення відповідними засобами та передбачені безпечні правила експлуатації агрегату.

Виконані розрахунки економічної ефективності розробок відповідно до рекомендованих методик, підтвердили їх високий техніко-економічний рівень, що дозволяє рекомендувати запропоновані удосконалення у виробництво.

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Список використаної літератури

1. Зінченко О.І., Салатенко В.Н., Білоножко М.А. Рослинництво: Підручник. К.: Аграрна освіта, 2001. 591 с.
2. Соя (Glycine max (L.) Merr.) / В. В. Кириченко, С. С. Рябуха, Л. Н. Кобизєва, О. О. Посилаєва, П. В. Чернишенко : монографія / НААН, Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва . – Х., 2016. – 400 с. URL: <https://yuriev.com.ua/assets/files/knigi/soya-monografiya-7.pdf>.
3. Заболотний Г.М., Мазур В.А., Циганська О.І., Дідур І. М., Циганський В.І., Панцирева Г.В. Агробіологічні основи вирощування сої та шляхи максимальної реалізації її продуктивності. Монографія. ТОВ «ТВОРИ». 2020. 276 с. URL: <http://socrates.vsau.org/repository/getfile.php/27706.pdf>.
4. Shepilova T., Petrenko D., Skrynnik I., Karpushyn S., Leshchenko S. Soybean productivity depending on fertilizers in the northern steppe of Ukraine. Research on Crops. Vol. 21, Issue: 1, 2020, 65-69. DOI : 10.31830/2348-7542.2020.010.
5. Shepilova T., Mostipan M., Petrenko D., Vasylovskaya K. (2020) The influence of sowing time and micro-fertilizers on soybean productivity in the northern steppe of Ukraine. Bulgarian Journal of Agricultural Science, 26(4). 787-792. URL: <https://www.agrojournal.org/26/04-12.pdf>.
6. Соя. Каталог продукції Інституту сільського господарства Степу НААН. URL: <https://isgs-naan.com.ua/soy>.
7. Шепілова, Т. П., Петренко, Д. І., Лещенко, С. М., Васильковська, К. В., & Ковальов, М. М. (2023). Науково обґрунтована оптимізація агротехніки вирощування сої. Scientific Progress & Innovations, 26(2), 56-59. URL: <https://doi.org/10.31210/spi2023.26.02.10>.
8. Вожегова Р.А., Малярчук А.С., Котельников Д.І. Врожайність сої за різних систем основного обробітку ґрунту та удобрення в умовах зрошення. Зрошуване землеробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник. – Херсон: Грінь Д.С., 2016. – Вип. 65. – С. 168-170.

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з курсів «Технологія механізованих робіт в рослинництві» та «Машиновикористання в рослинництві» : для студ. спец. 208 «Агроінженерія» та 133 «Галузеве машинобудування» / М-во освіти і науки України, Центральноукраїн. нац. техн. ун-т, каф. с.-г. машинобуд. ; [уклад. В. М. Сало, С. М. Лещенко, Д. І. Петренко та ін.]. – Кропивницький : ЦНТУ, 2018. – 170 с. URL: <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/8095>.
10. Методичні рекомендації до оформлення випускної кваліфікаційної роботи здобувачів другого (магістерського) освітнього рівня спеціальності 208 «Агроінженерія» за освітньо-професійною програмою «Агроінженерія» / [уклад. : О. М. Васильковський, Д. І. Петренко, К. В. Васильковська, С. М. Лещенко, С. М. Мороз] ; М-во освіти і науки України, Центральноукраїн. нац. техн. ун-т, каф. с.-г. машинобуд. – Кропивницький : ЦНТУ, 2020. – 40 с. URL: <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/10501>
11. Нові конструкції ґрунтообробних та посівних машин. А.І. Бойко, М.О. Свірень, С.І. Шмат, М.М. Ножнов. К.: Техніка 2003. 204 с.
12. Амосов В.В. Обґрунтування параметрів універсального висівного апарата для просапних культур. Дис. на здобуття ступеня канд. техн. наук: 05.05.11 / КНТУ. – Кіровоград, 2007. – 131 с.
13. K.V. Vasytkovska, O.M. Vasytkovskyi, M.O. Sviren, G.A Kulik. Analysis of the works performed by pneumatic and mechanical seeding device without using vacuum // INMATEH - Agricultural Engineering – Romania, Bucharest: INMA. Vol. 56, No.3. 2018, 25-30. URL: <http://oaji.net/articles/2019/1672-1546466127.pdf>
14. Vasytkovska K., Vasytkovskyi O., Leshchenko S., Sviren M., Moroz M. Identification of parameters of pneumatic and mechanical seeding device under the influence of vacuum // Bulgarian Journal of Agricultural Science, 2020 25(5). 2020, 1091-1094. URL: <https://www.agrojournal.org/26/05-25.html>.
15. Черновол М. І., Свірень М.О., Амосов В.В. Моделювання процесу однострижкового дозування вакуумним пневмомеханічним висівним апаратом.

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин: Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. 2021. Вип. 51. С. 117-125. URL: <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/11901>.
16. Artemenko D., Onopa V. Experimental researches of a precision seed drills coulter equipped with a disk seedbed former. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин / ЦНТУ, Вип. 49, 2019 – С. 10-18.
 17. Сисоліна І., Осипов І., Кісільов Р. Агротехнічні дослідження висівних апаратів. Scientific Collection «InterConf», (36): with the Proceedings of the 7th International Scientific and Practical Conference «Challenges in Science of Nowadays» (November 26-28, 2020) in Washington, USA: EnDeavours Publisher, 2020. P. 1300-1302.
 18. Підручник дослідника : навч. посіб. для студ. агротехн. спец. / О. М. Васильковський, С. М. Лещенко, К. В. Васильковська, Д. І. Петренко. - Кіровоград : Мачулін, 2016. - 204 с.
 19. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин / П.М. Заїка. – Харків: Око, 2006. – 407 с.
 20. Рудь Ю.С. Основи конструювання машин: Підручник для студентів інженерно-технічних спеціальностей вищих навчальних закладів. 2-е вид., переробл. – Кривий Ріг: Видавець ФОП Чернявський Д.О., 2015. – 492 с.
 21. Охорона праці у сільському господарстві. – ТОВ «ТЕХ МЕДІА ГРУП», 2019 р. URL: https://techmedia.com.ua/sites/default/files/online_version/ECO_SX/files/assets/basic-html/toc.html.
 22. Цілинський В.П. Охорона праці в рослинництві / В.П. Цілинський. – К.: "Урожай", 1991. – 136 с.
 23. Ільчук М.М., Зрібняк Л.Я., Мельник С.І. Організація і планування сільськогосподарського виробництва: Підручник - К.: Вища освіта, 2013. – 535 с.
 24. Нелеп В. М. Планування на аграрному підприємстві: Підручник. – 2-ге вид., перероб. та доп. — К.: КНЕУ, 2004. — 495 с.

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Умови проведення і результати дослідів

Фактор	Натуральне позначення	Кодове значення	Інтервал варіювання	Рівні варіювання					
				натуральні			кодові		
				верхні	нульові	нижні	верхні	нульові	нижні
Частота обертання диска, об/хв	X ₁	x ₁	6	38	32	26	+1	0	-1
Розрідження у вакуумній камері, кПа	X ₂	x ₂	1	2,5	1,5	0,5	+1	0	-1
Діаметр отвору висівного диску, мм	X ₃	x ₃	0.5	3,5	3,0	2,5	+1	0	-1

План-матриця ПФЕ 2^3

Номер досліджу	Значення кодових факторів			Взаємодія кодових факторів			
	x_1	x_2	x_3	$x_1 x_2$	$x_1 x_3$	$x_2 x_3$	$x_1 x_2 x_3$
1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	-1
2	+1	-1	-1	-1	-1	+1	+1
3	-1	+1	-1	-1	+1	-1	+1
4	+1	+1	-1	+1	-1	-1	-1
5	-1	-1	+1	+1	-1	-1	+1
6	+1	-1	+1	-1	+1	-1	-1
7	-1	+1	+1	-1	-1	+1	-1
8	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Результати проведення експериментальних дослідів

Рандомізація	Точка плану і номер дослід у	Значення кодових факторів			Вихідний параметр Y_1 , z			Середньо- арифметичне значення $\bar{Y}_u$, z
					Повторюваність			
		x_1	x_2	x_3	I, Y_{u1}	II, Y_{u2}	III, Y_{u3}	
5	1	-1	-1	-1	222	226	230	226
2	2	+1	-1	-1	190	186	188	188
7	3	-1	+1	-1	312	316	320	316
1	4	+1	+1	-1	246	255	252	251
4	5	-1	-1	+1	236	245	239	240
6	6	+1	-1	+1	204	196	197	199
8	7	-1	+1	+1	364	357	362	361
3	8	+1	+1	+1	281	282	280	281

[illegible]

[illegible]

[illegible]

ДИПЛОМНА РОБОТА
за другим (магістерським) рівнем вищої
освіти
на тему:

**«Механізація вирощування сої з
обґрунтуванням конструкції висівного
апарата пневмомеханічного типу»**

Виконав здобувач вищої освіти
групи AI-22M3(1,4)
Нех Юрій Миколайович

Керівник проекту
доц. Дмитро ПЕТРЕНКО

MBC 000000 TU

Схема поля

$i = 5\%$

$S = 30 \text{ га}$

$L_1 = 302,4 \text{ м}$

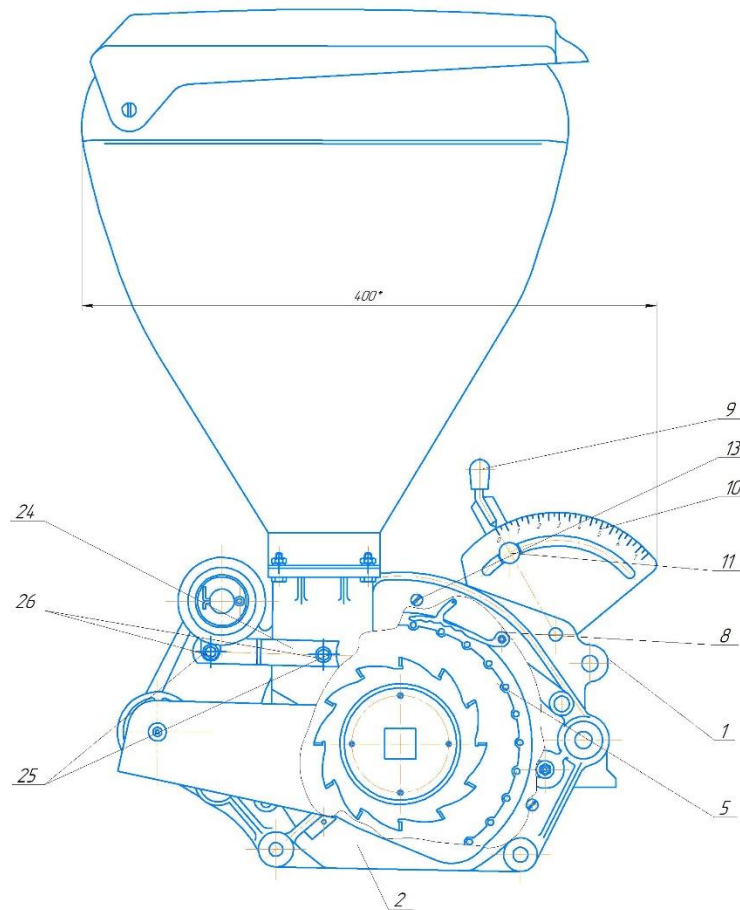
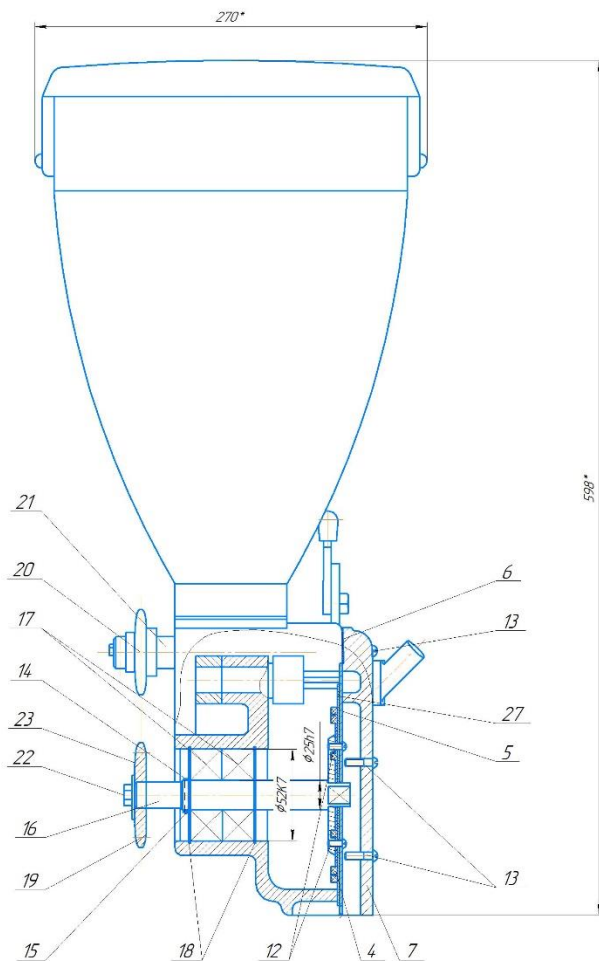
$L_2 = 116,2 \text{ м}$

$L = 420,6 \text{ м}$

$L = 420,2 \text{ м}$

1 – трактор МТЗ-90
2 – сіялка Весна-8
3 – кабель

[illegible][illegible]



1. Власне зніщення вінців зірочок не більше 1 мм.
2. Волги повинні одертися під дією крутного моменту не більше 5 Нм.
3. *Розміри для довідок.

МВС 00.02.20.00 СК				Лист		Маса	Листів
Висівний апарат						225	12
—				Лист		Листів	
—				ЦНТЧ		—	
—				ар. АІ-2203(14)		—	
—				Формат		А1	

Котировки

MBC 00.001 H4

MBC 00.001 H4

MBC 00.001 H4

MBC 00.001 H4

MBC 00.001 H4



MBC 00.001 H4



MBC 00.001 H4



MBC 00.001 H4



MBC 00.001 H4

MBC 00.001 H4

Перш. примеч.

Стр. №

Підп. і дата

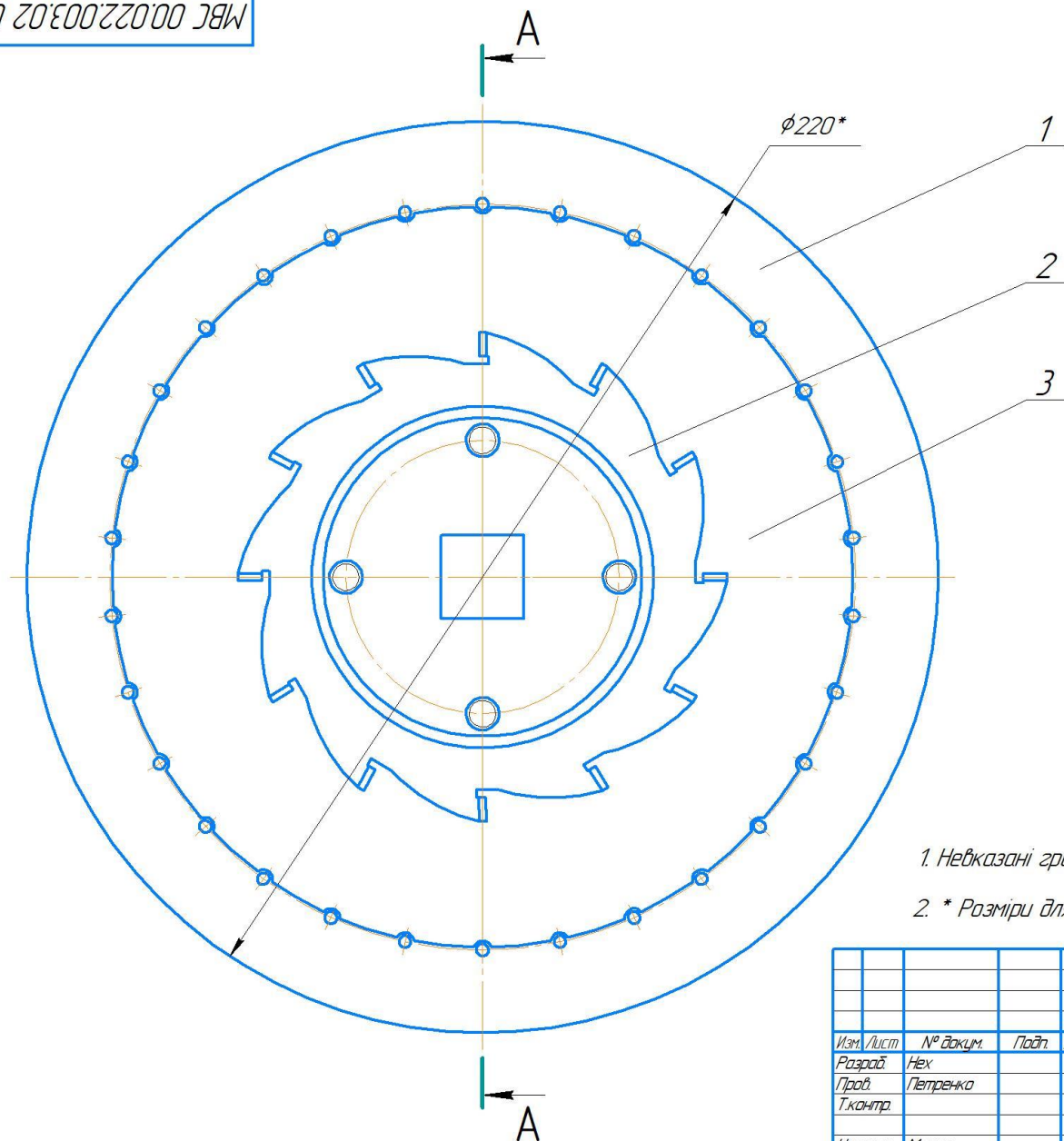
Інв. № змін

Взам. інв. №

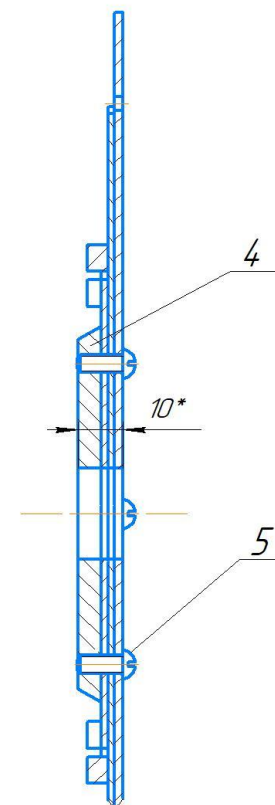
Підп. і дата

Інв. № змін

МВС 00.022.003.02 СК



A-A

1. Невказані граничні відхилення розмірів по IT $\frac{1}{2}$

2. * Розміри для довідок

				МВС 00.022.003.02 СК		
Взм. / лист	№ докум.	Підп.	Дата	Висівний диск		
Розроб.	Нех					
Проб.	Петренко			Лист 1,1 Масштаб 1:1		
Т.контр.						
Н.контр.	Мачок			Лист 1,1 Масштаб 1:1		
Утв.	Лещенко					
				ЦНТУ,		
				гр. АІ-22МЗ(1,4)		
				Формат А3		

Копіював

Перш. примеч.

Стр. №

Підп. у дата

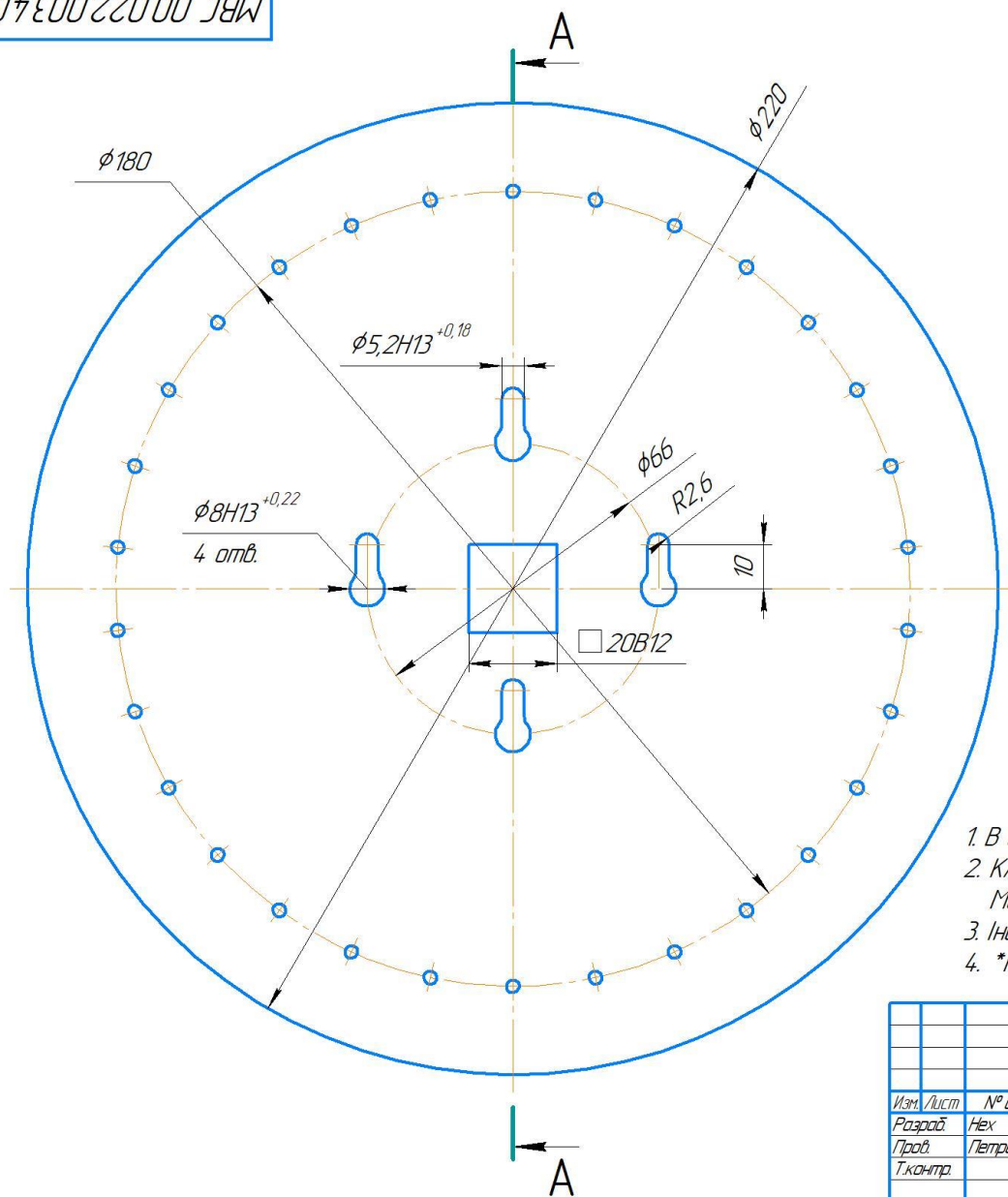
Інв. № змін

Взам. уст. №

Підп. у дата

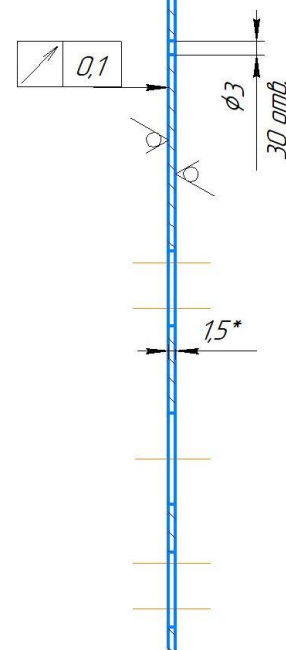
Інв. № змін

МВС 00.022.003.405



A-A

✓ Ra 6,3 (✓)



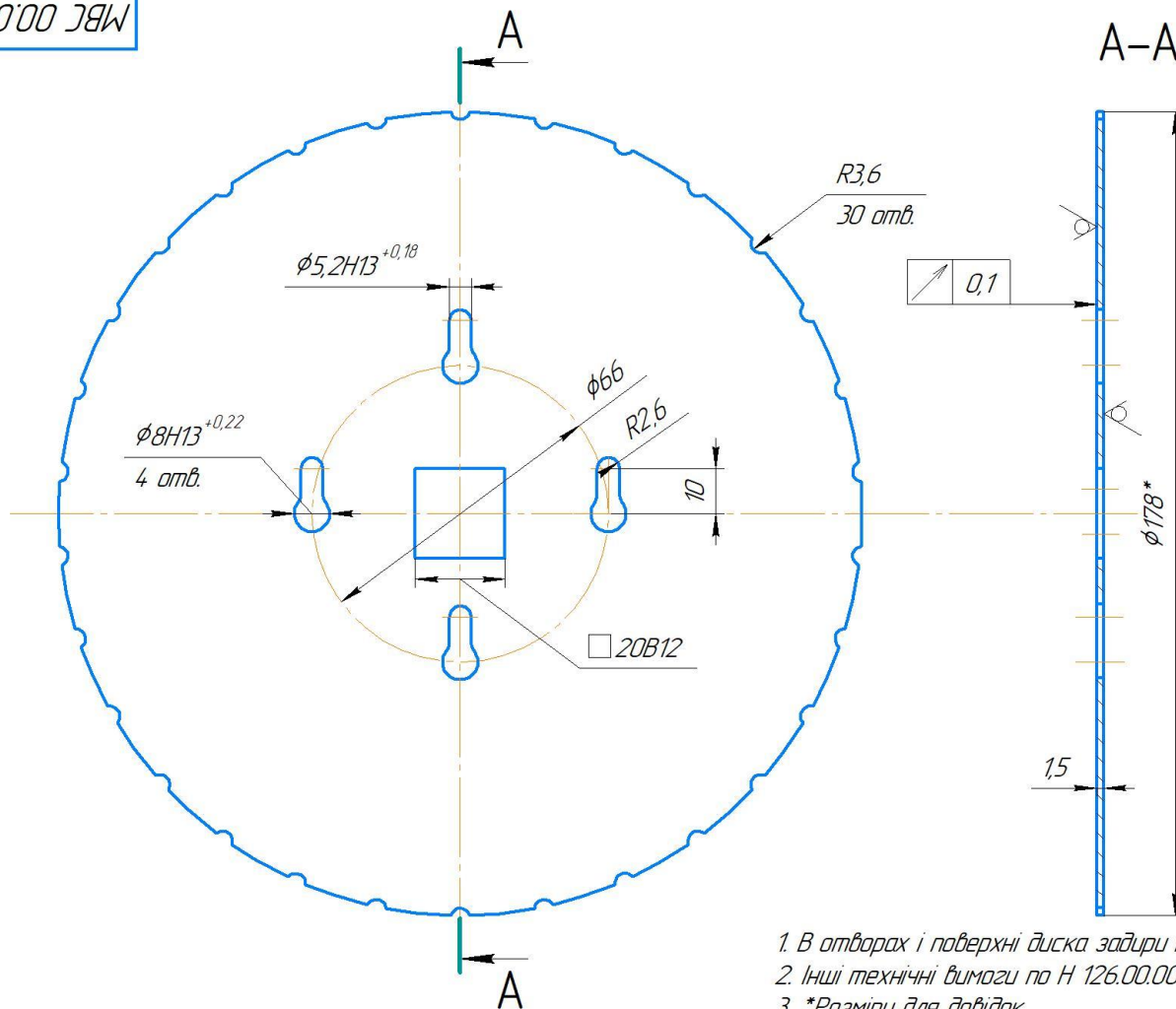
1. В отворах і поверхні диска задири не допускаються.
2. Клеїти диск електродисковим методом.
Маркувати шрифтом 5 ПрЗ ГОСТ 26.008-85.
3. Інші технічні вимоги по Н 126.00.000ДТ.
4. *Розміри для довідок

				МВС 00.022.003.405			
				Висівний диск	Лист	Маса	Масштаб
Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
Разработ.	Нех					0,3	1:1
Проект.	Петренко						
Т.контр.					Лист	Листов	1
Н.контр.	Мачок			Лист	ЦНТУ, ар. АІ-22М3(1,4)		
Утв.	Лещенко						

Копіюваль

Формат А3

$Ra\ 6,3\ (\checkmark)$



1. В отворах і поверхні диска задири не допускаються.
2. Інші технічні вимоги по Н 126.00.000ДТ.
3. *Розміри для довідок

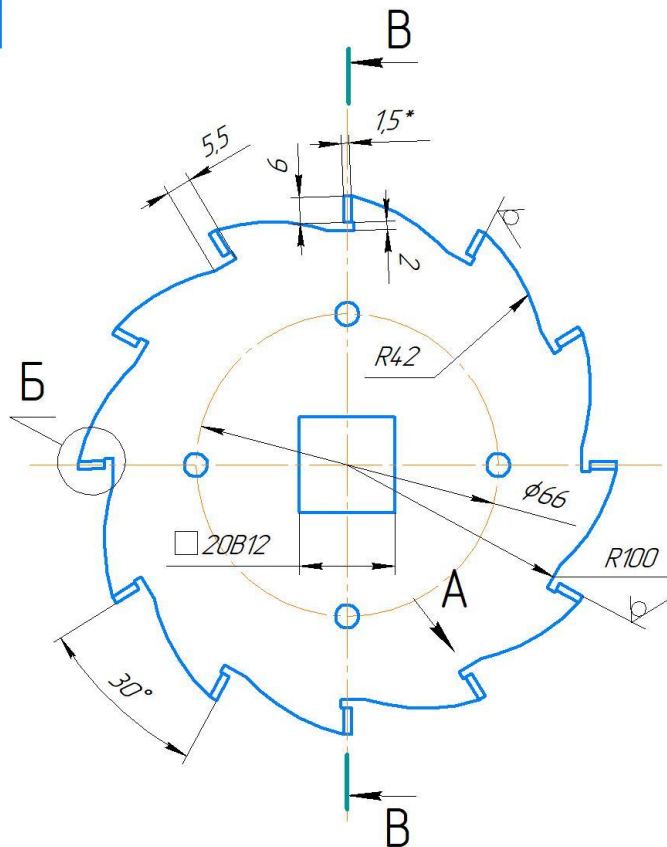
						МВС 00.022.003.427		
Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Додатковий диск		Лист	Масса	Масштаб
Разроб.	Нех						0,26	1:1
Проб.	Петренко					Лист	Листов	1
Т.контр.								
Н.контр.	Мачак			Лист 6-ПН-0-15 ГОСТ 19904-74 Сталь 12Х13 ГОСТ 5582-76		ЦНТУ, гр. АІ-22М3(14)		
Утв.	Лещенко			Копіювати		Формат А3		

Копировал

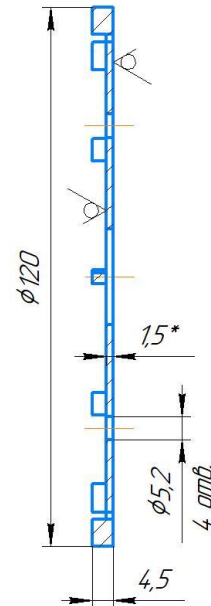
Формат А3

MBC 00.022.003.404

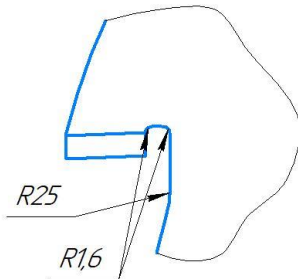
✓ Ra 6,3 (✓)



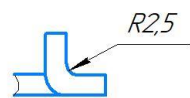
B-B



Б(2,5:1)



А(2,5:1)



- 1 Невказані граничні відхилення розмірів по IT $\frac{14}{2}$
- 2 *Розміри для довідок

MBC 00.022.003.404				Ворушилка		
Взам. Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Лист	Маса	Масштаб
Разроб.	Нех				0,15	1:1
Проб.	Петренко			Лист	Листов	1
Т.контр.				ЦНТУ,		
Н.контр.	Мачок			гр. АІ-22М3(1,4)		
Утв.	Лещенко			Формат А3		

Лист Б-ПН-0-15 ГОСТ 19904-74
См2сп ГОСТ 380-2005

Копировал