

Центральноукраїнський національний технічний університет

ЦЗДО

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 соняшника з обґрунтуванням
конструкції пневмомеханічного висівного апарата»

Виконав здобувач вищої освіти __П__ курсу,
групи АІ-20МЗ(1,4)

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

_____Боженко Андрій Володимирович

« ____ » _____ 2021 р.

Керівник проекту

доцент, канд. техн. наук

_____Дмитро ПЕТРЕНКО

« ____ » _____ 2021 р.

Рецензент _____

м. Кропивницький

[illegible]

1. Вступ

Сучасні технології виробництва сільськогосподарських культур неможливо уявити без забезпечення високоефективного використання машинно-тракторного парку, що вимагає обґрунтувати раціональні технологічні, технічні й організаційні системи машиновикористання, а також інші заходи, що дозволять забезпечити максимальну реалізацію можливостей сільськогосподарської техніки, зокрема стосовно високої якості виконання робіт з дотриманням агротехнічних строків та максимальною економічною ефективністю. Тобто, постає задача сформулювати максимально ефективний виробничий потенціал, що дозволить гарантовано отримати якісну продукцію високої продуктивності з мінімальними економічно обґрунтованими затратами.

Серед технологічних етапів вирощування сільськогосподарських культур одним з найбільш відповідальних є процес посіву, від якості і технологічності якого залежить проведення подальших операцій по догляду за посівами та збиранню врожаїв. Серед задач, які реалізують посівні системи, однією з визначальних є розподілення насіння в рядку, що забезпечується шляхом відповідної роботи дозуючої системи висівних апаратів. Актуальним є забезпечення використання і впровадження висівних систем, які характеризуються універсальністю, відсутністю травмування посівного матеріалу, мають широкий діапазон норм сівби, належну якість розподілення насіння.

Зважаючи на вищевикладене, дана робота присвячена питанню обґрунтування параметрів роботи висівного апарату пневмомеханічного типу, що забезпечуватиме якісне дозування посівного матеріалу.

					УПС 00.000 ПЗ						
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Пояснювальна записка				Літ.	Аркуш	Аркушів
Розроб.	Боженко										
Перевір.	Петренко										
									ЦНТУ, гр. АІ-20МЗ(1,4)		
Н.контр.	Мачок										
Затверд.	Свірень										

2. Технологічна частина

2.1. Технологічні особливості вирощування соняшнику

При вирощуванні соняшнику за сучасними екологічно безпечними, ресурсо- та енергозберігаючими технологіями необхідно забезпечити комплексне виконання всіх потрібних механізованих технологічних операцій з дотриманням установлених строків, що дозволить створити оптимальні умови розвитку й росту рослин протягом всього періоду вегетації [1, 8].

Одним з найбільш ефективних засобів отримання прогнозованого врожаю є дотримання правильної сівозміни, оскільки це дозволяє суттєво знизити загрозу зараження посівів хворобами та пошкодження шкідниками, крім того, досягається зменшення забур'яненості поля, оптимізується водний і поживний потенціал ґрунту. Серед традиційних найкращих попередників соняшника присутні озимі та ярі зернові, допустимими є кукурудза та картопля [2, 8]. Для рослин соняшнику притаманна потужна коренева система, що може проникати на глибину до 3 м, тому не рекомендується його розміщення після культур, які мають глибоку проникаючу кореневу систему (багаторічні трави, суданська трава, цукровий буряк тощо). Характерною ознакою цих культур є висушування ґрунту на досить велику глибину, і, як наслідок, створюється дефіцит води у критичні періоди вегетації соняшника – цвітіння та налив. Серед небажаних попередників соняшника з точки зору наявності спільних хвороб (біла і сіра гнилі, фомоз) можна виділити сою, квасолю, горох, ріпак та інші. Оскільки соняшник виснажує ґрунти і за поживними елементами і за вологою, розміщувати його на попередньому місці необхідно лише через 7-8 років [3].

Серед систем обробітку ґрунту під соняшник використовують як традиційну, так і мінімальну. Крайніми роками набирає поширення і no-till технологія, що не передбачає попереднього перед посівом обробітку ґрунту. Усі запропоновані системи мають як свої переваги, так і недоліки, а необхідність застосування того чи іншого виду обирається залежно від ґрунтовокліматичних

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

умов, попередника та наявних відповідних технічних засобів. Передумовами для якісного вирощування соняшнику є необхідність створення сприятливих умов для розвитку кореневої системи, тому проводиться дослідження щільності орного та підорного горизонтів ґрунту, що і є однією з підстав для прийняти рішення про запровадження того чи іншого способу обробітку ґрунту [4-6].

Традиційна технологія передбачає проведення одразу після збирання попередника (допускається розрив не більше одного дня) виконати подрібнення стерні та її заробку, що забезпечує лушення дисковими знаряддями на глибину 6-8 см. При цьому передбачається створення мілкоткуватої структури верхнього шару ґрунту, а поверхня поля повинна бути рівною.

Рекомендовано виконувати переміщення луцильних агрегатів вздовж довгих сторін робочої заїмки (поля), при обробці схилів лушення проводять впоперек схилу. Роботу луцильних агрегатів організовують на робочій швидкості руху агрегатів до 10...11 км/год.

Якісне проведення лушення забезпечують дискові знаряддя типу ЛДП-6 Слобода, Sunflower, ЛУГ-14, Wil Rich 7600, БП-6П та інші.

Після появи сходів бур'янів рекомендовано провести оранку глибиною 25-27 см плугами, а на ерозійнонебезпечних ґрунтах – безвідвальний обробіток ґрунту. В якості агрегатів для безвідвальної обробки можна використати як дискові чизелі типу Sunflower, АГДЧ-4,0, Challenger моделі 4511 тощо, так і чизельні агрегати типу AgroLand 9217, АГЧ від Агрореммаш, GRS 2 VELES AGRO та ін., які дозволяють виконати розпушення ґрунту на глибину до 35-40 см без перевертання нижніх пластів.

За мінімальної технології при проведенні обробітку ґрунту передбачають в осінній період лише проведення лушення стерні на глибину 6-8 см, з подальшим мілким обробітком на глибину 12-14 см.

Як вже зазначалося, соняшник дуже вимоглива рослина до наявності поживних елементів. Зокрема, при формуванні 20 ц насінневої маси соняшник споживає з кожного гектара N120P50K300. Саме тому необхідно передбачити

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

внесення поживних елементів в ґрунт в найбільш відповідальні періоди розвитку культури. Так, фосфорно-калійні добрива рекомендовано внести під основний обробіток, азотні – під передпосівний обробіток чи одночасно з посівом [3, 8]. Також соняшник характеризується активним використанням післядії поживних елементів, зокрема азоту, тому доцільним є застосування в системі удобрення складних мінеральних добрив.

Створення оптимальних умов для якісного посіву забезпечує передпосівний обробіток, що передбачає проведення культивації і боронування. Серед основних задач – рівномірне розпушення верхнього шару ґрунту на глибину сівби (5-6 см), що дозволить забезпечити якісне вкладання насіння на необхідну глибину, створює необхідний вологісний і повітряний режим в зоні посіву, що в подальшому дозволить отримати дружні сходи. Тому основною вимогою є дотримання рівноглибинної передпосівної культивації по всій поверхні поля.

Перед посівними системами ставляться задачі по формуванню насінневого ложа, рівномірному розміщенню насінин по довжині рядка, присипанню розпушеним ґрунтом та прикочуванню для покращення контакту з ґрунтом. Вирішення вказаних задач буде сприяти покращенню вологісного режиму в період проростання насіння, підвищиться дружність сходів та в подальшому рівномірність розвитку та дозрівання.

Посів соняшника виконують сівалками точного висіву, обладнаними дозуючими системами різноманітних конструкцій (пневмомеханічні, пневматичні тощо), сошниками як з гострим, так і з тупим кутом атаки складної конструкції, що передбачає елементи по створенню (розкриттю) борозни, укладанню насіння на задану глибину, присипання вологим ґрунтом. Сошникова група може мати в своїй конструкції елементи, що дозволяють виконати прикочування насіння, або ж конструкцією секції передбачається наявність окремого котка, що сприяє швидкому набухання та дружньому проростання насінин. Насіння соняшника заробляють на глибину 6-8 см, залежно від вологості ґрунту, посів виконують при досягненні на глибині 10 см температури ґрунту 8...12°C [3].

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

Сучасні агрокліматичні умови в Україні вимагають ретельного підбору гібридів, які, залежно від зони вирощування, можуть бути ранньостиглими чи більш пізні. Так, наприклад, для південних областей характерним є посів соняшника в червні (пізній строк сівби), коли спостерігається наявність дощів, що зумовлює найбільш сприятливі умови для проростання і подальшого розвитку. Вказані строки дозволяють змістити період цвітіння на серпень, відповідно запилення відбувається у більш сприятливий період.

Натомість для східних областей характерним є можливість втрат врожаю внаслідок ураження посівів вовчком соняшниковим, що вимагає використання гібридів, стійких до цього бур'яну паразита. Провідними насіннєвими компаніями (н-д «Піонер», «Монсанта», «Лімагрейн») пропонуються гібриди соняшнику, що мають стійкість як до вовчка, так і до різного роду гнилі. Підвищити резистентність рослин соняшника до уражень хворобами можна шляхом протруювання насіння фунгіцидами перед посівом.

Норму висіву встановлюють, керуючись рекомендаціями компанії виробника насіння, оскільки дана величина варіюється залежно від гібриду і зони районування. Однак, в будь-якому випадку, визначальним фактором є рівень забезпечення вологою.

Чільне місце в агротехніці вирощування соняшника посідає і догляд за посівами, який передбачає, в першу чергу, проведення операцій із захисту від бур'янів, що пов'язано з низькою конкурентоздатністю культури.

Тривалість періоду гербіологічної залежності у соняшника становить 40-50 днів (від сходів до періоду утворення кошиків), що пов'язано з однієї сторони із повільним ростом рослин на початку вегетації, а також застосування широкорядного способу посіву сприяє проростанню і розвитку бур'янів. Розвиток бур'янів може призвести до зниження врожайності соняшника на 20-30%.

Система хімічного контролю бур'янів передбачає застосування обробки посівів гербіцидами, до дії яких чутливі ті чи інші види бур'янів. Внесення

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

гербицидів виконують за допомогою мобільних обприскувачів або з застосуванням малої авіації чи агродронами.

Сигналом для початку збирання соняшнику є побуріння 80% корзинок за вологості насіння 12-14%. Збирання в більш пізній період може призвести до збільшення втрат продуктивного насіння внаслідок обсіпання, а також збільшується ураження хворобами. Серед технологічних прийомів, що забезпечують зменшення втрат, використовують «конвеєр гібридів» різних строків досягання, що дозволяє збільшити терміни збирання соняшнику.

За умов сирії холодної осені може виникнути ситуація неоднорідності строків вегетації. Тоді використовують прискорення дозрівання шляхом проведення десикації, що полягає в обприскуванні просівів десикантами (літаками, великокліренсовими (з кліренсом 1,85-2,25 м) обприскувачами).

На збиранні соняшника використовують зернозбиральні комбайни з відповідними приставками для соняшника, налаштування молотильного апарату повинно забезпечувати щадливий обмолот, а система очистки – високоефективну сепарацію. При збиранні соняшника застосовують спеціальні жатки, універсальні жатки для збирання кукурудзи-соняшника (за великих і приблизно однакових масивах обох культур у сівозміні), або ж спеціалізовані адаптери на зернові жатки (за умови, що соняшник має невеликі масиви у сівозміні).

Після комбайнового збирання ворох соняшника містить в своєму складі як насіння основної культури, так і насіння інших сільськогосподарських культур, насіння і стебла бур'янів, комах, рослинні рештки, мінеральні та металеві включення. Крім того, вологість маси після збирання не дозволяє проводити навіть короткотермінове зберігання збіжжя. Тому постає задача по післязбиральній обробці.

Першочергово проводиться попереднє очищення від крупних та дрібних домішок, що підвищують загальну вологість зернової маси. Регламентоване зменшення кількості домішок після даного етапу повинно бути менше ніж на 50%. Після попередньої обробки насіння сушать до необхідної вологості –

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

продовольче насіння повинно мати вологість не більше 16-19%, що дозволить провести його короткотермінове зберігання.

Первинна очистка вороху призначена для видалення з його складу ще не менше 60% домішок та підготувати до довготривалого зберігання і до наступного етапу – вторинного очищення і сортування.

Вторинне (основне) очищення насіння соняшнику виконується для доведення чистоти насіннєвого матеріалу до 99,5 %, а шляхом проведення сортування отримують посівний матеріал відповідної якості.

Зважаючи на проведений аналіз технологічних особливостей вирощування соняшника для різних ґрунтово-кліматичних умов, та використовуючи методику складання технологічних прийомів по вирощуванню сільськогосподарських культур [13, 15], розробляємо технологічну карту на вирощування соняшника в умовах північного Степу України (рис. 2.1). Для прикладу проводимо підбір агрегату для виконання операції посіву та визначаємо показники цієї операції, а також проводимо організацію роботи агрегату в загінці. Інші операції розраховуємо аналогічно згідно рекомендацій [15].

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

Технологічна карта вирощування соняшника за мінімальною технологією

Культура	соняшник	Попередник	ячмінь	Середня відстань між рядками, м	10
Гряди	РР 63 А 90	Норма висіву, пос. од.	0,45	Урожайність основної продукції, т	2,5
Репродукція посіву	I-I	Площа посіву, га	100	Висівний збір основної продукції / товарного зерна, т	2500 / 2250

№ п/п	Назва операції	Фактичний об'єм	Склад агрегату		Термін проведення операції	Коефіцієнт втрат в процесі обробки, %	Експлуатаційний об'єм умовного гектара	Значна норма виробітку (т/га)	Кількість нормозмін	Час зміни год	Відсоток виконання	Витрати основних виробничих ресурсів									
			Енергетичний засіб	Марка с/з машини								ЗЗР	Польові (електроенергія)		Добрива	Насіння	Послуги агропартнера		РА-ЗПМ		
													г/га	кВт/год			г/га	г/га		т/км	г/га
1	Дискування на глибину 20-22 см	100 га	МФ8480	Дискова борона ІВЛ-Річ 00131 (945л)	Одразу після закінчення попередньої операції	2,7	47,25	40	2,5	7	1		17,5	350	910	13650				14000	
2	Культивація на глибину 8-10 см	100 га	МФ8480	Культиватор ОС ІІІ 2528 (85л)	По мрі відстання між рядків	2,7	35,66	53	1,89	7	1		13,2	660,4	500	7500				8160,4	
3	Культивація на глибину 8-10 см (за необхідності)	100 га	МФ8480	Культиватор ОС ІІІ 2528 (85л)	По мрі відстання між рядків	2,7	35,66	53	1,89	7	1		13,2	264,2	500	7500				7764,2	
4	Зокреплення дологів пружиною борона	100 га	МТЗ-82	Б3П-15,2	При наступній фазі висівності	15	1167	90	1,11	7	1		7,8	14,76	56	840				987,6	
5	Підвезення доброти (розчин, 200 л/га)	20 т	МТЗ-82	Бочка Jaskin 6000	Перед посівом	15	3,6	50	2,0	6	1		2,4	120	32	480				600	
6	Внесення гранульованого гербіциду "Харнес" або бажавого суміші "Фронтлієр" + "Топіт"	100 га	Самобільний обприскувач Agrosi 15 100		Перед посівом			102	0,98	6	1		5,9	294,2	80	1200	50775			52269,2	
7	Підвезення доброти (розчин, 200 л/га)	100 га	МФ8480	Культиватор ІВЛ-Річ Excel (119л)	Перед посівом	2,7	37,8	50	2,0	7	2		28	560	520	7800				8360	
8	Надбавлення насіння і мін. добрив до посіву	20 т	Навантажувач New Holland LM132		Перед посівом			105	0,89	7	4		5,3	106,6	24	360				466,6	
9	Підвезення мінеральних добрив до посіву	20 т	КАМАЗ - 6520		Перед посівом			120	0,17	7	1		1,2	60,4	16	240		200	3200	3500,4	
10	Посів х одночасним внесенням добрив	100 га	МТЗ-82	Силова УПТ-8	При наступній температурі грунту на глибині посіву 10-12°C	2,53	39,36	45	2,22	7	2		31,1	622,2	560	8400	79270	45000		133292,2	
11	Підвезення доброти (розчин, 200 л/га)	20 т	МТЗ-82	Бочка Jaskin 6000	У фазі 6-8 листків	15	4,2	50	2,0	7	1		2,8	140	32	480				620	
12	Внесення мікродобрив "Агроліт" до посіву	100 га	МТЗ-82	Прочинний обприскувач Valpact	У фазі 6-8 листків			90	1,11	7	1		7,8	388,8	160	2400	35600			38388,8	
13	Підвезення доброти (розчин, 200 л/га)	20 т	МТЗ-82	Бочка Jaskin 6000	За два тижні до збирання	15	3,6	50	2,0	6	1		2,4	120	32	480				600	
14	Підвезення доброти (розчин, 200 л/га)	100 га	Самобільний обприскувач Mingo		За два тижні до збирання			180	0,56	6	1		3,3	166,5	80	1200	36483			37849,5	
15	Збирання врожаю	100 га	Комбайн MF 7274, Ceva		При волозистості зерна 12-14%			50	2,0	7	1		14	700	1100	16500				17200	
16	Транспортування зерна з поля	250 т	Зернавоз КАМАЗ - 6520		Після збирання врожаю			120	2,08	7	1		14,6	672,4	200	3000		250	4000	7672,4	
17	Попереднє очищення зерна	250 т	ОБП-20		Після збирання врожаю			250	1,0	7	2		12,2	193,67	673	1224,86				1418,53	
18	Підбирання очищення	250 т	ПСН-25		Після збирання врожаю			224	1,11	7	1		7,13	121,2	433,2	788,4				909,52	
Всього												1187,51	6262,11	5808,8	73862,4	87258	114870	4500	7200	334633,37	

Засоби захисту рослин			Норма внесення			Термін внесення		
Назва препарату	Норма внесення	Надобина на всю площу, л	Добрива	Норма внесення	Надобина на всю площу, кг / га	Добрива	Норма внесення	Термін внесення
Харнес 90% к.е.	3000	3000	Літомас	МТЗ-82	М4-2П100	Літомас	МТЗ-82	Літомас
Сполот 330 к.е.	3000	3000	Агроліт	МТЗ-82	М4-2П100	Агроліт	МТЗ-82	Агроліт
Фронтлієр Оптіма, к.е.	0,8	800	Агроліт	МТЗ-82	М4-2П100	Агроліт	МТЗ-82	Агроліт
Регіон Супер 150 г/л, ф.р.к.	2,5	2500	Агроліт	МТЗ-82	М4-2П100	Агроліт	МТЗ-82	Агроліт

Рис. 2.1. Технологічна карта вирощування соняшника

2.2. Комплектування і підготовка посівного агрегату до роботи.

Характеристика умов проведення операції

Показник	Значення показника
Сільськогосподарська операція	Посів насіння соняшника
Марка трактора	МТЗ-82
Марка агрегату	УПС-8
Довжина гонів, L м	900
Фон поля	Під посів
Кут підйому, %	5

Комплектування і підготовка агрегату до роботи.

Операція підготовки агрегату до роботи передбачає підготовку трактора і сівалки до агрегаткування, складання агрегату, попередній робочий просів та проведення щозмінного ТО.

Умовами оптимального комплектування передбачається забезпечення раціонального завантаження трактора шляхом підбору відповідної кількості агрегатуємих машин за тяговим зусиллям, при цьому оброблювана площа повинна відповідати сумарному денному виробітку агрегату (-ів).

Для проведення налагоджувальних робіт сівалочний агрегат розміщують на регульовальному майданчику, де перевіряють комплектність, точність встановлення робочих органів, норми висіву насіння та внесення добрив, технічний стан робочих органів, допоміжних механізмів, захисних пристроїв, проводять змащування механізмів передач та контрольних точок мащення.

При визначенні способу агрегаткування необхідно встановити теоретичні швидкості на передачах трактора (V_m) та відповідні їм номінальні тягові зусилля на гаку:

$$V_m^{IV} = 6,9 \text{ км/год}$$

$$V_m^V = 8,2 \text{ км/год}$$

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

$$P_{\text{гак}}^{\text{IV}} = 13,9 \text{ кН}$$

$$P_{\text{гак}}^{\text{V}} = 11,7 \text{ кН}$$

Далі встановимо максимальні значення ширини захвату агрегату на заданих передачах:

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

де K_o^V – значення питомого опору, кН/м, яке становить:

$$K_o^V = K_o [1 + L(V_p - V_o)]$$

K_o – значення питомого опору ґрунту за швидкості $V_o = 5$ км/год, ($K_o = 1,1 \dots 1,7$ кН/м);

L – величина коефіцієнта приросту питомого опору, залежно від швидкості руху агрегату, ($L = 1,0 \dots 1,6\%$);

V_p – робоча швидкість (на відповідній передачі) агрегату, км/год.

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

де V_m – значення теоретичної швидкості, км/год

δ – коефіцієнт буксування ($\delta = 5 \dots 21\%$).

Отже,

$$V_p^{\text{IV}} = 6,9 \left(1 - \frac{21}{100}\right) = 5,45 \text{ км/год}$$

$$V_p^{\text{V}} = 8,2 \left(1 - \frac{21}{100}\right) = 6,48 \text{ км/год}$$

Тоді:

$$K_o^{\text{IV}} = 1,5(1 + 0,014(5,45 - 5)) = 1,51 \text{ кН/м}$$

$$K_o^{\text{V}} = 1,5(1 + 0,014(6,48 - 5)) = 1,53 \text{ кН/м}$$

Визначимо додатковий опір, що характеризує рух агрегату на підйомі:

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

де G_m – вага машини ($G_m = 32,5$ кН)

B_k – конструктивна ширина захвату сівалки, ($B_k = 5,6$ м)

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

Отже:

$$R_i = \frac{32,5}{5,6} \cdot 0,05 = 0,29 \text{ кН/м}$$

Тоді значення максимальної ширини захвату агрегату становить:

$$B_{max}^{IV} = \frac{13,9}{1,51 + 0,29} = 7,7 \text{ м}$$

$$B_{max}^V = \frac{11,7}{1,53 + 0,29} = 6,4 \text{ м}$$

Кількість сівалок в агрегаті, згідно максимального тягового зусилля на відповідній передачі, становитиме:

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

$$n_c^{IV} = \frac{7,7}{5,6} = 1,37 - \text{прийmemo 1 сівалку;}$$

$$n_c^V = \frac{6,4}{5,6} = 1,14 - \text{прийmemo 1 сівалку.}$$

Загальний тяговий опір сівалочного агрегату становить

$$R_{agr} = (K_o^V) B_p n_c^i + R_{зч}$$

$$R_{agr}^{IV} = (1,51) \cdot 5,6 \cdot 1 = 8,4 \text{ кН}$$

$$R_{agr}^V = (1,53) \cdot 5,6 \cdot 1 = 8,6 \text{ кН}$$

Значення коефіцієнта використання тягового зусилля, що визначає завантаженість потужності трактора

$$\eta = \frac{R_{agr}}{P_{гак}}$$

$$\eta_{тз}^{IV} = \frac{8,4}{14} = 0,6$$

$$\eta_{тз}^V = \frac{8,6}{11,5} = 0,75$$

Як бачимо, при роботі трактора на 5 передачі будемо мати більш раціональне використання його потужності в межах 75%.

Змінна продуктивність агрегату, га/зм:

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

$$W_{зм} = 0.1 B_p V_p T_p$$

де B_p – робоча ширина захвату, м:

$$B_p = B_k \sigma$$

σ – коефіцієнт, що характеризує використання ширини захвату агрегату (для сівалки точного висіву $\sigma = 0,98 \dots 1,0$)

$$B_p = 5,6 \cdot 1,0 = 5,6 \text{ м.}$$

$T_{p.зм}$ – тривалість робочого часу зміни, год:

$$T_{p.зм} = T_{зм} \zeta$$

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

ζ – коефіцієнт, що характеризує ступінь використання часу зміни ($\zeta = 0,84$):

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

Тоді отримаємо значення змінної продуктивності для відповідних передач:

$$W_{зм}^{IV} = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 5,45 \cdot 5,88 = 17,9 \text{ га/зм}$$

$$W_{зм}^V = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 6,48 \cdot 5,88 = 21,3 \text{ га/зм}$$

Визначимо витрати палива (кг/га) для різних робочих передач

$$Q_{га} = \frac{Q_{зм}}{W_{зм}}$$

де $Q_{га}$ – сума витрат пального за робочу зміну, кг;

$$Q_{зм} = Q_p T_p + Q_x t_x + Q_3 t_3$$

де Q_p , Q_x , Q_3 – відповідні годинні затрати пального за час робочих і холостих ходів, а також під час зупинок з ввімкненим двигуном, кг/год;

$$t_x = t_3 = \frac{7 - 5,88}{2} = 0,56 \text{ год}$$

При $\eta_{тз}^{IV} = 0,97$; $Q_p = 16,5$ кг/год; $Q_x = 11,6$ кг/год; $Q_3 = 2$ кг/год;

при $\eta_{тз}^V = 0,58$; $Q_p = 15,4$ кг/год; $Q_x = 9,2$ кг/год; $Q_3 = 2$ кг/год;

Тоді витрата пального на 1 га:

$$Q_{га}^{IV} = \frac{16,5 \cdot 5,88 + 11,6 \cdot 0,56 + 2 \cdot 0,56}{17,9} = 5,85 \text{ кг/га}$$

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

$$Q_{\text{га}}^V = \frac{15,4 \cdot 5,88 + 9,2 \cdot 0,56 + 2 \cdot 0,56}{21,3} = 4,55 \text{ кг/га}$$

Підготовка поля до роботи.

Перед початком роботи необхідно провести візуальний огляд поля, за необхідності провести очищення його від сторонніх предметів, перешкоди, що неможливо усунути, необхідно позначити.

Визначаємо спосіб і напрямок руху агрегату – зважаючи на конфігурацію поля найбільш раціональним є рух агрегату вздовж сторони гону $L=900\text{м}$, а спосіб руху – човниковий.

Кінематична довжина агрегату становить

$$L_k = l_{mp} + l_m$$

де $l_{mp} + l_m$ – відповідно кінематична довжина енергетичного засобу та сівалки, м.

$$l_{mp} = 1,35 \text{ м}, l_m = 3,5 \text{ м}.$$

Тоді:

$$L_k = 1,35 + 3,5 = 4,85 \text{ м}.$$

Наступним етапом є встановлення ширини поворотної смуги агрегату, яка становить для петльового способу повороту сівалочного агрегату

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

де R_{min} – величина мінімального радіуса повороту, м.

$$R_{min} = 1,2 \cdot B_p = 1,2 \cdot 5,6 = 6,72 \text{ м}$$

e – величина довжини виїзду агрегату, яка залежить від його кінематичної довжини, м.

$$e = (0,50 \dots 0,70) \cdot L_k = 0,6 \cdot 4,85 = 2,91 \text{ м}.$$

Тоді

$$E_p = 3 \cdot 6,72 + 2,91 = 23,07 \text{ м}.$$

Відповідно до кратної ширини захвату агрегату, ширина поворотної смуги становить

$$E_p = K \cdot B_p$$

де K – кратність ширини захвату

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

$$K = \frac{E_p}{B_p} = \frac{23,07}{5,6} = 4,12 \cong 5$$

$$E_p = 5 \cdot 5,6 = 28,0 \text{ м}$$

Відповідна ширина загінки становитиме

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

$$C = \frac{10^4 \cdot 3 \cdot 21,3}{900} = 710 \text{ м.}$$

Кількість загінок становитиме:

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

де F – площа посіву, га;

L – довжина загінки, м.

$$n_3 = \frac{10^4 \cdot 100}{900 \cdot 710} = 1,56$$

На 5 передачі приймаємо 1 загінку 710 м і 1 загінку 401 м.

Оформлення операційно технологічної карти.

Проведені технологічні розрахунки операції посіву використовуємо для оформлення операційної технологічної карти (приведення в графічній частині) та викуємо додаткові розрахунки показників організації виконання операції.

Тривалість одного циклу роботи в загінці, хв.

$$T_{\text{ц}} = \frac{12L_{3p}}{10^4 V_p} + 2t_e$$

де L_{3p} – довжина робочого гону загінки, м;

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

$$L_{3p} = L - 2E$$

$$L_{3p} = 900 - 2 \cdot 28,0 = 844,0 \text{ м.}$$

Отже:

$$T_{\text{ц}} = \frac{12 \cdot 844}{10^2 \cdot 6,48} + 2 \cdot 1,5 = 18,63 \text{ хв} = 0,32 \text{ год}$$

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

Технічна продуктивність за цикл становить, га/ц:

$$W_y = 0.1 B_p V_p T_y \tau$$

$$W_y = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 6,48 \cdot 0,32 \cdot 0,82 = 0,95 \text{ га/ц.}$$

Кількість циклів за зміну:

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

$$n_{\text{ц}} = \frac{21,3}{0,95} = 22,4 \text{ ц/зм.}$$

Витрати палива за зміну:

$$Q_{\text{зм}} = Q_{\text{га}} W_{\text{зм}}$$

$$Q_{\text{зм}} = 4,55 \cdot 21,3 = 96,9 \text{ кг/зм.}$$

Отримані дані також використовуємо для заповнення операційної карти на посів та технологічної карти вирощування соняшника.

Висновки по розділу

Проведений критичний аналіз технологічних особливостей вирощування соняшнику в різноманітних агрокліматичних умовах. Враховуючи проведений аналіз та рекомендації провідних підприємств, що районують дану культуру, було складено технологічну карту вирощування соняшника для заданих умов. Проаналізовано технологічні умови проведення операції посіву агрегатом в складі трактора МТЗ-82 та сівалки УПС-8. Визначено, що найбільш раціональним є робота односівалочного агрегату на робочій 5 передачі трактора, що дозволить в агротехнічні терміни виконати посів з мінімальними витратами.

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

3. Наукова частина

3.1. Аналіз існуючих конструкцій висівних систем

Серед найбільш популярних висівних систем широкого поширення набули сівалки з пневмомеханічними висівними апаратами, до переваг яких можна віднести простоту конструкції, велику універсальність і практично відсутність пошкодження насіння робочими органами дозуючих елементів, а також спроможність якісно працювати на підвищених швидкостях. Одним з показників якісної роботи дозуючих систем сівалок, особливо при висіві просапних культур, є забезпечення рівномірного розподілу насіння в рядку, яке характеризується, згідно агрономог, наступними показниками – пропуски не повинні перевищувати 2%, а кількість двійників 5%.

Одним з основних дозуючих елементів висівних апаратів пневмомеханічного типу є висівний диск. Даний елемент вивчався багатьма дослідниками і має як різноманітну форму присмоктувальних отворів (циліндричну, конічну, тороїдальну та ін.), так і конструкцію самого висівного диска [16, 17, 21, 30-38].

Так, висівні апарати сівалок «Екзакта Мат» [28] мають отвори висівного диску, що розміщені з внутрішньої сторони диска-обода 6, бічна сторона якого має сектори, утворені криволінійними напрямними (рис. 3.1). Серед особливостей роботи даної конструкції є те, що насіння після проходження зони розрідження, потрапляє до направляючих і в подальшому контролювано направляється ними до місця скидання.

Фірмою Kuhn [35] представлені сівалки серії MAXIMA 3, в яких оптимізовано відбір насіння за рахунок форми внутрішньої стінки (рис. 3.2), а також застосовані розподільчі засувки для більш чіткого відсічення повітря і підвищення точності падіння насіння. Висівні диски поставляються для різних культур з різною кількістю отворів.

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

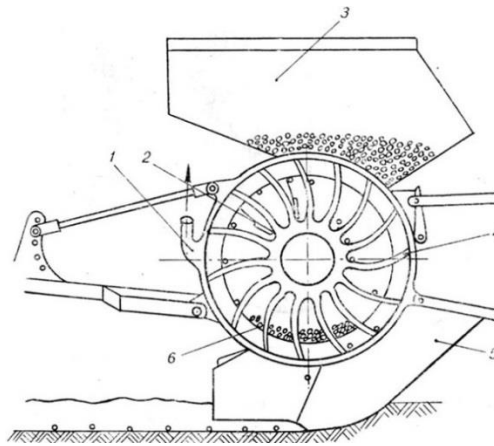


Рис. 3.1 Принципова схема посівної секції сівалки «Екзакта Мат» [28]: 1 – вакуумпровід, 2 – скидач зайвого насіння, 3 – бункер, 4 – криволінійний напрямник, 5 – сошник, 6 – дозуючий диск.

Для висівних пристроїв сівалок PLANTER 3 фірми Kuhn (рис. 3.3) пропонується три типи секцій:

1. Задня копіювальна – опорна точка розміщена ззаду для більш глибокої заробки насіння;
2. Маятникова – орієнтована на висів насіння буряків і має дві опорні точки, розміщені ззаду та спереду, що дозволяє більш точно контролювати глибину заробки на підготовленому ґрунті;
3. Висівний апарат з відкривним диском, що забезпечує надійну роботу за наявності великої кількості рослинних решток – контроль глибини заробки здійснюється за допомогою передніх коліс та заднього копіювального колеса.



Рис. 3.2. Посівна секція сівалки MAXIMA 3 фірми Kuhn [35].

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

УПС 00.000 ПЗ

Арк.

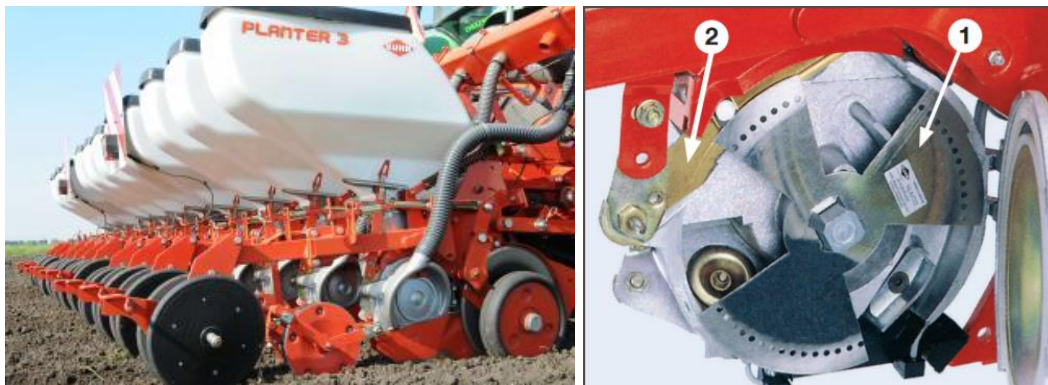


Рис. 3.3. Посівні секції сівалки PLANTER 3 фірми Kuhn [35].

Фірма Maschio Gaspardo виготовляє моделі сівалок серії SP (рис. 3.4) з пневмомеханічними висівними апаратами. Серед особливостей – подвійна дія відбивача, що відбирає як дражоване і каліброване насіння, так і насіння, що має неправильні форми.

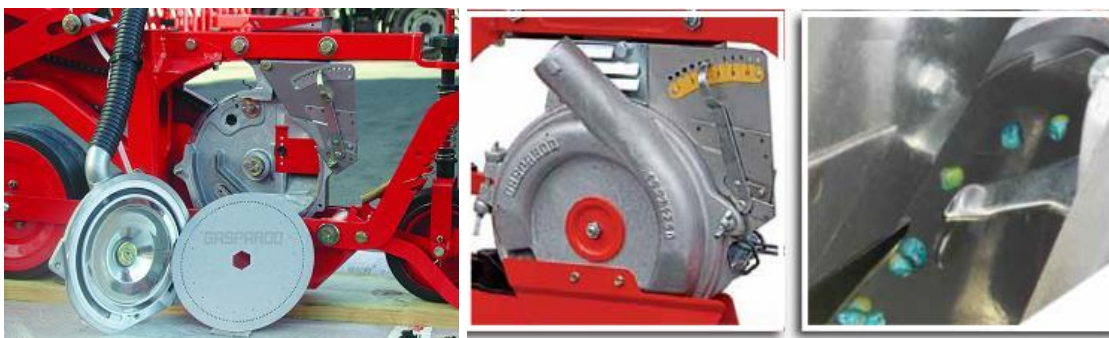


Рис. 3.4. Сівалка фірми Gaspardo серії SP [40].

Висівний апарат PROFІ від ТОВ «Ельворті» (рис. 3.5) має в своїй будові верхній і нижній регульовані скидачі насіння, що дозволяють уникати двійників, заповнення висівної камери регулюється заслінкою, що розміщена під бункером, висівна камера має оглядове вікно для зручності налаштування на норму висіву, висівний диск оснащений швидкознімною ворушилкою, швидке спорожнення висівної камери можливо через розвантажувальний люк. Вал висівного диска обертається від електроприводу з електронним керуванням, що дозволяє забезпечити автоматизований контроль висіву.

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

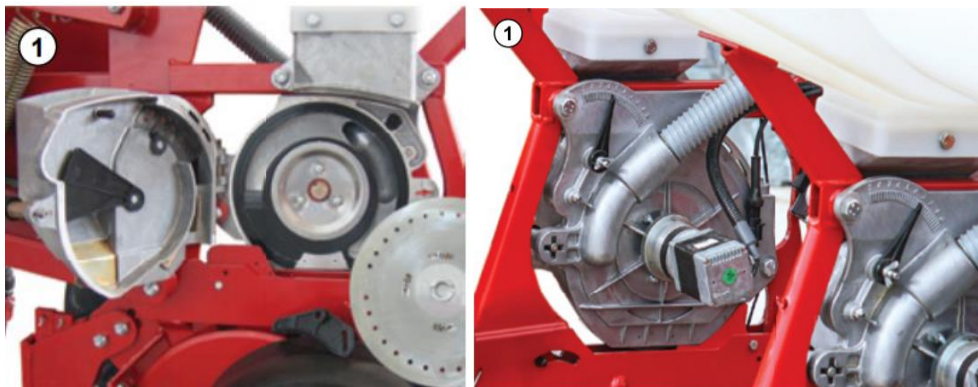


Рис. 3.5. Висівний апарат PROFi виробництва Ельворті [27].

Фірма Becker випускає сімейство сівалок для точного посіву «Аеромат», що оснащуються пневмомеханічними висівними апаратами, які працюють з надлишковим тиском (рис. 3.6).



Рис. 3.6. Загальний вигляд та схема висівного апарата сівалки «Аеромат» [33]: 1 – кожух, 2 – комірка диска, 3 – дозуючий диск, 4 – сопло, 5 – заслінка, 6 – насіннєвий бункер, 7 – сошник.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

УПС 00.000 ПЗ

Арк.

Серед основних робочих елементів висівного апарату даних сівалок: бункер для насіння, оснащений ущільненою кришкою і заслінкою, корпус, висівний диск, що має наскрізні отвори конусної форми, сопло, через яке підводиться повітря. Насіння з бункера через живильний канал надходять в камеру заповнення. При обертанні диска в його комірки захоплюються з загального шару декілька насінин. При проходженні під соплом вони продуваються струменями повітря, зайві насінини видаляються з комірки, а одна (нижня) присмоктується повітряним потоком до вершини конуса. В нижній точці скидання насінини викидається, і через вікно потрапляє в борозну, розкриту сошником.

Загальним недоліком пневмомеханічних апаратів дискового типу є можливість забивання дозуючих отворів брудом, неможливість виконати отвори універсальними як за діаметром, так і за формою для всіх видів просапних культур, що не дозволяє відмовитися від використання пасивних (у вигляді вилок, секторів, голок тощо) чи активних (повітряним потоком) скидачів зайвого насіння та виштовхувачів.

3.2. Обґрунтування теми та мети роботи

Як відомо [16, 19, 30], за реальних виробничих умов використання сівалок з пневмомеханічними висівними апаратами спостерігається неякісне заповнення отворів висівного диска, особливо на різних швидкостях роботи – за малої частоти обертання диска простежується висів значної кількості «двійників», натомість за великої зростає кількість пропусків. Аналіз роботи пневмовакуумних висівних апаратів, що мають отвори круглої форми, дозволив виявити [39], що захоплені дозуючими елементами насінини при переміщенні в насіннєвій камері, розсовують пласт насіння, що наближений до висівного диску. Після цього пласт насіння через певний час змикається так, що точки контактів знову проходять через траєкторію руху дозуючих отворів. Але в момент надходження наступного отвору спостерігається відсутність насіння на

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

його траєкторії переміщення, а тому не в повній мірі перекривають його і площа перекриття S_c (рис. 3.7, а) не відповідає площі дозуючого отвору.

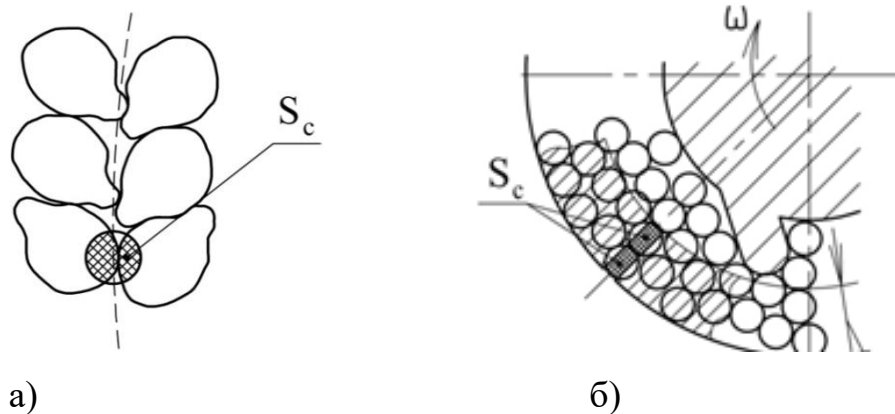


Рис. 3.7. Траєкторія руху насіння відносно круглих отворів (а) і розташування насіння при прямокутній формі отворів (б)

З метою забезпечення гарантованого потрапляння хоча б однієї насінини на траєкторію руху дозуючого отвору і усунення недоліків отворів круглої форми, запропоновано застосувати дозуючі елементи прямокутної форми (рис. 3.7, б).

Відповідно до висунутої гіпотези запропоновано удосконалену конструкцію висівного апарата пневмомеханічного типу (рис. 3.8).

Принцип дії вказаного апарата аналогічний іншим, наприклад УПС-8. Насіння з бункера 1, самопливом потрапляє до насінневої камери 2, що розміщена в корпусі 3 апарату, де насіннева суміш активізується ворушилкою 4. Відповідно, насіння починає переміщуватися співнапрямлено переміщенню отворів дозуючого диска 5. Під дією вакууму, що підтримується постійним у вакуумній камері, насінини присмоктуються до прямокутних отворів і виносяться диском 5 за межі насінневої камери 2. Далі насіння переміщується до зони дії скидача зайвого насіння 6, що, за рахунок відповідного регулювання 7, зміщує зайві насінини від отворів дозуючого диска, зменшуючи силу присмоктування, і, відповідно, зайве насіння відпадає назад до забірної камери. При цьому, при правильному регулювання скидача, у отворі повинна

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

залишитись лише одна насінина, яка, при подальшому обертанні диска, транспортується до зони відсутності вакууму і потрапляє під дією сили тяжіння до борозни, утвореної сошником.

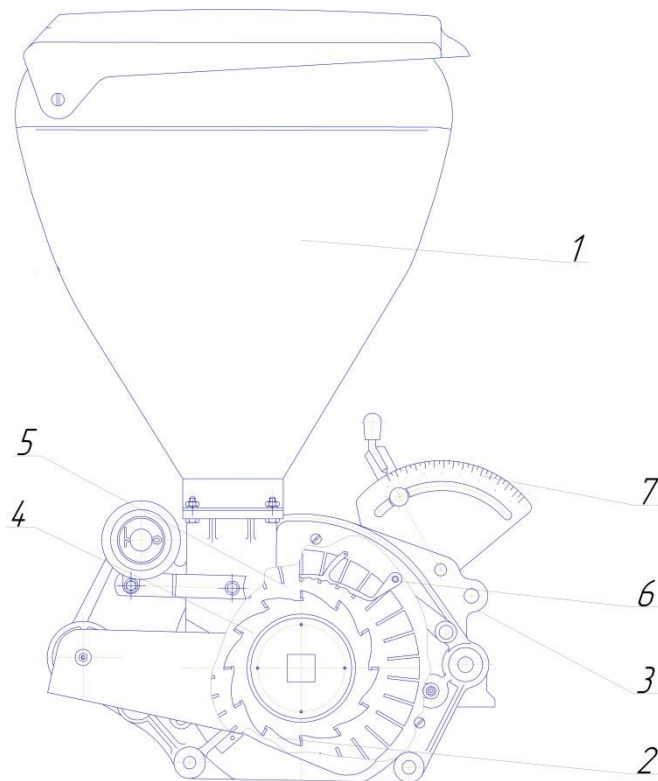


Рис. 3.8. Удосконалений пневмомеханічний висівний апарат:

1 – бункер, 2 – насіннева камера, 3 – корпус, 4 – ворушилка, 5 – дозуючий диск з отворами, 6 – скидач зайвого насіння, 7 – регулятор скидача.

Отже, метою роботи є підвищення точності посіву соняшника шляхом обґрунтування параметрів та режимів роботи пневмомеханічного висівного апарата.

Об'єктом дослідження є процес висіву насіння соняшника пневмомеханічним висівним апаратом з дозуючим диском, що має прямокутні отвори.

Предметом досліджень є параметри пневмомеханічного висівного апарату з дозуючим диском, що має прямокутні отвори.

Програмою досліджень передбачалось вирішення наступної задачі – визначити раціональні параметри та режими роботи пневмомеханічного

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

висівного апарату запропонованої конструкції при забезпеченні якісних показників процесу точного висіву.

3.3. Методика досліджень

Для виконання задач досліджень була використано проведення експериментальних досліджень на лабораторній установці кафедри СГМ ЦНТУ (рис. 3.9). До складу лабораторної установки входять: стенд «Липка стрічка», що імітує рух по полю, висівний апарат пневмомеханічного типу, привод якого здійснюється через ланцюгову передачу від електромотора, частоту якого регулює випрямляч струму ВСА-111к (рис. 3.10, а), тахометр ІО-30 (рис. 3.10, б), в якості вакуумної установки використовували стаціонарний пилосмок «VCC4140V38».



Рис. 3.9. Загальний вигляд лабораторної установки: 1 – пилосмок «VCC4140V38»; 2 – кроковий електромотор; 3 – досліджуваний висівний апарат; 4 – манометр; 5 – випрямляч струму ВСА-111К.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

УПС 00.000 ПЗ

Арк.



а)



б)

Рис. 3.10. Випрямляч току ВСА-111к (а) та тахометр ИО-30 (б).

Під час проведення експериментів використовували змінні диски запропонованої конструкції (рис. 3.11).



Рис. 3.11. Досліджуваний висівний диск

Зважаючи на зміну умов присмоктування насінин до отворів модернізованого диска було прийняте рішення про застосування модернізованої прокладки вакуумної камери (рис. 3.12), що має змінну ширину прорізи – найбільшу в нижній частині забірної камери з подальшим зменшенням по ходу обертання диска до певної величини в зоні дії скидача зайвого насіння. Це дозволить забезпечити гарантоване присмоктування хоча б однієї насінини до отворів та «полегшити» роботу скидача зайвого насіння. Вказане рішення дозволить також зменшити енергетичні витрати на створення вакууму, оскільки зменшиться площа дії вакуумної камери.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

УПС 00.000 ПЗ

Арк.



Рис. 3.12. Загальний вигляд модернізованої прокладки з різною мінімальною шириною щілини

Для вирішення поставлених задач досліджень було вирішено провести повний факторний експеримент. Шляхом проведення пошукових досліджень за фактори впливу обрано три параметри: лінійну швидкість переміщення насінини, розрідження у вакуумній камері та ширину прямокутних отворів.

Результати проведених досліджень фіксували у формі таблиці 3.2.

Фактори мали наступні значення:

1. Лінійну швидкість переміщення змінювали в діапазоні 0,25...0,35 м/с шляхом зміни частоти обертання вала висівного диска через привод.
2. Розрідження у вакуумкамері варіювали в діапазоні 0,5...2,5 кПа.
3. Діапазон зміни ширини отвору встановлювали, виходячи з розмірних характеристик насіння та умов якісного присмоктування і для соняшника змінювали в діапазоні 2...2,4 мм.

Кодування факторів виконували згідно рекомендацій [20, ст. 64-67], а відповідні умови проведення дослідів наведені у табл. 3.1.

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

Табл.3.1. Умови проведення досліджень

Фактор	Натуральне позначення	Кодове позначення	Інтервал зміни фактора	Рівні варіювання					
				Натуральні			Кодові*		
				верхні	нульові	нижні	верхні	нульові	нижні
Лінійна швидкість переміщення насінини, м/с	X_1	x_1	0,05	0,35	0,3	0,25	+	0	-
Розрідження у вакуумкамері, кПа	X_2	x_2	1,0	2,5	1,5	0,5	+	0	-
Ширина отвору, мм	X_3	x_3	0,2	2,5	2,3	2,1	+	0	-

Відповідно до стандартної методики [20, ст. 67-68] було складено план-матрицю трифакторного експерименту (ПФЕ 2^3), що передбачала проведення восьми дослідів ($n=2^3=8$) у випадковій послідовності (табл. 3.2). Кожен дослід проводили з трьохкратною повторністю.

Критерієм оптимізації було обрано коефіцієнт рівномірності висіву:

$$K_{\text{рів}} = \frac{n_{\text{ф}}}{n_{\text{пл}}} \cdot 100\%$$

де $n_{\text{ф}}$ – кількість висіяного насіння, що висіялось на липку стрічку, г;

$n_{\text{пл}}$ – кількість насіння, що повинно було висіятись (приймали 10 обертів диска), г.

Контроль наявності пропусків і двійників здійснювали візуально.

3.4. Результати досліджень

У відповідності до складеної робочої матриці в рандомізованому порядку були отримані наступні результати (табл. 3.2).

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

Табл. 3.2. Результати експериментальних досліджень

Рандомізація	Рівні варіювання величин			Вихідний параметр Y_1 , %			Середньо-арифметичне значення $\bar{Y}_u$, %
				Повторюваність			
	x_1	x_2	x_3	I, Y_{u1}	II, Y_{u2}	III, Y_{u3}	
5	-	-	-	73,3	75	76,7	75
2	+	-	-	64,6	61,4	63	63
7	-	+	-	104,7	106	107,3	106
1	+	+	-	81,6	84,4	83	83
4	-	-	+	78,6	81,7	79,8	80
6	+	-	+	68,4	65	67,6	67
8	-	+	+	122	120,7	120,3	121
3	+	+	+	93,7	91,6	93,6	93

За отриманими результати необхідно провести перевірку відтворюваності досліджень за критерієм Кохрена. Для цього використовували стандартну методику [20, ст. 70-71], відповідно до якої, $G_p=0,18 \leq G(0,05;8;2)=0,5157$, тобто умова відтворюваності виконується.

Коефіцієнти рівняння регресії, розраховані у відповідності до [20, ст. 71-72] мають значення:

$$b_0 = 86; b_1 = -9,6; b_2 = 14,8; b_3 = 4,1; b_{12} = -3,2; b_{13} = -0,69;$$

$$b_{23} = 2; b_{123} = 7,3$$

Тоді математична модель висіву матиме вигляд:

$$y = 86 - 9,6 \cdot x_1 + 14,8 \cdot x_2 + 4,1 \cdot x_3 - 3,2 \cdot x_1 x_2 - 0,69 \cdot x_1 x_3 + 2 \cdot x_2 x_3 + 7,3 \cdot x_1 x_2 x_3$$

Перевірку адекватності отриманої моделі проводили за критерієм Фішера F [20, ст. 73-74]: $F^P = \frac{5,15}{2,09} = 2,46 < F^T(0,05; 8; 16) = 2,59$, що підтверджує виконання умови.

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

Впливовість факторів на критерій оптимізації, що відображена у Парето карті (рис. 3.13), дозволила встановити, що найбільше точність висіву корелює з розрідженням у вакуумкамері та лінійною швидкістю насіння. Ширина ж отвору має більш конструктивне значення і визначається зоною контакту насіння з вакуумом.

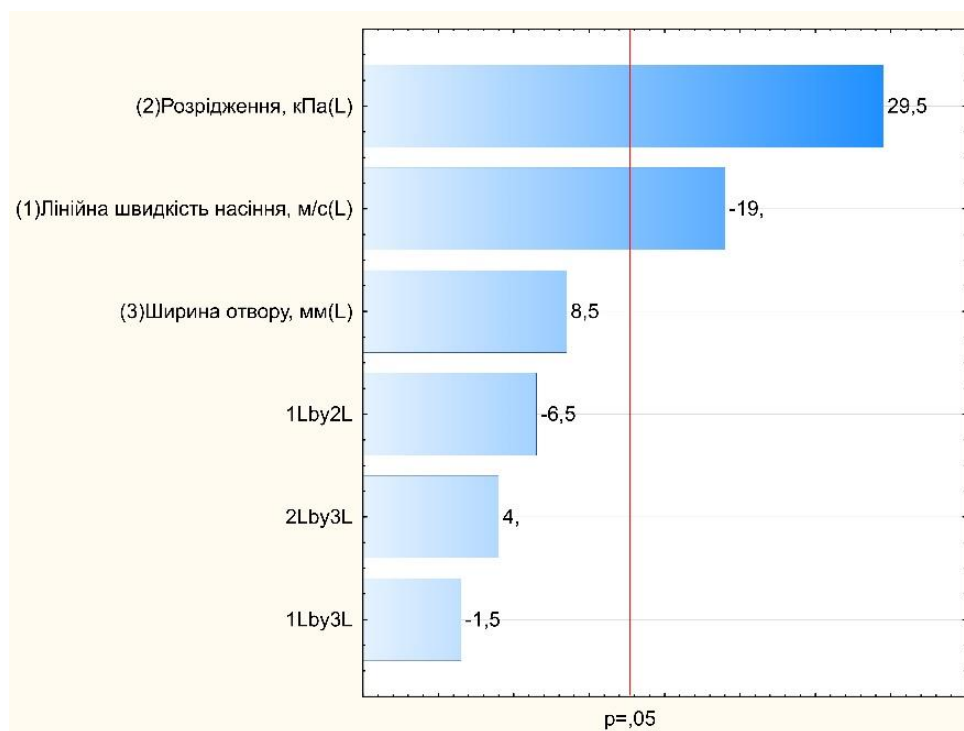
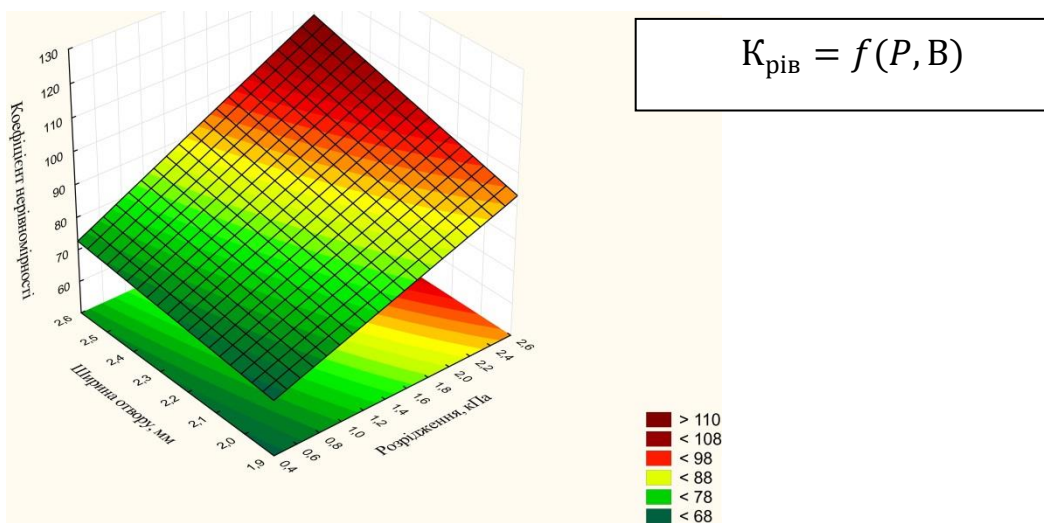
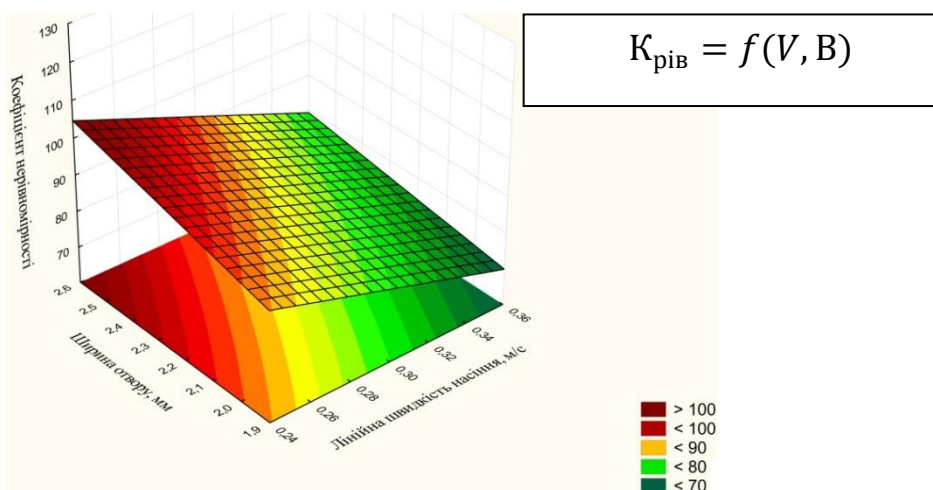
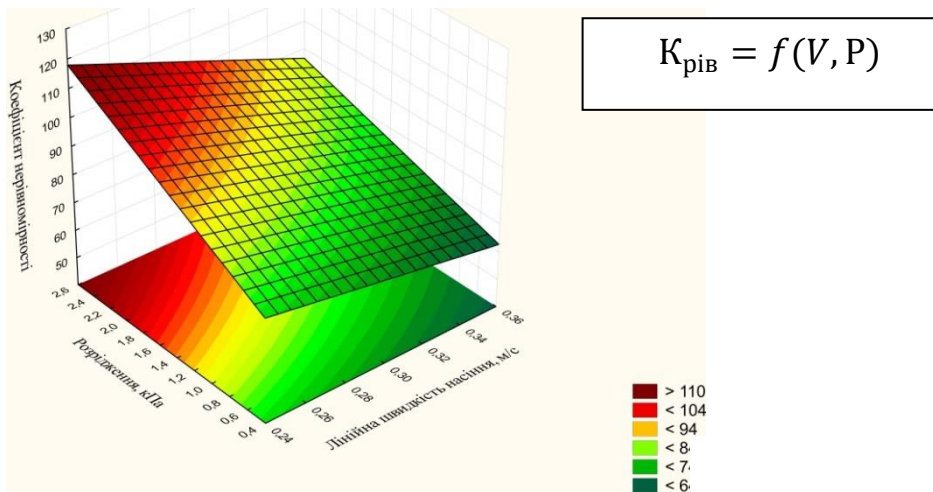


Рис. 3.13. Впливовість факторів на точність висіву

Графічна інтерпретації отриманих результатів (рис. 3.14) дозволяє зробити деякі висновки. Збільшення швидкості переміщення насіння, що безпосередньо пов'язана з продуктивністю посіву, та зменшення розрідження у вакуумкамері призведуть до утворення великої кількості пропусків. Це пояснюється тим, що будуть зменшуватися сили присмоктування насіння до отвору диску при одночасному зростанні відцентрових сил, а значить насіння не зможе якісно утримуватись в отворі. Підвищення величини вакууму навпаки буде сприяти подвійному (потрійному) присмоктуванню насінин до одного отвору. Зменшення ж ширини отворів не дозволить якісно утримувати насінину в зоні присмоктування внаслідок зменшення площі контакту насіння з вакуумом.



а – лінійна швидкість та розрідження у системі;

б – лінійна швидкість та ширина отвору;

в – розрідження у системі та ширина отвору.

Рис. 3.14. Графіки поверхонь відгуку точності висіву від параметрів висівної системи

Найвищого значення точності висіву при агротехнічно допустимих кількості пропусків і двійників можливо досягти при наступних раціональних значеннях параметрів системи:

$$x_1 - V = 0,3 \dots 0,35 \text{ м/с}$$

$$x_2 - P = 0,5 \dots 1,5 \text{ кПа}$$

$$x_3 - B = 2,5 \text{ мм}$$

3.5. Технологічні розрахунки

Розрахунок пневмосистеми висівного апарата

Визначаємо втрати тиску в повітропроводах, що виникають внаслідок тертя об стінки P_{mp} та при подоланні місцевих опорів P_{mc} :

$$P_{\xi} = P_{mp} + P_{mc} \quad (3.1)$$

Згідно рекомендацій [29], витрати тиску на тертя для трубопроводів круглого перерізу становлять:

$$P_{mp} = \lambda \cdot \frac{l}{D} \cdot \frac{\gamma_{\text{в}} \cdot U^2}{29} \quad (3.2)$$

де l – довжина трубопроводу;

D – діаметр круглого трубопроводу;

λ – коефіцієнт опору тертя, виражений в функції числа Рейнольдса, який можна визначити за формулою Нікурадзе:

$$\lambda = 0,032 + 0,221 \cdot R_e^{-0,237} \quad (3.3)$$

де R_e – число Рейнольдса, яке має значення $R_e = \frac{D \cdot V}{\nu}$;

ν – коефіцієнт кінематичної в'язкості за значення аерометричного тиску $P_a^- = 760 \text{ мм. вод. ст.}$ і температури 20°C ;

V – швидкість потоку повітря в повітропроводі, (приймаємо 12 м/с [29];

Для діаметра повітропроводу 75 мм число Рейнольдса матиме значення (рис. 3.15):

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

$$R_e = \frac{0,75 \cdot 12,0}{0,149 \cdot 10^{-4}} = 6,04 \cdot 10^4 \text{ м / с}$$

- для діаметра повітропроводу 32 мм:

$$R_e = \frac{0,32 \cdot 12,0}{0,149 \cdot 10^{-4}} = 2,58 \cdot 10^4 \text{ м}^2 / \text{с}$$

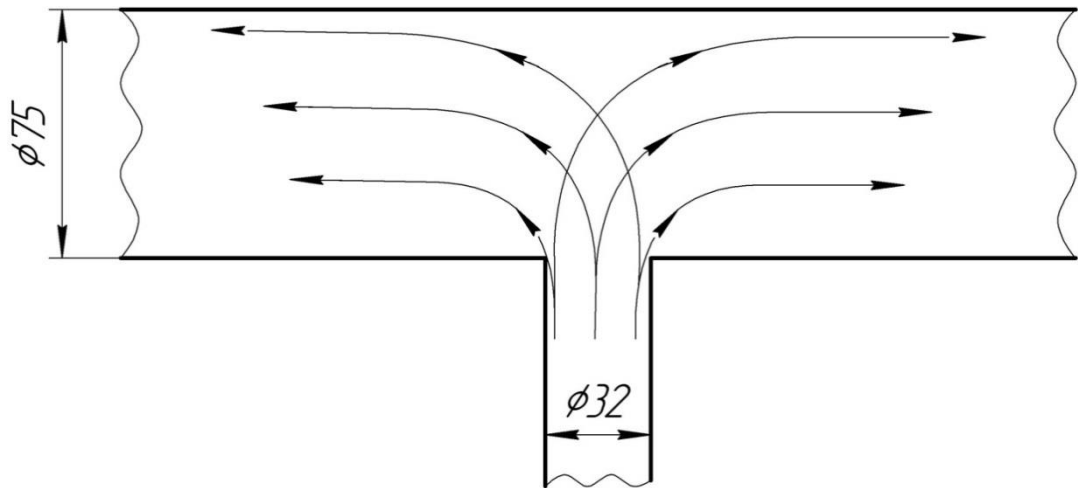


Рис. 3.15. Схема повітропроводів від рами-ресивера до висівного апарата

Таким чином, величина витрат тисків на подолання тертя в пневмосистемі становить:

- ресивер:

$$\lambda = 0,032 + 0,221 \cdot (6,04 \cdot 10^4)^{-0,273} = 0,0482$$

$$P_{mp_1} = 0,0482 \cdot \frac{2,0}{0,075} \cdot 2 \cdot \frac{1,24 \cdot 12^2}{2 \cdot 9,8} = 23,42 \text{ кг / м}^2$$

- трубопровід діаметром 75 мм:

$$P_{mp_2} = 0,0482 \cdot \frac{0,9}{0,75} \cdot 2 \cdot \frac{1,24 \cdot 12^2}{2 \cdot 9,8} = 10,5 \text{ кг / м}^2$$

- трубопровід діаметром 32 мм:

$$\lambda = 0,032 + 0,221 \cdot (2,58 \cdot 10^4)^{-0,237} = 0,052 \text{ м}^2 / \text{с}$$

$$P_{mp_3} = 0,052 \cdot \frac{0,7}{0,032} \cdot 8 \cdot \frac{1,24 \cdot 12^2}{2 \cdot 9,8} = 62,17 \text{ кг / м}^2$$

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

Загальні втрати тиску на подолання тертя у повітропроводах

$$P_{mp} = 23,42 + 10,5 + 62,17 = 96,09 \text{ кгс} / \text{м}^2 = 960,9 \text{ Па} \approx 0,96 \text{ кПа}.$$

Визначаємо втрати тиску при подоланні місцевих опорів [29]:

$$P_{m.o} = \xi \frac{\gamma_{\text{в}} \cdot v^2}{2 \cdot g} \quad (3.4)$$

де ξ – коефіцієнт, що характеризує вид місцевого опору.

В пневмосистемі сівалки найбільш поширеним є вид місцевого опору, що виникає при розширенні чи звуженні повітропроводу, також присутні згини.

Раптове розширення спостерігаємо при з'єднанні трубопроводів вакуумкамери висівних апаратів з рамою-ресивером (рис. 3.15).

Значення коефіцієнта місцевого опору при цьому становитиме

$$\xi_{p_1} = \left(1 + \frac{S}{F}\right)^2 \quad (3.5)$$

де S – площа перерізу повітропроводу висівного апарату;

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,032^2}{4} = 0,0008 \text{ м}^2 \quad (3.6)$$

F – площа перерізу рами-ресивера

$$F = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,075^2}{5} = 0,0044 \text{ м}^2 \quad (3.7)$$

Відповідно

$$\xi_{p_1} = \left(1 + \frac{0,0008}{0,044}\right)^2 = 1,39$$

$$P_{m_{01}} = 1,39 \cdot \frac{1,24 \cdot 12^2}{2 \cdot 9,8} \cdot 8 = 76,8 \text{ кгс} / \text{м}^2$$

Згини повітропроводу мають загальний опір

$$\xi_k = K_K \cdot \xi_1 \cdot \xi_2 \cdot \xi_3 \quad (3.8)$$

де $K_K = 0,73$ – емпіричний коефіцієнт пропорційності;

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

ξ_1 – коефіцієнт опору, що характеризує радіус заокруглення і визначається зі співвідношення R/D ;

ξ_2 – коефіцієнт, що характеризує кут повороту коліна повітропроводу (α);

ξ_3 – коефіцієнт, що характеризує форму перерізу, для круглого повітропроводу $\xi_3 = 1,0$, [29].

У відповідності до параметрів трубопроводів та згідно табличних значень [29]

- при $R/D=5$; $\xi_1 = 0,12$;

- при $\alpha = 40^\circ$; $\xi_2 = 0,6$;

$$\xi_k = 0,73 \cdot 0,12 \cdot 0,6 \cdot 1,0 = 0,053; P_{M_{02}} = 0,053 \cdot \frac{1,24 \cdot 12^2}{2 \cdot 9,8} \cdot 2 = 0,98 \text{ кЗ / м}^2;$$

$$P_{M_0} = P_{M_{01}} + P_{M_{02}} = 76,8 + 0,98 = 77,76 \text{ кЗ / м}^2 = 777,6 \text{ Па} = 0,78 \text{ кПа};$$

Повні втрати тиску пневмосистемою сівалки складають

$$P_\xi = 0,98 + 0,78 = 1,74 \text{ кПа};$$

З врахуванням корисної роботи, повне значення тиску, який повинен забезпечувати вентилятор для забезпечення якісної роботи висівних систем при висіві насіння соняшника, повинно складати:

$$\Sigma P = P_a + P_\xi = 4200 \text{ Па} + 1740 \text{ Па} = 5740 \text{ Па} = 5,94 \text{ кПа}$$

При визначенні параметрів вентилятора будемо орієнтуватися на традиційний привод сівалки УПС-8, що забезпечує частоту обертів вала вентилятора $n = 4200$ об/хв.

Значення швидкості вентилятора становить:

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

$$n_o = 53 \cdot \frac{Q^{0,5} \cdot \omega}{H^{0,75}} = 53 \cdot \frac{0,14^{0,5} \cdot 440}{2000^{0,75}} = 29,2$$

$$\text{де } \omega = \frac{\pi \cdot n}{30} = \frac{3,14 \cdot 4200}{30} = 440 \text{ с}^{-1}$$

Враховуючи мінімальні втрати тиску на входження струменя повітря на лопатки, встановимо діаметр вхідного патрубку вентилятора

$$D_o = \kappa \cdot \sqrt[3]{\frac{Q}{\omega}}$$

де $\kappa = 1,6 \dots 1,8$ – показник кінематичного режиму вентилятора, $\kappa = 1,7$ для вентиляторів із загнутими вперед лопатками при $n_o = 15 \dots 20$

$$D_o = 1,7 \cdot \sqrt[3]{\frac{0,14}{440}} = 0,12 \text{ м}$$

Враховуючи нерівність $D_1 > D_o$, та коефіцієнт запасу, діаметр входу D_1 в колесо приймаємо рівним $D_1 = 0,16$ м.

Тоді значення зовнішнього діаметра колеса

$$D_2 = D_o \cdot \frac{60}{n_o} = 0,12 \cdot \frac{60}{29,2} = 0,25,$$

а величина ширини спіральних лопатей

$$B = 0,885 \cdot D_o = 0,885 \cdot 0,12 = 0,1062 = 0,11 \text{ м}$$

за ширини колеса

$$e = \frac{\kappa \cdot D_o}{4} = \frac{1,2 \cdot 0,12}{4} = 0,036 \text{ м}$$

де $\kappa = 1,2 \dots 2,5$, емпіричний коефіцієнт пропорційності, приймаємо $\kappa = 1,2$.

Зі стандартного ряду [29] $e = 0,04$ м.

Визначаємо мінімальну кількість лопаток колеса вентилятора

$$z = \frac{\pi \cdot (D_2 + D_1)}{D_2 - D_1} = \frac{3,14 \cdot (0,25 + 0,16)}{0,25 - 0,16} = 14,2$$

Приймаємо $z = 14$.

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

Згідно рекомендацій [29] кут надходження повітря на лопатки приймаємо $\beta_1 = 40...80^\circ$, що дозволить зменшити гідравлічні втрати, при цьому значення більшого кута відповідає колесам з мінімальним значенням критерію «швидкохідний». За таких значень вхідного кута, значення кута лопаток на колесі при виході становить $\beta_2 = 160^\circ$. Для задач, що вирішує вентилятор сівалки точного висіву, приймаємо форму лопаток, що окреслені однією дугою.

Радіус цієї дуги становить

$$R_n = \frac{D_2^2 - D_1^2}{4 \cdot (D_2 \cdot \cos \beta_2 - D_1 \cdot \cos \beta_1)}$$

$$R_n = \frac{0,25^2 - 0,16^2}{4 \cdot (0,25 \cdot \cos 160^\circ - 0,16 \cdot \cos 80^\circ)} = -0,03m$$

Знак «-» вказує, що лопатки будуть мати загин вперед.

Радіус кола, що визначає розміщення центрів дуг лопаток

$$R_y = \sqrt{0,25 \cdot D_1^2 + R_n^2 - R_n \cdot D_1 \cdot \cos \beta_1}$$

$$R_y = \sqrt{0,25 \cdot 0,16^2 + 0,1^2 - 0,1 \cdot 0,16 \cdot \cos 80^\circ} = 0,116$$

Потужність вентилятора, прикладена до колеса

$$N = \frac{Q \cdot P}{1000 \cdot \eta}$$

де η – ККД вентилятора, що для загнутих вперед лопаток становить, $\eta = 0,55...0,6$;

$$N = \frac{0,14 \cdot 4682}{1000 \cdot 0,55} = 1,19kВт$$

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

Виходячи з розрахунків, вибираємо осьовий радіальний вентилятор №2,5, згідно з ДСТУ 10616-90 [29].

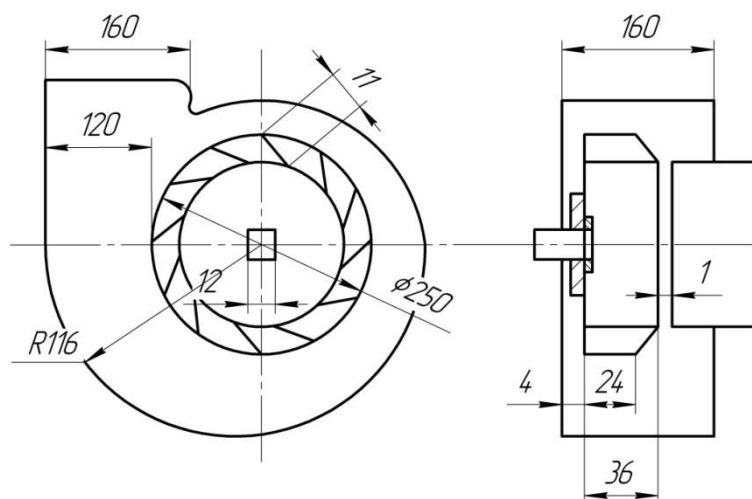


Рис. 3.16. Розмірні характеристики осьового радіального вентилятора

Висновки по розділу.

Проведений аналіз технологічних особливостей як закордонної, так і вітчизняної техніки для посіву виявив загальні проблеми, що стосуються точності висіву при підвищених швидкостях роботи. Зважаючи на проведений аналітичний аналіз, було сформульовано робочу гіпотезу стосовно можливості підвищення точності висіву з використанням отворів дозуючого диску прямокутної форми. Для підтвердження гіпотези було заплановано та проведено повнофакторний експеримент, за результатами якого прийшли до наступних висновків. Досягти максимальної точності висіву на рівні 98 % можливо при раціональних значеннях наступних параметрів висівного апарата: швидкість обертання дозуючого диску становить до 3,5 м/с; розрідження у вакуумкамері не перевищує 1,5 кПа; ширина отворів дозуючого диску становить 2,5 мм для насіння соняшника. Таким чином, запропонована конструкція дозуючого диска дозволяє якісно працювати при збільшених, порівняно з існуючими, швидкостях переміщення посівного агрегату. Проведені розрахунки витрат пневмосистеми підтвердили можливість працювати з існуючою вакуумсистемою.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

УПС 00.000 ПЗ

Арк.

4. Охорона праці

Заходи, що забезпечують нормальні санітарно-гігієнічні умови праці при роботі з модернізованою посівною машиною.

Гідропривід сівалки розроблено у відповідності до вимог ДСТУ 2189-93 та ДСП 3.3.2.041-99. Гідросистема посівної машини під'єднується до гідросистеми трактора через розривні муфти, що запобігають розбризкуванню мастила, в тому числі і потрапляння на механізатора. Керування робочими органами через гідравлічну систему здійснюється з кабіни трактора. Доступ механізатора до робочого місця і вихід з нього відбувається з застосуванням спеціальних підніжок.

Посівний комплекс комплектується набором інструменту, що відсутній у комплектації трактора і необхідний для виконання відповідних регулювань глибини заробки, норми висіву тощо. При ручному очищенні робочих органів передбачається використання спеціальних чистиків, а розміщення робочих органів гарантує безпечне очищення і доступ для ТО і регулювання. Рівень шуму на робочому місці механізатора не перевищує допустимі значення відповідно до вимог санітарних норм 85 дБА.

Кольорове оформлення посівного комплексу має наступні особливості:

- загальний колірний фон сівалки відрізняється від загального фону поля;
- на зовнішніх поверхнях машини, що в процесі роботи постійно знаходяться перед зором оператора, нанесено покриття з матовою фактурою.

Посівна машина має всі необхідні написи, що регламентують заборони і попередження про можливі небезпечні ситуації, що можуть виникнути за неправильного поводження при роботі чи обслуговуванні.

Вертикальні і горизонтальні значення вібрацій, зокрема на робочому місці механізатора не перевищують граничні значення відповідно вимог санітарних норм. Робоче місце механізатора має захист від можливого потрапляння ґрунту з-під робочих органів машини та запиленості.

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

Заходи по забезпеченню безпечних умов праці.

Повздовжня стійкість і безпечне керування сівалочним агрегатом забезпечується застосуванням кронштейна з вантажами, що закріплюються на передньому брусі рами. При цьому кут поперечної статичної стійкості посівного агрегату становить не менше 30°.

Сівалка у відчепленому стані при застосуванні до неї зусиль більше 200Н зберігає стійкість. З метою переміщення комплексу дорогами загального призначення за темного часу доби він обладнаний світловідбивачами: задні червоного кольору, передні – білого, на лівій задній стороні нанесено знак, що регламентує обмеження максимальної швидкості транспортування. При завантаженні-розвантаженні посівної машини на транспортні засоби, під час ремонту і збирання стропування відбувається через спеціальні петлі, що мають відповідне позначення, відмінне за кольором від загального фону машини.

Конструкцією посівної машини забезпечується можливість приєднання-від'єднання до енергетичного засобу одним оператором. Зусилля на важелях регулювання не перевищує 200Н. Конструктивно будова машини не обмежує механізатору візуальний контроль з робочого місця за об'єктами постійного спостереження.

Схеми зачалування і місць встановлення домкратів позначені на машині та вказані в документації з експлуатації.

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

5. Економічна частина

Для усунення недоліків існуючих висівних систем пневмомеханічного типу було запропоновано використати дозуючі елементи висівного диска у вигляді радіальних прямокутних отворів, що дозволить забезпечити гарантоване присмоктування та винесення з забірної камери насіння. Шляхом проведення експериментальних досліджень було підтверджено ефективність застосування запропонованих висівних дисків – запропонована модернізація дозволяє збільшити швидкість руху посівного агрегату без втрати якості посіву.

Крім того, запропонована модернізація дозволяє зменшити витрати часу на ТО машини на 8 хвилин і витрати часу на зниження рівня поломок і деформацій на 12 хвилин за робочу зміну.

Виконаємо техніко-економічний аналіз запропонованої модернізації, використовуючи рекомендації [44-47], інформацію про вартість трактора і базової сівалки взято з відкритих джерел торгових майданчиків фірм-виробників. Методика розрахунку наведена в додатках.

Таблиця 5.1. Техніко-економічні показники машин, які порівнюються.

№ п/п	Показники	Розмірніс ть	Машина	
			УПС-8	Модернізована
1	Тип машини		начіпна	
2	Агрегатування		МТЗ-82.1	
3	Кількість машин в агрегаті	шт.	1	
4	Маса машини	кг.	1273	1248
5	Маса покупних виробів	кг.	316	
6	Робоча ширина захвату	м.	5,6	
7	Робоча швидкість	км/год	7,2	9,0
8	Кількість найменувань деталей, розроблених в проекті	шт.		24

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

№ п/п	Показники	Розмірніс ть	Машина	
			УПС-8	Модернізована
9	Кількість деталей в машині	шт.	210	210
10	Кількість найменувань деталей:			
	- всього	шт.	84	90
	- стандартних		18	20
	- оригінальних		24	24

Оцінка економічної ефективності запропонованої модернізації виявила, що модернізована машина має більш високий техніко-економічний рівень порівняно з базовою за рахунок зменшення питомої матеріаломісткості і собівартості. В разі її впровадження у виробництво очікуваний річний економічний ефект виробника може скласти 25057,9 грн., а споживача – 48274,15 грн, що підтверджує доцільність виконаних в роботі розробок та можливість впровадження їх у виробництво.

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

6. Висновки

Метою випускної роботи було підвищити ефективність виробництва соняшника шляхом підвищення якості технологічного процесу посіву.

В роботі було виконано технологічні розрахунки щодо комплектування складу сівалочного агрегату та організації його роботи на полі під час виконання посіву. З метою забезпечення поставленої задачі щодо підвищення якості посіву обґрунтовано параметри і режими роботи висівного апарата сівалки точного висіву. Зокрема було поставлено задачі досліджень і запропоновано технічне рішення для досягнення поставлених завдань.

Головною особливістю технічного рішення є застосування дозуючих дисків з отворами, що мають прямокутну форму і розміщені радіально, і які дозволяють гарантовано винести насіння з забірної камери за рахунок більшої площі контакту з шаром насіння.

Аналіз роботи запропонованого технічного рішення виявив, що він сприяє утворенню великої кількості двійників і навіть трійників. Вказана особливість негативно впливає на роботу скидача зайвого насіння і, в кінцевому підсумку, призводить до зниження рівномірності висіву.

У зв'язку з цим запропоновано застосувати форму прокладки вакуумної камери, що дозволить зменшити кількість насінин на одному отворі при русі від забірної камери до скидача зайвого насіння. Ширину щілини в прокладці вакуумної камери запропоновано виконати змінною, що має найбільшу ширину в нижній частині забірної камери і поступово зменшується до певної постійної величини, починаючи з зони дії скидача. Мінімальна постійна ширина щілини залежить від розмірних і аеродинамічних характеристик культур, що висіваються.

Дослідження запропонованої конструкції проводили шляхом реалізації плану повнофакторного експерименту. Результати досліджень дозволили отримати висновки, згідно яких запропонована розробка дозволяє проводити

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

посів соняшнику з точністю висіву близько 98 % за наступних раціональних значень параметрів висівного апарата: лінійна швидкість переміщення насіння до 3,5 м/с; значення тиску у пневмокамері апарата до 1,5 кПа; ширина прямокутних отворів диска становить 2,5 мм. Таким чином, використання запропонованої розробки в конструкції висівного апарата дозволить збільшити продуктивність посівного агрегату без втрати точності розподілу насіння.

Проведені конструкторські розрахунки параметрів модернізованого апарата, що дозволили знизити металомісткість, енергоємність і собівартість його виготовлення.

У розділі Охорона праці наведені заходи, що пропонується реалізувати при виготовленні модернізованої сівалки, які дозволять зменшити чи усунути взагалі дію шкідливих факторів на працівників, які будуть експлуатувати модернізовану посівну машину.

Проведений техніко-економічний порівняльний аналіз підтверджує доцільність впровадження модернізованої посівної машини у виробництво, оскільки як виробник, так і споживач даної машини зможуть отримати позитивний економічний ефект.

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

Список використаної літератури

1. Технологія виробництва продукції рослинництва : навч. посіб. Ч.2 / [Мельник С.І., Муляр О.Д., Кочубей М.Й., Іванцов П.Д.]. – К. : Аграрна освіта, 2010. – 405 с. URL: http://ir.znau.edu.ua/bitstream/123456789/3920/1/TVPR_2_2010.pdf.
2. Зінченко О.І., Салатенко В.Н., Білоножко М.А. Рослинництво. К.: Аграрна освіта, 2001. С.356 – 373. URL: <http://lib.udau.edu.ua/bitstream/123456789/620/1/%D0%97%D1%96%D0%BD%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE%20%D0%9E.%D0%86.%2C%20%D0%A1%D0%B0%D0%BB%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE%20%D0%92.%D0%9D.%2C%20%D0%91%D1%96%D0%BB%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%B6%D0%BA%D0%BE%20%D0%9C.%D0%90.%20%D0%A0%D0%BE%D1%81%D0%BB%D0%B8%D0%BD%D0%BD%D0%B8%D1%86%D1%82%D0%B2%D0%BE.pdf>.
3. Гончаров О. Соняшник: вологу випив, добрива з'їв, нічого не залишив? // AGROONE №47. – № 10 (47). – жовтень 2019. – С. 14-18. URL: <https://www.agroone.info/magazine/agroone-47/>.
4. Гуков Я.С. Обробіток ґрунту. Технологія і техніка / Я.С. Гуков – К.: Нора-Прінт, – 1999.– 280 с.
5. Leschenko S. Experimental estimate of the efficiency of basic tilling by chisel equipment in the conditions of soil / Sergey Leschenko, Vasil Salo, Dmitry Petrenko. // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науковотехнічний збірник. – Кіровоград, 2014. – Вип. 44 – С. 237-243.
6. Гайденко, О. Правильний обробіток ґрунту – запорука високих урожаїв / О. Гайденко // Агробізнес сьогодні. – 2017. – Жовт. (№ 18). – С. 24–26.
7. Агротехнічні вимоги та оцінка якості обробітку ґрунту: навч. посібник / М. С. Чернілевський, Ю. А. Білявський, Р. Б. Кропивницький, Л. І. Ворона. – вид. 2-

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

ге, допов. – Житомир: Вид-во «Житомирський національний агроекологічний університет», 2012. – 84 с.

8. Ткалич И.Д. Цветок солнца (основы биологии и агротехники подсолнечника): монография / И.Д. Ткалич, Ю.И. Ткалич, С.Г. Рычик; под ред. доктора. с.-х. наук, проф. И.Д. Ткалича. – Днепропетровск, 2011. – 172 с.
9. ДСТУ 6068:2008 Насіння соняшнику. Сортові та посівні якості. Технічні умови.
10. Олексюк О. М. Вплив способів сівби і густоти стояння рослин на урожайність гібридів соняшника в північній частині Степу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня к. с.-г. н. / О. М. Олексюк. – Дніпропетровськ, 2000. – 16 с.
11. ДСТУ 7011:2009 Соняшник. Технічні умови.
12. Антонюк О.П. Аналіз тенденції виробництва та переробки насіння соняшнику в Україні. Економіка харчової промисловості. 2014. № 1. С. 50–53.
13. Петров П.В. Агротехнологія і технологічні карти вирощування сільськогосподарських культур : навч. посіб. / Петров П.В., Посполітак Т.Є., Юркевич Є.О. – К. : Аграрна освіта, 2009. – 268 с. URL: <http://ndarpal.lg.ua/wp-content/uploads/2020/04/%D0%90%D0%93%D0%A0%D0%9E%D0%A2%D0%95%D0%A5%D0%9D%D0%9E%D0%9B%D0%9E%D0%93%D0%86%D0%AF.pdf>
14. 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>.
15. 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.

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

ун-т, каф. с.-г. машинобуд. ; [уклад. В. М. Сало, С. М. Лещенко, Д. І. Петренко та ін.]. – Кропивницький : КНТУ, 2018. – 170 с. URL: <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/8095>.

16. Characterization of peripherally based cells of the pneumatic-mechanical seeding machine of accurate sowing for tilled crops / K. Vasytkovs'ka, O. Vasytkovs'kyu, S. Leschenko, D. Petrenko // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин: загальнодерж. міжвід. наук.-техн. зб. - Кіровоград: КНТУ, 2014. - Вип. 44. - С. 3-6.
17. Васильковський, М. І. Аналіз процесу точного висіву насіння просапних культур і обґрунтування основних напрямків його вдосконалення / М. І. Васильковський, К. В. Васильковська // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин: загальнодерж. міжвід. наук.-техн. зб. - Кіровоград: КНТУ, 2012. - Вип. 42, ч. 1. - С. 69-74.
18. Васильковська, К. В. Кроки до забезпечення програмування врожайності просапних культур / К. В. Васильковська, С. М. Лещенко, О. М. Васильковський // Збірник тез доповідей IV Міжнародної науково-технічної конференції «Крамаровські читання», Київ, 16-17 лют. 2017 року. – К. : Видавничий центр НУБіП України, 2017. – С. 86-88.
19. Васильковська, К. В. Моделювання точного висіву пневмомеханічним висівним апаратом / К. В. Васильковська // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин : загальнодерж. міжвід. наук.-техн. зб. - Кропивницький : КНТУ, 2016. - Вип. 46. - С. 9-15.
20. 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. : іл. <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/2898>.
21. Результати експериментальних досліджень роботи висіваючих апаратів посівних машин для систем точного землеробства / М. О. Свірень, С. М. Лещенко, А. І. Бойко, О. О. Банний // Конструювання, виробництво та

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

експлуатація сільськогосподарських машин: загальнодерж. міжвід. наук.-техн. зб. - Кіровоград: КНТУ, 2011. - Вип. 41, ч. 1. - С. 208-216.

22. Киркач Н. Ф., Баласанян Р. А. – 2-е изд., перераб. и доп. – Х.; Вища шк. Изд-во при Харьк. Ун-те, 1987. – 136с.
23. Павлице В.Т. Основы конструирования та розрахунку деталей машин: Підручник. - К.: Вища школа, 1993. – 450 с.
24. Босой Е.С., Верняев О.В. Смирнов И.И. и др. Теория и расчет с/х машин. – М.: Машиностроение, 1978.
25. Справочник конструктора сельскохозяйственных машин. В 4-ох томах. – М.: Машиностроение, 1969.
26. Сысолин П.В. Методы проектирования сельскохозяйственных машин для полеводства. К.: УМК ВО, 1993. –151 с.
27. Каталог техніки ТОВ «Ельворті». Сівалки точного висіву. Режим доступу: <https://elvorti.com/catalog/sivalki-prosapni/?lang=ua>.
28. Чичкин В.П. Овощные сеялки и комбинированные агрегаты: Теория, конструкция, расчет. – Кишинев: Штиинца, 1984. – 392 с.
29. Пневматичні сіялки: конструювання і розрахунок / С.А. Мартиненко, Л.Г. Мешишена, Л.В. Погорілий та ін. //Під заг. ред. акад. УААН Л.В. Погорілого. – К.: Техніка, 1992. – 224 с.
30. С.И. Шмат, В.С. Шмат. Некоторые закономерности высева семян пневматическими высевающими аппаратами // Конструирование и технология пр-ва с.-х. машин: Респ. межвед. науч.-техн. сб. – К.: Техніка, 1997.– Вып. 11. – С. 22-24.
31. Drilling Fluid Fundamentals. Handbook of Groundwater Development, Roscoe Moss Company, Published by John Wiley & Sons, Inc. 1990.; електронний ресурс <http://www.minagro.gov.ua/page/?n=2299>.
32. Амосов В.В. Обґрунтування параметрів універсального висівного апарата для просапних культур. Дис. на здобуття ступеня канд. техн. наук: 05.05.11 /КНТУ. – Кіровоград, 2007.

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

http://www.files.agrobase.ru/AgroLibrary/Kongskilde/AEROMAT_8.pdf.

34. Свирень, Н. А. Стабилизация дискретного потока семян в высежном аппарате с избыточным давлением воздуха / Н. А. Свирень, В. В. Амосов // Техническое и кадровое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве : материалы междунар. научно-практ. конференции (Минск, 24–25 октября 2019 г.) : в 2 ч. - Минск : БГАТУ, 2019. - Ч. 1. - С. 150-152.

35. Патент № 35266 А, Україна, МКИ А₀₁С7/04. Пневматичний висівний апарат / Мартиненко С.А, Ауліна Т.М. та ін./. Опубл. 10.09.2008 р. – 2 с.

36. Сівалки точного висіву. Каталог продукції фірми KUHN. <https://www.kuhn.ua/roslynnytstvo/sivalky/sivalky-tochnoho-vysivu>.

37. Патент № 37268 А, Україна, МКИ А₀₁С7/00. Пневматичний висівний апарат / Мартиненко С.А, Новіков О.Г., Дранко М.В. та ін./ Опубл. 25.11.2008 р. – 2 с.

38. Патент № 28380 А, Україна, МКИ А₀₁С7/04. Пневмомеханічний висівний апарат / Корнєв Ю.М., Шмат С.І./ Опубл. 16.10.2000 р. – 4 с.; Патент № 25949 А, Україна, МКИ А₀₁С7/04. Пневматичний висівний апарат / Мартиненко С.А, Остапчук М.В. та ін./. Опубл. 27.08.2007 р. – 2 с.

39. Несмиян А.Ю. Теория работы высевающего аппарата пропашной сеялки вакуумного типа / А.Ю. Несмиян, В.В. Должилов, А.В. Яковец // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – Изд-во Белгородский ГТУ им. В.Г. Шухова, 2012. – № 2. – С. 72–74.

40. Пневматичні сівалки точного висіву. Каталог продукції фірми Maschio Gaspardo https://www2.maschio.com/catalog/category/semina/uk_UA

41. Статистична обробка експериментальних даних. Методичні вказівки для виконання статистичних розрахунків для практичних занять, курсових та дипломних проектів для студентів технічних спеціальностей / Ю. В. Кулешков, М. І. Черновол, В. В. Аулін [та ін.]. – Кіровоград : КДТУ, 2001. –108 с.

42. ДСТУ 2189-93 ССБП. Машины сільськогосподарські навісні та причіпні. Загальні вимоги безпеки.– К: Держспоживстандарт України, 1993.– 21 с.

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

43. Цілинський В.П. Охорона праці в рослинництві / В.П. Цілинський.- К.: "Урожай", 1991.- 136 с.
44. Методичні вказівки до виконання курсових робіт по організації та планування виробництва для студентів спеціальності 8.090215/ Укл. В.М.Глух, Л.М. Романюк. - Кіровоград:КДТУ, 2000.
45. Єрмаков О.Ю., Організація сільськогосподарського виробництва. Навч. метод. посібник– 2 –ге вид., доп. і перер. - К.: НАУ, 2007. – 266 с.
46. Ільчук М.М., Зрібняк Л.Я., Мельник С.І. Організація і планування сільськогосподарського виробництва: Підручник - К.: Вища освіта, 2013. – 535с.
47. Нелеп В. М. Планування на аграрному підприємстві: Підручник. – 2-ге вид., перероб. та доп. — К.: КНЕУ, 2004. — 495 с.

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

Зміст

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

ДОДАТКИ

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

Визначення техніко-економічного рівня модернізованої машини

Визначаємо коефіцієнт уніфікації конструкції:

$$K_y = \frac{D_z - D_{op}}{D_z},$$

де D_z – загальна кількість найменувань деталей у машині, шт;

D_{op} – кількість найменувань оригінальних деталей, шт.

$$K_{yb} = \frac{84 - 24}{84} = 0,714; \quad K_{ym} = \frac{90 - 24}{90} = 0,733.$$

Відносний показник уніфікації конструкції:

$$B_{ky} = K_{ym} / K_{yb}.$$

$$B_{ky} = 0,733 / 0,714 = 1,027.$$

Коефіцієнт стандартизації конструкції:

$$K_{cm} = D_{cm} / D_z,$$

де D_{cm} – кількість найменувань стандартних деталей в машині, шт.

$$K_{cb} = 18 / 84 = 0,214; \quad K_{cm} = 20 / 90 = 0,222.$$

Відносний показник рівня стандартизації конструкції:

$$B_{cm} = K_{cm} / K_{cb},$$

$$B_{cm} = 0,222 / 0,214 = 1,038.$$

Коефіцієнт конструктивної повторюваності:

$$K_{kn} = H_z / D_z,$$

де H_z – загальна кількість деталей в машині, шт.

$$K_{knb} = 210 / 84 = 2,5. \quad K_{knm} = 210 / 90 = 2,33.$$

Відносний показник рівня конструктивної повторюваності:

$$B_{kn} = K_{knm} / K_{knb},$$

$$B_{kn} = 2,33 / 2,5 = 0,932.$$

Собівартість модернізованої машини:

$$C_{\text{м}} = \frac{C_{\text{б}} - C_{\text{нб}}}{M_{\text{б}} - M_{\text{нб}}} \cdot (M_{\text{м}} - M_{\text{нм}}) + C_{\text{нм}},$$

де $C_{\text{б}}$ – собівартість виготовлення базової машини, грн.;

$C_{\text{нб}}$ та $C_{\text{нм}}$ – ціна покупних виробів у собівартості, грн.;

$M_{\text{б}}$ та $M_{\text{м}}$ – маса базової та модернізованої машини, кг.

$$C_{\text{м}} = \frac{98750 - 84900}{1273 - 316} \cdot (1248 - 316) + 84900 = 98388 \text{ грн.}$$

Продуктивність машини за 1 годину експлуатаційного часу:

$$P_{\text{ек}} = P_{\text{о}} \cdot K_{\text{ек}};$$

$$P_{\text{зм}} = P_{\text{о}} \cdot K_{\text{вр}},$$

де $P_{\text{о}}$ – продуктивність машини за 1 годину основного часу, га/год.;

$K_{\text{ек}}$ та $K_{\text{вр}}$ – коефіцієнти використання експлуатаційного та робочого часу зміни.

Продуктивність машини за 1 годину основного часу:

$$P_{\text{о}} = 0,1 \cdot B \cdot V;$$

$$P_{\text{об}} = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 7,2 = 4,032 \text{ га/год.}$$

$$P_{\text{ом}} = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 9,0 = 5,04 \text{ га/год.}$$

Для базової машини вони задані, а для модернізованої визначаються за формулами:

$$K_{\text{екм}} = \frac{T_{\text{екб}} + \frac{T_{\text{мо}} + T_{\text{м}}}{60}}{T_{\text{зм}}};$$

$$K_{\text{врм}} = \frac{T_{\text{врб}} + \frac{T_{\text{мо}}}{60}}{T_{\text{зм}}},$$

де $T_{\text{екб}}$ та $T_{\text{врб}}$ – кількість годин експлуатаційного та робочого часу базової машини у зміну, год.;

$T_{\text{зм}}$ – тривалість робочої зміни, год.;

$T_{то}$ та $T_{лн}$ – кількість хвилин у робочу зміну, на яку скорочуються витрати часу відповідно на технічне обслуговування та ліквідацію поламамок.

$$K_{екм} = \frac{7,0 + \frac{8+10}{60}}{10} = 0,72;$$

$$K_{врм} = \frac{7,2 + \frac{8}{60}}{10} = 0,733.$$

$$\Pi_{екб} = 4,032 \cdot 0,7 = 2,822 \text{ га/год.}$$

$$\Pi_{екм} = 5,04 \cdot 0,72 = 3,62 \text{ га/год.}$$

$$\Pi_{змб} = 4,032 \cdot 0,74 = 2,99 \text{ га/год.}$$

$$\Pi_{змм} = 504 \cdot 0,733 = 3,70 \text{ га/год.}$$

Питома собівартість машини:

$$C_n = C / \Pi_{ек},$$

де C – собівартість машини, грн.

$$C_{нб} = 98750 / 2,822 = 34993 \text{ грн./га/год.}, \quad C_{нм} = 98750 / 3,62 = 27279 \text{ грн./га/год.}$$

Відносний показник питомої собівартості:

$$B_{cn} = C_{нб} / C_{нм},$$

$$B_{cn} = 34993 / 27279 = 1,283$$

Питома матеріаломісткість:

$$M_n = M / \Pi_{ек},$$

де M – маса сухої машини, кг.

$$M_{нб} = 1273 / 2,822 = 451,1 \text{ ГРН./га/год.}; \quad M_{нм} = 1248 / 3,62 = 344,1 \text{ ГРН./га/год.}$$

Відносний показник питомої матеріаломісткості:

$$B_{mn} = M_{нб} / M_{нм},$$

$$B_{mn} = 451,1 / 344,1 = 1,31.$$

Узагальнений показник техніко-економічного рівня модернізованої машини:

$$Y_{mp} = \sum_i^m a_i \cdot B_{di},$$

де m – кількість відносних показників, прийнятих до розрахунків;

a_i – коефіцієнт відносних показників, прийнятих до розрахунків;

B_{di} – величини i -того показника технічного рівня.

$$Y_{mp} = 0,15 \cdot 1,027 + 0,05 \cdot 1,038 + 0,05 \cdot 0,932 + 0,45 \cdot 1,283 + 0,3 \cdot 1,31 = 1,223.$$

Модернізована машина має кращий техніко-економічний рівень тому, що за рахунок зменшення маси машини зменшилась її матеріаломісткість, та збільшилась її продуктивність за 1 годину експлуатаційного часу; зменшився час на технічне обслуговування, ремонт та ліквідацію поломок.

Модернізована машина має кращий показник техніко-економічного рівня, про це свідчить значення узагальненого показника технічного рівня – більший за 1.

Визначення економічної ефективності заходів по модернізації машини.

Визначення витрат на проектування та освоєння виробництва модернізованої машини:

Витрати на проектування конструкції:

$$B_n = H_{op} \cdot T_{кон} \cdot Z_{сз} \cdot \left(1 + \frac{B_c}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{П_{св}}{100}\right),$$

де H_{op} – кількість найменувань оригінальних деталей, розроблених в процесі модернізації, шт.;

$T_{кон}$ – сумарна трудомісткість розробки конструкторської документації, яка припадає на одне найменування оригінальної деталі, год.;

$Z_{сз}$ – середньо-годинна заробітна плата конструкторів, грн.;

B_c – відрахування на соціальне страхування, %;

$П_{св}$ – процент непрямих витрат.

$$B_n = 24 \cdot 70 \cdot 37 \cdot \left(1 + \frac{22}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{300}{100}\right) = 303348,80 \text{ грн.}$$

Витрати на розробку технології виготовлення модернізованої машини:

$$B_m = H_{op} \cdot T_m \cdot 3_{ce} \cdot \left(1 + \frac{B_c}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{\Pi_{ce}}{100}\right),$$

де T_m – сумарна трудомісткість розробки технологічної документації, яка припадає на одне найменування оригінальної деталі, год.

$$B_m = 24 \cdot 50 \cdot 37 \cdot \left(1 + \frac{22}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{300}{100}\right) = 216672 \text{ грн.}$$

Витрати на виготовлення технологічного оснащення, необхідного для виробництва модернізованої машини:

$$B_{осн} = H_{op} \cdot \sum_i^k K_{мосі} \cdot K_{комі} \cdot \Pi_{осі},$$

де k – кількість груп оснащення (штампи, пристосування, різальний, вимірювальний та допоміжний інструмент);

$K_{мосі}$ – коефіцієнт технологічного оснащення по i -тій групі оснащення;

$K_{комі}$ – кількість комплектів i -тої групи оснащення, шт.;

$\Pi_{осі}$ – ціна одиниці оснащення, грн.

$$B_{осн} = 24 \cdot (0,25 \cdot 2 \cdot 6850 + 0,2 \cdot 2 \cdot 1680 + 0,3 \cdot 3 \cdot 100 + 0,2 \cdot 3 \cdot 50) = 101208 \text{ грн.}$$

Витрати на виготовлення дослідного зразка:

$$B_{д.з} = (1,2 \dots 1,3) \cdot C_m = 1,2 \cdot 27279 = 32734,80 \text{ грн.}$$

Витрати на виготовлення дослідної партії:

$$B_{д.п.} = (1,1 \dots 1,2) \cdot C_m \cdot H_m,$$

де H_m – кількість машин у дослідній партії,

$$B_{д.п.} = 1,1 \cdot 27279 \cdot 4 = 120027,60 \text{ грн.}$$

Інші витрати на освоєння виробництва модернізованої машини:

$$I_{н.в.} = \frac{K_{ін}}{100} \cdot \sum_1^5 B_i,$$

де $K_{ін}$ – процент на інші витрати до суми п'яти попередніх статей витрат,

$$I_{н.в.} = \frac{10}{100} \cdot (303348,80 + 216672 + 101208 + 32734,80 + 120027,60) = 77399,12 \text{ грн.}$$

Сума витрат на проектування та освоєння виробництва модернізованої машини:

$$B_{осв} = B_n + B_m + B_{осн} + B_{дз} + B_{дп} + I_{н.в.},$$

$$B_{осв} = 303348,80 + 216672 + 101208 + 32734,80 + 120027,60 + 77399,12 = 851390,32 \text{ грн.}$$

Питомі витрати на проектування та освоєння виробництва модернізованої машини:

$$B_{noc} = B_{осв} / H_{cp},$$

де H_{cp} – середньорічна програма випуску модернізованої машини.

$$B_{noc} = 851390,32 / 420 = 2027,12 \text{ грн.}$$

Визначення оптової ціни модернізованої машини:

Оскільки собівартість модернізованої машини зменшилась, а її продуктивність зросла в 1,2 рази, то в подальших розрахунках доцільно встановити оптову ціну машини наступною:

$$Ц_{опм} = Ц_{опб} \cdot 1,2 = 275000 \cdot 1,2 = 330000 \text{ грн.}$$

Очікуваний річний економічний ефект заводу виробника від впровадження модернізованої машини у виробництво:

$$E_{зв} = (Ц_{опм} - C_m) - (Ц_{опб} - C_b) - B_{noc} \cdot E_n,$$

$$E_{зв} = (300000 - 98388) - (275000 - 98750) - 2027,12 \cdot 0,15 = 25057,9 \text{ грн.}$$

Визначення річного економічного ефекту споживача модернізованої машини.

Визначення експлуатаційних витрат, які припадають на одиницю вироблюваної продукції.

Заробітна плата обслуговуючого персоналу:

$$З_n = \frac{\sum P_{обі} \cdot \Gamma_{mci}}{\Pi_{зм}},$$

де $P_{обі}$ – кількість робітників, виконуючих роботу і-того розряду, чол.;

Γ_{mci} – годинна тарифна ставка і-того розряду роботи, грн.

$$z_{нб} = \frac{1 \cdot 33}{2,99} = 11,03 \text{ грн./га} \quad z_{нм} = \frac{1 \cdot 33}{3,70} = 8,91 \text{ грн./га}$$

Амортизація та ремонт машини, трактора:

$$B_{ам} = \frac{K_n \cdot C_{он} \cdot (H_a + H_p) \cdot K_m}{100 \cdot P_{ек} \cdot P_3},$$

де K_n – коефіцієнт переводу оптової ціни у балансову вартість;

H_a та H_p – норма щорічних амортизаційних відрахувань на реновацію машини та її ремонт, %;

P_3 – нормативне річне завантаження машини, год.;

K_m – кількість машин, які входять до складу одного агрегату.

$$B_{амтб} = \frac{1,3 \cdot 505000 \cdot (15 + 14,9) \cdot 1}{100 \cdot 2,822 \cdot 1800} = 38,64 \text{ грн/га}$$

$$B_{амм} = \frac{1,3 \cdot 505000 \cdot (15 + 14,9) \cdot 1}{100 \cdot 3,62 \cdot 1800} = 30,12 \text{ грн/га}$$

$$B_{амб} = \frac{1,3 \cdot 98750 \cdot (15 + 8,5) \cdot 1}{100 \cdot 2,822 \cdot 260} = 41,11 \text{ грн/га}$$

$$B_{амм} = \frac{1,3 \cdot 98388 \cdot (15 + 8,5) \cdot 1}{100 \cdot 3,62 \cdot 260} = 31,93 \text{ грн/га}$$

Витрати на пальне для трактора, автомобіля, самохідної або стаціонарної машини яка має двигун внутрішнього згоряння:

$$B_n = P_{\partial} \cdot C_n \cdot P_{\epsilon} \cdot K_{\epsilon} / P_{зм}$$

де P_{∂} – номінальна потужність двигуна;

P_{ϵ} – питомі витрати пального, $P_{\epsilon}=0,3-0,35$ кг/кВт-год;

C_n – ціна 1 кг пального, грн., $C_n=28,52$ грн.;

$$B_{нб} = \frac{60 \cdot 0,3 \cdot 28,52 \cdot 0,8}{2,99} = 137,35 \text{ грн./га};$$

$$B_{нм} = \frac{60 \cdot 0,3 \cdot 28,52 \cdot 0,8}{3,70} = 110,99 \text{ грн./га};$$

Витрати на збереження агрегата:

$$B_3 = \sum H_3 / P_{ек},$$

де H_3 – норматив витрат, які припадають на 1 годину зберігання машини.

$$B_{\text{зб}} = 1,6 + 0,6 / 2,822 = 0,78 \text{ грн./га}; \quad B_{\text{зм}} = 1,6 + 0,6 / 3,62 = 10,61 \text{ грн./га}$$

Визначаємо суми експлуатаційних витрат, які припадають на одиницю вироблюваної продукції:

$$E_{\text{в}} = Z_n + B_{\text{ам}} + B_{\text{рм}} + B_{\text{з}} + B_n.$$

$$E_{\text{вб}} = 11,03 + 38,64 + 41,11 + 137,35 + 0,78 = 229,18 \text{ грн/т.}$$

$$E_{\text{вм}} = 8,9 + 30,12 + 31,93 + 110,99 + 0,61 = 182,55 \text{ грн/т.}$$

Визначаємо питомі капітальні витрати на одиницю вироблюваної продукції, або роботу по зрівнюваним агрегатам:

$$\Pi_{\text{кв}} = \frac{1}{\Pi_{\text{ек}}} \cdot \sum \frac{K_n \Pi_{\text{оп}}}{P_{\text{зм}}},$$

$$\Pi_{\text{квб}} = \frac{1}{2,822} \cdot \left(\frac{1,3 \cdot 275000}{260} + \frac{1,3 \cdot 505000}{1800} \right) = 129,95 \text{ грн.};$$

$$\Pi_{\text{квм}} = \frac{1}{3,62} \cdot \left(\frac{1,3 \cdot 275000}{260} + \frac{1,3 \cdot 505000}{1800} \right) = 98,85 \text{ грн.}$$

Річний економічний ефект споживача модернізованої машини:

$$E_{\text{рсп}} = [(E_{\text{вб}} + E_n \cdot \Pi_{\text{квб}}) - (E_{\text{вм}} + E_n \cdot \Pi_{\text{квм}})] \cdot \Pi_{\text{екм}} \cdot P_{\text{зм}},$$

$$E_{\text{рсп}} = [(229,18 + 0,15 \cdot 129,95) - (182,55 + 0,15 \cdot 98,85)] \cdot 3,62 \cdot 260 = 48274,15 \text{ грн.}$$

<i>Формат</i>	<i>Зона</i>	<i>Поз.</i>	<i>Позначення</i>	<i>Найменування</i>	<i>Кіл.</i>	<i>Примітки</i>
				<u>Документація</u>		
A1			<i>УПС 00. 020 СБ</i>	<i>Складальне креслення</i>		
				<u>Складальні одиниці</u>		
		1	<i>УПС 00. 020. 001</i>	<i>Корпус</i>	1	
A3		3	<i>УПС 00. 020. 003</i>	<i>Диск в зборі</i>	1	
		8	<i>УПС 00. 020. 008</i>	<i>Скидач</i>	1	
		9	<i>УПС 00. 020. 009</i>	<i>Важіль</i>	1	
		10	<i>УПС 00. 020. 010</i>	<i>Лімб</i>	1	
				<i>Деталі</i>		
		2	<i>УПС 00. 020 602</i>	<i>Заслінка</i>	1	
A3		6	<i>УПС 00. 020. 006</i>	<i>Прокладка</i>	1	
		7	<i>УПС 00. 020. 807</i>	<i>Кришка</i>	1	
		14	<i>УПС 00. 020. 614</i>	<i>Штур</i>	1	
		16	<i>УПС 00. 020. 616</i>	<i>Вал</i>	1	
		21	<i>УПС 00. 020. 621</i>	<i>Вісь</i>	1	
		23	<i>УПС 00. 020. 623</i>	<i>Втулка</i>	1	
		24	<i>УПС 00. 020. 624</i>	<i>Важіль</i>	1	
				<i>УПС 00.020</i>		
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Висівний апарат</i>	
<i>Розробив</i>		<i>Боженко</i>				
<i>Перевірив</i>		<i>Петренко</i>				
<i>Н. контр.</i>		<i>Мачок</i>				
<i>Затвердив</i>		<i>Свірень</i>			ЦНТУ, гр. АІ-20М3(1,4)	
					<i>Літера</i>	<i>Аркуш</i>
					1	2

[illegible]

[illegible]

Операційна карта посіву

№ 00000 26

Назва груп показників	Параметри, вимоги, нормативи	Схеми
Умови роботи	Площа – 100 га, довжина гонів – 900 м, величина підйому – 0,05, питомий опір з поправкою на швидкість – 15 кН/м, глибина заделання насіння – 8 см.	Схема поля
Агротехнічні вимоги	Коливання ширини міжрядь повинно бути не більше у основних ± 1 см, сумарних проходів ± 5 см, відхилення від заданої глибини заделання ± 2 см. Не допускаються незароблені насіння на поверхні поля. Число пропусків не повинно перевищувати 2% від числа висівних насіння.	
Склад агрегату і підготовка його до роботи	Трактор МТЗ-82, сівалка УПС-8М, робоча ширина захвату 5,6 м, мінімальний радіус повороту – 6,72 м, кінематична довжина агрегату – 4,85 м. Підготовка агрегату: 1). провести шозимне ТО трактора і сівалки; 2). відрегулювати на задану норму висіву; 3). встановити маркери	1 – трактор МТЗ-82 2 – сівалка УПС-8М 3 – маркер
Підготовка поля	Перед початком сівби поле оглянути, перешкоди усунути, ширина поворотної смуги 28 м.	
Спосіб руху	Спосіб руху гонів човниковий, спосіб повороту петльовий зрушоподібний	
Швидкість руху	Робоча передача V, враховуючи буксування, робоча швидкість 6,48 км/год	
Показники організаційного процесу	Тривалість циклу 10,32 год., технічна продуктивність за цикл 0,95 га/ц, змінна продуктивність агрегату 21,3га/зм, кількість циклів за зміну 22,4 ц/зм	
Контроль за якістю роботи сівалки	Відхилення від заданої глибини повинно бути не більше ± 5 мм. Норма висіву становить 0,45 пос. од./га	При оцінці якості посіву враховувати такі показники: ширину основних і сумарних міжрядь – відкрити насіння без його переміщення і загерметизувати; відкрити насіння між сумарними рядками; глибину посіву – відкрити насіння і загерметизувати; глибину заделання – покласти насіння – легкими рухами покласти рядки відкрити 1 м рядка і загерметизувати; між насіннями; правильність рядків – на довжині 50 м відкрити рядки ліній і через 15 м загерметизувати.

УПС 000000 14	
Операційна карта	
Дата	
Від	

Умови проведення дослідів

№ 00000 26



Лабораторна установка:

1 - пилосос "VCC4140V38"; 2 - електромотор; 3 - висівний апарат сівалки УПС-8; 4 - манометр; 5 - випрямляч току ВСА-111К



Модернізований висівний диск



Модернізована прокладка

Умови проведення експерименту

Фактор	Натуральне позначення	Кодове	Інтервал варіювання	Рівні варіювання					
				Натуральні			Кодові		
				Верхні	Нульові	Нижні	Верхні	Нульові	Нижні
Лінійне переміщення насіння, м/с	X_1	x_1	0.05	0.35	0.3	0.25	+1	0	-1
Розрідження у вакуумній камері, кПа	X_2	x_2	1	2.5	1.5	0.5	+1	0	-1
Ширина отвору, мм	X_3	x_3	0.2	2.5	2.3	2.1	+1	0	-1

УПС 000000 14	
Лабораторна установка	
Дата	
Від	

Результати експериментальних досліджень

План-матриця проведення досліджень

ПФЕ=2³

Рандомізований порядок проведення дослідів	Точка плану і номер досліду	Значення кодівих факторів			Вихідний параметр у, %			Середньо- арифметичне значення у _в , %
		x ₁	x ₂	x ₃	Повторюваність			
					I, у _{в1}	II, у _{в2}	III, у _{в3}	
5	1	-1	-1	-1	73.3	75	76.7	75
2	2	+1	-1	-1	64.6	61.4	63	63
7	3	-1	+1	-1	104.7	106	107.3	106
1	4	+1	+1	-1	81.6	84.4	83	83
4	5	-1	-1	+1	78.6	81.7	79.8	80
6	6	+1	-1	+1	68.4	65	67.6	67
8	7	-1	+1	+1	122	120.7	120.3	121
3	8	+1	+1	+1	93.7	91.6	93.6	93

де Y - коефіцієнт рівномірності висіву, що встановлює відношення кількості фактично висіяного насіння n_ф до його планової кількості n_{пл}

$$K_{\text{рів}} = \frac{n_{\text{ф}}}{n_{\text{пл}}} \cdot 100\%$$

Умова відтворюваності (за G-критерієм Кохрена):

$$G^p = 0,18 \leq G^T(0,05; 8; 2) = 0,5157 - \text{виконується}$$

Рівняння регресії, що описує процес:

$$y = 86 - 9,6x_1 + 14,8x_2 + 4,1x_3 - 3,2x_1x_2 - 0,69x_1x_3 + 2x_2x_3 + 7,3x_1x_2x_3$$

Умова адекватності (за F-критерієм Фішера):

$$F^p = 2,46 < F^T(0,05; 8; 16) = 2,59 - \text{виконується}$$

Довірча границя значущості коефіцієнтів рівняння регресії (за t-критерієм Стюдента при 5%-му рівні значущості та числі ступенів вільності дисперсії відтворюваності 16):

$$\Delta b_a = 1,07$$

Найвище значення якості присмокування насіння досягається при наступних раціональних значеннях чинників:

$$x_1 - V = 0,3 \dots 0,35 \text{ м/с}$$

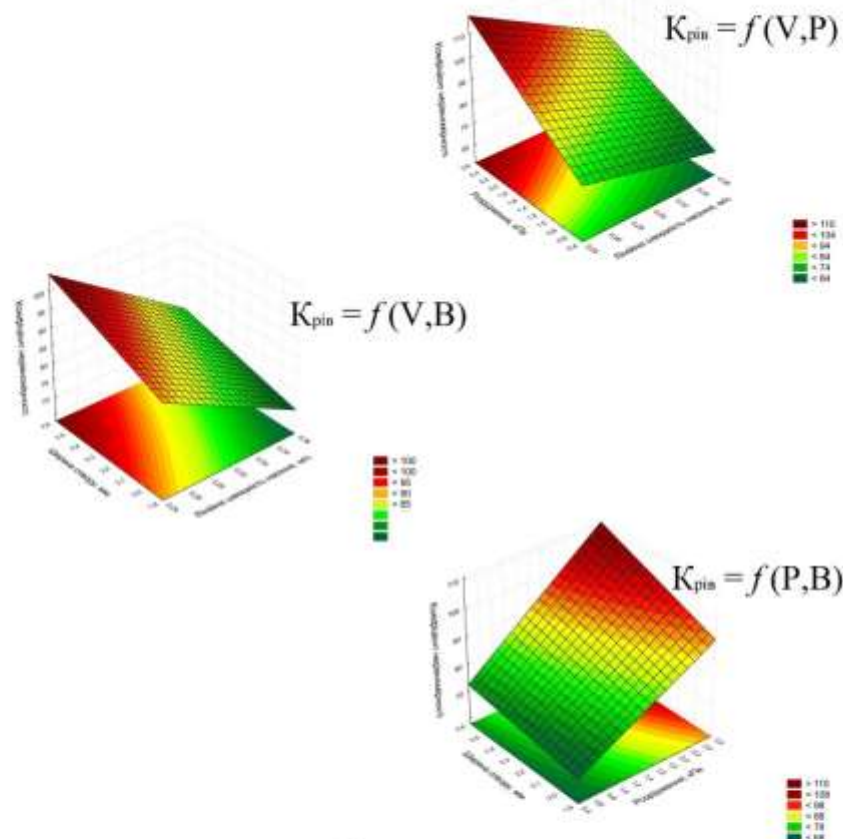
$$x_2 - P = 0,5 \dots 1,5 \text{ кПа}$$

$$x_3 - B = 2,5 \text{ мм}$$

УФЕ 00.002.04			
Результати експериментальних досліджень	Відомості про дослідження	Відомості про дослідження	Відомості про дослідження
№	№	№	№
1	2	3	4
5	2	3	4
2	3	4	5
7	4	5	6
1	5	6	7
4	6	7	8
6	7	8	9
8	8	9	10
3	9	10	11

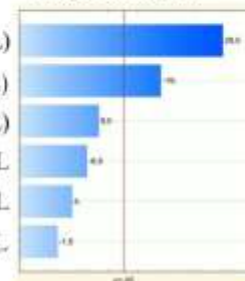
Результати статистичного аналізу

Поверхні відгуку та лінії рівного виходу

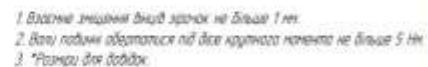


Парето карта

- (2) Розрідження, кПа (L)
- (1) Лінійна швидкість насіння, м/с (L)
- (3) ширина отвору, мм (L)
- 1Lby2L
- 2Lby3L
- 1Lby3L

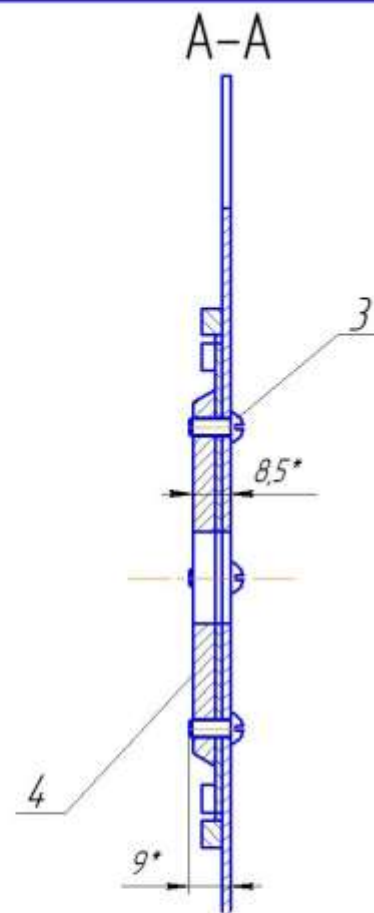
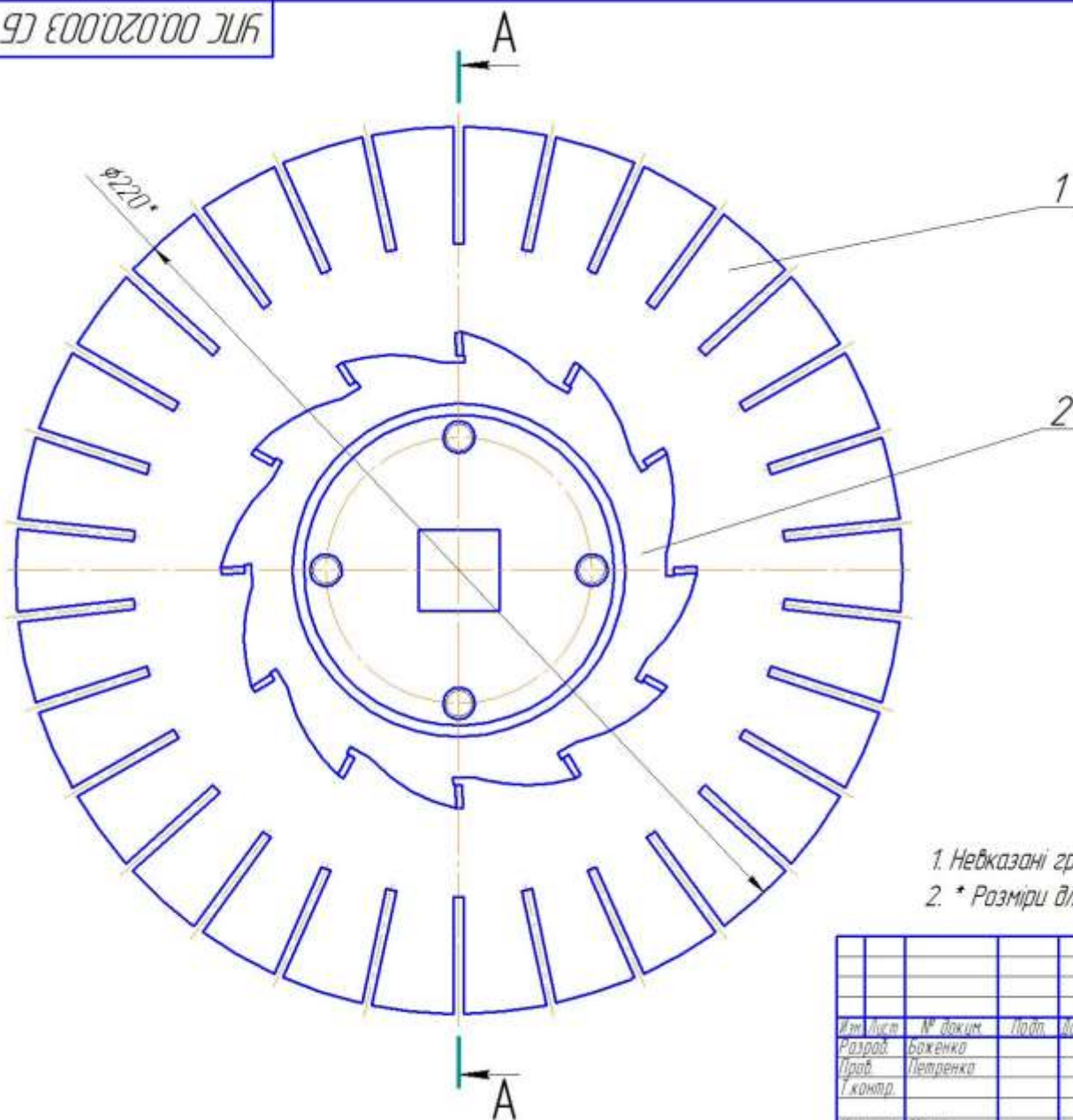


УФЕ 00.002.04			
Результати експериментальних досліджень	Відомості про дослідження	Відомості про дослідження	Відомості про дослідження
№	№	№	№
1	2	3	4
5	2	3	4
2	3	4	5
7	4	5	6
1	5	6	7
4	6	7	8
6	7	8	9
8	8	9	10
3	9	10	11



				УПК 00.020 СТ			
№ п/п	№ документа	Дата	Вид документа	№ документа	Дата	Вид документа	№ документа
1	2	3	4	5	6	7	8
1	225	12	Висхідний апарат				
2	20	12	УПК				
3	20	12	УПК				
4	20	12	УПК				
5	20	12	УПК				
6	20	12	УПК				
7	20	12	УПК				
8	20	12	УПК				
9	20	12	УПК				
10	20	12	УПК				
11	20	12	УПК				
12	20	12	УПК				
13	20	12	УПК				
14	20	12	УПК				
15	20	12	УПК				
16	20	12	УПК				
17	20	12	УПК				
18	20	12	УПК				
19	20	12	УПК				
20	20	12	УПК				
21	20	12	УПК				
22	20	12	УПК				
23	20	12	УПК				
24	20	12	УПК				
25	20	12	УПК				
26	20	12	УПК				
27	20	12	УПК				
28	20	12	УПК				
29	20	12	УПК				
30	20	12	УПК				
31	20	12	УПК				
32	20	12	УПК				
33	20	12	УПК				
34	20	12	УПК				
35	20	12	УПК				
36	20	12	УПК				
37	20	12	УПК				
38	20	12	УПК				
39	20	12	УПК				
40	20	12	УПК				
41	20	12	УПК				
42	20	12	УПК				
43	20	12	УПК				
44	20	12	УПК				
45	20	12	УПК				
46	20	12	УПК				
47	20	12	УПК				
48	20	12	УПК				
49	20	12	УПК				
50	20	12	УПК				
51	20	12	УПК				
52	20	12	УПК				
53	20	12	УПК				
54	20	12	УПК				
55	20	12	УПК				
56	20	12	УПК				
57	20	12	УПК				
58	20	12	УПК				
59	20	12	УПК				
60	20	12	УПК				
61	20	12	УПК				
62	20	12	УПК				
63	20	12	УПК				
64	20	12	УПК				
65	20	12	УПК				
66	20	12	УПК				
67	20	12	УПК				
68	20	12	УПК				
69	20	12	УПК				
70	20	12	УПК				
71	20	12	УПК				
72	20	12	УПК				
73	20	12	УПК				
74	20	12	УПК				
75	20	12	УПК				
76	20	12	УПК				
77	20	12	УПК				
78	20	12	УПК				
79	20	12	УПК				
80	20	12	УПК				
81	20	12	УПК				
82	20	12	УПК				
83	20	12	УПК				
84	20	12	УПК				
85	20	12	УПК				
86	20	12	УПК				
87	20	12	УПК				
88	20	12	УПК				
89	20	12	УПК				
90	20	12	УПК				
91	20	12	УПК				
92	20	12	УПК				
93	20	12	УПК				
94	20	12	УПК				
95	20	12	УПК				
96	20	12	УПК				
97	20	12	УПК				
98	20	12	УПК				
99	20	12	УПК				
100	20	12	УПК				

99 000'020'00 JUL



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

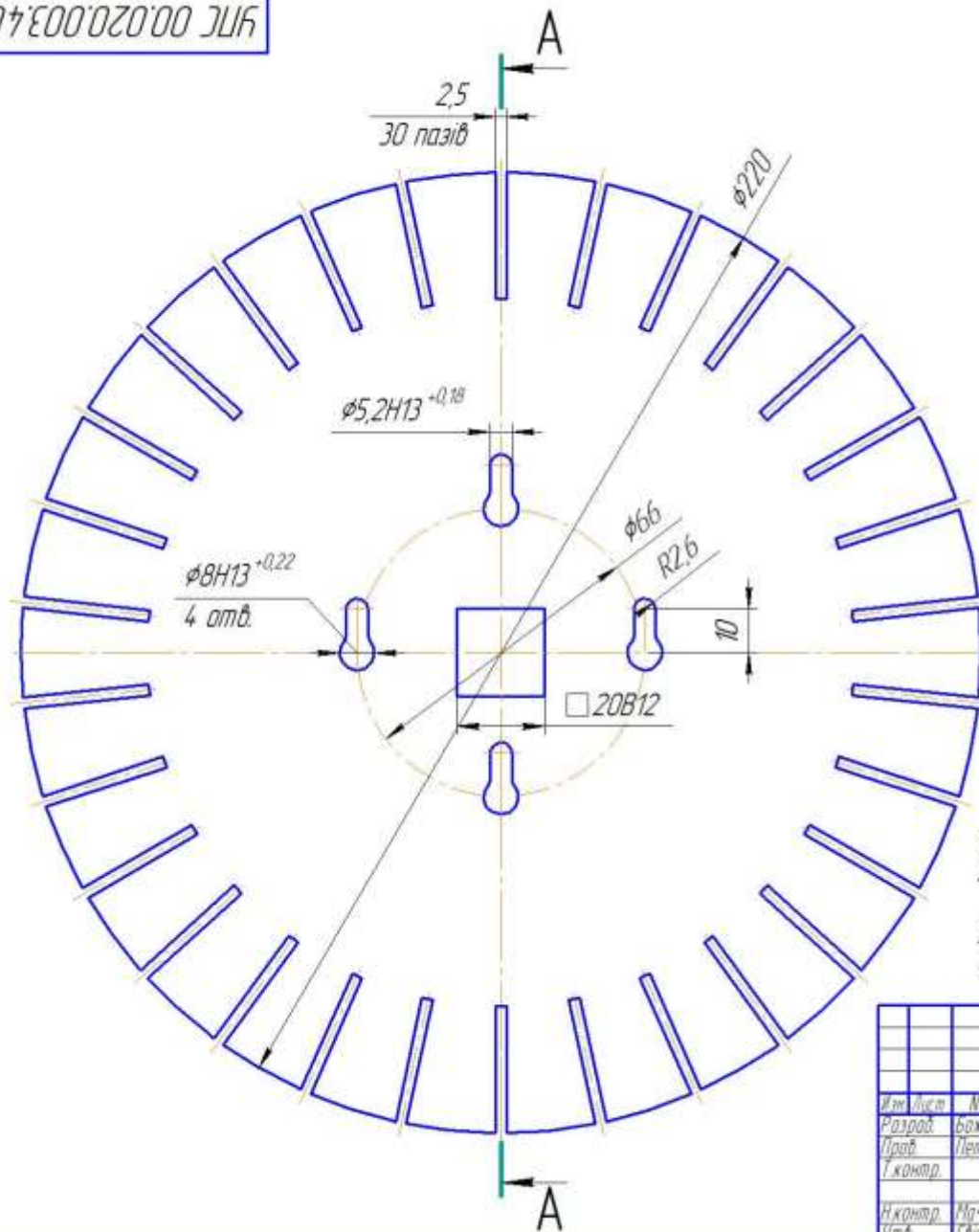
2. * Розміри для довідок

						УПС 00.020.003 СБ			
						Диск в зборі	Лист	Масса	Масштаб
Лист	Лист	№ докум	Проб	Дата				1,1	11
Разряд		Баженько							
Проб		Петренко					Лист	Листов	1
Тжонтр							ЦНТУ, гр. АІ-20МЗ(14)		
Нжонтр		Мачок				-			
Чтб		Свирень							

ΚΑΤΑΡΤΙΣΗ

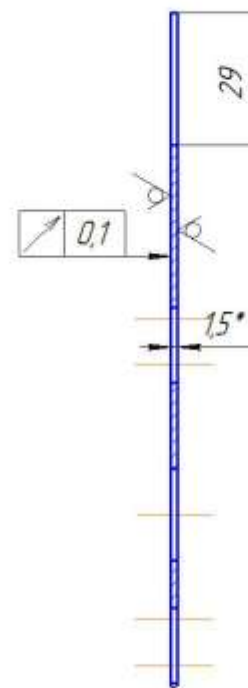
$\phi_{\text{opt}} = 43^\circ$

УПС 00.020.003.401



A-A

✓ Ra 6,3 (✓)



1. В отворах і на поверхні диска задири не допускаються.
2. Клеїти диск електродисковим методом.
Маркувати шрифтом 5 Пр3 ГОСТ 26.008-85.
3. Інші технічні вимоги по Н 126.00.000ДТ.
4. *Розміри для довідок

УПС 00.020.003.401			
Диск			
Лист	Маса	Масштаб	
	0,35	1:1	
Лист	Листів	1	
ЦНТУ, зр. АІ-20М3(1,4)			
Формат А3			

Копіював

Формат А3

УПС 00.020.006

Лист №

Лист №

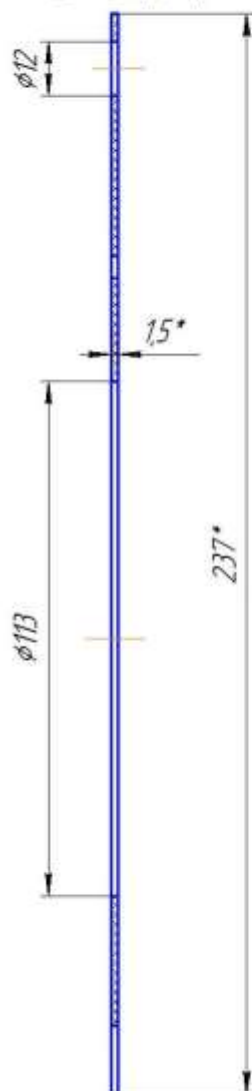
Лист №

Лист №

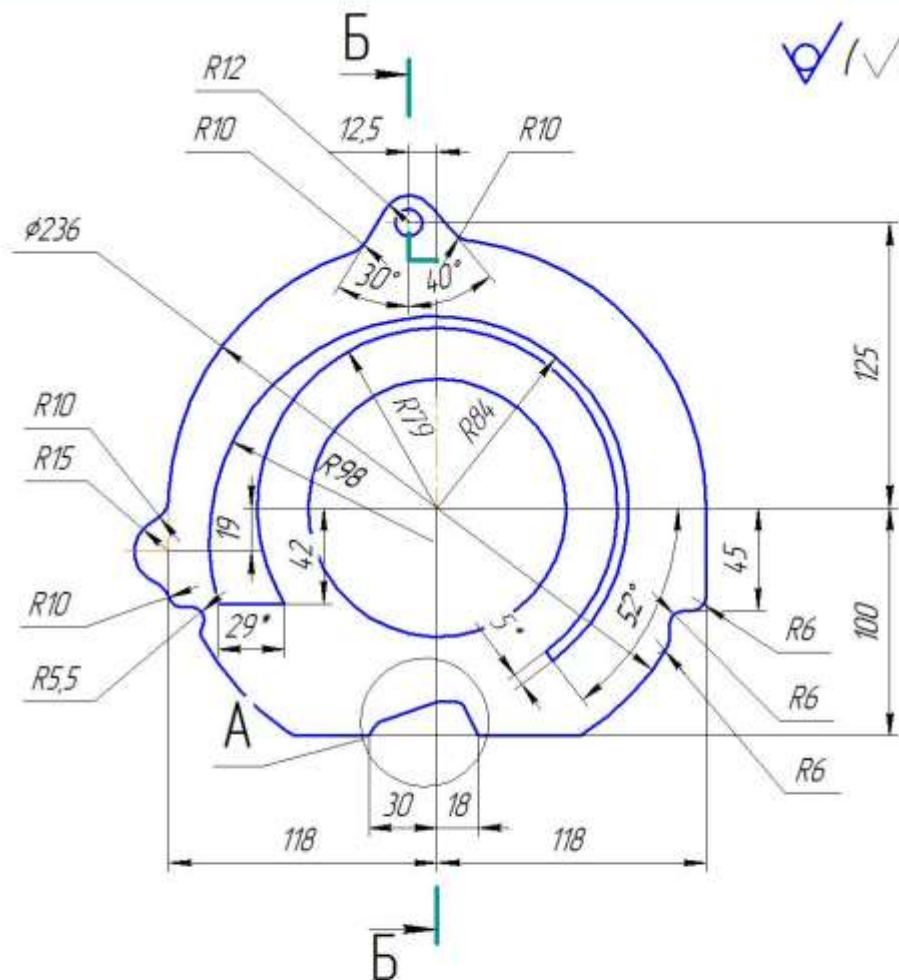
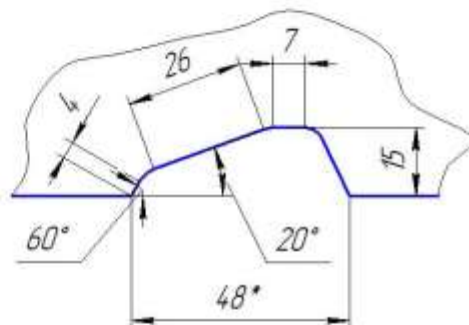
Лист №

Лист №

Б-Б(1:1)



A(1:1)



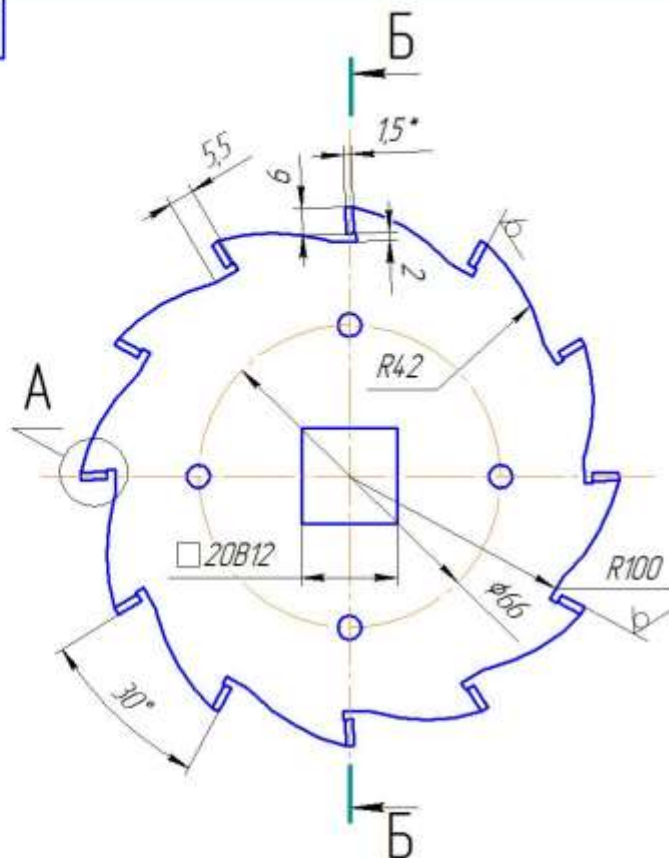
- Невказані радіуси закруглень R4.
- Невказані граничні відхилення розмірів по IT $\frac{H}{2}$.
- *Розміри для довідок.

УПС 00.020.006				Лист	Маса	Масштаб
Прокладка					0,035	1:2
Лист				Листів 1		
Поліамід 6 ТУ 113-03-07-04-897				ЦНТУ, гр. АІ-20МЗ(1,4)		
Копіюваль				Формат А3		

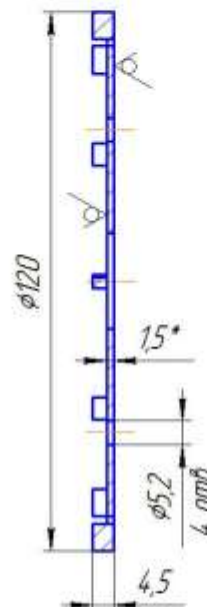
✓ (✓)

УПС 00.020.003.402

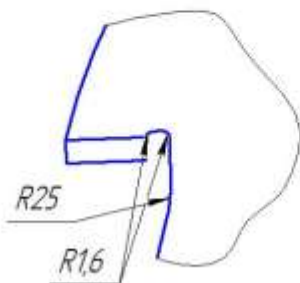
✓ Ra 6,3 (✓)



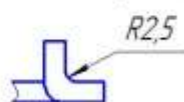
Б-Б



A(2,5:1)



Б-Б (2,5:1)



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

УПС 00.020.003.402					Лист		
Воружилка	Лист	Масса	Масштаб				
Разработ: Баженко		0,05	1:1				
Проб: Петренко							
Контр:							
Н.контр:	Лист	Масштаб	1				
Утв:	С.П.Н-0-15 ГОСТ 19904-74	С.П.Н-0-15 ГОСТ 19904-74	С.П.Н-0-15 ГОСТ 19904-74				
С.П.Н-0-15 ГОСТ 19904-74	С.П.Н-0-15 ГОСТ 19904-74	С.П.Н-0-15 ГОСТ 19904-74	С.П.Н-0-15 ГОСТ 19904-74				
С.П.Н-0-15 ГОСТ 19904-74	С.П.Н-0-15 ГОСТ 19904-74	С.П.Н-0-15 ГОСТ 19904-74	С.П.Н-0-15 ГОСТ 19904-74				

Копировал

Формат А3