

Центральноукраїнський національний технічний університет

Агротехнічний факультет

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту ”

Зав. кафедрою СГМ

к.т.н., доцент

_____Сергій ЛЕЩЕНКО

“ ____ ” _____ 20 ____ р.

ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за другим (магістерським) рівнем вищої освіти

на тему:

«Обґрунтування конструкції просапної сівалки з дослідженням
посівної секції»

Виконав здобувач вищої освіти __П__ курсу,
групи ГМ(СМ)-21М(1,9)

ОНП «Галузеве машинобудування»

спеціальності 133 «Галузеве

машинобудування»

_____Мороз Богдан Олександрович

« ____ » _____ 20 ____ р.

Керівник проекту

доцент, канд. техн. наук

_____Олександр НЕСТЕРЕНКО

« ____ » _____ 20 ____ р.

Рецензент _____

Станіслав КАТЕРИНИЧ

Центральноукраїнський національний технічний університет

Факультет Агротехнічний

Кафедра Сільськогосподарського машинобудування

Рівень вищої освіти другий (магістерський)

Галузь знань 13 – Механічна інженерія

Спеціальність 133 Галузеве машинобудування

Освітньо-професійна (освітньо-наукова) програма Галузеве машинобудування

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Сергій ЛЕЩЕНКО

«___» _____ 2023 року

**ЗАВДАННЯ НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗА
ДРУГИМ (МАГІСТЕРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЗДОБУВАЧА
ВИЩОЇ ОСВІТИ**

_____ Мороза Богдана Олександровича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи (проекту)

Обґрунтування конструкції просапної сівалки з дослідженням посівної секції

2. Керівник роботи (проекту)

Нестеренко Олександр Вікторович, канд. техн. наук, доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

3. Строк подання роботи до захисту 10.05.2023 р.

4. Мета та завдання випускної кваліфікаційної роботи (проекту) _____

Підвищення якості роботи сівалки точного висіву

5. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1–5	Нестеренко О.В.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів випускної кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Пояснювальна записка	10.05.2023 р.	
2	Графічна частина	10.05.2023 р.	
3	Захист роботи	23.05.2023 р.	

Дата видачі завдання
« 29 » січня 2023 р.

Підпис керівника

_____ Нестеренко О.В.
(прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання
« 29 » січня 2023 р.

Підпис здобувача _____ Мороз Б.О.
(прізвище та ініціали)

Перв. примен.		№ строки	формат	Обозначение	Наименование	Кол. листов	№ экз.	Примечание	
		1							
		2			Документация общая				
		3							
		4			Заново розроблена				
Справ. №		5							
		6	A4	СТВ 00. 000 ПЗ	Пояснювальна записка	50			
		7	A1	СТВ 00. 000 С2	Сівалка HERMES-8	1			
		8							
		9			Документація				
		10			з наукової частини				
		11							
		12			Заново розроблена				
		13							
		14	A1	СТВ 00. 001 НЧ	Огляд конструкції	1			
		15			посівних секцій сівалок				
		16			точного висіву				
		Подп. и дата		17	A1	СТВ 00. 002 НЧ	Мета, задачі, об'єкт та	1	
18					предмет досліджень				
19	A1			СТВ 00. 003 НЧ	Планування	1			
20					експериментальних				
И-нв. № д-л		21			досліджень				
		22	A1	СТВ 00. 004 НЧ	Обработка результатов	1			
Взам. инв. №		23			экспериментів				
		24							
Подп. и дата									
И-нв. № подл.		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	СТВ 00. 000 ВП		
		Разраб.	Мороз				Лит.	Лист	Листов
		Пров.	Нестеренко					1	2
		И.контр.	Мачок				Відомість роботи ЦНТУ гр. ГМ(СМ)-21М(1,9)		
Утв.	Лещенко								

№ строки	Формат	Обозначение	Наименование	Кол. листов	№ экз.	Примечание
1						
2			Документация			
3			по сборочным единицам			
4						
5			Заново разроблена			
6						
7	A3	СТВ 00. 030 СБ	Соплиник	1		
8						
9			Документация по деталям			
10						
11			Заново разроблена			
12						
13	A3	СТВ 00. 030. 001	Шина	1		
14	A3	СТВ 00. 030. 002	Маточина	1		
15	A3	СТВ 00. 030. 401	Диск	2		
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
						Лист
		СТВ 00. 000 ВП				2
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Изм. № подл.

Подп. и дата

Взам. инв. №

Изм. № дцкл.

Подп. и дата

Копировал

Формат А4

Зміст

	стор.
Вступ.....	6
2. Наукова частина	7
3. Інженерна частина.....	40
4. Охорона праці	43
5. Економічна частина	45
Висновки	46
Список використаної літератури	47

ВСТУП

Історія людства – шлях міграцій груп людей від невеликої кількості до цілих народів та союзів народів. Міграційні процеси продовжуються і сьогодні, коли люди шукають кращих умов для свого життя та забезпечення умов виживання їх нащадків у майбутньому. Ці процеси мають різну форму від мирного переїзду в іншу місцевість чи країну до вторгнення та завоювання чужих територій. Це пов'язано з природними ресурсами та умовами виживання й безпеки. Але за будь-яких обставин людей цікавить найбільше два бажання це безпека їхньому фізичному існуванню та продовольча безпека.

Для вирішення задоволення продовольчої безпеки уряди країн розробляють різні програми. Країн з природними умовами, що сильно ускладнюють використання земельних угідь для виробництва продукції рослинництва дуже мало на нашій планеті. Країни з більш розвиненим рослинництвом заохочують місцевих підприємців до створення та виробництва власної сільськогосподарської техніки.

Сьогодні неможливо уявити вирощування сільськогосподарських культур в умовах відкритого ґрунту без використання для посіву їх насіння сівалок. Сівалки відрізняються між собою не тільки за призначенням для висіву якогось типу насіння, але й для різних технологій обробітку ґрунту.

Найбільші групи сівалок – зернові та універсальні точного висіву.

Якщо раніше найбільше сівалок точного висіву виробляли США, Німеччина, Франція, Італія та Україна, то зараз на ринку свою продукцію пропонують виробники Швеції, Туреччини, Бразилії Іспанії тощо. Це створює величезну конкуренцію серед виробників і стимулює розвиток техніки.

					<i>СТВ 00. 000 ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>	<i>Мороз</i>				<i>Пояснювальна записка</i>			
<i>Перевір.</i>	<i>Нестеренко</i>							
<i>Н. контр.</i>	<i>Мачок</i>							
<i>Затв.</i>	<i>Лещенко</i>							
						<i>Лім.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
							6	50
						<i>ЦНТУ, гр. ГМ(СМ)–21М(1,9)</i>		

2. НАУКОВА ЧАСТИНА

2.1. Літературний аналіз універсальних пневмомеханічних сівалок точного висіву

Проведемо аналіз конструкцій посівних машин, що представленні на українському ринку сільськогосподарських машин, як вітчизняних виробників так і закордонних.

"Ельворті", Україна [1]

Колишній гігант та лідер з виробництва посівних машин України та Советського Союзу пропонує виробникам сільськогосподарської продукції ряд сівалок точного висіву сімейств VESTA та VEGA PROFІ.

Розглянемо конструкції посівних секцій сівалок VESTA більш детально. Як заявляє виробник, ці сівалки призначенні для точного висіву просапних культур з шириною міжряддя 70 см [2].

До сімейства входять 4 сівалки: три восьмирядні та одна шестирядна. Однією з особливостей що їх об'єднує – використання спільної посівної секції (рис. 2.1–2.2) [2–3].



Рис. 2.1. Посівна секція сівалки VESTA 8 PROFІ



Рис. 2.2. Посівна секція сівалки VESTA 6 PROFİ

Як видно з рис. 2.1 та рис. 2.2 секції відрізняються тільки об'ємом бункера для насіння.

Посівна секція сівалок VESTA складається з паралелограмного механізму, рамки, висівного апарата з бункером для насіння, грудковідвода, полозовидного сошника, загортачів, прикочуючого котка, натискної пружини, ланцюгової передачі приводу вала висівного апарата та механізму регулювання глибини висіву насіння.

Паралелограмний механізм утворюють кронштейн приєднання посівної секції до рами сівалки, верхній та нижній поводки та рамка секції.

Поводки складаються з двох однакових за довжиною поздовжніх планок, що з'єднані між собою поперечними планками меншої довжини.

Передні краї поводків шарнірно з'єднані з кронштейном, а задні з рамкою секції. Відстані між шарнірами на кронштейні та рамці однакові.

Для створення тиску на ґрунт використовується пружина розтягу.

Посівна секція сівалки VEGA 8 PROFİ [4] складається з паралелограмного механізму, рамки, висівного апарата з бункером для насіння, грудковідвода, дводискового сошника, копіювальних коліс на



Рис. 2.3. Посівна секція сівалки VEGA 8 PROFi



Рис. 2.4. Посівні секції та механізм передач сівалки VEGA 8 PROFi

балансирах, V-подібного прикочуючого котка, натискної пружини, ланцюгової передачі приводу вала висівного апарата та механізма

регулювання глибини висіву насіння. Грудковідвод можна замінити розрізним гофрованим диском.

Як і у попередньої сівалки паралелограмний механізм утворюють кронштейн приєднання посівної секції до її рами, верхній та нижній поводки та рамка секції.

Поводки складаються з двох однакових за довжиною поздовжніх планок, що з'єднані між собою поперечинами меншої довжини. В якості поперечин використовуються трубки та кронштейни кріплення пружин натягу, яких встановлено 2 штуки. Трубки та кронштейни на поводках розташовуються по діагоналі.

Передні краї поводків шарнірно з'єднані з кронштейном, а задні з рамкою секції. Відстані між шарнірами на кронштейні та рамці однакові. На відміну від посівних секцій сівалок VESTA відстань між верхніми та нижніми поводками секцій сівалок VEGA набагато більша.

Фаворит, Україна [5]

Інший вітчизняний виробник посівної та ґрунтообробної техніки випускає моделі універсальних сівалок точного висіву сімейств Весна та VENZA [5].

Так на сівалках Весна–4, Весна–6 та Весна–8 встановлюються посівні секції однієї конструкції. Вони складаються з паралелограмного механізма, висівного апарата з бункером для насіння, полозовидного сошника, механізма регулювання глибини загортання насіння, загортачів, натискної пружини, механізма привода висівного апарата та прикочуючого котка [6–8].

Паралелограмний механізм складається з кронштейна кріплення до рами сівалки, корпусу висівного апарата та верхнього й нижнього поводків.

Поводки мають однакову довжину й подібні до поводків сівалок VESTA й складаються з двох поздовжніх планок з'єднаних між собою плоскими поперечинами. Відстані між отворами шарнірів у кронштейні та корпусі рівні між собою, а осі лежать в паралельних площинах.



Рис. 2.5. Посівна секція сівалок Весна–4, Весна–6 та Весна–8

Дещо відрізняється від неї посівна секція сівалки Весна–12, в якій попереду сошника встановлені грудковідкидач та копіюючий коток, що забезпечують відведення із зони посіву грудок і сухого шару ґрунту й забезпечують його ущільнення і вирівнювання перед сошником для більш якісного посіву [9]. Також широкий прикочуючий коток замінено V-подібним котком, а загортачі – шлейфом для вирівнювання поверхні рядка, які встановлено за котком.



Рис. 2.6. Посівна секція сівалки Весна–12

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

Паралелограмний механізм утворюють кронштейн кріплення до рами сівалки, рамка посівної секції, на якій встановлено висівний апарат та верхній і нижній поводки. Поводки складаються з двох поздовжніх планок з'єднаних між собою плоскими поперечинами. Довжини поводків рівні між собою, а також відповідно відстані між осями шарнірів у кронштейні та рамці секції.

Посівна секція сівалок VENZA-6 та VENZA-8 складається з паралелограмного механізму, рамки секції, висівного апарата, грудковідкидача, полозовидного сошника, загортачів, механізму регулювання глибини загортання насіння, карданної передачі привода вала висівного апарата та прикочуючого котка [10–11].



Рис. 2.7. Посівна секція сівалок VENZA-6 та VENZA-8

Паралелограмний механізм утворюють кронштейн кріплення до рами сівалки, рамка посівної секції, на якій встановлено висівний апарат, верхній і нижній поводки. На відміну від паралелограмних механізмів попередніх сівалок у цій посівній секції нижній поводок складається з труби з квадратним внутрішнім перетином до країв якої приварені

циліндричні шарніри, планки верхнього поводки на з'єднанні між собою перетинками.

Основою посівної секції сівалок VENZA–6 PRO та VENZA–8 PRO є її рама. До неї приєднуються та встановлюються: кронштейн кріплення до рами сівалки з поводками, висівний апарат з бункером для насіння, грудковідкидач, дводисковий сошник з копіюючими котками, коток з механізмом регулювання глибини загортання насіння [12–13].



Рис. 2.8. Посівна секція сівалок VENZA–6 PRO та VENZA–8 PRO

Висівний апарат з'єднаний карданною передачею з кронштейном кріплення до рами сівалки [12–13]. Поводки з'єднані між собою пружиною.

Паралелограмний механізм утворюють кронштейн кріплення до рами сівалки, рама посівної секції, верхній та нижній поводки. Кожен поводок складається з двох поздовжніх планок. Планки верхнього поводка з'єднані між собою в передній частині трубчастою циліндричною перетинкою, а в задній – кронштейном регулювання тиску пружини. Планки нижнього поводка з'єднані між собою в передній частині

кронштейном кріплення пружини тиску, а в задній – трубчастою циліндричною перетинкою. Довжини поводків та відповідно відстані між осями шарнірів у кронштейні й рамці секції рівні між собою.

Тодак, Україна

Посівна секція сівалки СТВТ–12 складається з кронштейна кріплення до рами сівалки, поводків паралелограмного механізму, висівного апарата з бункером для насіння, грудковідкидача, копіюючого колеса, полозовидного сошника, загортачів, механізму регулювання глибини загортання насіння, механізму привода вала висівного апарата та V–подібного прикочуючого котка [14].



Рис. 2.9. Посівна секція сівалки СТВТ–12

Паралелограмний механізм утворюють кронштейн кріплення до рами сівалки, корпус висівного апарата, верхній та нижній поводки. Кожен поводок складаються з двох поздовжніх планок. Довжини поводків та відповідно відстані між осями шарнірів у кронштейні й корпус висівного апарата рівні між собою.

HARVEST, Україна

Ще один вітчизняний виробник посівної та ґрунтообробної техніки

виготовляє універсальні сівалки точного висіву серій: HERMES, MULTICORN та SPACE [15].

До серії HERMES входять сівалки HERMES–6 та HERMES–8.

Посівна секція сівалок серії HERMES складається з паралелограмного механізму, висівного апарата з бункером для насіння, полозовидного сошника, загортачів, механізму регулювання глибини загортання насіння, механізму привода вала висівного апарата та прикочуючого котка [16–17].



Рис. 2.10. Посівна секція сівалок HERMES–6 та HERMES–8

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

СТВ 00. 000 ПЗ

Арк.

15

Паралелограмний механізм – окрема складальна одиниця посівної секції. Він складається з кронштейнів кріплення до рами сівалки та до корпусу висівного апарата, верхнього та нижнього поводків. Кожен поводок складаються з двох поздовжніх планок, що з'єднані між собою поперечинами. Довжини поводків та відповідно відстані між осями шарнірів у кронштейнах рівні між собою.

До серії MULTICORN входять сівалки MULTICORN 560 (01), MULTICORN 560 PRO (02) та MULTICORN 560 PRO (03) [18–20].

Посівна секція сівалки MULTICORN 560 (01) складається з паралелограмного механізму, висівного апарата з бункером для насіння, хвилястого турбо-диска, полозовидного сошника, загортачів, механізму регулювання глибини загортання насіння, механізму привода вала висівного апарата та V-подібного прикочуючого котка [18].



Рис. 2.11. Посівна секція сівалки MULTICORN 560 (01)

Паралелограмний механізм, як і у попередніх моделей – окрема складальна одиниця посівної секції, має ту ж саму будову та відрізняється форма деяких деталей. Він складається з кронштейнів кріплення до рами сівалки та до корпусу висівного апарата, верхнього та нижнього поводків.

Кожен поводок складаються з двох поздовжніх планок, що з'єднані між собою поперечинами. Довжини поводків та відповідно відстані між осями шарнірів у кронштейнах також рівні між собою.

Посівна секція сівалок MULTICORN 560 PRO (02) та MULTICORN 560 PRO (03) складається з паралелограмного механізму, висівного апарата з бункером для насіння, хвилястого турбо-диска, полозовидного сошника, загортачів, механізму регулювання глибини загортання насіння, механізму привода вала висівного апарата та V-подібного прикочуючого котка [19–20].



Рис. 2.12. Посівна секція сівалки MULTICORN560 PRO (02)

Основою посівної секції сівалок MULTICORN 560 PRO (02) та MULTICORN 560 PRO (03) є рамка. До неї приєднуються та встановлюються: паралелограмний механізм, висівний апарат з бункером для насіння, дводисковий сошник, напрямний насіннєпровід, загортачі та

V-подібний прикочуючий коток з механізмом регулювання глибини загортання насіння [19–20].

Паралелограмний механізм запозичено з сівалки MULTICORN 560 (01).

Посівна секція сівалки MULTICORN 560 PRO (03) складається з паралелограмного механізму, висівного апарата з бункером для насіння, хвилястого турбо-диска, дводискового сошника, напрямного насіннєпроводу, механізму регулювання глибини загортання насіння, механізму привода вала висівного апарата, V-подібного прикочуючого котка та шлейфа з ланцюга [20].



Рис. 2.13. Посівна секція сівалки MULTICORN 560 PRO (03)

Основою посівної секції сівалок MULTICORN560 PRO (02) та MULTICORN 560 PRO (03) є рамка. До неї приєднуються та встановлюються: паралелограмний механізм, висівний апарат з бункером для насіння, хвилястий турбо-диск, дводисковий сошник, напрямний насіннєпровід, загортачі та V-подібний прикочуючий коток з механізмом регулювання глибини загортання насіння [19–20].

Використовується паралелограмний механізм сівалки MULTICORN 560 (01).

Серія SPACE складається з сівалки SPACE 560 [21].

Посівна секція сівалки SPACE 560 складається з рами, на якій встановлено висівний апарат з насіннєвим бункером. До неї кріпляться поводки паралелограмного механізму з кронштейном для приєднання до рами сівалки, хвилястий турбо-диск, дводисковий сошник, напрямний насіннєпровід, копіюючі колеса з балансирами на індивідуальній підвісці, механізм регулювання глибини загортання насіння, механізм привода вала висівного апарата та V-подібний прикочуючий коток [21].



Рис. 2.14. Посівна секція сівалки MULTICORN560 (01)

Паралелограмний механізм, як і у попередніх моделей – окрема складальна одиниця посівної секції, має ту ж саму будову та відрізняється форма деяких деталей. Він складається з кронштейнів кріплення до рами сівалки та до корпусу висівного апарата, верхнього та нижнього поводків. Кожен поводок складається з двох поздовжніх планок, що з'єднані між собою поперечинами. Довжини поводків та відповідно відстані між осями шарнірів у кронштейнах також рівні між собою.

Паралелограмний механізм утворюють кронштейн кріплення до рами сівалки, рама посівної секції, верхній та нижній поводки. Поводки складаються з двох поздовжніх планок з'єднаних між собою плоскими поперечинами. Довжини поводків рівні між собою, а також відповідно відстані між осями шарнірів у кронштейні та рамці секції.

SFOGGIA, Італія

Посівна секція сівалки SIGMA KING складається з основи, на якій встановлено висівний апарат з бункером для насіння. До неї кріпляться паралелограмний механізм, механізм регулювання тиску на ґрунт, грудковідвод, дводисковий сошник, копіюючі колеса, механізм регулювання глибини ходу сошників, V-подібний прикочуючий коток та механізм приводу вала висівного апарата [22].



Рис. 2.15. Посівна секція сівалки SIGMA KING

Паралелограмний механізм – окремий механізм посівної секції, що з'єднує її з рамою сівалки. Він складається з кронштейнів кріплення до рами сівалки та до рами секції, верхнього та нижнього поводків. Кожен поводок складається з двох поздовжніх планок, що з'єднані між собою

поперечинами. Відстані між осями отворів поводків та, відповідно, між осями шарнірів у кронштейнах рівні між собою.

Agromaster, Туреччина

Виробник сільськогосподарської техніки з Туреччини пропонує виробникам сільськогосподарської продукції великий ряд сівалок точного висіву сімейства PLANTER [23].

Посівна секція сівалки PLANTER-A6 складається з рамки посівної секції, до якої приєднано: за допомогою поводків паралелограмного механізму кронштейн кріплення секції до рами, механізм приводу висівного диска, грудковідвід, полозовидний сошник, висівний апарат з бункером для насіння, загортачі, прикочуючий коток з механізмом регулювання глибини загортання насіння [24].



Рис. 2.16. Посівна секція сівалки PLANTER-A6

Паралелограмний механізм підвіски посівної секції утворюють кронштейн кріплення до рами сівалки, рамка посівної секції, верхній та нижній поводки. Верхній поводок являє собою П-подібний гнучий профіль з отворами для з'єднання з циліндричними шарнірами кронштейна та рамки, а також механізмів регулювання тиску на секції на ґрунт та її фіксації у транспортному положенні. Нижній поводок – труба з квадратним внутрішнім перетином, до країв якої приварені циліндричні шарніри.

Відстані між осями отворів поводків та, відповідно, між осями шарнірів у кронштейнах рівні між собою.

Посівна секція сівалки PLANTER-A8 складається з рамки посівної секції, до якої приєднано: за допомогою поводків паралелограмного механізму кронштейн кріплення секції до рами, механізм приводу висівного диска, грудковідвід, копіюючий коток, полозовидний сошник, висівний апарат з бункером для насіння, загортачі, прикочуючий коток з механізмом регулювання глибини загортання насіння [24].



Рис. 2.17. Посівна секція сівалки PLANTER-A8

Паралелограмний механізм підвіски посівної секції той самий, що у посівної секції сівалки PLANTER-A6.

Виробник виготовляє 4-х, 5-ти, 6-ти та 8-ми рядні сівалки серії PLANTER-D, на яких встановлюється одна й та ж посівна секція.

Вона складається з рами посівної секції, до якої приєднано: за допомогою поводків паралелограмного механізму кронштейн кріплення секції до рами, механізм регулювання тиску на ґрунт, механізм приводу висівного диска, висівний апарат з бункером для насіння, дводисковий сошник, опорні колеса з індивідуальною підвіскою та балансиrom, прикочуючий коток з механізмом регулювання глибини загортання насіння [25]. В залежності від умов використання перед сошником можуть встановлюватися : грудковідвід, дисковий ніж чи V-подібний голчастий коток. В якості прикочуючого котка використовуються широкий або V-подібний коток.



Рис. 2.18. Посівна секція сівалки PLANTER–D8

Паралелограмний механізм підвіски посівної секції утворюють кронштейн кріплення до рами сівалки, рамка посівної секції, верхній та нижній поводки. Верхній поводок являє собою П-подібний гнутий профіль з отворами для з'єднання з циліндричними шарнірами кронштейна та рамки, а також механізмів регулювання тиску на секції на ґрунт та її фіксації у транспортному положенні. Нижній поводок – труба з квадратним внутрішнім перетином, до країв якої приварені циліндричні шарніри. Відстані між осями отворів поводків та, відповідно, між осями шарнірів у кронштейнах рівні між собою.

Väderstad, Швеція

Шведський виробник техніки для рослинництва пропонує аграріям сівалки точного висіву сімейства Tempo. У конструкціях всіх сівалок використовується одна модель посівної секції, яку, в залежності від умов використання, технології вирощування культур, можна додатково встановлювати чи змінювати обладнання.

Посівна секція складається з рами, до якої прикріплено паралелограмний механізм її підвіски, очисники рядка, дводисковий сошник, опорні колеса з індивідуальною підвіскою та балансиrom, притискне колесо, V-подібний прикочуючий коток з механізмом

регулювання глибини загортання насіння та висівний апарат з бункером для насіння, які зафіксовані спеціальним кронштейном [26].



Рис. 2.19. Посівна секція сівалки Tempo V

Паралелограмний механізм складається з кронштейнів кріплення до рами сівалки та до рами секції, верхнього та нижнього поводків. Кожен поводок складаються з двох поздовжніх планок, що з'єднані між собою поперечинами. Відстані між осями отворів поводків та, відповідно, між осями шарнірів у кронштейнах рівні між собою.

MONOSEM, Франція

Ще один з лідерів світового машинобудування техніки для обробітку ґрунту, посіву насіння та догляду за посівами французький виробник пропонує сівалки для посіву насіння за класичною та мінімальною чи нульовою обробкою ґрунту [27].

Сівалки NC використовуються для висіву насіння на добре підготовлених ґрунтах [28].

На сівалці встановлюється посівна секція, що складається з рамки, до якої приєднані паралелограмний механізм, грудковідвод, полозовидний сошник, загортачі, висівний апарат з бункером для насіння, механізм приводу вала висівного апарата та прикочуючий коток з механізмом регулювання глибини висіву насіння.

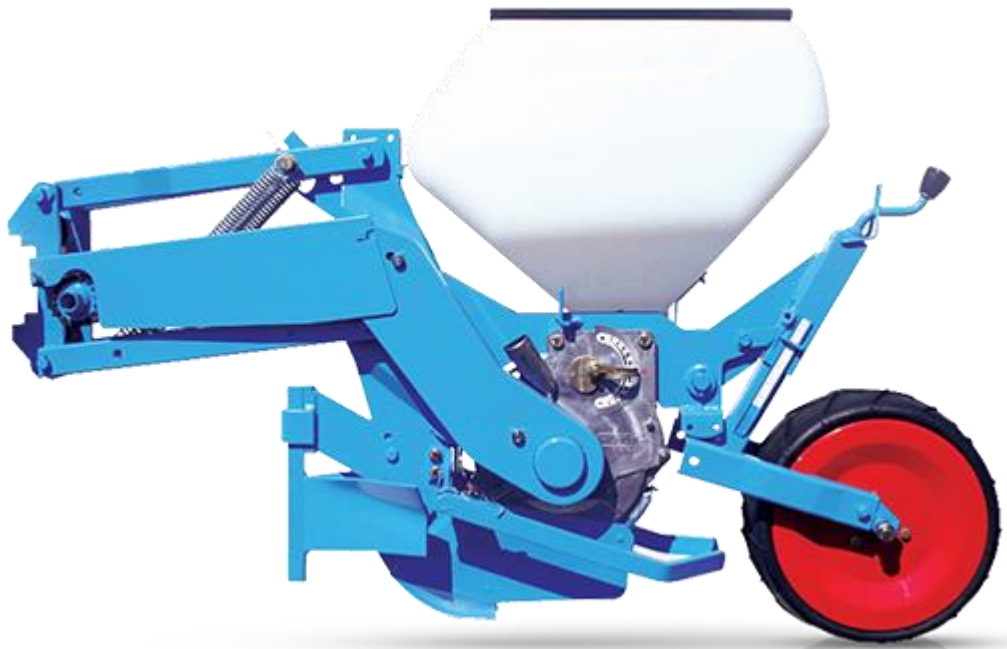


Рис. 2.20. Посівна секція сівалки NC

Паралелограмний механізм складається з кронштейнів кріплення до рами сівалки та до рами секції, верхнього та нижнього поводків. Кожен поводок складається з двох поздовжніх планок, що з'єднані між собою поперечинами. Відстані між осями отворів поводків та, відповідно, між осями шарнірів у кронштейнах рівні між собою.

Сівалки NG та NX використовуються для висіву насіння на ґрунтах, що обробляються за класичною та мінімальною чи нульовою технологіями [29–30].

На сівалках встановлюється посівна секція, що складається з рами, до якої приєднані паралелограмний механізм, очисник рядків з гофрованим вирізним диском, дводисковий сошник, опорні колеса з індивідуальною підвіскою та балансиrom, притискне колесо, V-подібний прикочуючий

коток з механізмом регулювання глибини загортання насіння та висівний апарат з бункером для насіння [29–30].



Рис. 2.21. Посівна секція сівалок NG та NX

Паралелограмний механізм складається з кронштейнів кріплення до рами сівалки та до рами секції, верхнього та нижнього поводків. Кожен поводок складаються з двох поздовжніх планок, що з'єднані між собою поперечинами. Відстані між осями отворів поводків та, відповідно, між осями шарнірів у кронштейнах рівні між собою.

JOHN DEER, США

В конструкціях сівалок точного висіву серії 1700 використовується посівна секція MAXEMERGE 5 або EXACTEMERGE [31].

Секція MAXEMERGE 5 складається зі стійки, до якої приєднані паралелограмний механізм, дводисковий сошник, опорні колеса з індивідуальною підвіскою та балансиrom, V-подібний прикочуючий коток, механізм регулювання глибини загортання насіння, висівний апарат з бункером для насіння і насіннепроводом та механізмом регулювання тиску на ґрунт [31].

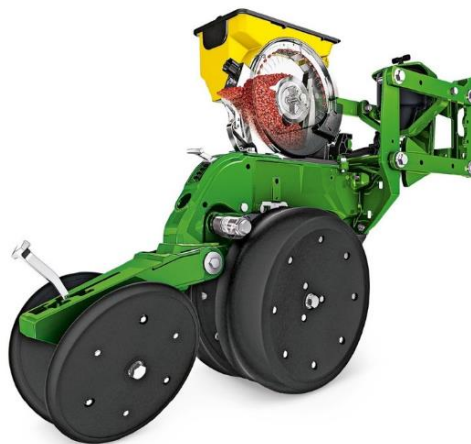


Рис 2.22. Посівна секція MAXEMERGE 5

Паралелограмний механізм складається з кронштейнів кріплення до рами сівалки та до рами секції, верхнього та нижнього поводків. Кожен поводок складаються з двох поздовжніх планок, що з'єднані між собою поперечинами. Відстані між осями отворів поводків та, відповідно, між осями шарнірів у кронштейнах рівні між собою.

Посівна секція EXASTEMERGE відрізняється від секції від MAXEMERGE використанням похилого висівного апарата з висівною чашею замість вертикального з пласким диском, застосування щіткового транспортера замість насіннепроводу та використання двох електродвигунів більшої потужності для їх приводу, а також кронштейном кріплення висівного апарата з бункером для насіння [31].



Рис. 2.23. Посівна секція EXASTEMERGE

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

СТВ 00. 000 ПЗ

Арк.

27

Німецький виробник сільськогосподарської техніки пропонує для посіву насіння технічних культур використовувати новітню його розробку – сівалку Presea [32].

Посівна секція складається з рами, до якої приєднані кронштейн приєднання секції до рами сівалки з поводками паралелограмного механізму, дводисковий сошник для добрив, голчастий очисник рядків, дводисковий сошник, опорні котки з індивідуальною підвіскою та балансиrom, притискне колесо, дискові загортачі, V-подібний прикочуючий коток з механізмом регулювання глибини загортання насіння та висівний апарат з бункером для насіння [32].



Рис. 2.24. Посівна секція ED Classic

1 – дводисковий сошник для добрив; 2 – опорні котки; 3 – притискне колесо; 4 – дискові загортачі; 5 – V-подібні прикочуючі котки

Паралелограмний механізм складається з кронштейнів кріплення до рами сівалки та до рами секції, верхнього та нижнього поводків. Поводки механізму – ковані, оригінальної конструкції з циліндричними шарнірами на краях. Відстані між осями отворів поводків та, відповідно, між осями шарнірів у кронштейнах рівні між собою.

— на полях з класичною обробкою ґрунту використовувати грудковідводи, дискові ножі або їх комбінацію.

Незалежно від технології обробки ґрунту виробники стали більше застосовувати додаткові органи для усунення перерозподілу інтервалу між насінням в рядку.

Тип сошника значно впливає на продуктивність посівного агрегата. Сівалки з дисковими сошниками мають набагато більшу продуктивність ніж у сівалок з полозовидними та анкерними сошниками.

2.2. Обґрунтуванням теми роботи

Проведений аналіз показав, що не тільки параметри конструкцій впливають на якісні показники загортання насіння в ґрунт. На це впливають також форма, розміри та твердість та міцність оболонки насіння, висота його скидання, вологість та твердість ґрунту.

Насіння випадає з висівного апарата до борозни, яку утворив сошник, після відриву від отвору висівного диску. Дослідженнями було встановлено, що геометричний центр та центр ваги насінин не співпадають. Тому під час вільного падіння вони може обертатися навколо центра власної ваги. В момент приземлення насінина вдарається в ґрунт якоюсь точкою своєї поверхні. Чим далі ця точка знаходиться від центру ваги, тим більшим буде відскок.

Тому на відстань відскоку насінини від точки контакту з дном борозни впливають:

- швидкість її сходу з висівного диску;
- напрям руху насінини під час падіння;
- висота з якої падає насінина;
- стан ґрунту.

Формування мети

В реальних умовах роботи сівалок більшість механізаторів регулюють лише глибину ходу сошника. Багато хто не регулює тиск пружини посівної секції. Тому на легких ґрунтах стінки борозни нещільні, а на важких ґрунтах вони навпаки тверді. Тобто, на відбиття насіння від поверхні дна борозни суттєво впливає твердість стінок. На відбиття насіння впливає також вологість ґрунту.

Мета – підвищення ефективності розподілу насіння шляхом удосконалення конструкції посівної секції.

Об’єктом дослідження є процес взаємодії насіння з ґрунтом.

Предметом досліджень є характер взаємодії насіння з ґрунтом.

Задачі досліджень – встановити закономірності відскоку насіння від ґрунту в залежності від вологості й твердості ґрунту та висоти падіння насіння.

2.3. Методика і дослідження

Для вирішення поставлених задач досліджень була розроблена та виготовлена експериментальна установка (рис. 2.27). Вона складається з ємності з ґрунтом, котушкового висівного апарата. Привод його вала здійснювався від електромотора. Вал висівного апарата напряму з’єднано з валом електродвигуна.

Методика проведення повного факторного експерименту

Три параметри було вибрано для проведення дослідів: вологість та твердість ґрунту, висота скидання насіння. Вони будуть змінюватись.

Значення параметрів змінювали наступним чином:

1. переміщенням висівного апарата вздовж штативу змінювали висоту скидання насіння в межах 0,15–0,75 м.

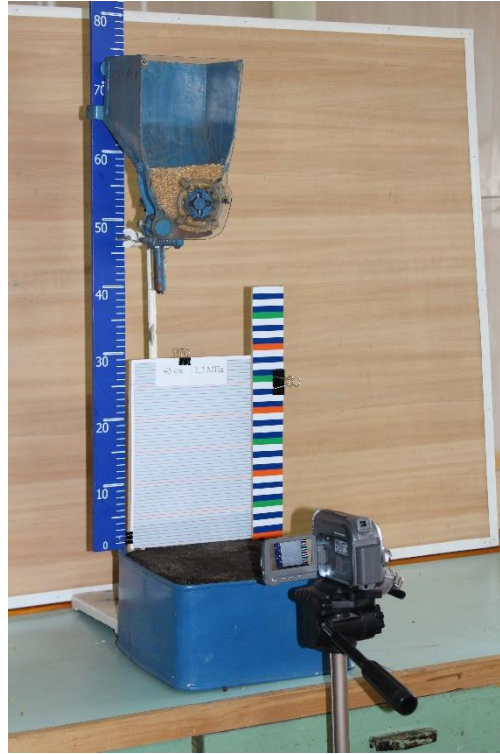


Рис. 2.27. Загальний вигляд експериментальної установки

2. вологість ґрунту змінювали додавання води й ретельного перемішування. Її змінювали в межах 12–18%;
 3. ущільненням ґрунту змінювали його твердість в межах 0,2–1,2 МПа.
- Після кожного з дослідів результати заносились до таблиці 2.3.

Кодування факторів

Кодовані значення факторів позначали літерами *x*.

План–матриця трифакторного експерименту (ПФЕ 2³) передбачає проведення восьми дослідів (n=2³=8) (табл. 2.2) [33].

2.4. Результати проведення факторного експерименту

Значення параметра оптимізації, отриманого в кожному досліді, заносимо до таблиці 2.3.

Обробка результатів експерименту

Визначимо дисперсії результатів дослідів [33]:

$$S_u^2 = \frac{1}{m_0 - 1} \cdot \sum_{i=1}^{m_0} (Y_{ui} - \bar{Y}_U)^2, \quad (2.2)$$

де m_0 – кількість повторностей кожного досліді;

Таблиця 2.1

Умови проведення і результати дослідів

Фактор	Натуральне позначення	Кодове значення	Інтервал варіювання	Рівні варіювання					
				натуральні			кодові		
				верхні	нульові	нижні	верхні	нульові	нижні
Вологість ґрунту, %	W	x_1	3,0	18	15	12	+1	0	-1
Твердість ґрунту, МПа	T	x_2	0,75	1,7	0,95	0,2	+1	0	-1
Висота скидання насінини, см	$h_{ск}$	x_3	30	75	45	15	+1	0	-1

Таблиця 2.2

План-матриця ПФЕ 2³

Номер досліду	Значення кодованих факторів		
	x_1	x_2	x_3
1	-1	-1	-1
2	+1	-1	-1
3	-1	+1	-1
4	+1	+1	-1
5	-1	-1	+1
6	+1	-1	+1
7	-1	+1	+1
8	+1	+1	+1

 i – номер повторності; Y_{Ui} – значення вихідного параметру у i -й повторності; $\bar{Y}_U$ – середнє значення вихідного параметру у U -му досліді

Таблиця 2.3

Результати проведення експериментальних дослідів

Рандо- мізація	Точка плану і номер дослідів	Значення кодових факторів			Вихідний параметр Y, см			Середньо- арифметичне значення $\bar{Y}_i$, см
					повторюваність			
		x_1	x_2	x_3	I	II	III	
5	1	-1	-1	-1	5,6	4,6	6	5,400
2	2	+1	-1	-1	0,3	0,5	0,6	0,467
7	3	-1	+1	-1	26,7	24,6	25,3	25,533
1	4	+1	+1	-1	14,3	17,8	16,6	16,233
4	5	-1	-1	+1	16,7	17,3	17,8	17,267
6	6	+1	-1	+1	10,3	11,2	11,5	11,000
8	7	-1	+1	+1	38	39,5	38,6	38,700
3	8	+1	+1	+1	28	28,7	30,3	29,000

Перевіряємо досліди на відтворюваність за умови [33]:

$$G = \frac{S_{u \max}^2}{\sum_{u=1}^n S_u^2} \leq G(0,05; n; f_u), \quad (2.3)$$

де S_u^2 – дисперсія, що характеризує розсіювання результатів в u -му досліді;

$S_{u \max}^2$ – найбільша із дисперсій

Коефіцієнти математичної моделі визначаємо за формулами [33]:

$$\left. \begin{aligned} b_0 &= \frac{1}{n} \sum_{u=1}^n y_{Ucep} \\ b_i &= \frac{1}{n} \sum_{u=1}^n x_{iu} y_{Ucep} \\ b_{ij} &= \frac{1}{n} \sum_{u=1}^n x_{iu} x_{ju} y_{Ucep} \end{aligned} \right\} \quad (2.4)$$

де x_{iu} – значення i -го кодового фактора в рядку матриці в u -му досліді;

x_{ju} – значення j -го кодового фактора в рядку матриці в u -му досліді
Перевірка адекватності проводиться за критерієм Фішера F [33]:

$$F^P = \frac{S_{ad}^2}{S_y^2} \leq F(0,05; f_{ad}; f_y), \quad (2.5)$$

де F^P – розрахункове значення коефіцієнту Фішера;

$F(0,05; f_{ad}; f_y)$ – табличне значення коефіцієнту Фішера для 5%-го рівня значущості [33];

f_{ad} – число ступенів вільності дисперсії адекватності;

f_y – число ступенів вільності дисперсії відтворення;

S_y^2 – дисперсія відтворюваності дослідів [33]

$$S_y^2 = \frac{1}{n} \sum_{u=1}^n S_u^2; \quad (2.6)$$

S_{ad}^2 – дисперсія адекватності [33]

$$S_{ad}^2 = \frac{1}{n-k-1} \cdot \sum_{i=1}^n (Y_{Ui} - \bar{Y}_U)^2. \quad (2.7)$$

де Y_{Ui} – розрахункове значення відгуку в i -му досліді, яке визначається шляхом підстановки знайдених коефіцієнтів до лінійної частини обраного поліному.

Визначення значущості коефіцієнтів регресії проводиться за критерієм Стюдента. Коефіцієнт вважається значущим, якщо виконується умова [33]:

$$|b_a| \geq \Delta b_a, \quad (2.8)$$

де $|b_a|$ – розраховані коефіцієнти поліному;

Δb_a – довірча границя

Довірчу границю визначимо за рівнянням [33]:

$$\Delta b_a = t(0,05; f_y) \sqrt{\frac{S_y^2}{n}}, \quad (2.9)$$

де $t(0,05; f_y) = 2,1$ – коефіцієнт Стюдента при 5%-му рівні

значущості та числі ступенів вільності дисперсії відтворюваності $f_y = 16$.

Число ступенів вільності дисперсії відтворення розраховується як

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

Для прискорення обробки результатів дослідів, виконання умов критеріїв Кохрена, Фішера та Стюдента, визначення значень коефіцієнтів регресії та їх значимість, а також отримання графічних залежностей використаємо програму STATISTICA.

Effect Estimates; Var.: H _B , cm; R-sqr=.9999; Adj.:.99932 (Design: 2**(3-0) design (Design: 2**(3-0) design ([No active dataset]) i 2**(3-0) design; MS Residual=,1088889 DV: H _B , cm										
Factor	Effect	Std.Err.	t(1)	p	-95,% Cnf.Limt	+95,% Cnf.Limt	Coeff.	Std.Err. Coeff.	-95,% Cnf.Limt	+95,% Cnf.Limt
Mean/Interc.	17,95000	0,116667	153,8571	0,004138	16,4676	19,43239	17,95000	0,116667	16,46761	19,43239
(1)W, %	-7,55000	0,233333	-32,3571	0,019669	-10,5148	-4,58522	-3,77500	0,116667	-5,25739	-2,29261
(2)T, МПа	18,83333	0,233333	80,7143	0,007887	15,8686	21,79811	9,41667	0,116667	7,93428	10,89906
(3)H _c , cm	12,08333	0,233333	51,7857	0,012292	9,1186	15,04811	6,04167	0,116667	4,55928	7,52406
1 by 2	-1,95000	0,233333	-8,3571	0,075816	-4,9148	1,01478	-0,97500	0,116667	-2,45739	0,50739
1 by 3	-0,43333	0,233333	-1,8571	0,314453	-3,3981	2,53145	-0,21667	0,116667	-1,69906	1,26572
2 by 3	0,88333	0,233333	3,7857	0,164408	-2,0814	3,84811	0,44167	0,116667	-1,04072	1,92406

Рис. 2.28. Результати обробки дослідів програмою STATISTICA

Умова (2.3) виконується, оскільки

$$G = 0,4216 \leq G(0,05;8;2) = 0,5157.$$

Рівняння регресії має вигляд:

$$Y = 17,95 - 3,775x_1 + 9,41667x_2 + 6,04167x_3 - 0,975x_1x_2 - 0,21667x_1x_3 + 0,44167x_2x_3.$$

Дисперсія відтворюваності:

$$S_y^2 = 0,937917.$$

Дисперсія адекватності становить:

$$S_{sd}^2 = 2,4125.$$

Тоді:

$$F^P = \frac{2,4125}{0,937917} = 2,572 \leq F(0,05;8;16) = 2,59,$$

– отже отримане рівняння адекватне.

Як видно з рис. 2.28 ваговими коефіцієнтами слід вважати b_1 , b_2 та b_3 , про це свідчить також парето-карта (рис. 2.29)

Для візуальної оцінки результатів експерименту, на основі рівняння регресії, побудуємо поверхні відгуку та лінії рівного виходу (рис. 2.30–2.32).

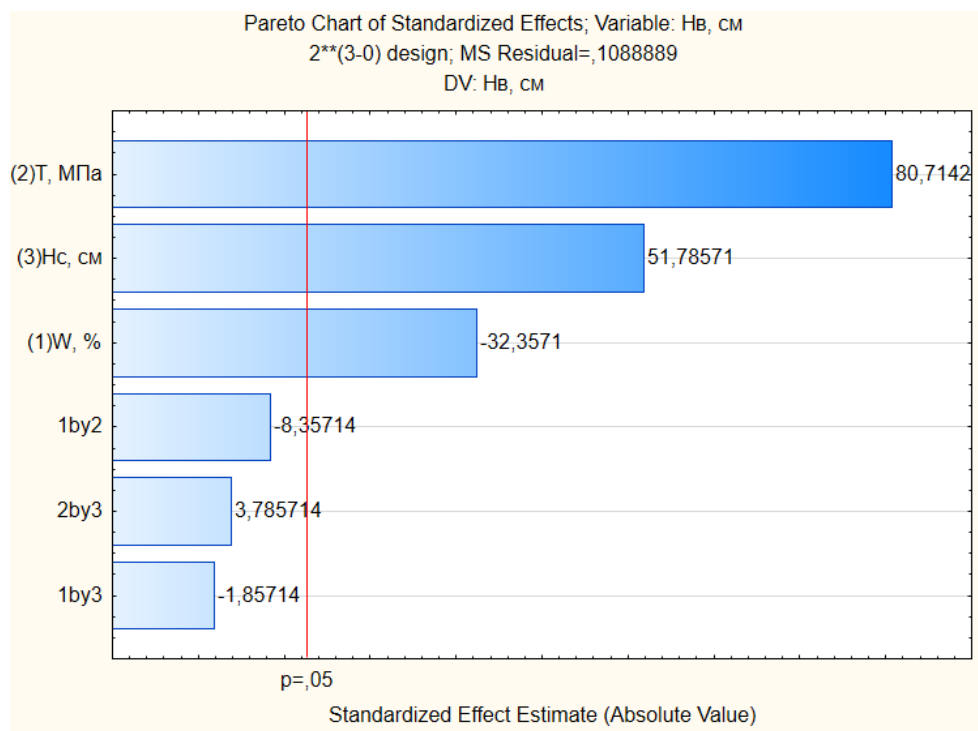


Рис. 2.29. Парето-карта

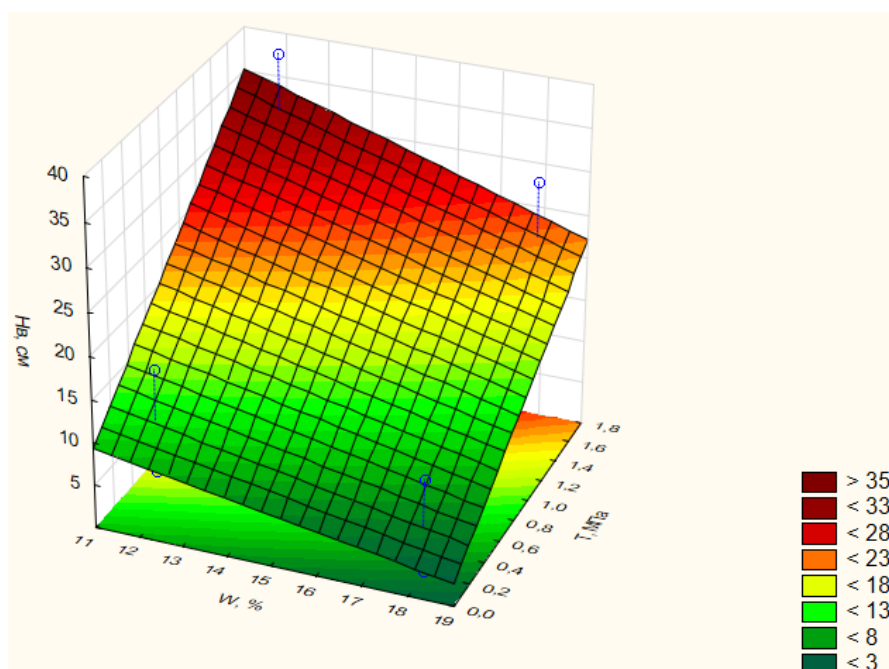


Рис. 2.30. Поверхня відгуку $Y=f(x_1, x_2)$ впливу вологості ґрунту W та твердості його поверхні T на критерій оптимізації Y (висота відскоку насіння від поверхні ґрунту)

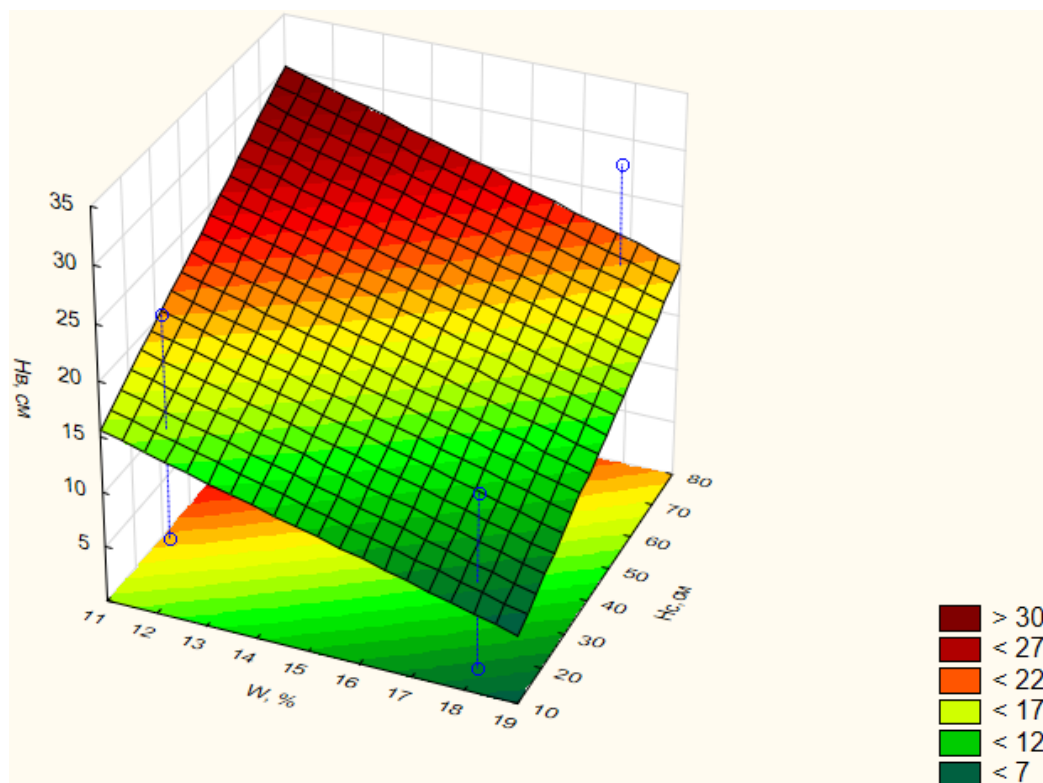


Рис. 2.31. Поверхня відгуку $Y=f(x_1, x_3)$ впливу вологості ґрунту W та висоти скидання насіння H на критерій оптимізації Y (висота відскоку насіння від поверхні ґрунту)

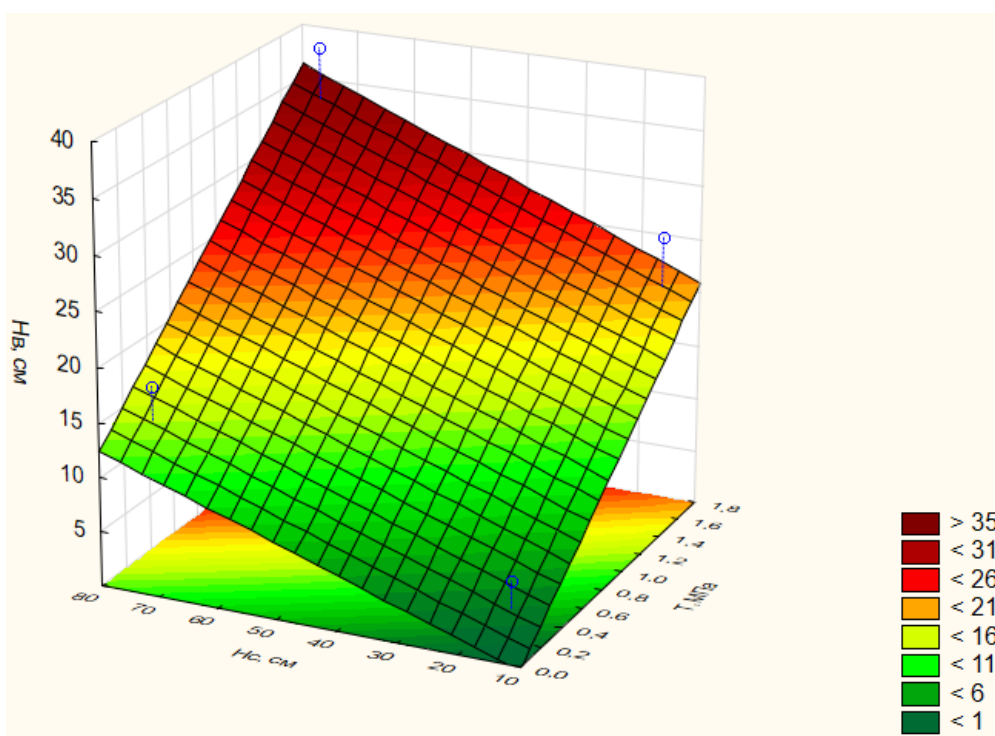


Рис. 2.32. Поверхня відгуку $Y=f(x_2, x_3)$ твердості його поверхні T та висоти скидання насіння H на критерій оптимізації Y (висота відскоку насіння від поверхні ґрунту)

Висновки по розділу

На підставі проведеного аналізу отриманих результатів досліджень слід відмітити, що найбільше на висоту відскоку насіння від поверхні ґрунту суттєво впливають всі три досліджувані чинники. Збільшення вологості ґрунту позитивно впливає на дотримання інтервалів між насінням здовж рядка та має пряму залежність. В той же час, підвищення твердості ґрунту та висоти скидання насіння носять обернено пропорційний характер, а зростання значень їх параметрів призводить до погіршення якості розподілу насіння здовж рядка.

Раціональними параметрами приведених факторів можна вважати наступні: вологість ґрунту $W=14-16\%$, твердість ґрунту $T=0-1,2$ МПа та висота скидання насіння $H=0-15$ см.

Проведений аналіз конструкцій посівних секцій сівалок точного висіву дозволив визначитися із метою досліджень, сформулювати предмет і об'єкт проведеної роботи, а використання сучасного програмного забезпечення – провести методику планування багатфакторного експерименту із розрахунком і обробкою статистичної математичної моделі дослідження впливу факторів на якість розподілу насіння здовж рядка.

Використавши класичну методику обробки багатфакторного експерименту оцінили вплив факторів, що найбільше впливають на критерій оптимізації. Встановили раціональні значення цих факторів, а саме:

- 1) вологість ґрунту $W=14-16\%$;
- 2) твердість ґрунту $T=0-1,2$ МПа;
- 3) висота скидання насіння $H=0-15$ см.

Таким чином, аналіз літературних джерел та результати експериментальних досліджень свідчать про доцільність встановлення у сошнику притискного ролика в зоні скидання насіння з висівного апарата.

3. ІНЖЕНЕРНА ЧАСТИНА

3.1. Розрахунок пневматичного висівного апарата

Присмоктування насінини до отвору висівного диску відбувається при виконанні наступних умов:

- насінини повинна бути в безпосередній близькості біля отвору висівного диску;
- швидкість руху насінини відносно отвору висівного диску повинна бути рівною коловій швидкості руху отвору, або швидкість насінини повинна бути рівною нулю;
- отвір висівного диску не повинен перевищувати будь-який розмір насінини.

Щоб насіння не потрапляло у вакуумну камеру та не заклинювалося у присмоктувальних отворах, діаметр останніх вибираємо за співвідношенням

$$d = (0,6 - 0,7)b, \quad (3.1)$$

де b – товщина плоскої насінини, для сої $b=4,5-8,0$ мм. Приймаємо $b=5,5$ мм.

Тоді

$$d = 0,7 \cdot 5,5 = 3,85 \text{ мм.}$$

Остаточно приймаємо $d=3$ мм.

Відстань між отворами для сівби насіння визначають із умови

$$t_1 \geq 2l - d, \quad (3.2)$$

де l – максимальна довжина насіння, яке висівають, $l=10$ мм.

Тоді мінімальна відстань між отворами висівного диску

$$2 \cdot 10 - 3 = 17 \text{ мм.}$$

Приймаємо $t_1=19$ мм.

Знаходимо кількість отворів на висівному диску

$$z = \frac{2 \cdot \pi \cdot r_d}{t_1}, \quad (3.3)$$

де r_d – радіус кола розміщення присмоктувальних отворів, $r_d=0,14$ м.

Таким чином,

$$z = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 14}{19} = 46,3.$$

Приймаємо 46 отворів на висівному диску.

Визначаємо розрідження в камері висівного апарата, враховуючи умову, що швидкість насіння в момент присмоктування дорівнює нулю:

$$H_1 > \left(\frac{G}{S_1} \cdot K_n \cdot f \right) \cdot \left(\sqrt{1 + \left(v_d^2 / g r_d \right)^2} - 2 v_d^2 \sin \alpha / g r_d + v_d^2 / g d \right), \quad (3.4)$$

де G – сила тяжіння насінини, $G=0,00196$ Н;

f – коефіцієнт тертя руху насіння об поверхню диска, $f=0,37$;

K_n – коефіцієнт присмоктування, $K_n=1,5$;

v_d – колова швидкість диска за радіусом r_d , яка не повинна перевищувати 0,5 м/с, приймаємо $v_d=0,5$ м/с;

α – кут повороту диска з насінням, що присмоктувалося (критичними положенням насінини в разі його транспортування до місця скидання у насіннєпровід або борозну є точка, де $\alpha=3/2\pi$);

d – діаметр присмоктувального отвору.

Необхідне розрідження у вакуумній камері висівного апарата з врахуванням значень параметрів становить:

$$H_1 > \left(\frac{0,00196}{7,07 \cdot 10^{-6}} \cdot 1,5 \cdot 0,37 \right) \cdot \left(\sqrt{1 + \left(\frac{0,5^2}{9,81 \cdot 0,14} \right)^2} - \frac{2 \cdot 0,5^2 \sin \left(\frac{4}{3} \pi \right)}{9,81 \cdot 0,14} + \frac{0,5^2}{9,81 \cdot 0,003} \right) =$$

$$= 2461 \text{ Па.}$$

Знаючи величину цього розрідження у вакуумній камері, визначаємо витрати повітря всієї висівної системи сівалки:

$$Q = 0,25 \cdot \pi \cdot \eta \cdot d^3 \cdot K \cdot Z \cdot \sqrt{2g \cdot H / \gamma}, \quad (3.5)$$

де η – коефіцієнт опору;

γ – питома сила ваги повітря, Н/м³;

K – кількість висівних апаратів на сівалці;

Z – кількість присмоктувальних отворів на одному диску, які перебувають у зоні дії вакуумної камери;

H – величина розрідження у вакуумній камері, Па.

Для визначення лише деяких параметрів вентилятора застосовують принцип механічної подібності, тобто вибирають вентилятор, який аналогічний відомому та відповідає необхідним параметрам. На основі відомих законів подібності виконуємо розрахунки зміни витрат повітря Q (м³/Г), повного тиску H (Н/м²) та потужності N (кВт) в разі зміни частоти обертання n колеса вентилятора за формулами:

$$Q_2 = Q_1 \cdot \frac{n_2}{n_1}, \quad (3.6)$$

$$H_2 = H_1 \cdot \left(\frac{n_2}{n_1} \right)^2, \quad (3.7)$$

$$N_2 = N_1 \cdot \left(\frac{n_2}{n_1} \right)^3, \quad (3.8)$$

де H_1 – розрідження у вакуумній камері виробничої сівалки, $H_1=90-3700$ Па;

Q_1 – зміни витрат повітря у пневмосистемі сівалки, $Q_1=800$ м³/год;

N_1 – потужність, що витрачається на привід вентилятора виробничої сівалки, $N_1=3,3$ кВт.

Порівнюючи отримані значення розрідження у вакуумній камері висівного апарата з паспортними даними машини необхідно відмітити, що вони лежать в межах паспортних величин. Тому частоту обертання колеса вентилятора, витрати повітря та потужність, що витрачається на привід вентилятора приймаємо базової машини, а конструкцію вентилятора залишаємо незмінною.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

Перед початком експлуатації сівалки ознайомитися з інструкцією експлуатації сівалки.

Допускати до роботи з сівалкою осіб, що пройшли відповідну підготовку та інструктаж з техніки безпеки.

При експлуатації і обслуговуванні сівалки обов'язково потрібно дотримуватися "Правила техніки безпеки при роботі на тракторах, сільськогосподарських і спеціалізованих машинах", суворо виконувати вимоги попереджувальних та заборонних написів, що нанесені на сівалці.

Перед транспортуванням сівалки, націпленої на трактор необхідно [35]:

- видалити із бункерів залишки насіння; та добрив
- впевнитися шляхом візуальної та маніпулятивної перевірки в надійності фіксації автоматичної зчіпки в замку націпки трактора та блокуванні розтяжок;
- перевірити відсутність сторонніх предметів на сівалці.

Забороняється будь-кому знаходитися під час транспортування на сівалці [35].

Транспортування сівалки в темний час доби і в інших умовах при недостатньому природному освітленні проводити з увімкненою відповідним чином світловою сигналізацією.

Забороняється проводити монтаж, технічне обслуговування, усунення неполадок начепленої на трактор сівалки під час роботи його двигуна [35].

Звуковим сигналом попередити оточуючих про початок руху [35].

Забороняється [35]:

- агрегатувати сівалку, що має несправності;
- підіймати сівалку з включеним приводом вентилятора;
- вмикати гідромеханізми не перебуваючи в кабіні трактора;

- знаходитися на підніжжі під час руху агрегату;
- перебувати на сівалці час руху агрегата;
- розвертати чи повертати агрегат з опущеною сівалкою, або маркерами;
- рухатися заднім ходом з опущеною сівалкою;
- очищати висівні апарати в разі забивання під час руху агрегата;
- класти на сівалку мішки з насінням або інші сторонні предмети;
- під час руху агрегату знаходитися попереду агрегату, сідати у трактор і виходити з нього, виконувати очищення сошників, ремонт, регулювання і заправлення.

Очищення сошників при забиванні ґрунтом або рослинними залишками проводити чистиком при відключеному ВВП та вимкненому двигуні трактора [35].

Під час роботи сівалки кришки бункерів для насіння повинні бути закриті [35].

При роботі з протруєним насінням та в зоні підвищеної запиленості користуватися засобами індивідуального захисту (захисні окуляри, респіратори, протипилові маски тощо) [35].

Після роботи з протруєним насінням обов'язково вимити водою сівалку [35].

Регулярно перевіряти надійність закріплення захисного кожуха приводу вентилятора [35].

Забороняється накачувати шини без перевірки тиску в шинах [35].

Забороняється виконувати ремонт елементів гідроприводу, що знаходяться під тиском [35].

Забороняється залишати на сівалці інструмент та інші предмети після ремонту і регулювань [35].

5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Під час проведення дослідження літературних джерел було встановлено, що застосування притискного ролика в посівних секціях універсальних сівалок точного висіву в зоні скидання насіння в борозну дозволяє зекономити насіннєвий матеріал в межах 3–12% за рахунок забезпечення точності дотримання заданого інтервалу розміщення насіння здовж рядка., в залежності від розмірів насіння.

Враховуючи вартість насіння сої 1-ї репродукції для посіву 25000 грн/т [36] мінімальна економія становитиме 750 грн на 1 т. У перерахунку на гектари це становитиме для нашого регіону мінімум 75 грн/га.

					СТВ 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		45

ВИСНОВКИ

В магістерській роботі проведено аналіз конструкцій посівних секцій універсальних сівалок точного висіву.

Встановлено залежність впливу їхніх конструкцій на якість роботи.

На підставі проведеного аналізу обґрунтована мета, сформульовані задачі досліджень, встановлені об'єкт та предмет досліджень.

В результаті проведених експериментальних досліджень було встановлено залежність роботи універсальних сівалок точного висіву від якості розміщення насіння по довжині рядка. Розроблені програма та методика експериментальних досліджень визначення величини відскоку насіння сої від ґрунтової поверхні. Встановлено пряму її залежність від вологості й щільності ґрунтової поверхні та висоти падіння насіння. Результати експериментальних досліджень були використані при модернізації посівної секції, яка дозволяє покращити якість розміщення насіння вздовж рядка на заданій глибині.

Запропоновані зміни в конструкції посівної секції універсальної сівалки точного висіву дозволяють одержати економію посівного матеріалу в межах 3–12% за рахунок забезпечення точності дотримання заданого інтервалу розміщення насіння вздовж рядка, в залежності від розмірів насіння, що становитиме для нашого регіону мінімум 75 грн/га.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. СІВАЛКИ ТОЧНОГО ВИСІВУ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://elvorti.com/catalog/sivalki-prosapni/?lang=u> (дата звернення: 10.04.2023). – Назва з екрана.
2. VESTA-8 PROFI [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://elvorti.com/catalog/sivalki-prosapni/vesta-8-profi.html> (дата звернення: 10.04.2023). – Назва з екрана.
3. VESTA-6 PROFI Молоток барабана іємельчика ДОН-1500А [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://elvorti.com/catalog/sivalki-prosapni/vesta-6-profi.html> (дата звернення: 10.04.2023). – Назва з екрана.
4. VEGA-6 PROFI [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://elvorti.com/catalog/sivalki-prosapni/vega-6-profi.html> (дата звернення: 10.04.2023). – Назва з екрана.
5. Просапні сівалки і точного висіву [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://favorit-td.com.ua/ua/g2742648-seyalki-propashnye-tochnogo> (дата звернення: 10.04.2023). – Назва з екрана.
6. Сівалка точного висіву пневматична Весна-4 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://favorit-td.com.ua/ua/p15553617-seyalka-pnevmaticheskaya-tochnogo.html> (дата звернення: 10.04.2023). – Назва з екрана.
7. Сівалка точного висіву пневматична Весна-6 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://favorit-td.com.ua/ua/p160000097-seyalka-pnevmaticheskaya-tochnogo.html> (дата звернення: 10.04.2023). – Назва з екрана.
8. Сівалка точного висіву пневматична Весна-8 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://favorit-td.com.ua/ua/p21927625-seyalka-pnevmaticheskaya-tochnogo.html/> (дата звернення: 10.04.2023). – Назва з екрана.
9. Сівалка точного висіву пневматична Весна-12 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://favorit-td.com.ua/ua/p160009461-seyalka->

					СТВ 00. 000 ПЗ		Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата			47

[pnevmaticheskaya-tochnogo.html](https://favorit-td.com.ua/ua/p838189261-seyalka-pnevmaticheskaya-tochnogo.html) (дата звернення: 10.04.2023). – Назва з екрана.

10. Сівалка точного висіву пневматична VENZA-6 (анкерна) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://favorit-td.com.ua/ua/p838189261-seyalka-pnevmaticheskaya-tochnogo.html> (дата звернення: 10.04.2023). – Назва з екрана.

11. Сівалка точного висіву пневматична VENZA-8 (анкерна) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://favorit-td.com.ua/ua/p602745880-seyalka-pnevmaticheskaya-tochnogo.html> (дата звернення: 10.04.2023). – Назва з екрана.

12. Сівалка точного висіву пневматична VENZA-6 Pro (дисковий сошник) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://favorit-td.com.ua/ua/p845134186-seyalka-pnevmaticheskaya-tochnogo.html> (дата звернення: 10.04.2023). – Назва з екрана.

13. Сівалка точного висіву пневматична VENZA-8 Pro (mini-till, дисковий сошник) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://favorit-td.com.ua/ua/p597296973-seyalka-pnevmaticheskaya-tochnogo.html> (дата звернення: 10.04.2023). – Назва з екрана.

14. СІВАЛКА ТОЧНОГО ВИСІВУ "ТОДАК" [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.todak1929.com/stvt> (дата звернення: 10.04.2023). – Назва з екрана.

15. Сівалки просапні [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://harvest.ua/product/sivalky-prosapni/> (дата звернення: 10.04.2023). – Назва з екрана.

16. Сівалка просапна HERMES-6 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://harvest.ua/product/sivalky-prosapni/hermes-series/ups-6/> (дата звернення: 10.04.2023). – Назва з екрана.

17. Сівалка просапна HERMES-8 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://harvest.ua/product/sivalky-prosapni/hermes-series/ups-8/> (дата звернення: 10.04.2023). – Назва з екрана.

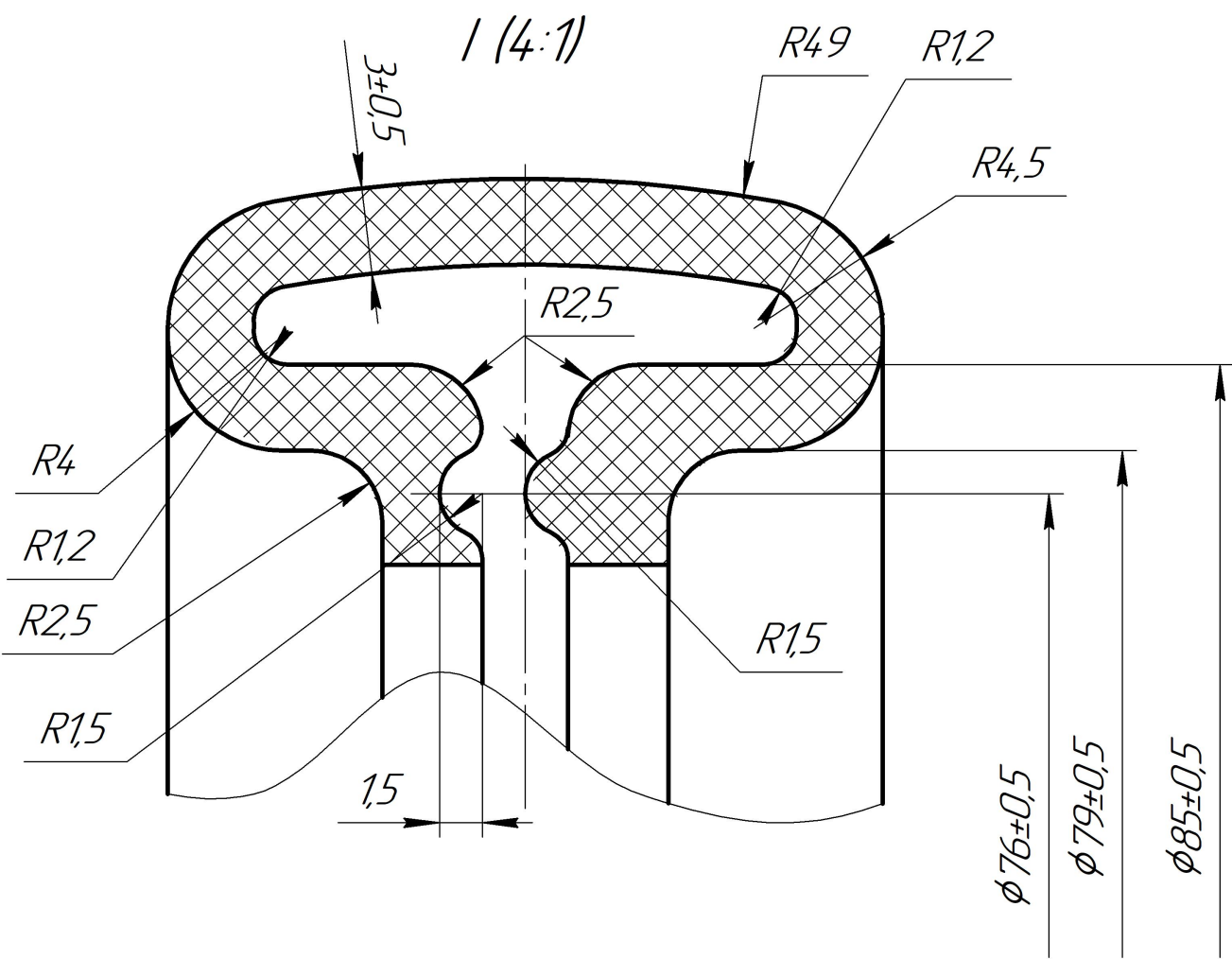
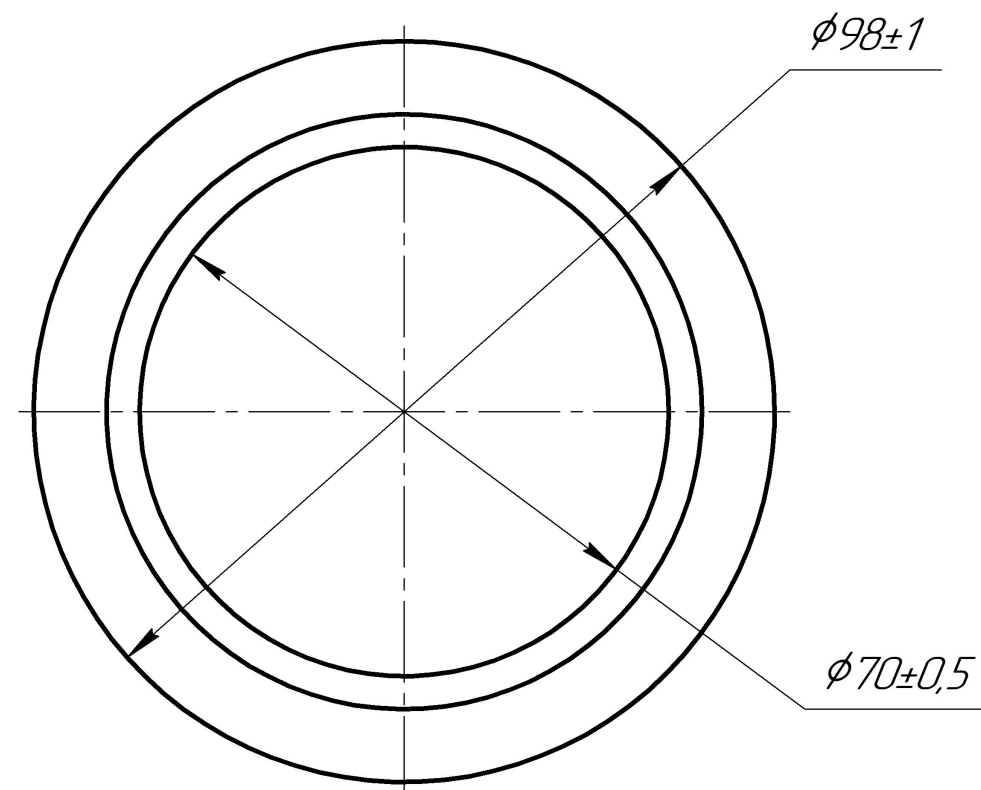
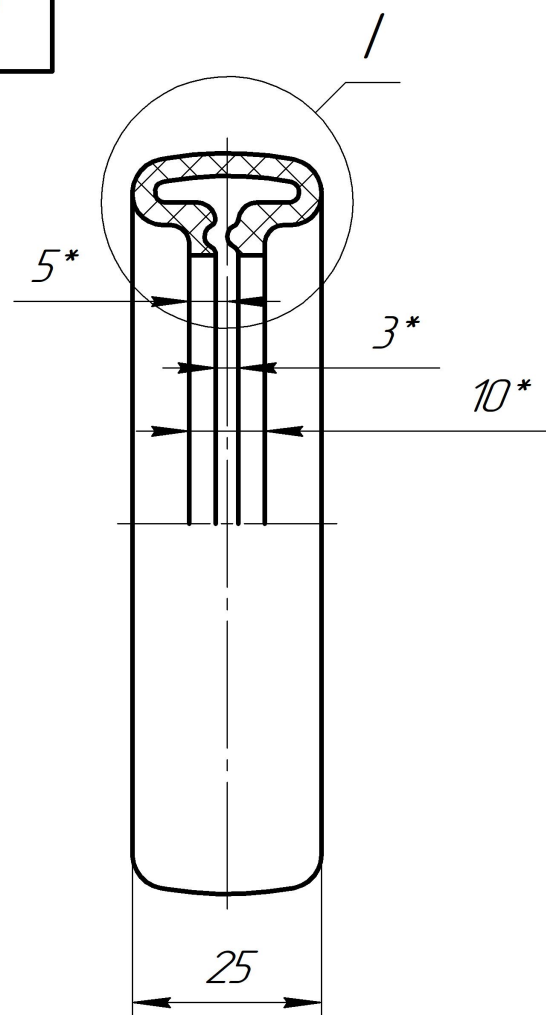
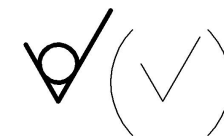
					СТВ 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		48

18. Сівалка просапна MULTICORN 560 (01) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://harvest.ua/product/sivalky-prosapni/multicorn-series/multicorn-560-01/> (дата звернення: 10.04.2023). – Назва з екрана.
19. Сівалка просапна MULTICORN 560 PRO (02) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://harvest.ua/product/sivalky-prosapni/multicorn-series/multicorn-560-02/> (дата звернення: 10.04.2023). – Назва з екрана.
20. Сівалка просапна MULTICORN 560 PRO (03) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://harvest.ua/product/sivalky-prosapni/multicorn-series/multicorn-560-03/> (дата звернення: 10.04.2023). – Назва з екрана.
21. Сівалка просапна SPACE 560 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://harvest.ua/product/sivalky-prosapni/space-series/space-560/> (дата звернення: 10.04.2023). – Назва з екрана.
22. SIGMA-KING [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://sfoggia.com/ru/semina-di-precisione-2/sigma-king/> (дата звернення: 10.04.2023). – Назва з екрана.
23. Pneumatic Precision Planter [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.agromaster.com/en/products/seeding/pneumatic-precision-planter> (дата звернення: 10.04.2023). – Назва з екрана.
24. Pneumatic Planters Axe Type-PLANTER A [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.agromaster.com/en/product/pneumatic-planters-axe-type-planter-a> (дата звернення: 10.04.2023). – Назва з екрана.
25. Pneumatic Planter Disc Type-PLANTER D [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.agromaster.com/en/product/pneumatic-planter-disc-type-planter-d> (дата звернення: 10.04.2023). – Назва з екрана.
26. Сівалки точного висіву [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.vaderstad.com/ua/sivalky-tochnogo-vusivu/> (дата звернення: 10.04.2023). – Назва з екрана.
27. PRECISION PLANTERS [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.monosem.com/precision-planters/> (дата звернення: 10.04.2023). – Назва з екрана.

28. NC PLANTER [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.monosem.com/precision-planters/single-seed-planter/pneumatic-planter/nc/> (дата звернення: 10.04.2023). – Назва з екрана.
29. MONOSHOX NG PLUS M/ME [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.monosem.com/precision-planters/single-seed-planter/pneumatic-planter/monoshox-ng-plus-m-me/> (дата звернення: 10.04.2023). – Назва з екрана.
30. MONOSHOX NX M/ME [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.monosem.com/precision-planters/single-seed-planter/pneumatic-planter/monoshox-nx-m-me/> (дата звернення: 10.04.2023). – Назва з екрана.
31. Сівалки точного висіву серії 1700 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.deere.ua/uk/посів/1700-серія-просапні-сівалки/> (дата звернення: 10.04.2023). – Назва з екрана.
32. Precea precision air seeder [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.amazone.net/en/products-digital-solutions/agricultural-technology/seeding/precision-sowing-technology/54408-54408/54434> (дата звернення: 10.04.2023). – Назва з екрана.
33. Підручник дослідника / О.М. Васильковський, С.М. Лещенко, К.В. Васильковська, Д.І. Петренко. Навчальний посібник для студентів агротехнічних спеціальностей. – Кіровоград, Х.: Мачулін, 2016. – 204 с. з іл.
34. Сисолін П.В., Сало В.М., В.М. Кропівний. Сільськогосподарські машини/ Теоретичні основи, конструкція, проектування. Книга 1: Машини для рільництва// За ред. М.І. Черновола. – К.: Урожай, 2001. – 382 с.
35. ДСТУ 2189-93 ССБП. Машини сільськогосподарські навісні та причіпні. Загальні вимоги безпеки. – К: Держспоживстандарт України, 1993. – 21 с.
36. Насіння (1 репродукція) Соя [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://npapiligrim.zakupka.com/products/soya-f10640207/?gclid=CjwKCAjw04yjBhApEiwAJcvNoVnARMNlaNigql-saLJa969oNDJ15EMM-RQOvAofth5diKyOZZ_RRoCYFUQAvD_BwE (дата звернення: 10.04.2023). – Назва з екрана.

					СТВ 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		50

ДОДАТКИ



1. Спосіб виготовлення формовий.
2. Допустимі відхилення по зовнішньому виду для ущільнюючих деталей нерухомих з'єднань згідно ТУ 38. 005. 204-84.
3. Невказані граничні відхилення розмірів $\pm 0,5$ мм.
4. Розміри забезпечуються інструментом.
5. *Розміри для довідок.
6. Інші технічні вимоги згідно Н 04.1. 00. 000 ДТ.

					СТБ 00. 030. 001				
					Шина	Лист	Масса	Масштаб	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					
Разраб.	Мороз						0,071	1:1	
Проб.	Нестеренко								
Т.контр.						Лист	Листов	1	
Н.контр.	Мачок				Гума 7-ИРП-1347	ЦНТУ,			
Утв.	Лещенко				ТУ 39 005204-84	гр. ГМ(СМ)-21М(1,9)			

МЕТА, ЗАДАЧИ, ОБЪЕКТ ТА ПРЕДМЕТ ДОСЛІДЖЕНЬ

Мета дослідження: підвищення ефективності розподілу наслідня шляхом удосконалення конструкції посівної секції.

Задачі досліджень:

1. Встановити закономірності відскоку насіння від ґрунту в залежності від його вологості і твердості та висоти падіння.

Об'єкт дослідження: процес взаємодії наслідня з грунтом.

Предмет дослідження: характер взаємодії насіння з ґрунтом.

[illegible][illegible]

ОБРОБКА РЕЗУЛЬТАТІВ ЕКСПЕРИМЕНТІВ

СТВ 00. 004 НЧ

Перевірка математичної моделі на відтворюваність за критерієм Кохрена

$G=0,4216 \leq G(0,05; 8; 2)=0,5157$

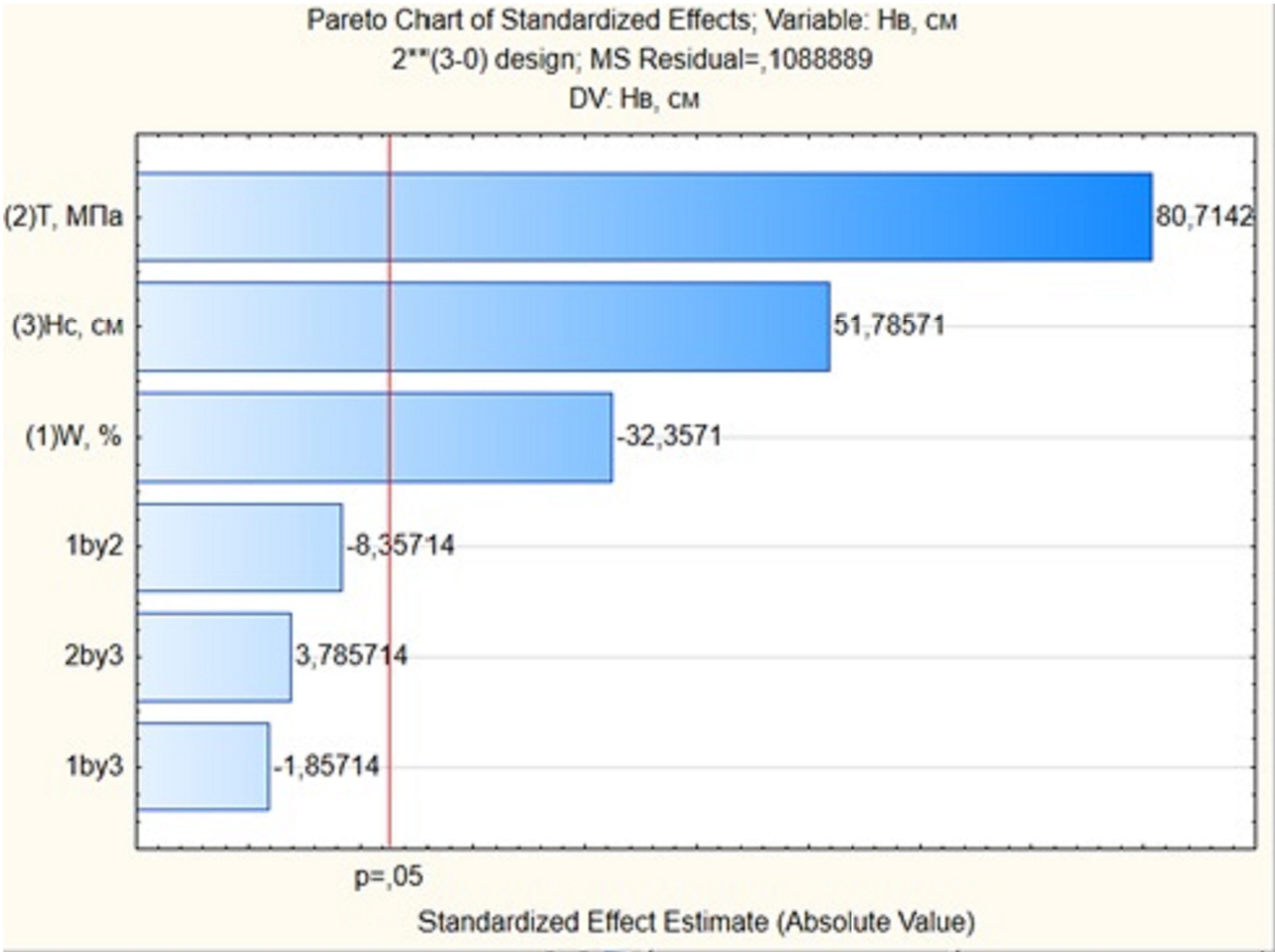
Перевірка математичної моделі на адекватність за критерієм Фішера

$F^P=2,572 \leq F(0,05; 8; 16)=2,5957$

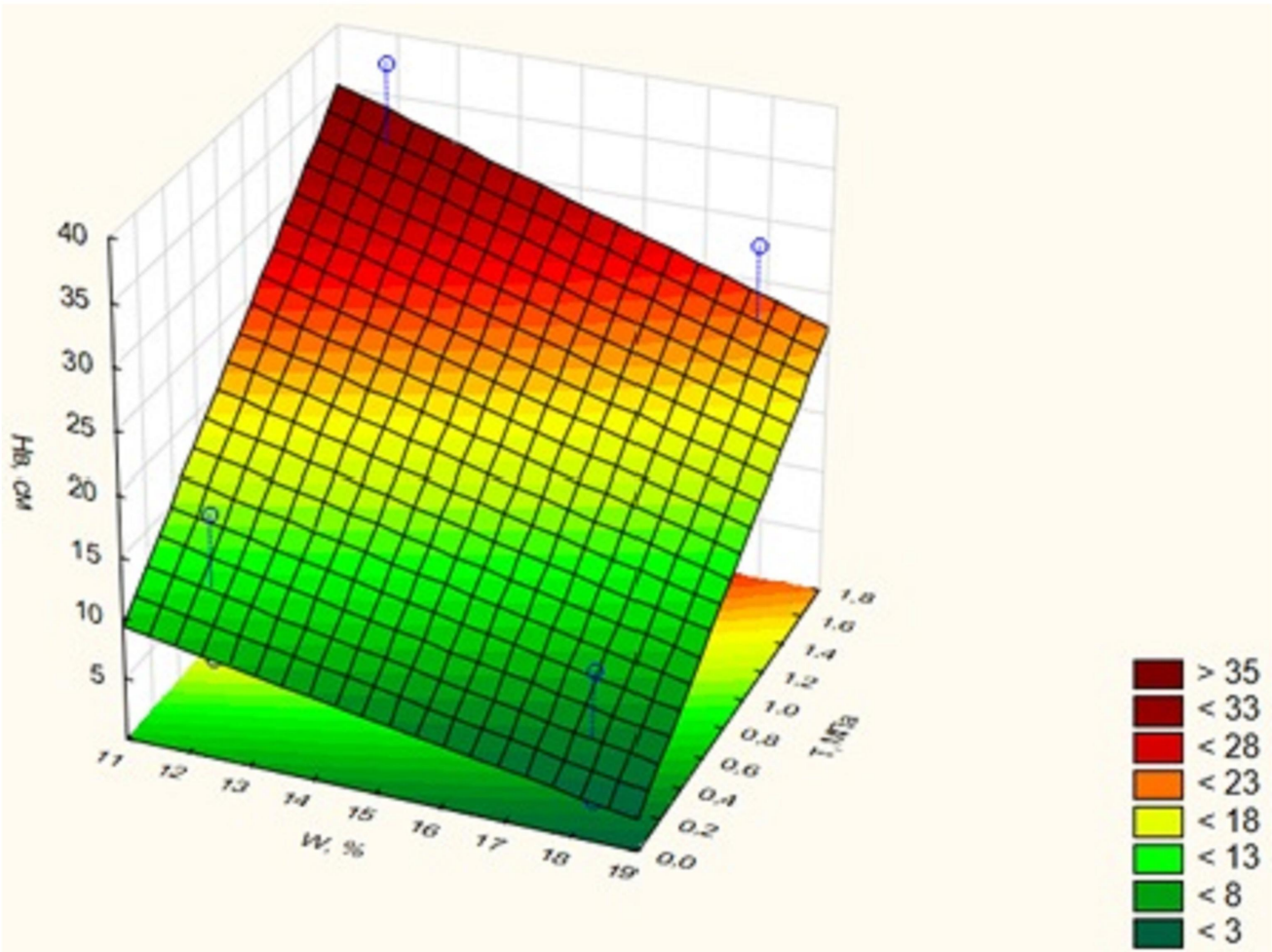
Рівняння регресії

$Y=17,95-3,775x_1+9,41667x_2+6,04167x_3-0,975x_1x_2-$
 $-0,21667x_1x_3+0,44167x_2x_3$

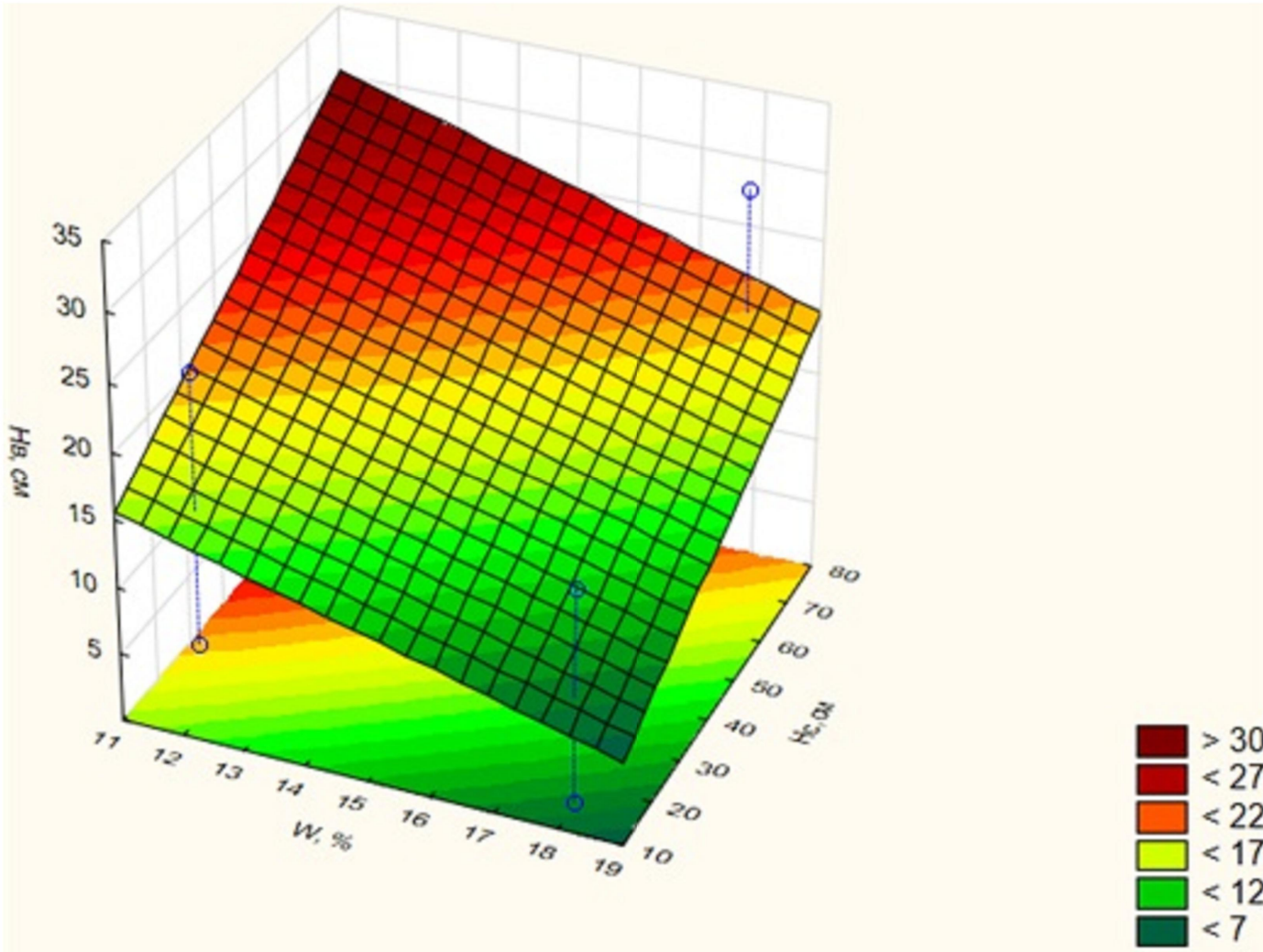
Парето-карта



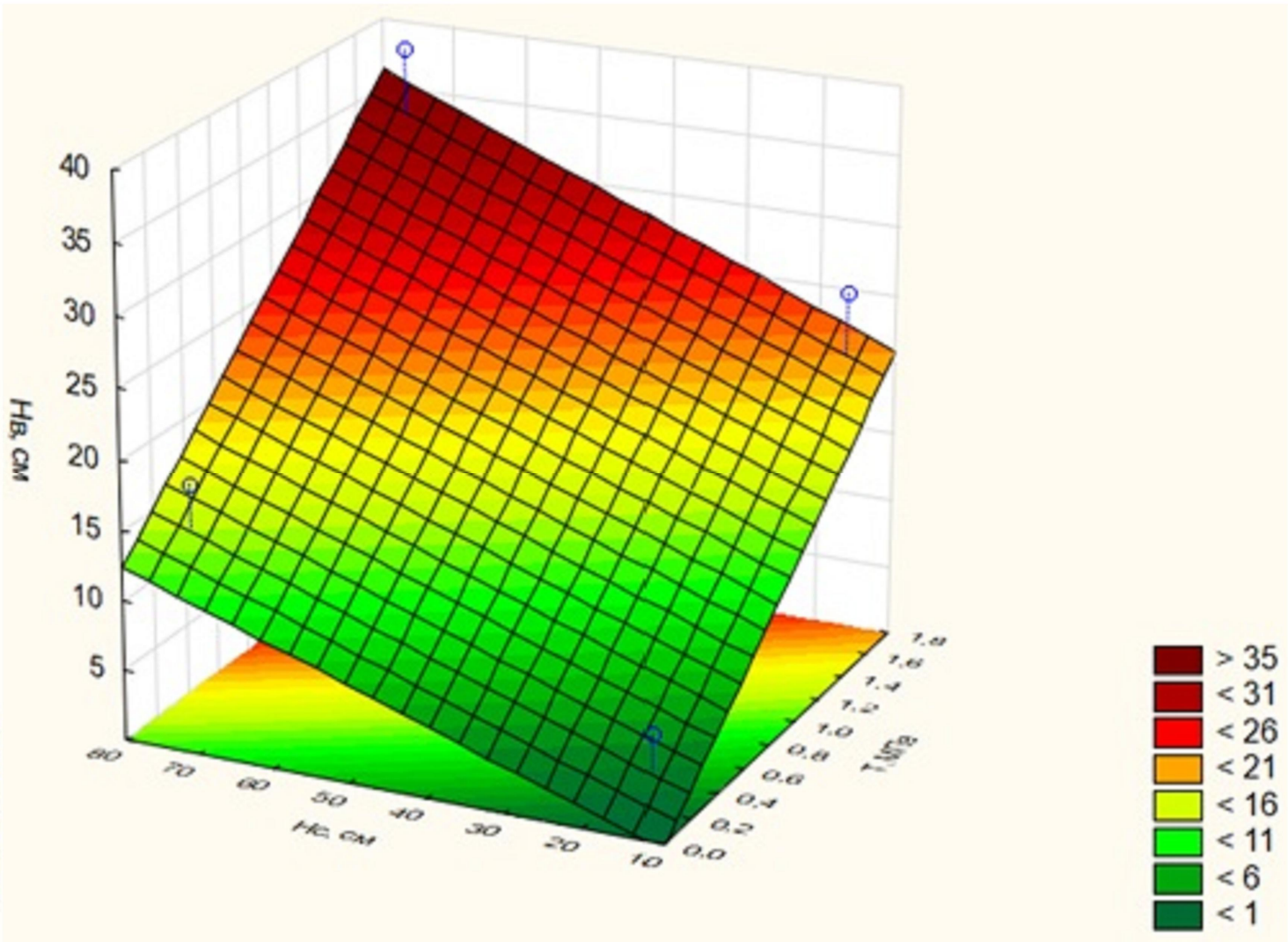
Поверхні відгуку та графіки ліній рівного виходу



$Y=f(x_1;x_2)$



$Y=f(x_1;x_3)$



$Y=f(x_2;x_3)$

					СТВ 00. 004 НЧ				
					Обработка результатів експериментів		Лист	Масса	Масштаб
								-	-
							Лист	Листов 1	
							ЦНТУ ар. ГМ(СМ)-21М(19)		
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	-				
Разраб.		Мороз							
Проб.		Нестеренко							
Т.контр.									
Н.контр.		Мочок			-				
Удп.		Лещенко							

№д. №подл	Лист в дома	Баз. №д. №	№д. №д. №	Лист в дома
-----------	-------------	------------	-----------	-------------

<i>Ḥawindu 'gday</i>	<i>Ḥayyūb. N</i>

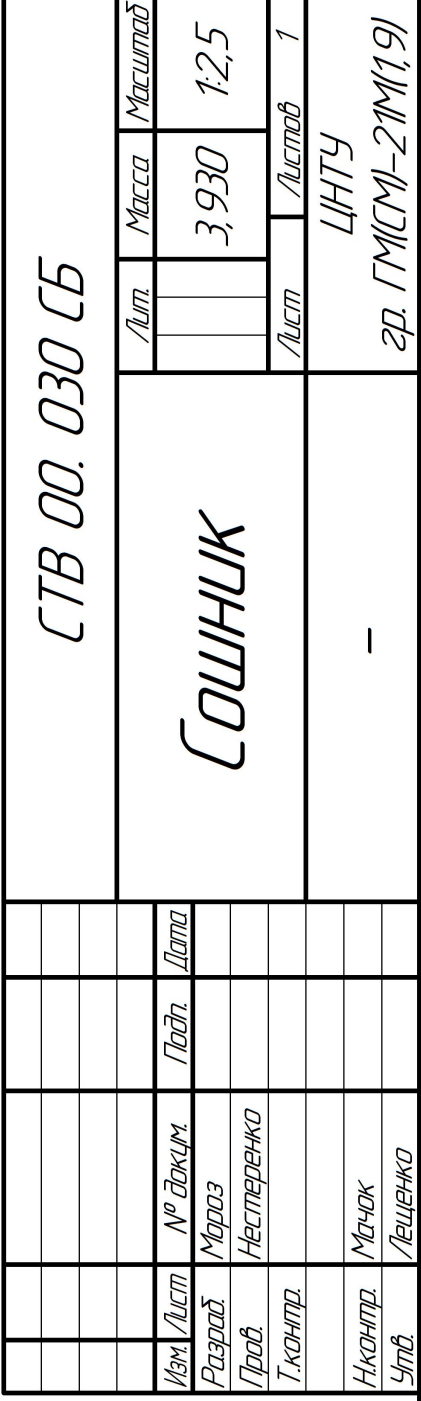
A detailed technical line drawing of a complex mechanical device, likely a piece of agricultural or industrial machinery. The drawing includes various components, each labeled with a Ukrainian text label connected by a leader line. The labels are as follows:

- Вентилятор (Fan) - points to a large circular component on the left side.
- Апарат висівний (Sowing device) - points to a component on the right side.
- Колесо опорне (Support wheel) - points to a wheel at the bottom right.
- Насіння сої (Soybean seeds) - points to a cluster of small circles representing seeds.
- Коток прикочуючий (Pressing roller) - points to a roller at the bottom left.
- Загортач (Wrapping device) - points to a component on the far right.
- Сошник (Moldboard) - points to a component on the far right.
- Грудковідвод (Clod discharger) - points to a component on the far right.
- Сошник туюковий (Tillage moldboard) - points to a component on the far right.
- Туюковід (Tillage implement) - points to a component on the far right.
- Маркер (Marker) - points to a circular component on the left side.
- Апарат туюковисівний (Tillage and sowing device) - points to a component on the left side.
- Мінеральні добрива (Mineral fertilizers) - points to a cluster of small circles representing fertilizer.
- Транспортний пристрій (Transport device) - points to a component on the left side.

[illegible]

Число страниц	№

БЭЭМ, УНБ, №	ИХБ, № дугуй	Ноодон, у дараа

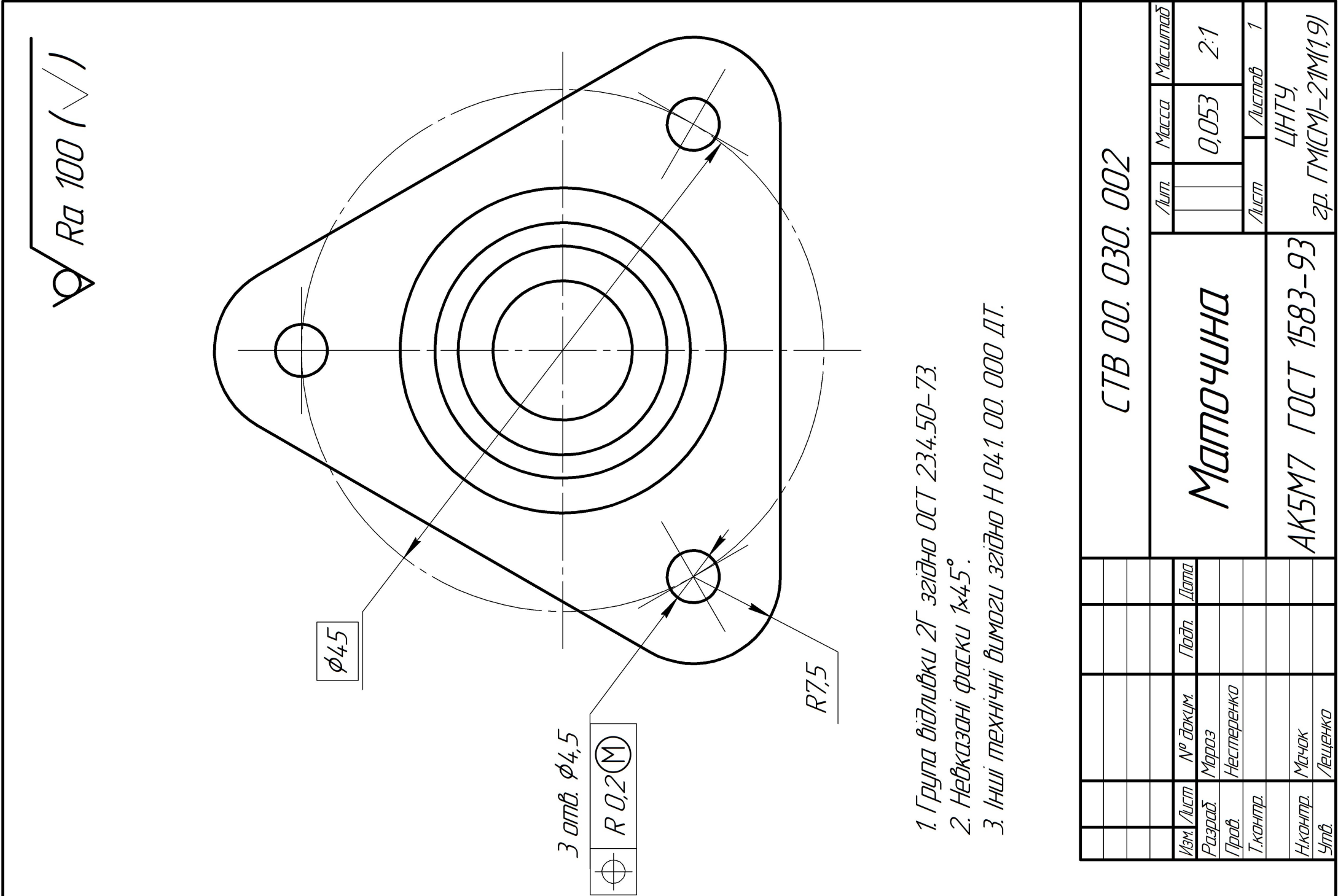
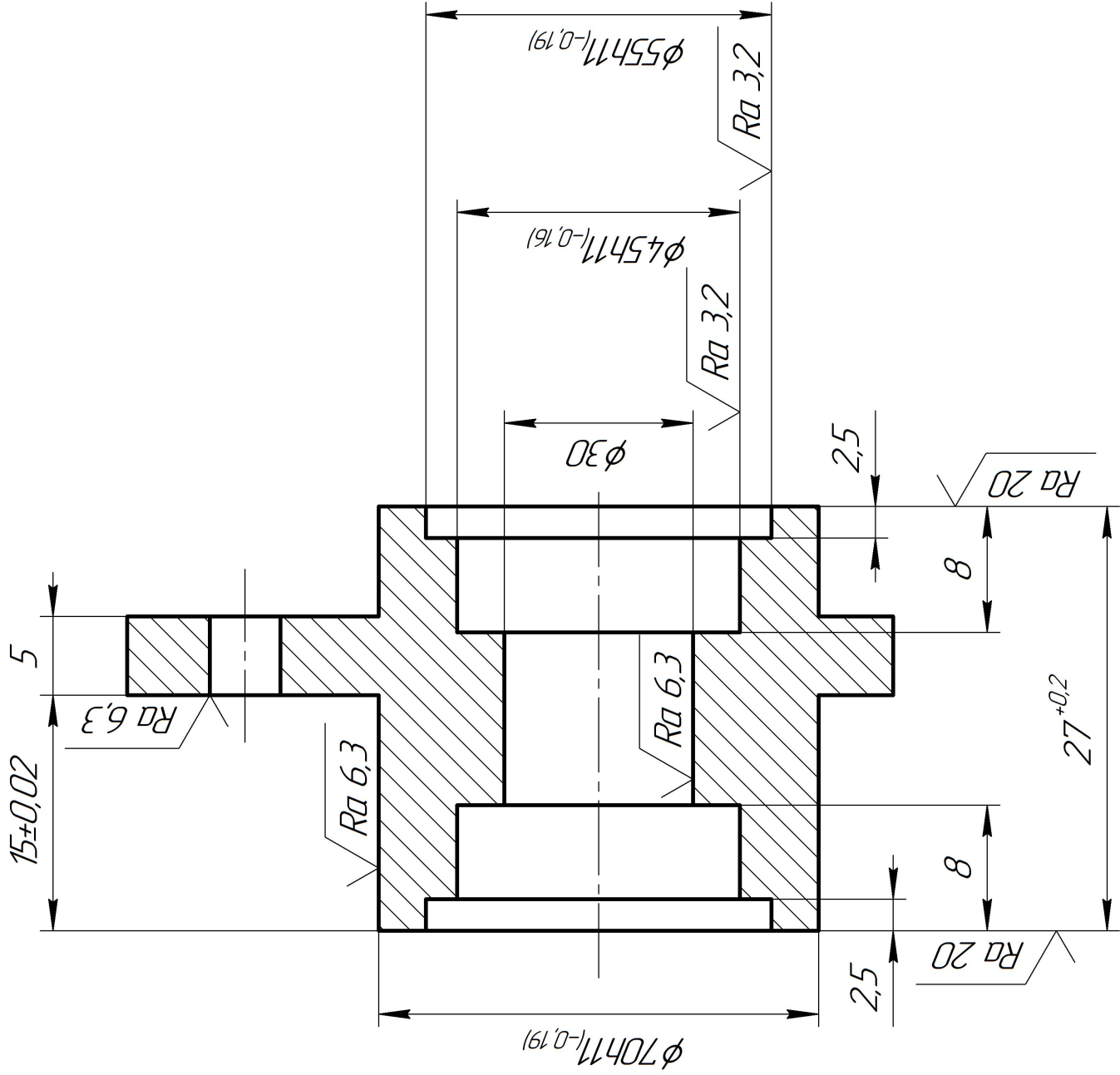


Копировал	Формат	А3
-----------	--------	----

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Справ. №		A3			СТВ 00. 030 СБ	Складальные кресления	1	
						Сборочные единицы		
		A3	1		СТВ 00. 080	Коток	1	
						Детали		
		A4	2		С 83. 505. 05	Планка	1	
		A4	3		СТВ 00. 104	Пята	1	
		A3	5		СТВ 00. 4013	Лезо	1	
		A2	6		СТВ 00. 4014	Полоз	1	
		A2	7		СТВ 00. 4014-01	Полоз	1	
		A4	8		СТВ 00. 4107	Планка	1	
Подп. и дата						Стандартные изделия		
						Болты ГОСТ 7796-70		
			9		M10-6d×40.58	1		
			10		M10-6d×50.58	1		
						Заклепки ГОСТ 10300-80		
			11		6×18.01.10	3		
			13		6×36.01.10	2		
Подп. и дата								
Инв. № подл.		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	СТВ 00. 030	
		Разраб.	Мороз				СОШНИК	
		Пров.	Нестеренко					
		Н.контр.	Мачок					
Утв.	Лещенко					1	2	
						ЦНТУ, г.р. ГМ(СМ)-21М(1,9)		

[illegible]

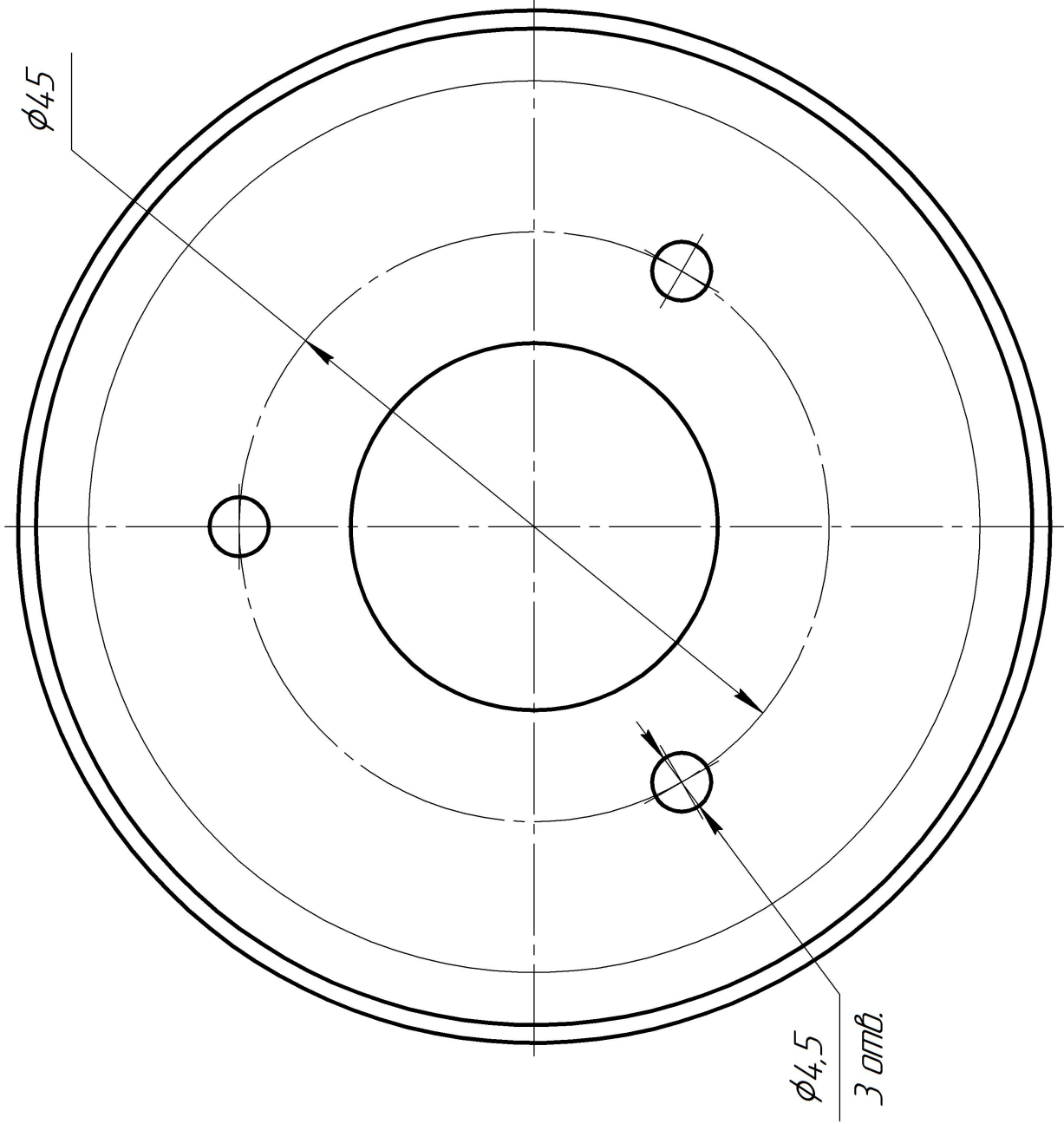
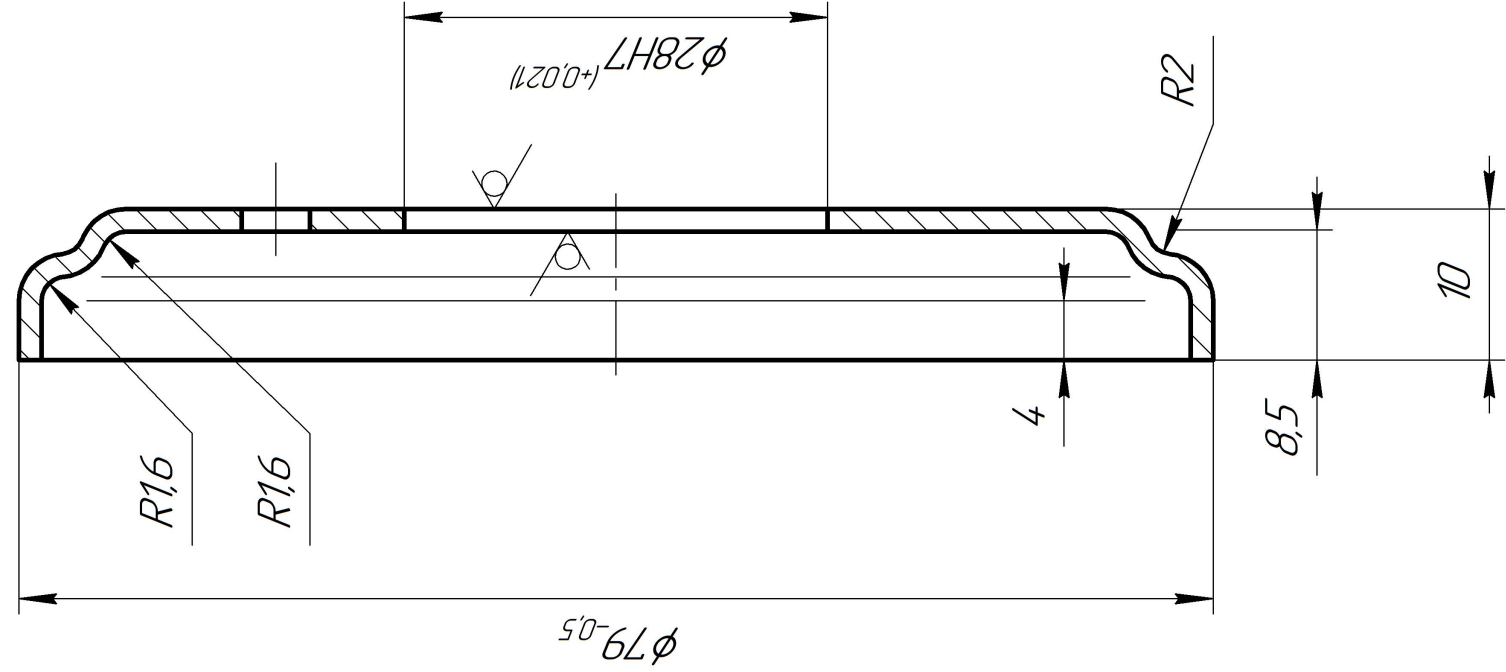
СТБ 00.030.002



МНБ № подл.	Підп. у дати	Взам. унб. №	МНБ. № звітн.	Підп. у дати	Спроб. №	Лист. пунмен.
-------------	--------------	--------------	---------------	--------------	----------	---------------

СТБ 00. 030. 401

✓ Ra 12,5 (✓)



- Невказані граничні відхилення розмірів згідно ОСТ 23.1468-78.
- Інші технічні вимоги згідно Н 04.1.00.000 ДТ.

СТБ 00. 030. 401					
Диск					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Масштаб
Разработ.	Мороз	Нестеренко			0,071
Проб.	Нестеренко				1:1
Т.контр.					Листов 1
Н.контр.	Мачок				ЦНТУ,
Утв.	Лещенко				Лист 15 ГОСТ 19904-90
Лист ОК300В ГОСТ 16523-97					
Зр. ГМ(СМ)-21М(1,9)					