

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Інженерно-технологічний факультет**

**Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин**

**П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а**

до дипломного проєкту

ступеня вищої освіти «Бакалавр» на тему:

**Удосконалення процесу механізації обробітку ґрунту з розробкою  
конструкції дискового робочого органу на пружній стійці**

**Виконав:** студент 4 курсу, групи АІС-1-21 за  
спеціальністю 208 «Агроінженерія»

\_\_\_\_\_ Домашевський Денис Олександрович

**Керівник:** \_\_\_\_\_ Сокол Сергій Петрович

**Рецензент:** \_\_\_\_\_ Рибкін Антон Петрович

Дніпро – 2024

# ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

В.о. завідувача кафедри

ТСГМ

(назва кафедри)

ДОЦЕНТ

(вчене звання)

Теслюк Г.В.

(підпис)                      прізвище, ініціали

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 р.

## ЗАВДАННЯ

### НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ

Домашевському Денису Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

**1. Тема проєкту:** Удосконалення процесу механізації обробітку ґрунту з розробкою конструкції дискового робочого органу на пружній стійці

керівник проєкту Сокол Сергій Петрович, к.т.н., доцент

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від «6» травня 2024 року № 984

**2. Строк подання студентом проєкту** \_\_\_\_\_

**3. Вихідні дані до проєкту** Огляд стану питання в галузі рослинництва та існуючих засобів обробітку ґрунту. Патентний пошук, аналіз літературних джерел, останніх досліджень з обраної тематики.

**4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки** (перелік питань, які потрібно розробити). 1. Стан та тенденції розвитку дискових ґрунтообробних агрегатів.

2. Огляд існуючих конструкцій дискових робочих органів

3. Розробка дискового робочого органу на пружному стояку.

4. Охорона праці та захист навколишнього середовища.

5. Техніко-економічні показники дискового робочого органу на пружній стійці у складі дискатора. Висновки та пропозиції.

Література.

**5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)**

1. Огляд конструкцій дискових борін і луцильників (А1). 2. Борона дискова. Кресленик загального виду (А1). 3 Сійка. Складальне креслення (А1). 4. Сійка (А3). 5. Диск (А3). 6. Корпус (А4). 7. Вісь (А4) 8. Фланець (А3). 9. Техніко-економічні показники (А1).

**6. Консультанти розділів проєкту**

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-5	Сокол С.П., доцент		
нормоконтроль	Сокол С.П., доцент		

**7. Дата видачі завдання:** \_\_\_\_\_

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту	Строк виконання етапів проєкту	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)		
2	Технологічний		
3	Конструкційний		
4	Охорона праці		
5	Економічний		
6	Графічна частина		

**Студент**

\_\_\_\_\_ **Домашевський Д.О.**  
(підпис) (прізвище та ініціали)

**Керівник проєкту**

\_\_\_\_\_ **Сокол С.П.**  
(підпис) (прізвище та ініціали)

№ п/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	Номер аркуша	Примітка
			<u>Текстові документи</u>			
1	A4	52ДП.0ХХ000.000.ПЗ	Пояснювальна записка	74		
			<u>Графічні матеріали</u>			
2	A1	52ДП.0ХХ000.000.ОК	Огляд конструкцій дискових борін і луцильників	1	1	
3	A1	52ДП.0ХХ000.000.ВЗ	Борона дискова. Кресленик загального виду	1	2	
4	A1	52ДП.0ХХ000.100.СК	Стійка. Складальне креслення	1	3	
7	A3	52ДП.0ХХ000.101	Стійка	1	4	
8	A4	52ДП.0ХХ000.102	Диск	1	4	
9	A4	52ДП.0ХХ000.103	Корпус	1	4	
10	A4	52ДП.0ХХ000.104	Вісь	1	4	
11	A4	52ДП.0ХХ000.105	Фланець	1	4	
12	A4	52ДП.0ХХ000.100.ПЕ	Техніко-економічні показники	1	5	
		46 ДП.058000.000.ПЗ				
<b>Зм.</b>	<b>Арк.</b>	<b>№ докум.</b>	<b>Підп.</b>	<b>Дата</b>		
Розробив		Дрмашевський Д.О.				
Перевінив		Сокол С.П.				
Консульт.		Сокол С.П.				
Н. контр.		Сокол С.П.				
Затверд.		Теслюк Г.В.				
					Удосконалення процесу механізації обробітку ґрунту з розробкою конструкції дискового робочого органу на пружній стійці	
					аркуш	аркуші
					4	74
					ДДАЕУ АІС-1-21	

## АНОТАЦІЯ

Домашевський Д.О. Удосконалення процесу механізації обробітку ґрунту з розробкою конструкції дискового робочого органу на пружній стійці / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2024.

*Метою проекту є підвищення ефективності технологічного процесу механізованого обробітку ґрунту шляхом розробки і обґрунтування конструкції дискового робочого органу на пружній стійці. Проведено аналіз існуючих технологій обробітку ґрунту. Зроблено огляд існуючих конструкцій дискових робочих органів. Розроблено конструкцію дискового робочого органу на пружній стійці і провести розрахунок основних конструктивних параметрів. Представлені заходи з охорони праці при роботі з ґрунтообробними знаряддями. Проведено оцінку економічної ефективності розробленого дискового робочого органу на пружній стійці.*

*Ключові слова:* ґрунт, дискатор, пружна стійка, параметри, конструкція, ефективність

## Зміст

Вступ .....	7
1 СТАН ТА ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ДИСКОВИХ ГРУНТООБРОБНИХ АГРЕГАТІВ .....	9
1.1 Застосування дискових знарядь у різних системах обробітку грунту .....	9
1.2 Аналіз техніко-технологічних показників дискових грунтообробних знарядь .....	11
1.3 Висновки з розділу .....	16
2 ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ ДИСКОВИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ	17
2.1 Огляд конструкційного виконання стояків для незалежних дисків дискаторів .....	17
2.2 Огляд конструкційного виконання пружних стояків дискаторів ....	20
2.3 Класифікація стояків дискових робочих органів .....	26
2.4 Аналіз основних результатів теоретичних досліджень пружних стояків .....	28
2.5 Висновки з розділу .....	31
3 РОЗРОБКА ДИСКОВОГО РОБОЧОГО ОРГАНУ НА ПРУЖНОМУ СТОЯКУ .	32
3.1 Загальна концепція взаємодії пружно закріпленого сферичного диска з ґрунтом .....	32
3.2 Основні властивості зовнішньої дії під час роботи диска на пружному стояку .....	35
3.3 Визначення величини пружних відхилень за конфігурацією стояка.....	37
3.4 Обґрунтування динамічних характеристик пружного стояка сферичного диска .....	40
3.5 Висновки з розділу .....	45
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА .....	47
5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ДИСКОВОГО РОБОЧОГО ОРГАНУ НА ПРУЖНІЙ СТІЙЦІ У СКЛАДІ ДИСКАТОРА.....	51
ВИСНОВКИ .....	54
ЛІТЕРАТУРА .....	56
ДОДАТКИ .....	62

## Вступ

Різноманіття технологічних операцій при вирощуванні сільськогосподарських культур класифікуються за базовими елементами системи основного обробітку ґрунту. Зокрема: традиційна, на базі оранки (50-60%); консервувальна — глибокого розпушування (20-30%); мульчувальна — поверхневе розпушування (до 10%); пряма сівба культур (mini-till) (до 10% від загальної площі ріллі) [1, 2].

В Україні дискові ґрунтообробні агрегати забезпечують 60 – 70 % поверхневої підготовки посівного горизонту під час реалізації різноманітних систем обробітку ґрунту, зокрема, виконання операції поверхневого обробітку стерні та знищення сходів падалиці зернових культур, порушення капілярності, змішування поживних залишків з ґрунтом (загортання) тощо [3].

Оптимальні строки виконання технологічних операцій обробітку ґрунту з врахуванням особливостей вирощуваної культури, погодних умов, типу ґрунту та попередника дають можливість замінити глибокий обробіток на поверхневий. Поверхневе розпушування – це використання природних властивостей ґрунту повторювати свій життєвий цикл (ощадливо використовуються запаси ґрунтової родючості).

Ефективність дискових агрегатів у типових системах зумовлює їх широке застосування. За необхідності повного врахування всіх керованих та некерованих факторів під час вирощування сільськогосподарських культур можливе застосування диференційованих технологій, але їх виконання потребує збільшення кількості технічних засобів, що різняться як за способом впливу на ґрунт, так і за технічними та експлуатаційними параметрами.

**Метою роботи** є підвищення ефективності технологічного процесу механізованого обробітку ґрунту шляхом розробки і обґрунтування конструкції дискового робочого органу на пружній стійці.

### **Задачі досліджень:**

– провести аналіз існуючих технологій обробітку ґрунту;

- провести огляд існуючих конструкцій дискових робочих органів;
- розробити конструкцію дискового робочого органу на пружній стійці і провести розрахунок основних конструктивних параметрів;
- представити заходи з охорони праці при роботі з ґрунтообробними знаряддями;
- провести оцінку економічної ефективності розробленого дискового робочого органу на пружній стійці.

Отримані результати досліджень можуть бути використані на практиці для покращення якості обробітку ґрунту.



## 1 СТАН ТА ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ДИСКОВИХ ГРУНТООБРОБНИХ АГРЕГАТІВ

### 1.1 Застосування дискових знарядь у різних системах обробітку ґрунту

Ефективність дискових агрегатів у типових системах зумовлює їх широке застосування (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Обсяг застосування дискових ґрунтообробних агрегатів в системах обробітку ґрунту [1, 2]

Вид системи обробітку ґрунту	Обсяг ріллі де застосовується система, % (від загальної обробленої площі)	Застосування дискових агрегатів, разів	Види дискового знаряддя
Традиційна (на базі оранки)	50 - 60	1	Луцильник, борона дискова
Консервувальна (глибоке розпушування)	20 - 30	2	Луцильник, дискатор
Мульчувальна (поверхнєве розпушування)	10 - 15	2	Дискатор
Пряма сівба культур (mini-till)	до 10 %	–	–

У традиційній системі обробки ґрунту та в системі глибокого розпушування, дискові агрегати застосовуються для вилуцування стерні, передпосівного оброблення ґрунту під зернові, технічні та кормові культури, а також для підготовки ґрунту перед посівом озимих на полях, які були під

паром. Технологія полицевого обробітку виявляється оптимальною в умовах, коли потрібно перемістити шари ґрунту з великою кількістю рослинних залишків після збирання урожаю та розпушити поверхневий шар. Однак впровадження альтернативних технологій обумовлене високою енергоефективністю полицевого обробітку.

Безполицевий обробіток глибокорозпушувачами на глибину 25–40 см здійснюється для захисту ґрунту від ерозії, уникнення руйнування плужної підшви, покращення водно-повітряного режиму кореневого шару, збереження снігу та збільшення вмісту агрономічно цінних водостійких агрегатів. Мульчування поверхні ґрунту виконується дисковими інструментами.

Оптимальний графік виконання технологічних операцій обробки ґрунту, який враховує особливості вирощуваної культури, погодні умови, тип ґрунту та попередника, дає змогу замінити глибоку обробку на поверхневу. Поверхнєве розпушування забезпечує використання природних властивостей ґрунту для збереження його родючості. Система обробітку ґрунту на основі поверхневого розпушування передбачає мульчування ґрунту подрібненими рослинними залишками після збирання попередників дисковими ґрунтообробними агрегатами. Залишені на полі стебла і рештки рослин запобігають ущільненню поверхневого шару під впливом опадів, зменшують ерозію фосфору.

Поверхневий обробіток сприяє життєдіяльності земляних черв'яків, що позитивно впливають на структуру ґрунту, розпушуючи та перемішуючи його. Мульчування рослинними залишками зменшує негативний вплив дощів на ґрунт, сприяє стійкості до утворення поверхневої кірки, запобігає втратам вологи, покращує стійкість ґрунту до ерозійних процесів.

Проте поверхневий обробіток ґрунту має свої недоліки, такі як зниження вологовбирання за утворення підплужної підшви, збільшення забур'яненості та поширення хвороб рослин. Вибір оптимального графіка обробки та сівозміни дозволяє зменшити ці негативні наслідки.



Рисунок 1.1 – Принцип розкладання рослинних решток з одночасним збереженням вологи та запобіганням ерозії [13, 14]

Дискові ґрунтообробні агрегати застосовуються в більшості систем обробки ґрунту.

## **1.2 Аналіз техніко-технологічних показників дискових ґрунтообробних знарядь**

Розвиток конструкції дискових ґрунтообробних знарядь тривалий час знаходився на етапі використання дискових борін та луцильників батарейного типу [24 – 33] (рис. 1.2).

Диски борін і луцильників, розміщені на квадратній чи круглій осі, чергуються з розпірними втулками, утворюючи окремі батареї з горизонтальною віссю обертання. Зміною кута атаки між площиною обертання дисків та лінією напрямку руху агрегату встановлюється глибина обробітку. Із збільшенням кута атаки зростає ступінь кришення ґрунту. Для роботи на кам'янистих ґрунтах дискові борони не використовують, позаяк їх лезо виломлюється. Регулювання тиску дисків на ґрунт виконують зміною маси

баласту чи силою стискування натискних пружин [24]. За інтенсивністю дії на ґрунт розрізняють борони легкі, оснащені дисками з суцільною різальною крайкою, та важкі з вирізними дисками. Для кращого обертання, кришення смуги ґрунту і загортання в поверхневий шар рослинних решток та бур'янів лушпильники мають більший кут атаки ( $30 - 35^\circ$ ), ніж дискові борони. Незалежні сферичні диски використовувалися лише на дискових плугах, які не набули широкого використання [34].

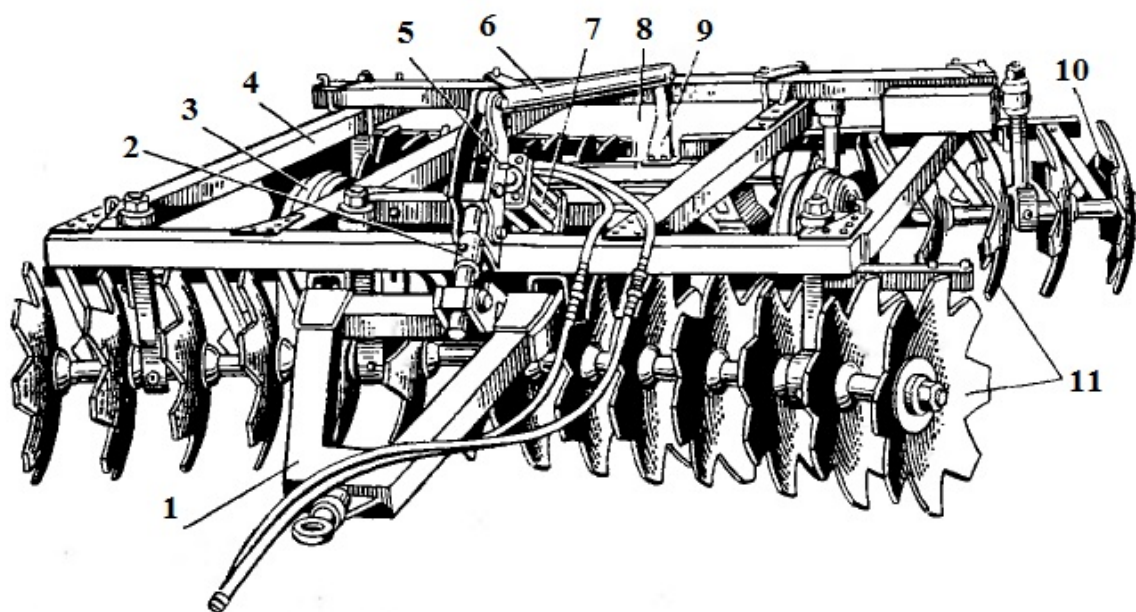


Рисунок 1.2 – Важка причіпна польова борона БДТ-3 [24 – 33]:

1 — причіпний пристрій, 2 — регулювальний гвинт, 3 — опорне колесо, 4 — рама, 5 — важіль, 6 — тяга, 7 — гідроциліндр, 8 — колінчата вісь, 9 — кулак, 10 — чистик, 11 — батареї

Застосування дискових батарей пов'язано з труднощами, зокрема з неточністю роботи, яку виконує дисковий культиватор: коли диск натрапляє на перешкоду, це призводить до часткового піднімання рами і тимчасового виключення з роботи деяких з решти дисків. Дискові борони мають такі недоліки: неможливість їх роботи на швидкості більше 7 км/год з причини викидання ґрунту за межі ширини захвату агрегату, що призводить до помилок

оператора під час суміжних проходжень та виникнення шкідливого явища вітрової ерозії пилових частинок ґрунту [35].

Технологічна універсальність дискових знарядь забезпечується характером руху робочих органів, що не лише переміщуються поступально разом з рамою машини або знаряддя, але й обертаються навколо своїх осей під дією опору ґрунту. Обробіток ґрунту пасивними робочими органами дуже енергоємний [36], а використання активних — посилює ерозійні тенденції ґрунту та значно збільшує металомісткість знарядь. Встановлений під кутом до напрямку руху сферичний диск різальною крайкою зрізає смугу ґрунту та відділяє її від масиву. Піднімаючись на внутрішню сферичну поверхню, смуга ґрунту подрібнюється, частково обертається і переміщується. Кут підрізання зменшує вертикальну реакцію, що виштовхує диск з ґрунту [37], забезпечує краще заглиблення навіть на важких ґрунтах, виконує початок піднімання пласта і його рух по ввігнутій поверхні диска, але погіршує обертання.

Реорганізація в 90-х роках ХХ ст. тваринницької галузі агропромислового комплексу сприяла пошуку альтернативних шляхів підтримання родючості ґрунту без внесення органічних добрив. Рішенням було використання рослинних решток після збирання попередника. Наявність на полі великої кількості соломи і залишків рослин зумовили подальший розвиток конструкції дискових знарядь — розроблення незалежного диска. Встановлення сферичного диска на індивідуальному стояку має низку експлуатаційних та технологічних переваг у порівнянні з використанням батарей дисків [38 - 41]:

- незалежне провертання кожного диска під дією зовнішніх сил і як результат – зниження загального тягового опору агрегату;
- високий кліренс агрегату виключає можливість забивання рослинними залишками;
- пристосованість до умов підвищеної вологості ґрунту;
- можливість встановлення сферичного диска з кутом атаки  $\alpha$  та кутом підрізання  $\beta$  покращує обертання і перемішування ґрунту.

Використання пружного стояка для кріплення робочого органу розширює ефективність дискаторів [42, 43]. Під час роботи на полях з підвищеною вологістю дискові робочі органи менше облипають ґрунтом завдяки вібраційним коливанням пружного стояка [44]. Крім того, при збільшенні швидкості агрегату спостерігається ефект зниження тягового опору, що важливо для роботи ґрунтообробних машин на підвищених швидкостях. Конструкційні рішення дискаторів дозволили виключити недоліки дискових борін. На підвищеній швидкості агрегату смуга ґрунту після сходу зі сферичної поверхні диска піднімається в повітря [45]. З використанням дискаторів потік ґрунту піддається зіткненню або з суцільною плитою, завдяки чому великі агрегати ґрунту подрібнюються, або з гребінчастим розподільником, який пропускає потік, подрібнює грудки, але затримує рослинні рештки, що сприяє більш кращому їх загортанню. Відома також технологія покривного посіву проміжних культур (злакових трав, конюшини, рапсу, вівса, жита), за якої потік ґрунту накриває розкидане за диском насіння. Викидання ґрунту за межі ширини захвату агрегату усунуто встановленням обмежувачів (плоских дисків або регульованих пластин), завдяки чому під час руху агрегату по суміжних смугах не утворюються звальні гребені чи розвальні борозни, а оператору легше уникати огріхів. Глибина обробітку дискаторами регулюється встановленням котка, в той час як зміна кута атаки дискових борін зменшує поперечний переріз смуги ґрунту, що обробляється. Досвід експлуатації дискаторів засвідчив, що слабкою ланкою механічної системи дискаторів з жорсткими стояками є руйнування підшипникового вузла. Пружний стояк виконує роль запобіжника від руйнування підшипникової опори чи викришування крайки диска у разі перевантаження.

Встановлення дисків на індивідуальному стояку виконується на знаряддях, що віднесені до категорії легких (діаметр диска – 450–570 мм, навантаження на диск – 60–90 кг при масі 500–800 кг на 1 метр ширини захвату) та на важких знаряддях (діаметр — 570–620 мм, навантаження на диск – 80–130 кг, максимальна глибина обробітку – 15 см). В конструкції надважких

дискових агрегатів (диск 610 – 810 мм, навантаження на диск – понад 140 кг при масі на 1 метр ширини захвату 1300 кг) незалежні диски не встановлюються, оскільки для їх заглиблення важкі литі втулки між дисками підходять краще. Для глибокого обробітку ґрунту незалежні диски використовують в комбінації з лапами. В диско-лапових агрегатах диски виконують подрібнення рослинних решток — поверхневий обробіток на 10 см, а глибоке розпушування виконується лапами (стояки з наконечниками у вигляді долота).

Індивідуальне кріплення кожного робочого органу дозволяє розміщувати диски в два ряди, перпендикулярно поздовжній осі агрегату, тим самим зменшується кінематична довжина дискового ґрунтообробного знаряддя. Компактна конструкція підвищує маневреність і знижує перевантаження на навісних моделях. Задній ряд дисків розташовують із зміщенням по відношенню до переднього для зменшення міжряддя та забезпечення рівномірного обробітку ґрунту.

Завдяки простим регулюванням та адаптації знаряддя до нерівностей поверхні поля характерною особливістю конструкції сучасних дискаторів є можливість агрегування їх як окремих знарядь, так і в поєднанні з іншими, які можуть приєднуватися до них послідовно і виконувати додаткові технологічні операції для поліпшення обробітку ґрунту, чи виконання посіву (посівна комбінація LEMKEN Compact-Solitair з короткою дисковою бороною Heliodor). Підвищення продуктивності агрегатів досягається їх об'єднанням з використанням зчіпок (системних носіїв).

Отже, запровадження енергоощадних технологій вирощування сільськогосподарських культур зумовлює широке застосування дискових ґрунтообробних агрегатів (табл. 1.1). З ряду техніко-технологічних переваг найбільш перспективним є дискові знаряддя у конструкційному виконанні дискатора.

### 1.3 Висновки з розділу

Дискові борони призначені для підготовки ґрунту перед посівом, боротьби з бур'янами, руйнування стерні та подрібнення решток рослинності, для обробітку ґрунту, який піднятий болотними плугами, для передпосівного обробітку без попередньої оранки та після збирання грубостеблових культур, а також для догляду за луками та пасовищами.

Глибина обробітку ґрунту в цих операціях регулюється зміною кута атаки робочих дисків. Важливо підібрати такий кут атаки, щоб забезпечити оптимальні параметри обробітку ґрунту при мінімальному тяговому опорі. Це дозволить працювати на максимально допустимих швидкостях з максимальною продуктивністю.

У конструкціях базових борін регулювання кута атаки дисків можливе лише ступінчасто, що не завжди забезпечує оптимальні співвідношення якості обробітку ґрунту та мінімального тягового опору дисків. Використання плавного регулювання кута атаки дисків на всьому діапазоні зміни дозволить досягти оптимальних результатів, зменшивши тяговий опір дисків і підвищивши швидкість та продуктивність обробітку ґрунту без збільшення енергозатрат.



## 2 ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ ДИСКОВИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ

### 2.1 Огляд конструкційного виконання стояків для незалежних дисків дискаторів

Для отримання найповнішої інформації про наявні конструктивні рішення щодо кріплення незалежних дисків до планера був проведений аналітичний огляд патентів і науково-технічної інформації, інформаційних матеріалів сільськогосподарських виставок та моніторинг ринку культиваторів.

#### *Огляд вітчизняних дискових ґрунтообробних знарядь*

Переважна більшість підприємств сільськогосподарського машинобудування України виробляють дискатори з жорсткими стояками, що значно знижує надійність агрегатів.

ПАТ «Ельворті» (м. Кропивницький) виробляє дискові ґрунтообробні агрегати серій Паллада та Антерес, що характеризуються безступеневим регулюванням кута атаки для всіх дисків у ряду гвинтовою тягою.

СТ ВФ «АГРОРЕММАШ» (м. Біла Церква, Київська обл.) виробляє агрегати серії АГД з можливістю ступінчастого регулювання кожного окремого диска зміною отворів у фланцях вузлів кріплення стояка до бруса рами.

ТМ «ВОСХОД» (м. Дніпропетровськ) виробляє агрегати серій БН, БПС, БП з можливістю безступеневого регулювання поворотом стояків навколо своєї осі та встановлення гребінчастого розподільника потоку ґрунту. Борони дискові з пружними стояками БП-6П мають листові пружини зі складною просторово вигнутою формою, яка дозволяє кріпити ресору напряму до осі підшипникового вузла диска.

ТОВ НВП «БілоцерківМАЗ» (м. Біла Церква, Київська обл.) виробляє агрегати серій АГ, МАГ та УДА, на знаряддях УДА можливе безступеневе регулювання кута секції дисків. На всіх знаряддях серій можливе встановлення пружних стояків С-подібної форми.

ПП ПКФ «ВЕЛЕС-АГРО» (м. Одеса) виробляє дискові плуги серій ПД та ПДМ, агрегати ґрунтообробні серій АГН і АГК. Агрегати АГК мають стояки з пружним елементом, встановленим спереду миттєвої осі обертання на два диски. В знаряддях АГН виконано ступеневе регулювання кожного окремого диска зміною отворів у фланцях вузлів кріплення стояків до рами.

На вітчизняних дискових ґрунтообробних агрегатах серії ДЛ Лозівського ковальсько-механічного заводу (м. Лозова, Харківська обл.) диски встановлені на листових пружинах, один кінець яких виконано у вигляді півкола чи еліпса, зверненого вперед по ходу обертання дискового робочого органу, та закріплено на рамі, другий кінець закріплено до підшипникового вузла. За першим рядом дисків встановлена плита для подрібнення грудок, за другим рядом – гребінчастий розподільник.

ПФ «Степаненко і К» виробляє луцильник стерньовий дисковий STROM LSD зі стояками складної просторово-вигнутої форми з кріпленням безпосередньо до осі підшипникового вузла диска.

Стояки для дискових робочих органів у вітчизняному машинобудуванні переважно жорсткі, а конструкції пружних стояків обґрунтовані як запобіжники для роботи у важких умовах, при цьому процес взаємодії дискового робочого органу на пружному стояку з ґрунтовим середовищем для підвищення енергоефективності агрегату не враховувався.

За результатами науково-дослідних та проектно-конструкторських розробок правами інтелектуальної власності захищені конструкційні рішення, спрямовані лише на підвищення надійності конструкції підшипникової опори сферичного диска, визначають способи регулювання кутів атаки та підрізання сферичного диска, обґрунтовують оригінальні форми пружних стояків.

В патентах України на корисну модель № 16441, 16442, 37124 описуються підшипникові опори робочого криволінійного диска, в яких стояк жорсткий, прямолінійний, порожниста (труба) приварюється до корпусу підшипника (рис. 1.3, а)

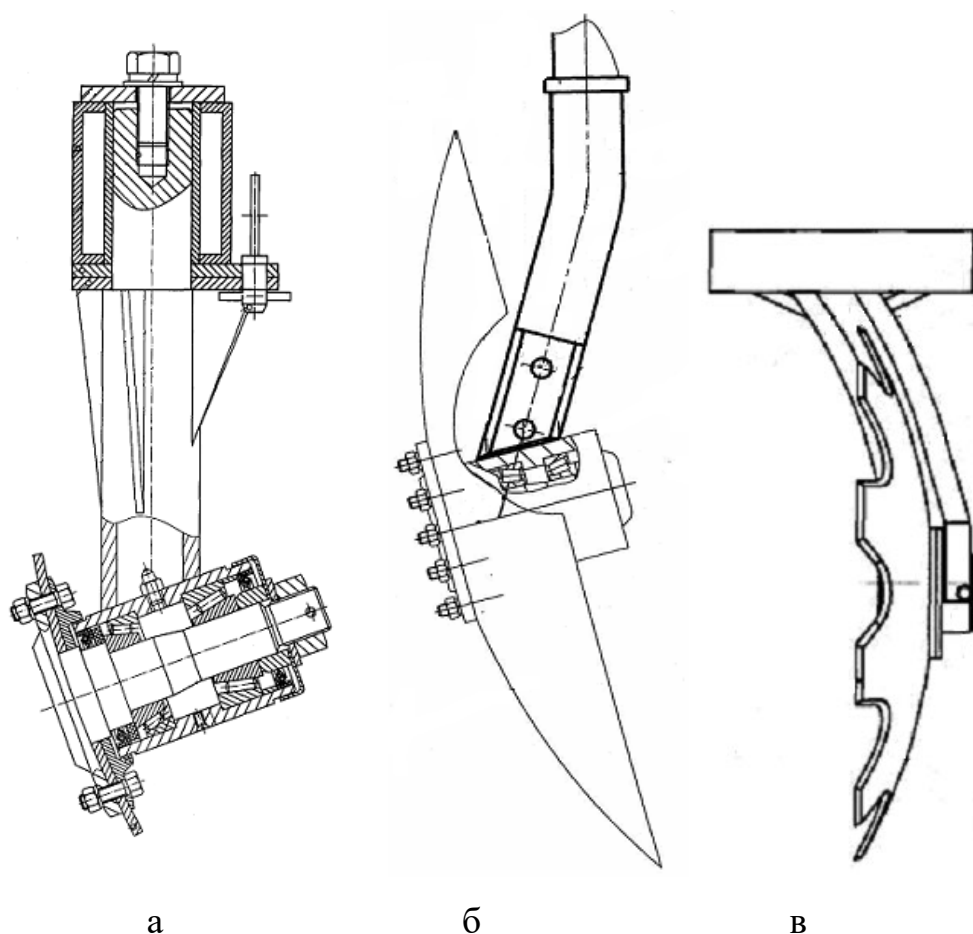


Рисунок 1.3 – Конструкції стояків для дискових робочих органів, запатентовані в Україні:

- а) — жорсткий прямолінійний стояк з підшипниковим вузлом робочого диска;  
 б) — жорсткий стояк з двох відрізків під тупим кутом до осі підшипникового вузла робочого диска; в) — стояк з двох стержнів еквідисцентних поверхні робочого диска

Один фланець кріпиться до рами, інший - до стояка за допомогою підшипникових опор, а в обох фланцях із фіксованим кроком просвердлено отвори, які дають змогу вставляти стопорні стрижні у два отвори різних фланців, розміщених навпроти один одного.

В патентах № 24451, 24452 захищено конструктивні рішення з жорстким суцільним стояком, який виконаний зігнутих під тупим кутом (рис. 1.3, б), що збільшує зазор між робочим диском та стояком, для вільного проходження

налиплого на диск ґрунту. Для регулювання кута нахилу робочого колеса в роботі запропоновано просвердлити у виступах стояка або в пазах підшипникової опори хоча б один з отворів під з'єднувальний болт і загнути кінці виступів на сполучених частинах стояка і підшипникової опори.

У роботі [36] було запропоновано оригінальну конструкцію стояка, у якій диск установлено на стояку в режимі вільного обертання, а стояк має паз, у який установлюють диск, що є дещо ширшим за товщину диска і має форму, еквідистантну обом сферам диска. Дана конструкція вирізняється тим, що стояк виконано з двох стрижнів, з'єднаних скобою у верхній частині, з прорізом між цими стрижнями, що також еквідистантний від сферичної поверхні диска. Стрижень з одного боку стояка має гострий край, спрямований у бік, протилежний напрямку обертання диска (с на рис. 1.3).

## **2.2 Огляд конструкційного виконання пружних стояків дискаторів**

Розроблено ріжучий апарат дискового культиватора, який містить стояк із валом, на якому закріплено ріжучий диск. Дисковий стояк виконано у вигляді дугоподібної пружини, винесеної вперед із зони обробітку ґрунту та жорстко закріпленої на рамі ґрунтообробного знаряддя (а на рис. 1.4).

Обґрунтовано конструкцію дискової борони з дисковими робочими органами, закріпленими на рамі окремими пластинчастими пружинними стояками. Один кінець кожного стояка виконано в напівеліптичній формі, спрямованій уперед за ходом обертання дискового робочого органа, і закріплено на рамі, а інший кінець закріплено на підшипниковій опорі, розміщеній на внутрішній увігнутій поверхні дискового робочого органа (рис. 1.4, б).

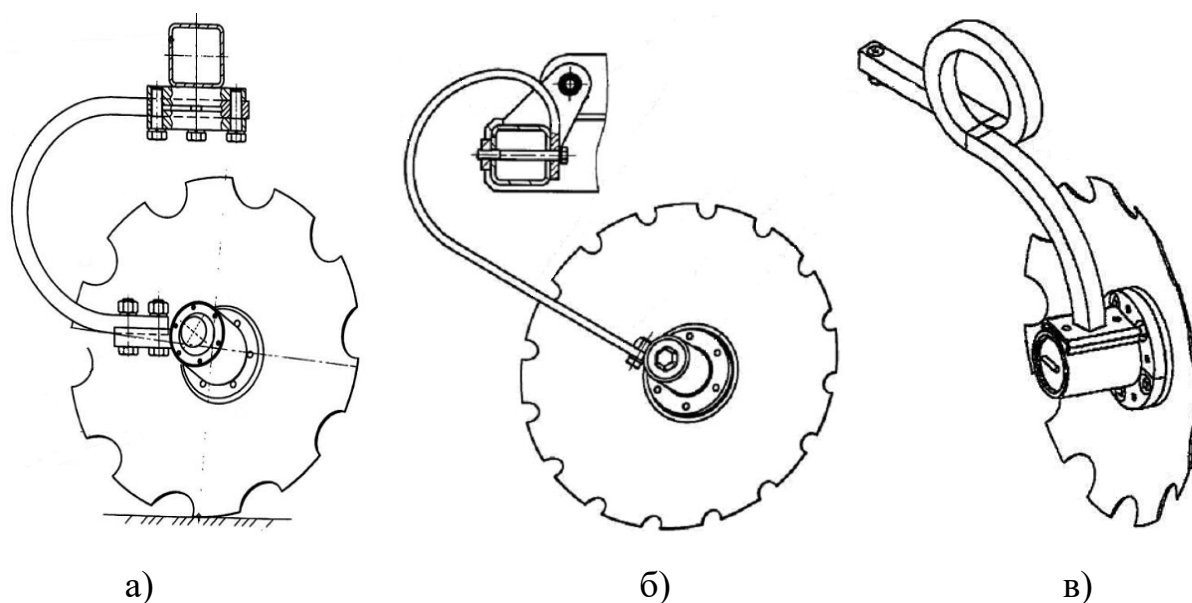


Рисунок 1.4 – Конструкції пружних стояків для дискових робочих органів, запатентовані в Україні:

- а) — пружний стояк С-подібної форми; б) — спіральний стояк;  
в) — гвинтоподібний стояк

Винайдено прицепний дисковий культиватор, який має навісну або причіпну опорну раму, обладнану сільськогосподарським знаряддям, що складається із щонайменше одного комплекту обертових (без рушійної сили) сферичних дисків, кожен з яких відповідно змонтовано незалежно і з можливістю відхилення відносно опорної рами на запобіжному пристрої для вивільнення диска з ґрунту вертикально під дією тиску, що перевищує заздалегідь визначене значення, і для повернення його у робоче положення, коли тиск є нижчим за вказане значення.

Культиватор відрізняється тим, що кожний культиваторний диск приєднано до рами гвинтовою пружиною, утвореною щонайменше півтора витками, і такою, що має один кінець, приєднаний безпосередньо або через з'єднувальний елемент до рами, і другий кінець – до втулки на увігнутому боці диска. Причому, пружину орієнтовано так, що її виток чи витки закручуються у напрямку намотування, коли тиск на диск перевищує заздалегідь визначене

значення (рис. 1.4, в). Пружина може мати від 1,5 до 5 витків, розміщених один з одним поруч на одній лінії. Кінцевий виток кожної пружини приєднується до корпусу підшипника, утворюючи початок тангенціальної частини у формі дуги, увігнутої з боку ґрунту, при цьому кожний виток пружини утворено навиванням дроту квадратного поперечного перерізу.

Конструктивні рішення дискових робочих машин з індивідуальними жорсткими стояками на робочому органі, захищені правами інтелектуальної власності, не повною мірою реалізують їхні технічні характеристики. Пружні стояки передбачені тільки як запобіжний пристрій для звільнення диска від ґрунту за тиску, що перевищує задане значення.

*Огляд конструкцій стояків закордонних дискових ґрунтообробних агрегатів*

У іноземних виробників більше конструкційних рішень задачі уникнення пошкодження підшипникової опори у разі перевантаження та копіювання поверхні поля, зокрема застосуванням гумових еластичних буферних вставок, підпружинюванням шарнірно закріплених стояків та використанням пружних стояків.

При індивідуальному захисті кожного диска з використанням системи гумових блоків — стояк диска жорсткий, в його верхній частині виконано корпус кріплення квадратної форми, що повернутий відносно квадратного бруса рами на  $45^{\circ}$  (рис. 1.5, а). В просторі між квадратами розміщені гумові еластичні вставки (поліуретанові еластомери), що дозволяють дискові відхилятися при надмірному тиску. Просторове встановлення диска забезпечується відповідною формою стояка, який має ребра жорсткості.

В жодній з розглянутих конструкцій іноземних агрегатів з еластичними вставками регулювання кутів атаки та підрізання не передбачено. Така система кріплення диска застосовується лише в легких дискових агрегатах (60 - 90 кг навантаження на диск).

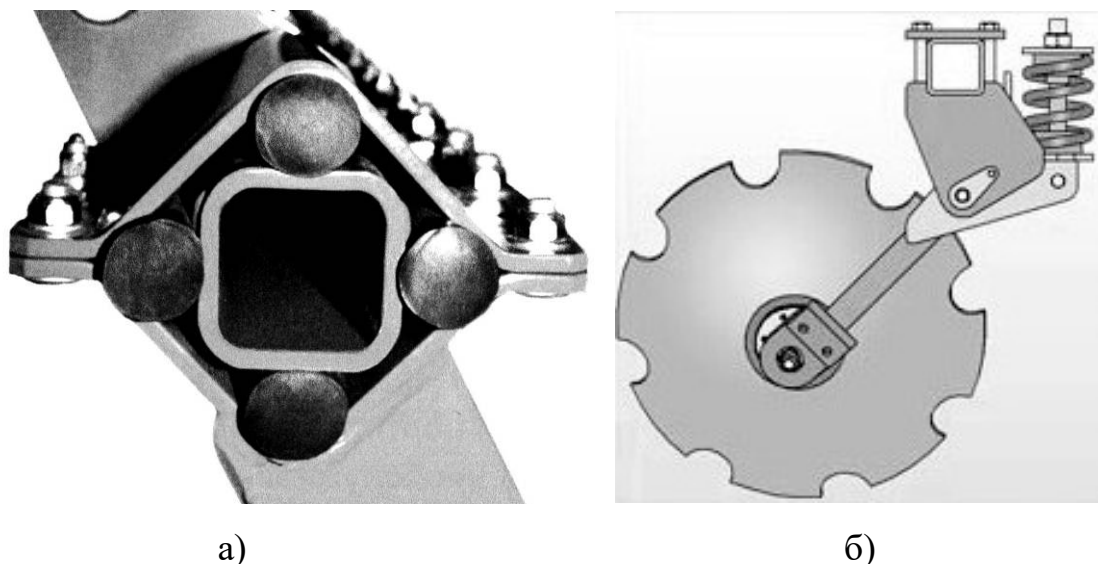


Рисунок 1.5 – Конструкція індивідуального стояка диска: а) — легкий дискатор (гумові елементи); б) — важкий дискатор (підпружинений стояк)

На важких дискових агрегатах стояки з гумовими вставками не використовуються через обмежену величину відведення диска. Знаряддя призначені для обробітку на глибину до 15 см, виконуються з підпружиненими (рис. 1.5, б) та пружними стояками, що здатні забезпечити відведення диска до повного виглиблення. Диск приєднано до рами на стояку, встановленому на рамі з можливістю повертання навколо осі, яка паралельна осі обертання диска. Стояк повертається у напрямку вивільнення диска з ґрунту лише тоді, коли тиск на диск перевищує номінальну жорсткість елемента попереднього навантаження (пружини).

Фірма LEMKEN (Німеччина) виробляє короткі дискові борони Heliodor, в яких для точного витримування заданої глибини обробітку кожен диск змонтовано на листовій пружині. Один кінець пружного стояка закріплено до поперечного бруса рами і вигнуто, з певним радіусом, вперед по ходу руху агрегата, другий кінець закріплюється до осі підшипникового вузла і розвернуто по відношенню до першого на  $90^{\circ}$  (рис. 1.6, а). За рядами дисків встановлено гребінчасті розподільники потоків ґрунту, з боків встановлено пласкі обмежувальні диски.

Фірмою AGRISEM розроблено агрегат DISC-O-MULCH, в конструкції якого кожен диск приєднано до рами гвинтовою пружиною (рис. 1.6, б). Виробник наголошує на ефекті імпедансу, що забезпечує стійкість ходу диска в поперечному напрямку руху агрегату за рахунок щільного прилягання витків пружного стояка.

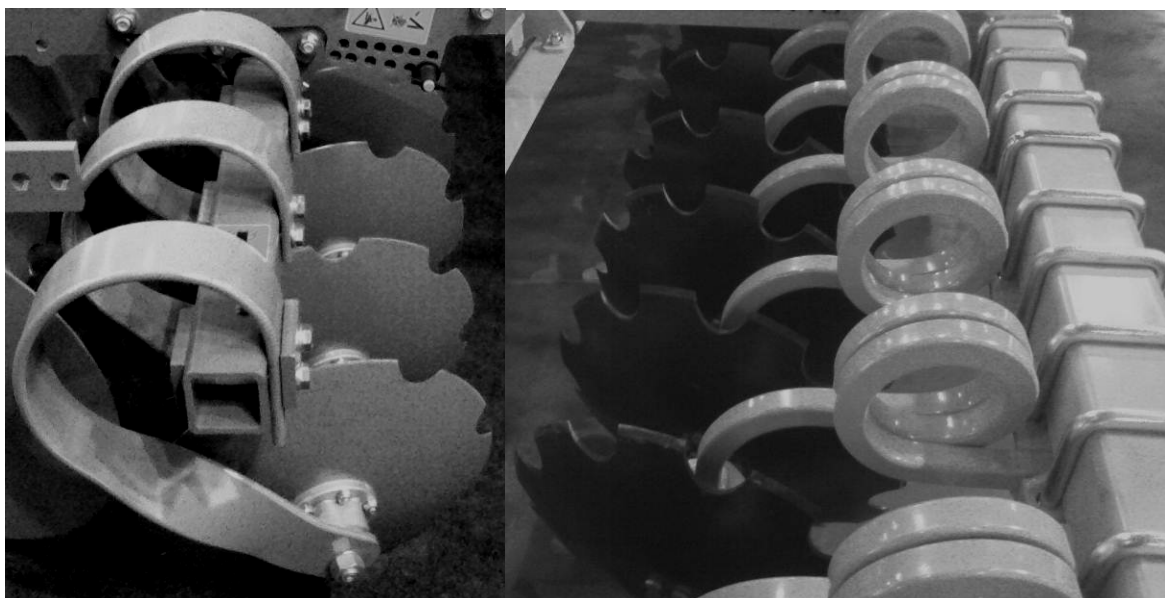
Польська фірма MANDAM виробляє короткі дискові борони серії TAL з індивідуальною навіскою кожного диска на двоелементному стояку (рис. 1.6, в). Елемент з пружної сталі закріплений до рами на нижній грані, огинає поперечний брус в напрямку руху агрегату. Продовженням пружної частини є жорсткий елемент, на якому монтується підшипникова опора сферичного вирізного диска. Подібна конструкція стояка також використовується в диско-лаповому агрегаті SIMBA SLD 460, де кріплення пружної частини до рами виконано на шарнірі, що дозволяє регулювати кут атаки всього ряду дисків гвинтовою тягою (рис. 1.6, г).

Виробники застосовують технічні рішення кріплення на одному стояку здвоєних дисків, які серед ґрунтообробних знарядь з активними кутами атаки та крену має переваги в технічній надійності та забезпечує належну якість розпушування ґрунту. В універсалізації дискових борін батарейного типу, для роботи на кам'янистих ґрунтах, виконують згруповане розміщення дисків на пружному стояку.

В іноземних патентах на конструкторські рішення розроблені пружинні стояки для дискових батарей С та S-подібної форми. В американських патентах описуються конструкції з S-подібною формою стояків, приєднаних до осі чи рамки батареї, що мають додаткову пружину для монтування чистиків, яка кріпиться до підшипникового вузла диска.

В конструкції дискової борони стояк виконано разом з підресорником. В роботі [19] описано дисковий ніж, приєднаний до рами гвинтовою пружиною, що має один кінець, прикріплений через з'єднувальний елемент до рами, а другий кінець – до втулки дискового хвилястого ножа.



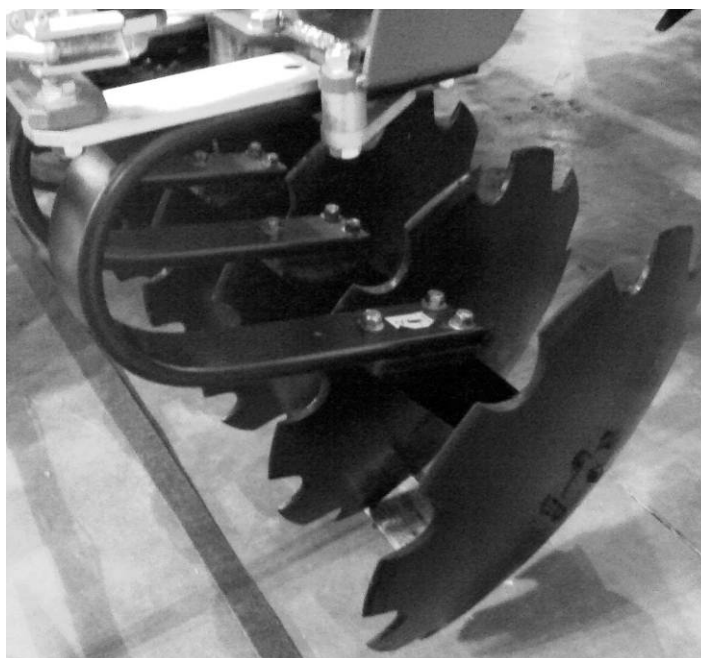


а)

б)



в)



г)

Рисунок 1.6 – Зразки конструкцій пружних стояків іноземних виробників:

- а) — LEMKEN коротка борона Heliodor; б) — AGRISEM луцильник DISC-O-MULCH; в) — MANDAM коротка дискова борона серії TAL; г) — SIMBA Great Plains луцильник X-Press

Також відома з французького патенту [15] комбінація диска, призначеного розмічувати ґрунт, і спіральної пружини у формі знаку запитання. Застосування такої пружини не дозволяє уникнути бічних коливань

диска. У патентах [16, 17] описано дискову борону, що містить опорну раму, закріплені на рамі за допомогою індивідуальних пружинних стояків дискові робочі органи, причому один кінець кожного зі стояків закріплено на рамі, а другий кінець – до підшипникової опори увігнутого дискового робочого органу.

Дискова борона згідно з корисною моделлю № 5114 включає дискові робочі органи, закріплені на рамі окремими пластинчастими пружинними стояками, один кінець кожного з яких має напівеліптичну форму, спрямовану вперед за ходом обертання дискового робочого органу, та закріплений на рамі, а інший кінець являє собою увігнутий підшипник дискового робочого органу, що сполучений з опорою.

Дискові робочі органи за технічним рішенням встановлено на стояку, що складається з двох частин, з'єднаних за допомогою поворотної осі; одна з частин – пружний елемент у вигляді гвинтоподібної спіралі, розміщеної по ходу руху диска попереду балки рами.

Коротку характеристику іноземних зразків дискових ґрунтообробних агрегатів з пружними стояками наведено в Додатку А.

Технічні рішення конструкцій стояків дискаторів закордонного виробництва передбачають можливість відхилення робочого органу.

### **2.3 Класифікація стояків дискових робочих органів**

Запропоновано класифікацію стояків для кріплення дискових ґрунтообробних знарядь до рами агрегату. Ця класифікація містить у собі групи, сформовані за кількістю поєднаних ґрунтообробних знарядь, рухливістю кріплення і формою кріплення до ґрунтообробних знарядь (рис. 1.7).

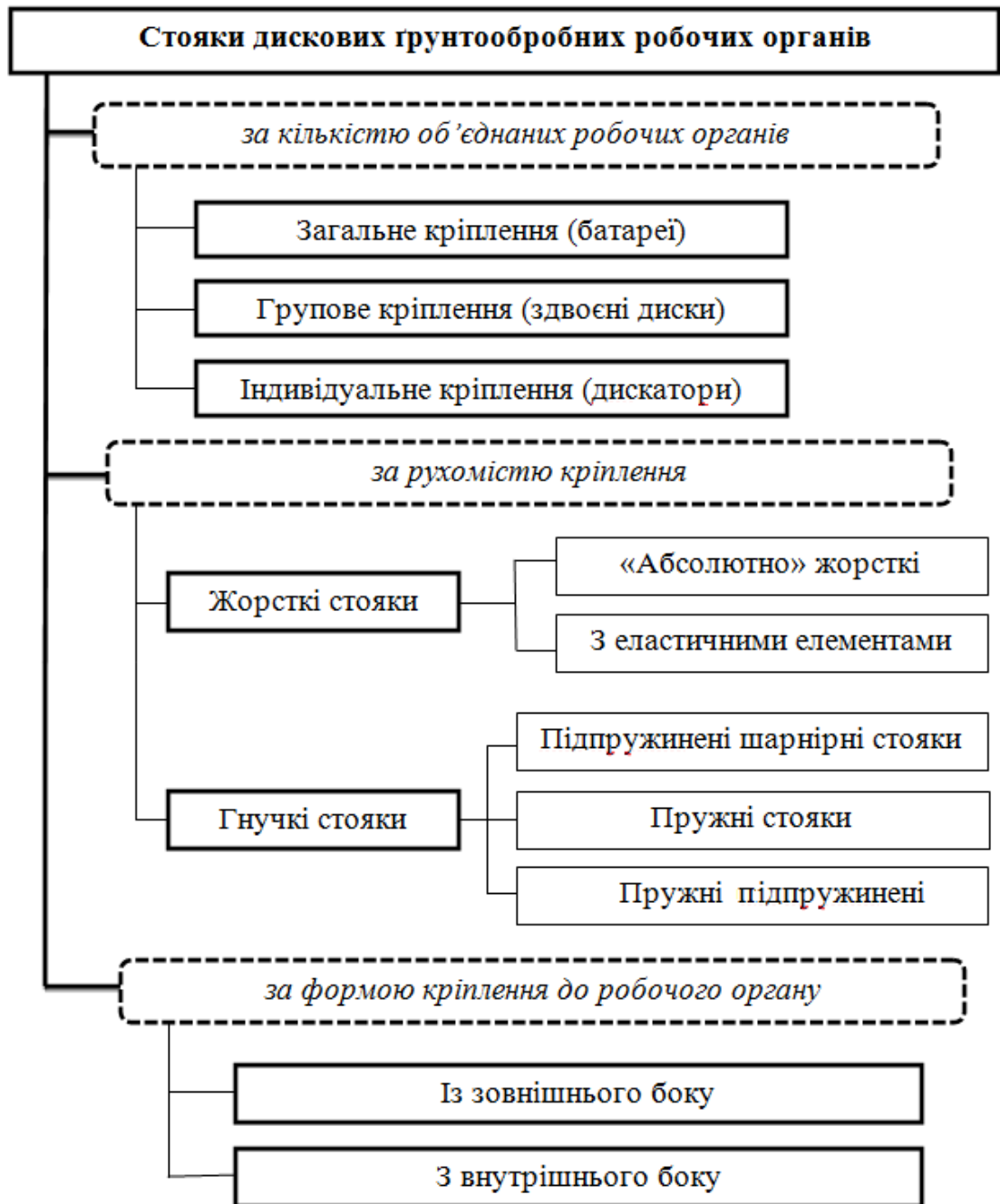


Рисунок 1.7 – Класифікація стояків дискових робочих органів за конструкцією кріплення

Основне призначення гнучких стояків можливої конструкції - запобігання руйнуванню несучих опор і руйнуванню кромки диска під час перевантажень, гасіння пікових динамічних навантажень або копіювання нерівностей поля. Одночасно пропонується розглянути можливість кріплення дискового ґрунтообробного знаряддя до рами агрегату з урахуванням динаміки

грунтообробного знаряддя, як засіб підвищення енергоефективності роботи дискового грунтообробного агрегату.

Для зниження енергоємності обробітку ґрунту дисковим грунтообробним знаряддям може бути використана вібрація еластичного стояка в межах установлених технологічних процесів.

## **2.4 Аналіз основних результатів теоретичних досліджень пружних стояків**

Функціональний процес грунтообробного обладнання на еластичних стояках у попередніх дослідженнях характеризують моделлю, що враховує вплив емпіричних чинників і конструктивних параметрів із матрицею коефіцієнтів. Складна модель робить практично неможливим аналітичне розв'язання задачі. Короткий опис попередніх досліджень наведено в таблиці 2.2 і прийнято для подальшого обговорення.

В експериментальних і теоретичних дослідженнях вчених та описах технічних рішень конструкцій використовувалися різні варіанти термінології пружного стояка, як складової чи функціональної частини грунтообробних знарядь. В подальшому прийнято використовувати термін «пружний стояк».

Прогнозуванню технологічних параметрів та взаємодії диска дискатора з ґрунтом присвячено чимало робіт, але з обґрунтуванням параметрів стояків для диска вони непов'язані. В дослідженнях [25, 26] визначено вплив кутів встановлення диска на тяговий опір знаряддя та складових сил тягового опору. Ці та інші праці доцільно використати як вихідну інформацію про сферично-дискові робочі органи та характеристики зовнішньої дії ґрунтового середовища, що є джерелом збурення коливань пружного стояка.

Введення пружних елементів у конструкцію кріплень дискових робочих коліс дає змогу виникнути саморегуляції системи, тобто здатності елементів і системи загалом змінювати свою структуру.

Таблиця 1.2 – Основоположні дослідження з обґрунтування параметрів пружних стояків

Автор	Основні положення	Схеми
Рябцев Г.А.	Зусилля, що сприймається пружним стояком робочого органу, менше ніж збурююче зусилля на величину «динамічної поправки». Після сколювання ґрунту енергія пружного стояка віддається робочому органу. Кількісне зниження тягового опору виражається співвідношенням роботи. Збільшення кількості енергії, яка віддається стояком робочого органу, від збільшення коливальної маси і зниження жорсткості системи.	
Базаров В.П.	Стійкі коливання виникають за умови рівності середнього значення тягового опору та точки перегину характеристики пружних сил стояка з двома пружними елементами.	
Шевченко І.А.	Зведену масу визначають способом механічного баластного довантаження. Визначають амплітудно-частотні характеристики коливальної системи. Випадкову функцію опору руху робочого органу в ґрунтовому середовищі замінюють сумою гармонічних функцій.	
Кушнар'ов С.А.	Аналітичний метод визначення характеристики відновної сили стояка будь-якої конфігурації на основі теорії нелінійних задач статички тонких стержнів.	
Ігнатенко І. В.	Динамічна модель процесу, що враховує наявні просторові пружні зміщення робочого органу під дією сил опору та її зворотний вплив у вигляді матрично-векторних рівнянь в канонічній формі в просторі станів у формі Коші, в яких фазові	

Автор	Основні положення	Схеми
	координати прийняті як зміни вектора стану.	

Виходячи зі схеми саморегуляції системи "джерело енергії - пекарський порошок - ґрунт" (рисунок 1.8), коливання пружного стояка можна розглядати як результат процесу, в якому реалізуються природні властивості ґрунту, а саме його здатність до тендітної, в'язкої та пластичної деформації і руйнування за різних умов напруження [1].

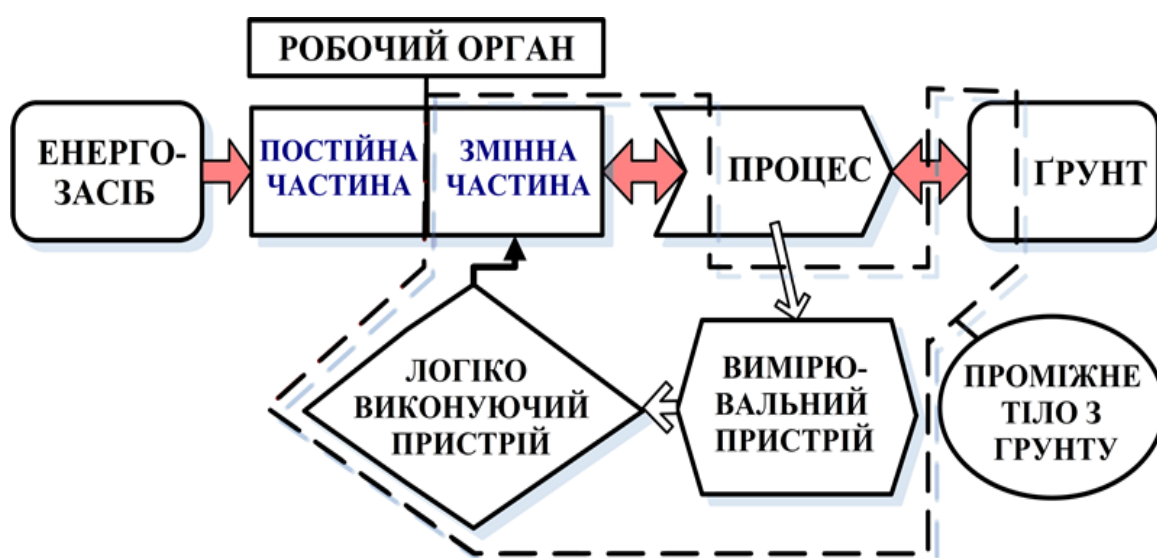


Рисунок 1.8 – Схема саморегулювання в системі «джерело енергії – розпушувач – ґрунт»

Потік енергії від джерела енергії передається робочим органом в об'єм ґрунту і через межі різних зон структури та між різними зонами напружено-деформованого стану. Таким чином, у системі "джерело енергії - розпушувач - ґрунт" виникає підсистема, що забезпечує зворотний зв'язок і самоконтроль. Пружний стояк дискового ґрунтообробного знаряддя можна розглядати як приймач і передавач змінної кінетичної енергії, що залежить від структури ґрунту, що обробляється, в даний момент часу. Дослідження мають бути спрямовані на вивчення концептуальних схем і обчислювальних моделей

передавання та циркуляції енергії в системах "ґрунт-диск-пружний стояк" з урахуванням випадкового характеру реакцій ґрунту.

## **2.5 Висновки з розділу**

Оскільки культиватори, плуги та дискатори виконують різні функції під час обробітку ґрунту і мають значні конструктивні відмінності одне від одного, методи розрахунку не можна автоматично застосовувати від одного знаряддя до іншого. Процес взаємодії ґрунту з сферичним диском на пружному стояку відрізняється від моделей, розроблених для пасивних робочих органів, тому необхідно провести дослідження в даному напрямку.

Хоча було приділено достатньо уваги розробці теоретичних основ і експериментальному дослідженню процесу взаємодії ґрунтообробного робочого органу на пружному стояку з ґрунтовим середовищем, роботи попередників переважно зосереджені на вивченні причин коливань пружно закріпленого робочого органу та їх впливу на параметри коливань. Проте недостатньо досліджено вплив динамічних характеристик пружного стояка на технологічні показники роботи сферичного диска.

## **3 РОЗРОБКА ДИСКОВОГО РОБОЧОГО ОРГАНУ НА ПРУЖНОМУ СТОЯКУ**

### **3.1 Загальна концепція взаємодії пружно закріпленого сферичного диска з ґрунтом**

Одним з основних шляхів розв'язання основних проблем енергозбереження в сільськогосподарському виробництві є впровадження елементів системи адаптивного управління технічними процесами, що змінюються в часі, залежно від зовнішніх впливів ґрунтового середовища та завдань виконання агротехнічних вимог, між геометрією робочого органу та фізичними процесами деформації ґрунту. Ідея полягає в тому, щоб знайти відповідність. Альтернативним технічним рішенням для такого елемента є пружний стояк робочого органу з прийнятними динамічними характеристиками.

Пояснення енергоефективності використання пружних стояків криється у фізичних засадах механіки ґрунтів і вираженні їхніх міцнісних властивостей. Зважаючи на залежність стану ґрунту, показану на малюнку деформації за різних нормальних напружень  $\sigma_1$  і  $\sigma_3$  з відносною деформацією  $\varepsilon$  і різницею координат  $\sigma_1 - \sigma_3$ , навантаження під кривою в'язкого і крихкого руйнування істотно відрізняється і слугує резервом підвищення ефективності. У процесі деформування ґрунту робочими органами на їхній поверхні формуються дві зони з різним характером деформування - пластичної течії на поверхнях ковзання та зсувного деформування з ознаками крихко-пружного руйнування об'єму, які просторово розділені полями стискальних і розтягувальних напружень і деформацій. На жорстко закріплених ґрунтообробних машинах межі цих зон являють собою саморегульований динамічний процес з ознаками зворотного зв'язку, роль якого виконують частини ґрунтового шару. У разі дискових ґрунтообробних знарядь на пружних стійках, можливі осередки утворення ядра консолідації постійно розсіюються за рахунок їхньої вібрації, а більш



енергоємне тертя ґрунт-ґрунт замінюється тертям метал-ґрунт із меншим коефіцієнтом тертя.

Процес взаємодії між пружно закріпленим сферичним диском і ґрунтом можна коротко описати за допомогою концептуальної схеми. В її основі лежить зворотно паралельна комбінація двох частин: "пружної фіксації", що характеризує пружне відхилення робочого тіла, і "тягового опору", що являє собою енергію технічного процесу (рис. 3.1).

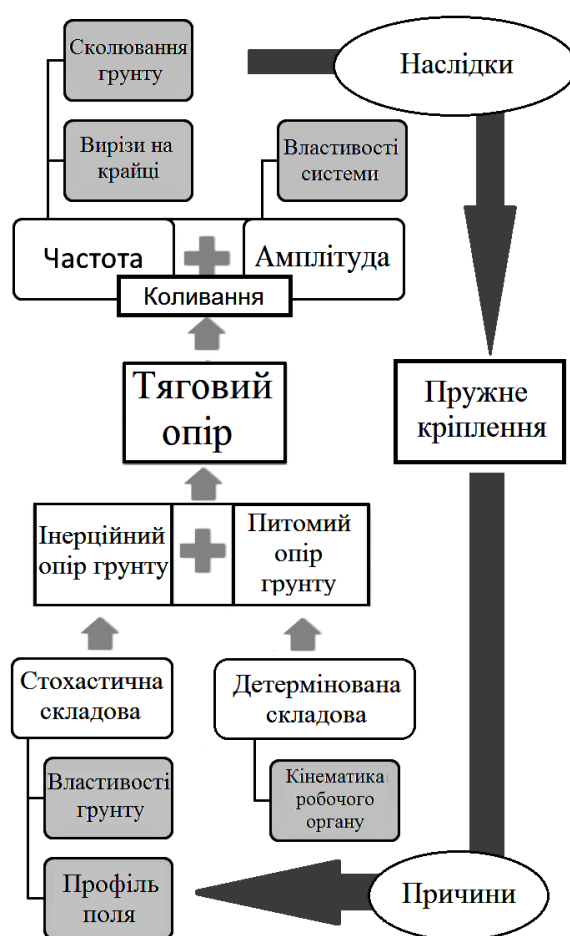


Рисунок 3.1 – Структурна схема діючих факторів у процесі взаємодії пружно закріпленого диска з ґрунтом

В залежності від напрямку відхилення пружного стояка  $\delta$  можливі три кінематичні режими його роботи: заглиблення  $d\delta > 0$ ; рівновага  $d\delta = 0$  та виглиблення  $d\delta < 0$ . При цьому поперечні коливання, через властивість диска до самовстановлення по лінії тяги, приймаємо як другорядні. Для спрощення,

коливання пружного стояка дискового робочого органу розглянемо у вертикальній площині зорієнтованій по рівнодійній сил опору.

Робочий орган в процесі руху в ґрунтовому середовищі бере участь у різноманітних коливальних процесах, які умовно можна розділити на три групи:

1. Коливання від рушіїв (коливання машинно-тракторного агрегату як системи; коливання рушіїв, що передаються на агрегат через зчіпку);
2. Коливання самого агрегату (коливання агрегату, як системи; коливання окремих вузлів та агрегатів, по відношенню до яких стояк та робочий орган є віброзалежними);
3. Власні коливання робочого органу від опору ґрунту.

Найбільш вагоме значення для технологічних властивостей агрегату мають коливання третьої групи.

Прийнято припущення, що енергетичний засіб та рама агрегату є абсолютно жорстким тілом. Таке обмеження пояснюється тим, що під час усталеного руху агрегату суттєвою є взаємодія з профілем поля та опором ґрунту. Власні коливання енергетичного засобу, обумовлені жорсткістю пневматики та з плином часу затухають.

Програма обґрунтування стояка полягає у контролюванні глибини ходу дискового робочого органу під робочим навантаженням та використанні коливань стояка з обмеженнями за технологічними вимогами.

Ефективне використання динамічних явищ для зниження енергетичних затрат на обробіток ґрунту потребують розроблення динамічної моделі взаємодії робочого органу з ґрунтом, як рівняння динаміки руху системи «ґрунт – диск – пружний стояк» для теоретичного і експериментального визначення впливу динамічних параметрів стояка на якісні та енергетичні показники технологічного процесу дискового ґрунтообробного агрегату.

Найбільш вагоме значення для технологічних властивостей агрегату мають власні коливання робочого органу, спричинені збурюючою дією ґрунтового середовища.

### 3.2 Основні властивості зовнішньої дії під час роботи диска на пружному стояку

Геометрія ріжучої крайки диска, мікронеоднорідності ґрунту (ущільнення, наявність рослинних решток на полі, стохастичні фізико-механічні властивості ґрунту) та коливання швидкості руху агрегату є основними причинами коливання робочого органу на пружному стояку, оскільки викликають появу змінних сил опору ґрунту між ґрунтом та різними ділянками поверхні робочого органу, що з ним дотикаються. Сукупний вплив причин коливань визначає зовнішню дію на процес взаємодії дискового робочого органу на пружному стояку з ґрунтовим середовищем.

Тяговий опір  $F_{\text{опору}}$ , як реакція на зовнішню дію ґрунту та фактор навантаження на пружний стояк, визначається інтегральною залежністю. Більш практичним у використанні є момент сил опору  $\vec{M}_{\text{опору}}$ .

Якщо розміри робочого органу перевищують характерні розміри неоднорідності ґрунту, то сили, що діють на різні ділянки поверхні диска, в процесі роботи будуть змінюватися без кореляційного зв'язку, тобто не лише за величиною  $\vec{F}_{\text{опору}}$  та напрямком, а й за точкою прикладання  $\vec{F}_{\text{опору}}$ . Аналогічна ситуація спостерігатиметься і для  $\vec{M}_{\text{опору}}$ .

Прийmemo, що сила опору  $F_{\text{опору}}$  складається з двох складових:

$$\vec{F}_{\text{опору}} = \vec{F}_{1\text{опору}} + \vec{F}_{2\text{опору}}, \quad (3.1)$$

де  $\vec{F}_{1\text{опору}}$  — являє собою “регулярну” складову сил опору, середнє значення її коливань;  $\vec{F}_{2\text{опору}}$  — змінна складова, як наслідок коливань.

Виділимо в  $\vec{F}_{1\text{опору}}$  визначену залежність від швидкості, розклавши її в ряд Тейлора за відхиленнями швидкості від деякої середньої швидкості  $V_0$

$$\vec{F}_{1\text{опору}} = b_0 + b_1(V - V_0) + b_2(V - V_0)^2 + b_3(V - V_0)^3 + \dots, \quad (3.2)$$

де  $b_0 = \bar{F}_{1опору}(V = V_0)$  в багатьох випадках іншими складовими можна знехтувати, якщо відхилення  $(V - V_0)$  не досягають великих значень.

Характер зміни  $\bar{F}_{2опору}$  стохастичний (випадковий) як за величиною, так і за напрямком. Однак в ряді випадків можна прийняти, що  $\bar{F}_{2опору}$ , співпадаючи з  $\bar{F}_{1опору}$ , коливаються відносно положення рівноваги з деякою середньою частотою  $\omega_2$  та амплітудою  $a_2$ , тобто  $F_{2опору}$  прийнято описувати залежністю:

$$F_{2опору} = a_2 \cdot \sin(\omega_2 t + \varphi_2), \quad (3.3)$$

Більш загальний вираз:

$$F_{2опору} = \bar{i}F_{2СХ} + \bar{j}F_{2СУ} + \bar{k}F_{2СЗ}, \quad (3.4)$$

або

$$F_{2опору} = a_{2m} \cdot \sin(\omega_{2m} t + \varphi_{2m}), \quad m = x, y, z \quad (3.5)$$

В разі крутильних коливань доцільно користуватися виразами (3.1 — 3.5) відносно до  $M_{1опору}$ . В такому випадку залежність  $M_{1опору}$  від кута повороту буде мати аналогічний вигляд.

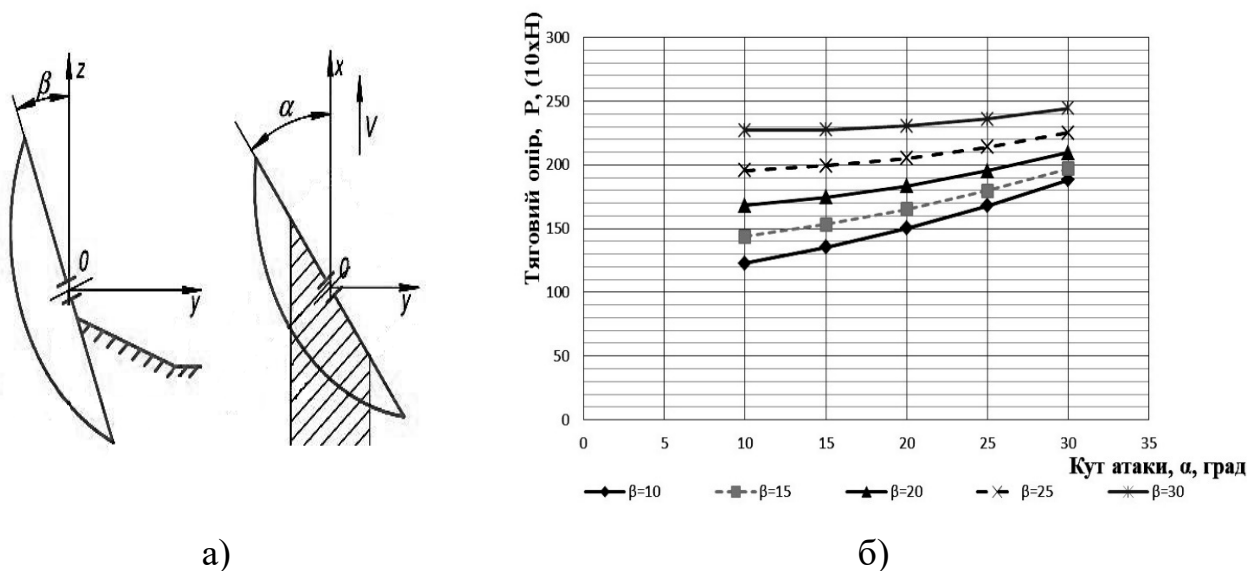


Рисунок 3.2 – Тяговий опір сферичного диска в залежності від кутів встановлення: а) – схема кутів просторового розміщення сферичного диска з кутами атаки  $\alpha$  та підрізання  $\beta$ , б) – залежності тягового опору сферичного диска від зміни кутів встановлення

В прийнятих припущеннях (3.5) коливання будуть складатися з частин затухаючих коливань з різними початковими амплітудами та фазами, «сполученими» випадковим чином. Для визначення динамічних характеристик системи «ґрунт – диск — пружний стояк» необхідно отримати вагову функцію, що визначає реакцію системи на одиничну імпульсну функцію, таким чином будуть враховані значення вхідного процесу для безкінечного інтервалу часу.

Ефект зміни режимів і геометрії різання чинить зворотний зв'язок на величину тягового опору. Вплив кутів атаки  $\alpha$  та підрізання  $\beta$  використано в першому наближенні, для більшої достовірності застосовуються залежності (рис. 3.2).

Пружні відхилення стояка змінюють значення сил, що їх спричинили та призводять до появи ряду динамічних ефектів, які неможливо пояснити без врахування зворотного зв'язку.

Сили, що діють на півсферичний диск та передаються на пружний стояк, прийнято розглядати як такі, що мають дві складові – регулярну та випадкову.

### 3.3 Визначення величини пружних відхилень за конфігурацією стояка

Знайдемо пружні відхилення спірального стояка під дією зовнішніх сил. Розрахункову схему наведено на рисунку 3.3.

Горизонтальне відхилення точки  $c$ :

$$\delta_{cx} = \frac{F_{опору} \cdot r}{E \cdot I} \int_0^{\frac{3\pi}{2}} (h_{cm} + r - r \cdot \cos \gamma) \cdot (r - r \cdot \cos \gamma) d\gamma = \frac{F_{опору} \cdot r}{E \cdot I} \cdot (5,71 \cdot h_{cm} \cdot r + 9,065 \cdot r^2), \quad (3.6)$$

де  $h_{cm}$  — висота стояка, що знаходиться з виразу  $h_{cm} = l_{cm} \cdot \cos \varphi$ ;

$r$  — радіус заокруглення стояка.

Вертикальне відхилення точки  $c$ :

$$\delta'_{cz} = \frac{Fz_{опору} \cdot r^3}{E \cdot I} \int_0^{\frac{3\pi}{2}} \sin^2 \gamma d\gamma = \frac{3\pi}{4} \cdot \frac{Fz_{опору} \cdot r^3}{E \cdot I}. \quad (3.7)$$

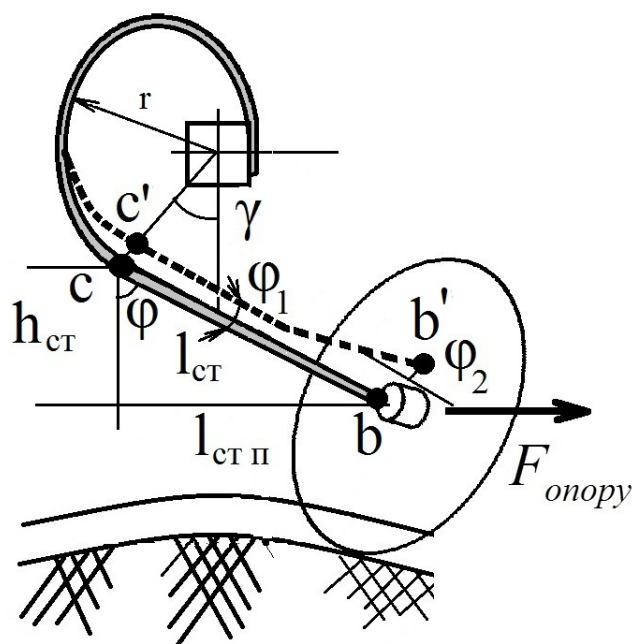


Рисунок 3.3 – Розрахункова схема спірального стояка

Внаслідок пружних деформацій точка  $c$  переходить в точку  $c'$ , точка  $b$  переходить в  $b'$ , тобто відбувається розворот ділянки  $cb$  проти годинникової стрілки на кут  $\varphi_p$ , що приблизно дорівнює сумі кутів  $\varphi_1$  між відрізками  $[cb]$  і  $[c'b]$  та кута  $\varphi_2$  що утворюється від прогинання зовнішньою дією у точці  $b$ , тобто:

$$\varphi_p = \varphi_1 + \varphi_2. \quad (3.8)$$

Наведемо один з варіантів визначення відхилень за отриманою залежністю (3.8). Вхідні дані для розрахунку наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Параметри спірального пружного стояка

Показник	Значення
Площа поперечного перерізу стояка, $S$ , мм <sup>2</sup>	1260
Радіус заокруглення стояка, $r$ , мм	204,5
Момент інерції стояка, $I$ , мм <sup>4</sup>	20580
Модуль пружності, $E$ , Н/мм <sup>2</sup>	$2 \cdot 10^5$
Ширина поперечного перерізу стояка, $b$ , мм	90
Висота поперечного перерізу стояка, $h$ , мм	14

Графічну залежність відхилень стояка з параметрами перерізу  $b \times h$  від навантаження, що моделює  $F_{опору}$ , зображено на рисунку 3.4.

Розрахункова жорсткість стояка з конструкційними параметрами вказаними в таблиці 3.1, становить 20 Н/мм.

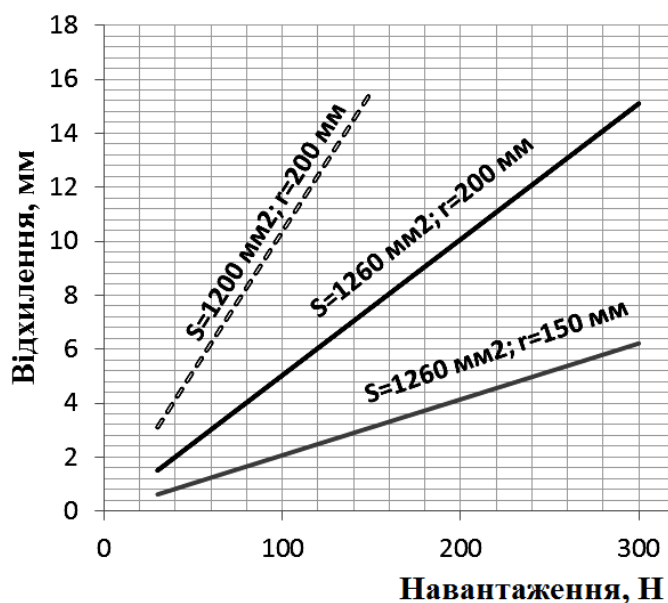


Рисунок 3.4 – Залежність відхилень пружного стояка  $\delta_{cy}$  від величини навантаження  $F_{опору}$  (характеристика жорсткості):  $S$  – площа поперечного перерізу стояка, мм<sup>2</sup>;  $r$  – радіус заокруглення стояка, мм

Таким чином, отримані залежності дозволяють визначати пружні вертикальні відхилення стояків під дією зовнішніх сил та описувати характеристики жорсткості пружних стояків  $\delta_z = f(\vec{F}_{опору})$  як лінійні. Застосований метод використовується для порівняння статичних властивостей стояків і не підтверджується для значних відхилень.

В кожній з вищерозглянутих конструкцій на ділянці кріплення пружного стояка до бруса рами діє максимальний згинальний момент. Запропоновано конструкційне рішення в якому стояк виконано зі змінним поперечним перерізом по довжині відповідно до зміни величини згинального моменту.

За виконаною оцінкою впливу конструкційних параметрів системи «грунт – диск — пружний стояк» на стійкість ходу дискового робочого органу у вертикальній площині встановлено, що жорсткість стояків може бути однаковою незалежно від конфігурації. Отже, конструкційні параметри є другорядними, що обґрунтовує необхідність розглядати процес взаємодії дискового робочого органу на пружному стояку з ґрунтовим середовищем за динамічними характеристиками.

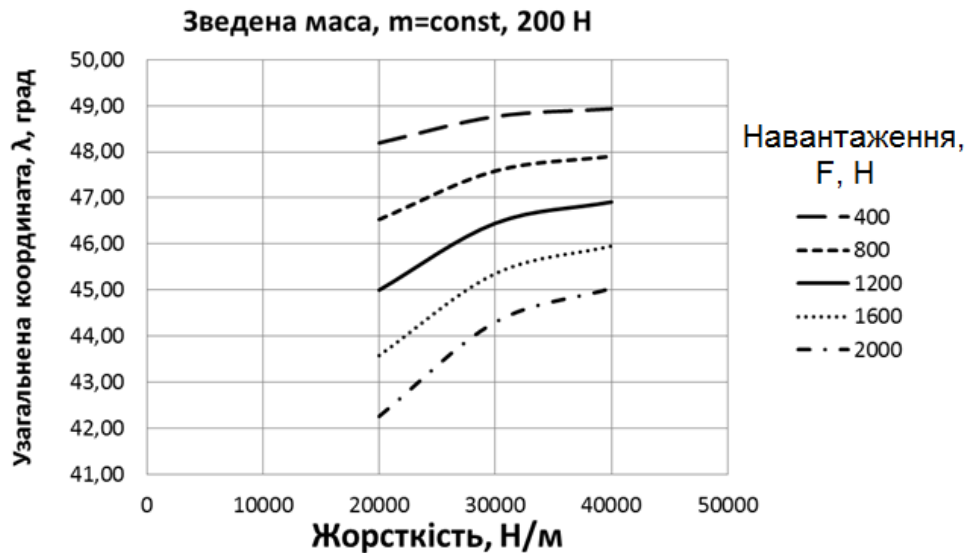
### **3.4 Обґрунтування динамічних характеристик пружного стояка сферичного диска**

Теоретично неможливо визначити динамічну реакцію ґрунтового середовища на прикладену дію через неголономність та нестационарність зв'язку диску з ґрунтом. Тому встановити будь-які залежності між конструкційними параметрами пружного стояка та величиною зниження тягового опору, при заданих якісних обмеженнях, можливо лише експериментальним шляхом, а процес взаємодії дискового робочого органу на пружному стояку з ґрунтовим середовищем, з урахуванням випадкового характеру реакції ґрунту – обґрунтуванням динамічних характеристик стояків за розробленою вище моделлю.

Важливою особливістю отриманої вище моделі є розкриття зворотного зв'язку, коли пружні відхилення викликають зміну величини сил, що їх спричинили та призводять до появи динамічних ефектів.

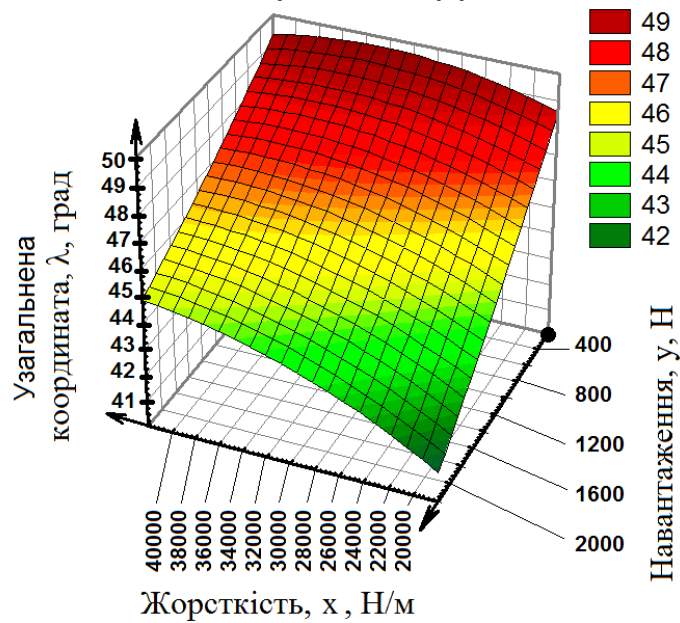
Проаналізовано вплив конструкційних параметрів пружного стояка (жорсткості, зведеної маси) на стійкість ходу сферичного диска (динамічні характеристики) в графічному вигляді. Оцінено вплив динамічних характеристик системи на стійкість ходу робочого органу у вертикальній площині зорієнтованій по рівнодійній сил опору за випадкового характеру реакції ґрунту. Обчислення за рівністю 3.98 виконано на ЕОМ.





а)

$$\begin{aligned} \text{Узагальнена координата, } \lambda \text{, град} = \\ = 45,6618 + 0,0003 \cdot x - 0,0054 \cdot y - 4,6217 \cdot 10^{-9} \cdot x^2 + \\ + 6,3505 \cdot 10^{-8} \cdot x \cdot y + 2,0028 \cdot 10^{-7} \cdot y^2 \end{aligned}$$



б)

Рисунок 3.5 – Зміна реакції пружного стояка (узагальненої координати) від величини навантаження та його жорсткості: а) – площинна модель, б) – просторова квадратична апроксимація

Зв'язок зміни узагальненої координати з жорсткістю пружного стояка та величиною зовнішньої дії — нелінійний (рис. 3.5), збільшення величини зовнішньої дії в 5 разів підвищує чутливість системи з жорсткістю 20 кН/м на

12%. Використовуючи залежність, можна об'єктивно оцінити налаштування глибини обробітку дисковим агрегатом, враховуючи початкове відхилення пружного стояка від ваги агрегату та регулярної складової сили опору (робоче положення пружного стояка).

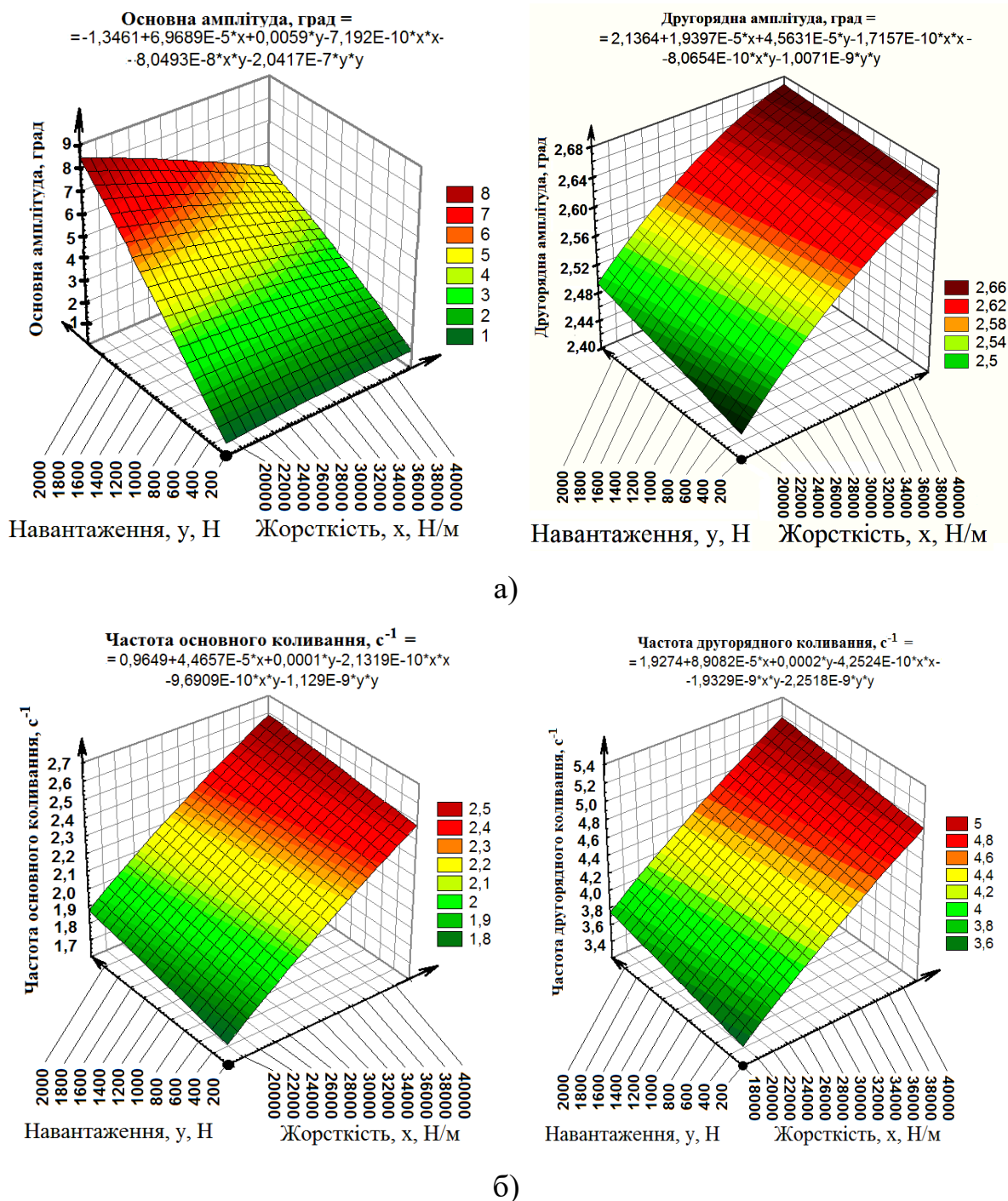
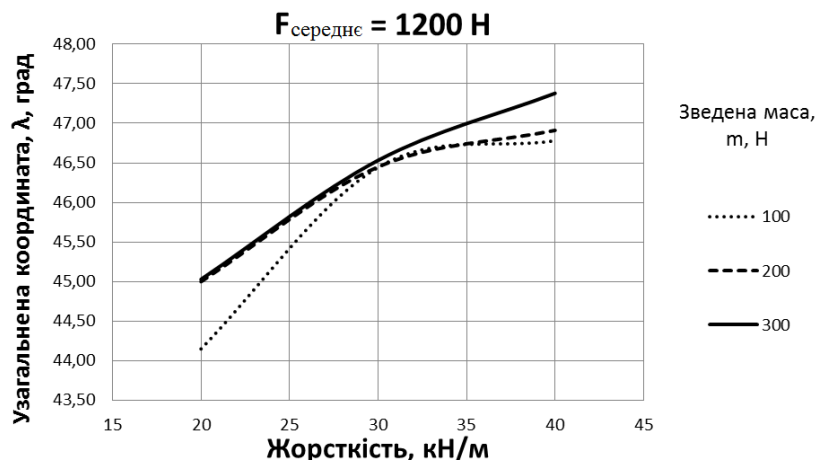
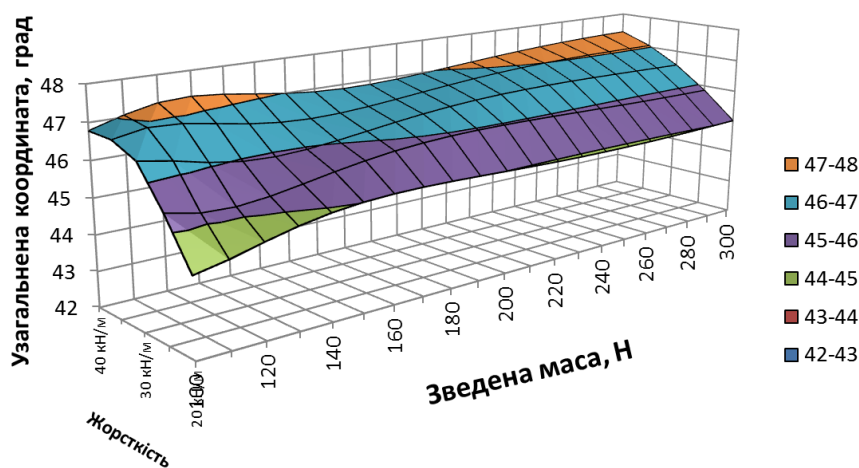


Рисунок 3.6 – Залежності змін амплітуди ( $\Delta\lambda$ ) а) і частоти б) коливань пружного стояка за сталого значення зведеної маси 200 Н (динамічні характеристики)

Закономірності змін частоти і амплітуди коливань пружного стояка (за сталого значення зведеної маси 200 Н) характеризують поведінку системи при збільшенні жорсткості та пружних відхиленнях від зовнішньої дії (рис. 3.6).



а)



б)

Рисунок 3.7 – Зміна узагальненої координати від величини зведеної маси та жорсткості пружного стояка ( $\vec{F}_{\text{лонору}} = 1200 \text{ Н}$ ): а) – площинна модель,

б) – просторова модель

Вібрацію пружного стояка використовували для спостереження за рівномірністю ходу по глибині робочого органу, що є показником якості виконання процесу диском:

$$H \cdot (1 - \sin \lambda) \leq \Delta, \quad (3.9)$$

де  $\Delta$  — агротехнічний допуск рівномірності ходу по глибині робочого органу (для дискових знарядь середньоквадратичне відхилення від встановленого —

15 мм);  $H$  – відстань по вертикалі між горизонтальною площиною в точці кріплення пружного стояка з рамою агрегату до дна борозни обробленого ґрунту, мм.

Перевищення допустимого значення амплітуди коливань системи порушує рівномірність обробітку ґрунту.

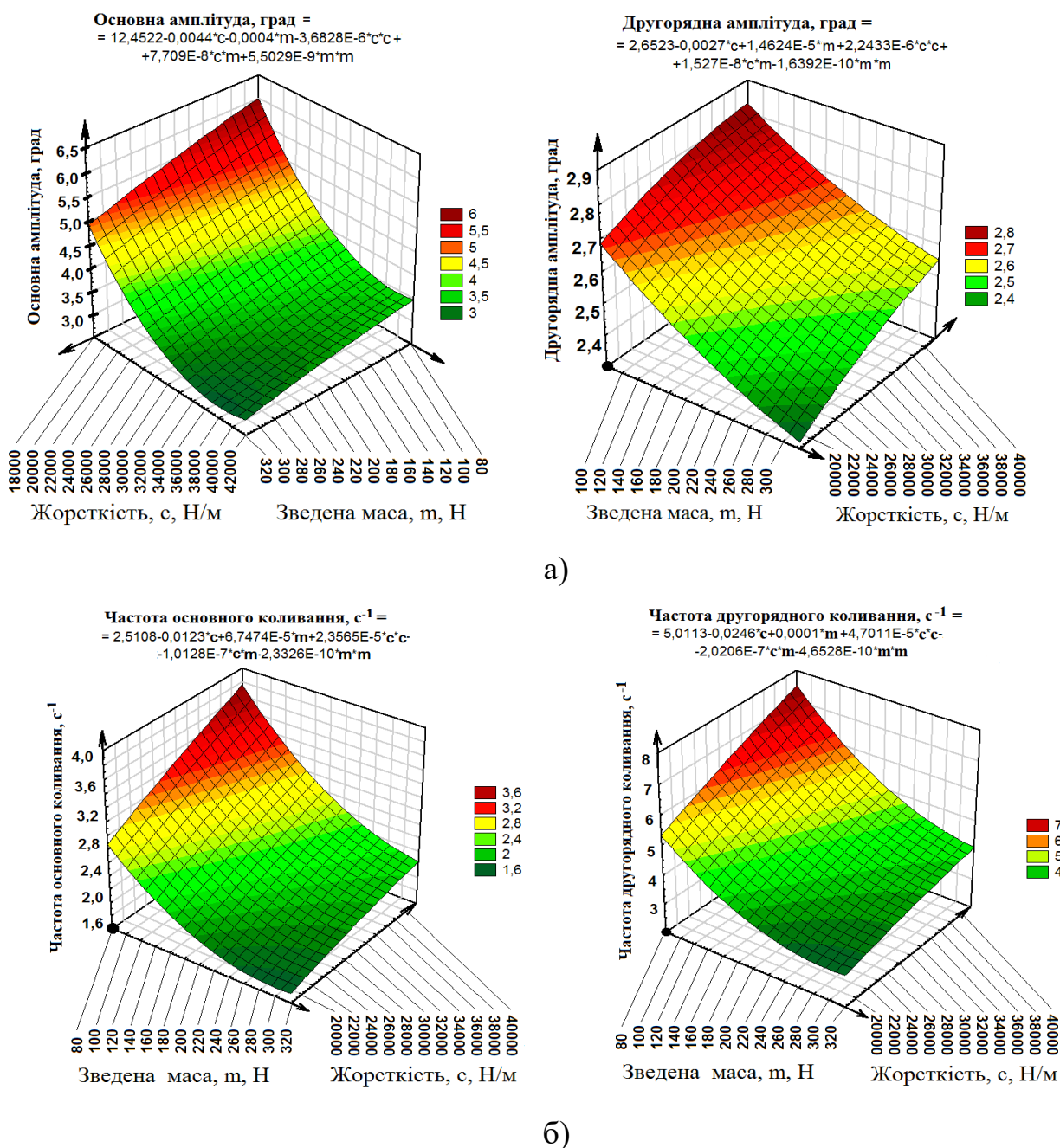


Рисунок 3.8 – Залежності змін (просторові квадратичні апроксимації) амплітуди (Δλ) а) і частоти б) коливань пружного стояка при середньому значенні регулярно складової сил опору  $\vec{F}_{1опору} = 1200$  Н (динамічні характеристики)

Для підвищення стійкості ходу дискового робочого органу по глибині можна скористатися двома способами: а) зміною характеристик жорсткості, тобто конфігурації пружного стояка, або б) зміною зведеної маси, а саме маси робочого органу за постійної конструкції пружного стояка (обґрунтування динамічних характеристик).

Зв'язок зміни узагальненої координати від збільшення жорсткості та зведеної маси — неоднозначний (рис. 3.7). На ділянці жорсткості від 20 до 30 кН/м поведінка системи зі зведеними масами 200 і 300 Н однакова, а на ділянці від 30 до 40 кН/м система однаково реагує при зведених масах 100 та 200 Н.

Закономірності змін частоти і амплітуди коливань пружного стояка за середнього значення зовнішньої дії 1200 Н характеризують поведінку системи при збільшенні жорсткості та зведеної маси (рис. 3.8).

Амплітуда основних коливань пружного стояка збільшується на 1 градус у разі зменшення маси муфти на 280 Н, тобто жорсткість пружного стояка зменшується на 32 кН/м (рис. 3.8, а). Частота основних коливань стояка збільшується на 1 Гц у разі збільшення маси муфти на 150 Н, тобто жорсткість пружного стояка збільшується на 27 кН/м (рис. 3.8, б).

Динамічні характеристики еластичного стояка (рис. 3.6-3.8), отримані під час поверхневого обробітку ґрунту (на глибину до 8 см), відповідають вихідним вимогам до агрегату і здатні підвищити енергоефективність його роботи.

### **3.5 Висновки з розділу**

Набула подальшого розвитку концептуальна схема саморегулювання в системі взаємодії дискового робочого органу з ґрунтом введенням змінного в часі елемента – пружного стояка, що спричиняє розсіювання осередків утворення в'язко-пластичних зон деформованого стану ґрунту. Зовнішню дію ґрунтового середовища на пружний стояк прийнято розглядати як тяговий опір,

який спричиняє навантаження на стаяк з двох складових – регулярної та випадкової, та є фактором для обґрунтування параметрів.

Розроблені математичні залежності відгуку стаяка на навантаження з боку ґрунту дозволяють узагальнити геометричні параметри різних за конфігурацією стаяків і виразити їх через зведену довжину, жорсткість та зведену масу.

Амплітуда основної вібрації стаяка збільшується на 1°, якщо сумарна маса становить 280 Н або жорсткість пружного стаяка змінюється на 32 кН/м. Частота основної вібрації стаяка збільшується на 1 Гц, якщо сумарна маса становить 150 Н або жорсткість пружного стаяка змінюється на 27 кН/м..

#### 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

*Вимоги безпеки при експлуатації дискової борони.* До користування і обслуговування важкої дискової борони БДВ-3,5Р та її варіантів повинні бути допущені особи, які ознайомлені з її структурою і пройшли курси з вивчення будови та правил експлуатації цього обладнання.

Робота з бороною дозволяється лише кваліфікованим трактористам.

Борона повинна бути оснащена світловідбивачами відповідно до стандарту ГОСТ 8769. Допускається також нанесення чергування червоних та білих, або жовтих та чорних смуг на елементи конструкції машини під кутом 45° до вертикалі з відстанню між ними 50 мм.

Системи гідравліки борони мають бути надійними, не допускають витоків мастила та самовільного опускання робочих органів. З'єднання гідросистеми борони з гідросистемою трактора здійснюється за допомогою розподільних муфт.

Борона має мати механічні замки для надійної фіксації бокових секцій під час транспортування.

На бороні мають бути розміщені попереджувальні написи, що наголошують на необхідності перевірки фіксації бокових секцій та відсутності стояння біля них під час роботи.

Випадкове потрапляння паливо-мастильних речовин на ґрунт під час роботи з бороною, а також в процесі експлуатації, заборонено. Маслянки повинні бути розташовані так, щоб забезпечувати зручний та безпечний доступ до них.

Борона повинна бути укомплектована необхідним інструментом для обслуговування в умовах поля.

Для очищення дисків борона має мати ручний чистик.

Кут атаки дисків може змінюватися відповідно до необхідності заглиблення. Перед початком роботи необхідно перевірити правильність

з'єднань і зтяжку всіх болтових з'єднань, особливо гайок та штуцерів гідросистеми.

Робота з бороною дозволяється лише при "плаваючому" положенні розподільника гідросистеми трактора та "нейтральному" для гідропідвіски трактора. Висота причіпної дошки повинна бути налаштована так, щоб заглиблення передніх і задніх дисків було однаковим.

У надзвичайно важких умовах роботи висота причіпної дошки повинна бути налаштована так, щоб заглиблення передніх дисків було менше, ніж задніх.

Під час роботи необхідно переконатися, що диски батарей постійно обертаються. При зупинці дисків потрібно очистити проміжок між ними і підтягнути гайку кріплення.

Не дозволяється їздити назад з опущеними дисками. Поворот борони на кінці гону проводиться з піднятими дисками.

Регулювання глибини обробітку виконується шляхом зміни кута атаки дисків. Регулювання положення чистиків виконується відпустивши гайки їх кріплення та налаштувавши зазор між чистиком та диском.

При переїзді необхідно зафіксувати вісь коліс та рами праворуч і ліворуч.

*Вимоги щодо безпеки під час підготовки до роботи, технічного обслуговування і транспортування важкої дискової борони.* Складання важкої дискової борони включає такі етапи:

- Встановлення рами з віссю на опорні колеса.
- Монтаж поперечних брусів з рамами лівої та правої батарей, при цьому задній поперечний брус розміщується між задніми опорами на поздовжніх брусах.
- Закріплення лівого крайнього бруса на поперечних брусах за допомогою хомутів з гайками, забезпечуючи притискання лівого бруса до упорів.
- Установка батарей.
- Перевірка змащення борони.



- Випробування борони, включаючи перевірку роботоздатності гідросистеми, під'єднання до трактора та проведення тестування у різних положеннях, а також перевірку тиску в пневматичних шинах.

- Проведення обкатки борони у роботі зі швидкістю до 10 км/год протягом зміни, після чого перевірка всіх різьбових з'єднань і, при необхідності, їх підтягування.

Підготовка до роботи включає агрегування борони з трактором 3 класу тяги, що передбачає:

- Встановлення причіпної дошки в шарніри нижніх тяг заднього навісного пристрою та підтягування обмежувальних ланцюгів.

- Під'єднання борони до упряжної скоби та встановлення страхувального ланцюга.

- З'єднання гідросистеми борони з гідросистемою трактора, встановлення необхідного кута атаки батареї, від'єднання транспортних розтяжок осей коліс і бокових рам.

Для підтримки відповідного технічного стану борони регулярно виконують технічне обслуговування, яке включає очищення від ґрунту та інших забруднень, огляд всіх складових одиниць і робочих органів, перевірку тиску у пневматичних шинах, змащення тертьових поверхонь, а також усунення виявлених недоліків.

Післясезонне технічне обслуговування включає всі операції щозмінного обслуговування, а також промивання робочих органів у гасі та покриття захисним мастилом для запобігання корозії.

Борону зберігають у закритому приміщенні або під навісом на дерев'яному настилі у штабелі висотою до 1 метра зубами донизу, відповідно до вимог ГОСТ 7751-84.

Транспортування борони до місця призначення проводиться у відкритих або закритих залізничних вагонах або будь-яким іншим транспортним засобом відповідно до "Правил перевезення вантажів". Маркування вантажних місць

виконується фарбуванням по трафарету відповідно до конструкторської документації.

Розроблено нову конструкцію дискової борони шляхом створення нового дискового робочого органу та котка. Ця нова конструкція дозволяє скоротити поздовжню базу знаряддя на 20% і більше, покращити рівномірність та якість його роботи по всій площі поля, спростити регулювання глибини ходу сферичних дисків і покращити експлуатаційно-технологічні характеристики, зокрема, продуктивність роботи.

Нове конструктивне рішення підтвержене відповідними теоретичними та конструктивними розрахунками. Ці зміни дозволяють вибирати оптимальні режими обробітку ґрунту з метою зниження тягового опору агрегату. Це, у свою чергу, дозволяє збільшити швидкість обробітку до 11 км/год і підвищити продуктивність праці до 3,5 га/год, при цьому погектарна витрата палива становитиме 7,5 кг/га, а затрати праці на одиницю виконаної роботи зменшаться до 0,28 люд.-год/га.

Враховуючи систему стандартів, яка регулює безпечні умови роботи сільськогосподарських машин, включаючи ґрунтообробні знаряддя, були розроблені вимоги техніки безпеки під час роботи нового ґрунтообробного агрегату.

## 5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ДИСКОВОГО РОБОЧОГО ОРГАНУ НА ПРУЖНІЙ СТІЙЦІ У СКЛАДІ ДИСКАТОРА

Експлуатаційно-технологічні показники агрегату наведено в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Експлуатаційно-технологічні показники

Показник	Значення показника за даними випробувань
Вид роботи	Стерня гречки
Швидкість руху, км / год:	
- робоча	12,7
- транспортна	20,0
Ширина захвату, м:	
- конструкційна	2,5
- робоча	2,35
Продуктивність, га, за годину часу:	
- основного	2,98
- змінного	2,26*
- експлуатаційного	2,12
Експлуатаційно-технологічні коефіцієнти:	
- технологічного обслуговування	1,0
- надійності технологічного процесу	1,0
- використання змінного часу	0,76*
- використання експлуатаційного часу	0,71

\*) – визначено з врахуванням параметрів типового модельного господарства:

- середній розмір поля – 90 га;
- середньозважена довжина гону – 0,9 км;
- відстань від поля до бригади – 3 км;
- відстань від поля до поля – 1 км.

Основними критеріями економічної ефективності застосування покращеної техніки є економічний ефект, одержаний за рахунок зміни структури

витрат. Розрахунок економічних показників виконано за методами ДСТУ 4397:2005, що встановлює загальні положення, показники економічного оцінювання та методи їх визначення на етапі випробування сільськогосподарських машин (таблиця 5.2).

Таблиця 5.2 – Вихідні дані та розрахунок економічних показників

Назва показника	Значення показника	
	Базова машина	Покращена машина
Продуктивність, га за годину часу:		
- змінного	2,26	2,26
- експлуатаційного	2,12	2,12
Строк служби, років:		
- енергозасобу	10	10
- агрегату	10	10
Кількість обслуговуючого персоналу, (механізаторів), осіб	1	1
Річне нормативне завантаження, год:		
- енергозасобу	1600*	1600
- агрегату	200*	200
Коефіцієнт відрахувань на (енергозасіб, /с.-г. машину):		
- амортизацію	0,1 / 0,1	0,1 / 0,1
- поточний ремонт і ТО	0,13 / 0,007	0,13 / 0,007
Ціна палива, грн/ л	52,8	52,8
Питомі витрати палива, л / га	13,2	12,3

Зміна сукупних витрат вдосконаленої машини відбулася за рахунок зменшення витрат на паливно-мастильні матеріали в структурі прямих експлуатаційних витрат (таблиця 5.3).

Таблиця 5.3 – Структура прямих експлуатаційних витрат, грн/га

Стаття витрат	Базова машина	Покращена машина
Заробітна плата	114,8	114,8
Амортизація	161,1	161,1
Ремонт і ТО	154,4	154,4
Паливо	315,6	292,5

В загальній сумі прямих експлуатаційних витрат покращений агрегат має на 3% менші витрати.

Річний економічний ефект від експлуатації вдосконаленого агрегату визначають за формулою:

$$E_p = \Pi_6 - \Pi_H, \quad (5.1)$$

де  $\Pi_6, \Pi_H$  – витрати на одиницю напрацювання відповідно базової (серійної) та нової (вдосконаленої машини).

$$E_p = 315,6 - 292,5 = 23,1 \text{ грн/га}$$

На основі стандартної методики визначена техніко-економічна ефективність впровадження обґрунтованих за конструкційними параметрами та динамічними характеристиками пружних стояків робочих органів. Річний економічний ефект від встановлення еластичних стояків із раціональними параметрами становив 23,1 грн/га, що було досягнуто за рахунок підвищення енергоефективності, представленої зниженням витрат на ПММ (на 7,8% нижче за вартість базової машини).

## ВИСНОВКИ

1. Дискові борони призначені для підготовки ґрунту перед посівом, боротьби з бур'янами, руйнування стерні та подрібнення решток рослинності, для обробітку ґрунту, який піднятий болотними плугами, для передпосівного обробітку без попередньої оранки та після збирання грубостеблових культур, а також для догляду за луками та пасовищами. Глибина обробітку ґрунту в цих операціях регулюється зміною кута атаки робочих дисків. Важливо підібрати такий кут атаки, щоб забезпечити оптимальні параметри обробітку ґрунту при мінімальному тяговому опорі. Це дозволить працювати на максимально допустимих швидкостях з максимальною продуктивністю. У конструкціях базових борін регулювання кута атаки дисків можливе лише ступінчасто, що не завжди забезпечує оптимальні співвідношення якості обробітку ґрунту та мінімального тягового опору дисків. Використання плавного регулювання кута атаки дисків на всьому діапазоні зміни дозволить досягти оптимальних результатів, зменшивши тяговий опір дисків і підвищивши швидкість та продуктивність обробітку ґрунту без збільшення енергозатрат.

2. Набула подальшого розвитку концептуальна схема саморегулювання в системі взаємодії дискового робочого органу з ґрунтом введенням змінного в часі елемента – пружного стояка, що спричиняє розсіювання осередків утворення в'язко-пластичних зон деформованого стану ґрунту. Зовнішню дію ґрунтового середовища на пружний стояк прийнято розглядати як тяговий опір, який спричиняє навантаження на стояк з двох складових – регулярної та випадкової, та є фактором для обґрунтування параметрів.

3. Розроблені математичні залежності відгуку стояка на навантаження з боку ґрунту дозволяють узагальнити геометричні параметри різних за конфігурацією стояків і виразити їх через зведену довжину, жорсткість та зведену масу. Амплітуда основної вібрації стояка збільшується на 1 градус у разі зміни комбінованої маси на 280 Н або зміни жорсткості пружного стояка на

32 кН/м. Частота основних коливань стояка збільшується на 1 Гц у разі зміни комбінованої маси на 150 Н або зміни жорсткості пружного стояка на 27 кН/м.

4. Враховуючи систему стандартів, яка регулює безпечні умови роботи сільськогосподарських машин, включаючи ґрунтообробні знаряддя, були розроблені вимоги техніки безпеки під час роботи нового ґрунтообробного агрегату.

5. На основі стандартної методики визначена техніко-економічна ефективність впровадження обґрунтованих за конструкційними параметрами та динамічними характеристиками пружних стояків робочих органів. Річний економічний ефект від впровадження пружних стояків з обґрунтованими параметрами, який досягнуто завдяки підвищенню енергоефективності вираженому в зменшенні витрат на паливно-мастильні матеріали (на 7,8 % менше від витрат у базової машини) становить 23,1 грн/га при забезпеченні якості обробітку ґрунту відповідно до вимог технологічного процесу, що підтверджує доцільність впровадження.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Кравчук В. І. Алгоритм розвитку сільськогосподарського машинобудування на сучасному етапі / Володимир Іванович Кравчук. // Техніка і технології АПК. – 2011. – №2 (17). – С. 32–33.
2. Основні напрями ефективного використання соломи та рослинних решток у сільському господарстві і задачі досліджень / В. П.Ситник, В. В. Адамчук, Я. С. Гуков, М. І. Грицишин. // Механізація та електрифікація сільського господарства. – 2009. – Вип. 93. – С. 13–22.
3. Паскарик В. Вплив стану стеблостою сільськогосподарських культур на функціональні показники широкозахватних зернозбиральних комбайнів в умовах західного регіону України / В. Паскарик, О. Бахур. // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. – 2010. – Вип. 14 (28). – С. 191–195.
4. Рябцев Г. О. Енергетичні показники роботи культиватора з пружною підвіскою лап / Г. О. Рябцев, М. І. Стівба, В. А. Мирошніченко. // Механізація і електрифікація сільського господарства. – 1972. – Вип. 22. – С. 69–72.
5. Гриненко О. Доцільність використання ґрунтообробних агрегатів з гнучким кріпленням робочих органів / О. Гриненко, С. Маринін // Техніка і технології АПК. — 2011. — №2 (17). – С. 32 – 33.
6. Гриненко О. Дослідження коливань дискових ґрунтообробних знарядь / О. Гриненко, С. Лебедев // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. – 2011. – Вип. 15 (29). – С. 50 – 53.
7. Mutsa Cecelia Masiyandima. The effect of tine geometry on soil physical properties: a thesis submitted to the Faculty of Graduate Studies and Research in partial fulfillment of requirements for the degree of Master of Science / Mutsa Cecelia Masiyandima. – Montreal, 1995. – 130 p.



8. Smith L.A., Barker G.L. Equipment to monitor field energy requirements / L.A. Smith, G.L. Barker. // Transactions of the ASAE. – 1982. – No. 25. – P. 1556–1559.
9. Energy requirement for chiseling in coastal plain soils / S.K. Upadhyaya, T.H. Williams, L.J. Kemble, N.E. Collins. // Transactions of the ASAE. – 1984.– No. 27. – P. 1643–1649.
10. Бикова О. Рослинні рештки як засіб відтворення родючості ґрунтів у технології NO-TILL / О. Бикова. // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. — 2008. — Вип. 12 (26). — С. 112 – 116.
11. Лінник М.К. Технологічні та технічні аспекти використання соломи для удобрення ґрунту / М.К. Лінник, М.І. Лукаш. // Механізація та електрифікація сільського господарства. — 2010. — Вип. 94. — С. 76 – 84.
12. Лінник М.К. Технологічне та технічне забезпечення використання органічних відходів для удобрення ґрунту / М.К. Лінник, В.В. Висовень. // Механізація та електрифікація сільського господарства. — 2009. — Вип. 93. — С. 23 – 33.
13. Hula J., Kovaricek P., Mayer V. Exploitational indicators, Diesel fuel consumption and work quality during disc tiller skimming / J. Hula, P. Kovaricek, V. Mayer. // Res. Agr. Eng. – 2003. – Vol. 49 (3). – P. 85 - 95.
14. J. Hula, R. Šindelar, P. Kovaricek Operational effects of implements on crop residues in soil tillage operations / J. Hula, R. Šindelar, P. Kovaricek. // Res. Agr. Eng. – 2005. – Vol. 51 (4). – P. 119 - 124.
15. Wischmeier W.H., Smith D.D. Predicting rainfall erosion losses – A guide to conservation planning / W.H. Wischmeier, D.D. Smith. // Agricultural Handbook Washington, D.C., US Department of Agriculture – 1978. – No. 537. – P. 58.
16. Arshad M.A. Tillage practises for sustainable agriculture and environmental quality in different agro ecosystems / M.A. Arshad. // Soil Till. Res. – 1999. – No. 53. – P. 1–3.

17. Cannell R.Q., Hawes J.D. Trend in tillage practices in relation to sustainable crop production with special reference to temperate climates / R.Q. Cannell, J.D. Hawes. // Soil Till. Res. – 1994. – No. 30. – P. 245–282.
18. Hanna H.M., Melvin S.W., Pope R.O. Tillage implement operational effects on residue cover / H.M. Hanna, S.W. Melvin, R.O. Pope. // Appl. Engng. Agric. – 1995. – No. 11. – P. 205–210.
19. Sunflower / Products >> Disk Harrows >>1444 [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <http://www.sunflowermfg.com/products/index.php?id=49&sID=61&pID=116>. – Заголовок з екрана.
20. MV V shaped trailed single beam harrow with central trolley hydraulic folding frame [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: [http://www.maschionet.com/catalog/product/mv/uk\\_UA](http://www.maschionet.com/catalog/product/mv/uk_UA). – Заголовок з екрана.
21. Дисковые бороны 2600 / John Deer [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: [http://www.deere.ua/uk\\_UA/products/equipment/tillage/2600\\_series\\_disks/2600\\_series\\_disks.page](http://www.deere.ua/uk_UA/products/equipment/tillage/2600_series_disks/2600_series_disks.page). – Заголовок з екрана.
22. Kverneland Visio 200 / Disc Harrows / Soil Equipment / Kverneland brand Corporate site / Home – Kverneland brand [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <http://ien.kverneland.com/Soil-Equipment/Disc-Harrows/Disc-Harrows/Kverneland-Visio-200>. – Заголовок з екрана.
23. Case IH True tandem disk harrows [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: [http://www.caseih.com/uk\\_ua/Products/Tillage/Documents/Brochures/true\\_tandem\\_disk\\_harrows.pdf](http://www.caseih.com/uk_ua/Products/Tillage/Documents/Brochures/true_tandem_disk_harrows.pdf). – Заголовок з екрана.
24. Series Disk Harrow 7000/ Great Plains Ag. U. S. [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <http://www.greatplainsag.com/en/products/9135/7000-series-disk-harrow>. – Заголовок з екрана.
25. Simba Disk Harrow / Great Plains SIMBA United Kingdom [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <http://www.greatplainsmfg.co.uk/en-gb/products/726/simba-disc-harrow>. – Заголовок з екрана.
26. Gregoire-Besson VL discs [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <http://www.gregoire-besson.co.uk/pdfs/discs/vl.pdf>. – Заголовок з екрана.

27. Gregoire-Besson XR discs [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.gregoire-besson.co.uk/pdfs/discs/xr.pdf>. – Заголовок з екрана.
28. A novel three-point hitch dynamometer to measure the draft requirement of mounted implements / M. Askari, M.H. Komarizade, A.M. Nikbakht, N. Nobakht, R.F. Teimourlou // *Res. Agr. Eng.* – 2011. – Vol. 57, No. 4. – P. 128–136.
29. Семенюта А. М. Обґрунтування конструктивної схеми, параметрів та режимів роботи дискового плуга : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.05.11 "Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва" / Семенюта Анатолій Миколайович – Мелітополь, 2013. – 24 с.
30. Gaspardo Disk Harrow – UFO 300 » Agyours International [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.agyours.com/?portfolio=gaspardo-disc-harrow-ufo-300&lang=en>. – Заголовок з екрана.
31. Šařec P., Šařec O. Employment characteristics of tine cultivators at deeper soil loosening / P. Šařec, O. Šařec // *Res. Agr. Eng.* – 2015. – Vol. 61 (2), No. 4. – P. 80–86.
32. Godwin R.J. A review of the effect of implement geometry on soil failure and implement forces / R.J. Godwin. // *Soil and Tillage Research.* – 2007. – Vol. 97. – P. 331–340.
33. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку / [Д. Г. Войтюк, В. М. Барановський, В. М. Булгаков, В. С. Гапоненко та ін.]; за ред. Д.Г. Войтюка — К.: Вища освіта, 2005. — 464 с.: іл. — ISBN 966-8081-38-2.
34. Šařec P., Šařec O. Comparison of work quality of disc and share cultivators (in Czech) / P. Šařec, O. Šařec. // *Land in 21st century: Evaluation and Appraisal of Agricultural Land in the Context of Natural Resource Conservation, Staré Splavy November 1–2. 2011: Proceedings.* – Prague: Institute of Agricultural Economics and Information, 2011. – Voltr V. (ed.). – P. 188–198.
35. Вольський В. Вітчизняні дискові агрегати / Володимир Вольський. // *The Ukrainian Farmer.* — 2013. — №10 (47) жовтень. — С. 96 — 97.

36. Пат. 16441 Україна, А01В 71/00. Підшипникова опора робочого криволінійного диска на раму агрегату для обробітку ґрунту / М.І. Єсьман, В.І. Ницко, О.Д. Ткачук; заявник і патентовласник М.І. Єсьман, В.І. Ницко, О.Д. Ткачук. — № u200600704; заявл. 26.01.2006; опубл. 15.08.2006, Бюл. № 8.

37. Пат. 16442 Україна, А01В 71/00. Підшипникова опора робочого криволінійного диска ґрунтообробного агрегату / М.І. Єсьман, В.І. Ницко, О.Д. Ткачук; заявник і патентовласник М.І. Єсьман, В.І. Ницко, О.Д. Ткачук. — № u200600705; заявл. 26.01.2006; опубл. 15.08.2006, Бюл. № 8.

38. Пат. 37124 Україна, А01В 5/00, F16C 13/02. Підшипникова дискового робочого органу / А.П. Король, О.А. Олійник, Г.Ф. Кучеренко; заявник і патентовласник А.П. Король, О.А. Олійник, Г.Ф. Кучеренко. — № u200604341; заявл. 18.04.2006; опубл. 25.11.2008, Бюл. № 22.

39. Пат. 15332 Україна, А01В 5/00, А01В 7/00, А01В 21/08. Вузол кріплення стійки з підшипниковою опорою робочого криволінійного диска до рами ґрунтообробного агрегату / М.І. Єсьман, В.І. Ницко, О.Д. Ткачук; заявник і патентовласник М.І. Єсьман, В.І. Ницко, О.Д. Ткачук. — № u200600703; заявл. 26.01.2006; опубл. 15.06.2006, Бюл. № 6.

40. Пат. 24451 Україна, А01В 21/00, А01В 71/00. Вузол обпирання підшипникової опори робочого диска ґрунтообробного агрегату / П. В. Хлистов, Л. В. Паламарчук, Ю. М. Брижаний; заявник і патентовласник Відкрите акціонерне товариство «Виробниче об'єднання «Восход». — № u200703697; заявл. 03.04.2007; опубл. 25.06.2007, Бюл. № 9.

41. Пат. 24452 Україна, А01В 21/00, А01В 71/00. Вузол обпирання підшипникової опори робочого диска ґрунтообробного агрегату / П. В. Хлистов, Л. В. Паламарчук, Ю. М. Брижаний; заявник і патентовласник Відкрите акціонерне товариство «Виробниче об'єднання «Восход». — № u200703698; заявл. 03.04.2007; опубл. 25.06.2007, Бюл. № 9.

42. Пат. 49981 Україна, А01В 7/00. Дисковий робочий орган ґрунтообробної машини / В.А. Вольський, Б.П. Польовий, В.О. Швидя та ін.;

заявник і патентовласник ННЦ «ІМЕСГ». — № u200909500; заявл. 16.09.2009, опубл. 25.05.2010, Бюл. № 10.

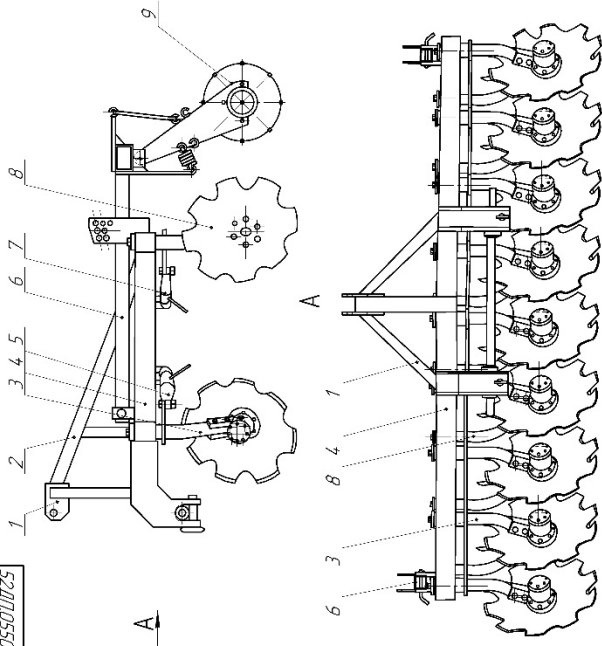
43. Пат. 29284 Україна, А01В 5/00. Різальний вузол дискового ґрунтообробного знаряддя / М. В. Коваленко, В.І. Зеліков, В.М. Рязанов; заявник і патентовласник Відкрите акціонерне товариство «Белагромаш-сервіс». — № u200709639; заявл. 27.08.2007, опубл. 10.01.2008, Бюл. № 1.

44. Пат. 58616 Україна, А01В 21/00, А01В 21/08, А01В 23/00, А01В 61/00. Дискова борона / О.А. Гриненко, О. В. Орламенко; заявник і патентовласник Акціонерне товариство «У.П.Е.К.». — № u200911466; заявл. 11.11.2009, опубл. 26.04.2011, Бюл. № 8.

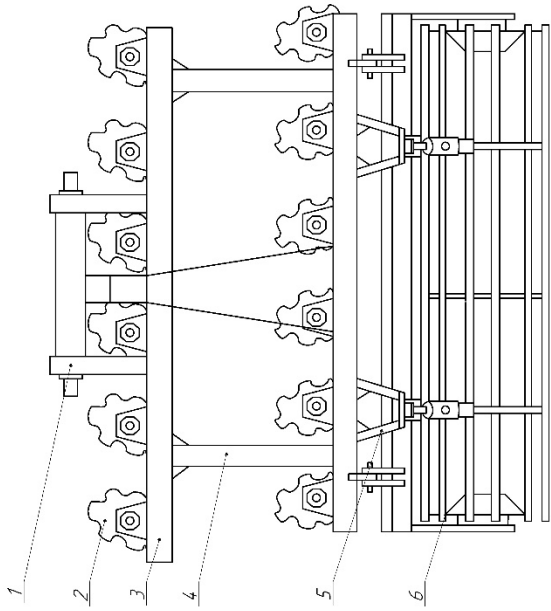
45. Пат. 81263 Україна, А01В 15/00, А01В 21/08, А01В 23/00. Прецизійний дисковий культиватор / Евен Мішель; заявник і патентовласник Евен Мішель. — №a200503491; заявл. 13.10.2003, опубл. 25.12.07, Бюл. №22.

## **ДОДАТКИ**

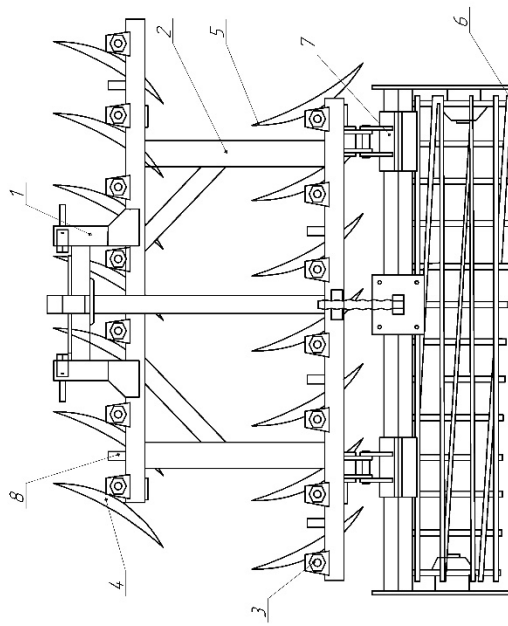
5221055000.000.00.00



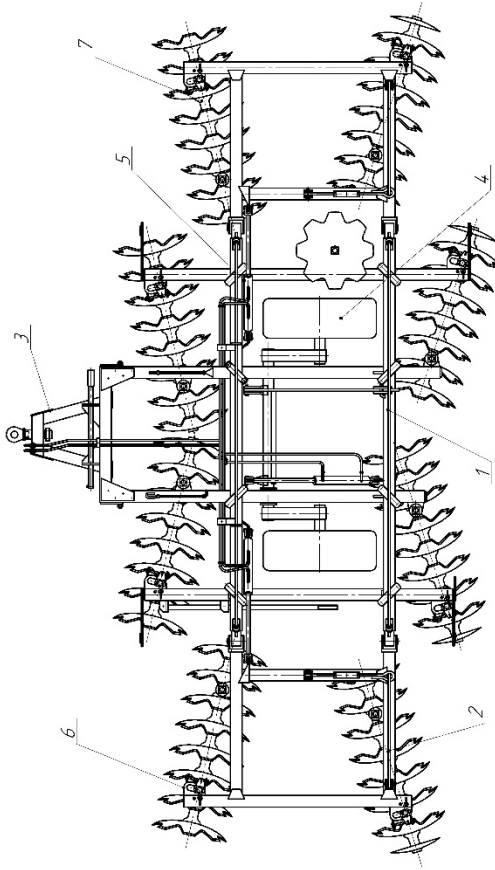
Бурови дисководи Б4-3Ф  
 1 – причинний пристрій, 2 – рама, 3 – стовп, 4 – старичні диски, 5, 6 – передня та задня деталі, 7 – пружинно-кильчастий каток, 8 – вузол привідного



Лущильник дисководи Б1Д-25  
 1 – пристрій начинний, 2 – диск старичний, 3 – рама, 4 – брусок позадний, 5 – пристрій пружинний, 6 – ротаційний каток.



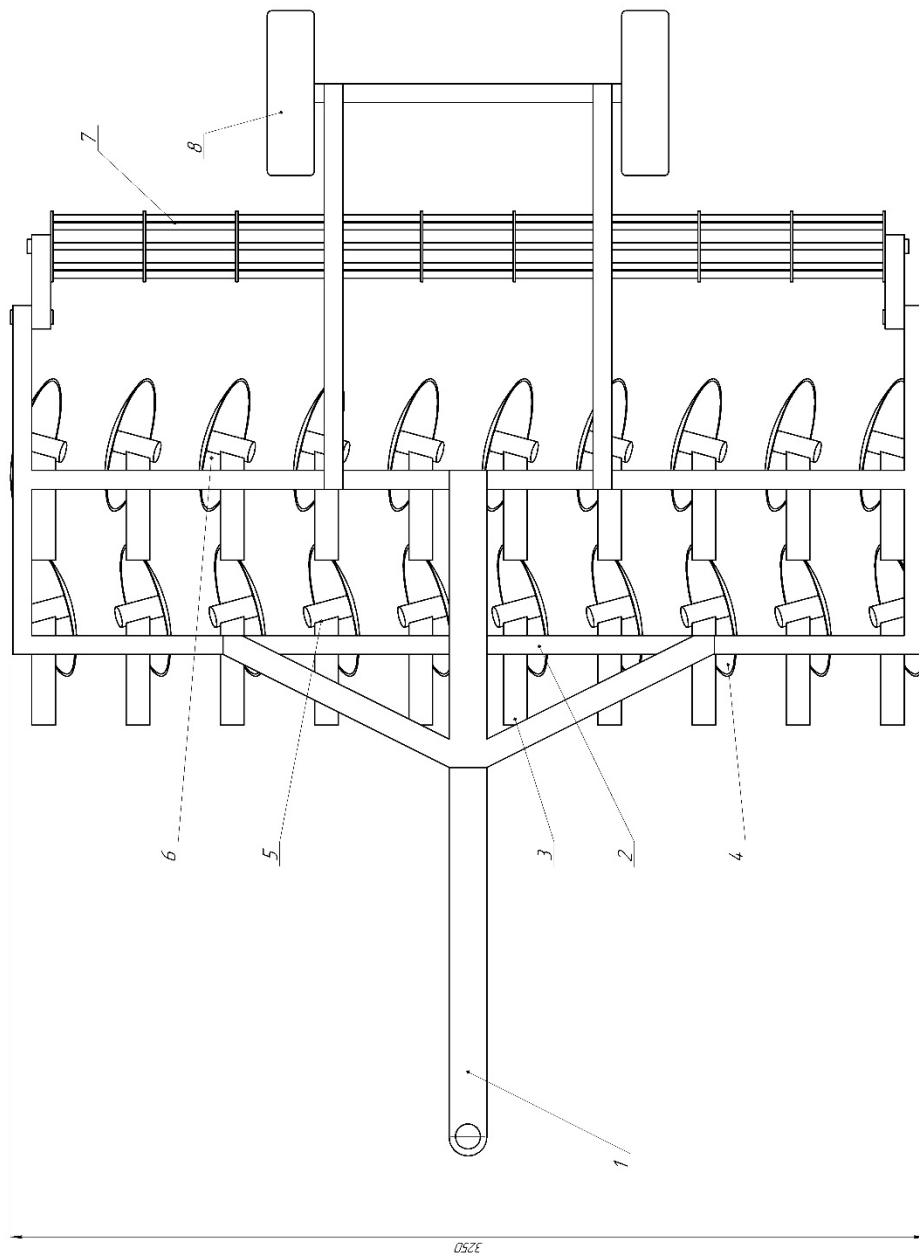
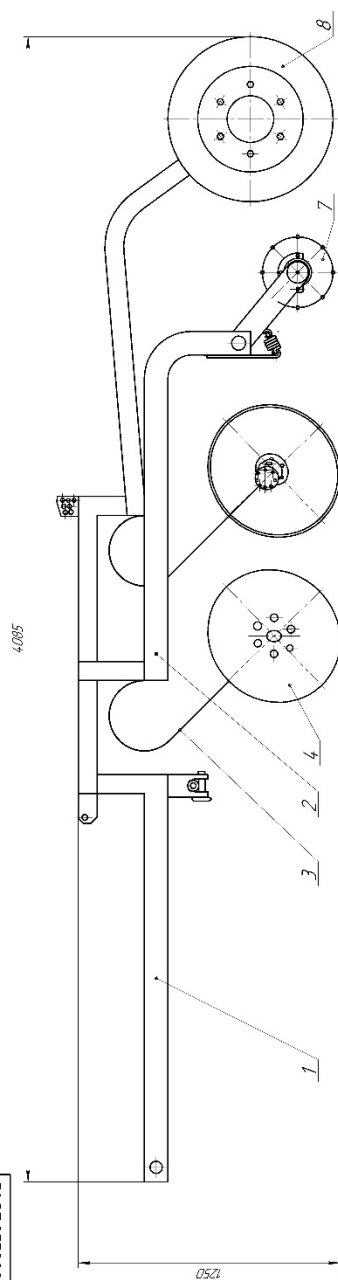
Лущильник дисководи Б1Д-3С  
 1 – причинний пристрій, 2 – рама, 3 – стійка, 4 – старичні диски, 5 – рижуча пружина, 6 – ротаційний каток, 7 – вузол зведувальний, 8 – чистяк.



Бурови дисководи бурова Б1Д-7  
 1 – осьовий лемех, 2 – фордавір дисків, 3 – шпиль, 4 – опорні колеса, 5 – відвалити, 6 – лоба сепія, 7 – граба сепія.

5221055000.000.00.00	Остання конструкція		диск	диск	диск	диск
Дисководи бурові лущильні	Дисководи бурові лущильні		диск	диск	диск	диск
Остання конструкція	Остання конструкція		диск	диск	диск	диск
Модель	Модель		диск	диск	диск	диск
Вид	Вид		диск	диск	диск	диск

5201055000000083



**Технічна характеристика**

- |   |            |
|---|------------|
| 1 Ширина заготовки, мм  | 3,5        |
| 2 Продуктивність за годину обробки (експлуатаційною швидкістю, не менше), год/год | 3,85 (3,5) |
| 3 Глибина односторонньої зварки, см   | 5,18       |
| 4 Рівність швидкості руху, км/год   | 7,12       |
| 5 Транспортування швидкість, не більше, км/год                                    | 20         |
| 6 Маса дискостого вузильника, кг  | 1098       |
| 7 Габаритні розміри:  |            |
| - довжина, мм   | 4085       |
| - ширина, мм  | 3500       |
| - висота, мм  | 1250       |
| 8 Довжина провідів, не менше, мм  | 350        |
| 9 Обсяг залишкових персоналії (граєттарист), чол                                  | 1          |

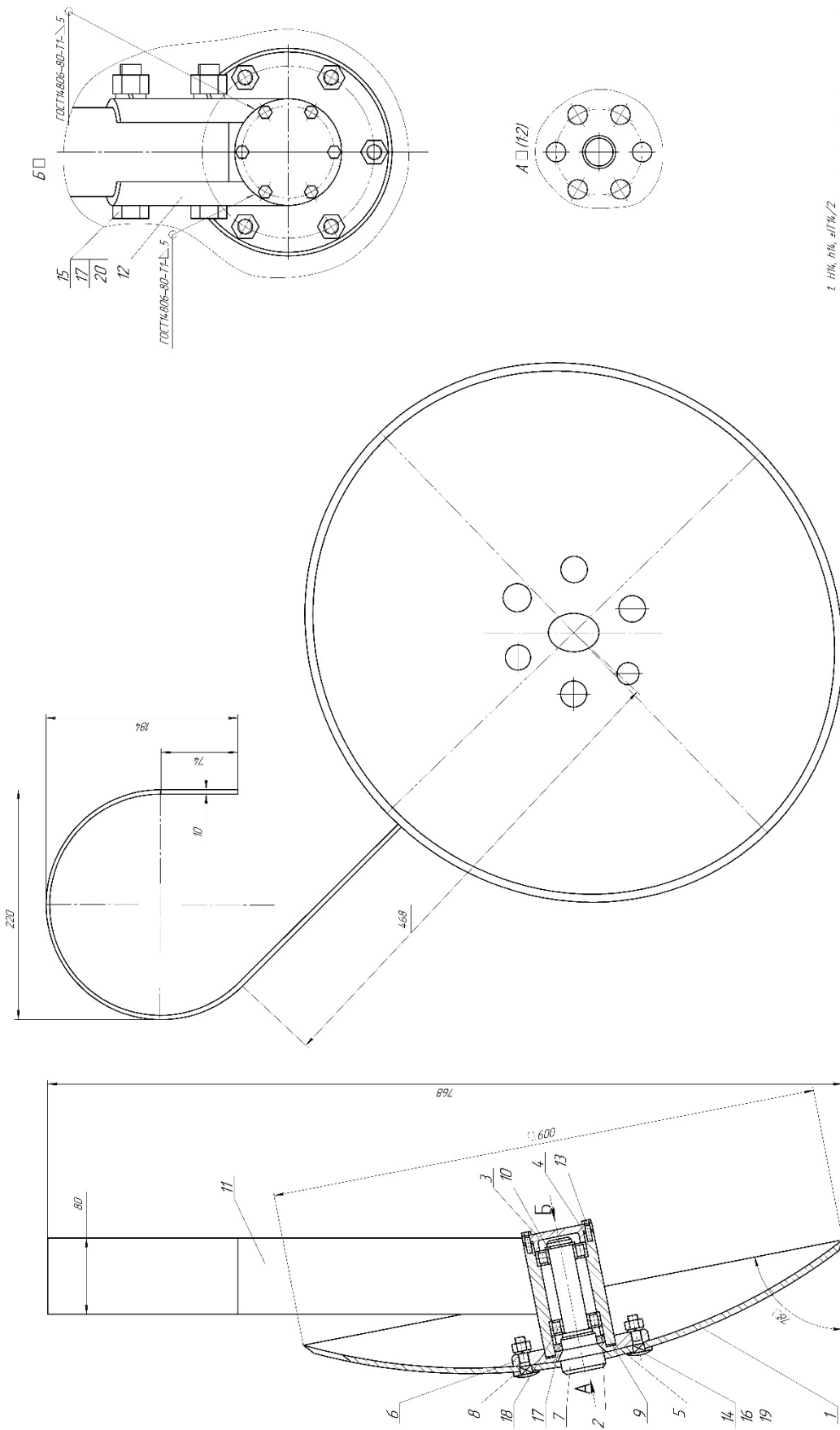
**Технічні вимоги**

- Зварки конструкції рачи повинні бути виготовлені по II класу згідно з ГОСТ 23242/9.
- Диски вузильника повинні виготовлятися із сталі 65Г ГОСТ 4.9529. Природність поверхні диска не менше 38,47.
- Різниця величин діаметрів рачи не більше 10 мм.
- Виміри до рачиок поверхні, валів і карусель підшипників казанців по ГОСТ 3225, монтажі по ГОСТ 8752.
- Кришки деталей повинні мати антикорозійне металеве покриття шараде з хромуванням по ГОСТ 9.306. Товщина покриття не менше 9 мкм.
- Клас чистоти критичних впадин для болтів згідно з ГОСТ 17594, для гаєток - з ГОСТ 17595.
- Лущильник повинен бути параболічний еліпсоїд АС-182 ГОСТ 19482. Ір-115 ГОСТ 6465. МІ-182 ГОСТ 18099 по зручності ФІ-1-ДЖ ГОСТ 9709. Ір-0119 ГОСТ 23343. Б-МІ-0183 ГОСТ 24595.
- Підшипники металеві поверхні перед фрезеруванням повинна обробити дисковим ГОСТ 9402.
- Група зварів експлуатаційні параболічний покриттям зні по ГОСТ 9404.
- Лущильник повинен бути параболічний у контур згідно з вимірами ГОСТ 23852. Асфальтовий - керамичний. Диски по котлох - чорний.
- Зварки всіх вузельних частин повинна забезпечувати їх роботу без залягань.
- Підшипники коничні повинні бути змащені соєділлям згідно з маркуванням картки. Підмакування маслом не допускається.

5201055000000083		Вид	Вид	Матеріал
<b>Борона дискова</b>				
Круглий металевий диск				
Шифр	Вид	Вид	Матеріал	Клас
Висота	Діаметр	Починає	Т	Матеріал
Товщина	Висота	Висота	Т	Матеріал
Висота	Висота	Висота	Т	Матеріал



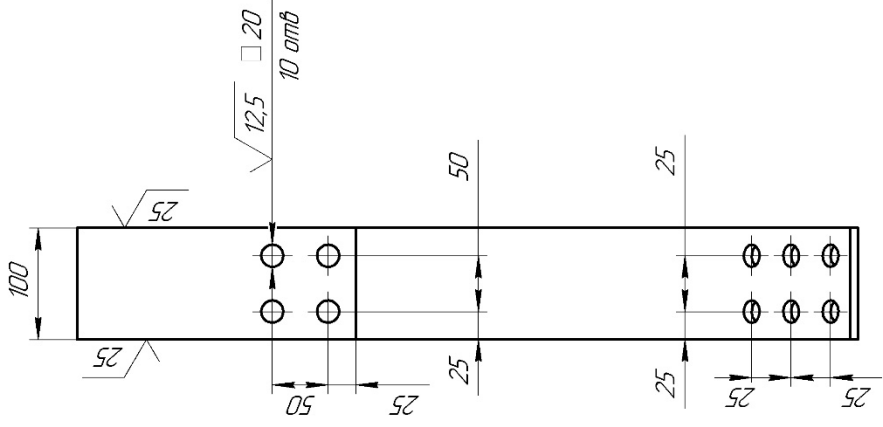
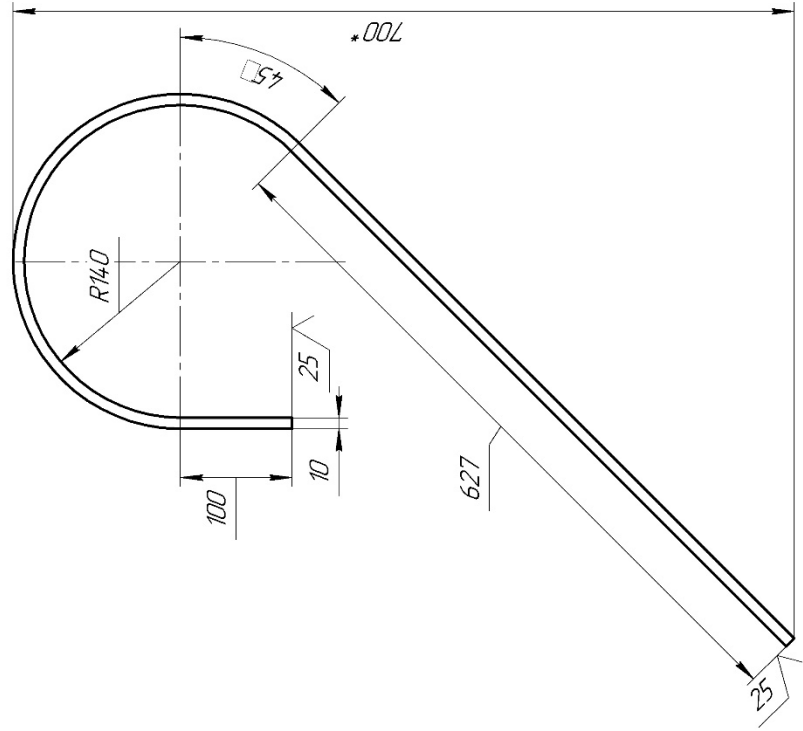
5211055001000.CK



- 1. ИЛ, ИЛ, ИЛ/ИЛ/2
- 2. Нарко, изготовление из стали по РТМ 214.290-77
- 3. Изготовитель детали - завод ЛР-15, заводской ГСТ 16465-76 ИС

5211055001000.CK		ИЛ	ИЛ	ИЛ/ИЛ/2
Стілка		20	182	
Складальне креслення		ЛП/МС	ЛП/МС	ЛП/МС
		Лист	Лист	Лист
		Лист	Лист	Лист

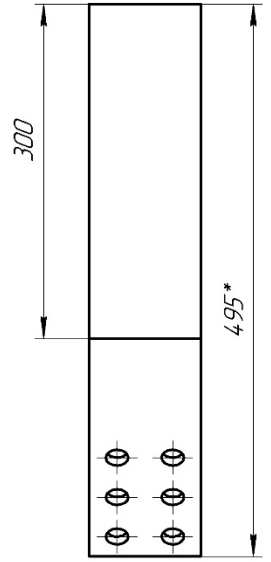
52ДП.055001.001



М/А

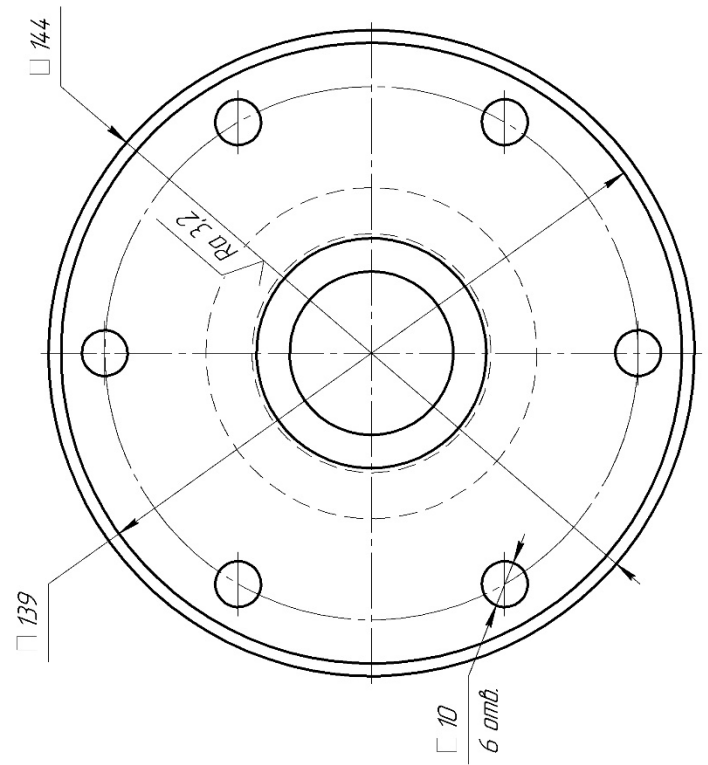
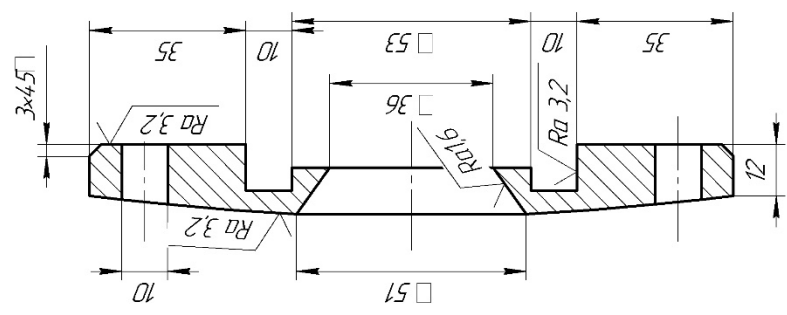
1. 43...56 HRC.
2. Невказані граничні відхилення розмірів:  $\pm 1/2$ .
3. Стійка піддається загартовуванню, після пресування.
4. \*Розміри для довідок.

52ДП.055001.001		Лист		Маса	Масштаб
СТІЙКА		Діаметр		9,9	1:4
Сталь 60С2А ГОСТ 14959-79		Арматура		4	Арматура 5
		Скочил С.П.		ДДАЕУ	
		Тестюк Г.В.		АКС-1-21	
		№ докум.			
		Інвентарний №			
		Лист			
		Датум			
		Розроб.			
		Перев.			
		І.контр.			
		Н.контр.			
		Затв.			



52ДП.055001.005

$\sqrt{Ra\ 6.3}$

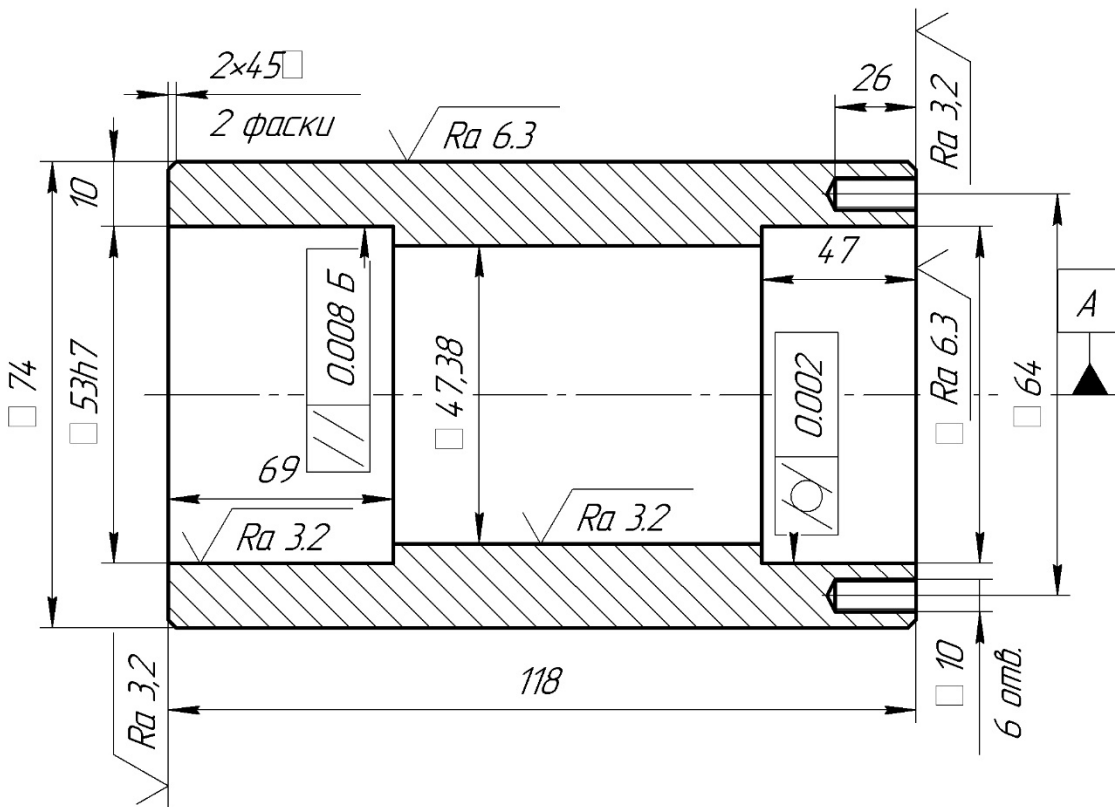


Невизначені граничні відхилення розмірів отворів по Н14, валів по h14, решітка по 2

52ДП.055001.005		Лист	Маса	Масштаб
Фланець		д	0,6	1:1
		Арцш	4	Арцш
Сталь 45 ГОСТ 1055-88		ДДАЕУ		
АКС-1-21				
Зм. Док. № док.м.	Підп.			
Розроб. Інженерський від.				
Дерев. Сокол С.П.				
Т.контр.				
Н.контр. Сокол С.П.				
Затв. Тесляк Г.В.				

52ДП.055001.003

√ Ra12,5 (√)

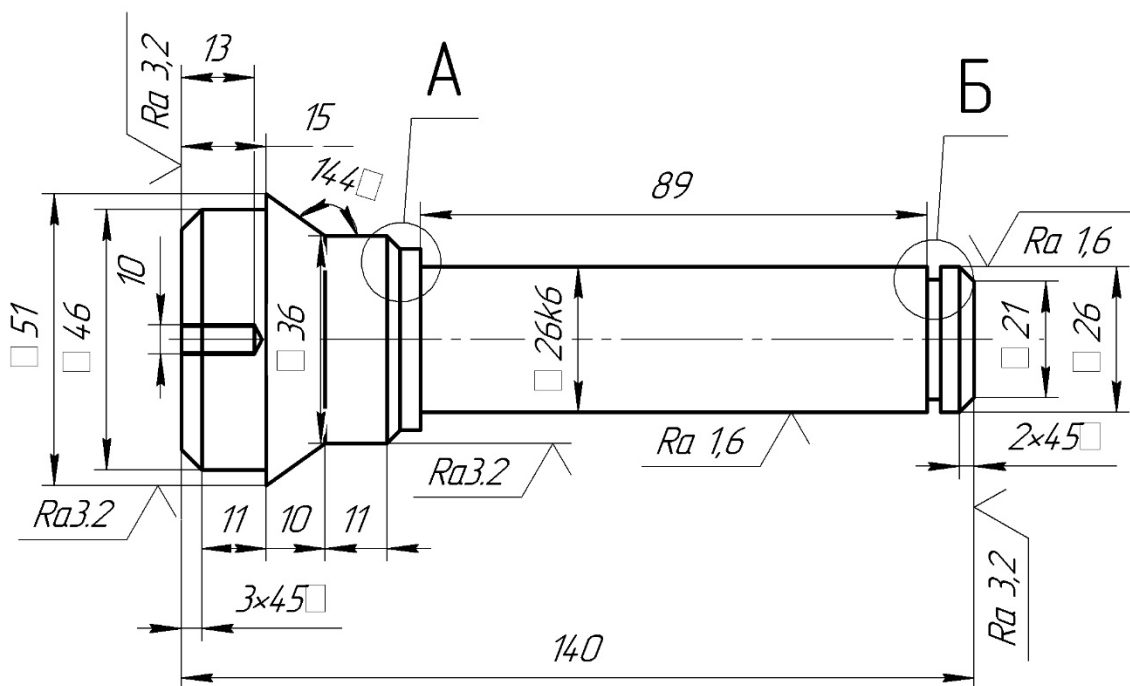


Невказані граничні відхилення розмірів:  
валів -t; інших ±t/2.

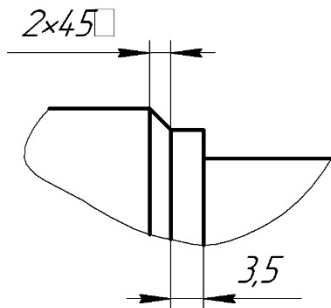
					52ДП.055001.003		
					<b>Корпус</b>		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	∅	0,25	1:1
Розроб.	Домашевський Д.О.						
Перев.	Сокол С.П.						
Т.контр.							
					Аркцш	4	Аркцшів
Н.контр.	Сокол С.П.				ДДАЕУ АІС-1-21		
Затв.	Тесляк Г.В.						

4001005501004

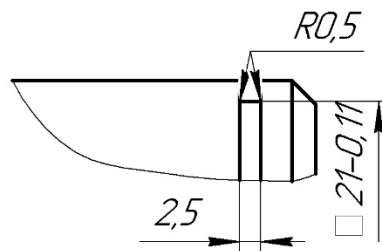
√ Ra12,5 (√)



A (2:1)



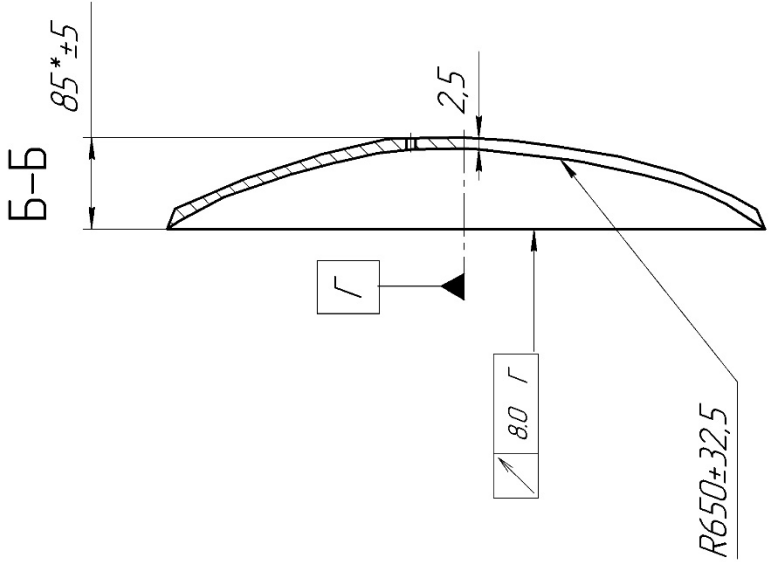
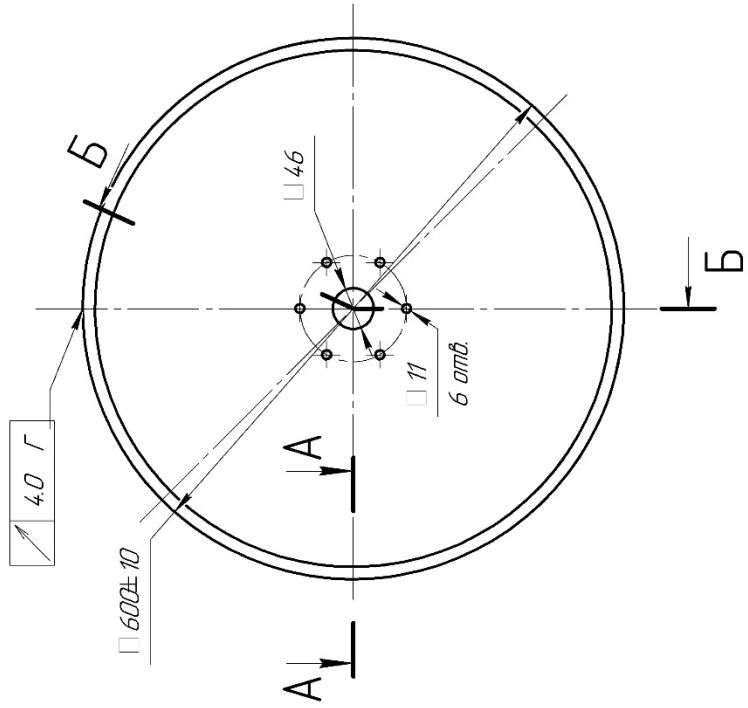
Б (2:1)



Невказанні граничні відхилення розмірів:  
для валів h14, отвори H14, інші +IT14/-2.

					52ДП.055001.004				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Вісь	Лім.	Маса	Масштаб	
Розроб.	Домашевський Д.О.					∅	0,15	1:1	
Перев.	Сокол С.П.					Аркуш	4	Аркушів	5
Т.контр.						Сталь 18ХГТ ГОСТ 4543-71			
Н.контр.	Сокол С.П.					ДДАЕУ АІС-1-21			
Затв.	Тесляк Г.В.								

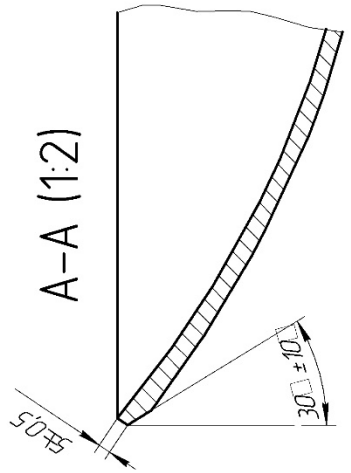
52ДП.055001.002



А

1. 36...47 HRC.
2. Допускається диск, що вирізняється плазмою на воді, замість загартовування піддавати лише відгалу чи нормалізації після операції сферичування.

52ДП.055001.002				Лист	Маса	Масштаб
Диск				д	16.2	1:5
Сталь 65Г ГОСТ 14:959-88				Арціш - 4	Арцішів	5
				ДДАЕУ		
				АІС-1-21		
Зм. Аок	№ док.	Підп.	Дато			
Розроб.	Виконав.	Сокол С.П.				
Дереф.						
І.контр.						
Н.контр.		Сокол С.П.				
Затв.		Тесляк Г.В.				



## Вихідні дані та розрахунок економічних показників

Назва показника	Значення показника	
	Базова машина	Покращена машина
Продуктивність, га за годину часу: - змінного	2,26	2,26
- експлуатаційного	2,12	2,12
Строк служби, років: - енергозасобу	10	10
- агрегата	10	10
Кількість обслуговуючого персоналу (механізаторів), осіб	1	1
Річне нормативне завантаження, год:	1600*	1600
- енергозасобу	200*	200
Коефіцієнт відрхувань на (енергозасіб, /с.-г. машину): - амортизацію	0,1 / 0,1	0,1 / 0,1
- поточний ремонт і ТО	0,13 / 0,007	0,13 / 0,007
Ціна палива, грн/л	52,8	52,8
Питомі витрати палива, л / га	13,2	12,3

## Структура прямих експлуатаційних витрат, грн/га

Стаття витрат	Базова машина	Покращена машина
Заробітна плата	114,8	114,8
Амортизація	1611	1611
Ремонт і ТО	154,4	154,4
Паливо	315,6	292,5
Питомі економічний ефект	-	23,1

## Експлуатаційно-технологічні показники

Показник	Значення показника за даними випробувань
Вид роботи	Стерня гречки
Швидкість руху, км / год: - робоча	12,7
- транспортна	20,0
Ширина захвату, м: - конструкційна	2,5
- робоча	2,35
Продуктивність, га, за годину часу: - основного	2,98
- змінного	2,26*
- експлуатаційного	2,12
Експлуатаційно-технологічні коефіцієнти: - технологічного обслуговування	1,0
- надійності технологічного процесу	1,0
- використання змінного часу	0,76*
- використання експлуатаційного часу	0,71

\*)- визначено з врахуванням параметрів типового модельного господарства:

- середній розмір поля — 90 га;
- середньоозважена довжина гончу — 0,9 км;
- відстань від поля до дригади — 3 км;
- відстань від поля до поля — 1 км.

ІНН	ІП	ІВ	ІС	ІГ	ІД	ІЕ	ІЖ	ІЗ	ІИ	ІЙ	ІК	ІЛ	ІМ	ІН	ІО	ІП	ІР	ІС	ІТ	ІУ	ІФ	ІХ	ІЦ	ІЧ	ІШ	ІЩ	ІЪ	ІЫ	ІЬ	ІЭ	ІЮ	ІЯ
52111055000.000011E																																
Техніко-економічні показники																Техніко-економічні показники																
ПОКАЗНИКИ																ПОКАЗНИКИ																
АИС-1, 21																АИС-1, 21																

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кіл.	Примітка	Перш. застос.			
							Справ. №			
				<u>Документація</u>						
A1			52ДП.055000.000.В3	Кресленик загального виду						
				<u>Складальні одиниці</u>						
		1	52ДП.055000.010.СК	Пристрій начіпний	1					
		2	52ДП.055000.020.СК	Разкіс	1					
A1		3	52ДП.055000.030.СК	Диск сферичний	18					
		4	52ДП.055000.040.СК	Рама основна	1					
		5	52ДП.055000.050.СК	Механізм регулювальний переднього ряду	1					
		6	52ДП.055000.060.СК	Брус поздовжній	2					
		7	52ДП.055000.070.СК	Механізм регулювальний переднього ряду	1					
		8	52ДП.055000.080.СК	Планка	18					
A1		9	52ДП.055000.090.СК	Коток ротаційний	1					
							52ДП.055000.000			
		Зм.	Арк.	№ докum.	Підп.	Дата				
Інв. № дост.	Разроб.		Домашевський Д.О.					Літ.	Аркуш	Аркушів
	Перев.		Сокол С.П.						1	1
	Консульт.							ДДАЕУ АІС-1-21		
	Н.контр.		Сокол С.П.							
	Затв.		Тесляк Г.В.							

Коп.

Формат А4



Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кіл.	Примітка	Перш. застос.			
							№	дата		
				<u>Документація</u>						
A1			52ДП.055001.000.СК	Складальний кресленник						
				<u>Деталі</u>						
A3	1		52ДП.055001.001	Диск	1					
	2		52ДП.055001.002	Втулка	1					
	3		52ДП.055001.003	Кришка	1					
	4		52ДП.055001.004	Прокладка	1					
	5		52ДП.055001.005	Прокладка	1					
A3	6		52ДП.055001.006	Фланець	1					
A4	7		52ДП.055001.007	Вісь	1					
	8		52ДП.055001.008	Шайба спеціальна	1					
	9		52ДП.055001.009	Кришка	1					
	10		52ДП.055001.010	Шайба ущільнювальна	1					
	11		52ДП.055001.011	Стакан	1					
A4	12		52ДП.055001.012	Корпус	1					
	13		52ДП.055001.013	Кільце	1					
A3	14		52ДП.055001.014	Стійка	1					
	15		52ДП.055001.015	Кронштейн	1					
				<u>Стандартні вироби</u>						
	16			Болт М10-8gx25.88.019						
				ГОСТ 7796-70	6					
			<b>52ДП.055001.000</b>							
			Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата			
Інв. № дост.	Разраб.		Домашевський Д.О.					Літ.	Аркуш	Аркушів
	Перев.		Сокол С.П.						1	2
	Консульт.							ДДАЕУ		
	Н.контр.		Сокол С.П.					АІС-1-21		
	Затв.		Тесляк Г.В.							

