Центральноукраїнський національний технічний університет
Агротехнічний факультет
Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”
зав. кафедрою СГМ
к.т.н., доцент
_____Сергій ЛЕЩЕНКО
“___“ _____2024 р.

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

"Обґрунтування модернізації сівалки Гермес-8 з дослідженням пневмосистеми"

Виконав здобувач вищої освіти__II__курсу,
групи ГМ-22М-1.2
ОНП «Галузеве машинобудування»
спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»
_____ Салій Єгор Сергійович
«____»_____2024 р.

Керівник проекту
доцент, канд.техн.наук
_____Володимир ОНОПА
«_____»_____2024 р.
Рецензент Олексій АЛФЬОРОВ
_____

м. Кропивницький

Центральноукраїнський національний технічний університет

Факультет Агротехнічний

Кафедра Сільськогосподарського машинобудування

Рівень вищої освіти ___другий (магістерський)_____

Галузь знань _____13 – Механічна інженерія_____

Спеціальність____133 Галузеве машинобудування_____

Освітньо-професійна (освітньо-наукова) програма Галузеве машинобудування

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Сергій ЛЕЩЕНКО

«___» _____ 2024 року

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

_____Салія Єгора Сергійовича_____
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи (проекту)

Обґрунтування модернізації сівалки Гермес–8 з дослідженням пневмосистеми

_____

_____

_____

_____

2. Керівник роботи (проекту)
__Онопа Володимир Анатолійович, канд. техн. наук, доцент_____
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

3. Строк подання роботи до захисту ___25.05.2024 р._____

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

Підвищення ефективності роботи сівалки Гермес–8_____

_____

_____

_____

5. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1–5	Онопа В.А.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів випускної кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Пояснювальна записка	10.05.2024 р.	
2	Графічна частина	10.05.2024 р.	
3	Захист роботи	25.05.2024 р.	

Дата видачі завдання
«_29_» __січня_2024 р.
Підпис керівника
_____ _____Онопа В.А._____
(прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання
«_29_» __січня_2024 р.

Підпис здобувача _____ ____Салій Є.С.__
(прізвище та ініціали)

№ строки	Формат	Обозначение	Наименование	Кол. листов	№ экз.	Приме-чание
1						
2			Документація загальна			
3						
4			Заново розроблена			
5						
6	А4	УСГ 00. 000 ПЗ	Пояснювальна записка	41		
7						
8			Документація			
9			з наукової частини			
10						
11			Заново розроблена			
12						
13	А1	УСГ 00. 001 НЧ	Сучасний стан машин	1		
14	А1	УСГ 00. 002 НЧ	Мета, задачі, об'єкт та	1		
15			предмет досліджень			
16	А1	УСГ 00. 003 НЧ	Теоретині дослідження	1		
17			системи з ресивером			
18						
19			Документація			
20			по складальних одиницях			
21						
22			Заново розроблена			
23						
24	*	ПНД 02. 000 СБ	Фреза	1		*А2х3

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Солій		
Пров.		Онопа		
Н.контр.		Мачок		
Утв.		Лещенко		

УСГ 00. 000 ВП

Відомість кваліфікаційної роботи

Лит.	Лист	Листов
	1	2

ЦНТУ, гр. ГМ-22М(1,9)-1.2

Копировал

Формат А4

№ строки	Формат	Обозначение	Наименование	Кол. листов	№ экз.	Приме-чание
1						
2			Документація по деталях			
3						
4			Заново розроблена			
5						
6	А4	ПНД 02. 010. 401	Ніж	1		
7	А4	ПНД 02. 020. 407	Лопатка	1		
8	А3	ПНД 02. 010. 309	Стояк	1		
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						

Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	УСГ 00. 000 ВП	Лист 2

Копировал Формат А4

Зміст

стор.

Вступ..... 6
2. Наукова частина 7
3. Інженерна частина..... 24
4. Охорона праці..... 34
5. Економічна частина 36
Висновки 37
Список використаної літератури 38
Додатки

ВСТУП

Сільське господарство залишається стратегічною галуззю економіки майже всіх країн світу. На це не можуть вплинути інші галузі економіки, що за об’ємами випущеної продукції в грошовому еквіваленті займають вищі місця. Стратегічність аграрного виробництва полягає в забезпеченні продовольчої безпеки будь–якої країни.

В кожній країні розподіл продукції між тваринництвом та рослинництвом складається по різному. Але встановлено, що люди споживають більше рослинної їжі, а ніж тваринного походження.

Вирощування сільськогосподарських культур виконання певного набору технологічних операцій. Всі види операцій є обов’язковими. Кожен вид має свої типи, які в залежності від конкретних погодних умов застосовуються. Але вирощування всіх культур передбачає посів насіння та збір урожаю.

Для посіву насіння сільськогосподарських культур використовуються сівалки. Вони відрізняються між собою як за призначенням для висіву певного типу насіння, від чого залежить їхні конструкції, але й для різних технологій обробітку ґрунту.

Найбільш поширені сівалки для висіву зернових та просапних культур.

Кожного року збільшується кількість виробників посівної техніки не тільки серед країн, але й в Україні теж. Завдяки конкуренції між виробниками ринок наповнюється новими більш надійними та з більшою продуктивністю машинами.

2. НАУКОВА ЧАСТИНА

2.1. Літературний аналіз універсальних пневмомеханічних сівалок точного висіву

Проведемо аналіз конструкцій пневматичних систем сівалок точного висіву, що представленні на українському ринку сільськогосподарської техніки від вітчизняних та закордонних виробників.

"Ельворті", Україна [1]

Представникам аграрного виробництва колишній лідер з виробництва посівних машин часів Совєтського Союзу пропонує сівалки точного висіву сімейств VESTA та VEGA PROFI.

Сімейство Vesta на сьогоднішній день складається з трьох сівалок: VESTA 8, VESTA 8 PROFI та VESTA 6 PROFI [2–4]. На сівалках використовується пневмосистема, що складається з вентилятора, повітряних патрубків, рами–ресивера та повітропроводів. Вентилятор під час роботи створює розрідження в насіннєвих камерах висівних апаратів, відсмоктуючи повітря з них. Повітряний потік рухається по повітропроводах та потрапляє до рами–ресивера, а звідти по повітряних патрубках до вентилятора, після якого виходить назовні (рис. 2.1–2.3). В усіх сівалках рама–ресивер з'єднується з вентилятором трьома повітряними патрубками.

На сівалках іншого сімейства VEGA 6, VEGA 8 та VEGA 16 використовується відокремлений ресивер з труби квадратного перетину. У перших двох сівалок він з'єднується з вентилятором трьома повітропроводами (рис. 2.4–2.5), а в 16 рядної – чотирма (рис. 2.6) [5–7].

На всіх ресиверах вихідні повітряні патрубки встановлено діагонально від центру машини до її країв.

Рис. 2.1. Сівалка VESTA 8

Рис. 2.2. Сівалка VESTA 8 PROFI

Рис. 2.3. Сівалка VESTA 6

Рис. 2.4. Сівалка VEGA 6

Рис. 2.5. Сівалка VEGA 8

Рис. 2.6. Сівалка VEGA 16 PROFI

Фаворит, Україна

Компанія «Фаворит» універсальні сівалки точного висіву сімейств Весна та VENZA [8–13].

На всіх сівалках Весна, як і в розглянутих вище, використовується непряме підключення вакуумних камер висівних апаратів до вентилятора. Між ними встановлено ресивер, що за допомогою теж трьох повітропроводів з'єднаний з вентилятором (рис. 2.7–2.9) [8–10].

Рис. 2.7. Сівалка Весна–6

Рис. 2.8. Сівалка Весна–8

Рис. 2.9. Сівалка Весна–12

Натомість на всіх сівалках VENZA використовується пряме підключення вакуумних камер висівних апаратів до вентилятора за допомогою повітропроводів (рис. 2.10–2.9) [11–13].

Рис. 2.10. Сівалка VENZA–6

Рис. 2.11. Сівалка VENZA–8 PRO

Тодак, Україна

Пневмосистема сівалки СТВТ–12 ідентична пневматичній системі сівалок VENZA від компанії «Фаворит» [14]. Камери висівних апаратів під'єднані до вентилятора напряму з використанням повітропроводів.

Рис. 2.12. Сівалка СТВТ–12

HARVEST, Україна

Виробник посівної та ґрунтообробної техніки *HARVEST* постачає на вітчизняний ринок посівної техніки універсальні сівалки точного висіву серій HERMES, MULTICORN та SPACE [15–19].

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

Пневматичні системи сівалок серії HERMES складаються з вентилятора, повітряних патрубків, рами–ресивера та повітропроводів (рис. 2.13–2.14) [16–17]. Вакуумні камери висівних апаратів під'єднані до ресивера за допомогою повітропроводів. Вихідні патрубки ресивера розташовані діагонально від центру машини до її країв. Камера ресивера з'єднується з вентилятором трьома повітряними патрубками.

У сівалках серії MULTICORN використовується система прямого підключення вакуумних камер висівних апаратів до вентилятора (рис. 2.15) [18].

Рис. 2.13. Сівалка HERMES–6

Рис. 2.14. Сівалка HERMES–8

Рис. 2.15. Сівалка MULTICORN 560 (01)

У сівалки SPACE 560 вентилятор під’єднаний до ресивера трьома повітряними шлангами великого діаметру (рис. 2.16) [19]. Вихідні патрубки ресивера встановлені в ньому вихідними отворами діагонально і спрямовані до країв сівалки від її середини. Повітропроводи сполучають ресивер з камерами висівних апаратів.

Рис. 2.16. Вакуумна система сівалки SPACE 560

SFOGGIA, Італія

Дещо відрізняється своєю конструкцією пневматична система сівалки SIGMA KING (рис. 2.17) [20].

Рис. 2.17. Посівна секція сівалки SIGMA KING

Її ресивер складається з двох камер. Між собою та з вентилятором вони з’єднуються за допомогою повітряних шлангів великого діаметру та трійника.

Agromaster, Туреччина

Agromaster виробляє великий ряд сівалок точного висіву сімейства PLANTER A та D [21]. Сівалки сімейства A призначені для висіву насіння сільськогосподарських культур за класичної чи мінімальної систем обробітку ґрунту. Сівалки сімейства D використовуються для технологій нульового обробітку чи на важких ґрунтах у сухих кліматичних умовах. На всіх сівалках PLANTER камери висівних апаратів напряму під'єднані до вентиляторів.

Рис. 2.18. Сівалка PLANTER-A8

Väderstad, Швеція

Пневматична система сівалок Tempo V відрізняється від всіх розглянутих раніше [22].

Рис. 2.19. Пневмосистема сівалки Tempo V

Виробник відмовився з’єднувати вентилятор з ресивером за допомогою повітропроводів і розмістив його безпосередньо над центральною секцією ресивера. Бічні секції ресивера з’єднані з центральною за допомогою фланців та фіксуються болтовими з’єднаннями. Камери висівних апаратів з’єднуються з ресивером гнучкими повітропроводами. Крайні вихідні патрубки ресивера розташовані здовж його осі, а інші радіально до неї.

Є кілька видів повітряних систем сівалок точного висіву.

За першої схеми повітряні камери висівних апаратів з’єднанні за допомогою повітропроводів безпосередньо з вентилятором.

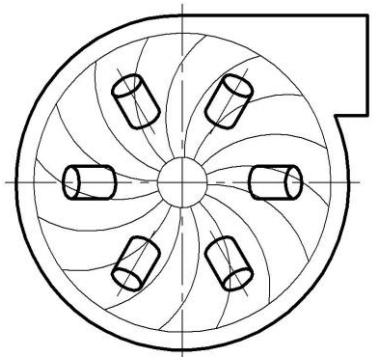


Рис. 2.20. Пряме підключення камер висівних апаратів до вентилятора

За другої схеми повітряні камери з’єднанні повітропроводами з ресивером, котрий в свою чергу з’єднується з вентилятором одним повітропроводом.

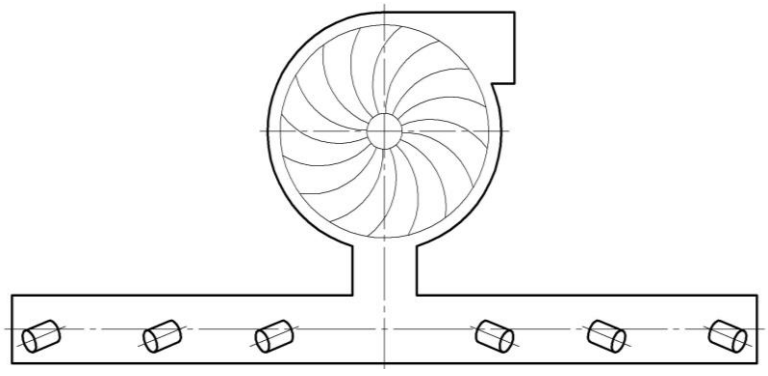


Рис. 2.21. Підключення вентилятора по центру ресивера

За третьої схеми для сполучення ресивера з вентилятором використовуються два повітропроводи.

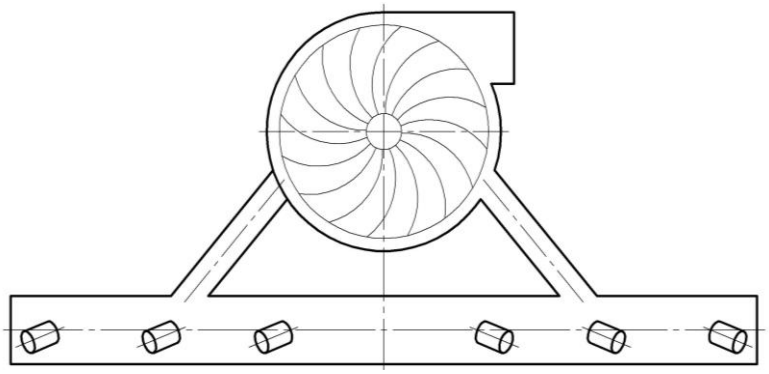


Рис. 2.21. Симетричне підключення вентилятора до ресивера

За четвертої схеми для сполучення ресивера з вентилятором використовуються три повітропроводи.

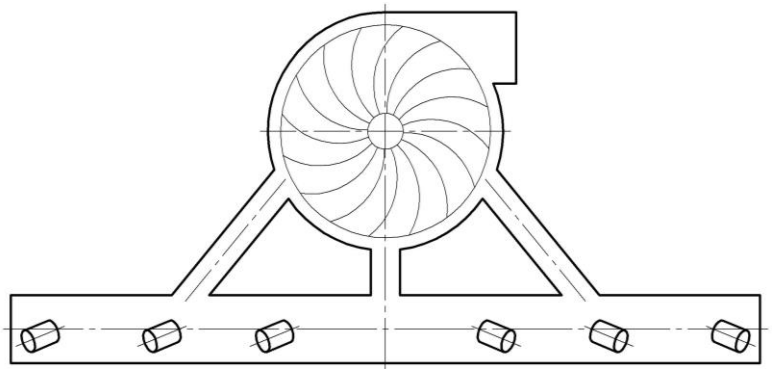


Рис. 2.22. Комбіноване підключення вентилятора до ресивера

За п’ятої схеми вентилятор розташовано безпосередньо в ресивері.

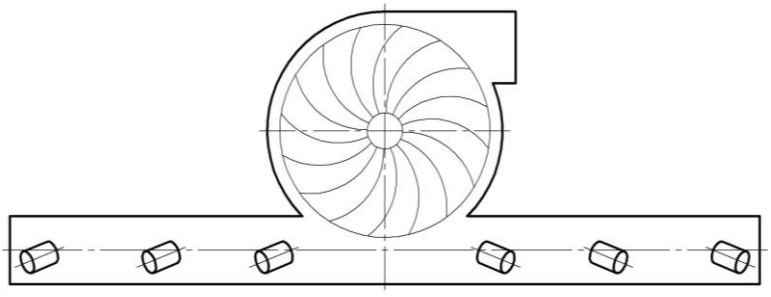


Рис. 2.23. Розміщення вентилятора в ресивері

Встановлено, що за першої схеми підключення висівних апаратів до вентилятора виникає нерівномірність величини тиску в насіннєвих

камерах. Виявлено, що чим ближче апарат до центру сівалки, тим більшу швидкість має повітряний потік, і навпаки, при віддаленні від центру машини швидкості повітряних потоків зменшуються. На це впливають як довжина повітропроводів, так і їхній діаметр.

Друга схема дозволяє забезпечити більш однакові за значеннями швидкості руху повітряних потоків крізь насіннєві камери висівних апаратів, але зберігається їхня нерівномірність в залежності від віддаленості від центру сівалки. На це впливає розташування повітропроводу, що з'єднує вентилятор з ресивером та розташований по центру машини. В ресивері спостерігається нерівномірність тиску по його довжині. Тому в апаратах, що розташовані ближче до центрального повітропроводу повітря рухається швидше ніж в тих, що знаходяться на більшій відстані.

Третя схема дозволяє ще більше вирівняти швидкості повітряних потоків, оскільки застосування кількох повітропроводів, що з'єднують вентилятор з ресивером, дозволяє вирівняти тиск в самому ресивері по його довжині. Це в свою чергу набагато сильніше зменшує вплив розташування висівних апаратів від центру машини.

Наступні схеми здатні забезпечити найбільш якісну роботу пнемоситеми.

Однак, для забезпечення більшої рівномірності тиску в камерах висівних апаратів необхідно щоб площі вихідних патрубків з ресивера були різними. При цьому чим далі від центру сівалки, тим площа отворів повинна збільшуватися.

2.2. Обґрунтуванням теми роботи

Проведений аналіз показав, що не тільки параметри конструкцій впливають на якісні показники висіву насіння висівними апаратами. На це впливають також розміри, форма та розташування патрубків ресивера.

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

Об'єктом дослідження є процес взаємодії насіння з ґрунтом.

Предметом досліджень є характер взаємодії насіння з ґрунтом.

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

2.3. Обґрунтування параметрів повітророзподільника

Нерівномірність розрідження у висівних апаратах зумовлена нерівномірністю статичного тиску, збільшення якого відбувається при збільшенні відстані від центру до периферії ресивера.

Рівномірне відсмоктування повітря з них можна провести зміною площ вхідних отворів повітророзподільника чи забезпеченням постійного тиску по його довжині за рахунок зміни площ вихідних отворів з повітророзподільника до патрубків.

Рівняння кількості руху для об'єму повітря, обмеженого *i*-м та *i-1* перетинами та стінками повітророзподільника

$$p_{i-1}F - p_iF - \tau_{i-1}\Pi l_0 = \rho F V_{вi}^2 - \rho F V_{вi-1}^2. \qquad (2.1)$$

З врахуванням значення τ_{i-1} та після перетворення отримаємо

$$p_{i-1} - p_i - \lambda_{вi-1}\frac{l_0}{D_e}\frac{\rho V_{вi-1}^2}{2} = \rho(V_{вi}^2 - V_{вi-1}^2). \qquad (2.2)$$

Рівномірне відсмоктування повітря з сусідніх висівних апаратів відбувається за виконання умови

$$V_{вi} = \frac{V_{вп/2}}{n/2}i; \qquad V_{вi-1} = \frac{V_{вп/2}}{n/2}(i-1), \qquad (2.3)$$

де $V_{вп/2}$ - швидкість повітряного потоку в перетині *n/2* повітророзподільника.

Підставимо (2.3) в (2.2) і отримаємо

$$p_{i-1} - p_i = \frac{4\rho V_{вп/2}^2}{n^2}\left[i^2 - (i-1)^2 + \frac{\lambda_{вi-1} L}{2(n-1) D_e}(i-1)^2 \right]. \qquad (2.4)$$

Площа прохідного перетину *i*-ого вхідного отвору повітророзподільника

$$f_{отвi} = \frac{2Q_{n/2}}{V_{отвi} n} = \frac{2FV_{вп/2}}{nV_{отвi}}, \qquad (2.5)$$

де $Q_{n/2}$ - витрати повітря в перетині *n/2* повітророзподільника;

$V_{отвi}$ - швидкість повітряного потоку в *i*-ому вхідному отворі повітророзподільника.

Швидкість повітряного потоку в *i*-ому вхідному отворі ресивера

$$V_{отвi} = \mu_i \sqrt{\frac{2(p_a - p_i)}{\rho}}. \qquad (2.6)$$

Рівняння Бернуллі для ділянки *a-b*

$$p_a = p_i + \frac{\rho V_{отвi}^2}{2} + \Delta p_{a-b}. \qquad (2.7)$$

Втрати тиску Δp_{a-b} на цій ділянці

$$\Delta p_{a-b} = \Delta p_{ва} + \Delta p_{тр} + \Delta p_{вх} + \Delta p_{ш} + \Delta p_{отв}, \qquad (2.8)$$

де $\Delta p_{отв}$ - втрати тиску при вході повітряного потоку в отвір

$$\varsigma_{вх} = 0{,}5\left(1 - \frac{f_{отвi}}{f_ш}\right)^{3/4} \frac{\rho V_{отвi}^2}{2}. \qquad (2.9)$$

об'ємні витрати

$$Q_{ва} = fV = f_ш V_ш = f_{отвi} V_{отвi}. \qquad (2.10)$$

Тоді втрати у вхідному отворі становлять

$$\Delta p_{a-bi} = \left\{ \left(\varsigma + \lambda \frac{l}{d}\right)\frac{f_{отвi}^2}{f^2} + \left[0{,}5\left(1 - \frac{f_ш}{f}\right)^{3/4} + \lambda_ш \frac{l_ш}{d_ш} \right]\frac{f_{отвi}^2}{f_ш^2} + 0{,}5\left(1 - \frac{f_{отвi}}{f_ш}\right)^{3/4} \right\} \frac{\rho V_{отвi}^2}{2}. \qquad (2.11)$$

З врахування (2.6), (2.7), (2.11) та після перетворень визначаємо коефіцієнт витрат *i*-ого вхідного отвору повітророзподільника

$$\mu_i = \frac{1}{\sqrt{1+\left(\varsigma+\lambda\frac{l}{d}\right)\frac{f_{отвi}^2}{f^2}+\left[0{,}5\left(1-\frac{f_ш}{f}\right)^{3/4}+\lambda_ш\frac{l_ш}{d_ш}\right]\frac{f_{отвi}^2}{f_ш^2}+0{,}5\left(1-\frac{f_{отвi}}{f_ш}\right)^{3/4}}}. \quad (2.12)$$

З врахуванням (2.5) та (2.12)Використовуючи в залежності (2.6) значення $V_{отвi}$ з, отримаємо

$$p_i = p_a - \frac{4F^2}{n^2 f_{отвi}^2}\times$$

$$\times\left\{1+\left(\varsigma+\lambda\frac{l}{d}\right)\frac{f_{отвi}^2}{f^2}+\left[0{,}5\left(1-\frac{f_ш}{f}\right)^{3/4}+\lambda_ш\frac{l_ш}{d_ш}\right]\frac{f_{отвi}^2}{f_ш^2}+0{,}5\left(1-\frac{f_{отвi}}{f_ш}\right)^{3/4}\right\}\frac{\rho V_{вп/2}^2}{2}. \quad (2.13)$$

Аналогічний вираз можна записати і для іншого перетину, наприклад *i-1*

$$p_{-1i} = p_a - \frac{4F^2}{n^2 f_{отвi-1}^2}\times$$

$$\times\left\{1+\left(\varsigma+\lambda\frac{l}{d}\right)\frac{f_{отвi-1}^2}{f^2}+\left[0{,}5\left(1-\frac{f_ш}{f}\right)^{3/4}+\lambda_ш\frac{l_ш}{d_ш}\right]\frac{f_{отвi-1}^2}{f_ш^2}+0{,}5\left(1-\frac{f_{отвi-1}}{f_ш}\right)^{3/4}\right\}\frac{\rho V_{вп/2}^2}{2}. \quad (2.14)$$

За умови рівномірного відсмоктування повітря з висівних апаратів площі вхідних отворів повітророзподільника можна визначити після підстановки (2.13)–(2.14) у (2.4) та проведення перетворень

$$\left[1+0{,}5\left(1-\frac{f_{отвi}}{f_ш}\right)^{3/4}\right]\frac{1}{f_{отвi}^2}-\left[1+0{,}5\left(1-\frac{f_{отвi-1}}{f_ш}\right)^{3/4}\right]\frac{1}{f_{отвi-1}^2}- \quad (2.15)$$

$$-\frac{32}{\pi^2 D_э^4}\left[i^2-(i-1)^2+\frac{0{,}11L\sqrt[4]{\frac{68}{\mathrm{Re}_{вi-1}}+\frac{\delta}{D_э}}}{2(n-1)D_э}(i-1)^2\right]=0,$$

де *i=2, 3, 4, ..., n/2.*

Використовуючи рівняння (2.15) можна одним з чисельних методів, задавши площу $f_{отв1}$, визначити площі решти вхідних отворів, приймаючи *i=2, 3, 4, …, n/2*.

Аналіз (2.15) дозволяє встановити, що зменшення на периферії повітророзподільника площі першого вхідного отвору $f_{отв1}$ призводить до зменшення площ інших вхідних отворів $f_{отвi}$ і, навпаки, збільшення площі найближчого до центру вхідного отвору призводить до збільшення попередніх вхідних отворів. Слід також відмітити, що зменшення площі вхідного отвору $f_{отвi}$ зі зменшенням площі першого вхідного отвору $f_{отв1}$ відбувається нерівномірно. Це пояснюється тим, що зменшення площі першого вхідного отвору $f_{отвi}$ призводить до збільшення розрідження на периферії повітророзподільника, а це в свою чергу відбивається на підвищенні розрідження в найближчий до нього зоні.

3. ІНЖЕНЕРНА ЧАСТИНА

3.1. Технологічні розрахунки

3.1.1. Визначення витрат тиску в пневмосистемі

При русі повітря по повітряпроводах тиск витрачається на подолання тертя $P_{тр}$ та подолання місцевих опорів $P_{мс}$.

$$P\xi = Pтр + Pмс. \quad (3.1)$$

Витрати тиску на тертя в круглих трубопроводах визначається формулами:

$$Pтр = \lambda \cdot \frac{l}{D} \cdot \frac{\gamma \cdot \vartheta^2}{2 \cdot g} \quad (3.2)$$

де l – довжина трубопровода;

D – діаметр трубопровода (найменьший 0,032 м);

λ – коефіцієнт опору тертя;

λ – виражається в функції числа Рейнольда та визначається за формулою Нікурадзе:

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

де Re – Рейнольда, дорівнює:

$$Re = \frac{D \cdot \vartheta}{\nu},$$

де ν – коефіцієнт кінематичної в’язкості при барометричному тиску P_0=760 мм вод. ст. і температурі 20°:

$$\nu = 0{,}149 \cdot 10^{-4} \text{ MR/c};$$

ϑ – швидкість повітряного потоку в трубопроводі:

$$\vartheta = 4{,}04 \cdot \sqrt{h_g}\ ; \quad (3.4)$$

з попередніх розрахунків ϑ=12 м/с.

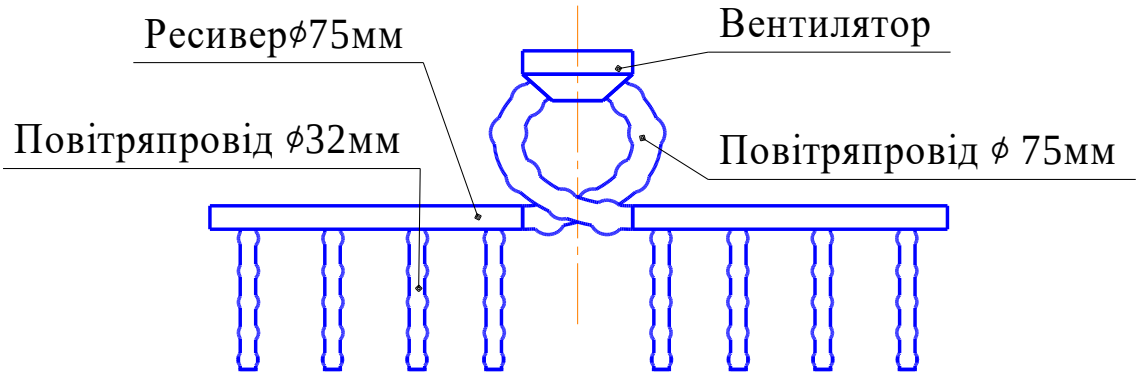


Рис. 3.1. Схема розводки повітропроводів по сівалці

– для діаметрів 75 мм:

$$Re=\frac{0,075\cdot 12,0}{0,149\cdot 10^{-4}}=6,04\cdot 10^{-4};$$

– для діаметрів 32 мм:

$$Re=\frac{0,032\cdot 12,0}{0,149\cdot 10^{-4}}=2,58\cdot 10^{-4}.$$

Витрати тиску на тертя в пневмосистемі станорвлять:

– для ресивера:

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

$$Ртр_1=0,0482\cdot\frac{2,0}{0,075}\cdot 2\cdot\frac{1,24\cdot 12^2}{2\cdot 9,8}=23,42\ \text{кг/м}^2;$$

– для пневмопроводів діаметром 75 мм:

$$Ртр_2=0,0482\cdot\frac{0,9}{0,075}\cdot 2\cdot\frac{1,24\cdot 12^2}{2\cdot 9,8}=10,5\ \text{кг/м}^2;$$

– для пневмопроводів діаметром 32 мм:

$$\lambda=0,032+0,221\cdot(2,58\cdot 10^{4})^{-0,273}=0,052;$$

$$Ртр_3=0,052\cdot\frac{0,7}{0,032}\cdot 6\cdot\frac{1,24\cdot 12^2}{2\cdot 9,8}=62,17\ \text{кг/м}^2.$$

У сумі витрати тиску на тертя у повітряпроводах:

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

Витрати тиску на подолання місцевих опорів визначаються в функції динамічного тиску по формулі:

$$Рм.о=\xi\cdot\frac{\gamma\cdot\vartheta^2}{2\cdot g} \qquad (3.5)$$

де ξ – коефіцієнт місцевого опору.

Найбільш поширеним слід рахувати місцевий опір, який виникає при розширенні або звуженні повітропроводу, а також його згині.

Раптове розширення повітропроводу при переході від камер висіваючи апаратів до ресивера.

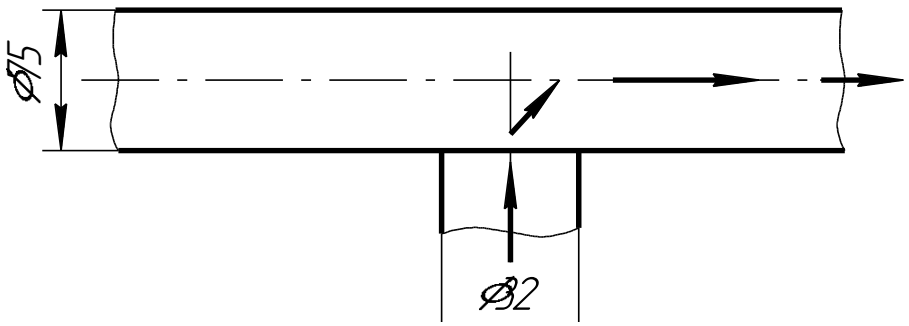


Рис. 3.2. Схема переходу повітряного потоку

Коефіцієнт місцевого опору:

$$\xi p_1=(1+\frac{f}{F})^2,$$

де f – площа перетину повітропрохода:

$$f=\frac{\pi\cdot d^2}{4}=\frac{3,14\cdot 0,032^2}{4}=0,0008\,м^2;$$

F – площа перетину ресивера:

$$F=\frac{\pi\cdot D^2}{4}=\frac{3,14\cdot 0,075^2}{4}=0,0044\,м^2;$$

$$\xi p_1=(1+\frac{0,008f}{0,044})^2=1,39;$$

$$Рм.о_1=1,391,39\cdot\frac{1,24\cdot 12^2}{2\cdot 9,8}\cdot 6=76,8\ кг/м^2.$$

Згин повітропровода:

$$\xi к=Кк\cdot\xi 1\cdot\xi 2\cdot\xi 3 \qquad (3.6)$$

де Кк – 0,73 – постійний коефіцієнт пропорційності;

ξ1 – коефіцієнт, який залежить від радіуса заокруглення (R/D);

ξ2 – коефіцієнт, який залежить від кута поворота коліна (α);

ξ3 – коефіцієнт, який залежить від форми перетину.

Для круглого перетину ξ3=1,0.

По таблиці 13 [4] приймаємо:

– для R/D=5; ξ1=0,12;

– для α=40º; ξ2=0,6.

$$\xi к=0,73\cdot 0,12\cdot 0,6\cdot 1,0=0,053;$$

$$Рм.о_2=0,053\cdot\frac{1,24\cdot 12^2}{2\cdot 9,8}\cdot 2=0,98 \text{ кг/м}^2.$$

$$Рм.о=Рм.о_1+Рм.о_2=76,8+0,98=77,76 \text{ кг/м}^2=6 \text{ Па}=0,78 \text{ кПа}.$$

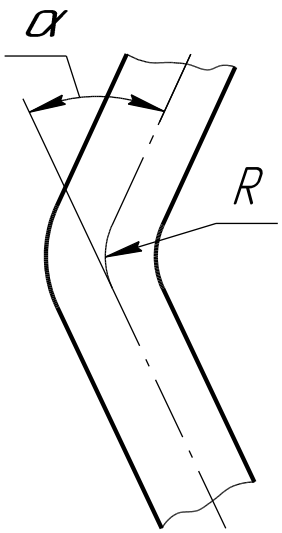


Рис. 3.3. Схема заокруглення

Закінчені втрати тиску в пневмосистемі сівалки:

$$Р\xi=0,96+0,78=1,74 \text{ кПа}.$$

Повного розрядження, яке повинен створити вентилятор для якісної роботи пневматичних висіваючи апаратів для висіву насіння кукурудзи, повинен складати:

$$\sum Р=Ра+Р\xi=3670 \text{ Па}+1740 \text{ Па}=5410 \text{ Па}=5,41 \text{ кПа}.$$

3.1.2. Розрахунок вентилятора

Основними показниками вентилятора є: витрати повітря, швидкість повітря та напор.

Динамічний напор $H_{дин}$ визначається кінетичною енергією одиниці об'єму повітря:

$$H_{дин}=\rho\cdot\frac{\vartheta^2}{2} \qquad (3.7)$$

де ρ – щільність повітря (маса одиниці об'єму);

ϑ – середня швидкість повітря на виході вентилятора:

для кукурудзи $\vartheta=0{,}8\cdot\vartheta c=0{,}8\cdot18=14{,}4$ м/с.

де ϑc – швидкість витання насіння.

$$\rho=0{,}465\cdot\frac{B}{T} \qquad (3.8)$$

де В – барометричний тиск, для розрахунків приймаємо:

В=760 мм рт. ст.

$$T=273^{o}+t,$$

де t – температура навколишнього середовища, приймаємо t=15 ^{o}C.

Тоді:

$$\rho=0{,}465\cdot\frac{760}{273+15}=1{,}225.$$

$$Hдин=1{,}225\cdot\frac{14{,}4^2}{2}=127\ \text{кг/м}^2.$$

Статичний тиск $Hст=\frac{1-0{,}25^2}{0{,}25^2}\cdot127=1905$ кг/м

Повний тиск буде складати

$$H=Hдин+Hст=127+1905=2032\text{кг/м}$$

Тоді теоретичний напор з урахуванням витрат в пневмосистемі:

$$Hт=\frac{H}{\eta}, \qquad (3.9)$$

де η - ККД пневмосистеми.

$$Нт=\frac{2032}{0,7}=2258 \text{ кг/м}^2.$$

Коли вважати, що повітря всмоктується в радіальному напрямку, то секундний об'єм повітря:

$$Q=2\cdot\pi\cdot r_1\cdot b\ \vartheta\cdot\cos\alpha, \qquad (3.10)$$

де r_1 – радіус камери на вході, визначений з умови, що 8 всмоктуючих отворів з камер висіваючи апаратів повинні мати таку ж площину, що і площина вхідного отвору вентилятора, тобто:

$$\frac{8\cdot\pi\cdot d}{4}=\frac{\pi\cdot D_0^2}{4},$$

звідки:

$$D_0=\sqrt{8\cdot d^2}=\sqrt{8\cdot 32^2}=90,5 \text{ мм}$$

Конструктивно приймаємо D_0=110 мм, тоді r_1 – 55 мм.

b – ширина камери вентилятора, приймаємо по базовому варіанту b=60 мм;

α – кут між дотичними до поверхні лопатки на вході та напрямком повітря. Конструкція базового ротора вентилятора має α=15º, тоді:

$$Q=2\cdot 3,14\cdot 0,055\cdot 0,06\cdot 14,4\cdot\cos 15^o=0,275 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Зовнішній діаметр колеса визначаємо з рівняння:

$$D_2=\frac{2}{n}\sqrt{\frac{H_т}{C_н\cdot\rho}}. \qquad (3.11)$$

Для розрахунків приймаємо базовий вентилятор з n=4100 об/хв. Ротора або 67 об/с.

Сн – коефіцієнт, який для радіальних лопаток Сн=0,27

$$D_2=\frac{2}{67}\sqrt{\frac{2258}{0,27\cdot 1,225}}=419 \text{ мм}.$$

Приймаємо D_2=450 мм з урахуванням втрат.

Потрібна для привода вентилятора потужність:

$$N = \frac{Q \cdot Нт}{75 \cdot \eta}, \qquad (3.12)$$

$$N = \frac{0,275 \cdot 2258}{75 \cdot 0,8} = 2,66 \text{ кВт}.$$

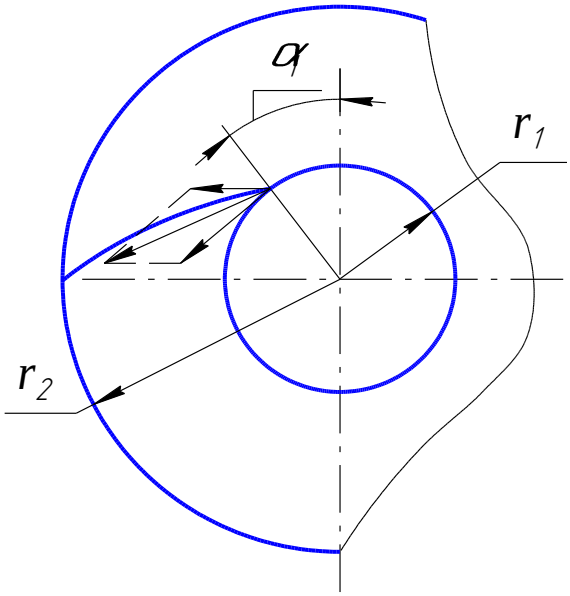


Рис. 3.4. Схема ротора вентилятора

Приймаємо для привода вентилятора карданну передачу від валу відбору потужності трактора, яка забезпечує необхідну потужність при кількості обертів ВВП n=1000 хв$^{-1}$.

3.2. Розрахунок на міцність

3.2.1 Розрахунок на міцність зубчастої пасової передачі приводу вентилятора

Основними геометричними характеристиками зубчастого пасу являються модуль m, число зубів пасу z_p і його довжина L.

Модуль пасу визначається за формулою:

$$m = 35\sqrt[3]{\frac{P}{n_1}}, \qquad (3.13)$$

де P – потужність що передається на вхідний вал приводу вентилятора,

$$P_{пр} = \frac{P}{\eta_{пп} \cdot \eta_{п}},$$

де $\eta_{п\ п}$ та $\eta_{п}$ – відповідно ККД пасової передачі та пари підшипників кочення, $\eta_{п\ п}$ =0,96, $\eta_{п}$ =0,99

$$P_{пр} = \frac{1,19}{0,96 \cdot 0,99} = 1,24 \text{ кВт};$$

n – частота обертання, n=540 об/хв

$$m = 35\sqrt[3]{\frac{1,24}{540}} = 3,13 \text{ мм}.$$

Приймаємо m=3 мм.

Число зубів меншого шківа z_2 обираємо в залежності від модуля і частоти обертання z_2=14.

Число зубів великого шківа:

$$z_1 = z_2 \cdot \frac{n_в}{n_{пр}} \quad (4.12)$$

$$z_1 = 14\frac{4600}{540} = 119,26.$$

Приймаємо z_1=125.

Міжосьова відстань визначається попередньо рівною:

$$a' = (0,5...2,0)(d_{p1} + d_{p2}), \quad (3.14)$$

де d_{p1} *і* d_{p2} - ділильні діаметри шківів

$$d_{p1} = mz_1 = 3 \cdot 125 = 375 \text{ мм};$$

$$d_{p2} = mz_2 = 3 \cdot 14 = 42 \text{ мм};$$

$$a' = (0,5...2,0)(375 + 42) = 450 \text{ мм}.$$

Попереднє значення довжини ременя L' підраховуємо за формулою:

$$L' = \frac{2a + \pi(d_{p1} + d_{p2})}{2} + \frac{(d_{p1} - d_{p2})^2}{4a'} \ ; \quad (3.15)$$

$$L' = \frac{2 \cdot 450 + 3,14(375 + 42)}{2} + \frac{(375 - 42)^2}{4 \cdot 450} = 1166,3 \text{ мм}.$$

По величині L′ знаходимо орієнтовне значення число зубів ременя:

$$z_p{}' = \frac{L'}{(\pi \cdot m)}, \tag{3.16}$$

$$z_p{}' = \frac{1166,3}{(3,14 \cdot 3)} = 124,63.$$

Приймаємо $z_p = 125$ зубів.

Кінцева довжина ременя визначається по формулі:

$$L = mz_p\pi = 3 \cdot 125 \cdot 3,14 = 1177,5 \text{ мм.}$$

Кінцеве значення міжосьової відстані визначаємо за формулою:

$$a = 0,25\left[L - \Delta_1 + \sqrt{(L - \Delta_1)^2 - 8\Delta_2} \right], \tag{3.17}$$

де $\Delta_1 = 0,5\pi\left(d_{p1} + d_{p2}\right) = 0,5 \cdot 3,14\left(375 + 42\right) = 646,4$ мм;

$$\Delta_2 = 0,25\left(d_{p1} - d_{p2}\right)^2 = 0,25 \cdot \left(375 - 42\right)^2 = 2772,22 \text{ мм;}$$

$$a = 0,25\left[1166,3 - 646,4 + \sqrt{(1318 - 376,88)^2 - 8 \cdot 2772,22} \right] = 255 \text{ мм.}$$

Визначаємо число зубів ременя, які знаходяться в зачеплені з малим шківом:

$$z_{p_0} = \frac{z_1 \cdot \alpha_1}{360^\circ}, \tag{3.18}$$

де $\alpha_1 = 180 - 57\left(d_{p1} - d_{p2}\right) / a = 180 - 57\left(375 - 42\right) / 450 = 137,82^\circ$;

$$z_{p_0} = \frac{14 \cdot 137,82}{360} = 5,36.$$

Ширину ременя вибираємо в залежності від модуля

$$b = \frac{F_t \cdot C_p}{q_0 \cdot C_F}, \tag{3.19}$$

де C_F – коефіцієнт нерівномірності розподілу навантаження по ширині несучого шару, C_F =0,85;

C_P – коефіцієнт динамічності та режиму роботи, C_P=1,2;

q_0 – приведене питоме колове зусилля, для m=3 мм q_0=10 Н/мм;

F_t – колове зусилля, що передається пасом

$$F_t = \frac{P \cdot 10^3}{v} = \frac{10^3 \cdot P \cdot 60}{\pi \cdot d_1 \cdot n} = \frac{1000 \cdot 1,24 \cdot 60}{3,14 \cdot 375 \cdot 540} = 117 \text{ Н};$$

$$b = \frac{117 \cdot 1,2}{10 \cdot 0,85} = 16,52 \text{ мм}.$$

Приймаємо згідно стандарту b=20 мм.

Навантаження на вал та опори:

$$R = (1...1,2) F_t = 1,2 \cdot 117 = 140,4 \text{ Н}.$$

Геометричні параметри великого шківа:

$$d = 125 \cdot 3 = 375 \text{ мм};$$

$$d_a = 375 - 2 \cdot 0,6 + \frac{0,15 \cdot 117 \cdot 0,0025 \cdot 125}{20} = 374,07 \text{ мм};$$

$$d_f = 374 - 3 \cdot 1,8 = 368,6 \text{ мм};$$

$$B = 20 + 3 = 23 \text{ мм}.$$

Проведемо розрахунок довговічності передачі.

Визначаємо розрахунковий ресурс за формулою:

$$L_{hp} = L_{hcep} K_1 K_2, \qquad (3.20)$$

де $L_{h\ cep}$ – середній ресурс експлуатації пасу для середнього режиму роботи, $L_{h\ cep}$=2000 год;

K_1 – коефіцієнт режиму роботи, K_1=0,5;

K_2 – коефіцієнт, що враховує кліматичні умови експлуатації, K_2=1,0

$$L_{hp} = 2000 \cdot 0,5 \cdot 1 = 1000 \text{ год}.$$

Річне завантаження сівалки складає 100 год, а термін її експлуатації 8 років. Таким чином довговічність паса забезпечена.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Заходи по зниженню шуму та вібрації на модернізованому агрегаті

проведемо розрахунок віброізоляторів вентилятора з квадратним поперечним перерізом.

Вихідні дані:

- маса приводу вентилятора – $Q_м$=65 кг;
- частота обертання – n=2500 хв.
- число віброізоляторів – N= 4 шт.

Обираємо матеріал віброізоляторів – поліхлоропреновий каучук типу 604–1, для якого $E_{ст} = 8{,}95 \cdot 10^4$ Н/м^2 – статичний модуль пружності, густина ρ=1,46·10^3 кг/м^3, коефіцієнт втрат K=0,45.

Визначаємо загальну розрахункову площу віброізоляторів за формулою:

$$S_p = \frac{Q \cdot g}{[\sigma]}, \tag{4.1}$$

де [σ] – допустиме напруження для вибраного матеріалу, [σ]=4,420·10^4 Н/м^2

$$S_p = \frac{65 \cdot 9{,}81}{4{,}42 \cdot 10^4} = 3{,}7 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2.$$

Визначаємо поперечний розрахунковий розмір віброізолятора

$$A_p = \sqrt{\frac{S_p}{N}}, \tag{4.2}$$

де N – кількість віброізоляторів, шт

$$A_p = \sqrt{\frac{3{,}7 \cdot 10^{-2}}{4}} = 9{,}6 \cdot 10^{-2} \text{ м}.$$

Приймаємо розмір віброізолятора $A_ф$=0,1 м.

Фактична площа всіх віброізоляторів:

$$S_ф = A_ф \cdot N . \quad (4.3)$$

$$S_ф = 0,1^2 \cdot 4 = 0,04 \text{ м}^2.$$

Частота коливань машини

$$f = \frac{n}{60} = \frac{2500}{60} = 41,7 \text{ Гц}. \quad (4.4)$$

Частота коливань системи машина–віброізолятор:

$$f_o = 0,5\sqrt{\frac{E \cdot S_ф}{h \cdot Q \cdot q}}, \quad (4.5)$$

де h – висота віброізолятора, м

$$h = \frac{A_ф}{4}, \quad (4.6)$$

$$h = \frac{0,1}{4} = 0,025 \text{ м};$$

$$f_o = 0,5\sqrt{\frac{8,95 \cdot 10^4 \cdot 0,04}{0,025 \cdot 165 \cdot 9,81}} = 8,85 \text{ Гц}$$

Коефіцієнт відношення частот

$$\psi = \frac{f}{f_o}, \quad (4.7)$$

$$\psi = \frac{41,7}{8,85} = 4,7 .$$

Гранична частота вібрації:

$$f_{гр} = f_o\sqrt{2} . \quad (4.8)$$

$$f_{гр} = 8,85\sqrt{2} = 12,5 \text{ Гц}.$$

Рівень вібрації на граничній частоті

$$\Delta l_1 = 40 \cdot \lg\frac{2 \cdot f_{гр}}{f_o}; \quad (4.9)$$

$$\Delta l_1 = 40 \cdot \lg\frac{2 \cdot 12,5}{8,85} = 18,1 \text{дБ}.$$

5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Під час проведення літературного аналізу було встановлено, що вирівнювання тиску в камерах висівних апаратів дозволяє зекономити насіннєвий матеріал в межах 2–6% за рахунок забезпечення точності дотримання заданого інтервалу розміщення насіння здовж рядка..

Враховуючи вартість насіння соняшнику для посіву 6480 грн за 1 посівну одиницю [27] для поля 100 га мінімальна економія становитиме 103,68 грн на 1 га, а у перерахунку на площу поля це становитиме мінімум 10368 грн.

ВИСНОВКИ

В кваліфікаційній роботі проведено аналіз конструкцій пневматичних систем універсальних сівалок точного висіву.

Встановлено залежність впливу їхніх конструкцій на якість роботи.

На підставі проведеного аналізу обґрунтована мета, сформулювані задачі досліджень, встановлені об’єкт та предмет досліджень.

В результаті проведених теоретичних досліджень було встановлено вплив вихідних та вихідних отворів повітророзподільника на значення тиску повітря.

Запропоновані зміни в конструкції посівної секції універсальної сівалки точного висіву дозволяють одержати економію посівного матеріалу в межах 2–4% за рахунок забезпечення якості роботи висівних апаратів, що становитиме мінімум 103,68 грн/га.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. СІВАЛКИ ТОЧНОГО ВИСІВУ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://elvortishop.com.ua/ua/catalog/seyalki_propashnye/ (дата звернення: 10.04.2024). – Назва з екрана.
2. VESTA-8 PROFI [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://elvortishop.com.ua/ua/catalog/seyalki_propashnye/ups_8a_es_sobr_vesta_8_profi_s_tr_ustr_s_signal_/ (дата звернення: 10.04.2024). – Назва з екрана.
3. VESTA-6 PROFI [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://elvortishop.com.ua/ua/catalog/seyalki_propashnye/ups_6a_02_sobr_vesta_6_profi_es_s_signal_/ (дата звернення: 10.04.2024). – Назва з екрана.
4. VESTA-8 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://elvortishop.com.ua/ua/catalog/seyalki_propashnye/ups_8_02_vesta_8_sobr_s_s_fakt_s_2_kh_kontur_priv/ (дата звернення: 10.04.2024). – Назва з екрана.
5. VEGA-8 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://favorit-td.com.ua/ua/p15553617-seyalka-pnevmaticheskaya-tochnogo.html(дата звернення: 10.04.2024). – Назва з екрана.
6. VEGA-16 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://elvortishop.com.ua/ua/catalog/seyalki_propashnye/vega_16_nov_vysev_apparat_s_s_fakt/ (дата звернення: 10.04.2024). – Назва з екрана.
7. Сівалка точного висіву пневматична Весна-6 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://favorit-td.com.ua/ua/p160000097-seyalka-pnevmaticheskaya-tochnogo.html (дата звернення: 10.04.2024). – Назва з екрана.
8. Сівалка точного висіву пневматична Весна-8 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://favorit-td.com.ua/ua/p21927625-seyalka-pnevmaticheskaya-tochnogo.html/ (дата звернення: 10.04.2024). – Назва з екрана.

9. Сівалка точного висіву пневматична Весна-12 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://favorit-td.com.ua/ua/p160009461-seyalka-pnevmaticheskaya-tochnogo.html (дата звернення: 10.04.2024). – Назва з екрана.

10. Сівалка точного висіву пневматична VENZA-6 (анкерна) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://favorit-td.com.ua/ua/p838189261-seyalka-pnevmaticheskaya-tochnogo.html (дата звернення: 10.04.2024). – Назва з екрана.

11. Сівалка точного висіву пневматична VENZA-8 (анкерна) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://favorit-td.com.ua/ua/p602745880-seyalka-pnevmaticheskaya-tochnogo.html (дата звернення: 10.04.2024). – Назва з екрана.

12. Сівалка точного висіву пневматична VENZA-6 Pro (дисковий сошник) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://favorit-td.com.ua/ua/p845134186-seyalka-pnevmaticheskaya-tochnogo.html (дата звернення: 10.04.2024). – Назва з екрана.

13. Сівалка точного висіву пневматична VENZA-8 Pro (mini-till, дисковий сошник) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://favorit-td.com.ua/ua/p597296973-seyalka-pnevmaticheskaya-tochnogo.html (дата звернення: 10.04.2024). – Назва з екрана.

14. СІВАЛКА ТОЧНОГО ВИСІВУ "ТОДАК" [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.todak1929.com/stvt (дата звернення: 10.04.2024). – Назва з екрана.

15. Сівалки просапні [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://harvest.ua/product/sivalky-prosapni/(дата звернення: 10.04.2024). – Назва з екрана.

16. Сівалка просапна HERMES-6 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://harvest.ua/product/sivalky-prosapni/hermes-series/ups-6/ (дата звернення: 10.04.2024). – Назва з екрана.

17. Сівалка просапна HERMES-8 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://harvest.ua/product/sivalky-prosapni/hermes-series/ups-8/ (дата звернення: 10.04.2024). – Назва з екрана.

18. Сівалка просапна MULTICORN 560 (01) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://harvest.ua/product/sivalky-prosapni/multicorn-series/multicorn-560-01/ (дата звернення: 10.04.2024). – Назва з екрана.

19. Сівалка просапна SPACE 560 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://harvest.ua/product/sivalky-prosapni/space-series/space-560/ (дата звернення: 10.04.2024). – Назва з екрана.

20. SIGMA-KING [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://sfoggia.com/ru/semina-di-precisione-2/sigma-king/ (дата звернення: 10.04.2024). – Назва з екрана.

21. Pneumatic Precision Planter [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.agromaster.com/en/product/pneumatic-precision-planter-axe-type-trailed-for-working-position-planter-a#gallery-2 (дата звернення: 10.04.2024). – Назва з екрана.

22. Сівалки точного висіву [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.vaderstad.com/ua/sivalky-tochnogo-vusivu/ (дата звернення: 10.04.2024). – Назва з екрана.

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

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

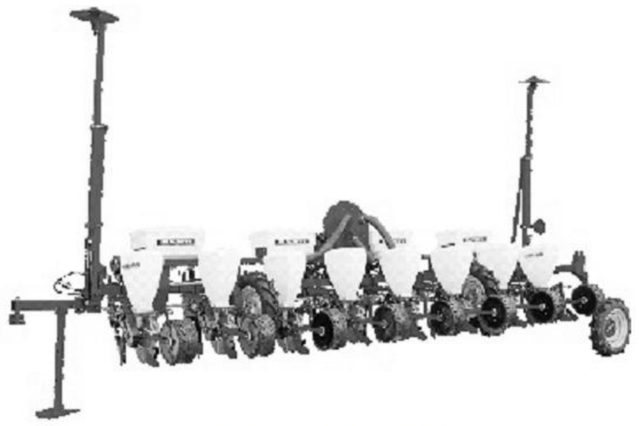
25. Основи конструювання машин: Підручник для студентів інженерно-технічних спеціальностей вищих навчальних закладів. 2–е вид., переробл. – Кривий Ріг: ФОП Чернявський Д.О., 2015. – 492 с.

26. Войналович О. Охорона праці у сільському господарстві. Навчальний посібник / Войналович О., Білько Т., Марчиниша Є. – К.: Центр навчальної літератури, 2019. – 691 с.
27. Насіння соняшника [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://tda-shop.com.ua/ua/g39174217-semena-podsolnechnika?csbss0=238746803 (дата звернення: 10.04.2024). – Назва з екрана.

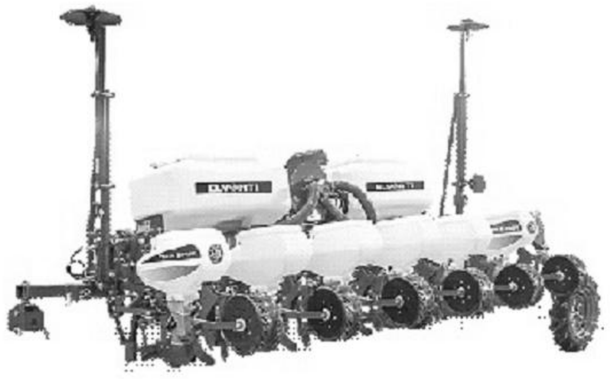
ДОДАТКИ

УСГ 00. 001 НЧ

СУЧАСНИЙ СТАН МАШИН



VESTA 8I
Ельворті



VESTA 6 PROFI
Ельворті

VEGA 6
Ельворті

VEGA 8
Ельворті

VEGA 16 PROFI
Ельворті

Весна-6
Фаворит

Весна-8
Фаворит

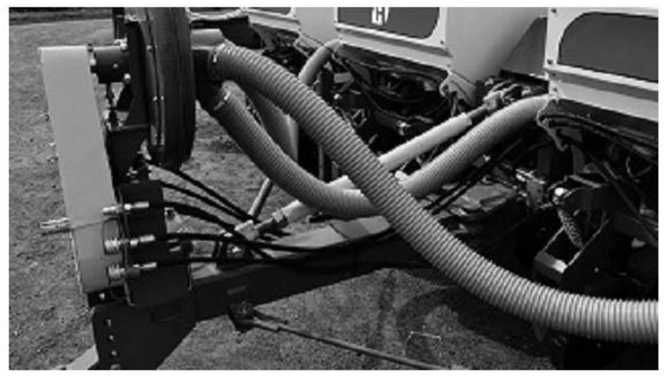
Весна-12
Фаворит

СТВТ-12
Тодак

PLANTER-A6
Agromaster

HERMES 8
Harvest

MULTICORN 560 (01)
Harvest



SPACE 560)
Harvest

HERMES 6
Harvest

SIGMA KING
SFOGGIA

Tempo V 12
Vaderstad

					УСГ 00. 001 НЧ		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Сучасний стан машин	Лит	Масса	Масштаб
Разраб.	Салій						–	–
Пров.	Онопа					Лист	Листов 1	
Т.контр.					–	ЦНТУ гр. ГМ-22М(19)-1.2		
Н.контр.	Мачак							
Утв.	Лещенко							

Копировал Формат А1

Перв. примен. | Справ. № | Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

УСГ 00. 002 НЧ

МЕТА, ЗАДАЧІ, ОБ'ЄКТ ТА ПРЕДМЕТ ДОСЛІДЖЕНЬ

Мета дослідження: підвищенняефективності розподілу насіння шляхом удосконалення конструкції пневматичної системи

Задача досліджень: Встановити закономірності розподілу тиску в повітророзподільнику.

Об'єкт дослідження: процесрозподілу повітря у пневмосистемі сівалки

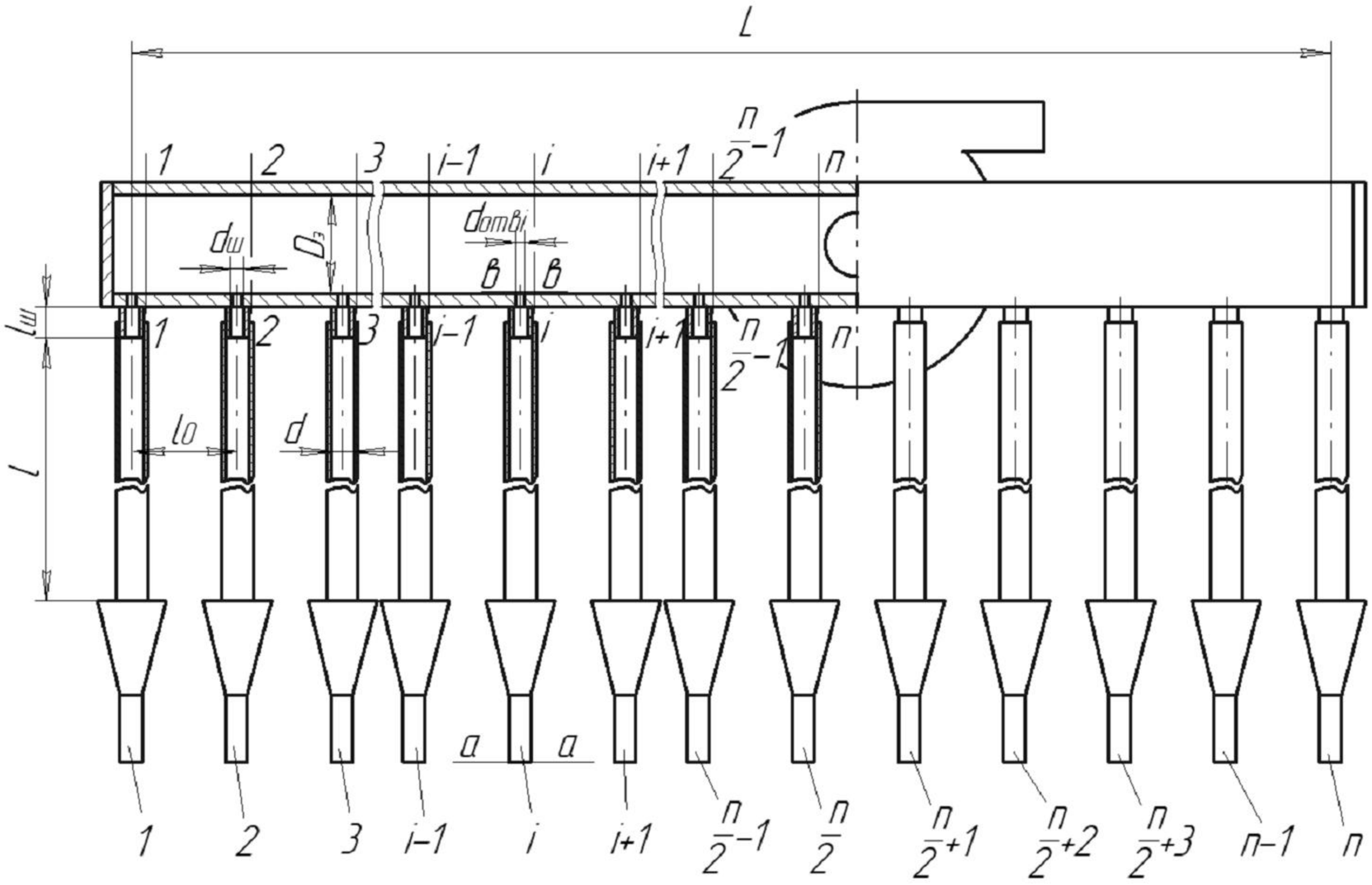
Предмет дослідження: зхарактер руху повітря в пневмосистемі сівалки

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	УСГ 00. 002 НЧ		
Разраб.		Володько			Мета, задачі, об'єкт та предмет досліджень	Лит.	Масса	Масштаб
Пров.		Мороз					–	–
Т.контр.						Лист	Листов 1	
Н.контр.		Мачак			–	ЦНТУ гр. ГМ-22М(19)-1.2		
Утв.		Лещенко						

Копировал Формат А1

Перв. примен. | Справ. № | Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ
системи з ресивером



$$p_{i-1}F - p_iF - \tau_{i-1}\Pi l_0 = \rho F V_{ві}^2 - \rho F V_{ві-1}^2, \qquad (1)$$

де p – статичний тиск в перетинах ресивера, Па;

F – площа прохідного перетину ресивера, м²;

П – периметр ресивера, м;

l_0 – відстань між осями вхідних отворів, м;

ρ – щільність повітря, кг/м²;

$V_в$ – швидкість повітря в перетинах ресивера, м/с;

$\tau_{i-1} = \frac{\lambda_{ві-1}}{4} \cdot \frac{\rho V_{ві-1}^2}{2}$ *- дотичні напруження в перетинах ресивера, Н/м²,*

тут $\lambda_{ві-1}$ – коефіцієнт гідравлічного опору в перетинах ресивера.

Умова рівномірного відбору повітря

$$V_{ві} = \frac{V_{вп/2}}{n/2} i\,; \qquad V_{ві-1} = \frac{V_{вп/2}}{n/2}(i-1), \qquad f_{отві} = \frac{Q_{n/2}}{V_{отві}\, n/2} = \frac{FV_{вп/2}}{V_{отві}\, n/2} \qquad (2)$$

де n – рядність сівалки;

$f_{отві}$ – площі вхідних отворів ресивера, м²;

Q – витрати повітря в перетинах ресивера, м³/с;

$V_{отві}$ – швидкість повітря у вхідних отворах ресивера, м/с.

$$\left[1+0{,}5\left(1-\frac{f_{отві}}{f_ш}\right)^{3/4}\right]\frac{1}{f_{отві}^2} - \left[1+0{,}5\left(1-\frac{f_{отві-1}}{f_ш}\right)^{3/4}\right]\frac{1}{f_{отві-1}^2} - \frac{32}{\pi^2 D_э^4}\left[i^2-(i-1)^2 + \frac{0{,}11L\sqrt{\frac{68}{\mathrm{Re}_{ві-1}}+\frac{\delta}{D_э}}}{2(n-1)D_э}(i-1)^2\right] = 0, \qquad (3)$$

де $f_ш$ – площа перетину штуцерів, м²;

L – довжина ресивера, м;

$D_э$ – прохідний діаметр ресивера, м;

δ - величина абсолютної шорсткості порожнини ресивера, м;

i=2, 3, 4, …, n/2;

$$\mathrm{Re}_{ві-1} = \frac{\sum_{j=1}^{i} Q_{вaj} D_э}{\nu F}$$ *- число Рейнольдса в перетинах ресивера,*

тут ν – кінематична в'язкість повітря, м²/с.

$$f_{отвп/2+1} = f_{отвп/2}, \; f_{отвп/2+2} = f_{отвп/2-1}, \; f_{отвп/2+3} = f_{отвп/2-2}, \; \ldots, \; f_{отвп-1} = f_{отв2}, \; f_{отвп} = f_{отв1}. \qquad (4)$$

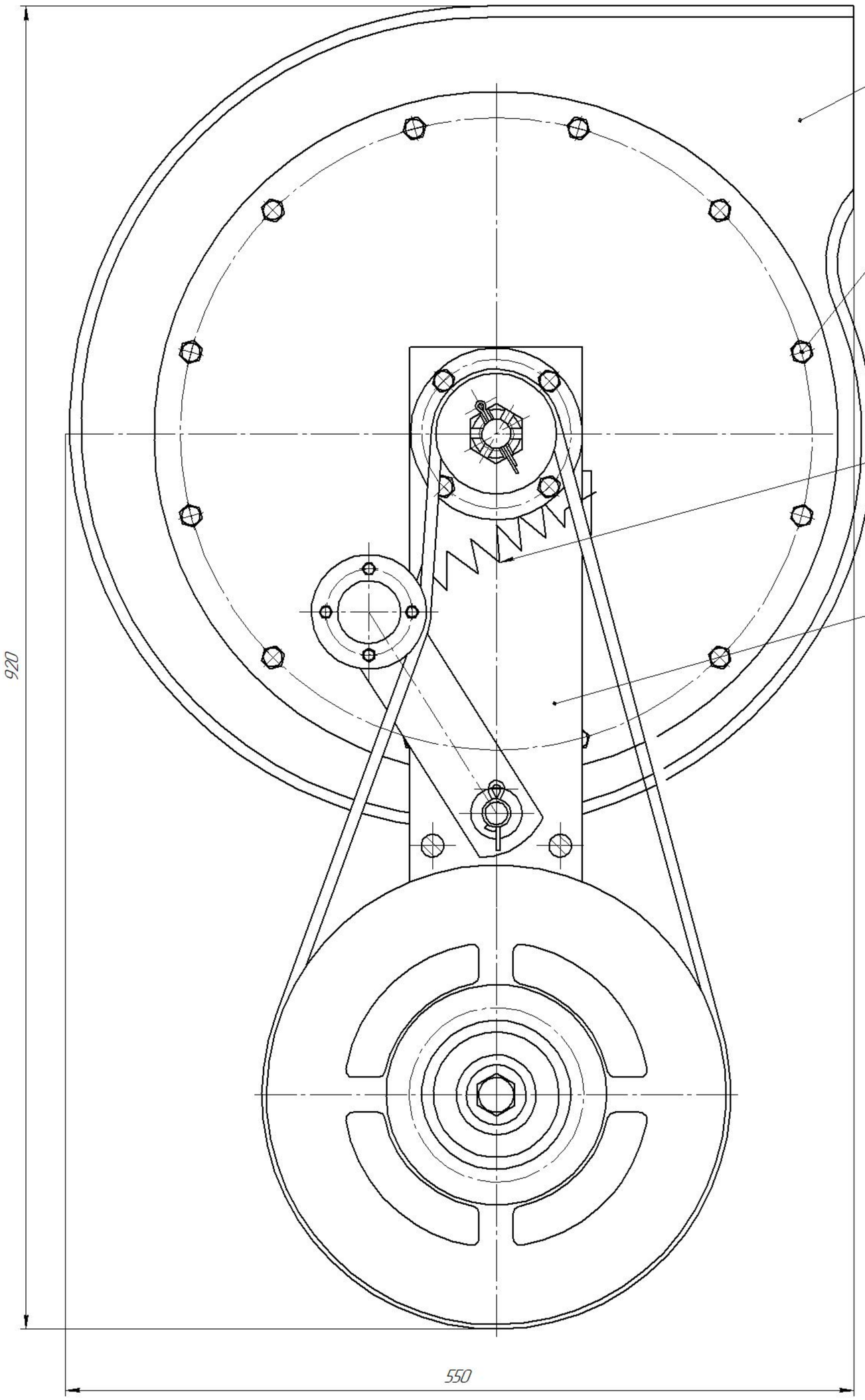
					УСГ 00. 003 НЧ	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.		Салій			Теоретичні дослідження системи з ресивером	Лит. / Масса: – / Масштаб: –
Пров.		Онопа				Лист / Листов: 1
Т.контр.					–	ЦНТУ гр. ГМ-22М(19)-12
Н.контр.		Мачак				
Утв.		Лещенко				

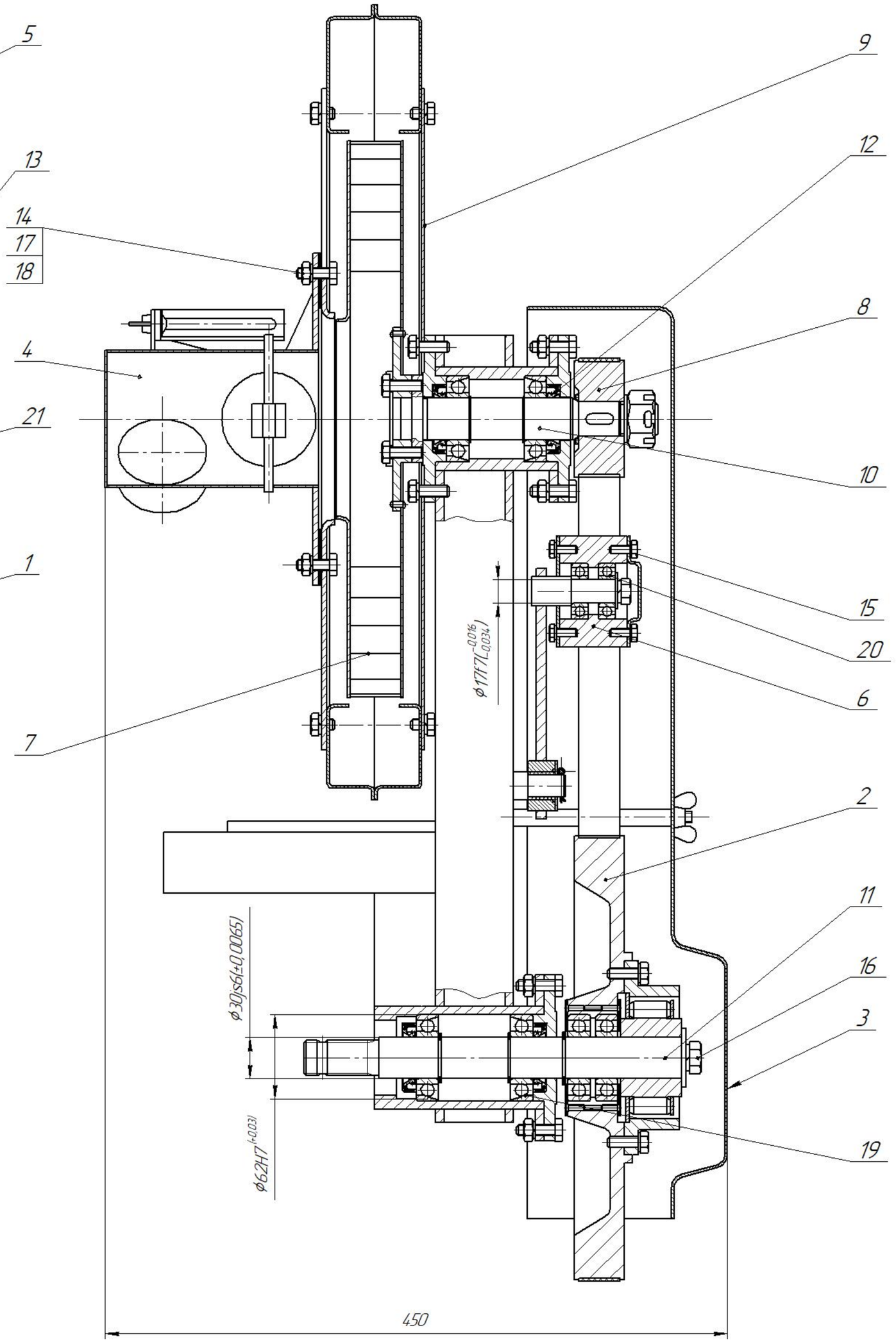
Копировал — Формат А1

Перв. примен. | Справ. № | Подп. и дата | Инв. № подл. | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата

УСГ 12. 200 СБ

Щиток поз. 3 умовно не показано





1 При складанні вентилятора порожнини підшипників поз. 19 та поз. 20 заповнити мастилом Літол 24 ГОСТ 24.150–75.

2 Канавки шківів повинні знаходитися в одній площині, осьове зміщення шківів не більше 1 мм.

3 Складений вентилятор прокрутити на протязі 2–х хвилин з частотою обертання 6,7 с.

4 Прогин паса не більше 7 мм під дією навантаження 20 Н.

5 Розміри для довідок.

					УСГ 12. 200 СБ		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Вентилятор	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Салій					49,5	1:2
Пров.		Онопа				Лист 1	Листов 1
Т.контр.							
Н.контр.		Мачак			–	ЦНТУ гр. ГМ-22М(19)-1,2	
Утв.		Лещенко					

Копировал

Формат А1

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

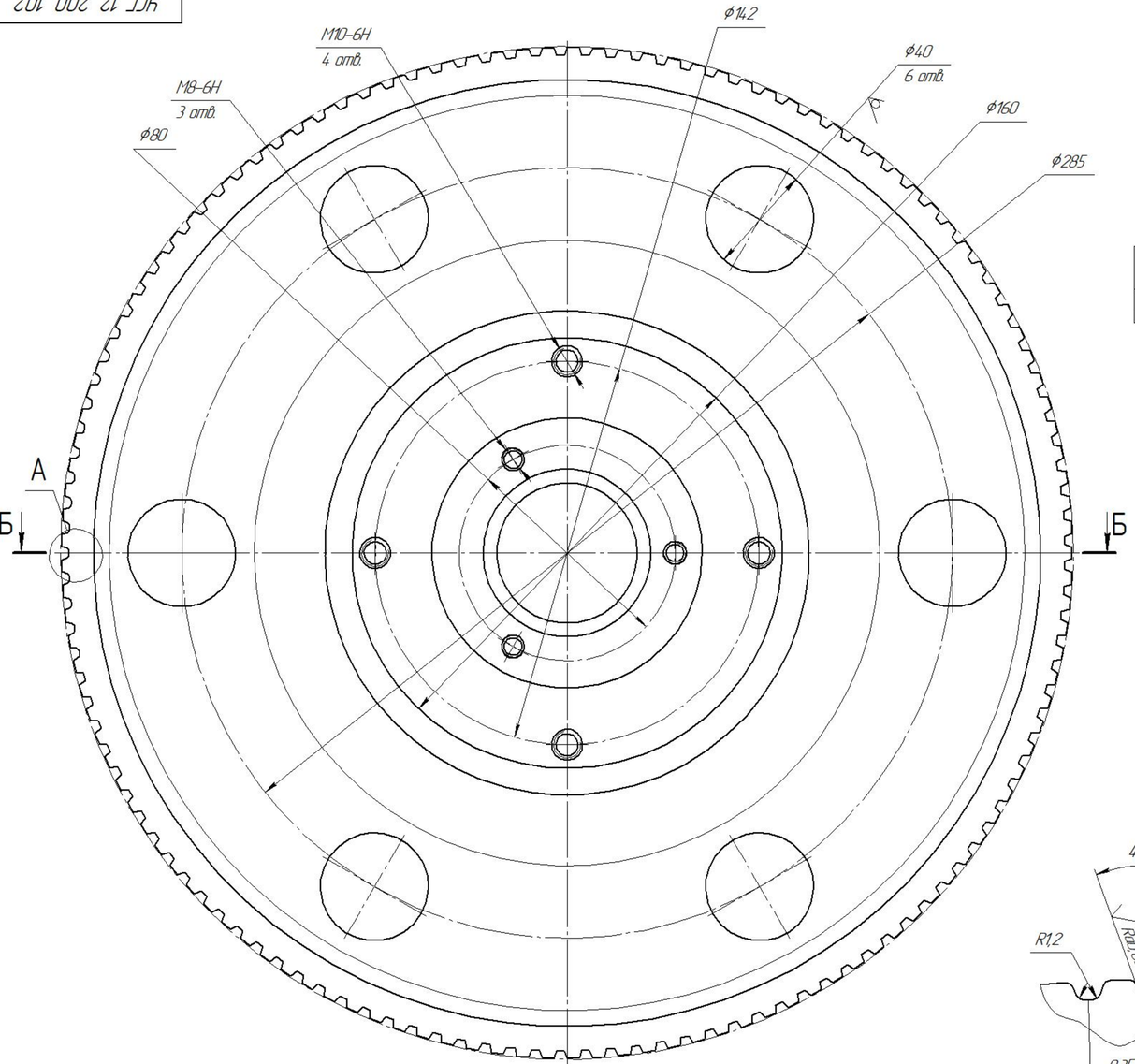
Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

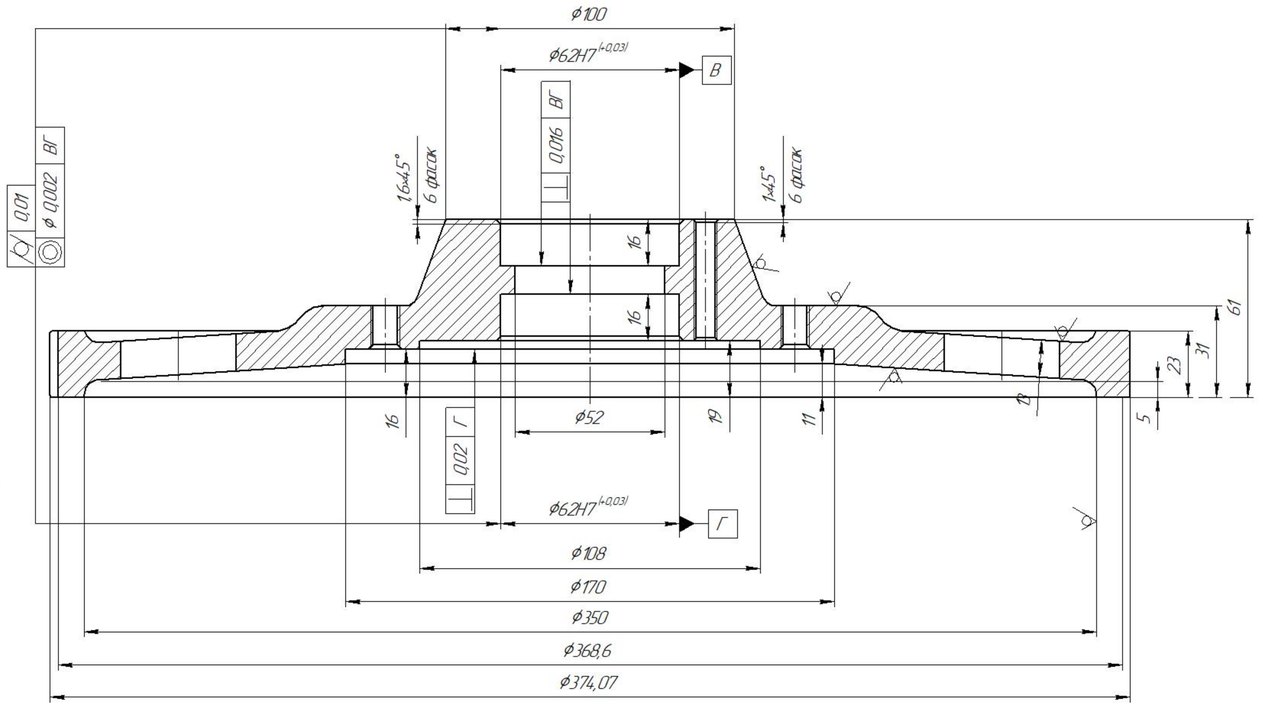
Инв. № подл.

УСГ 12. 200. 102

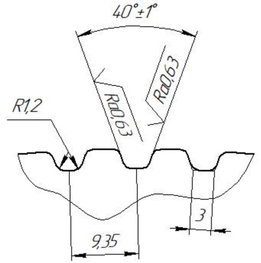


Б–Б

Ra6,3 (√)



А



1. *Розміри для довідок.
2. Ливарні ухили 3°.
3. Невказані граничні відхилення розмірів – по III класу точності ОСТ 23.4.209-82.
4. Невказані допуски форми та розташування поверхонь згідно ГОСТ 25069-81.

5. На робочих поверхнях канавок шківа не повинно бути порин, пошкрябин та вмятин після обробітку різанням.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	УСГ 12. 200. 102			
Разраб.		Салій			Шків	Лит.	Масса 5,679	Масштаб 1:1
Пров.		Онопа				Лист	Листов 1	
Т.контр.								
Н.контр.		Мачак			АК6 ГОСТ 4784-97	ЦНТУ, гр. ГМ-22М(1,9)-1.2		
Утв.		Лещенко						

Копировал

Формат А3х3

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

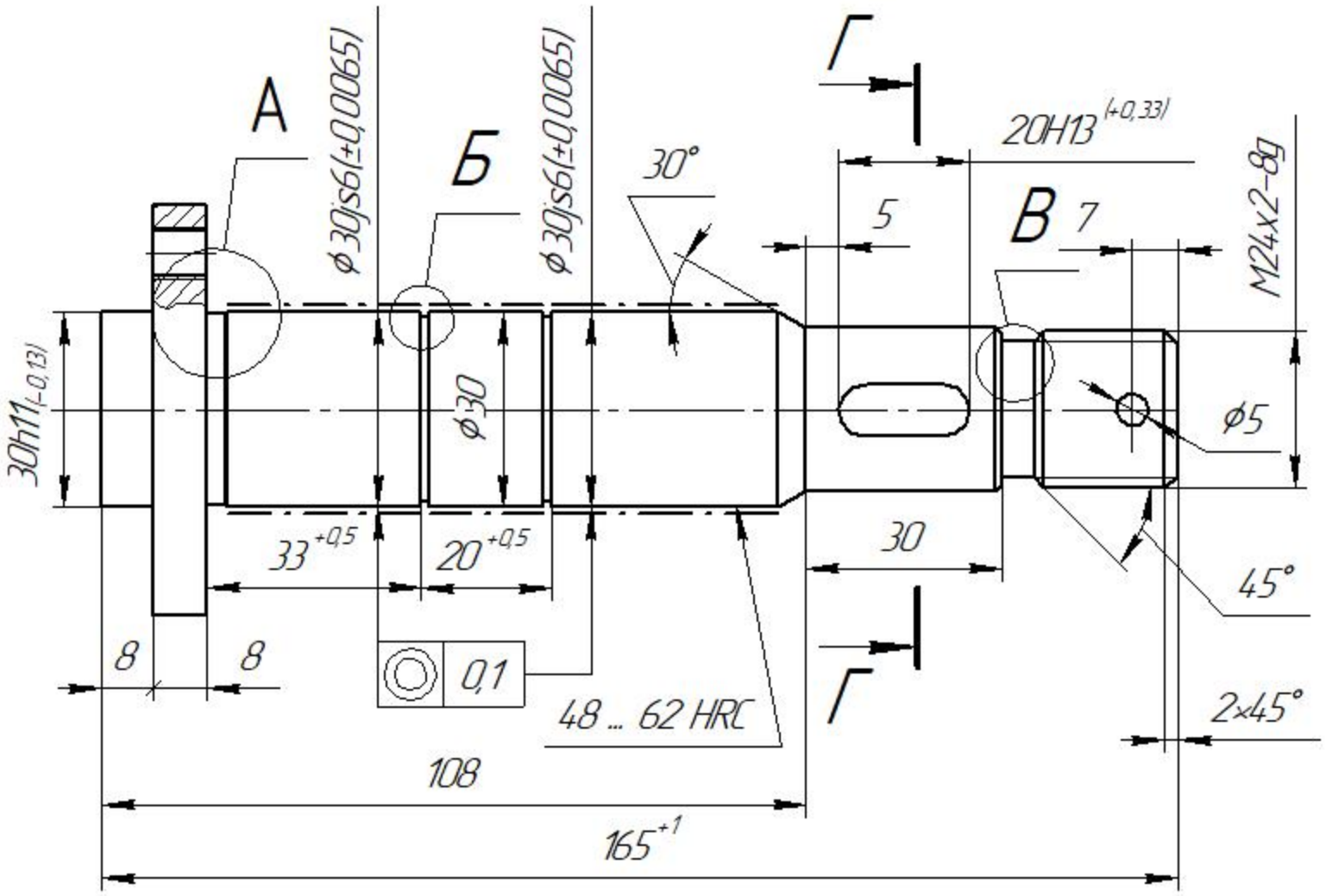
Взам. инв. №

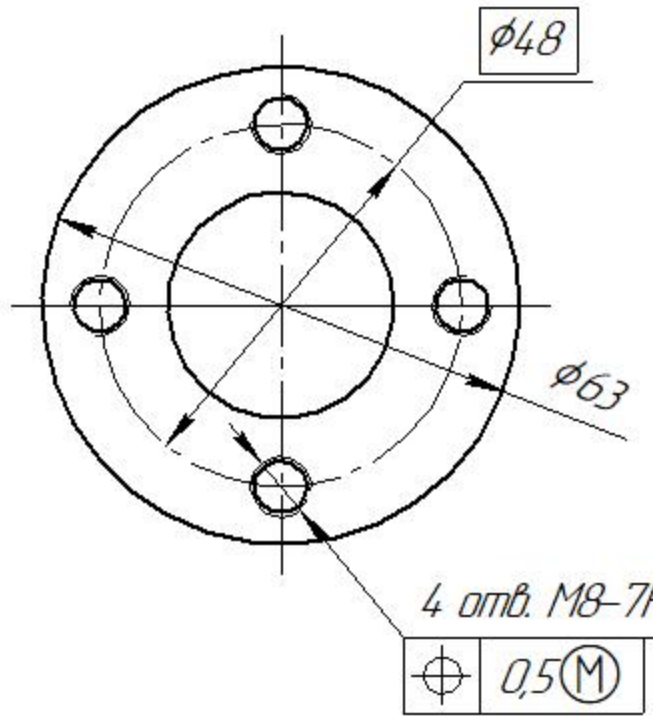
Подп. и дата

Инв. № подл.

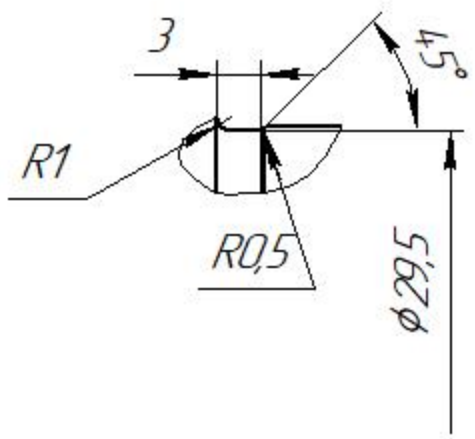
СУПА 12. 200. 604

Ra6,3 (√)

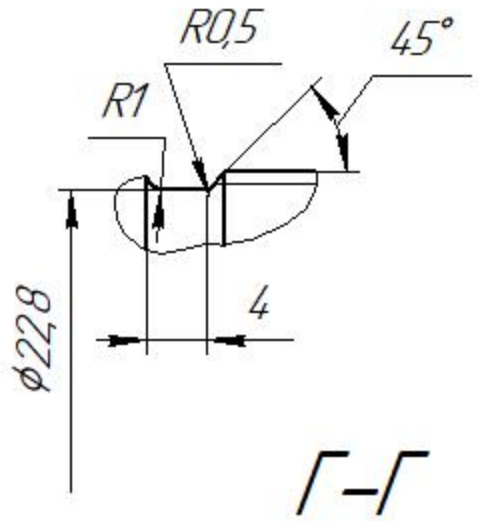




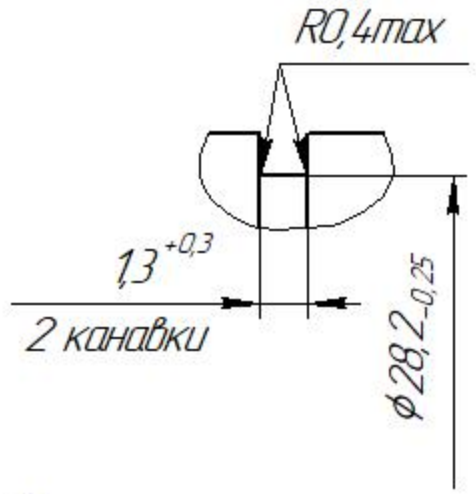
А(2:1)



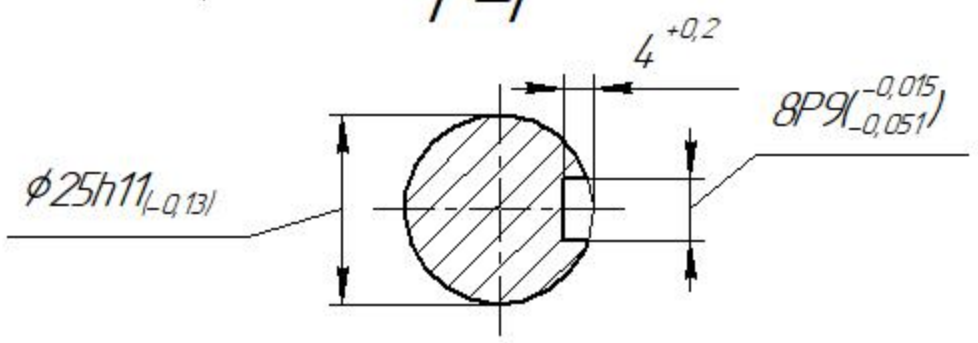
В(4:1)



Б(5:1)



Г–Г



1 Покриття Ц 15хр.

2 Невказані граничні відхилення розмірів – по ОСТ 23.4.209-82.

3 Граничні відхилення від вірної геометричної форми посадкових поверхонь під підшипники–по ОСТ 23.4.108-87.

4 H14, h14, $\pm \frac{IT14}{2}$.

5 *Розмір для довідок.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	СУПА 12. 200. 604			
Разраб.		Салій			Вал	Лит.	Масса	Масштаб
Пров.		Онопа					0,185	2:1
Т.контр.						Лист 1	Листов 1	
Н.контр.		Мачок			Сталь 20Х ГОСТ 4543-71	ЦНТУ гр. ГМ-22М(1,9)-1.2		
Утв.		Лещенко						

Копировал

Формат А3

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.