

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:

**"Підвищення ефективності інерційного сепаратора зерна з
обґрунтуванням параметрів осадкового пристрою"**

Виконав здобувач вищої освіти II курсу,
групи ГМ-22М-1.2

ОНП «Галузеве машинобудування» спеціальності
133 «Галузеве машинобудування»

_____ Руденко Владислав Олександрович
« ____ » _____ 2024 р.

Керівник проекту

доцент, канд. техн. наук

_____ Олександр НЕСТЕРЕНКО

« ____ » _____ 2024 р.

Рецензент Вадим

БРЕДИХІН

м. Кропивницький

Центральноукраїнський національний технічний університет

Факультет: АГРОТЕХНІЧНИЙ

Кафедра: СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО МАШИНОБУДУВАННЯ

Рівень вищої освіти: МАГІСТР

Галузь знань: 13 МЕХАНІЧНА ІНЖЕНЕРІЯ

Освітньо-професійна програма: 133 ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Сергій ЛЕЩЕНКО

«___» _____ 2024 року

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

Руденко Владислав Олександрович

1. Тема роботи: «Підвищення ефективності інерційного сепаратора зерна з обґрунтуванням параметрів осадового пристрою»
2. Керівник роботи: Нестеренко О.В., канд. техн. наук, доцент
3. Строк подання студентом роботи до захисту: 18.06.2024 року
4. Мета та завдання випускної кваліфікаційної роботи: підвищення ефективності роботи пневмосистеми інерційного сепаратора зерна шляхом вдосконалення конструкції осадового пристрою

5. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
	Олександр НЕСТЕРЕНКО		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів випускної кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Пояснювальна записка	05.06.2024	
2	Графічна частина	14.06.2024	
3	Перевірка роботи на доброчесність	16.06.2024	
4	Захист роботи	10-28.06.2024	

Дата видачі завдання

«18» лютого 2024 р.

Підпис керівника _____ Олександр НЕСТЕРЕНКО

Завдання прийнято до виконання

«18» лютого 2024 р.

Підпис здобувача _____ Владислав РУДЕНКО

Зміст

1. Вступ.....	5
2. Наукова частина	6
3. Інженерна частина.....	27
4. Охорона праці.....	39
5. Економічна частина	41
6. Висновки	42
Список використаних джерел.....	43
Додатки.....	45

					ВІСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. ВСТУП

Сьогодні в Україні розвиток аграрних підприємств є одним з пріоритетних напрямків підвищення ефективності національної економіки, тому що саме від його стану і ефективної діяльності виробників сільськогосподарської продукції залежить успішне вирішення однієї із найважливіших задач нашої країни [1].

Однією з головних та вирішальних умов для подальшого підвищення виробництва зернових є застосування та впровадження інтенсивних технологій виробництва продукції рослинництва та тваринництва, підвищення продуктивності праці, яка ґрунтується на розробці та впровадженні нової надійної і високопродуктивної техніки.

Закордонна техніка є значно якіснішою та надійною, але при цьому, її ціна і вартість її запасних частин є дуже високою для більшості малих та середніх підприємств та фермерських господарств.

Зерноочисні сепаратори в Україні використовуються досить широко: від фермерських господарств до багатьох підприємств переробної галузі, що в значній кількості переробляють зерно на сировину.

Тому досить актуальним є дослідження і модернізація існуючих сепараторів для очищення і сортування зерна, що спрямовані на виявлення можливості для підвищення якості їх роботи, зменшення енергоємності і металомісткості їх конструкцій.

Незважаючи на досить масове використання зерноочисних сепараторів, показники їх технологічної ефективності не є досить високими, особливо це стосується повітряної сепарації, і це призводить до зменшення якості чи продуктивності очищення зернових матеріалів [1].

Тому у магістерській роботі запропоноване вдосконалення інерційного сепаратора зерна, що дозволить підвищити показники її технологічної ефективності, знизити енергоємність та збільшити якісні показники очищення.


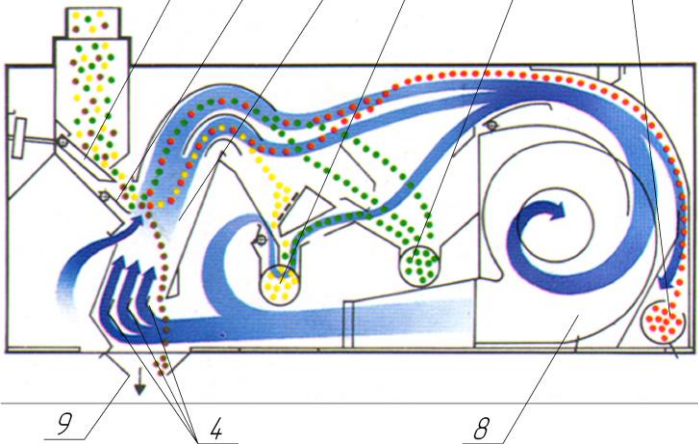
					ВІСЗ 00.000 ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Руденко</i>			ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Нестеренко</i>					5	1
<i>Реценз.</i>						<i>ЦНТУ, гр. ГМ -22М-1,1</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Мачок</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Леценко</i>						

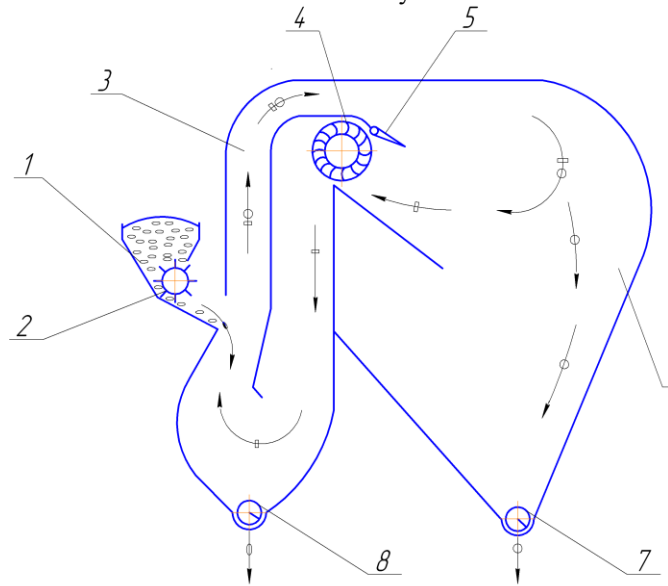
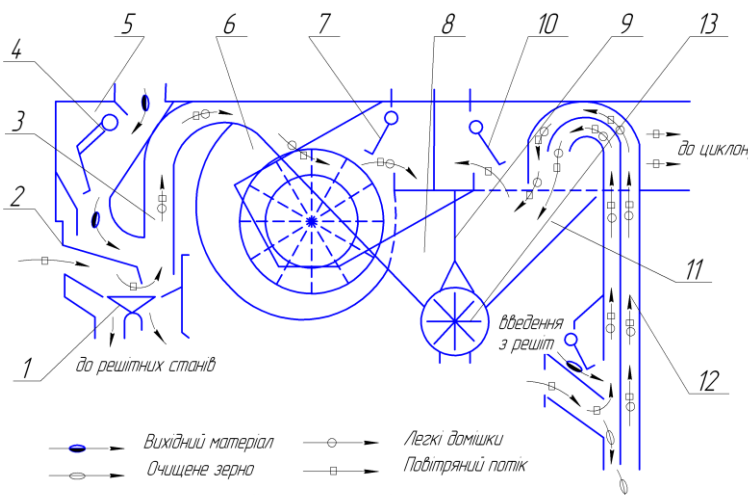
- мають значно меншу енергоємність для забезпечення необхідного повітряного потоку і його подачі в пневмоканали;
- мають краще та компактніше поєднання робочих органів та зменшення габаритів сепаратора через оптимізацію роботи їх осадових пристроїв.

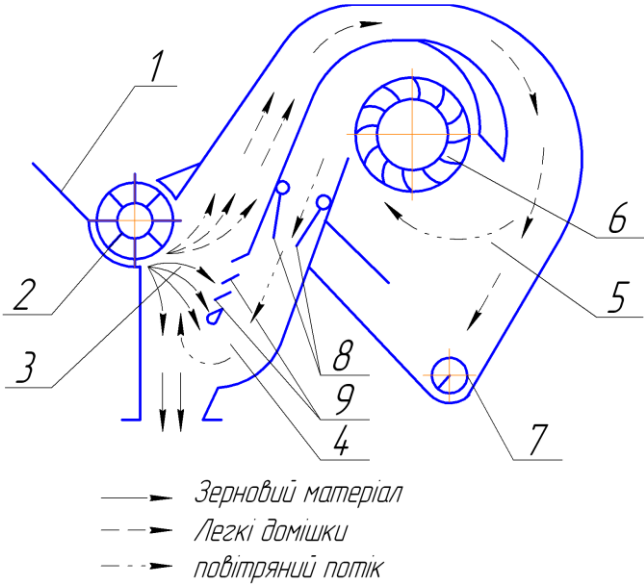
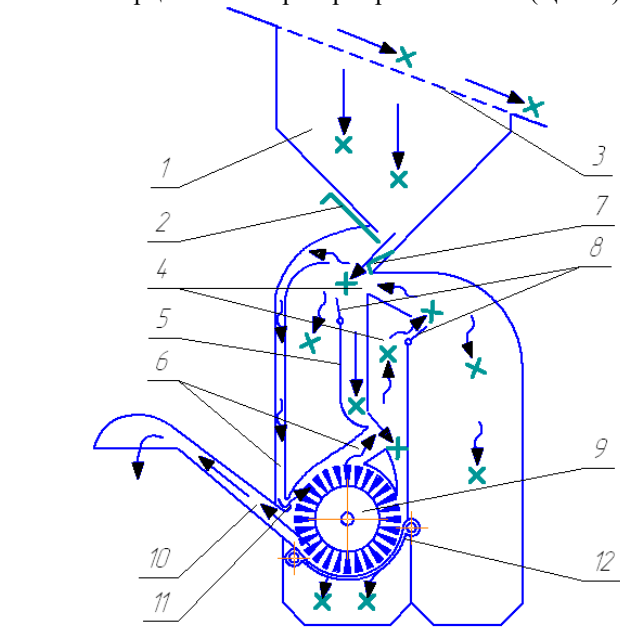
В таблиці 2.1 приведені найбільш типові схеми осадових засобів пневмосистем сепараторів із замкнутим циклом повітряного потоку, що мають певні переваги і недоліки.

Таблиця 2.1.

Найбільше поширені осадові пристрої замкнутих пневмосистем сепараторів

Функціональна схема повітряної системи	Основні переваги та недоліки	Аналогічні схеми
1	2	3
<p style="text-align: center;">Пневмосепаратор ICM</p> 	<p>Переваги:</p> <ul style="list-style-type: none"> - легко розділює зерновий матеріал від травмованого і підвищує схожість зерна до 98%; - мінімізовані втрати потужності потоку; - зменшене енергоспоживання; - спрощені регулювання. 	<p>Пневмосепаратор СОК-30 [4]</p>
<p style="text-align: center;">Пневмосистема К-560 «Petkus» (Німеччина)</p>  <p>1 – важіль подачі; 2 – клапан; 3 – Пневмосепаруючий канал; 4 – повітряні напрямники; 5 – приймальник неповноцінних зерен; 6 – приймальники фуражної фракції; 7 – приймальники дрібної фракції; 8 – вентилятор пневмосистеми машини; 9 – приймальник чистого зерна</p>	<p>Переваги:</p> <ul style="list-style-type: none"> - інтенсифікована подача зерна в пневмоканал; - нижня частина пневмосепараційного каналу сприяє дворазовій сепарації зернового матеріалу; - застосована замкнена схема циркуляції повітряного потоку. <p>Недоліки пневмосепаратора:</p> <ul style="list-style-type: none"> - значна складність при переобладнанні на розділення для різних зернових культур; - досить значна енерго та металоємність при невисокій ступені очищення (50%). 	<p>«В модифікації сепаратора фірми «Petkus» К-523 – при продажі встановлені стержні, які додатково розрихлюють зернову суміш [5]»</p>

1	2	3
<p style="text-align: center;">Пневмосепаратор канадської фірми «Carter Day»</p>  <p style="text-align: center;"> <i>Вихідний матеріал</i> <i>Легкі дімішки</i> <i>Очищене зерно</i> <i>Повітряний потік</i> <i>Повітря з легкими дімішками</i> </p> <p>1 – бункер зена; 2 – живильний пристрій; 3 – пневмосепараційний канал; 4- вентилятор; 5- регулювальний пристрій витрати повітря; 6 – осадова камера; 7 – приймальник дімішок; 7 – приймальник чистого зерна;</p>	<p>Переваги:</p> <ul style="list-style-type: none"> - через застосування живильного пристрою зерно рівномірно розміщується в робочій зоні пневмо каналу; - дворазова послідовна сепарація зернового матеріалу повітрям за рахунок конструкції пневмоканалу. <p>Недоліки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - невелика питома продуктивність пневмосепаратора; 	<p>«Сепаратори фірми «Carter Day» (Канада) [6], А1-БДЗ-6; А1-БДЗ-12, СП-5), «Simon» (Англія) [7] та ін.»</p>
<p style="text-align: center;">Сепаратор зерна «МСК Maschinenbau»</p>  <p style="text-align: center;"> <i>Вихідний матеріал</i> <i>Легкі дімішки</i> <i>Очищене зерно</i> <i>Повітряний потік</i> <i>Повітря з легкими дімішками</i> </p> <p>1 – розподільник зернового матеріалу; 2 – вібраційний лоток; 3, 12 – пневмосепараційні канали; 4 – клапан живильний; 5 – бункер зерна; 6 – вентилятор; 7, 10 – заслінки; 8, 9 – перший і другий осадові пристрої; 13 – шлюзова заслінка.</p>	<p>Переваги сепаратора зерна:</p> <ul style="list-style-type: none"> - застосування замкнутої схеми повітряного потоку та діаметрального вентилятора; - дворазове послідовне продування зерна; - зменшена металоємність камери – у 1,3...1,6 разів та енергоємність – у 2 рази в порівнянні з звичайними сепараторами. <p>Недоліки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - досить нестабільна роботи пневмоканалів, через їх приєднання до одного вентилятора. 	<p>««Петкус-Гігант» К-531 А, К-527А10 «Petkus» (Німеччина) [5]; СВУ-5А, СМ-4 , та ін.»</p>

1	2	3
<p style="text-align: center;">Сепаратор МПО-100</p>  <p style="text-align: center;"> —▶ Зерновий матеріал - - -▶ Легкі домішки - · - ·▶ повітряний потік </p> <p style="text-align: center;"> 1 – приймальний бункер; 2 – живильник; 3 – пневмоканал; 4 – нагнітальний канал; 5 – осадочний пристрій; 6 – діаметральний вентилятор; 7 – шнек легких відходів; 8 – дросельні заслінки; 9 – жалюзійна стінка; </p>	<p>Переваги:</p> <ul style="list-style-type: none"> - зерно перед подачею в пневмоканал розрихлюється живильним вальцем; - конструкція нижнього пневмоканалу створює умови для дворазового продування зерна; - напроти місця вводу зерна встановлені жалюзі, через які додатково зерно обробляється з допомогою зустрічного повітряного потоку; - використана замкнена схема циркуляції повітря; <p>Недоліки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - не достатньо невисокий ефект очищення, особливо при підвищених вологості і засміченості. 	<p>«МПО -50 СПО-50, [8].»</p>
<p style="text-align: center;">Інерційний сепаратор зерна МЗПІ-10 (ЦНТУ)</p>  <p style="text-align: center;"> ~▶ Повітря; X – Домішки; —▶ Очищене зерно. </p> <p style="text-align: center;"> 1 – приймальний бункер зерна; 2 – регулювальна заслінка; 3 – колосове решето; 4 – похилий і вертикальний пневмо канали; 5 – напрямник зерна; 6 – повітропровід; 7 – багато струменевий ділильник; 8 – заслінки; 9 – лопатевий ротор; 10 – відвантажувальник; 11 – ежекційна щілина; 12 – решето. </p>	<p>Переваги:</p> <ul style="list-style-type: none"> - використана найбільш раціональна послідовність операцій; - перед вводом зерна в пневмоканал встановлено розподільник; - двократна сепарація зерна у похилому та вертикальному пневмо каналах; - використання робочого органу нового покоління (лопатевий ротор, самоочисного пруткового решета); - відсутність допоміжних робочих органів для виведення матеріалу та відходів; <p>Недоліки:</p> <ul style="list-style-type: none"> -питоме навантаження пневмосепарації значно менша за решітну, що ускладнює їх узгодження; 	<p style="text-align: center;">-</p>

При цьому, ефективна робота більшості пневмосистем сепараторів залишається низькою, й тому для усунення цього недоліку у конструкції одного сепаратора часто поєднуються декілька пневмосепараційних каналів.

Із наведеного огляду осадових пристроїв пневмосистем можемо зробити наступні висновки:

- сучасні пневмосистеми вітчизняних і закордонних сепараторів мають досить схоже конструктивне виконання та відрізняються просто більшою кількістю перегородок у пневмоканалах для стабілізації процесу;
- значне підвищення ефективності використання повітряного потоку можнао реалізувати шляхом послідовної або паралельної дії на оброблюваний матеріал;
- збільшення величини питомого зернового навантаження призводить до значнго збільшення кількості дрібних пилоподібних часток, що циркулюють в системі і впливають на якість сепарації;
- конструктивні обмеження розміру осадового пристрою призводять до збільшення швидкості потоку у результаті чого зменшується повнота розділення легких домішок та пилоподібних часток у відходи;
- підвищення ефективності розділення легких часток можливо шляхом доочищення зернового матеріалу, збільшенням зони пневмосепарації, та площі контакту легких і пилоподібних часток з повітряним потоком, збільшення і зміни геометрії осадових пристроїв та встановлення допоміжних елементів у пневмо системах сепараторів.

На основі огляду конструкцій сепараторів та аналізу сучасних досліджень пневмо сепарації зерноочисних машин колективом кафедри СГМ ЦНТУ спроектований повітряно-решітний сепаратор інерційного типу ІПС (рис. 2.1.), випробування якої підтвердили досить високу ефективність [9].

При сепарації зерна розділення здійснюється таким чином. Вихідний зерновий матеріал, що надходить на сепарацію шнековим завантажувачем подається на колосове решіто крупних домішок 3.

При цьому вихідний зерновий матеріал подається через бункер 1, та заслінку 2, яка регулює подачу зерна й вирівнює потік на решітці 3. Тут здійснюється видалення крупної фракції, що виводяться самопливом за межі пневмосепаратора, при цьому, зерновий матеріал надходить до бункера 4.

В цьому бункері зерно, що потребує очищення, накопичується та через дозуючу заслінку подається до пневмосистеми сепаратора.

В пневмосистемі сепаратора відбувається розділення легких домішок від основного зерна, причому пневмосистема має два пневмоканали, що послідовно задіяні у роботу. Спочатку зерновий матеріал продувається похилим повітряним потоком в пневмоканалі першої сепарації 9, із якого легкі домішки видаляються повітряним потоком у осадовий пристрій 12 та видаляються з сепаратора через приймальник 14.

Очищене у першому пневмоканалі зерно, напрямним лотком 13 направляється до другого пневмо каналу, де він оброблюється вертикальним повітряним потоком, а легкі домішки виносяться в осадову камеру 12 із протилежної сторони сепаратора. Якість і повнота розділення домішок регулюється зміною швидкістю повітря у перерізах каналу, які забезпечується заслінками 11.

Джерелом повітряного потоку є щітковий ротор 18, який є багатофункціональним робочим органом, що не тільки створює повітряний потік, а і захвачує лопатями зерно, розтягує його в один шар та пересуває по підсівному решету 20. Під час пересування зерна по підсівному решету 20 щітками барабану 18 здійснюється виділення дрібних домішок, які потрапляють в приймальник дрібних фракцій 21. Зазори між сусідніми прутками решіта 20 регулюються сектором, що знаходиться в нижній частині сепаратора, змінюючи при цьому мінімальні розміри прохідних фракцій..

					ОПЗМ 00.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		13

Прямоточний інерційний сепаратор працює за принципом замкненої схеми циркуляції повітря, і у загальній схемі двох робочих пневмо каналів і інших повітропроводів створює ежекційний канал 15. Робота замкненої схеми інерційного сепаратора полягає в наступному. Через різницю тиску, відпрацьоване повітря ежектором направляється до щіточок барабану, що обертаючись знову захоплюють повітря та спрямовують у робочу зону.

Загальне питоме навантаження регулюють заслінкою 7 у бункері 4. Для покращення умов подачі зернової суміші на очищення у активну зону пневмоканалів застосовується живильний лоток, який вводить зерновий матеріал горизонтально, чим і збільшується струмінь розсіювання зерна.

Сепаратор прямоточного інерційного типу ПС застосовується в господарських умовах при попередньому та первинному очищенні зернових, круп'яних культур та технічних культур.

Незважаючи на те, що в сепараторі використана найбільш раціональна послідовність технологічних операцій і схема двократного очищення зернового матеріалу замкнутим повітряним потоком у похилому та вертикальному повітряному каналі, одним з суттєвих її недоліків є незначний об'єм осадового пристрою. Це створює досить негативні умови для покращення осідання легких часток та циркуляції пилоподібних часток у пневмосистемі сепаратора, що суттєво знижує ефективність розділення зернового матеріалу.

2.3. Пропозиції по вдосконаленню пневмосистеми сепаратора зерна.

На основі аналізу конструкції означеного інерційного прямоточного сепаратора і протоколів випробувань можемо стверджувати, що одним із основних недоліків пневмосепаратора є недостатня ефективність повітряного очищення, в першу чергу через досить невеликі габарити машини. Унаслідок цього є деякі обмеження окремих її вузлів, а саме осадової камери. Враховуючи те, що у пневмосепараторі застосована замкнена система циркуляції повітряного потоку, значна частина легких і пилоподібних домішок не потрапляють у приймальник легких фракцій через велику швидкість повітряного потоку у осадовому пристрої та продовжують циркулювати в пневмосистемі сепаратора.

					ОПЗМ 00.000 ПЗ	Лист
						14
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\left(P_{SV_0} + h_0 \cdot \frac{\rho \cdot V_0^2}{2} + \rho \cdot U_0 \right) \cdot Q_0 = \left(P_{SV_1} + h_2 \cdot \frac{\rho \cdot V_1^2}{2} + \rho \cdot U_2 \right) \cdot Q_1 + \Delta N_1 + \left(P_{SV_2} + h_2 \cdot \frac{\rho \cdot V_2^2}{2} + \rho \cdot U_2 \right) \cdot Q_2 + \Delta N_2 \quad (2.8)$$

де h_i - коефіцієнт кінетичної енергії (коефіцієнт Кориоліса) для означених перерізів, що обчислюється за формулою [11]:

$$h_i = \frac{1}{F_1} \cdot \int_{F_i} \left(\frac{V_H}{V_i} \right)^3 \cdot dF, \quad (2.9)$$

де V_H і V_i - швидкість потоку у початковому та i - му перерізах пневмоканалу.

Зміна теплової складової енергії залежить від того термодинамічного процесу, що створює повітряний потік на шляху від перерізу 0-0 до 1-1, 2-2 і 3-3. У загальному випадку це політропний процес, при якому його стан змінюється по такому співвідношенню [11]:

$$\frac{P_{SV_0}}{\rho_0^n} = \frac{P_{SV_1}}{\rho_1^n} = \frac{P_{SV_2}}{\rho_2^n} = \frac{P_{SV_3}}{\rho_3^n} = \frac{P_{SV_i}}{\rho_i^n}, \quad (2.10)$$

де n - показник політропи.

При відсутності підводу теплоти можемо прийняти, що стан повітряного потоку змінюється по ізотермі, при котрій тиск пропорційно щільності газу.

Результати відповідних досліджень [12] вказуєть, що стан газу на обмеженій ділянці міняється по політропі, більш близькій до ізотерми з показником політропи $n \approx 1$. У такому випадку справедливі наступні вирази:

$$\frac{P_{SV_0}}{\rho_0} = \frac{P_{SV_1}}{\rho_1} = \frac{P_{SV_2}}{\rho_2} = \frac{P_{SV_3}}{\rho_3} = \frac{P_{SV_i}}{\rho}, \quad (2.11)$$

Та відповідно, $P_{SV_0} = P_{SV_1} = P_{SV_2} = P_{SV_3} = P_{SV}$. (2.12)

Віднесемо потужність повітряного потоку по відношенню до об'ємної витрати повітря через переріз 0-0, тоді вираз (2.8) прийме наступний вигляд:

Бокова стінка пневмосистеми сепаратора виготовлена прозорою з оргскла, що забезпечує можливість спостерігати за процесом.

Основними складовими частинами пневмосистеми сепаратора є: бункер, живильний пристрій, пневмосепараційні канали, щітковий лопатевий ротор, осадовий пристрій, ежекційний канал 8, приймальники легких домішок.



Рис. 2.4. Експериментальна установка інерційного сепаратора зерна
Регулювання питомого зернового навантаження регулюється з допомогою заслінки зернового бункеру.

Швидкість повітряного потоку на вході в пневмосистему регулюється зміною кількості обертів щіткового лопатевого ротора.

Для визначення впливу параметрів осадового пристрою на якість виділення легких домішок проведені наступні дослідження.

Зерновий матеріал у кількості 10 кг завантажували у бункер. Величину питомого зернового навантаження визначали шляхом зважування відповідної зернової маси m , що пропускала через одиницю ширини B за певний проміжок часу t [13]:

$$q_{b_i} = \frac{m}{B \cdot t}, \quad (2.17)$$

Для цього проводили тарування заслінки бункеру для забезпечення продуктивності інерційного сепаратора, що відповідає вторинному очищенню - $q_{B\min}$, первинному - $q_{B\text{сеп}}$ і попередньому - $q_{B\max}$.

Послідовність проведення дослідів була такою. Встановлювали загальну заслінку на поділку навантаження $q_{B\min}$, та змінюючи положення заслінки регулювали кількість зернового матеріалу суміші, що потрапляла в канал.

Величину зернового навантаження змінювали у межах $q_b = 500 \dots 2200$ кг/дм·год. Швидкість подачі зерна у горизонтальний пневмоканал встановлювали в межі від 0,4 до 0,6 м/с. Швидкість повітряного потоку на вході в пневмосистему сепаратора змінювали у діапазоні $V = 6 \dots 8$ м/с за допомогою зміни частоти обертів щіткового лопатевого ротора. В осадовому пристрої швидкість повітряного потоку змінювали залежно від вхідної швидкості поток.

Оцінку аеродинамічної характеристики пневмосистеми сепаратора проводили за допомогою мікроманометра ММН-1 (рис. 2.5) в зоні осадового пристрою та ежекційного каналу в п'яти точках поперечного перерізу каналу.

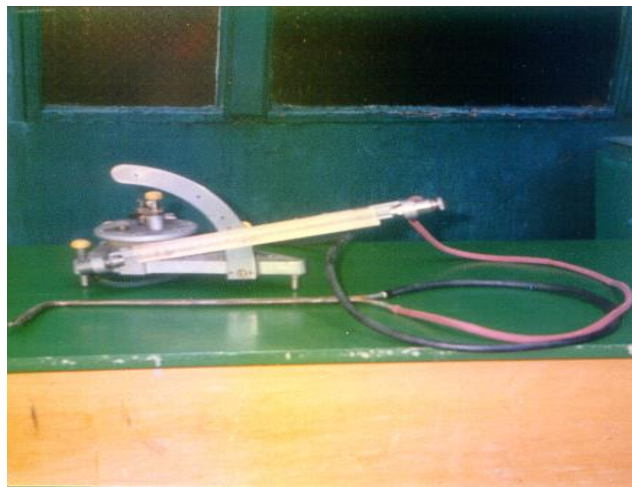


Рис. 2.5. Загальний вигляд мікроманометру ММН-1

Визначення динамічного тиску P_δ , проводили за формулою [16]:

$$P_\delta = \gamma_p \cdot \sin \alpha_m \cdot (h_k - h_n), \quad (2.18)$$

де $(h_k - h_n)$ – кінцеві і початкові покази мікроманометра, мм вод ст;

α_m – кут нахилу трубки мікроманометру, град;

γ_δ – питомої вага робочої рідини, кг/м³.

					ОПЗМ 00.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		22

3.ІНЖЕНЕРНА ЧАСТИНА

3.1. Розрахунок основних параметрів пневмосистеми сепаратора

Інерційний сепаратор прямоочного типу розділяє зернову суміш від крупних домішок, легких та дрібних домішок. Сепарація за аеродинамічними властивостями проходить послідовно у двох пневмосепараційних каналах, які взаємопов'язані між собою у пневмосистемі інерційного сепаратора.

Відповідно, рухаючись в межах однієї пневмосистеми, повітряний потік працює згідно до законів нерозривності потоку. Врахуючи закон збереження енергії можемо записати для будь-якого перерізу пневмосистеми сепаратора:

$$\begin{aligned} W_1 = W_2 = \dots = W_n = W, \\ \text{або} \quad S_1 V_1 = S_2 V_2 = \dots = S_n V_n = S V, \end{aligned} \quad (3.1)$$

де W , w_1 , w_2 , w_n – витрати повітря по перерізам пневмосистеми сепаратора, м³/год.

За таких умов приймаємо, що W – витрати повітря у початковій зоні пневмо системи, яка знаходиться біля виходу потоку з щіткового лопатевого барабану,

w_1 – дійсні витрати повітря у горизонтальному каналі другої сепарації;

w_2 – дійсні витрати повітря у пневмо каналі першої сепарації;

S , – площа поперечного перерізу у конкретній робочій зоні пневмосистеми, м²;

V – середня швидкість повітря у конкретному робочому перерізі пневмо системи, м/с.

Для створення відповідних умов якісної і стабільної роботи пневмосистеми сепаратора і ефективного виділення легких часток з урахуванням конструктивних змін осадової камери необхідно забезпечити швидкість повітряного потоку, яка враховує середню швидкість витання повноцінного зерна:

$$V_1 = 0,7 \cdot V_{\text{вит}}, \quad (3.2)$$

де $V_{\text{вит}}$ – швидкість витання зерна, м/с, для пшениці прийmemo $V_{\text{вит}} = 12$ м/с.

					ОПЗМ 00.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		27

За даними багатьох експериментальних досліджень значення величини питомого навантаження, при якій якісні показники сепарації відповідає агротехнічним вимогам не має перевищувати 1300...1500 кг/дм·год.

Після розрахованого значення питомого навантаження в інерційному сепараторі можемо зробити висновок, що питоме навантаження не перевищує максимально допустиме і тому сепаратор може виконувати відповідні задачі, а створені умови по видалення легких домішок потоком є цілком сприятливими.

Після відповідних розрахунків і припущень, величина глибини пневмосепараційного каналу:

$$C = \frac{1000 + 1350 \cdot 0,73 - 1135}{22,7 - 27 \cdot 0,73} = 283 \text{ мм.}$$

Для зручного компоновання пневмосистеми із іншими елементами сепаратора, глибину приймаємо трохи більшою від розрахункової, $C = 280$ мм.

Виходячи із того, що інерційним сепаратором можемо очищувати широкий спектр зернових і технічних культур, пневмосистема сепаратора має забезпечувати суттєвий діапазон швидкості повітря у робочому перерізі пневмоканалів. Виходячи із того, що нами запропоновано встановити в осадову камеру додаткову перегородку для ефективного виділення легких домішок і жалюзійну стінку в ежекційному каналі, необхідно врахувати зміну швидкостей повітряного потоку в цих вузлах і робочій зоні сепарації.

Після розрахунку робочої швидкості повітряного потоку в пневмосистемі і осадовому пристрої можемо визначити загальні витрати повітряного потоку за формулою:

$$W_1 = 3600 \cdot B \cdot C \cdot V_1 \quad (3.4)$$

$$W_1 = 3600 \cdot 0,1 \cdot 0,28 \cdot 8,4 = 846,72 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Враховуючи той факт, що пневмосистема пневмосепаратора працює за умови нерозривності потоку і врахуванням закону збереження енергії визначаємо параметри горизонтального пневмо каналу другої сепарації, при цьому беремо до увазі, що розрахункова робоча швидкість повітря у ньому має бути $V_2 = 10,8$ м/с, а отже:

					ОПЗМ 00.000 ПЗ	Лист
						29
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо коефіцієнт опору руху легких часток за формулою:

$$\lambda_{cm} = 1,3 \cdot \lambda_{\epsilon}, \quad (3.12)$$

$$\gamma_{cm} = 1,3 \cdot 0,0234 = 0,03$$

Розраховуємо тиск при подоланні тертя легких часток в осадовому пристрої за формулою:

$$H_{mp} = \lambda_{cm} \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{v_{\epsilon}^2}{2g} (1 + \mu) \cdot \gamma_{\epsilon}, \quad (3.13)$$

$$H_{mp} = 0,03 \cdot \frac{12}{0,1} \cdot \frac{8,4^2}{2 \cdot 9,81} (1 + 0,71) \cdot 1,24 = 26,9 \text{ кг / м}^2$$

Розраховуємо тиск при подоланні місцевих опорів при русі домішок:

$$H_m = \sum \epsilon \cdot \frac{\gamma_{\epsilon} \cdot v_{\epsilon}^2}{2g}, \quad (3.14)$$

Визначаємо коефіцієнт опору інжектора пневмосепаратора [14], при $F : f = 2$ і при $\alpha = 20^\circ$:

$$\epsilon_7 = 0,1$$

Визначаємо коефіцієнт опору після лопатевого ротора:

$$\epsilon_8 = \epsilon_7 + \epsilon_{дон}, \quad (3.15)$$

$$\epsilon_8 = 0,1 + 0,26 = 0,36$$

Відповідно, сума коефіцієнтів місцевих опорів пневмосепаратора буде:

$$\sum \epsilon = 2,48$$

Визначаємо втрати тиску повітря у елементах, які створюються в місцевих опорах (жалюзійна стінка і похила пластина в камері):

$$H_m = 2,48 \cdot \frac{8,4^2 \cdot 1,24}{2 \cdot 9,81} = 9,06 \text{ кг / м}^2$$

Визначаємо статичний тиск за формулою:

$$H_{ст} = H_{под} + H_{тр} + H_m, \quad (3.16)$$

$$H_{ст} = 1,27 + 26,9 + 9,6 = 37,7 \text{ Г / м}^2$$

Визначаємо повний тиск пневмосистеми сепаратора:

$$H_{пол} = H_{дин} + H_{ст}, \quad (3.17)$$

де $H_{пол}$ - повний тиск повітря в пневмосистемі сепаратора, кг / м²;

$H_{дин}$ - динамічний тиск повітря в пневмосистемі сепаратора, кг / м²;

$H_{ст}$ - статичний напір в пневмосистемі сепаратора, кг / м².

$$H_{пов} = 12 + 37,7 = 49,7 \text{ кг / м}^2$$

Визначаємо необхідну кількість жалюзей виходячи із висоти ежекційного каналу $H_{еж}$, прийнявши їх ширину і відстань між ними близько 12 мм та 24 мм згідно з [14].

$$n_p = \frac{H_{еж}}{b_p + k_p} \quad (3.18)$$

де b_p – ширина жалюзів мм;

k_p – відстань між жалюзми, мм;

$$n_p = \frac{328}{12 + 24} = 9 \text{ шт}$$

Приймаємо відповідну кількість жалюзей – 9 шт, кожен із яких шириною 12 мм, з відстанню між ними – 24 мм.

					ОПЗМ 00.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		33

3.3. Технологічний розрахунок лопатевого ротора

Повітряний потік в прямоточному сепараторі створює щітковий лопатевий ротор 18 (рис. 3.1), який є також багатофункціональним робочим органом та забезпечує пересування зерно по підсівному решету і її розділення від дрібних домішок і транспортування чистого насіння. Тому, визначивши параметри щіткового ротора потрібно враховувати всі функції, які він виконує у межах одного пневмо сепаратора.

Як джерело повітряного потоку лопатевий ротор сепаратора повинен нагнітати у пневмосистему необхідну кількість повітря із рівномірною структурною характеристикою. Масу повітря, що витісняє щітковий ротор при обертанні може бути розраховуємо за формулою [15]:

$$m_n = \gamma \cdot S_{лн} \cdot i \cdot V_{л},$$

де γ – щільність повітря, (прийmemo, що $\gamma = 1,2 \text{ кг/м}^3$);

$S_{лн}$ – робоча площа перерізу щітки лопатевого ротору, м^2 ;

i – необхідна кількість щіток на лопатевому роторі, шт.;

$V_{л}$ – лінійна швидкість лобової поверхні щіток лопатевого ротора, м/с .

Для визначення параметрів однієї щітки (рис. 3.1) ротора, визначаємо площу перетину:

$$S_{лн} = a \cdot b,$$

де a – довжина щіток ротора, що є загальною довжиною ротора й отже дорівнює ширині пневмо каналу.

$$a = B = 0,1 \text{ м}$$

b – висота щіток лопатевого ротору, визначається конструктивно, із урахуванням умови забезпечення якісних показників роботи решетної частини сепаратора.

За експериментальними даними, що отримані дослідниками [9], й геометричними розрахунками (рис. 3.1), $b = 0,05 \text{ м}$.

Швидкість руху повітряного потоку в пневмосистемі пневмосепаратора після нагнітання щіткамилопатевого ротора пов'язана з швидкістю руху щіток ротора, яка визначається залежністю:

$$V_{нов} = \xi \cdot V_{л},$$

де ξ – коефіцієнт пропорційності, який пов'язаний із показником кінематичного режиму ротора сумарної кількості щіток, що створюють повітряний потік.

Визначено, що для режиму $K=273,5$ та $i = 24$ шт., коефіцієнт пропорційності буде $\xi = 0,82$ [15].

Тоді, маємо:

$$V_{нов} = 0,82 \cdot 14,65 = 12,013 \text{ м/с}$$

Отже, за результатами виконаних розрахунків основних конструктивних параметрів щіткового лопатевого ротору, можемо стверджувати, що при його діаметрі 250 мм, кількості щіток 24 шт і робочій частоті обертання 1400 об/хв., він може створювати повітряний потік, який на вході у пневмосистему сепаратора матиме швидкість 12 м/с.

Це абсолютно достатньо для сепарації зерна повітряним потоком, $V_{нов} = V_2 > V_1$. Тобто, щітковий ротор із щітками висотою 50 мм та довжиною 100 мм може забезпечувати роботу пневмосистеми сепаратора.

3.4. Розрахунок потужності, що необхідна для створення повітряного потоку

Для ефективної роботи лопатевого ротора необхідна потужність, що розраховуємо за формулою:

$$N = N_1 + N_2,$$

де N_1 – потужність, яка необхідна для створення повітряного потоку і для подолання шкідливих опорів в пневмосистемі;

N_2 – потужність, яка витрачається на рух зерна по решету і вивантаження чистого зерна;

Потужність для створення повітряного потоку та подолання шкідливих опорів в пневмосистемі сепаратора визначається наступним чином:

					ОПЗМ 00.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		36

$$N = N_1 + N_2 = 94 + 830 = 924 \text{Вт} = 0,924 \text{кВт}.$$

Вибравши електродвигун для приводу лопатевого ротора пневмосепаратора використовуємо стандартну методику і вибираємо трьохфазний асинхронний двигун 4А ГОСТ 19523-81.

Вибір електродвигуна робимо за номінальною і потрібною потужністю:

$$N_{ДВ} \geq N_H.$$

Вибираємо двигун 4А80В4У3 [19], потужність для якого $N_{ДВ} = 1,1 \text{ кВт}$, частота обертання $n_C = 1500 \text{об/хв.}$, номінальна частота обертів двигуна $n_H = 1420 \text{об/хв.}$

На основі виконаних розрахунків визначені основні параметри пневмосистеми інерційного сепаратора, виконано обґрунтування вдосконалених параметрів осадового пристрою та розрахунок лопатевого ротора, визначені основні режими роботи пневмосистеми сепаратора та вибрано електродвигун, що є достатнім для створення відповідної потужності.

Список використаної літератури

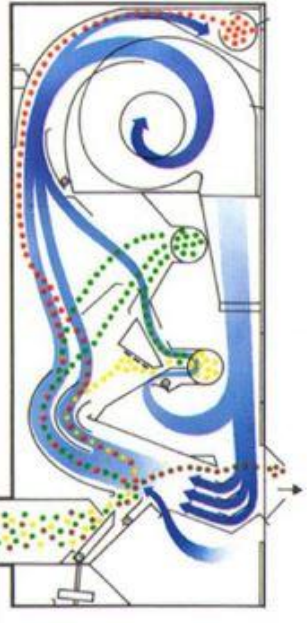
1. Котов Б.І. Перспективи розвитку конструкцій зернонасінеочисної техніки / Б.І. Котов, М.І. Волошин // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин: Загальнодерж. міжвідомч. наук.-техн. зб. Кіровоград, 2001. Вип. 31. С. 110–111.
2. Васильковський О.М. Підвищення ефективності повітряного очищення зерна / О. М. Васильковський, Д. І. Петренко // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин : Загальнодерж. міжвідомч. наук.-техн. зб. Кіровоград: КНТУ, 2005. Вип. 35. С. 286–288.
3. Комаристов В.Ю. Довідник з механізації післязбиральної обробки зерна / В.Ю. Комаристов, М.М. Петренко. – К.: Урожай, 1990. – 184 с.
4. <https://ismgrain.com.ua/ru/goods/vozdushniy-separator-ism-40-4560761/>
5. Проспект фірми «Petkus». Машины предварительной и интенсивной очистки К-527, К-526, К-560.
6. Clarke В. Cleaning seeds by fluidiration / J. agr. engg. Res; 1985, Vol 31, №3, p.231-242.
7. Сільськогосподарські машини: основи теорії та розрахунку: Навчальний посібник / За ред. Д.Г. Войтюк, С.С. Яцун, Довжик М.Я. // Суми. Університетська книга – 2008. – 450 С.
8. Котов Б.І. Тенденції розвитку конструкцій машин та обладнання для очищення і сортування зерно матеріалів / Б.І. Котов, С.П. Степаненко, М.Г. Пастушенко // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин: Загальнодерж. міжвідомч. наук.-техн. зб. Кіровоград, 2003. Вип. 33. С. 53-59.
9. Васильковський М.І. Обґрунтування основних параметрів замкненої двохступеневої пневмосепаруючої системи ЗОМ / М.І. Васильковський, О.М. Васильковський, С.М. Лещенко // Вісник Харківського національного технічного університету ім. П. Василенка. – Харків, 2007. – Вип. 59 – С. 177–186.
10. Идельчик И.Е. Аэродинамика технологических аппаратов. – М.: Машиностроение 1983.

					ОПЗМ 00.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		43

11. Гинзбург И.П. Аэрогазодинамика / И.П. Гинзбург. – М.: Высшая школа, 1966. – 406 с.
12. Гукасов Н.А. Механика жидкости и газа: Учебное пособие для студентов СП. 12.11. / Н.А. Гукасов. – М.: УМК ВО, 1992. – 378 с.
13. П'ятницька-Позднякова І.С. Основи наукових досліджень у вищій школі: Навч. посібник. К.: Центр навчальної літератури, 2003. 116 с.
14. Кожуховский И.Э. Зерноочистительные машины. М.: Машиностроение, 1965. 220 с.
15. Нелюбов А.И., Ветров Е.Ф. Пневмосепарирующие системы сельскохозяйственных машин. – М.: Машиностроение, 1977. – 190 с.
16. Бурков А.И. Зерноочистительные машины. Конструкция, исследование, расчет и испытание / А.И. Бурков, Н.П. Сычугов – Киров: изд-во НИИСХ Северо-Восток, 2000. – 258 с.
17. Розробка нової конструкції пневморешітної зерноочисної машини. Том. 1. Обґрунтування параметрів транспортера-сепаратора. Монографія / В.М. Сало, С.М. Мороз, О.М. Васильковський, С.М. Лещенко, Д.І. Петренко – Кіровоград: Видавець Лисенко В.Ф., 2014 – 108 с.
18. Павлице В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин: Підручник. – К.: Вища школа, 1993. – 556 с.
19. Основи охорони праці: Підручник / М.С. Одарченко, А.М. Одарченко, В.І. Степанов, Я.М. Черненко. – Х.: Стиль-Издат, 2017. – 334 с.
20. Пістун І.П., Хом'як Й.В., Хом'як В.В. Охорона праці в галузі сільського господарства: Навчальний посібник. – Суми: Університетська книга, 2009. – 365 с.
21. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці. Підручник. – Львів: Афіша, 2002. – 320 с.
22. Нелеп В. М. Планування на аграрному підприємстві: Підручник. – 2-ге вид., перероб. та доп. — К.: КНЕУ, 2004. — 495 с.

ДОДАТКИ

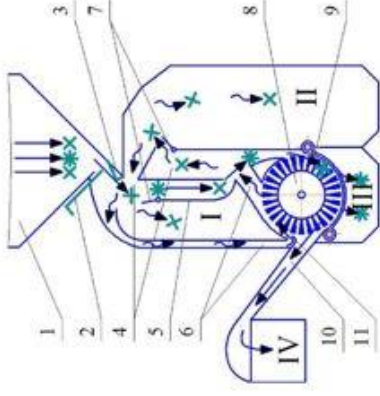
Огляд пневмосистем ЗОМ з замкнутим циклом повітряного потоку



Пневмосистема сепаратора К-560 фірми "Retkus"



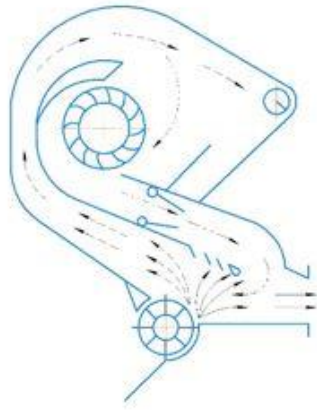
Повітряний сепаратор СОК



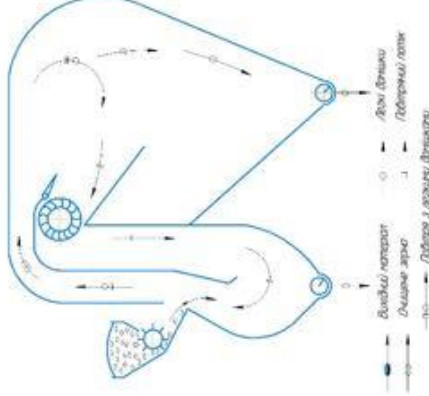
Повітряно-решітний модуль ППС



Пневмосистема сепаратора ІСМ-5

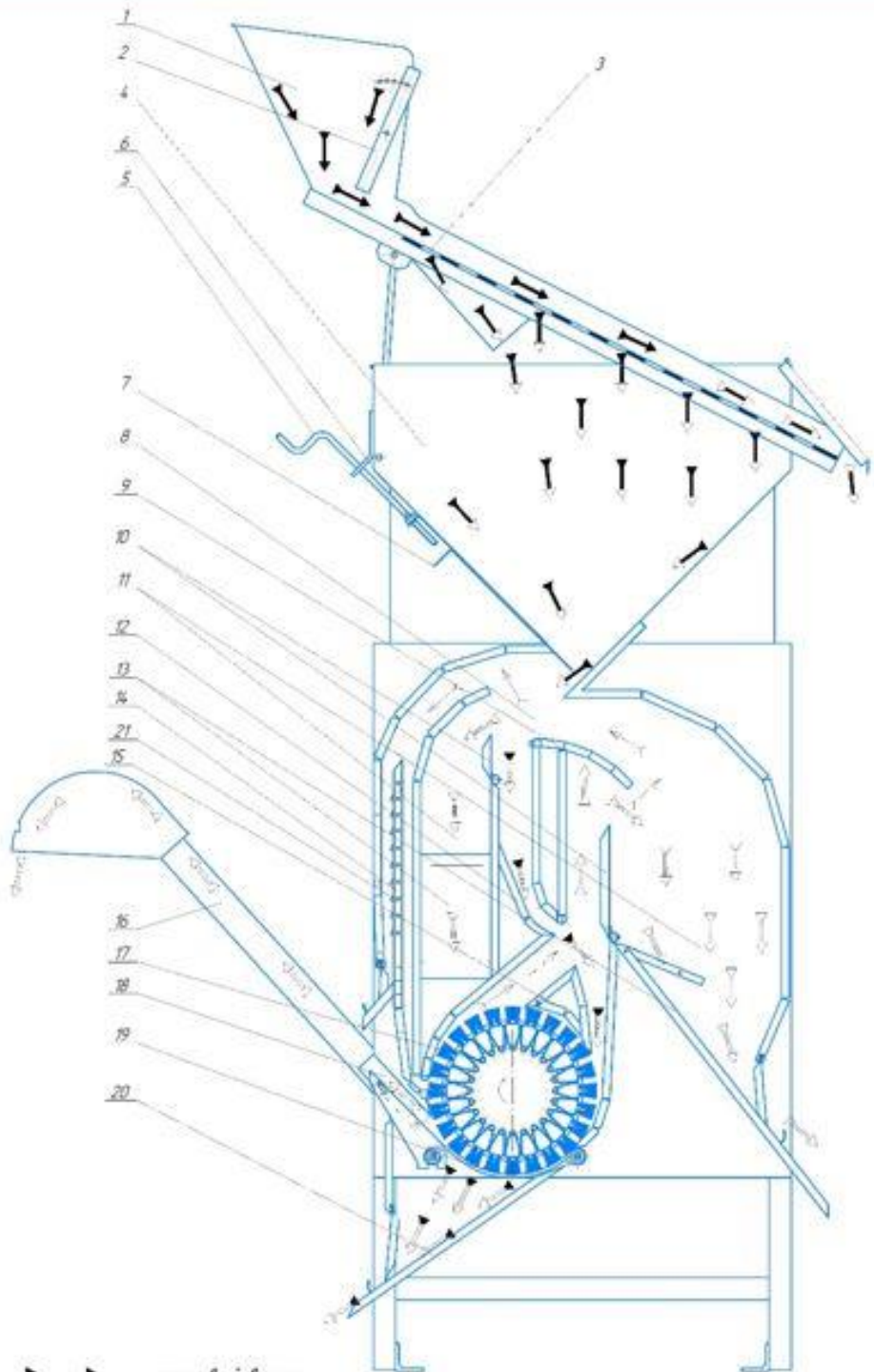


Пневмосистема ЗОМ МПО-100



Пневмосепаратор «Carter Day»

ВІСМ 000001 НДЧ		Дат. 1	Висл. 1	Місце
№	Висл.	№	Висл.	№
1	1	1	1	1
2	2	2	2	2
3	3	3	3	3
4	4	4	4	4
5	5	5	5	5
6	6	6	6	6
7	7	7	7	7
8	8	8	8	8
9	9	9	9	9
10	10	10	10	10
11	11	11	11	11
12	12	12	12	12
13	13	13	13	13
14	14	14	14	14
15	15	15	15	15
16	16	16	16	16
17	17	17	17	17
18	18	18	18	18
19	19	19	19	19
20	20	20	20	20
21	21	21	21	21
22	22	22	22	22
23	23	23	23	23
24	24	24	24	24
25	25	25	25	25
26	26	26	26	26
27	27	27	27	27
28	28	28	28	28
29	29	29	29	29
30	30	30	30	30
31	31	31	31	31
32	32	32	32	32
33	33	33	33	33
34	34	34	34	34
35	35	35	35	35
36	36	36	36	36
37	37	37	37	37
38	38	38	38	38
39	39	39	39	39
40	40	40	40	40
41	41	41	41	41
42	42	42	42	42
43	43	43	43	43
44	44	44	44	44
45	45	45	45	45
46	46	46	46	46
47	47	47	47	47
48	48	48	48	48
49	49	49	49	49
50	50	50	50	50
51	51	51	51	51
52	52	52	52	52
53	53	53	53	53
54	54	54	54	54
55	55	55	55	55
56	56	56	56	56
57	57	57	57	57
58	58	58	58	58
59	59	59	59	59
60	60	60	60	60
61	61	61	61	61
62	62	62	62	62
63	63	63	63	63
64	64	64	64	64
65	65	65	65	65
66	66	66	66	66
67	67	67	67	67
68	68	68	68	68
69	69	69	69	69
70	70	70	70	70
71	71	71	71	71
72	72	72	72	72
73	73	73	73	73
74	74	74	74	74
75	75	75	75	75
76	76	76	76	76
77	77	77	77	77
78	78	78	78	78
79	79	79	79	79
80	80	80	80	80
81	81	81	81	81
82	82	82	82	82
83	83	83	83	83
84	84	84	84	84
85	85	85	85	85
86	86	86	86	86
87	87	87	87	87
88	88	88	88	88
89	89	89	89	89
90	90	90	90	90
91	91	91	91	91
92	92	92	92	92
93	93	93	93	93
94	94	94	94	94
95	95	95	95	95
96	96	96	96	96
97	97	97	97	97
98	98	98	98	98
99	99	99	99	99
100	100	100	100	100



- зерновий ворох
- крупні дімшки
- ворох очищений від крупних дімшок
- легкі дімшки
- ворох очищений від легких дімшок
- дрібні дімшки
- очищене зерно
- повітряний потік

ВЗМ 00.000 С2				
Код	Відділ	Таб.	Функціонально с зерно	125
Стор.	Класиф.	Модель	Універсальний	
Стор.	Стор.	Стор.	ВЗМ	2
Стор.	Стор.	Стор.	2019	
Стор.	Стор.	Стор.	до 26.07.2011	
Стор.	Стор.	Стор.	Всього	2

Об'єкт досліджень

Мета роботи: є вдосконалення конструкції пневмосистеми сепаратора ППС та обтунтування основних параметрів осадового пристрою для підвищення виділення легких домішок та пилоподібних часток з зерна.

Предмет досліджень - параметри осадового пристрою пневмосистеми інерційного прямооточного сепаратора зерна.

Об'єкт дослідження - процес руху повітряного потоку в осадовому пристрої інерційного прямооточного сепаратора зерна

Задачі досліджень:

- дослідити аеродинамічну характеристику пневмосистеми каналу та режими повітряного потоку.
- обтунтувати основні параметри вдосконаленої пневмосистеми та визначити їх вплив на якість виділення легких домішок

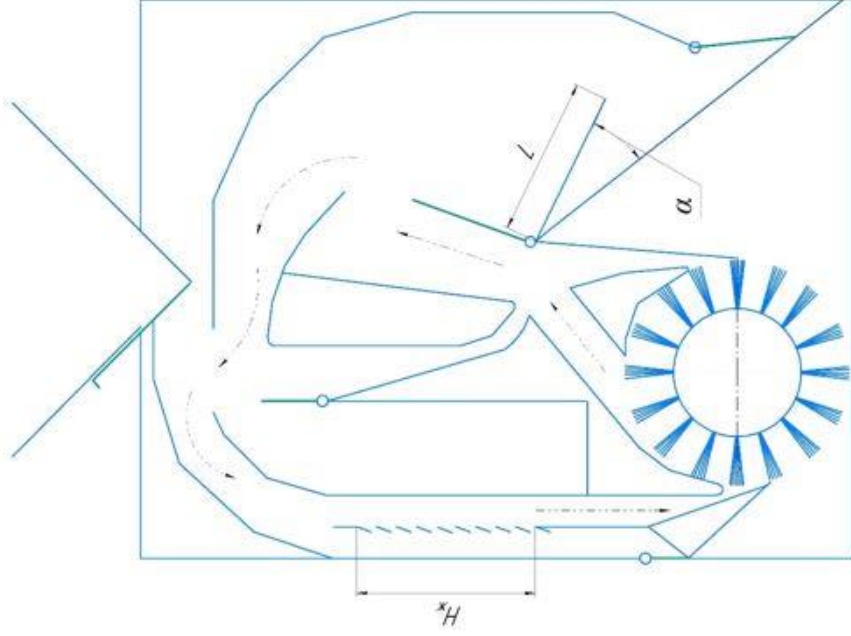
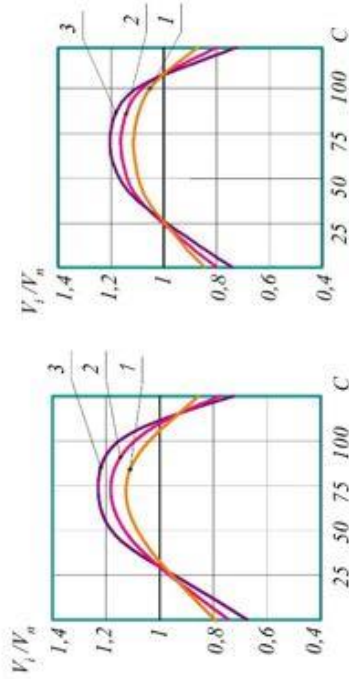


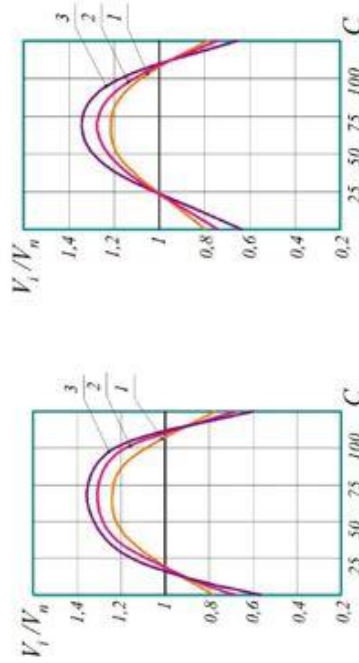
Схема пневмосистеми сепаратора ППС

ІНН. 200700 АЕВІВ		ВІЗМ. 000002 ІНН	
№	Дата	№	Дата
1	1	1	1
Об'єкт досліджень		-	
ІНН. 200700 АЕВІВ		-	

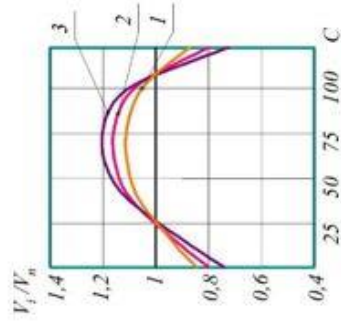
Результати експериментальних досліджень



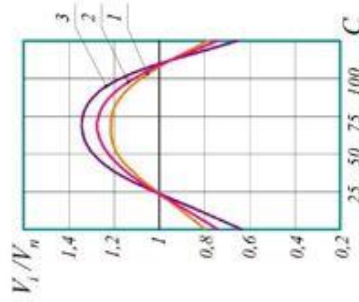
а)



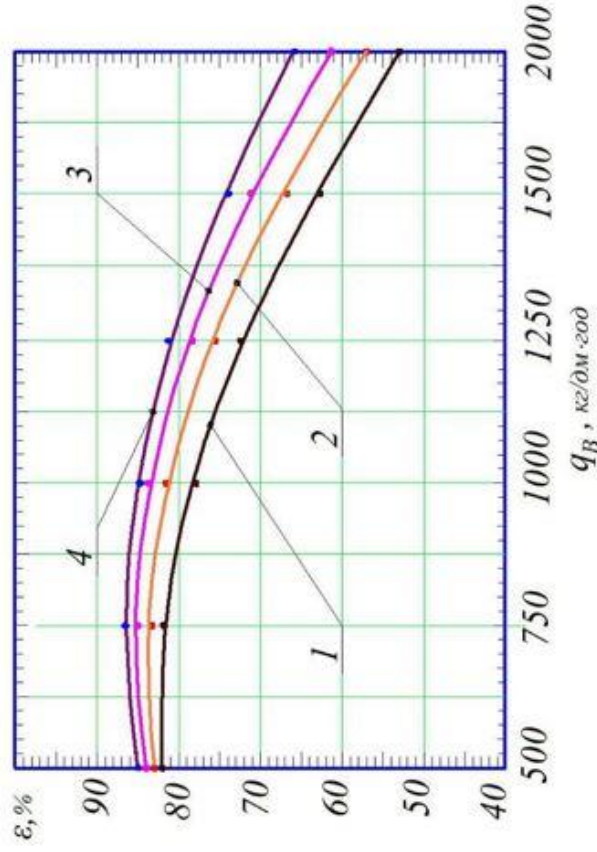
б)



а)



б)

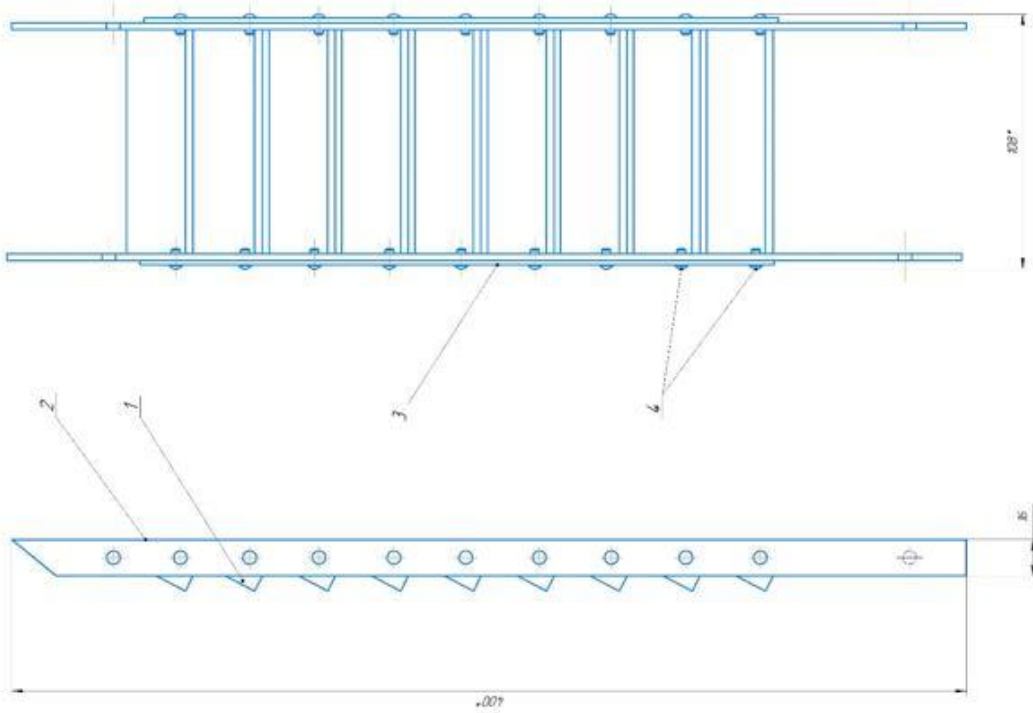


Порівняльна оцінка вдосконаленої та базової пневмосистеми:
 : 1 - базова пневмосистема сепаратора ІПС;
 2 - з похилою планкою; 3 - з жалюзійною стінкою;
 4 - з похилою планкою та жалюзійною стінкою

Епюри швидкостей повітряного потоку в пневмосистемі сепаратора:
 1 - $H_{ж} = 400$; $n = 9$; $L = 300$; 2 - $H_{ж} = 300$; $n = 7$; $L = 250$;
 3 - $H_{ж} = 200$; $n = 5$; $L = 200$; в), г) - в перерізі ІІ-ІІ; а), б) - в перерізі ІІІ-ІІІ.

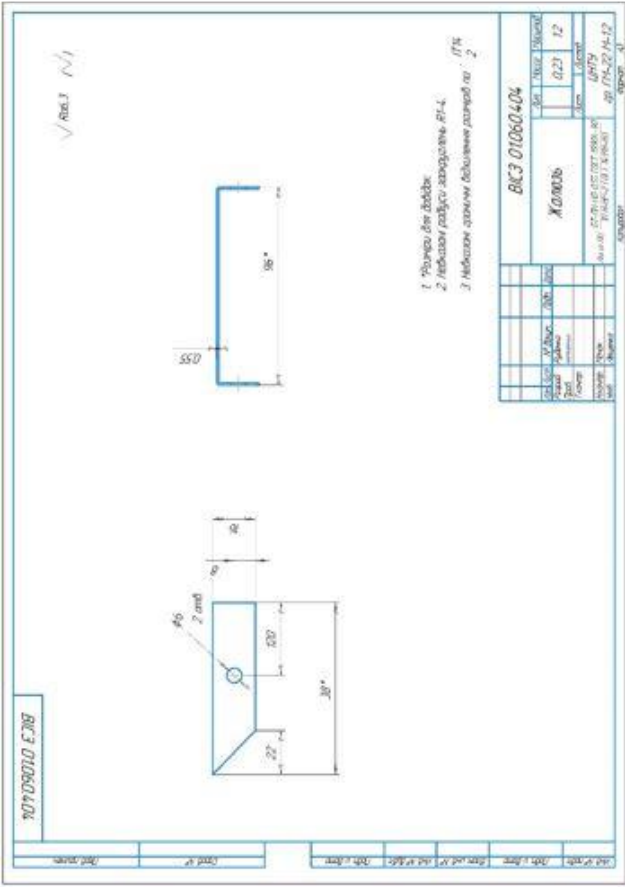
АН ЕОД 000 Е 2018		ВКСЗ 001003 НЧ	
№	Дат.	Дат.	Дат.
1	2018	2018	2018
2	2018	2018	2018
3	2018	2018	2018
4	2018	2018	2018
5	2018	2018	2018
6	2018	2018	2018
7	2018	2018	2018
8	2018	2018	2018
9	2018	2018	2018
10	2018	2018	2018
11	2018	2018	2018
12	2018	2018	2018
13	2018	2018	2018
14	2018	2018	2018
15	2018	2018	2018
16	2018	2018	2018
17	2018	2018	2018
18	2018	2018	2018
19	2018	2018	2018
20	2018	2018	2018
21	2018	2018	2018
22	2018	2018	2018
23	2018	2018	2018
24	2018	2018	2018
25	2018	2018	2018
26	2018	2018	2018
27	2018	2018	2018
28	2018	2018	2018
29	2018	2018	2018
30	2018	2018	2018
31	2018	2018	2018
32	2018	2018	2018
33	2018	2018	2018
34	2018	2018	2018
35	2018	2018	2018
36	2018	2018	2018
37	2018	2018	2018
38	2018	2018	2018
39	2018	2018	2018
40	2018	2018	2018
41	2018	2018	2018
42	2018	2018	2018
43	2018	2018	2018
44	2018	2018	2018
45	2018	2018	2018
46	2018	2018	2018
47	2018	2018	2018
48	2018	2018	2018
49	2018	2018	2018
50	2018	2018	2018
51	2018	2018	2018
52	2018	2018	2018
53	2018	2018	2018
54	2018	2018	2018
55	2018	2018	2018
56	2018	2018	2018
57	2018	2018	2018
58	2018	2018	2018
59	2018	2018	2018
60	2018	2018	2018
61	2018	2018	2018
62	2018	2018	2018
63	2018	2018	2018
64	2018	2018	2018
65	2018	2018	2018
66	2018	2018	2018
67	2018	2018	2018
68	2018	2018	2018
69	2018	2018	2018
70	2018	2018	2018
71	2018	2018	2018
72	2018	2018	2018
73	2018	2018	2018
74	2018	2018	2018
75	2018	2018	2018
76	2018	2018	2018
77	2018	2018	2018
78	2018	2018	2018
79	2018	2018	2018
80	2018	2018	2018
81	2018	2018	2018
82	2018	2018	2018
83	2018	2018	2018
84	2018	2018	2018
85	2018	2018	2018
86	2018	2018	2018
87	2018	2018	2018
88	2018	2018	2018
89	2018	2018	2018
90	2018	2018	2018
91	2018	2018	2018
92	2018	2018	2018
93	2018	2018	2018
94	2018	2018	2018
95	2018	2018	2018
96	2018	2018	2018
97	2018	2018	2018
98	2018	2018	2018
99	2018	2018	2018
100	2018	2018	2018

10709010.С.28



1 * Форма для сборки
2 для монтажа: согласно рисунку 2 при выполнении монтажных работ
3 материал изготовления СЛ-4 ГОСТ 14025-80

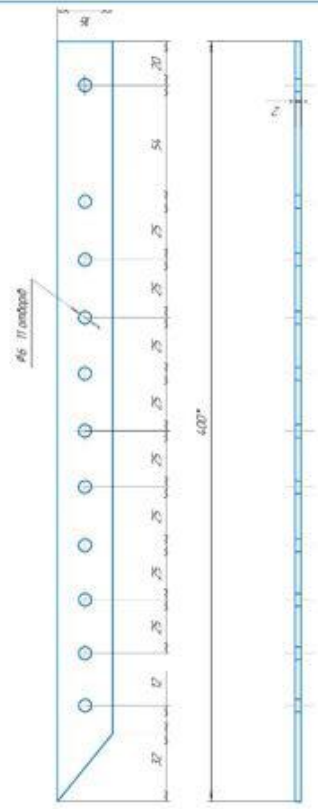
БКС 01060.СБ		Изм.	Дата	Исполн.
№	Изм.	Дата	Исполн.	
1	0.26	1.2	И.Александров	
Железные станины		Изм.	Дата	Исполн.
№	Изм.	Дата	Исполн.	
1	0.26	1.2	И.Александров	
Лист 1 из 1		Изм.	Дата	Исполн.
№	Изм.	Дата	Исполн.	
1	0.26	1.2	И.Александров	
Лист 1 из 1		Изм.	Дата	Исполн.
№	Изм.	Дата	Исполн.	
1	0.26	1.2	И.Александров	



1 * Форма для сборки
2 для монтажа: согласно рисунку РИ-4
3 материал изготовления: сталь ст. 174-22 М-12

БКС 01060.4.04		Изм.	Дата	Исполн.
№	Изм.	Дата	Исполн.	
1	0.23	1.2	И.Александров	
Железные станины		Изм.	Дата	Исполн.
№	Изм.	Дата	Исполн.	
1	0.23	1.2	И.Александров	
Лист 1 из 1		Изм.	Дата	Исполн.
№	Изм.	Дата	Исполн.	
1	0.23	1.2	И.Александров	

10709010.С.28



1 * Форма для сборки
2 для монтажа: согласно рисунку РИ-4
3 материал изготовления: сталь ст. 174-22 М-12

БКС 01060.4.01		Изм.	Дата	Исполн.
№	Изм.	Дата	Исполн.	
1	0.26	1.1	И.Александров	
Платина		Изм.	Дата	Исполн.
№	Изм.	Дата	Исполн.	
1	0.26	1.1	И.Александров	
Лист 1 из 1		Изм.	Дата	Исполн.
№	Изм.	Дата	Исполн.	
1	0.26	1.1	И.Александров	