

Центральноукраїнський національний технічний університет
Агротехнічний факультет
Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”
зав. кафедрою СГМ
к.т.н., доцент
_____Сергій ЛЕЩЕНКО
“ ____ ” _____ 20__ р.

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

«Обґрунтування конструкції повітряної системи зерноочисної
машини загального призначення»

Виконав здобувач вищої освіти __ІІ__ курсу,
групи ГМ(СМ)-21М
ОНП «Галузеве машинобудування»
спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»
_____ Гулько Леонід Ігорович
« ____ » _____ 20__ р.

Керівник проекту
доцент, канд.техн.наук
_____Сергій ЛЕЩЕНКО
« ____ » _____ 20__ р.
Рецензент
доцент, канд.техн.наук
_____ Іван СКРИННІК

м. Кропивницький

Центральноукраїнський національний технічний університет
Факультет Агротехнічний
Кафедра Сільськогосподарського машинобудування
Рівень вищої освіти _____
Галузь знань _____
Спеціальність _____
Освітньо-професійна (освітньо-наукова) програма _____

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Сергій ЛЕЩЕНКО

«___» _____ 2023 року

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

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи (проекту)

2. Керівник роботи (проекту)

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

3. Строк подання роботи до захисту _____

4. Мета та завдання кваліфікаційної роботи (проекту) _____

5. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка

Дата видачі завдання

«___» _____ 20__ р.

Підпис керівника

_____ (прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання

«___» _____ 20__ р.

Підпис здобувача

_____ (прізвище та ініціали)

Зміст

1. Вступ.....	6
2. Інженерна частина	7
3. Наукова частина	38
4. Охорона праці	55
5. Економічна частина	58
6. Висновок	60
Список використаної літератури	62
Додатки	65

					КПСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. ВСТУП

Актуальним питанням сьогодення, незважаючи на повноцінну війну і загальний складний економічний стан економіки України, є підвищення врожайності та валового збору сільськогосподарських культур за умови отримання високоякісного врожаю. Варто зазначити, що наша держава багата на родючі землі, що дозволяє забезпечити вирощування широкого спектру сільськогосподарських культур. Чільне місце, під час вирощування продукції рослинництва, займає вирощування зернових-колосових культур та таких культур як соняшник, кукурудза, соя, горох, ріпак, гірчиця та ряд інших культур, які збираються і зберігаються у вигляді зерна чи насіння. Відомо, що під час збирання врожаю, на різних етапах цього процесу, до готового врожаю разом із насінням основної культури, часто потрапляють сторонні домішки. Ці домішки можуть бути різного походження, це і органічні рештки чи насіння інших культур чи стебел або ж листків самої культури, що вирощується, механічні включення ґрунту, каміння, металевих частин тощо, комахи або ж інша біота чи їх рештки та ряд інших домішок. Дуже частко домішки, які вміщуються в зібраному збіжжі, мають вищу вологість ніж насіння основної культури, що прискорює процеси пліснявіння, самозігрівання та стрімкої втрати якості і класності врожаю. Для видалення домішок в агровиробництві використовують зерноочисні машини (ЗОМ) загального призначення а якість і ефективність роботи таких машин і визначає загальну ефективність вирощування продукції рослинництва.

Сьогодні в господарствах проводять попереднє, первинне та вторинне очищення зерна та насіння сільськогосподарських культур. Велика кількість дрібних та середніх господарств обмежуються лише проведенням попереднього очищення, що дозволяє створити сприятливі умови для тривалого і безпечного зберігання зібраного збіжжя.

					КПСЗ 00.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Гулько				Пояснювальна записка		
Перевір.	Лещенко						
Реценз.							
Н. Контр.	Мачок						
Затверд.	Лещенко						
					Літ.	Арк.	Аркушів
						6	65
					ЦНТУ, гр. ГМ(СМ)-21М		

Для проведення попереднього очищення зерна використовують зерноочисні машини загального призначення, які в більшості випадків бувають повітряно-решітними. Сьогодні існує значна проблема в узгодженні в межах однієї машини продуктивностей роботи решітного та повітряного очищення, що ускладнює досягнення загальних високих якісних показників роботи зерноочисних машин. Потрібно мати на увазі, що зазвичай ефективність роботи решітного очищення є вищою за аналогічні показники роботи повітряних систем і саме ця проблема не дозволяє забезпечити зростання загальної продуктивності ЗОМ загального призначення.

Виходячи із окресленого кола проблем, метою даної кваліфікаційної роботи є обґрунтування конструкції повітряної системи зерноочисної машини загального призначення, яка б дозволила інтенсифікувати роботу повітряної частини.

2. ІНЖЕНЕРНА ЧАСТИНА

2.1. Сучасний стан питання про машину, яка модернізується

Враховуючи значну нестачу техніки для очищення зерна і насіння в багатьох господарствах Центральної України для цього адаптують наявне зерноочисне обладнання. Так, досить часто має місце очищення зерна на стаціонарних зерноочисних комплексах та елеваторах. У базовому господарстві попереднє, та за потреби первинне очищення, реалізують на зерноочисній машині А1-БЛС-100 (рис. 1). Ці зерноочисні машини призначені для проведення попереднього та первинного очищення зерна та насіння, що відрізняються від насіння основної культури за товщиною, шириною і аеродинамічними властивостями. Виділення домішок за розмірами відбувається на решітній частині ЗОМ, а легких домішок – на повітряній частині агрегату.

ЗОМ А1-БЛС-100 є стаціонарним агрегатом із приводом на робочі органи решітного очищення від електродвигуна. Особливістю конструкції цієї

					КПСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зерноочисної машини є те, що повітряний потік нагнітається в робочу зону пневмоканалу із централізованої пневмосистеми підприємства, що суттєво ускладнює показники мобільності ЗОМ та її узгодження із іншими етапами роботи потокових технологічних ліній на токах господарств.



Рис. 1. Зерноочисна машина А1-БЛС-100

Така ЗОМ часто використовується в умовах фермерських господарств, переважно на токах та складах, а також може бути складовою комплексів обладнання підприємств зерно- чи насіннєпереробки, наприклад, входити до складу обладнання олійних заводів чи млинів. ЗОМ А1-БЛС-100 за технічними особливостями може працювати і на відкритому повітрі і в приміщенні, але при роботі в приміщенні має бути організована продуктивна система вентиляції для зменшення запилення робочої зони. Для боротьби із запиленням робочої зони ЗОМ має працювати із протипідсосними клапанами і циклонами різних конструкцій.

					КПСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

Аналіз протоколів випробувань агрегату А1-БЛС-100 та відгуки користувачів дозволяє відмітити, що робота машини від централізованої пневмосистеми ускладнює компонування агрегату із іншими машинами та механізмами, суттєво скорочує показники мобільності агрегату, а продуктивність повітряного очищення залишається низькою. Тому, метою даної кваліфікаційної роботи є обґрунтування конструкції повітряної системи зерноочисної машини шляхом розробки автономного вентилятора та параметрів пневмосистеми ЗОМ А1-БЛС-100.

Загальні показники роботи ЗОМ А1-БЛС-100 наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Загальні показники роботи базової ЗОМ А1-БЛС-100

№	Показник	Одиниця вимірювання	Значення
1	2	3	4
1	Загальна продуктивність, до	т/год	100
2	Сумарна ефективність очищення від домішок, не менше	%	60
3	Вага машини (без пилоочисного обладнання)	кг	1670±5
4	Частота коливання решіт	об/хв	360±20
5	Сумарний аеродинамічний опір повітряної системи	Па	500
6	Витрати повітря на роботу пневмосистеми	м³/год	8500
7	Габаритні розміри ЗОМ - довжина машини - ширина машини - висота машини	мм	2600 2520 1510
8	Встановлена номінальна потужність двигунів ЗОМ	кВт	1,9
9	Потужність двигуна приводу решітного стану	кВт	1,5
10	Потужність двигуна електровібраторів	кВт	0,36
11	Сумарна потужність електроосвітлення	кВт	0,04

1	2	3	4
12	Потужність, що потрібна на створення повітряного потоку		не врахована
13	Загальне число повітряних каналів пневмосистеми	шт	1
14	Кількість обслуговуючого персоналу, що безпосередньо обслуговує ЗОМ під час роботи	чол	1
15	Загальний термін служби ЗОМ	років	10
16	Коефіцієнт готовності ЗОМ		0,92

Функціональна схема ЗОМ А1-БЛС-100 наведена нижче (рис. 2)

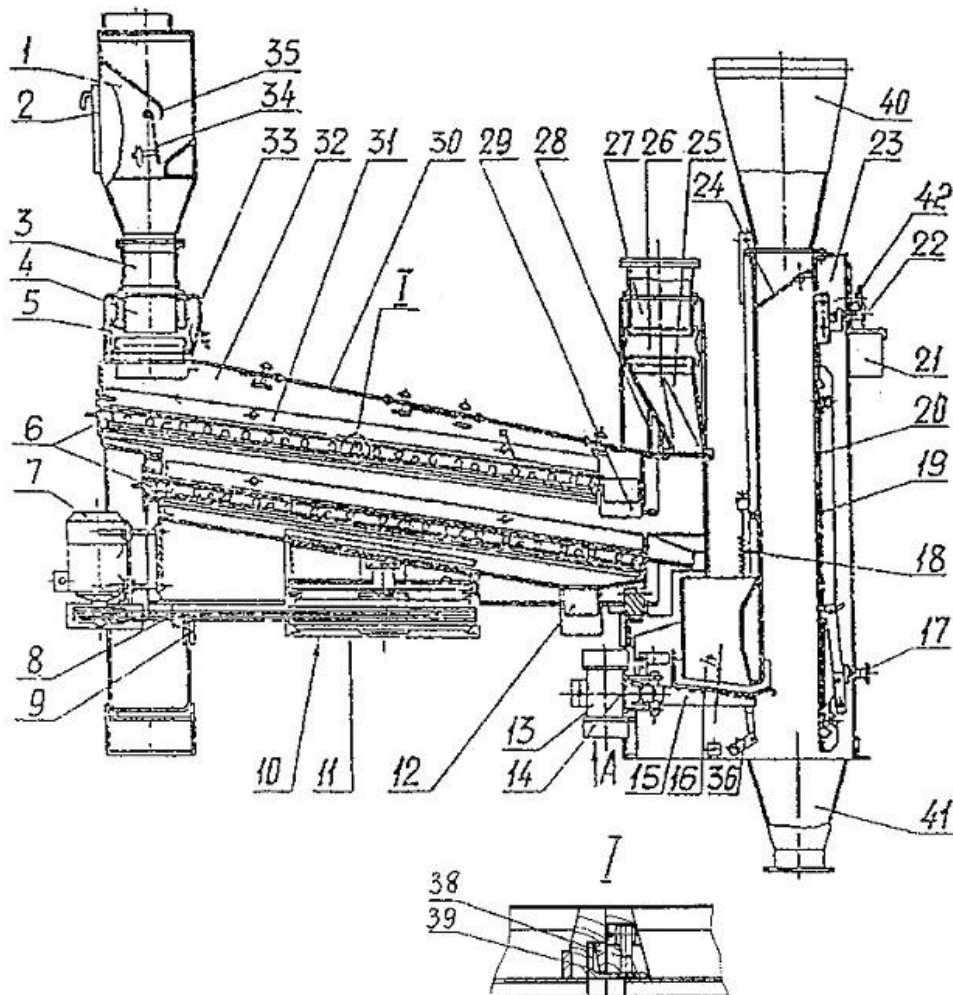


Рис. 2. Функціональна схема зерноочисної машини А1-БЛС-100:

1 – подільник; 2 – заслінка; 3 – патрубок; 4 – приймальник; 5 – рукав;
6 – решітні стани; 7 – електродвигун приводу решіт; 8 – клинопасова

передача; 9 – заспокоювач; 10 – кожух захисний; 11 – шків клинопасової передачі; 12 – приймальник дрібних домішок; 13 – електродвигун вібратора; 14 – гумовий підвіс; 15 – вібралоток; 16 – короб; 17 – ручка регулювання глибини пневмоканалу; 18 – пружина; 19 – оглядове вікно; 20 – рухома стінка пневмоканалу; 21 – освітлювальний прилад; 22 – верхня рукоятка; 23 – пневмосепаруючий канал (ПСК); 24 – клапан дросельний; 25 – аспіраційний патрубок; 26 – приймальний рукав; 27 – патрубок підвідний; 28 – верхня підвіска; 29 – приймальник крупних домішок; 30 – верхня кришка ЗОМ; 31 – притискач; 32 – решітний кузов; 33 – станина; 34 – протипідсосний клапан; 35 – похила площина; 36 – упор; 38 – полоса; 39 – кутик; 40 – перехідник ПСК; 41 – приймальник очищеного зерна; 42 – рукоятка

ЗОМ у господарства поставляється у вигляді єдиного комплексу (рис. 2), який включає решітну частину агрегату, ПСК, пилоочисні пристосування (на рис 2 не зображені). Для під'єднання машини до стандартних повітропроводів та самоплинів пневмосистема ЗОМ обладнана перехідником ПСК 40 і приймальником очищеного зерна 41.

Безпосередньо решітна частина агрегату складається із решітного кузова 32 закритого типу, що за допомогою гнучкої верхньої підвіски 28 встановлено на станині 33. Решітний кузов включає два ідентично паралельно працюючих решітних стани 6, в кожному із яких є висувні рамки решіт. Кожен із двох решітних станів 6 складається із пари решітних рамок, що з'єднуються в одну секцію зчіпними пристосуваннями, які включають полоси 38 та кутики 39. Рамки решіт брусами, як поперечними так і поздовжніми, розділяються на комірки, а в кожній із комірок розміщують пару гумових шарика діаметром 35 мм, що виконують функцію очищення решіт від забивань часток зерноsumіші чи інших домішок. На нижніх площинах рамок решіт кріпляться опорні сітки. В передній частині ЗОМ встановлено електродвигун приводу решіт 7 із закріпленням на ньому приводним шківом, який за рахунок клинопасової передачі 8 передає обертання на шків 11, а закріплений на цьому шківу дисбалансний вантаж забезпечує коловий поступальний рух всього решітного кузова ЗОМ.

					КПСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

У верхній частині ЗОМ А1-БЛС-100 змонтовано патрубок 3, який дозволяє спостерігати за процесом завантаження, на ньому встановлено ж і подільник 1 для введення матеріалу на очищення до решітного стану. На приймальник зерна 4 станини та решітного стану агрегату надягаються рукави 5, що виготовляються із матерії та обладнані вшитими в ці рукави ущільнювачі у вигляді кілець. В зоні виведення очищеного на решітному стані зерна монтуються аспіраційний патрубок 25, що з'єднується із подвійним патрубком 27 станини приймальним рукавом 26.

З метою уникнення динамічних навантажень та ударів кузова машини об станину, що найчастіше спостерігається при запуску або ж зупинці ЗОМ, внизу станини встановлюється заспокоювач 9 із спеціальними гумовими амортизаційними втулками.

Для розділення східних і прохідних часток решітного стану в ЗОМ встановлено приймальник дрібних домішок 12 та приймальник крупних домішок 29.

Повітряна система агрегату виготовлена у вигляді ПСК 23, який виконує функцію виділення із повноцінного зерна чи насіння аеродинамічно легких домішок, після проведення очищення матеріалу в решітній частині. Зерно в ПСК 23 вводиться по похилому коробу 16, який за рахунок вібрототка 15, що підвішений до стінок ПСК гумовими підвісами 14 та пружинами 18 коливається. Ці коливальні рухи, які відбуваються в горизонтальній площині створює електровібратор 13. В робочій зоні ПСК задню стінку каналу 20 виконано у вигляді рухомої боковини, зміна положення якої відбувається за рахунок обертання рукояток 17 і 22. Таке регулювання дозволяє змінювати швидкість в робочій зоні ПСК і таким чином впливати на якість виділення легких домішок.

Для регулювання витрат повітря використовують клапан дросельний 24, положення якого змінюють рукояткою 42. В задню рухому стінку ПСК 20 вмонтовано оглядове вікно 19, яке додатково освітлюється освітлювальним

					КПСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

приладом 21, та дозволяє здійснювати візуальний огляд процесу виділення аеродинамічно легких домішок.

Стандартна комплектація зерноочисного агрегату передбачає підключення до машини циклонів, що забезпечують очищення повітря та виділення із нього легких домішок, які виділилися в пневмосистемі ЗОМ.

Опис технологічного процесу роботи машини А1-БЛС-100.

Перед описом технологічного процесу роботи ЗОМ А1-БЛС-100 варто зазначити, що машина є двосекційною, причому робота обох секцій є однаковою та синхронною, а тому далі проведемо опис роботи однієї секції машини. Матеріал, який потрапляє на обробку самоплином двома чи одним потоком спрямовується на подільники, що установлюються на приймальні патрубки. Саме ці розподільники розділяють зерно на два потоки, якими матеріал направляється на очищення в кожную із двох секцій решітного стану ЗОМ.

Матеріал, що потрапляє на обробку після його сходження із приймального патрубка спрямовується на розподільче днище, яке забезпечує рівномірний розподіл зерна за шириною робочої частини решета. Встановлений фартух додатково зменшує потрапляння повноцінного зерна у відходи. Під час руху по верхньому решету крупні домішки виводяться на схід із решета та потрапляють до приймальника крупних домішок, при цьому матеріал, що просіявся крізь отвори цього решета спрямовується на підсівне решето. На нижньому підсівному решеті повноцінне зерно проходить на схід з цього решета, а прохідною фракцією є дрібні домішки, які спрямовуються до приймальника дрібних домішок та виводяться із ЗОМ.

Очищений зерновий матеріал на решітній частині ЗОМ А1-БЛС-100 спрямовується до короба ПСК та вібралотка. В цій зоні за рахунок створених вібрацій відбувається рівномірне розподілення та струшування матеріалу, який подається в робочу зону пневмоканалу. Регулювання висоти зернового потоку, що спрямовується в робочий переріз ПСК, а отже і питоме зернове

					КПСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

навантаження забезпечується за рахунок натягу пружини. Важливим є підпирання зерна в приймальній камері (лотку), адже це, в кінцевому варіанті, забезпечує рівномірніший розподіл зерна по ширині пневмоканалу та усуває загрозу підсосу повітря в зоні підведення матеріалу на очищення. Під час руху зернового матеріалу під дією сили ваги у приймальній лотку утворюється щілина між вібрототком і приймальною камерою, саме через цю щілину і відбувається подача зерна в активну зону роботи повітряного потоку. Під час продування зерна повітряним потоком в робочому перерізі ПСК відбувається розділення зерна на окремі компоненти, що відрізняються аеродинамічними властивостями. Вірно відрегулювавши швидкість повітряного потоку забезпечується винесення повітрям аеродинамічно легких домішок у верхню частину ПСК із подальшим їх потраплянням через перехідник і повітропроводи до осадкових пристроїв. У осадкових пристроях, які в ЗОМ А1-БЛС-100 найчастіше виконуються у вигляді горизонтальних циклонів відбувається осадження легких домішок та очищення повітряного потоку від пилу. Принцип дії встановлених циклонів ґрунтується на використанні інерційних сил, що сповільнює швидкість руху часток та забезпечує відділення їх від повітря.

Для регулювання якісних показників роботи ПСК використовують зміну швидкості повітряного потоку по перерізу ПСК, що регулюється зміною положення рухомої задньої стінки пневмоканалу рукоятками. Для регулювання витрат повітря через пневмосистему ЗОМ використовують дросельний клапан, який встановлений у верхній частині машини.

Очищене зерно в решітній та повітряній частині машини А1-БЛС-100 через нижній патрубок самоплином спрямовується на наступні технологічні операції або зберігання. Для зменшення запилення робочої зони в районі приймальника очищеного зерна теж монтують приймальні патрубки, що за допомогою гнучких рукавів і патрубків станини забезпечують відведення пилу

					КПСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

в аспіраційну систему машини або ж централізованої пневмосистеми підприємства.

Варто наголосити, що відсутність можливості роботи базової машини А1-БЛС-100 від автономного джерела повітряного потоку, суттєво обмежує сфери використання та показники мобільності даної ЗОМ. Тому, загальні показники енергоємності серійного агрегату не враховують енергетику очищення зерна повітрям, а отже оцінити загальну енергоємність машини при роботі повітряної частини від централізованої пневмосистеми є ускладненим.

Для пошуку можливих напрямків вдосконалення ЗОМ А1-БЛС-100 та поліпшення її якісних показників роботи проведемо порівняння цієї машини із аналогічними за призначенням агрегатами. Серійна машина умовно відноситься до сімейства зерноочисних машин і сепараторів типу БЛС (БИС). Ці ЗОМ, серед яких А1-БЛС-12, А1-БЛС-16 є дуже близькими за конструкцією, призначенням, перебігом процесу та налаштуваннями. Зведені основні показники цих ЗОМ наведено в таблиці 2.

Таблиця 2

Зведена характеристика ЗОМ типу БЛС

Показник, од. виміру	А1-БЛС-100	А1-БЛС-16	А1-БЛС-12
1	2	3	4
Встановлена продуктивність, т/год, до	100	16	12
Якість очистки (ефективність виділення домішок), %, не менше	40	75	80
Сумарна потужність електродвигунів без врахування ПСК, кВт	1,9	1,5	1,3
Частота коливання решітних станів, об/хв	360	325	325
Витрати повітря через ПСК та на аспірацію, м ³ /год	8500	8000	4500
Загальна маса машини, кг	1670	1550	1025
Сумарний аеродинамічний опір повітряної системи, Па	500	480	360

1	2	3	4
Габаритні розміри ЗОМ, мм			
- довжина	2600	2090	2600
- ширина	2520	2520	1365
- висота	1510	1510	1510
Обслуговуючий персонал, осіб	1	1	1

2.2. Пошук раціональної конструкції ЗОМ А1-БЛС-100 та обґрунтування напрямків вдосконалення подібних зерноочисних агрегатів

ЗОМ, які відносяться до машин типу А1-БЛС та А1-БИС – це машини, що є типовими представниками зерноочисних машин класичного повітряно-решітного типу. В базових версіях цих ЗОМ відсутні осадові камери, хоча без них машини не повинні експлуатуватися. Крім цього, наведений тип ЗОМ володіє ще рядом конструктивних та технічних особливостей, серед яких – поєднання функцій приводного шків та дисбаланса у механізмі приводу решіт, що дозволяє зменшити загальну висоту машини та зробити її обслуговування більш безпечним та простим. Виконання в означених машин регульованої задньої стінки ПСК забезпечує регулювати в широкому діапазоні робочої швидкості повітряного потоку в активній зоні каналу, що дозволяє впливати на якість відокремлення легких компонентів.

ЗОМ типу А1-БИС, на прикладі машини А1-БИС-12 (рис. 3), аналогічно із агрегатом А1-БЛС, складається із двосекційного решітного корпусу, який за допомогою гнучких підвісів встановлено на станині та пневмосепаруючого каналу. У кузові решітних станів встановлюються висувні рамки із підсівними 10 та сортувальними 11 решетами, що фіксуються ексцентриковими механізмами. Решітні рамки брусами, причому як поздовжніми так і поперечними, розділяються на окремі рамки у кожній із яких встановлюється пара гумових кульок 13, які виконують функцію очищення решіт від забивання. Внизу решітних рамок монтуються сітки, які допомагають уникати зайвих втрат зернового матеріалу.

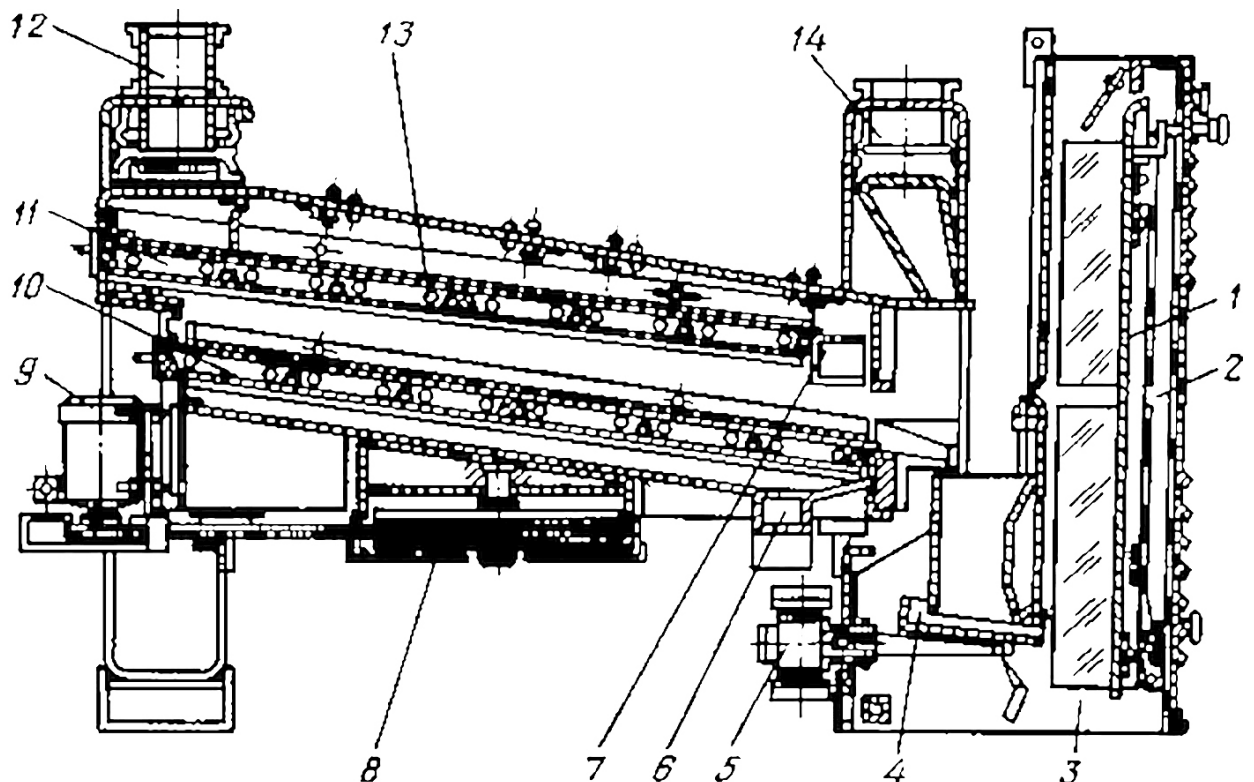


Рис. 3. Принципова схема ЗОМ А1-БІС-12:

- 1 – задня рухома стінка пневмоканалу; 2 – пневмосепаруючий канал (ПСК);
 3 – приймальник очищеного зерна; 4 – живильний вібралоток;
 5 – вібророзбуджувач; 6 – лоток дрібних домішок; 7 – лоток крупних домішок;
 8 – шків привода решітного стану; 9 – електродвигун; 10 – решета підсівні;
 11 – решета сортувальні; 12 – приймальник матеріалу; 13 – очисні гумові кульки; 14 – аспіраційний патрубок

В передній частині кузову решітних станів встановлюється електродвигун 9, що виконує функцію приводу решіт за рахунок обертання шківів 8 через клинопасову передачу. У верхній частині ЗОМ змонтовано приймальний патрубок 12, який призначено для подачі зернового матеріалу на очищення та аспіраційний патрубок 14 для підключення до нього системи аспірації, що дозволяє знизити запилення робочої зони. Очищений матеріал через приймальник очищеного зерна 3 направляється на наступні етапи технологічних операцій або ж на зберігання. Після очищення на решітних станах крупні домішки виводяться в лоток крупних домішок 7, а дрібні

домішки спрямовуються в лоток дрібних домішок 6. Після очищення матеріалу на решітній частині зерно направляється на очищення в ПСК 2, а подачу матеріалу на очищення забезпечує живильний вібралоток 4. Регулювання якості виділення домішок в ПСК забезпечується зміною амплітуди роботи живильного вібралотка, величиною зміщення (вильоту) цього лотка в робочий переріз каналу, розміром живильної щілини матеріалу та швидкістю повітряного потоку, зміна якої відбувається як за рахунок регулювання положення задньої стінки пневмоканалу 1 так і за рахунок зміни витрат повітря в пневмосистемі машини. Принцип роботи ЗОМ типу А1-БІС є аналогічним до роботи ЗОМ А1-БЛС і описаний вище. Принциповою різницею ЗОМ обох наведених типів є відмінність в конструкції пневмосепаруючого каналу. Так, в ЗОМ А1-БЛС задню регульовану стінку каналу виготовляють із тришарового скла, і ця ж стінка й служить зовнішньою стінкою ПСК, через яку забезпечується візуальний контроль за процесом. Для більш зручного контролю за процесом у верхній частині ПСК встановлюється освітлювач, а змонтований відбивач спрямовує світовий потік таким чином, щоб пневмоканал освітлювався на всю свою довжину. Повний візуальний контроль за процесом дозволяє вчасно корегувати перебіг технологічного процесу виділення легких домішок. Загалом машина А1-БЛС-12 є одnoseкційним агрегатом, а машини А1-БЛС-150, А1-БЛС-100 та А1-БЛС-16 є агрегатами із двосекційним кузовом.

У менш продуктивних ЗОМ А1-БЛС-12 та А1-БЛС-16 після проходження приймального патрубку зерновий матеріал спрямовується на спеціальне днище, саме це днище забезпечує розподіл зернового матеріалу по всій ширині сортувального решета. У більш продуктивних машинах А1-БЛС-150 та А1-БЛС-100 після проходження приймального патрубку зерно направляється на сортувальне решето, а вже воно забезпечує рівномірне розподілення матеріалу за шириною за допомогою клапана. Встановлений

					КПСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

далі фартух суттєво знижує ймовірність потрапляння повноцінного зерна до відходів.

При роботі зерноочисних машин такого типу важливо дотримуватися раціональних значень зернового навантаження. При цьому варто створити належні умови для того, щоб подача зерна на очищення була максимально рівномірною. Крім рівномірної подачі зерна на якісні показники очищення впливає рівномірність розподілення зерна за площею решіт, плавність руху механізму приводу і всього решітного кузова ЗОМ, умови роботи живильних вібротоків пневмоканалів, умови введення матеріалу на очищення повітряним потоком, структура та швидкісні параметри повітряного потоку в ПСК тощо.

Перед розробкою заходів із поліпшення технологічного процесу очищення зернових сумішей та вдосконалення конструкції ЗОМ А1-БЛС-100 слід відмітити й характерні особливості зерноочисних агрегатів типу А1-БЛС та А1-БІС. Серед таких особливостей відмітимо наступні:

- конструктивно машини поставляються заводом-виробником без осадкових пристроїв, що дозволяє машину зробити більш компактною, а функцію очищення повітря від домішок покласти на централізовану пневмосистему та пилоочисні пристрої цієї системи;
- виконання задньої стінки ПСК регульованою, що дозволяє регулювати швидкість повітряного потоку в широкому діапазоні, і тим самим, впливати на якість виділення зерноsumіші, а прозорі елементи цієї стінки дозволяють здійснювати візуальний контроль за процесом;
- фіксація решітних рамок до кузова решітного стану реалізується через ексцентрикові затискні пристрої, що створює сприятливі умови для її обслуговування і забезпечує задані кінематичні режими роботи;
- з метою зниження фактичної маси ЗОМ у її конструкції використовуються тонкостінні гнуті профілі;

					КПСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

- з метою зниження динамічних навантажень та стабілізації амплітуди коливань решітного стану в машині використовуються гумові амортизатори;
- виконання задньої стінки прозорою або ж оглядового вікна у поєднанні із освітленням робочої зони ПСК забезпечує повний візуальний контроль за процесом очищення та забезпечує можливість внесення коригувань безпосередньо під час технологічного процесу;
- використання живильного вібротолка при введенні зернового матеріалу на очищення в пневмоканал забезпечує рівномірне розподілення потоку за всією шириною каналу, що створює однакові та сприятливі умови для очищення компонентів суміші повітряним потоком.

Загалом однією із основних проблем зерноочисної машини А1-БЛС-100 є відносно низька продуктивність роботи повітряної системи машини. Крім того, неможливість працювати агрегату від автономного вентилятора та відсутність серійних осадкових пристрій суттєво погіршують показники мобільності ЗОМ, роблять її залежною від наявності та показників роботи централізованої пневмосистеми та загалом обмежують сфери використання. З врахуванням зазначеного в даній роботі робиться спроба усунути відмічені недоліки та дослідити і обґрунтувати раціональні параметри пневмосистеми ЗОМ А1-БЛС-100.

2.3. Конструкторські розрахунки

2.3.1. Розрахунок подачі матеріалу на очищення

Матеріал на очистку подається через приймальник по похилій площині. Товщина шару зернового матеріалу, який подається на очищення на решітних станах, під час його руху по похилій площині визначається подачею матеріалу і швидкістю його переміщення. Це можна описати відомою залежністю:

$$h = \frac{Q}{B \cdot V_z \cdot \rho_z},$$

					КПСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

де h – товщина подачі зернового матеріалу на очищення по похилій площині, м;

Q – подача зернового матеріалу на очищення, кг/с;

B – робоча ширина решета ЗОМ, м;

V_z – швидкість руху зерна по похилому живильнику, м/с;

ρ_z – питома вага зернового матеріалу, для зерна пшениці $\rho_z = 1400$ кг/м³.

Використовуючи пакет прикладних програм Mathcad 15 на основі вище наведеної залежності побудуємо графік (рис. 4), який відображає зміну товщини подачі матеріалу в залежності від швидкості його переміщення по похилій площині.

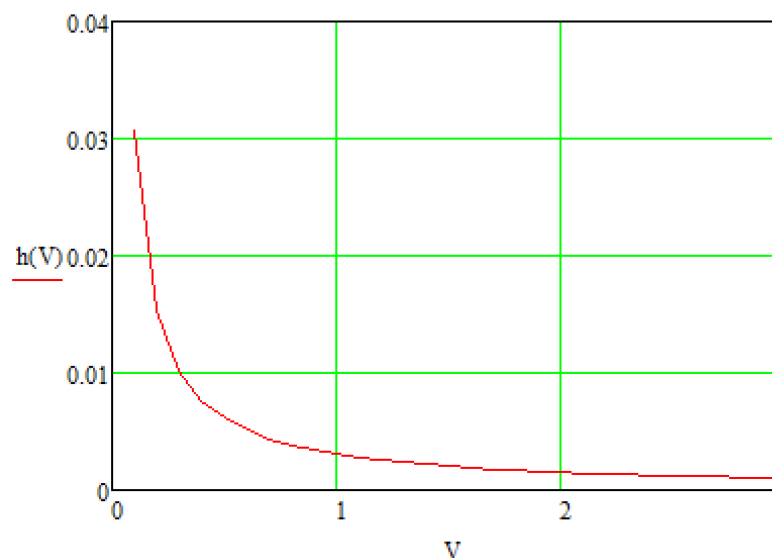


Рис. 4. Вплив швидкості подачі зерна на очищення на товщину подачі матеріалу

За існуючими результатами експлуатації ЗОМ А1-БЛС-100 відомо, що товщина шару зерна при його подачі на очистку на решітній частині не повинна перевищувати 10...15 мм. Аналіз наведеного графіка (рис. 4) дозволяє підтвердити, що необхідна для ефективної роботи решітної частини товщина шару матеріалу досягається при швидкості переміщення матеріалу по похилій площині на рівні $V_z = 0,5 \dots 0,8$ м/с. З міркувань забезпечення необхідної

продуктивності ЗОМ приймаємо швидкість переміщення матеріалу по живильній площині $V_z = 0,8$ м/с.

Для того, щоб досягти необхідних швидкісних параметрів подачі зерна на решітну частину потрібно забезпечити задані кут нахилу та довжину похилого живильного лотка. Розрахункову схему для визначення параметрів скатної дошки живильника ЗОМ наведено на рис. 5. Для створення умов безперервного руху зернового матеріалу без його зупинок потрібно, щоб кут нахилу скатної дошки знаходився в межах $\beta = 35...45^\circ$. З конструктивних міркувань, приймаємо $\beta = 40^\circ$.

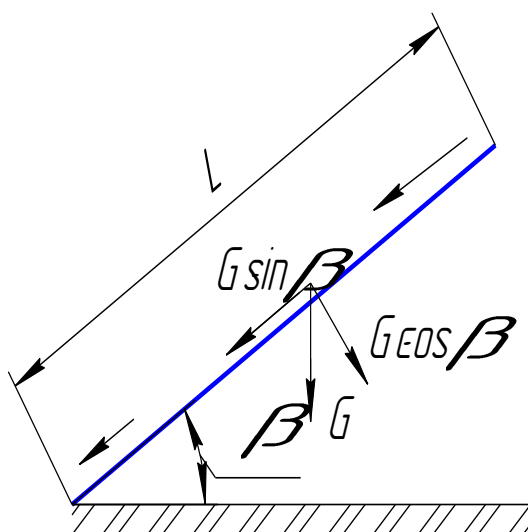


Рис. 5. Розрахункова схема до визначення параметрів живильної похилої скатної дошки ЗОМ

Для розрахунку швидкості подачі матеріалу в місці його сходження із скатної дошки можна скористатися відомою залежністю:

$$V_{cx} = \sqrt{2 \cdot g \cdot L \cdot (\sin \beta - \varepsilon \cdot f \cdot \cos \beta) + V_0^2},$$

де V_{cx} – швидкість сходження частин компонентів суміші, яка подається на очищення, в кінці живильника, м/с;

L – фактична довжина живильної похилої скатної дошки, м;

β – кут нахилу скатної поверхні до горизонту, $\beta = 40^\circ$;

ε – коефіцієнт, який враховує внутрішнє тертя компонентів зернової суміші, для зерна пшениці із достатньою точністю $\varepsilon = 1,5$;

					КПСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

f – фактичне значення коефіцієнту тертя зернової суміші по матеріалу живильника, для тертя зерна пшениці по сталі приймаємо $f = 0,36$;
 V_0 – вихідна (початкова) швидкість руху компонентів зернової суміші на початку скатної дошки, $V_0 = 0$ м/с.

Для наведеної формули із врахуванням відомих складових теж в пакеті програм Mathcad 15 аналогічно побудуємо залежність, яка відображає вплив довжини скатної дошки на швидкість переміщення матеріалу (рис. 6).

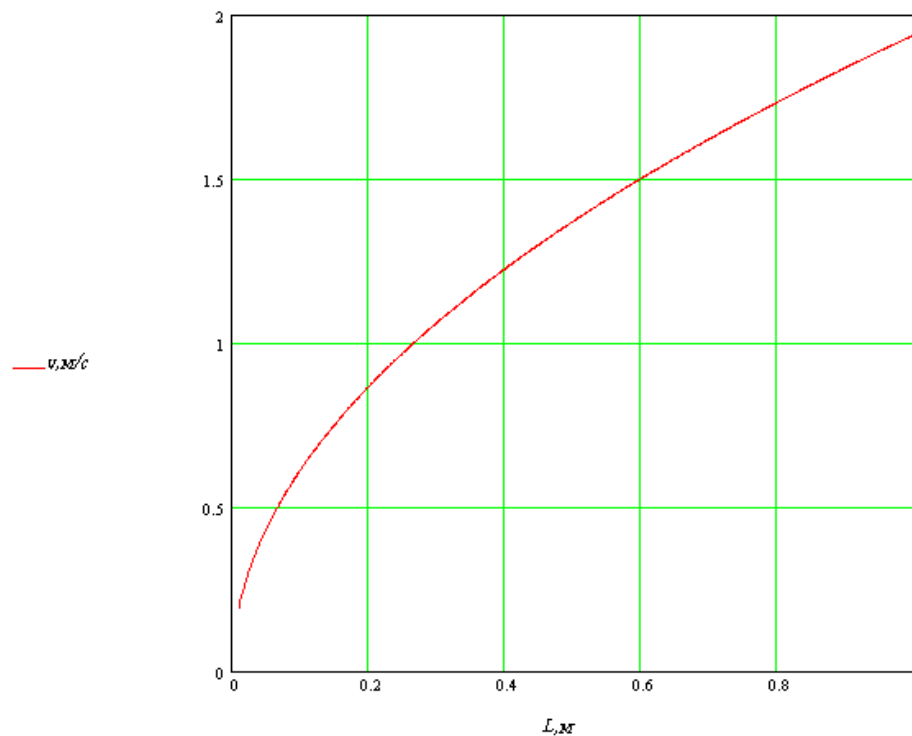


Рис. 6. Графічний вплив довжини скатної дошки на швидкість переміщення по ній зернового матеріалу

Аналіз наведеного графіка (рис. 6) дозволяє встановити, що швидкість введення зерна на очищення на рівні 0,8 м/с досягається при довжині скатної дошки на рівні $L = 0,2 \dots 0,22$ м. Таким чином, при роботі ЗОМ А1-БЛС-100 для досягнення необхідної ефективності роботи решітної очистки потрібно для введення зерна на очищення забезпечити кут нахилу живильної похилої скатної дошки $\beta = 40^\circ$ при її загальній довжині $L = 0,2 \dots 0,22$ м. За таких умов досягається швидкість введення зернового матеріалу на очищення на рівні

$V_3 = 0,8$ м/с та створюються сприятливі умови для розділення зерна на решетах.

2.3.2. Обґрунтування параметрів решітної очистки ЗОМ

Зерноочисна машина А1-БЛС-100 складається з двох ідентичних секцій, які за будовою є ідентичними. Ці обидві секції працюють однаково, а коливання їх решітних станів забезпечують загальне зрівноваження машини. Відомо, що для покращення роботи решітної частини пропонують встановлювати гофровані решета (рис. 7), оскільки ці решета забезпечують виконання технологічного процесу із значно вищими показниками навантажень.

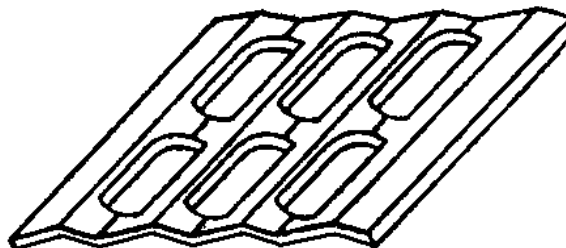


Рис. 7. Загальний вигляд гофрованого решета

Проведемо розрахунок ширини решітного стану за відомою формулою:

$$B = \frac{Q}{q_B},$$

де B – ширина решітного стану, дм;

Q – продуктивність роботи решітного очищення, приймаємо для однієї секції $Q = 50000$ кг/год;

q_B – питоме зернове навантаження на ширину решітної частини, враховуючи, що ЗОМ працює із гофрованими решетами, $q_B = 1000$ кг/дм×год.

Тоді маємо:

$$B = \frac{50000}{1000} = 50 \text{ дм.}$$

					КПСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

За стандартним рядом приймаємо ширину решіт, що дорівнює $B = 50$ дм.

Оскільки в машині А1-БЛС-100 в кожній секції працює по парі підсівних решіт розрахуємо загальну ширину решітного стану, що можна знайти за формулою:

$$B_{\Sigma} = B \cdot i,$$

де B_{Σ} – сумарна ширина підсівних решіт в секції ЗОМ, дм;

i – кількість підсівних решіт в кожній секції ЗОМ, шт.

Отже,

$$B_{\Sigma} = 50 \cdot 2 = 100 \text{ дм.}$$

Проведемо перевірку дійсного питомого зернового навантаження на одиницю ширини решітного стану за відомим виразом

$$q_B = \frac{Q}{B_{\Sigma}};$$

$$q_B = \frac{50000}{100} = 500 \text{ кг/дм} \times \text{Год.}$$

Знайдемо питоме зернове навантаження на одиницю площі решета за формулою [6]:

$$q_F = 12,5 \cdot (0,95 - \varepsilon) \cdot (105 - \delta),$$

де q_F – значення питомого зернового навантаження на одиницю площі, $\text{кг/дм}^2 \cdot \text{Год.}$;

ε – повнота розділення компонентів зернової суміші на решетах, для попереднього очищення приймаємо $\varepsilon = 0,6$;

δ – кут напрямку коливань решітного стану, для ЗОМ А1-БЛС-100 – $\delta = 15^\circ$.

Після підстановки наведених даних отримаємо значення розрахункового питомого зернового навантаження на одиницю площі решіт:

$$q_F = 12,5 \cdot (0,95 - 0,6) \cdot (105 - 15) = 39,4 \text{ кг/дм}^2 \times \text{Год.}$$

					КПСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Знайдемо розрахункову довжину підсівних решіт ЗОМ за формулою:

$$l = \frac{q_B}{q_F} = \frac{500}{39,4} = 12,7 \text{ дм.}$$

Враховуючи те, що в машині А1-БЛС-100 встановлено в кожній секції по два решітних стани розрахуємо потрібну мінімальну довжину решіт так:

$$l_p = \frac{l}{k} = \frac{12,7}{2} = 6,35 \text{ дм.},$$

де k – фактична кількість решітних станів в кожній секції ЗОМ А1-БЛС-100.

Для поліпшення процесу просіювання приймаємо стандартну довжину решітного полотна $l_1 = 1600 \text{ мм.}$

Ширину колосових решіт приймаємо рівною ширині підсівних решіт $B = 1000 \text{ мм.}$

Розрахуємо питоме зернове навантаження на одиницю площі колосового решета [6]:

$$q_F = 60 \cdot (a - 4,5),$$

де a – фактичний діаметр отвору колосового решета ЗОМ, мм

$$q_F = 60 \cdot (5,5 - 4,5) = 60 \text{ кг/ дм}^2 \times \text{год.}$$

Отже, необхідна мінімальна довжина колосових решіт машини дорівнює:

$$l_k = \frac{Q}{q_F \cdot B} = \frac{50000}{60 \cdot 100} = 8,3 \text{ дм.}$$

Для гарантовано якісного просіювання матеріалу крізь отвори решіт і збільшення часу перебування часток на решітному стані приймаємо $l_k = 900 \text{ мм.}$

Щоб розрахувати кінематичний режим роботи решітних станів варто, прийнявши, що амплітуда коливань $A = 10 \text{ мм}$ використати наступну формулу [7]

$$n^{1,65} = \frac{200 \cdot q_B + 120 \cdot 10^3}{A} = \frac{200 \cdot 500 + 120 \cdot 10^3}{10} = 22000.$$

					КПСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тоді, мінімальне значення частоти коливань решітного стану для забезпечення надійного процесу переміщення матеріалу по решету та його просіювання

$$n = \sqrt[1,65]{22000} = 445 \text{ коливань/хв.}$$

За отриманої частоти коливань розрахуємо максимальне прискорення решітного стану під час роботи ЗОМ

$$j = \frac{n^2 \cdot A \cdot 10^{-3}}{90} = \frac{445^2 \cdot 10 \cdot 10^{-3}}{90} = 22 \text{ м/с}^2.$$

Розрахуємо необхідний ексцентриситет [7] для забезпечення заданого режиму роботи решітного стану:

$$e = \frac{A}{c},$$

де A – амплітуда коливань решіт, мм;

c – коефіцієнт, який комплексно враховує сумарну амплітуду коливання рами ЗОМ. Для прискорення решітного стану, що знаходиться в діапазоні значень $j = 20 \dots 25 \text{ м/с}^2$ за [8] цей коефіцієнт становить $c = 1,2$.

$$e = \frac{10}{1,2} = 8,3 \text{ мм.}$$

Отже, в результаті проведених розрахунків отримані основні параметри та режими роботи решітного стану ЗОМ А1-БЛС-100.

2.3.3. Розрахунок основних параметрів повітряної системи та джерела повітряного потоку

Аналогічно як і решітна частина, повітряна система машини А1-БЛС-100 є двосекційною, а тому розраховуємо показники її роботи на половину номінальної продуктивності. Форма перерізу пневмосепаруючого каналу є прямокутною із шириною каналу $B = 1500 \text{ мм}$, що узгоджується з шириною решітного стану агрегату. Розрахункова схема перерізу пневмосепаруючого каналу наведено на рис. 8.

					КПСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

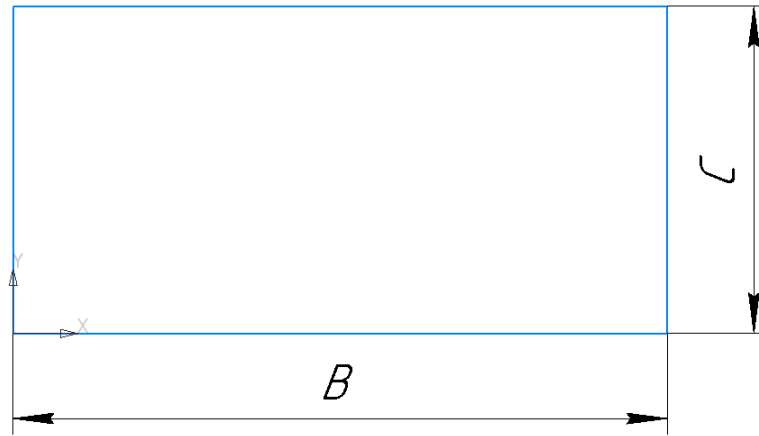


Рис. 8. Розрахункова схема перерізу пневмосепаруючого каналу ЗОМ

Для того, щоб знайти розрахункове значення глибини ПСК можна скористатися в першому наближенні емпіричною залежністю [8]

$$C = \frac{q_B + 1350 \cdot \eta - 1135}{22,7 - 27 \cdot \eta},$$

де q_B – питоме зернове навантаження за шириною ПСК, кг/дм×год;

η – повнота виділення домішок в пневмосистемі машини, для попереднього очищення $\eta = 0,7$.

Проведемо розрахунок питомого зернового навантаження на ширину ПСК за формулою:

$$q_B = \frac{Q}{B \cdot z},$$

де Q – загальна продуктивність ЗОМ, кг/год;

z – фактична кількість пневмосепаруючих каналів в агрегаті, шт.

Отже, питоме зернове навантаження становить:

$$q_B = \frac{50000}{15 \cdot 2} = 1667 \text{ кг/дм} \times \text{год.}$$

Тоді, розрахункове значення глибини каналу дорівнює:

$$C = \frac{1667 + 1350 \cdot 0,7 - 1135}{22,7 - 27 \cdot 0,7} = \frac{1477}{3,8} = 388,7 \text{ мм.}$$

Приймаємо глибину ПСК $C = 4$ дм.

Знайдемо площу ПСК

					КПСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$S = B \cdot C = 15 \cdot 4 = 60 \text{ дм}^2.$$

Розрахуємо питоме навантаження на одиницю площі ПСК

$$q_F = \frac{q_B}{S} = \frac{1667}{60} = 278 \text{ кг/дм}^2 \times \text{год.}$$

Знайдемо сумарні витрати повітря через ПСК за залежністю:

$$U = 36 \cdot V \cdot B \cdot C \cdot z,$$

де V – робоча швидкість повітряного потоку в зоні очищення зерна

$$V = 0,7 \dots 0,8 \cdot V_{кр},$$

$V_{кр}$ – критична швидкість витання того матеріалу, що очищається повітряним потоком, для зернових культур за [7] $V_{кр} \approx 9 \text{ м/с}$.

Тоді маємо

$$V = 0,75 \cdot 9 = 6,75 \text{ м/с.}$$

А значить, сумарні витрати повітря складають:

$$U = 36 \cdot 6,75 \cdot 10 \cdot 4 \cdot 2 \approx 8500 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Розрахуємо витрати тиску в ПСК за відомою формулою [6]:

$$P_k = (0,1 + 0,00013 \cdot q_F) \cdot V^2 = (0,1 + 0,00013 \cdot 278) \cdot 6,75^2 = 42,2 \text{ кг/м}^2.$$

Для забезпечення ефективного очищення повітря від домішок, яке потрапляє в нього після проходження ПСК найчастіше використовують жалюзійний інерційний пилоочисник (рис. 9). З метою розрахунку основних параметрів такого очисника скористаємося залежністю, що описує його опір:

$$P_{жц} = \xi \cdot \frac{\rho_n \cdot V_{вх}^2}{2 \cdot g},$$

де ξ – значення коефіцієнту опору жалюзійного пилоочисника, за [7] $\xi = 1,8$;

ρ_n – щільність повітряного потоку, що використовується в якості агента очищення в ПСК, $\rho_n = 1,2 \text{ кг/м}^3$;

$V_{вх}$ – швидкість повітряного потоку при входженні в жалюзійний пилоочисник, за інформацією, що наведена в [5], для забезпечення

					КПСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ефективності очищення повітря на рівні 75...95% швидкість повітряного потоку повинна знаходитися в діапазоні $V_{ex} = 15...25$ м/с.

$$P_{жц} = 1,8 \cdot \frac{1,2 \cdot 20^2}{2 \cdot 9,81} = 1,8 \cdot \frac{480}{19,62} = 44 \text{ кг/м}^2.$$

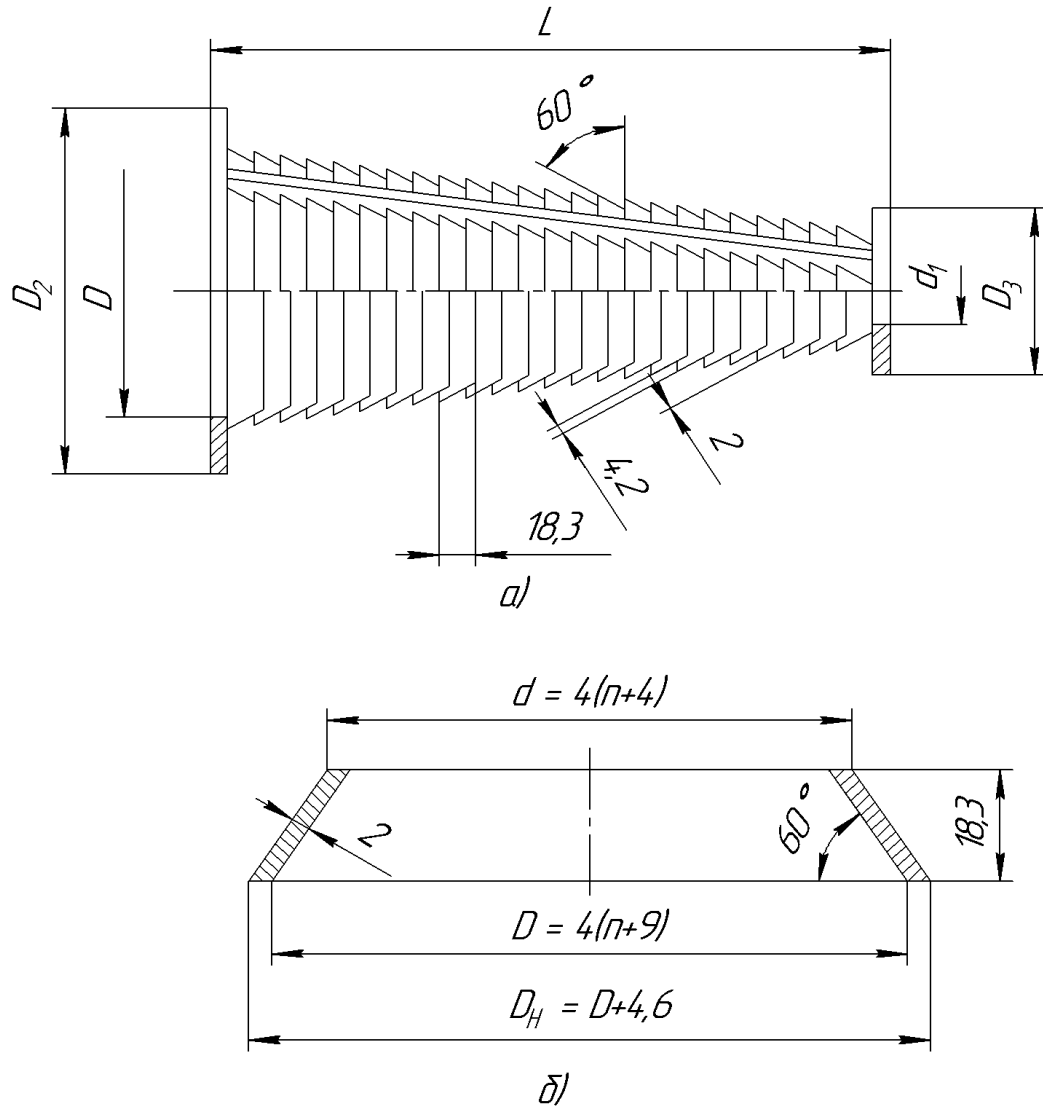


Рис. 9. Основні конструктивні параметри жалюзійного інерційного пилоочисника

Для вірної компоновки ЗОМ із пилоочисним пристроєм розрахуємо діаметр вхідного отвору за формулою:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot U}{3600 \cdot \pi \cdot V_{ex}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 8500}{3600 \cdot 3,14 \cdot 20}} = \sqrt{\frac{34000}{226080}} = 0,39 \text{ м.}$$

де U – фактична продуктивність пилоочисного пристрою, яка для розрахунків приймається рівною сумарним витратами повітря в ПСК.

Таким чином, в результаті проведених розрахунків за [7] приймаємо жалюзійний інерційний пилоочисник НП-7-415 у якого діаметр вхідного отвору (рис. 9) $D=415$ мм; діаметр вихідного отвору $d_1=86$ мм; загальна кількість пилоочисних кілець 81 шт; діаметр великого фланця $D_2=497$ мм; діаметр малого фланця $D_3=173$ мм; загальна довжина жалюзійного інерційного пилоочисника $L=1298$ мм; номери кілець n – 16-96.

Для забезпечення можливості роботи ЗОМ А1-БЛС-100 від автономного джерела повітряного потоку визначимо параметри вентилятора. Для встановлення і вірного підбору вентилятора потрібно скористатися номограмою [7]. Вихідними параметрами для підбору необхідного вентилятора є загальні витрати повітря та втрати повного тиску. Обидва наведених параметра мають враховувати суму витрат повітря у ПСК та пилоочисних пристроях, що описується відомою залежністю:

$$P_c = P_k + P_{жц} = 42,2 + 44 = 86,2 \text{ кг/м}^2.$$

За проведеними розрахунками згідно із значенням витрат повітря та повного тиску за номограмою [7] приймаємо вентилятор серії ВРН, що має діаметр крильчатки $D=560$ мм (рис. 10). Згідно з цією ж номограмою приймаємо частоту обертання колеса вентилятора $n=1400$ об/хв при цьому об'ємний коефіцієнт корисної дії вентилятора становить $\eta \approx 65...70\%$.

Так як стандартних вентиляторів, що мають діаметр крильчатки $D=560$ мм немає, а найближчий за розміром крильчатки до потрібного вентилятор має діаметр $D=600$ мм, що гарантовано підвищить загальну масу цього робочого органу і його геометричні розміри, пропонуємо керуючись рекомендованими співвідношеннями розмірів вентиляторів розробити конструкцію джерела повітряного потоку (рис. 10) та скомпонувати і встановити його на ЗОМ А1-БЛС-100 і використовувати у якості автономного джерела повітряного потоку.

					КПСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

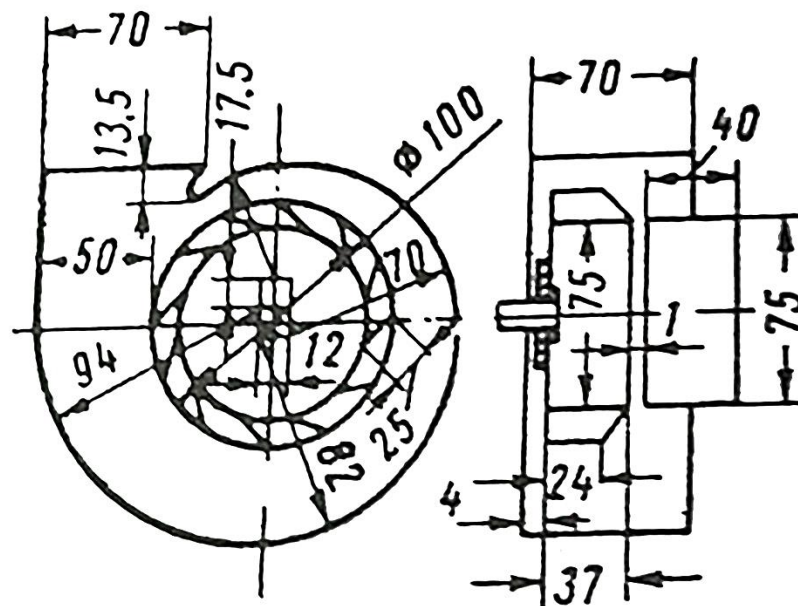


Рис. 10. Загальна аеродинамічна схема вентилятора
(наведені розміри в % від D)

Необхідно провести проектні розрахунки запропонованого вентилятора, що проводимо за стандартною методикою, яка наведена в [7].

Ширину вихідного патрубку вентилятора (рис.10) розрахуємо так:

$$B_n = 0,7 \cdot D = 0,7 \cdot 560 = 392 \text{ мм.}$$

Висота вихідного патрубку вентилятора дорівнює:

$$H_n = 0,135 \cdot D = 0,135 \cdot 560 = 75,6 \text{ мм.}$$

Значення ширини кожуха вентилятора із його діаметром пов'язується наступною залежністю:

$$B_k = 0,7 \cdot D = 0,7 \cdot 560 = 392 \text{ мм.}$$

Для визначення діаметру основи крильчатки вентилятора маємо співвідношення

$$D_o = 0,75 \cdot D = 0,75 \cdot 560 = 420 \text{ мм.}$$

Довжина вхідного вікна вентилятора

$$B_e = 0,4 \cdot D = 0,4 \cdot 560 = 224 \text{ мм.}$$

Діаметр вхідного вікна вентилятора теж пов'язаний із діаметром крильчатки

$$D_6 = 0,75 \cdot D = 0,75 \cdot 560 = 420 \text{ мм.}$$

Сумарна ширина крильчатки вентилятора дорівнює:

$$B_{кр} = 0,37 \cdot D = 0,37 \cdot 560 = 207,2 \text{ мм.}$$

Розрахункове значення ширини основи крильчатки вентилятора дорівнює:

$$B_o = 0,24 \cdot D = 0,24 \cdot 560 = 134,4 \text{ мм.}$$

Значення зазору між крильчаткою і кожухом знаходимо за співвідношенням

$$\Delta_{кк} = 0,04 \cdot D = 0,04 \cdot 560 = 22,4 \text{ мм.}$$

Знайдемо зазор між лопатками вентилятора і його вікном

$$\Delta_{лв} = 0,01 \cdot D = 0,01 \cdot 560 = 5,6 \text{ мм.}$$

Довжина лопатки крильчатки вентилятора знаходиться за формулою:

$$L = 0,25 \cdot D = 0,25 \cdot 560 = 140 \text{ мм.}$$

Розрахуємо і розмір сторони квадрата в зоні основи кожуха спіралі вентилятора

$$B_{ц} = 0,12 \cdot D = 0,12 \cdot 560 = 67,2 \text{ мм.}$$

Розрахункові значення радіусі спіралі складають:

$$R_1 = 0,7 \cdot D = 0,7 \cdot 560 = 392 \text{ мм.};$$

$$R_2 = 0,82 \cdot D = 0,82 \cdot 560 = 459,2 \text{ мм.};$$

$$R_3 = 0,94 \cdot D = 0,94 \cdot 560 = 526,4 \text{ мм.}$$

Та зрештою, відстань від колеса вентилятора до окрайка спіралі кожуха дорівнює

$$B_c = 0,5 \cdot D = 0,5 \cdot 560 = 280 \text{ мм.}$$

Отже, розраховано проектні розміри вентилятора, що забезпечить задані показники роботи зерноочисної машини А1-БЛС-100.

					КПСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3.4. Розрахунок механізму приводу вентилятора ЗОМ

Знайдемо потужність, що необхідна для приводу вентилятора за відомою залежністю [8]:

$$N_{\epsilon} = \frac{U \cdot P_c}{3600 \cdot 102 \cdot \eta},$$

де U – сумарні витрати повітря в пневмосистемі ЗОМ, $U = 8500 \text{ м}^3/\text{год}$;

P_c – сумарні втрати повного тиску у пневмоканалах та осадкових пристроях,

згідно із розрахунками, що проведені вище – $P_c = 86,2 \text{ кг/м}^2$;

η – коефіцієнт корисної дії вентилятора, для відцентрових вентиляторів, [7]

ККД $\eta = 0,7$.

Тоді потужність, яка потрібна для приводу вентилятора дорівнює:

$$N_{\epsilon} = \frac{8500 \cdot 86,2}{3600 \cdot 102 \cdot 0,7} = \frac{732700}{257040} = 2,85 \text{ кВт.}$$

Для створення необхідного запасу потужності і можливості роботи від одного електродвигуна і інших робочих органів, наприклад шнеку вивантажувача очищеного зерна, приймаємо для приводу вентилятора електродвигун потужністю $N_{\delta} = 4 \text{ кВт}$. З метою зручності компонування і обслуговування для механізму приводу вентилятора приймаємо клинопасову передачу із передаточним відношенням $i = 1$ та потрібною частотою обертання валу вентилятора, з врахуванням можливого просковзування пасу, $n_2 = 1430 \text{ об/хв}$. При цьому, слід забезпечити можливість двозмінної роботи ЗОМ. Розрахункова схема клинопасової передачі механізму приводу вентилятора наведена на рис. 11.

Розрахунок клинопасової передачі проводимо за стандартною методикою, яка наведена в [12].

Для розрахунку значення крутного моменту на швидкохідному валі механізму привода використаємо відому емпіричну формулу:

$$T_{ш} = \frac{9550 \cdot N_{\delta}}{n_1} = \frac{9550 \cdot 4}{1430} = 26,7 \text{ Н} \times \text{м.}$$

					КПСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

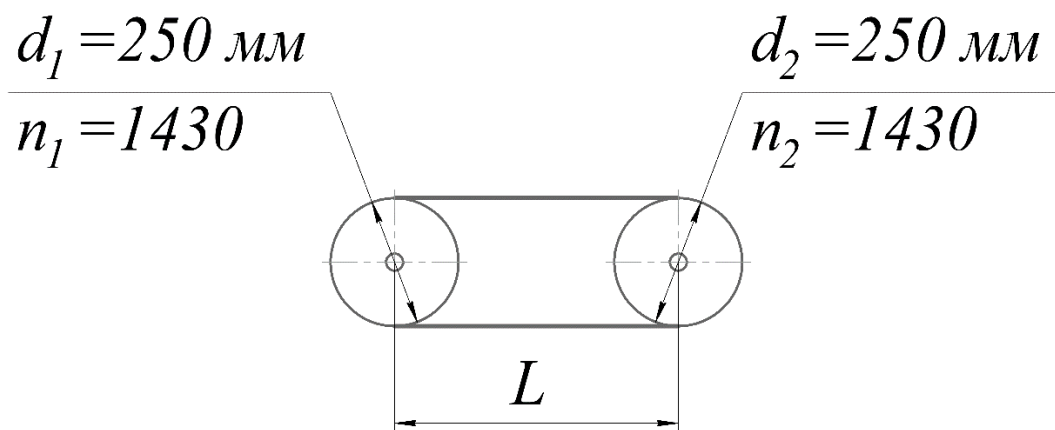


Рис. 11. Розрахункова схема клинопасової передачі механізму привода вентилятора

Приймаємо стандартний переріз пасу «Б» [12] (рис. 12), що характеризується наступними розмірами: $b_p = 14 \text{ мм}$; $h = 10,5 \text{ мм}$; $b_0 = 1,7 \text{ мм}$; $y_0 = 4,0 \text{ мм}$; $F_1 = 1,38 \text{ см}^2$; $g_n = 0,18 \text{ кг/м}$.

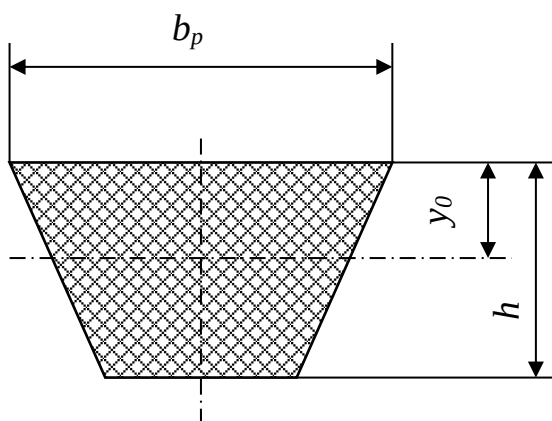


Рис. 12. Параметри пасу клинопасової передачі

Знайдемо розрахункову швидкість пасу

$$V = \frac{\pi \cdot d_1 \cdot n_1}{60 \cdot 1000} = \frac{3,14 \cdot 250 \cdot 1430}{60 \cdot 1000} = \frac{1122550}{60000} = 18,7 \text{ м/с}.$$

Розрахуємо мінімальне значення міжосьової відстані для нормальної роботи пасової передачі:

$$a \geq 0,95 \cdot d_2 = 0,95 \cdot 250 = 237,5 \text{ мм}.$$

З врахуванням можливості компоновки механізму приводу відносно робочих органів ЗОМ А1-БЛС-100 приймаємо, що фактична міжосьова відстань клинопасової передачі становить $a = 450 \text{ мм}$.

Враховуючи задану міжосьову відстань знайдемо розрахункове значення довжини пасу за відомою формулою:

$$L = 2 \cdot a + \frac{\pi}{2} \cdot (d_1 + d_2) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4 \cdot a} = 2 \cdot 450 + \frac{3,14}{2} \cdot (250 + 250) = 900 + 785 = 1685$$

Приймаємо зі стандартного ряду [12] пас, довжина якого дорівнює $L = 1700$ мм.

Враховуючи стандартну довжину пасу уточнимо міжосьову відстань передачі

$$\begin{aligned} a &= \frac{2 \cdot L - \pi \cdot (d_1 + d_2) + \sqrt{(2 \cdot L - \pi \cdot (d_1 + d_2))^2 - 8 \cdot (d_2 - d_1)^2}}{8} = \\ &= \frac{2 \cdot 1700 - 3,14 \cdot (250 + 250) + \sqrt{(2 \cdot 1700 - 3,14 \cdot (250 + 250))^2}}{8} = \\ &= \frac{3400 - 1570 + 1830}{8} = \frac{3660}{8} = 457,5 \text{ мм.} \end{aligned}$$

Кут обхвату меншого шків дорівнює:

$$\alpha_1^\circ = 180^\circ - 60^\circ \cdot \frac{d_2 - d_1}{a} = 180^\circ - 60^\circ \cdot \frac{250 - 250}{457,5} = 180^\circ.$$

Вихідна довжина пасу за [12] $L_0 = 2040$ мм.

Знайдемо відносну довжину пасу:

$$\frac{L}{L_0} = \frac{1700}{2040} \approx 0,8.$$

Коефіцієнт довжини пасу, [12] приймаємо $C_1 = 0,975$.

Вихідна потужність, яка може передаватися клинопасовою передачею, за умови, що $d_1 = 250$ мм та $V = 18,7$ м/с знову ж за [12] дорівнює $N_0 = 6,5$ кВт.

Приймаємо коефіцієнт кута обхвату [12] $C_\alpha = 1$.

Також за [12] прийmemo і поправку до крутного моменту на передаточне відношення, що дорівнює $\Delta T = 1,8$ Н×м.

					КПСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Розрахуємо поправку до потужності за наступною емпіричною формулою:

$$\Delta N = 0,0001 \cdot \Delta T \cdot n_1 = 0,0001 \cdot 1,8 \cdot 1430 = 0,26 \text{ кВт.}$$

Коефіцієнт режиму роботи клинопасової передачі [12] відповідно до наведених таблиць дорівнює $C_p = 0,73$.

З врахуванням цього допустима потужність на один робочий пас клинопасової передачі дорівнює:

$$[N] = (N_0 \cdot C_\alpha \cdot C_1 + \Delta N) \cdot C_p = (6,5 \cdot 1 \cdot 0,975 + 0,26) \cdot 0,73 = 4,82 \text{ кВт.}$$

Знайдемо розрахункову кількість пасів, що зможуть забезпечити повну роботоздатність передачі за залежністю:

$$Z = \frac{N}{[N]} = \frac{4,0}{4,82} = 0,83.$$

Проведені розрахунки підтверджують, що клинопасова передача буде добре працювати із одним пасом, отже приймаємо $Z = 1$.

2.4. Висновки по розділу

Таким чином, в ході виконання даного розділу проведено опис роботи зерноочисної машини А1-БЛС-100 та всього сімейства машин А1-БЛС і подібних зерноочисних агрегатів типу А1-БИС. Проаналізовано переваги і недоліки роботи даних ЗОМ, відмічено проблемні ланки технологічного процесу та окреслені напрямки усунення визначених недоліків. Значна увага сконцентована на роботу повітряної системи та узгодження продуктивностей повітряних та решітних машин зерноочисного агрегату.

В ході проведення інженерних розрахунків розраховані параметри і режими роботи повітряної та решітної частин машини, обґрунтовані умови подачі матеріалу на очищення. Проведені розрахунки доводять, що є можливість встановити на ЗОМ А1-БЛС-100 відцентровий вентилятор, який дозволить забезпечити роботоздатність і мобільність агрегату без прив'язки машини до централізованої пневмосистеми.

					КПСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

3. НАУКОВА ЧАСТИНА

3.1. Характеристика наукових досліджень

Очищення зерна після його збирання комбайном є важливим кінцевим етапом технології вирощування сільськогосподарських культур, що має видалити із зібраного збіжжя домішки різноманітного походження та створити сприятливі умови для подальшого зберігання і переробки зерна та насіння сільськогосподарських культур. Як зазначалося вище, для проведення операцій виділення домішок та насіння інших культур мають використовуватися зерноочисні машини загального призначення, причому вони можуть мати різну конструкцію та можуть розділяти компоненти зерноsumішей за різними властивостями. Варто зазначити, що для попереднього та первинного очищення найбільш доцільно використовувати ЗОМ повітряно-решітного типу, які незважаючи на свою популярність, характеризуються відомими для більшості із таких агрегатів недоліками. Серед таких недоліків можна відмітити значну різницю в навантаженнях та неузгодженість в продуктивностях повітряних та решітних систем. Відомо, що для інтенсифікації роботи решітних станів проведено достатньо як теоретичних так і експериментальних досліджень [13...15], які в своїй сукупності дозволили отримати раціональну конструкцію, робочі режими та технологічні параметри решітних станів.

Вдосконаленню повітряних систем та ПСК ЗОМ теж присвячено велику кількість робіт [16...18], але при цьому, теоретичні дослідження не повністю дозволяють отримати адекватну математичну модель повітряного розділення компонентів суміші, так як не враховується перерозподіл та структура повітряного потоку, співудари зерна та домішок між собою, ряд інших конструктивних та технологічних особливостей роботи пневмосистеми, що суттєво впливають на якісні та енергетичні показники очищення. Тому для встановлення раціональних параметрів і режимів роботи повітряних систем

					КПСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗОМ та проведення вдосконалення конструкції існуючих ПСК серійних агрегатів потрібно проводити експериментальні дослідження.

Виходячи із інформації, що наведена в інженерній частині та вищенаведеного можна сформулювати мету, предмет та об'єкт досліджень.

Метою досліджень є інтенсифікація роботи повітряної системи зерноочисної машини загального призначення з обґрунтуванням конструктивних параметрів та технологічних режимів агрегату.

Об'єкт дослідження: технологічний процес розділення зернових сумішей в повітряній системі ЗОМ загального призначення повітряно-решітного типу.

Предметом дослідження є експериментальні закономірності, що визначають конструктивні і технологічні параметри та режими роботи повітряної системи ЗОМ загального призначення повітряно-решітного типу.

Керуючись попередніми пошуковими дослідженнями, протоколами випробувань пневмосистем ЗОМ та проведеними раніше дослідженнями можна сформулювати задачі досліджень, що будуть вирішуватися нижче. Задачі досліджень полягають у наступному:

- провести огляд і аналіз серійних конструкцій пневмосистем зерноочисних машин загального призначення із оцінкою та акцентуванням уваги на перевагах і недоліках;
- пошук напрямків та принципів вдосконалення повітряного очищення зернових сумішей в пневмосистемах ЗОМ;
- обґрунтувати окремі конструктивні параметри і режими роботи модернізованої пневмосистеми ЗОМ А1-БЛС-100;
- на основі проведених експериментальних досліджень встановити раціональні параметри подачі матеріалу на очистку, частоти обертання вентилятора, глибини ПСК та конструкції живильного лотка на якісні показники очищення зерна.

					КПСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2. Огляд та аналіз повітряних систем зерноочисних машин загального призначення

Пневмосистеми в ЗОМ загального призначення є важливою частиною повітряно-решітних та повітряних зерноочисних машин, що використовуючи повітряний потік забезпечують виділення легких домішок та легшого насіння і зерна інших культур від основного збіжжя. Дослідники відмічають ряд переваг та недоліків пневмосистем зерноочисних машин загального призначення.

До переваг пневмосистем ЗОМ відносять:

- висока ефективність повітряного очищення, оскільки повітрям забезпечується ефективне виділення аеродинамічно легких частин із загальних компонентів зернової суміші;
- універсальність повітряних систем, так як пневмосистеми ЗОМ відносно легко та швидко переналаштовуються на очищення різних типів та видів зерна і домішок, при цьому витрати тиску та швидкість повітряного потоку можна регулювати різними методами в широких діапазонах залежно від характеристики зернового матеріалу;
- невибагливість до проведення обслуговування, що пов'язане із особливостями пневмосистем ЗОМ, які мають малу кількість рухомих частин і елементів, що загалом потребує мінімального обслуговування і зменшує експлуатаційні витрати та час простою ЗОМ;
- забезпечують покращення якості зібраного зерна, оскільки під час роботи повітряного потоку відбувається не лише виділення легких домішок, полови, пилу та ін., а й відбувається часткове зниження вологості збіжжя та створюються сприятливі умови для подальшого зберігання зерна з підвищенням його класності.

До недоліків роботи пневмосистем ЗОМ загального призначення відносять:

					КПСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- обмежена ефективність роботи за необхідності виділення важких домішок, а тому важкі домішки потребують інших принципів виділення, наприклад на решітних станах;
- високі енерговитрати, адже на створення повітряного потоку заданої швидкості і рівномірності потрібно затратити значну кількість енергії;
- значне запилення робочої зони та високий рівень шуму і вібрацій, адже для створення повітряного потоку використовуються швидкохідні вентилятори, а пил і інші забруднення, що виділяються із зерна повітряним потоком можуть при відсутності або недостатній ефективності роботи пилоосадових пристроїв потрапляти в робочу зону ЗОМ.

Незважаючи на наведені вище факти, повітряні системи ЗОМ широко використовуються в машинах загального призначення, хоч і потребують подальших досліджень і вдосконалень та загальної інтенсифікації роботи повітряного очищення зерна. З цією метою, проведемо огляд найбільш характерних і поширених пневмосистем ЗОМ, проаналізуємо ефективність їх роботи та виявлені недоліки.

У вітчизняних фермерських господарствах найчастіше для попереднього очищення зерна використовуються ЗОМ загального призначення, такі як ОВС-25, ЗД 10.000, ЗМП-50, МПО-50, СПО-50, МПО-100 та ін.; для первинного очищення використовують агрегат МПО-50-1, СПО-50-1, ЗАВ-10.30.000, ЗВС-20А та ін. Для вторинного очищення використовують менш продуктивні і складні агрегати, наприклад СВУ-5А, СМ-4, МВО-20 тощо. Більшість перелічених ЗОМ характеризуються тим, що вони є агрегати, які очищають зібране збіжжя за традиційною технологічною схемою, у якій відбувається поєднання плоских коливальних решіт та пневмосепаруючих каналів. Досить широкого використання набули і пневмосепаратори, такі як А1-БДЗ, СП-5, ПС-2, САД та ін, оскільки сучасні комбайни відносно непогано очищають зібране збіжжя від важких домішок, а для доведення зерна до

					КПСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

необхідних кондицій для зберігання достатньо виділити лише аеродинамічно легкі домішки, які зазвичай ще й більш вологі ніж основне зерно.

Однією із найбільш поширених машин для попереднього очищення зерна залишається ЗОМ ОВС-25. Повітряна система цієї ЗОМ (рис. 13), за своєю будовою і принципом роботи є подібною до пневмосистем машин ЗМП-50, SM-120 «Camas» (Швеція), Hance 36, Hance 100 (США), K-527A10 «Petkus» (Німеччина) та ін.

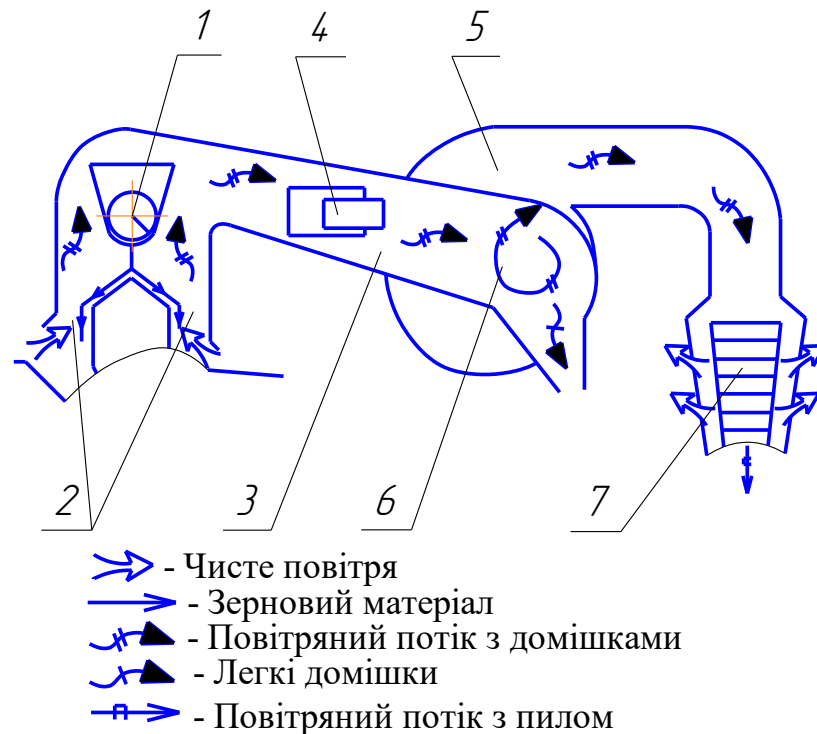


Рис. 13. Принципова схема повітряної системи ЗОМ ОВС-25:

1 – завантажувач; 2 – пара ПСК; 3 – повітропровід; 4 – заслінка регулювальна; 5 – вентилятор; 6 – осадковий пристрій; 7 – пилоосадковий пристрій

Серед переваг повітряної системи машини ОВС-25 відмічається наявність двох ПСК, які дозволяють підвищити загальну продуктивність повітряного очищення та обробляти матеріал паралельно із решітними станами.

З іншої сторони, наявність двох ПСК, забезпечує суттєве ускладнення регулювань пневмосистеми, так як зміна аеродинамічного опору в одному із каналів забезпечує різке зростання робочої швидкості повітряного потоку в

іншому, що відразу впливає на якість очищення і стабільність роботи пневмосистеми в цілому. Крім цього, така компоновка пневмосистеми є дуже чутливою до роботи із вологим матеріалом та із зерном, яке є дуже засміченим, адже збільшення вологості вихідної суміші та її засміченості різко знижує продуктивність роботи ПСК ще більше розбалансовуючи продуктивності повітряної та решітної частин машини.

Більш цікавою з точки зору продуктивності та якості є пневмосистема ЗОМ К-560 та К-523 фірми «Petkus» (Німеччина) (рис. 14).



Рис. 14. Схема повітряної системи ЗОМ К-560 «Petkus»:

1 – живильний механізм; 2 – ПСК; 3 – щитки-спрямовувачі повітря;
4 – приймачальник очищеного збіжжя; 5 – лоток пошкодженого зерна;
6 – лоток фуражного зерна; 7 – джерело повітряного потоку; 8 – лоток легких домішок

Наведена повітряна система ЗОМ (рис. 14) має ряд переваг, а саме – забезпечується інтенсифікація введення зернового матеріалу в зону очищення повітряним потоком; нижня частина каналу виконана таким чином, що відбувається дворазове продування збіжжя повітряним потоком, тим самим поліпшується якість розділення компонентів; застосовується замкнена схема циркуляції повітряного потоку, що знижує енерговитрати на створення

повітряного потоку та знижує запилення робочої зони. Поряд з цим варто відмітити і недоліки, серед яких – ускладнене переналогодження агрегату при переході на роботу із іншими культурами, відносно висока метало та енергоємність повітряної системи при досить низьких якісних показниках роботи, так як здебільшого у таких системах повнота розділення не перевищує 50%.

У машинах МПО-50 (СПО-50) (рис. 15) теж використовується замкнена схема циркуляції повітряного потоку.

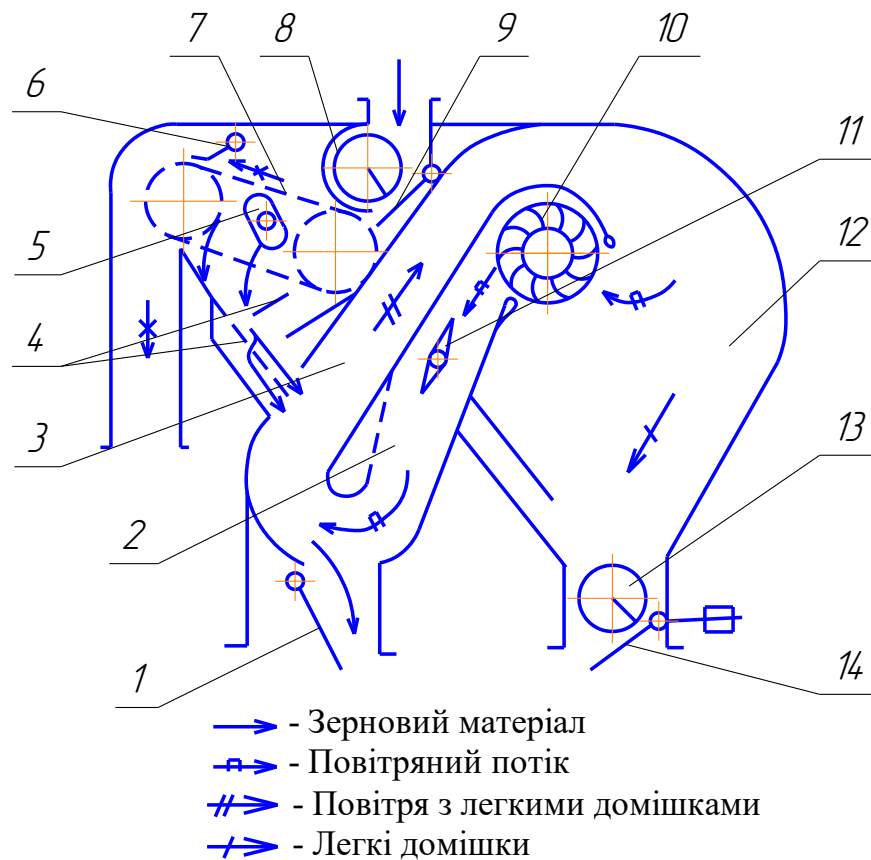


Рис. 15. Функціональна схема зерноочисної машини МПО-50:

1 – пружинний клапан очищеного зерна; 2 – нагнітальний повітряний канал; 3 – ПСК; 4 – живильні скатні поверхні; 5 – струшувач; 6 – соломоприжим; 7 – транспортер сітчастий; 8 – завантажувальний шнек; 9 – клапан подачі матеріалу; 10 – вентилятор; 11 – заслінка; 12 – осадова камера; 13 – шнек легких домішок; 14 – пружинний клапан легких домішок

До переваг зерноочисної машини МПО-50 (рис. 15) та подібних за принципом дії агрегатів відноситься те, що із зернового матеріалу, що потрапляє на обробку повітряним потоком, перед його введенням в активну

зону очищення відбувається виділення крупних домішок. Крім цього, зерно на очищення подається по скатним дошкам на двох різних рівнях, що дозволяє розвантажити зону введення матеріалу і тим самим зменшити перерозподіл поля швидкостей повітряного потоку. До того ж конструктивна схема роботи замкненої пневмосистеми забезпечує дворазове продування зернового матеріалу потоком повітря і тим самим забезпечується підвищення ефекту очищення. Головним недоліком таких пневмосистем є завищені енерговитрати та відносно низькі показники якості очищення.

Ще однією досить цікавою за конструкцією є повітряна система ЗОМ АКН-200 «Harple» (Німеччина) (рис. 16). У такій системі застосовується фракційна схема організації повітряного очищення зернових сумішей. Основною перевагою такої пневмосистеми є використання направляючих лопаток, які створюють додаткове розрихлення зернового матеріалу під час його очищення повітряним потоком. Недоліком же такого типу пневмосистем крім високої енерго- та металоємності є висока ймовірність забивання активуючих лопаток в ПСК крупними, наприклад соломистими домішками. Саме наведені недоліки і обмежують використання таких пневмосистем ЗОМ.

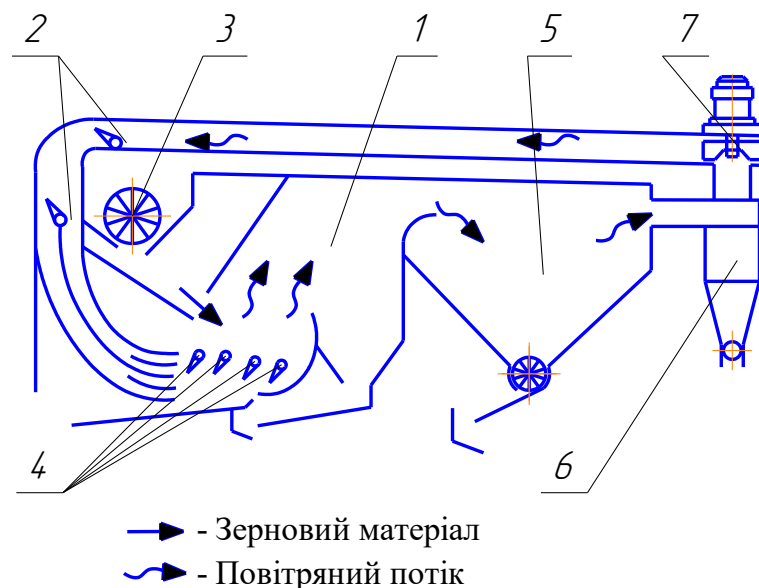


Рис. 16. Функціональна схема пневмосистеми ЗОМ АКН-200 «Harple»:

1 – ПСК; 2 – заслінки дросельні; 3 – живильник активний; 4 – лопатки пневмокамери; 5 – осадочний пристрій; 7 – циклон; 9 – вентилятор

Цілком очевидно, що найпоширенішою стала схема повітряного очищення ЗОМ загального призначення у яких очищення повітряним потоком відбувається перед потрапляння зерна на очищення до решітної частини. Іноді зустрічаються і такі пневмосистеми ЗОМ, у яких очищення повітрям реалізується після решітного очищення. Такі схеми реалізуються в машинах малої продуктивності, таких як SAAT 6 фірми «Haid» (Австрія) або ж в зерноочисних агрегатах попереднього очищення зі встановленими решетами, що мають крупні отвори, зокрема це характерно для зерноочисних машин виробника «Karter» (США). Досить перспективною схемою є схема із кількарізним продуванням зернового матеріалу повітряним потоком. Незважаючи на схему і порядок очищення зернового матеріалу повітрям, вирішальну роль на технологічний процес чинить поряд із параметрами пневмосистеми і характеристиками потоку повітря умови введення матеріалу на очищення. Для обґрунтування і дослідження умов введення матеріалу і вивчення впливу цих умов на якісні показники очищення повітряним потоком на рис. 17 наведено загальну класифікацію повітряних систем зерноочисних машин.



Рис. 17. Загальна класифікація пневмосистем зерноочисних машин

Поряд із параметрами і режимами роботи пневмосистеми ЗОМ на якість очищення зернових сумішей впливає засміченість зерна домішками та умови введення матеріалу на очищення. Так, при збільшенні засміченості вихідної суміші, ефективність очищення різко знижується, що пов'язано із необхідністю повітряному потоку виділити і транспортувати більше легких домішок, а часу на виділення домішок має затратитися більше.

Умови введення матеріалу в зону очищення мають прямий зв'язок із питомим зерновим навантаженням, адже саме цей параметр задає загальну продуктивність ЗОМ і є вирішальним чинником при збільшенні якого ефективність роботи пневмосистем суттєво знижується. Загалом умови та способи введення зерна в зону очищення впливають і на швидкість повітряного потоку в робочій зоні пневмосистеми та забезпечують перерозподіл швидкостей потоку повітря по робочому перерізу пневмоканалу.

Отже, одним із впливових факторів на якість очищення зерноsumішей повітрям є рівномірність подачі зерна на очищення. При високій нерівномірності подачі має місце суттєвий перерозподіл швидкісного поля повітряного потоку. Результати проведених раніше досліджень [7...9] підтверджують, що рівномірність розподілу зернового матеріалу зростає із збільшенням швидкості потоку повітря і знижується із підвищенням продуктивності роботи ПСК або фактично зернового навантаження.

В сучасних пневмосистемах ЗОМ матеріал на очищення вводиться за рахунок роботи активних пристроїв чи пасивно (рис. 18). Сьогодні хоч і проведена велика кількість досліджень і вдосконалень [8], що присвячені умовам введення зерна на очищення в пневмоканали, чітких рекомендацій відносно умов введення, швидкісних характеристик, конструкцій живильних пристроїв не існує. Тому питання вивчення конструкції та розробки загальних рекомендації щодо введення матеріалу в зону очищення повітряним потоком ЗОМ загального призначення повітряно-решітного типу, наприклад машини А1-БЛС-100 є актуальною задачею.

					КПСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

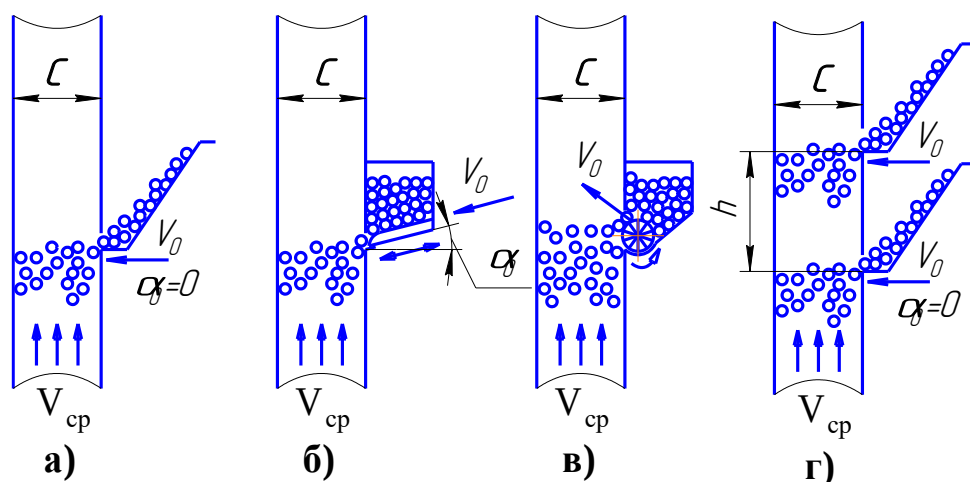


Рис. 18. Способи введення зерна в пневмосепаруючий канал ЗОМ:

а – самоплином по похилій площині; б – по похилій вібруючій поверхні (вібролотком); в – активними живильними вальцями; г – кількома потоками по різних рівнях

3.3. Порядок проведення та результати експериментальних досліджень

Для проведення експериментів використовували серійну зерноочисну машину А1-БЛС-100, на якій, змінюючи певні параметри пневмосистеми, проводили дослідження на току базового господарства із оцінкою якісних показників роботи повітряної системи ЗОМ. Під час проведення експериментальних досліджень вивчали вплив подачі зернового матеріалу на очищення $x_1(Q)$, кг/с; швидкості повітряного потоку в ПСК $x_2(V_n)$, м/с; частоти коливання живильного вібролотка $x_3(n_n)$, кол/хв та довжини прямолінійної розгінної ділянки вібролотка $x_4(L)$, мм.

У конструкцію серійної ЗОМ А1-БЛС-100 були внесені зміни, які дозволяли швидко змінювати наведені вище параметри агрегату. Досліди проводили із трикратною повторюваністю керуючись принципами планування багатофакторного експерименту за стандартною методикою [15]. Оцінювали загальну похибку між результатами експериментів, а для підвищення точності досліджень результати оцінювали після очищення не менше 5 тон зернового матеріалу. Подачу зернового матеріалу на очищення регулювали загальною продуктивністю машини, швидкість повітряного

потоків змінювали частотою обертання розробленого в інженерній частині вентилятора, частоту коливання живильного вібротка регулювали кінематичними параметрами роботи вібратора а довжину його прямолінійної розгінної ділянки змінювали шляхом встановлення іншого лотка із заданими геометричними параметрами.

Рівні факторів експериментальних досліджень та їх значення зведені в таблицю 3.

Таблиця 3

Умови проведення експериментальних досліджень оцінки якості роботи пневмосистеми ЗОМ А1-БЛС-100

№	Найменування фактора	Позначення	Рівні варіювання			Інтервал варіювання
			Нижній (-)	Нуловий (0)	Верхній (+)	
1	Подача зернового матеріалу на очищення Q , кг/с	x_1	1,5	2,25	3	0,75
2	Швидкість повітряного потоку в ПСК V_n , м/с	x_2	7,0	8,5	10,0	1,5
3	Частота коливання живильного вібротка n_d , кол/хв	x_3	1000	1250	1500	250
4	Довжина прямолінійної розгінної ділянки вібротка L , мм	x_4	10	30	50	20

Загальну обробку проведених результатів експериментальних досліджень проводили в пакеті прикладних програм STATISTICA 12, результати проведеного моделювання і розрахунків представлено нижче.

Спочатку побудували матрицю експериментальних досліджень прийнявши за основу стандартну статистичну модель у вигляді $n = 2^4 = 16$. Для програмної реалізації послідовно виконали наступні дії: провели вибір необхідного типу моделі (стандартний план Бокса-Хантера) із обраною кількістю факторів; обрали 4/1/16 тип плану та ввели рівні варіювання

факторів (табл. 3). На екрані монітора зазначені операції (рис. 19) були відображені наступним чином:

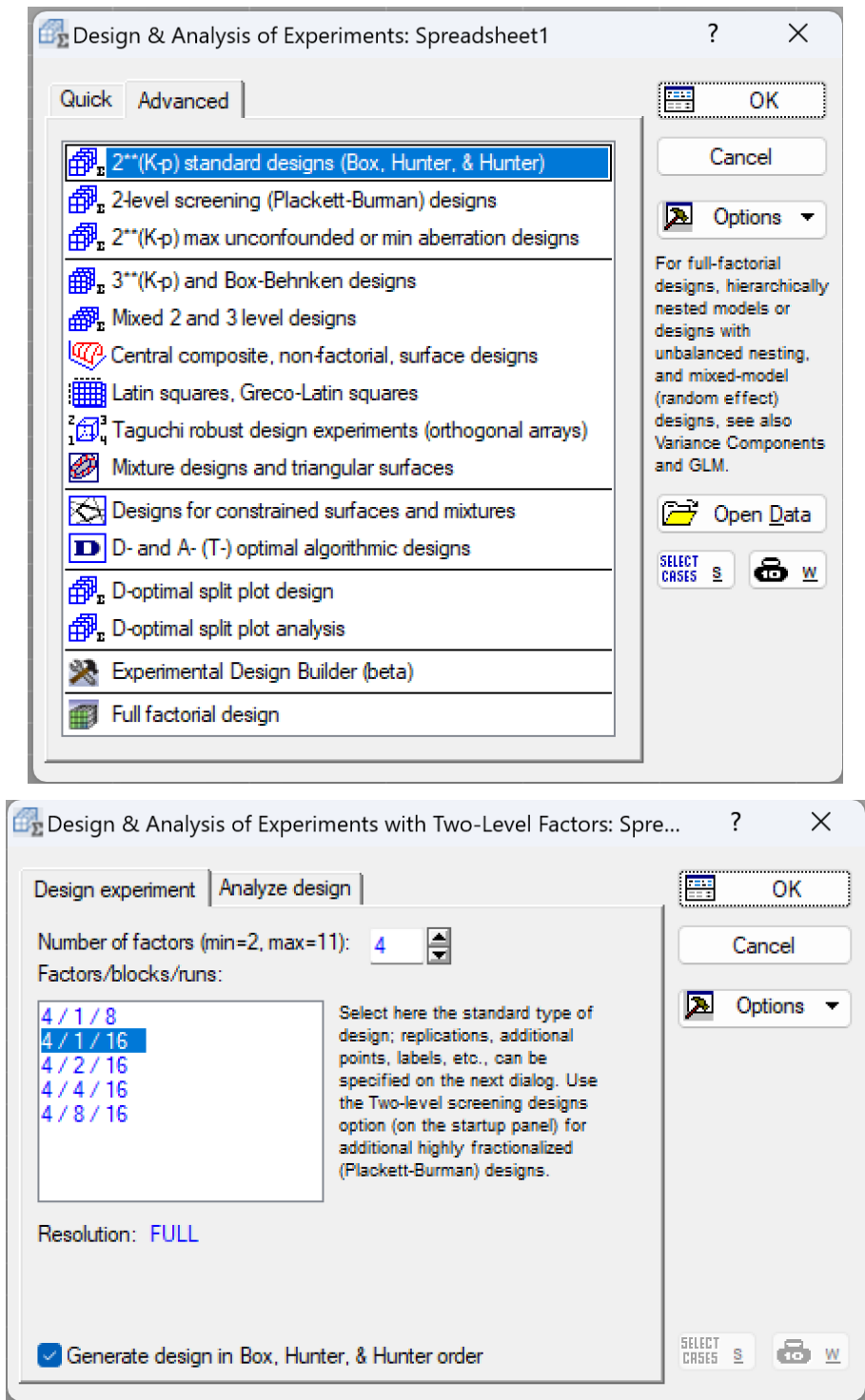


Рис. 19. Загальний вигляд вікна планування багатфакторного експерименту в пакеті прикладних програм STATISTICA 12

В результаті проведення планування експерименту отримаємо матрицю досліджень (рис. 20), яка відображає порядок проведення дослідів і

рівні варіювання факторів при кожному із них. Для подальшої обробки даних потрібно до таблиці додати п'яту колонку, в яку внести середнє значення трьох повторностей дослідів ефекту очистки зерна $Y(\varepsilon)$ (рис. 20).

	1	2	3	4	5
	Q, кг/с	V _п , м/с	n _п , кол/хв	L, мм	Y(ε)
1	1,50	7,00	1000,00	10,00	66,5
2	3,00	7,00	1000,00	10,00	64,9
3	1,50	10,00	1000,00	10,00	68,4
4	3,00	10,00	1000,00	10,00	67,2
5	1,50	7,00	1500,00	10,00	70,8
6	3,00	7,00	1500,00	10,00	70,2
7	1,50	10,00	1500,00	10,00	74,1
8	3,00	10,00	1500,00	10,00	74
9	1,50	7,00	1000,00	50,00	78,4
10	3,00	7,00	1000,00	50,00	77,5
11	1,50	10,00	1000,00	50,00	80,1
12	3,00	10,00	1000,00	50,00	78,5
13	1,50	7,00	1500,00	50,00	88,4
14	3,00	7,00	1500,00	50,00	85
15	1,50	10,00	1500,00	50,00	92,1
16	3,00	10,00	1500,00	50,00	91

Рис. 20. Таблиця планування багатофакторного експерименту $n = 2^4 = 16$ по визначенню впливу факторів на ефект очистки зерна $Y(\varepsilon)$

Система STATISTICA 12 на основі наведеної матриці експерименту (рис. 20) дозволяє отримати таблицю, яка відображає основні показники статистичної математичної моделі (рис. 21).

Effect Estimates; Var.:Y(ε); R-sqr=.99719; Adj.:.99157 (Spreadsheet4-1) 2**(4-0) design; MS Residual=.651625 DV: Y(ε)										
Factor	Effect	Std.Err.	t(5)	p	-95,% Cnf.Limt	+95,% Cnf.Limt	Coeff.	Std.Err. Coeff.	-95,% Cnf.Limt	+95,% Cnf.Limt
Mean/Interc.	76,69375	0,201808	380,0328	0,000000	76,17499	77,21251	76,69375	0,201808	76,17499	77,21251
(1)Q, кг/с	-1,31250	0,403616	-3,2518	0,022649	-2,35003	-0,27497	-0,65625	0,201808	-1,17501	-0,13749
(2)V _п , м/с	2,96250	0,403616	7,3399	0,000736	1,92497	4,00003	1,48125	0,201808	0,96249	2,00001
(3)n _п , кол/хв	8,01250	0,403616	19,8518	0,000006	6,97497	9,05003	4,00625	0,201808	3,48749	4,52501
(4)L, мм	14,36250	0,403616	35,5845	0,000000	13,32497	15,40003	7,18125	0,201808	6,66249	7,70001
1 by 2	0,31250	0,403616	0,7742	0,473784	-0,72503	1,35003	0,15625	0,201808	-0,36251	0,67501
1 by 3	0,01250	0,403616	0,0310	0,976492	-1,02503	1,05003	0,00625	0,201808	-0,51251	0,52501
1 by 4	-0,43750	0,403616	-1,0839	0,327866	-1,47503	0,60003	-0,21875	0,201808	-0,73751	0,30001
2 by 3	1,23750	0,403616	3,0660	0,027910	0,19997	2,27503	0,61875	0,201808	0,09999	1,13751
2 by 4	0,13750	0,403616	0,3407	0,747199	-0,90003	1,17503	0,06875	0,201808	-0,45001	0,58751
3 by 4	2,48750	0,403616	6,1630	0,001637	1,44997	3,52503	1,24375	0,201808	0,72499	1,76251

Рис. 21. Табличний результат багатофакторного експерименту дослідження ефективності роботи повітряної системи ЗОМ

Керуючись наведеними результатами (рис. 21) можна отримати статистичну математичну модель впливу факторів на критерій оптимізації у традиційному вигляді:

$$Y(\varepsilon) = 76,694 - 0,656x_1 + 1,481x_2 + 4,006x_3 + 7,181x_4 + \\ + 0,156x_1x_2 + 0,006x_1x_3 - 0,219x_1x_4 + 0,619x_2x_3 + 0,069x_2x_4 + 1,202x_3x_4.$$

Отримана статистична математична модель програмою STATISTICA 12 перевірена відтворюваність і адекватність, а коефіцієнти рівняння регресії і на їх значимість. Наведемо і графічні результати проведених експериментальних досліджень у вигляді профілів бажаності (рис. 22), Парето-карти (рис. 23) та поверхонь відгуку і ліній рівного виходу (рис. 24). Ці графічні результати відображають вплив кожного із обраних факторів на ефект очистки та дозволяють спрогнозувати раціональні значення цих факторів, що дозволяють досягти максимальної ефективності роботи пневмосистеми ЗОМ А1-БЛС-100.

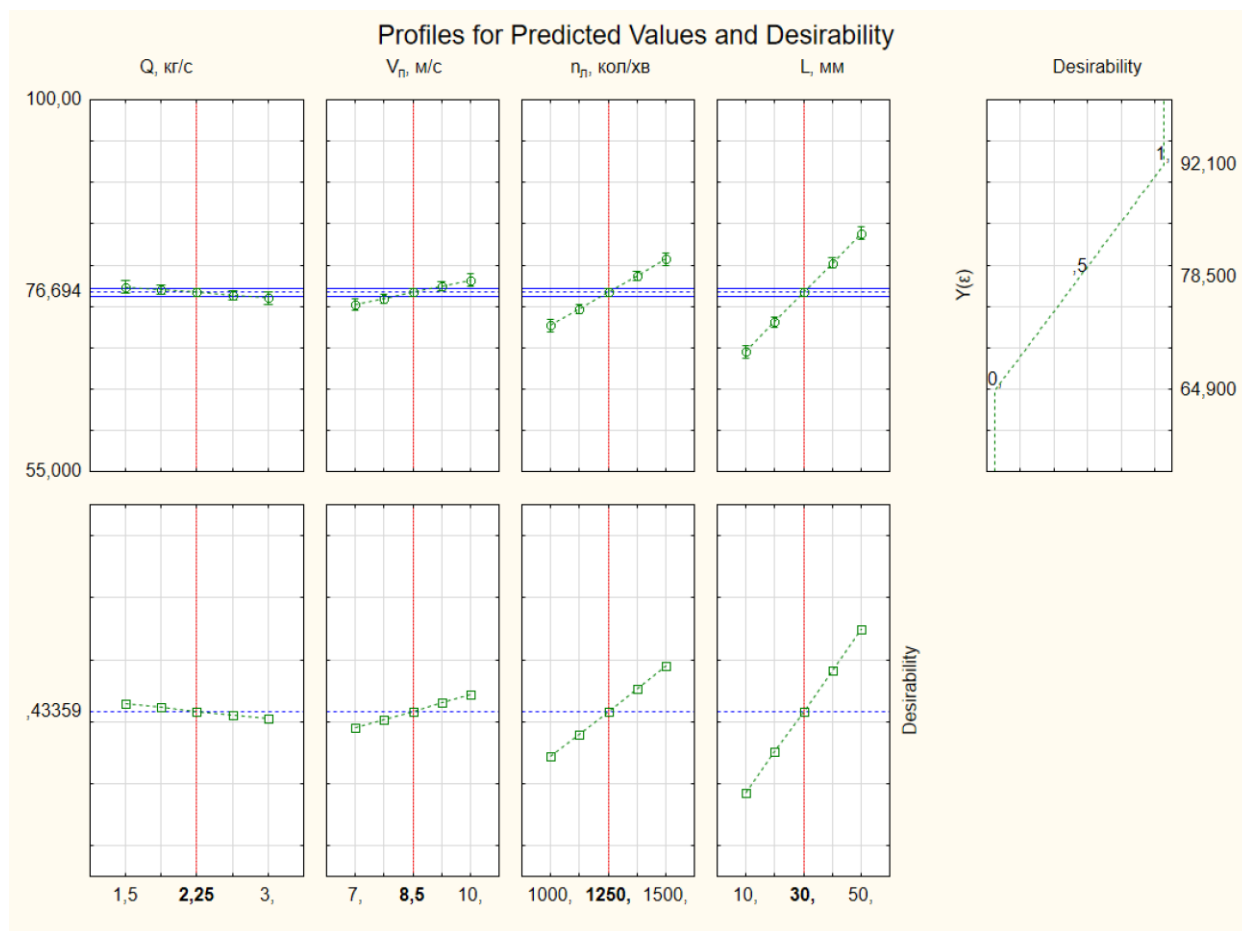


Рис. 22. Профілі бажаності факторів

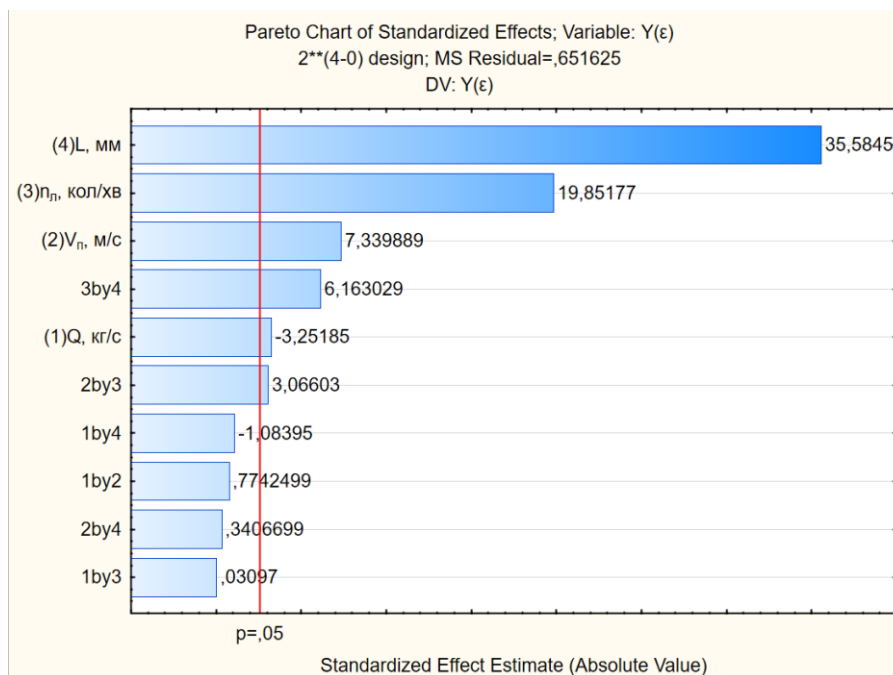


Рис. 23. Парето-карта впливу факторів рівняння регресії на критерій оптимізації

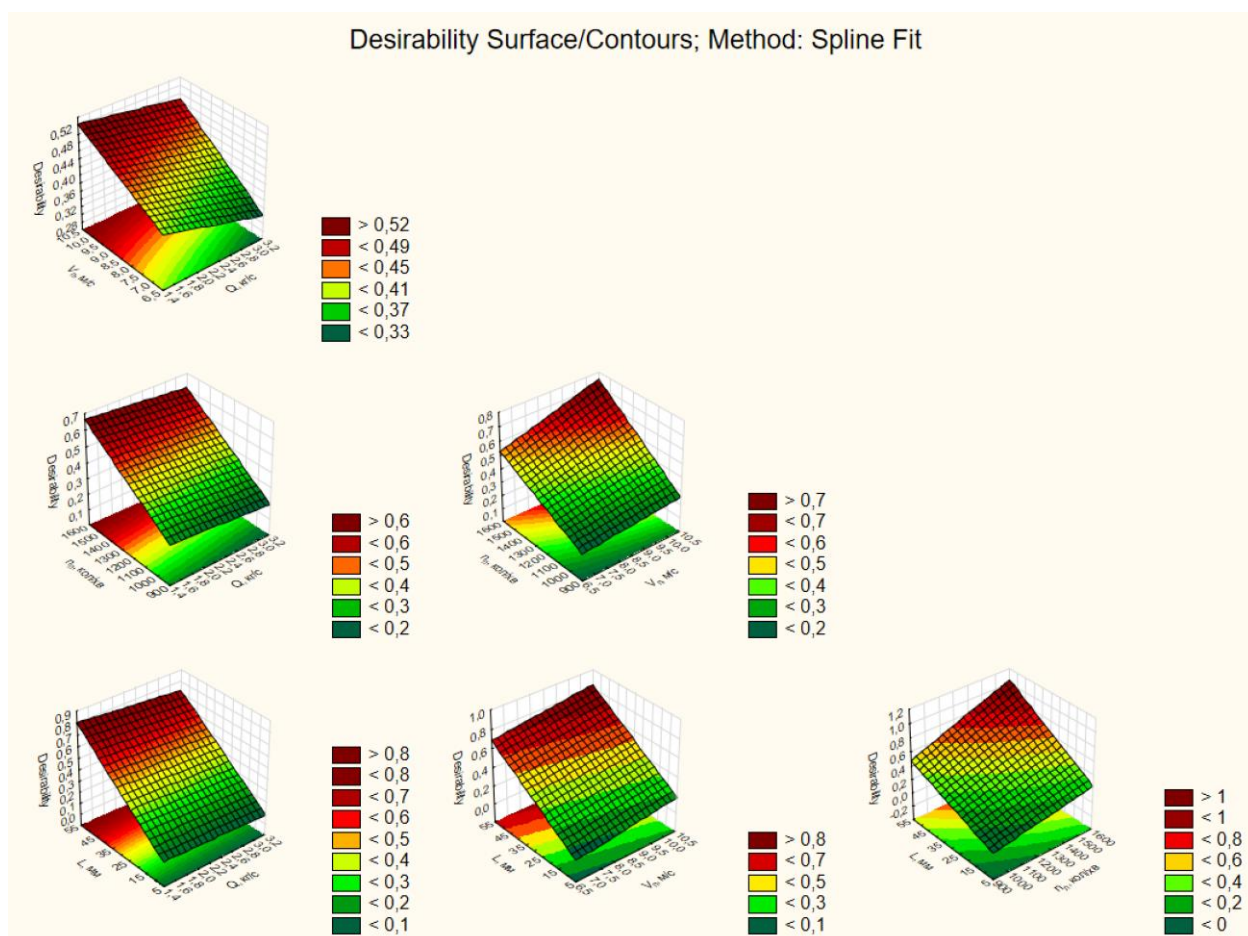


Рис. 24. Поверхні відгуку та лінії рівного виходу попарного впливу факторів на ефект очистки

Отримані результати математичного моделювання дозволяють відмітити, що у обраному діапазоні значень факторів найбільший вплив на ефект очистки мають довжина прямолінійної розгінної ділянки вібролотка $x_4(L)$, частота коливання живильного вібролотка $x_3(n_n)$, швидкість повітряного потоку в ПСК $x_2(V_n)$, попарний вплив факторів $x_3(n_n)$ на $x_4(L)$, подача зернового матеріалу на очищення $x_1(Q)$ та попарний вплив $x_2(V_n)$ на $x_3(n_n)$. Абсолютно підтверджується, що підвищення подачі зернового матеріалу $x_1(Q)$ призводить до погіршення ефекту очищення, але цей фактор є вирішальним для забезпечення продуктивності зерноочисного агрегату, а тому для забезпечення необхідної продуктивності раціональні значення становлять $Q = 2...2,25$ кг/с. Досить суперечливо впливає на загальну якість роботи повітряного очищення швидкість повітряного потоку $x_2(V_n)$. З однієї сторони підвищення швидкості повітряного потоку сприяє підвищенню ефективності виділення легких домішок, з іншої – це підвищення приводить до потрапляння повноцінного зерна у відходи (погіршення чіткості сепарації) та суттєвого зростання витрат енергії на створення повітряного потоку. Виходячи із наведеного обираючи робочу швидкість повітря в ПСК слід керуватися вихідною характеристикою зернового матеріалу в тому числі аеродинамічними характеристиками конкретного зерна, що очищується і домішок, ступенем засміченості, вологістю зерноsumіші тощо. Результати проведених експериментів доводять, що швидкості повітряного потоку $V_n = 8,5...9$ м/с достатньо для ефективної роботи пневмосистеми.

Частота коливання живильного вібролотка $x_3(n_n)$ та довжина прямолінійної розгінної ділянки вібролотка $x_4(L)$ є двома взаємопов'язаними факторами, що в своїй сукупності визначають умови введення матеріалу на очищення в активну зону ПСК. Результати проведених досліджень дозволяють встановити, що рекомендованими значеннями цих факторів є

					КПСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

$n_n = 1400 \dots 1500$ кол/хв а $L = 45 \dots 50$ мм. Отримана статистична математична модель та графічне відображення експериментальних досліджень дозволяють підтвердити, що при наведених діапазонах значень факторів ефект очищення зернових сумішей становить $Y(\varepsilon) = 78 \dots 85 \%$, що цілком задовольняє чинні агротехнічні вимоги до означених операцій.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

Під час роботи із зерноочисними агрегатами загального призначення, до яких і відноситься зерноочисна машина А1-БЛС-100 на обслуговуючий персонал можуть діяти шкідливі і небезпечні виробничі фактори, що за природою дії поділяються на фізичні, хімічні, біологічні тощо [21, 22]. Проаналізуємо фізичні фактори, як такі, що можуть нести високі ризики для життя і здоров'я працюючих із зерноочисним обладнанням. До найбільш вагомих фізичних факторів відносяться:

- рухомі блоки і елементи конструкції агрегатів і машин;
- динамічні елементи додаткового обладнання (механізми передач, муфти, елементи транспортерів та ін);
- зависока запиленість повітря у зоні роботи ЗОМ;
- можлива загазованість повітря в результаті повітрообміну пневмосистеми ЗОМ із оточенням робочої зони;
- підвищений чи понижений відносно нормативного температурний режим в зоні роботи зерноочисного обладнання;
- підвищена чи понижена вологість в районі роботи ЗОМ;
- надто високий рівень шуму в робочій зоні;
- вищі за нормативні показники рівень вібрації обладнання та елементів ЗОМ;
- зависокі швидкості руху повітря в робочій зоні та прискорений повітрообмін із навколишнім середовищем;

					КПСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

- надто висока напруга в електричних елементах конструкції ЗОМ, щитку керування та ін, що може призвести до ураження струмом працюючих чи людей, які знаходяться поруч із ЗОМ під час очищення зерна;
- відсутні чи неправильно виконане занулення чи заземлення зерноочисної машини або її окремих елементів;
- недостатнє чи відсутнє штучне або ж природнє освітлення робочих елементів, органів керування тощо;
- надто гострі чи недостатньо оброблені краї, наявність заусенців, підвищена шорсткість поверхонь ЗОМ, інструменту, додаткового обладнання, що може нести загрозу для обслуговуючого персоналу під час налаштування, обслуговування, пуску або ж зупинки ЗОМ.

Як свідчать існуючі статистичні дані при роботі зерноочисного обладнання, до якого і відноситься ЗОМ А1-БЛС-100, причинами нещасних випадків найбільш часто стають враження електрострумом, потрапляння пилу в очі та органи дихання і намотування частин тіла, одягу тощо на обертаючі елементи ЗОМ. Для усунення перелічених причин нещасних випадків при роботі із подібним обладнанням у господарствах слід реалізувати такі заходи:

- елементи конструкції ЗОМ та додаткового обладнання, яке використовується при очищенні зерноsumішей, що мають обертаючі частини, повинні бути надійно закриті кожухами чи захисними огороженнями. Якщо конструктивно не передбачено подібних елементів їх потрібно встановити самостійно;
- технічне обслуговування, налаштування, ремонт ЗОМ потрібно проводити тільки після повної зупинки та відімкнення агрегату від електромережі;
- обладнати та періодично контролювати заземлення чи занулення ЗОМ, під час регламентних робіт передбачити і проводити обслуговування електромережі зерноочисного обладнання;

					КПСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

- обслуговуючий персонал, що залучається до роботи із зерноочисним обладнанням, крім проведення навчання і інструктажу, забезпечити індивідуальними засобами захисту, такими як респіраторами, спецодягом, захисними окулярами та ін. Періодично здійснювати контроль справності (стану) та правильності використання засобів індивідуального захисту.

Так як роботи по очищенню зібраного врожаю на токах господарства відносяться до робіт із підвищеною небезпекою, то робоче місце оператора повинне бути обладнане спеціальними пристосуваннями для закріплення первинних засобів пожежогасіння. Існують нормативи, щоб доступ оператора ЗОМ до засобів пожежогасіння не перевищував 8 секунд, а у випадку виникнення пожежі, крім вільного доступу, зняття кожного із засобів пожежогасіння має відбуватися вручну без використання додаткового інструменту і обладнання. Варто періодично перевіряти стан і справність засобів пожежогасіння та оновлювати і обслуговувати їх за потреби. Якщо під час роботи ЗОМ є загроза виникнення пожежі чи спостерігається задимлення є обов'язковою повна зупинка агрегату, відімкнення машини від електромережі до вияснення причин задимленості. Відновлення роботи ЗОМ можливо лише після повного усунення причин задимленості та пересвідчення того, що загроза виникнення пожежі усунута, а повітря робочої зони більше не містить диму.

З метою захисту працюючих від пилу, що може супроводжувати процес очищення зернових сумішей роботу слід проводити на відкритих площадках. Якщо є потреба проводити очищення у приміщеннях потрібно вірно організувати систему вентиляції. У будь-якому випадку працюючи на зерноочисному обладнанні слід використовувати засоби індивідуального захисту, що дозволяють зменшити потрапляння пилу в організм працюючого, такі як респіратори.

					КПСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Для оцінки економічної ефективності розробок в кваліфікаційній роботі варто зазначити, що запропоновані вдосконалення дозволять не лише інтенсифікувати технологічний процес повітряно-решітного очищення зернових сумішей, а й зробить зерноочисний агрегат більш мобільним та не залежним від централізованої пневмосистеми. Це розширить сферу використання ЗОМ А1-БЛС-100 та спростить ряд налаштувань агрегату в тому числі і з питання регулювання швидкості потоку, виділення і зупинки пилу та легких частин, частково зменшить сумарні габарити агрегату та збільшить універсальність машини. Розрахунок економічної ефективності розробок проводили за стандартною методикою [19, 20] а вихідні дані до розрахунку зведені до таблиці 4.

Таблиця 4

Вихідні дані для оцінки економічної ефективності вдосконалення
зерноочисної машини А1-БЛС-100

Найменування показника	Одиниця вимірювання	Машина	
		А1-БЛС100 (базова)	А1-БЛС100 (модернізована)
1	2	3	4
Спосіб агрегування машини		Стационарна	
Загальна вага машини	кг	1670	1720 (включно з вентилятором)
Вага покупних виробів	кг	140	148
Оптова ціна ЗОМ	грн.	200000	
Собівартість машини	грн.	187200	
Вартість покупних виробів	грн.	75200	76800
Встановлена продуктивність ЗОМ	т/год	до 80	до 100
Сумарна потужність електродвигунів ЗОМ	кВт	2,2	1,95

Продовження таблиці 4

1	2	3	4
Коефіцієнт використання часу зміни			
- експлуатаційного		0,72	
- робочого		0,78	
Обслуговуючий персонал	осіб	1	1
Сумарне число оригінальних деталей, що розроблені в процесі вдосконалення	шт.		21
Середньогодинна заробітна плата			
- конструктора	грн.	25,80	25,80
- технолога		24,00	24,00
- оператора		20,50	20,50
Сумарна кількість найменувань деталей в ЗОМ, в тому числі:			
- стандартних	шт.	200	246
- оригінальних		94	102
		106	144
Кількість деталей в машині всього	шт.	545	578
Запланована річна програма випуску ЗОМ	шт.		50

Розрахунок проводили за стандартною методикою, а розрахований узагальнений показник техніко-економічного рівня вдосконаленої ЗОМ становив 1,38. Це доводить той факт, що внесені зміни в конструкцію підвищують конкурентоспроможність вдосконаленої зерноочисної машини та її загальний техніко-економічний рівень. Розрахований річний економічний ефект виробника вдосконаленої ЗОМ при випуску на рік 50 вдосконалених агрегатів становив 10845 грн на один агрегат. Річний же економічний ефект споживача вдосконаленої машини А1-БЛС-100 без врахування її універсальності і мобільності є на рівні 85482 грн. Проведена оцінка економічної ефективності розробок доводить доцільність внесених змін.

6. ВИСНОВОК

Таким чином, в ході виконання магістерської кваліфікаційної роботи проведено огляд існуючого технічного забезпечення післязбирального очищення зерна. Доведено, що на якість врожаю впливає своєчасність та ефективність проведення очисних операцій, причому саме якість зібраного та очищеного збіжжя впливає на кінцеву вартість готової продукції. Для означених зерноочисних операцій більшість господарств використовує зерноочисні машини загального призначення, причому останнім часом знаходять більш широкого практичного використання стаціонарні зерноочисні агрегати типу А1-БЛС-100.

Керуючись оглядом і аналізом існуючих конструктивних схем ЗОМ загального призначення та прототипу А1-БЛС окреслені характерні переваги та недоліки кожної із конструкцій. В роботі основну увагу сконцентровано на вдосконалення повітряної частини зерноочисної машини А1-БЛС-100.

При проведенні інженерних розрахунків отримані параметри та робочі режими пневмосистеми та решітного стану ЗОМ, обґрунтовані умови введення зернової суміші на очищення в активну зону ПСК. Проведені необхідні розрахунки, що дозволяють підтвердити можливість встановлення автономного вентилятора та підібрано його основні робочі параметри. Використання ЗОМ А1-БЛС-100 із автономним вентилятором дозволяє суттєво підвищити мобільність агрегату та розширити сферу використання цієї зерноочисної машини. Виконані всі необхідні розрахунки, які підтверджують працездатність вдосконаленої зерноочисної машини.

В науковій частині роботи використовуючи класичну методику планування багатфакторного експерименту проведені експериментальні дослідження по оцінці впливу подачі зернового матеріалу на очищення $x_1(Q)$, швидкості повітряного потоку в ПСК $x_2(V_n)$, частоти коливання живильного вібрототка $x_3(n_n)$ та довжини прямолінійної розгінної ділянки

					КПСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

вібралотка $x_4(L)$ на ефект очистки зерна $Y(\varepsilon)$. Встановлені раціональні параметри досліджуваних факторів, а саме: $Q = 2 \dots 2,25$ кг/с; $V_n = 8,5 \dots 9$ м/с; $n_n = 1400 \dots 1500$ кол/хв та $L = 45 \dots 50$ мм. Результатом реалізації експерименту стала статистична математична модель та графічне відображення результатів, які підтверджують, що при наведених вище значеннях факторів ефект очищення зернових сумішей досягається на рівні $Y(\varepsilon) = 78 \dots 85\%$.

Розроблені певні заходи з охорони праці, що дозволяють уникнути впливу шкідливих та небезпечних факторів при роботі із ЗОМ на організм працівників. Спрогнозований позитивний річний економічний ефект від впровадження розробки у виробництво підтверджує економічну доцільність практичного виготовлення та експлуатації удосконаленої конструкції зерноочисної машини А1-БЛС-100.

					КПСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Список використаної літератури

1. Методичні рекомендації до оформлення випускної кваліфікаційної роботи здобувачів другого (магістерського) освітнього рівня спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» / Васильковський О.М., Петренко Д.І., Васильковська К.В., Лещенко С.М., Мороз С.М. Кропивницький: ЦНТУ, 2020. – 38 с.
2. Сисолін П.В., Сало В.М., Кропівний В.М. Сільськогосподарські машини: Теоретичні основи, конструкція, проектування / Під ред. М.І. Черновола. – К.: Урожай, 2001. – 382 с.
3. Сільськогосподарські машини / В.Ю. Комаристов, М.М. Петренко, М.М. Косінов. – К.: Урожай, 1996. – 240 с.
4. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2005. – 464 с.
5. Войтюк Д.Г., Гаврилук Г.Р. Сільськогосподарські машини: Підручник. – К.: Каравела, 2004. – 552 с.
6. 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.
7. Проектування сільськогосподарських машин : навч. посіб. / [Бендера І. М. та ін.] ; за ред. І. М. Бендери, А. В. Рудя, Я. В. Козія. – Кам'янець-Подільський : ФОП Сисин О. В., 2011. – 640 с.
8. Система техніко-технологічного забезпечення виробництва продукції рослинництва / за ред. В. В. Адамчука, М. І. Грицишина. – Київ : Аграрна наука, 2012. – 416 с.
9. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: підручник / [Войтюк Д. Г. та ін.]; за ред. С. С. Яцуна. – [2-ге вид., перероб. і допов.]. – Суми: Сумський нац. аграр. ун-т, 2011. – 444 с.

					КПСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10. Бабенко Д.В. Механіка матеріалів і конструкцій: практикум: навчальний посібник / Д.В. Бабенко, О.А. Горбенко, Н.А. Доценко. – Миколаїв: МНАУ, 2017. – 384 с.
11. Іванчук А.В. Деталі машин: Навч. посібник [для студ. вищ. пед. навч. закл.] / А.В. Іванчук. – Вінниця: ТОВ фірма «Планер», 2010. – 336 с.
12. Рудь Ю.С. Основи конструювання машин: Підручник для студентів інженерно-технічних спеціальностей вищих навчальних закладів. 2-е вид., переробл. – Кривий Ріг: Видавець ФОП Чернявський Д.О., 2015. – 492 с.
13. Сисолін П.В. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування. Книга 3. Машини та обладнання для переробки зерна та насіння / Сисолін П.В., Петренко М.М., Свірень М.О. За ред. Черновола М.І. – К.: Фенікс, 2007. – 432 с.
14. Сучасні тенденції розвитку конструкцій сільськогосподарської техніки / за ред. В. І. Кравчука, М. І. Грицишина, С. М. Ковалю. – Київ: Аграрна наука, 2004. – 396 с.
15. Підручник дослідника. Навчальний посібник для студентів агротехнічних спеціальностей. / Васильковський О.М., Лещенко С.М., Васильковська К.В., Петренко Д.І. – Кіровоград, Х.: Мачулін, 2016. – 204 с.
16. Nesterenko A.V. Analytical assessment of the pneumatic separation quality in the process of grain multilayer feeding / Аналітична оцінка якості пневмосепарації при багаторівневому введенні / Nesterenko A.V., Leshchenko S.M., Vasylovskiy O.M., Petrenko D.I. // INMATEH – Agricultural Engineering. Sep-Dec. – Bucharest / Romania, 2017. – Vol. 53, No 3. – p. 65-70.
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.

					КПСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

18. Ільчук М.М., Зрібняк Л.Я., Мельник С.І. Організація і планування сільськогосподарського виробництва: Підручник – К.: Вища освіта, 2013. – 535 с.
19. Андрійчук В. Г. Економіка підприємств агропромислового комплексу: підручник / В. Г. Андрійчук. – К. : КНЕУ, 2013. – 779 с.
20. Шелюк Л.Ю. Організація і планування діяльності аграрних формувань: Підручник. – К.: Аграрна освіта, 2011. – 324 с.
21. Гандзюк М.П., Желібо Є.П., Халімовський М.О. Основи охорони праці: Підручник для студентів вищих навчальних закладів. За редакцією М.П. Гандзюка. – К.: Каравела, 2003.– 408 с.
22. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці. Підручник. – Львів: Афіша, 2002.– 320 с.

					КПСЗ 00.000 ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

Центральноукраїнський національний технічний університет

Презентація графічної частини магістерської
кваліфікаційної роботи на тему:

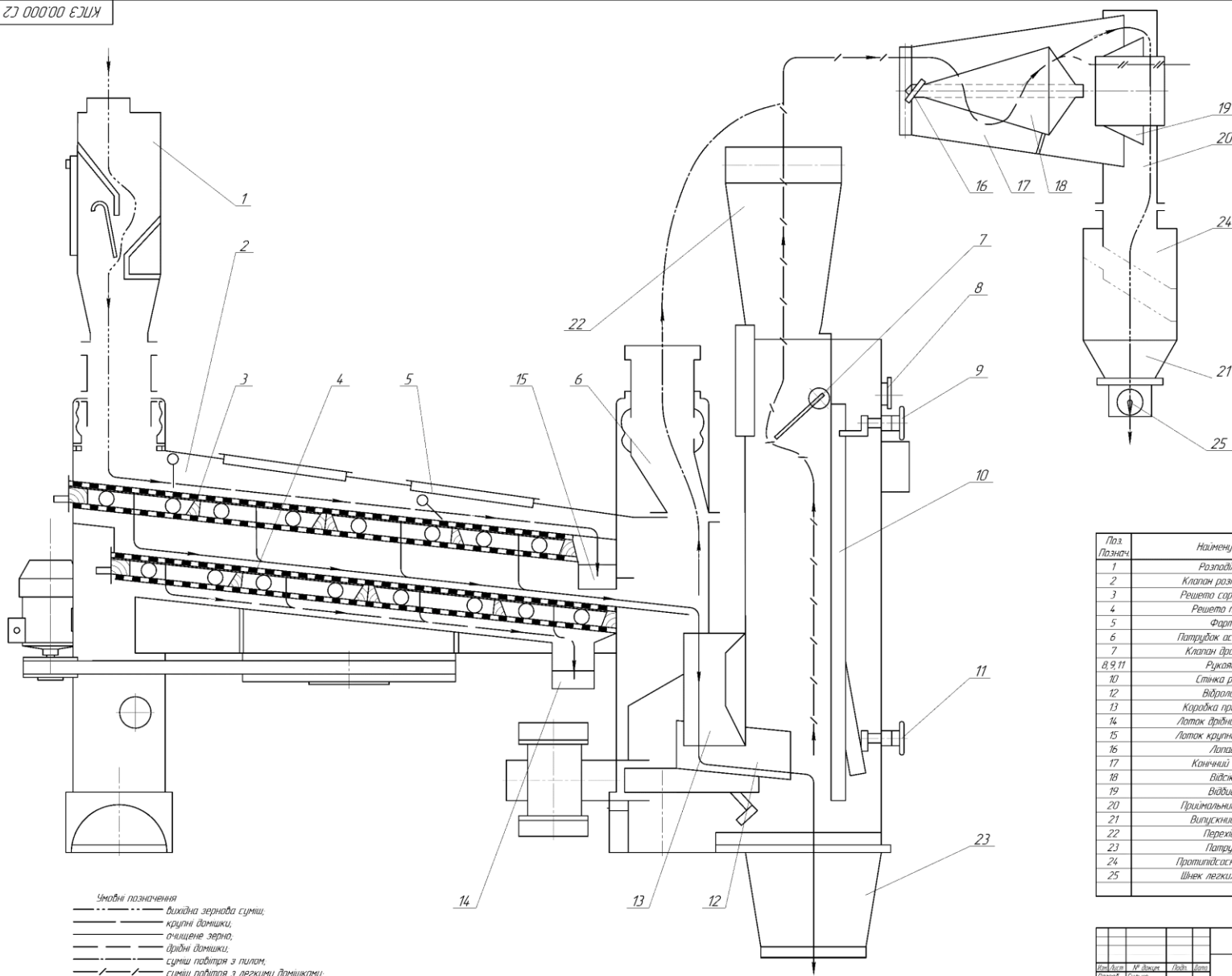
Обґрунтування конструкції повітряної системи зерноочисної машини загального призначення

Виконав: ст. гр. ГМ(СМ)-21М Гулько Леонід Ігорович

Керівник роботи: доц. Лещенко С.М.

Кропивницький, 2023 р.

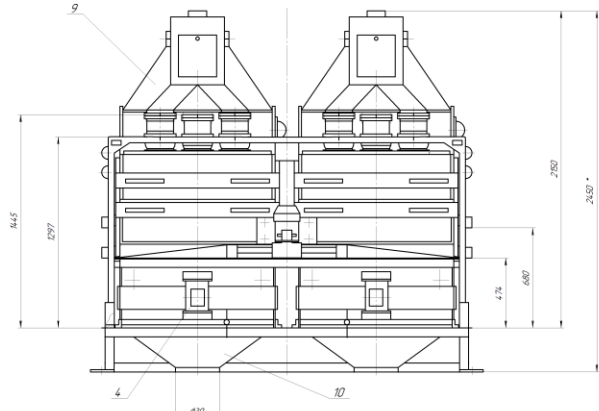
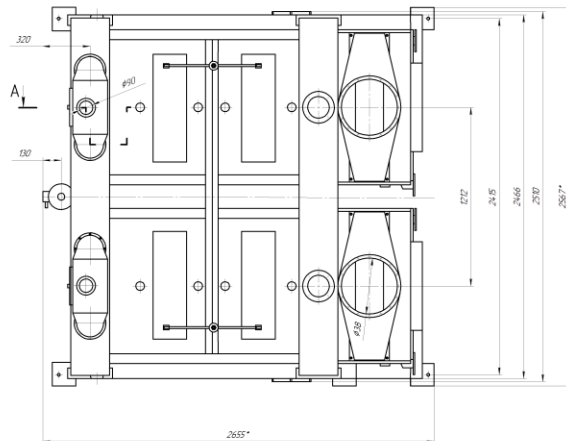
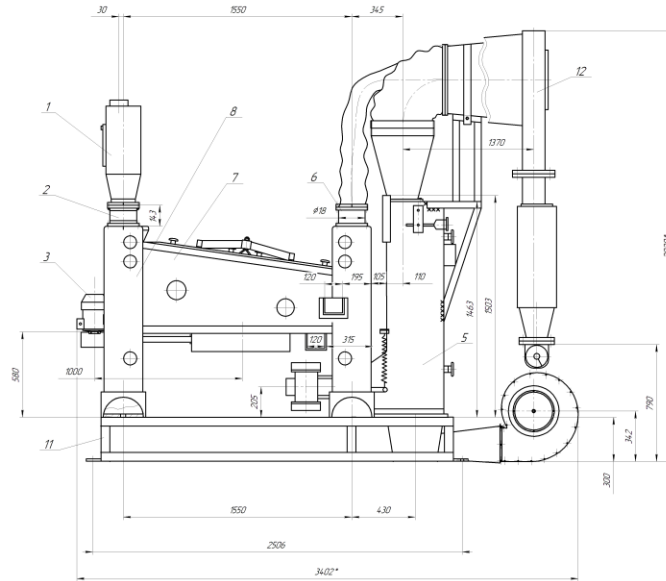
Технологічна схема зерноочисної машини



Лист Листоч	Наименования	Кл.	Примечка
1			
2	Розп'ялений		
3	Кілати розп'ялений		
4	Решето сортувальне		
5	Решето підсідне		
6	Фартук		
7	Патрубок аспіраційний		
8	Кілати дріб'яний		
9, 11	Рікозати		
10	Стінка рукава		
12	Відрапалок		
13	Коробка приємальна		
14	Латок дрібних дачинок		
15	Латок крупних дачинок		
16	Ластаст		
17	Кінцевий корпус		
18	Відскач		
19	Видобач		
20	Приймальник відскачів		
21	Випускний корпус		
22	Перехідник		
23	Патрубок		
24	Протилітословний кілати		
25	Шнек легких дачинок		

						КПС 00.000 С2				
						Технологичная схема зерноочисной машины		Лист	Масштаб	Масштаб
Имя файла	№ докум.	Листы		Всего						
Разработ.	Деталь	Листов						-	-	
Проект	Автомат				Лист			Листов		
Конструктор								ЦНТИ, г. ГИМС-2ФМ		
Исполнитель	Меню				-					
Дата	Листов				Копировать			Формат А1		

Складальне креслення зерноочисної машини А1-БЛС-100

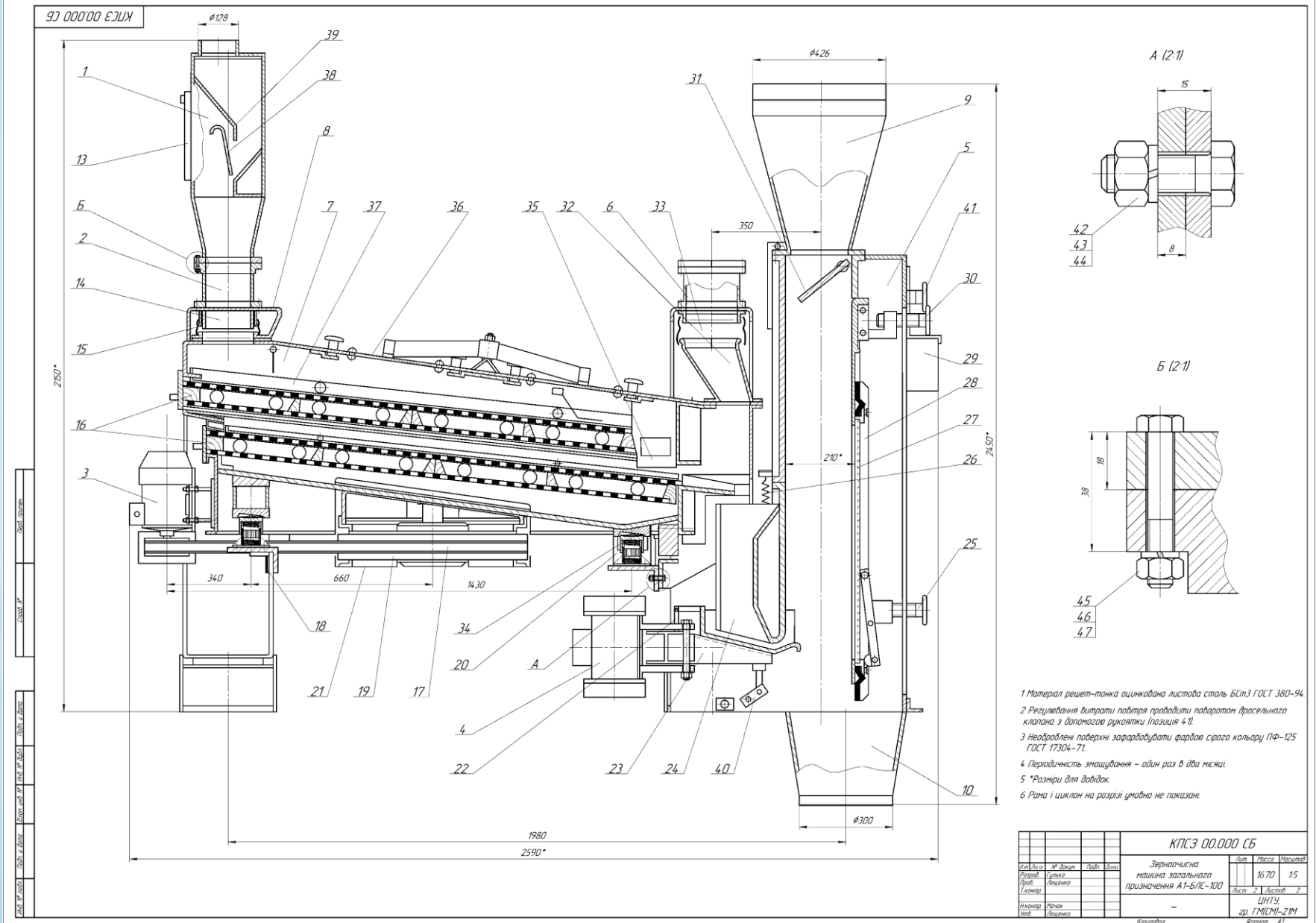


ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА	
Технічна продуктивність, т/год	100
Ефективність очищення від аеродинамічно легких та важких домішок, %	90
Частота коливань решітчастого стану с/х (коливань за хвилину)	6,0±0,33 (360±20)
Радіус коливань решітчастого стану, мм	11 ^{±2}
Витрати робіт на аспирацію і пневмосепарування, м³/год	8500
Встановлена номінальна потужність, кВт	1,9
Електроенергетичний прибуток кузову, кВт	0,36
Світлинність	0,04

- ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ**
1. Всі роботи по огляду, ремонту і очищенню електрообладнання повинні проводитись при повністю вимкненій напрузі.
 2. Силовий електричний кабель не повинен мати порушень ізоляції, місця підключення до відвідних кінців дротів і застосування повинні бути ретельно загерметизовані.
 3. При обслуговуванні сепаратора забороняється а) відкривати оглядові кришки на колибавочному решітчастому стані.
 4. При проведенні ремонтних робіт, зняття, очищення рухомих частин до їх подальшої з'єднання, б) вимкнути решітчасті рамки з колибавочного решітчастого стану.
 5. При проведенні ремонтних робіт, зняття, очищення рухомих частин до їх подальшої з'єднання, в) перевернути прагоди до сепаратора.
 6. Забороняється робота сепаратора зі знятими захисними огорожами привідних шківів і оглядовими кришками.
 7. Запуск сепаратора і подальший запуск повинен проводитись тільки після подної з'єднання решітчастого стану машини.
 8. Концентрація пилу в робочій зоні кожного працюючого сепаратора не повинна перевищувати 4мг/м³, згідно ГОСТ 12.1.005-76.
 9. Циклон на висхідній струміні і збукс утиліти не показаний.

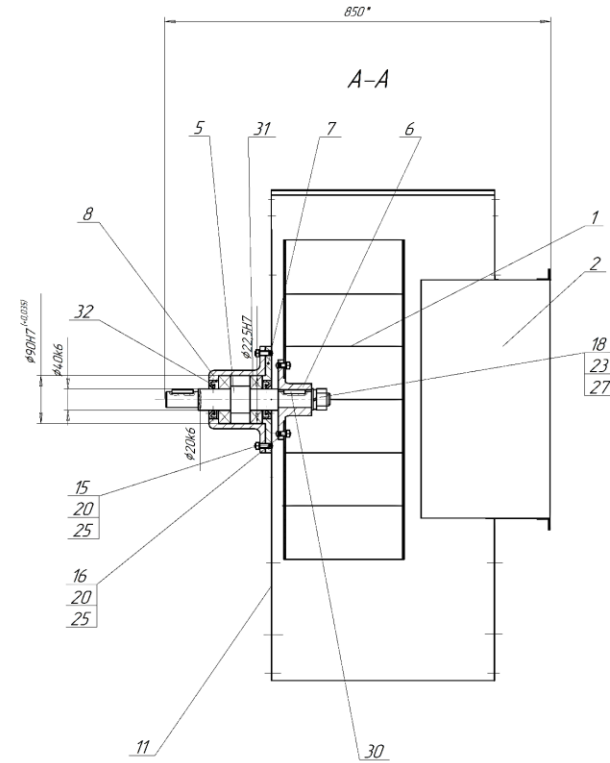
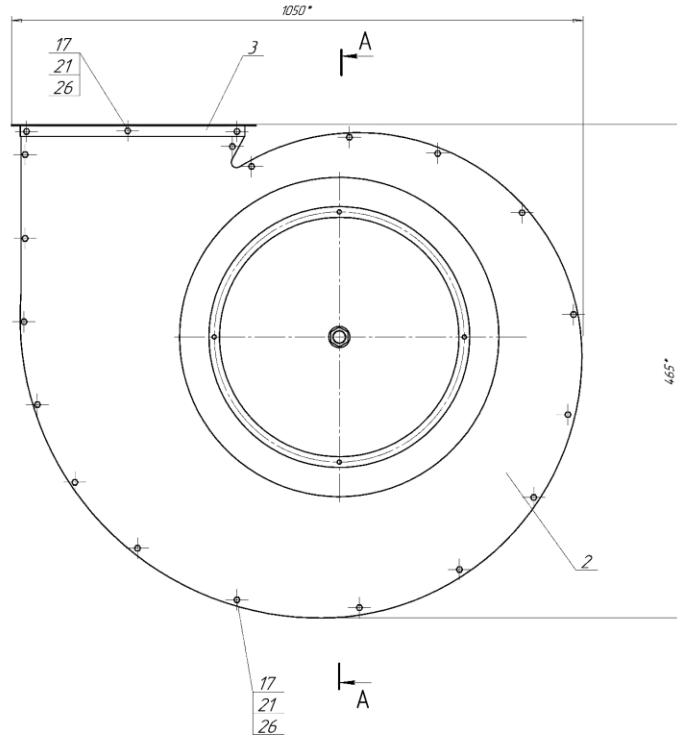
КЛАС 00.000 СБ	
Виробник	А1-БЛС-100
Модель	А1-БЛС-100
Розробник	А1-БЛС-100
Конструктор	А1-БЛС-100
Проєктант	А1-БЛС-100
Відомо	А1-БЛС-100

Складальне креслення зерноочисної машини А1-БЛС-100



Складальне креслення вентилятора

КПС 50.010 СБ



1. Невказані граничні відхилення розмірів $\pm 1/16/2$.
2. Паралельні корпусу (поз. 8) під час збирання заповнити солідолом.
3. Після збирання вал вентилятора повинен обертатись вільно від руки.
4. *Розміри для довідки.

КПС 50.010 СБ						Лист		
Вид	Маск	К. Довг	Лист	Вид		495	12	
Розроб	Григор	Лещенко						
Лист								
Інженер								
Механік								
Збіл								

Вентилятор

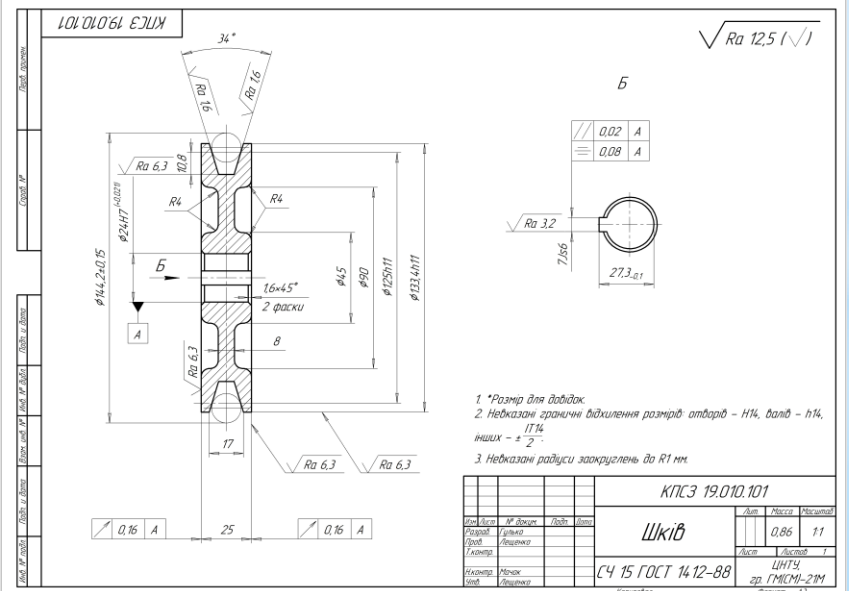
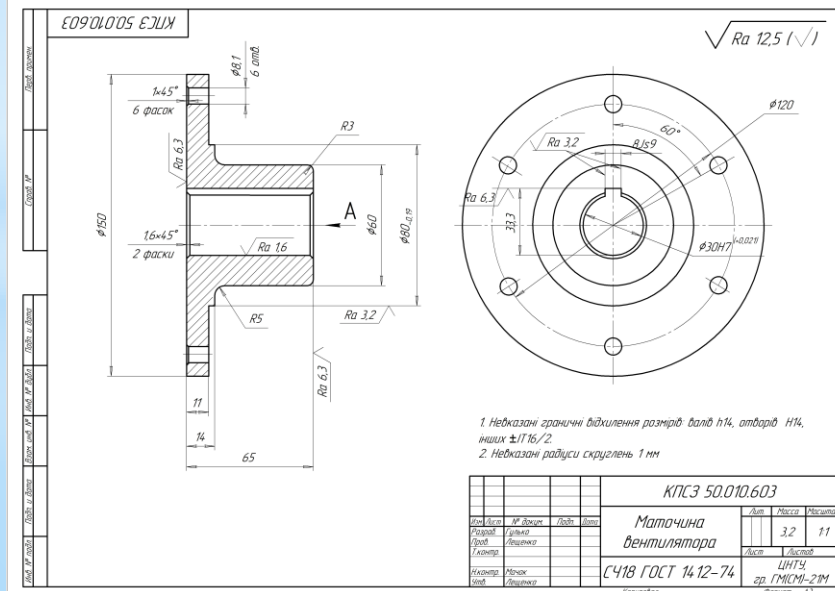
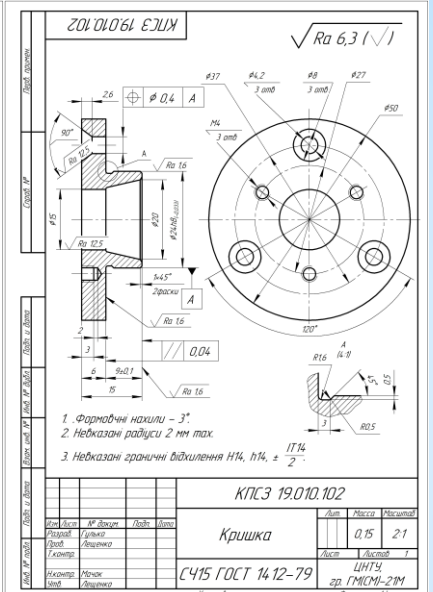
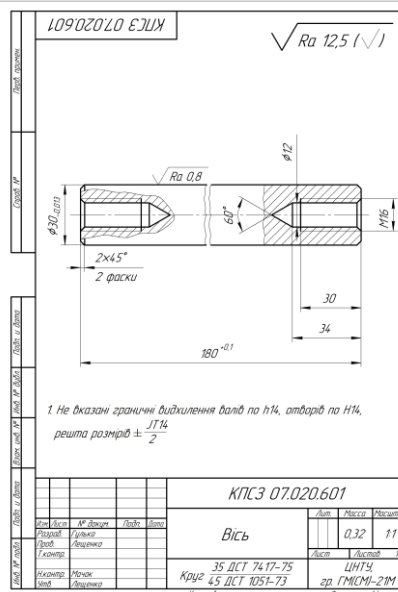
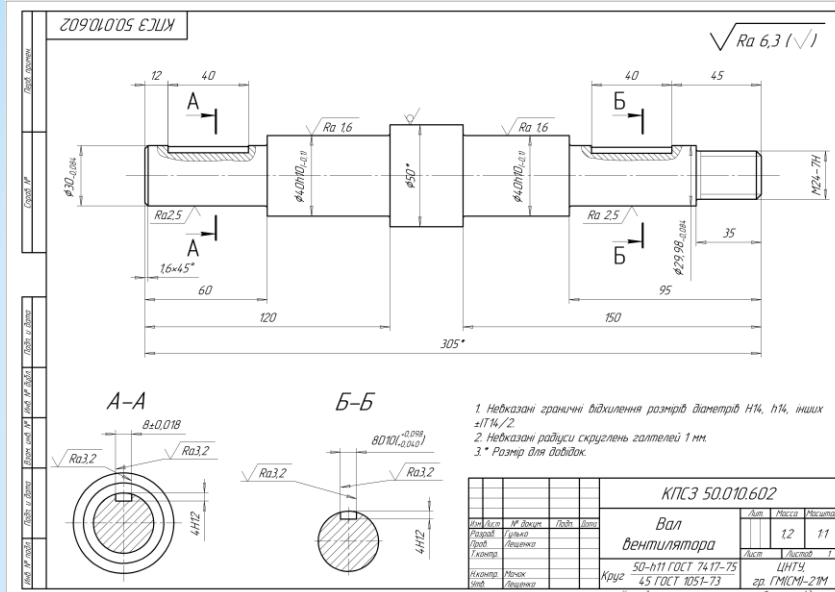
Лист 1 з 1

ЦНТ

Зр. ГМСМ-2М

Формат А1

Деталювання вдосконалених елементів зерноочисної машини загального призначення А1-БЛС-100



КПСЗ 00.0001 НЧ

КПСЗ 00.0001 НЧ
$$Y(\varepsilon) = 76,694 - 0,656x_1 + 1,481x_2 + 4,006x_3 + 7,181x_4 + \\ + 0,156x_1x_2 + 0,006x_1x_3 - 0,219x_1x_4 + 0,619x_2x_3 + 0,069x_2x_4 + 1,202x_3x_4.$$

Find 9° angle	Find 2° angle	Find 1° angle	Find 1° angle
Find 9° angle	Find 2° angle	Find 1° angle	Find 1° angle

Дякую за увагу!