

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО
СЕРВІСУ ІМЕНІ ПРОФЕСОРА ОЛЕКСАНДРА СЕМКОВИЧА

ДИПЛОМНА РОБОТА

другого (магістерського) рівня вищої освіти

на тему: **“Обґрунтування параметрів жалюзійного повітродозподільника
пневморешітного сепаратора первинної обробки олійного насіння”**

Виконав: студент VI курсу групи Аін-62
Спеціальності 208 „Агорінженерія”
(шифр і назва)

Козар Василь Богданович
(Прізвище та ініціали)

Керівник: Буртак В.В.
(Прізвище та ініціали)

Рецензент: Гуменюк Р.В.
(Прізвище та ініціали)

Дубляни 2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО
СЕРВІСУ ІМЕНІ ПРОФЕСОРА ОЛЕКСАНДРА СЕМКОВИЧА

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Зав. кафедри _____

(підпис)

к.т.н., доцент Шарибура А.О.

“ _____ ” _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломну роботу студенту

Козару Василю Богдановичу

1. Тема роботи: **“Обґрунтування параметрів жалюзійного повітророзподільника пневморешітного сепаратора первинної обробки олійного насіння”**

Керівник роботи: Буртак Володимир Володимирович, к.т.н., доцент
Затверджена наказом по університету від 28.04.2023 року № 133/К-С

2. Строк здачі студентом закінченої роботи 10.01.2024 року

3. Вихідні дані: методичні рекомендації до виконання дипломної роботи, довідкова література, каталоги, методика планування та проведення експериментальних досліджень, довідкова література, патентний пошук, інструкції з охорони праці.

4. Перелік питань, які необхідно розробити:

1. Актуальність теми, мета та завдання досліджень.
2. Теоретичні дослідження робочих процесів у жалюзійних повітророзподільниках пневморешітного сепаратора.
3. Програма і методика досліджень.
4. Результати досліджень, та їх аналіз.
5. Охорона праці та захист населення.
6. Економічна ефективність.

Висновки та пропозиції.

Список використаних джерел.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): графічна частина до дипломної роботи оформляється у вигляді презентації.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата		Відмітка про виконання
		завдання видав	завдання прийняв	
1,2,3,4,6	Буртак В.В. к.т.н., доц. кафедри агроінженерії та технічного сервісу імені професора Олександра Семковича			
5	Тимочко В.О., к.т.н., доцент завідувач кафедри УПБВ			

7. Дата видачі завдання: 28.04.2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор.	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Відмітка про виконання
1.	<i>Написання розділу: «Актуальність теми, мета та завдання досліджень»</i>	28.04.23-24.05.23	
2.	<i>Виконання другого розділу: «Теоретичні дослідження робочих процесів у жалюзійних повітрерорзподільниках пневморешітного сепаратора»</i>	25.05.23-22.06.23	
3.	<i>Виконання третього розділу: «Програма і методика досліджень»</i>	23.06.23-28.08.23	
4.	<i>Виконання четвертого розділу: «Результати досліджень, та їх аналіз»</i>	29.08.23-26.09.23	
5.	<i>Написання розділу «Охорона праці та захист населення»</i>	27.09.23-16.10.23	
6.	<i>Виконання розділу: «Економічна ефективність»</i>	17.10.23-11.12.23	
7.	<i>Завершення оформлення розрахунково-пояснювальної записки. Завершення роботи в цілому</i>	12.12.23-10.01.24	

Студент _____ Василь Козар
(підпис)

Керівник роботи _____ Володимир Буртак
(підпис)

УДК 629.979:664.69

Обґрунтування параметрів жалюзійного повітророзподільника пневморешітного сепаратора первинної обробки олійного насіння.

Козар Василь Богданович. Дипломна робота. Кафедра агроінженерії та технічного сервісу імені професора О. Семковича. –Дубляни, Львівський НУП, 2024.

79 с. текст. част., 48 рис., 4 табл., 23 джерела.

Розглянуто технологічні особливості, класифікацію та конструктивні елементи існуючих засобів для первинної обробки олійного насіння.

На основі аналізу визначені мета та задачі дослідження.

Розглянуто основи технологічного і конструктивного розрахунку.

В роботі експериментальними дослідженнями обґрунтовано параметри та режими роботи жалюзійного повітророзподільника пневморешітного сепаратора. Отримані шляхом проведення багатofакторного експерименту регресійні моделі технологічного процесу дають змогу оцінити вплив параметрів і режимів роботи жалюзійного повітророзподільника ПРС на якість отриманого матеріалу і можуть бути використані в процесі синтезу та моделювання машин, в яких використовується повітряний потік.

При використанні діаметрального вентилятора та циліндричного решета пропонується розробка модульних типорозмірів ПРС продуктивністю 10-50 т/год.

Приведено техніко-економічні показники ефективності впровадження жалюзійного повітророзподільника пневморешітного сепаратора з обсягом валового збору соняшника 2000 т, які складуть (у цінах 2022 р.): експлуатаційні витрати – 168 грн./т; сукупні витрати – 98345 грн.; річний економічний ефект – 105348 грн.; термін окупності додаткових капітальних вкладень – 3,38 року.

ЗМІСТ

ВСТУП	
1	АКТУАЛЬНІСТЬ ТЕМИ, МЕТА ТА ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ 9
1.1	Аналіз насіння соняшнику, як сировини для отримання рослинної олії 9
1.2	Післязбиральна обробка насіння соняшнику 10
1.3	Аналіз машин попереднього очищення зерна та олійної сировини соняшнику 13
1.4	Мета та завдання досліджень 19
ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОЧИХ ПРОЦЕСІВ У	
2	ЖАЛЮЗІЙНИХ ПОВІТРЕРОРЗПОДІЛЬНИКАХ ПНЕВМОРЕШІТНОГО СЕПАРАТОРА 20
2.1	Теоретичний аналіз параметрів пневмосистем машин для очищення соняшнику 20
2.2	Обґрунтування схеми технологічного процесу сепарування олійної сировини у пневморешітному сепараторі із замкненою повітряною системою 25
2.3	Дослідження режимів роботи та параметрів жалюзійного повітрерозподільника 28
3	ПРОГРАМА І МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ 33
3.1	Програма досліджень 33
3.2	Методика досліджень визначення фракційного складу соняшнику 33
3.3	Методика визначення критичної швидкості і коефіцієнту парусності соняшнику 37
3.4	Методика по визначенню натури соняшника 39
3.5	Методика визначення параметрів та режимів роботи жалюзійного повітрерозподільника 41

4	РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ, ТА ЇХ АНАЛІЗ	46
4.1	Аналіз результатів по визначенню статистичних характеристик олійного насіння	46
4.2	Аналіз результатів по визначенню критичних швидкостей та коефіцієнту парусності олійного насіння	50
4.3	Аналіз результатів по визначенню натури олійного насіння	53
4.4	Аналіз параметрів роботи жалюзійного повітрерозподільника	53
5	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ	61
5.1	Аналіз виробничих небезпек під час виробництва	61
5.2	Паспортизація санітарно-технічного стану та моделювання процесу виникнення травм та аварій	63
5.3	Розробка логічно-імітаційної моделі процесу виникнення травм під час виробництва	67
5.4	Розробка заходів щодо захисту населення	71
6	ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ	72
	ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ	
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	

Вступ

Рослини у насінні або плодах яких міститься жирів більше 15% називаються олієвмістними. Цей клас охоплює понад 340 рослин, представників різних ботанічних родин. Особливу підгрупу складають ефіроолійні рослини, в насінні або вегетативних органах яких накопичуються леткі олії із вираженим та приємним ароматом. Серед олійних культур розрізняють ті, які вирощуються виключно для отримання олії (соняшник, рицина, ріпак, кунжут, гірчиця, рижій, льон олійний, мак та інші), і рослини, з яких олія отримується як побічний продукт у процесі переробки (бавовник, соя, льон-довгунець, коноплі, арахіс та інші).

Олії, отримані із рослин мають велике значення як харчовий та технічний продукт. Їх використовують як харчовий продукт у натуральному вигляді, для виготовлення маргарину, у консервній, харчовій та кондитерській промисловості. Цінність рослинних олій обумовлена вмістом біологічно активних жирних кислот, які організм людини не синтезує самостійно, або вони засвоюються тільки у готовому вигляді. Крім того, до складу олій багатьох олійних культур входять інші корисні біологічно активні речовини, такі як фосфатиди, стерини та вітаміни. Олію використовують також для виготовлення оліфи, фарб, стеарину, лінолеуму, лаків, в електротехнічній, шкіряній, металообробній, хімічній, текстильній та інших галузях промисловості; ефірну олію — у фармацевтичній, парфумерній, кондитерській промисловості.

При переробці насіння олійних культур побічні продукти такі як макуха і шрот, представляють собою цінний концентрований корм для тварин, що містить 35–40% білка. Білок олійних культур включає амінокислоти, такі як аргінін (вдвічі більше, ніж у зерні кукурудзи чи пшениці), гістидин, лізин та інші незамінні амінокислоти.

Багато олійних рослин вирощують як просапні культури, і вони є ефективними попередниками для наступних культур у системі сівозміни, особливо для зернових хлібів. Вміст олії в насінні та її якість в різних культурах залежать від виду, особливостей росту, удобрення, водного режиму ґрунту та інших факторів.

Високоолійні сорти і гібриди, а також вдосконалена система насінництва, відіграють важливу роль у підвищенні вмісту олії в насінні. За високого рівня агротехніки та сприятливого водозабезпечення рослин, олія накопичується інтенсивніше, що призводить до збільшення вмісту олії в насінні. Також агротехнічні заходи, такі як внесення добрив, зміна азоту, та режим зрошення, впливають на олійність. Застосування фосфорно-калійних добрив та рання сівба сприяють підвищенню олійності. Згідно з результатами досліджень, введення помірних доз азотних добрив підвищує вміст олії в насінні, в той час як збільшення азотного живлення може знизити його кількість.

У світі олійні культури вирощують практично в усіх країнах, кожна з яких має свою провідну олійну культуру. Наприклад, в Україні це соняшник, в США — соя, в Канаді — льон олійний, в Англії та Індії — ріпак, в Азії і Африці — арахіс. Світова площа посівів олійних культур, включаючи сою, перевищує 100 млн га, а світове виробництво олій становить близько 70 млн тонн.

Україна відіграє одну з провідних ролей у виробництві олії в Європі, з посівними площами олійних культур, що сягають 1,8 млн га. Соняшник займає найбільші площі (близько 96% усіх олійних культур), і на відносно невеликих площах вирощують ріпак озимий, рицину, мак олійний, льон олійний, рижій ярий та інші.

1. АКТУАЛЬНІСТЬ ТЕМИ, МЕТА ТА ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1 Аналіз насіння соняшнику, як сировини для отримання рослинної олії

Насіння соняшника являється основною олійною культурою яка вирощується у нашій країні. Сучасні високо олійні сорти містять від 50 до 55% олії відносно абсолютної сухої маси насіння та в межах 16% протеїну, ядро – відповідно 65-67 та 22-24%. Соняшникова олія відноситься до групи напіввисихаючих, йодне число знаходиться у межах 112- 124. За структурою, вмістом поживних речовин та хімічним складом соняшникову олію широко використовують у харчові та переробній галузях, зокрема при приготуванні їжі, виробництві рибних та овочевих консервів, а також хлібопекарною та кондитерською промисловостями, а рафіновану та гідрогенізовану у процесах виготовлення маргарину. Відповідно показникам якості, згідно калорійності, у одній ваговій одиниці соняшnikової олії є відповідність 2-3 одиниць цукру, 8 одиниць картоплі та 4 одиниць хліба. Склад соняшnikової олії багатий на вітаміни А, Д, К та фосфатиди. Відходи переробки соняшnikового насіння на олію, такі як макуха та шрот використовуються як концентровані корми для відгодівлі тварин. Отриману лузгу після обрушування спалюють, а отриманий попіл являється фосфорнокалійним добривом, який містить в межах 36% калію та до 4% фосфору, також можливо здійснювати переробку при виробництві етилового спирту, кормових дріжджів та фурфуролу.

Врожайність соняшника із 1 га може складати до 2 т, а готового продукту[2, 14], зокрема:

- олії 900- 950 кг;
- меду –35-40 кг;
- протеїну –340 кг;
- сухих кошиків 1200;
- лузги- 460-520 кг.

Соняшник, як культура є достатньо добро медоносною, зокрема із 1 га можливо одержати до 40 кг меду. Також соняшник може вирощуватись як

силосна культуру, зокрема урожайність по зеленій масі може бути 30-60 т/га та більше.

1.2 Післязбиральна обробка насіння соняшнику

Технологічні особливості післязбиральної обробки насіння соняшнику включають:

- повноту післязбирального дозрівання при найбільш сприятливих біохімічних перетвореннях та подальших процесів зберігання;
- запобігання погіршення якісних показників насіння соняшнику.

У свіжозібраному соняшнику містяться різні якісні компоненти, такі як основне зерно, а також органічні та мінеральні домішки. Небажаним є особливо вміст органічних домішок, які включають залишки рослин основної культури та дикорослих видів, таких як бур'яни. Оскільки органічні домішки мають вищу вологість, ніж основне зерно, важливо негайно очистити свіжозібрану масу від грубих рослинних домішок, таких як стебла, листя та кошики соняшнику. Збільшення активності ферментативних процесів через сторонні домішки може призвести до саморозігрівання та погіршення зберігання. Навіть невеликий термін зберігання свіжозібраного соняшнику при високій вологості та забрудненості може спричинити самозігрівання та погіршення якості. Очищення та сушіння соняшнику є основними етапами післязбиральної обробки.

Основною метою первинного очищення є запобігання додатковому зволоженню насіння соняшнику вегетативними домішками, чия вологість перевищує вологість зерна в 3-4 рази. Для цього використовують повітряно-решетні ворохоочищувачі та сепаратори, які можуть відокремлювати крупні, дрібні та мінеральні домішки.

Свіжозібране насіння соняшнику, особливо з підвищеною вологістю, підлягає видаленню домішок негайно після збирання. Це сприяє зниженню вологості всієї маси та підвищенню його стійкості під час зберігання. Сухе насіння після першого видалення стає придатним для тривалого зберігання.

Висушене насіння, після першого видалення, потребує остаточного видалення всіх видів домішок. Для цього використовують повітряно-решетні сепаратори, бурати та трієри, залучаючи різні фізичні властивості соняшника та домішок. Остаточне видалення здійснюється за допомогою трьох методів [10]:

- за розміром - на нахилених решетах сепараторів з вібраційним, круговим рухом тощо;
- за магнітними властивостями - на магнітних сепараторах;
- за аеродинамічними властивостями - в аспіраційних каналах сепараторів і пневмосепаруючих машинах.

Якість видалення визначається ефективністю роботи чи просіювання очисних машин, яка визначається відношенням виділених домішок до їх загальної кількості в процентному співвідношенні.

Для зберігання соняшнику не рекомендується використовувати приміщення без системи примусової вентиляції. Під час післязбирального дозрівання відбуваються процеси синтезу та гідролізу. Тривалість цього процесу залежить від сорту, складу вороху, вихідної температури і вологості, а також швидкості сушіння. Продування соняшника повітрям підвищує швидкість післязбирального дозрівання. Для цього використовують бункери та зерносховища, обладнані системами вентиляції. Атмосферне повітря використовується для охолодження, переважно вночі. Температура повітря має бути на 5 градусів нижче, ніж у соняшника. Цей режим дуже ефективний для охолодження свіжозібраного зерна. Також соняшник можна охолоджувати через зерносушарки з вимкненою зоною сушіння. Пропуск виконують в холодний період року.

Сушити насіння соняшнику з вологістю понад 12% відразу після збору, зведення вологості до 6-8%. Зерно з вологістю менше 12% тимчасово можна зберігати в підлогових складах, обладнаних системами активної вентиляції [4]. Жир, що міститься у зерні олійних культур, не може зв'язати та утримувати вологу так, як це роблять білки та крохмаль. Також на зберігання насіння олійних культур впливає ступінь його очищення. Для збереження якості насіння необхідно доводити його до оптимальної вологості.

Під час вибору режиму температури сушіння необхідно враховувати фізико-механічні та біохімічні особливості соняшника через його унікальну структуру. Соняшник має ядро, що покрите щільною плодовою оболонкою - лущинням. Між ядром і лущинням існує повітряний прошарок, який є теплоізолятором і захищає ядро від високих температур. Це надає насінню високу термостійкість під час сушіння. Проте занадто швидке сушіння може призводити до накопичення водяних парів під лущинням, що веде до розтріскування зовнішньої оболонки. Граничні показники температури сушіння для насіння високої вологості повинні бути нижчі.

Зберігання олійних культур є більш складним у порівнянні зі зберіганням зерна злакових. Соняшник повинен бути розміщений та зберігатися в чистих, сухих приміщеннях без сторонніх запахів, що не мають зараження шкідниками зерна, відповідно до санітарних норм і правил зберігання, встановлених в Україні. Оптимальною для тривалого зберігання вважається вологість не більше 7% і температура зберігання в межах 10 градусів Цельсія [9].

Найкраще зберігання соняшнику забезпечити у спеціально обладнаних силосах, де можна контролювати стан маси зерна і проводити необхідні технологічні заходи, зокрема активне вентилявання. При зберіганні в силосах важливо залишати вільну частину висоти силосу і вирівнювати конуси для уникнення утворення кірки, псування та зараження комахами. Контроль температури і вологості повинен проводитися регулярно, особливо часто, ніж для інших видів зерна [7].

Насіння соняшнику має тенденцію до самозігрівання, тому висота насипу в зерносховищах підлогового зберігання не повинна перевищувати 3-3,5 метра. Лабораторний контроль за всіма технологічними процесами є обов'язковим, щоб ефективно вживати заходи післязбиральної доробки, забезпечуючи збереження якісних характеристик соняшника [8,12].

1.3. Аналіз машин попереднього очищення зерна та олійної сировини соняшнику

Комплекс ЗСК-15 (рис. 1.1) [4] працює відповідно до такої технологічної схеми: зерновий матеріал, який надходить з самоскида або ковшового навантажувача, поступає в приймальний пристрій 1. Цей пристрій передає матеріал скребковим транспортером до завантажувальної норії 2. Потім зерновий матеріал поступає на машину МПО-50 – 3, де здійснюється попереднє очищення. Надалі подається на сушіння у машину СЗК-15 - 5, а відходи із процесу попереднього очищення направляються в накопичувальний бункер 4, та вивантажуються у транспортний засіб. Із сушарки висушений матеріал піддається первинному очищенні, із використанням машини МЗС-25 - 6.

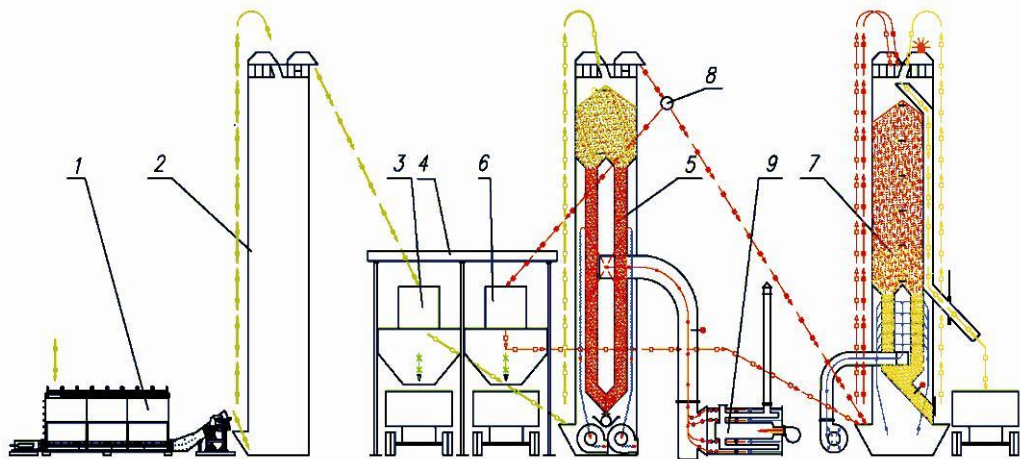


Рисунок 1.1 - Схема комплексу ЗСК-15

Очищений зерновий матеріал направляється в бункер для накопичення сухого зерна 7, а відходи накопичуються у бункері 4. Бункер 7 використовується для охолодження очищення зерна зовнішнім повітрям, надалі сухий зерновий матеріал самопливом вивантажується в транспорт або у механізований склад.

У нашій країні широко використовуються зерноочисні комплекси, такі як КЗ-25, КЗ-50, КЗсК-25, КЗМ-25 для здійснення післязбиральної очистки зернового матеріалу та інших культур. Зерноочисні комплекси забезпечують уникнення втрат сільськогосподарської продукції при зберіганні та очистці, дозволяють ефективно довести його до базисних кондицій та забезпечують автоматизацію процесів без використання ручної праці [3].

Лінія для очищення насіння соняшнику виробництва Китай [11] призначена для ефективної очистки олійної сировини соняшнику від великих і малих сторонніх домішок, пилу, порожнього насіння та інших домішок порівняних за розміром із повноцінним насінням.



Рисунок 1.2 – Лінія очищення насіння соняшнику QLN-1500 (Китай)

Основні компоненти лінії включають:

1. Приймальний бункер.
2. Елеватор.
3. Прямолінійний очищувач.
4. Круговий віброочищувач.
5. Панель управління.

Характеристики лінії:

- Продуктивність по насінню соняшнику: 1500 кг/год.
- Якість очищення: мінімум 99,5%.
- Втрати: максимум 0,5%.
- Енергоспоживання: 5,88 кВт/год.
- Робочий персонал: 2 людини.

Лінія виробництва не травмованого високопродуктивного насіння [15] Фадєєва спроектована з урахуванням мінімізації техногенного впливу на насіння.

Аналіз технології післязбиральної обробітку олійної сировини соняшнику свідчить, що важливим етапом є попередній обробіток вороху. Дослідження підкреслюють, що для вдосконалення технічних засобів післязбиральної обробки насіння потрібно переглянути підхід, зосереджуючись на мінімізації впливу на насіння. Оптимальна механізація повинна обмежувати кількість операцій до мінімуму, а технологічні лінії повинні бути максимально ефективними, скорочуючи транспортувальні органи. Це може бути досягнуто шляхом переходу до каскадної, вертикальної або комбінованої компоновки машин у лінії, спрощуючи процеси та зменшуючи енерговитрати.

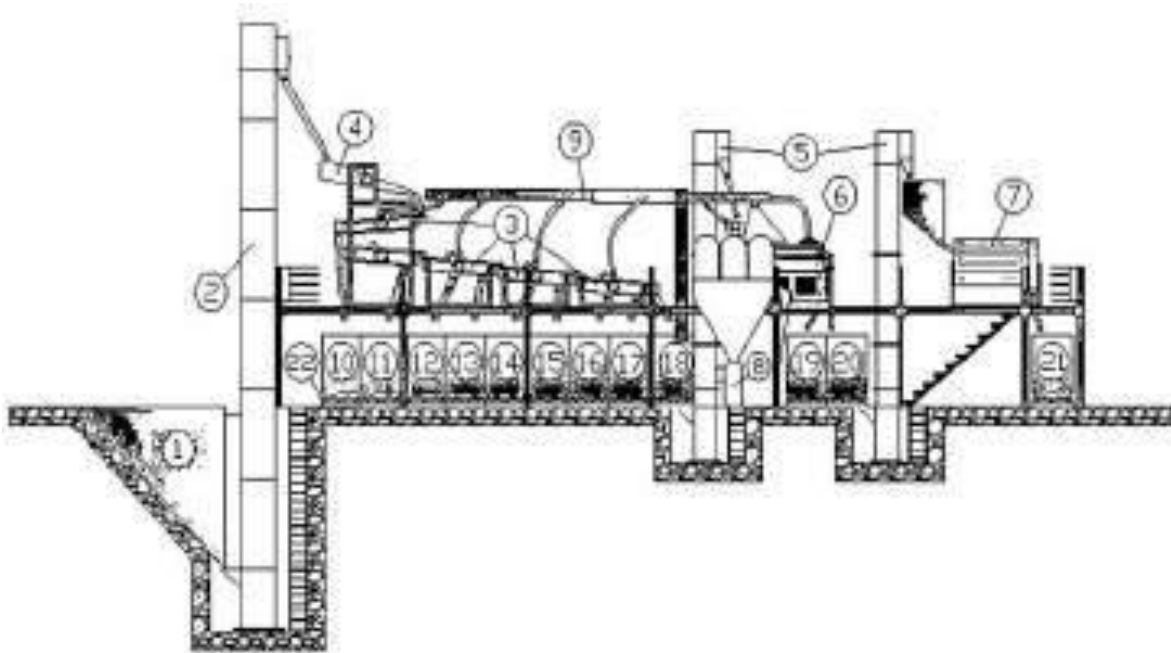


Рисунок 1.3 – Лінія з виробництва непошкодженого високопродуктивного насіння

1 – приймальний бункер; 2 – шадна тихохідна норія (25 т/год); 3 – очищаюче - калібруюча машина; 4 – вібротранспортер; 5 – шадна тихохідна норія (10 т/год); 6 – пневовібростіл; 7 – протравливатель; 8 - пневмосистема відведення сміття; 9 – система аспірації; 10 ... 21 – Біг-Беги; 22 – ваги палетні (системи автоматизації).

Машини, для очищення сільськогосподарської продукції ВАТ "Вібросепаратор", зображені на рис. 1.4, а також сепаратори типу БЦСМ "Сузір'я" вібровідцентрові, використовуються для ефективної очистки зерна круп'яних, олійних культур та інших сільськогосподарських матеріалів від великих, дрібних та легких домішок. Ці машини встановлюються у потоково-технологічних зерноочисних лініях, зерноочисно-сушильних комплексах та зерноочисних агрегатах [16].

Сепаратори вібровідцентрові застосовуються для очищення зерна і насіння зернових, круп'яних та бобових культур від бур'янових та зернових домішок. Вони інтегруються в зерноочисні агрегати, такі як ЗАВ-10, ЗАВ-20, ЗАВ-40, КЗ-25, КЗ-50, або комплекси КЗС-20, КЗС-40, КЗСК-25, КЗМ-25 [17]. Сепаратори можуть бути виготовлені з одним, двома або чотирма уніфікованими блоками, а також вони представлені у трьох модифікаціях: базовій (без додаткової комплектації), елеваторній і комплекті обладнання для будівництва та реконструкції зерноочисних комплексів.

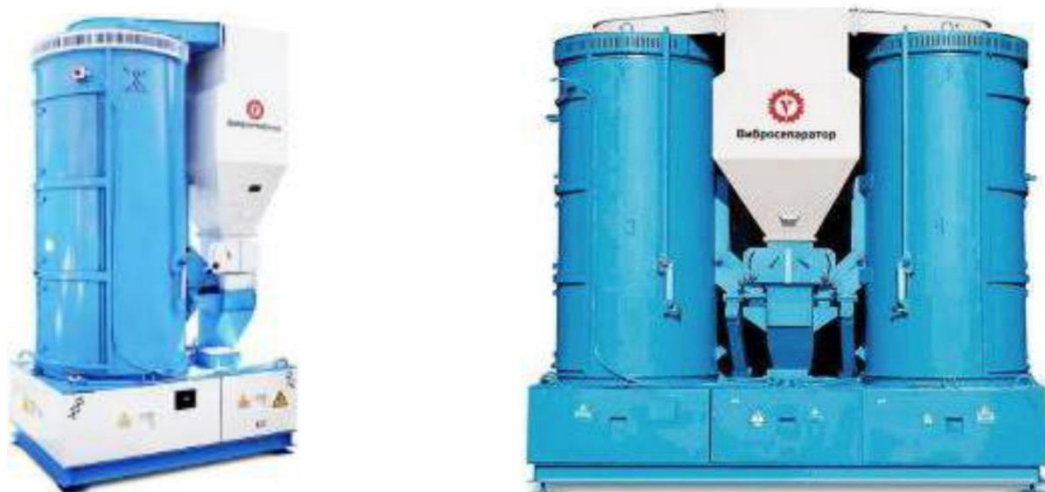


Рисунок 1.4 – Зерноочисні вібровідцентрові сепаратори БЦС ВАТ «Вібросепаратор»

Машина МПО-50 (рис. 1.5) оснащена ефективною та потужною пневмосепаруючою системою, але в порівнянні з решітним сепаратором транспортного типу, вона має обмежену експлуатаційну надійність. Модифікація МПО-50С, у свою чергу, використовує решітний сепаратор у формі циліндричного решета з зовнішньою робочою поверхнею і володіє вищою експлуатаційною надійністю в порівнянні з МПО-50.



Рисунок 1.5 – Технологічна схема роботи стаціонарної машини попереднього очищення МПО-50, 1 – аспіраційний канал; 2 – сітчастий транспортер; 3 – прийомна камера; 4 – вентилятор; 5 – дросельна заслінка; 6 – шнек відходів.

Ситовий зерноочисний сепаратор попереднього очищення Ruberg, тип RVS 100 (Німеччина) (рис. 1.6) [18], призначений для ефективного попереднього і основного очищення зернових, бобових і олійних культур. Зерноочисник використовує кругові рухи сит для очищення. Корпус очищувача підвішений на канатах зі скловолокна, що додає йому додаткової міцності. Основне обладнання складається з набору сит: 2 сита для попереднього очищення (3,00 м²), 5 сит для основного очищення (7,5 м²), і 5 сит для очищення від піску (7,5 м²). Для очищення сит використовуються гумові кульки, розміщені під кожним ситом. Зерноочисник працює з рециркуляцією повітря, де 90% повітря використовується повторно, а лише 10% направляється на очищення.



Рисунок 1.6 – Сепаратор ситовий зерноочисний попереднього очищення Ruberg, тип RVS 100

Розглянемо комплексний барабанний сепаратор КБС «КМЗ» (Україна, м. Карлівка) (рис. 1.7), який призначений для ефективного очищення різних видів зернових, зернобобових, соняшника, кукурудзи, круп'яних культур різної вологості та рівня засміченості, та може функціонувати як скальператор (для попереднього очищення), так і сепаратор (для первинного і вторинного очищення) [16].

Принцип дії базується на послідовному очищенні зерна від сторонніх домішок на повільно обертаючомуся барабані, який слабо нахилений до горизонту. Крім того, матеріал піддається очищенню повітрям від легких домішок. Однак слабкі сторони цього комплексу включають значні габарити та неідеальну пневмосистему.

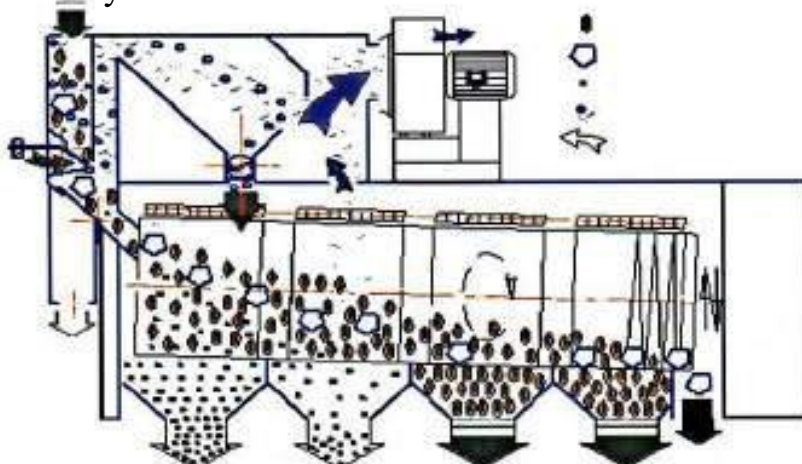


Рисунок 1.7 – Схема технологічна процесу комплексного барабанного сепаратора КБС «КМЗ»

1.4 Мета та завдання досліджень

Мета досліджень - підвищення ефективності технологічного процесу первинної обробки олійного насіння та зменшення питомих енерговитрат шляхом обґрунтування параметрів та режимів роботи жалюзійного повітророзподільника пневморешітного сепаратора.

Для досягнення поставленої мети вирішувалися наступні задачі:

- Здійснити аналіз технологічних показників якості олійного насіння.
- Оцінити рівень технічних засобів попереднього очищення олійного насіння та технологічну схему попереднього із замкненою пневмосистемою.
- Здійснити проведення теоретичних досліджень параметрів та режимів роботи жалюзійного повітророзподільника пневморешітного сепаратора.
- Сформуванати програму та методикау проведення досліджень параметрів та режимів роботи жалюзійного повітророзподільника пневморешітного сепаратора.
- Провести аналіз результатів обґрунтування параметрів та режимів роботи жалюзійного повітророзподільника пневморешітного сепаратора олійної сировини.
- Здійснити аналіз стану охорони праці і виробничих небезпек, та та обґрунтувати техніко-економічні показники.

Об'єкт досліджень – технологічні процеси роботи жалюзійного повітророзподільника пневморешітного сепаратора олійної сировини.

Предмет досліджень – показники конструктивних та технологічних параметрів жалюзійного повітророзподільника пневморешітного сепаратора які характеризують якість олійного насіння та енерговитрати при його обробці.

2. ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОЧИХ ПРОЦЕСІВ У ЖАЛЮЗІЙНИХ ПОВІТРОРОЗПОДІЛЬНИКАХ ПНЕВМОРЕШІТНОГО СЕПАРАТОРА

2.1 Теоретичний аналіз параметрів пневмосистем машин для очищення соняшнику

Повітророзподільні канали використовуються для забезпечення рівномірного розподілу повітря, що є надзвичайно складним завданням у системах сепарації. Це особливо актуально, коли необхідно забезпечити однаковий розхід повітря по всій довжині сепаруючої поверхні. Повітророзподільні канали вважаються одними з найбільш складних елементів мережі.

Дослідження [19,20,21] підтверджують, що складність повітророзподільних каналів полягає в тому, що досягнення рівномірного розподілу повітря може вимагати використання постійного або змінного перетину. Залежно від поставлених завдань, конструкція повітророзподільних каналів може бути дуже складною, а оцінка їхньої ефективності важкою з точки зору технологічного процесу.

На рис. 2.1 показана схема експериментальної пневматичної колонки з розімкненою системою. Ця робота приділяє увагу удосконаленню технологічного процесу пневмосистем зерноочисних машин з діаметральним вентилятором.

Важливо відзначити, що в подібних системах важко визначити окремі елементи, такі як повітропроводи, сепаруючі камери або повітророзподільні канали, оскільки вони взаємодіють як цілісна система. Загальні вимоги до повітророзподільних каналів полягають в створенні необхідної структури поля швидкості, щоб виконати вимоги агротехніки за мінімальних гідравлічних втрат.

Дослідження, проведені в роботі [1], приділяють значну увагу рівномірному розподілу повітряного потоку, включаючи поля швидкості, епюри тиску та проектування повітророзподільних каналів.

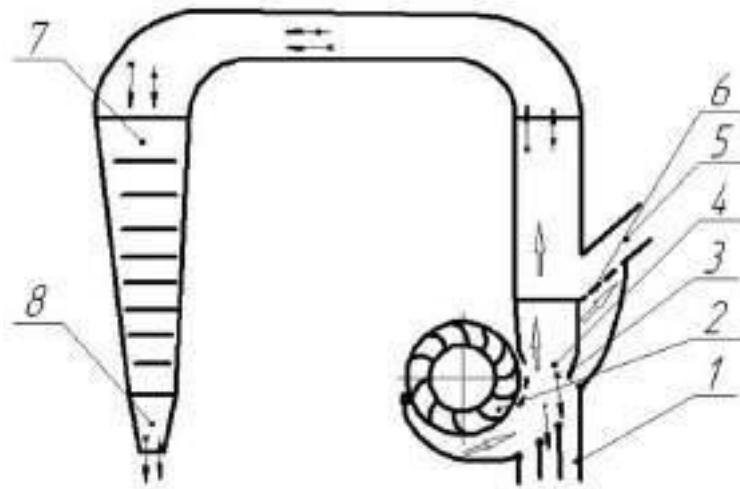


Рисунок 2.1 – Схема експериментальної пневмоколонки з розімкненою пневмосистемою

1, 8 – вантажуючий пристрій; 2 – вентилятор-сепаратор; 3 – регулювальна заслінка; 4 – пневмосепаруючий канал; 5 – пневмокамера; 6 – решітка; 7 – осадочна камера.

При проведенні досліджень акцентується на рівномірності розподілу та всмоктування повітря в повітророзподільних каналах, особливо тих, що мають поздовжні щілини чи бокові отвори.

Доцільно звернути увагу на те, що рух повітря в повітророзподільних каналах є значно складнішим у порівнянні з звичайними повітроводами. Поперечний переріз повітророзподільного каналу призводить до зміни напрямку швидкості, деформації поля швидкості та зміни статичного тиску. Ці аспекти впливають на розподіл повітря в системі та потребують уважного врахування при проектуванні.

Визначення залежностей витрати повітря у щілинах шириною δ одиничної довжини та у отворах площею σ :

$$L_{щ} = \mu \times \delta \sqrt{\frac{2(\mp \Delta p)}{\rho}} \quad (2.1)$$

$$L_o = \mu \times \sigma \sqrt{\frac{2(\mp \Delta p)}{\rho}} \quad (2.2)$$

де $L_{щ}$ - значення витрати повітря у щілинах; L_o - значення витрати повітря у отворах; μ - значення коефіцієнта витрати повітря; δ - значення щільності повітря; σ - значення площі отвору; Δp - значення збиткового статичного тиску; ρ - значення щільності повітря.

Згідно з представленими залежностями, можна досягти рівномірного розподілення або всмоктування повітря за допомогою наступних методів [1]:

1. Зміна ширини щілини або площі отвору по довжині повітропроводу.
2. Збереження постійної різниці статичного тиску по довжині повітропроводу.
3. Незначна зміна різниці статичного тиску по довжині повітропроводу.
4. Зміна коефіцієнту розходу повітря.

З урахуванням безлічі струменів подачі зернового вороху, була розроблена ортогональна крива, яка служить основою для моделювання розподільвача (див. рис. 2.2). Це дозволяє забезпечити рівномірне розподілення зернової суміші.

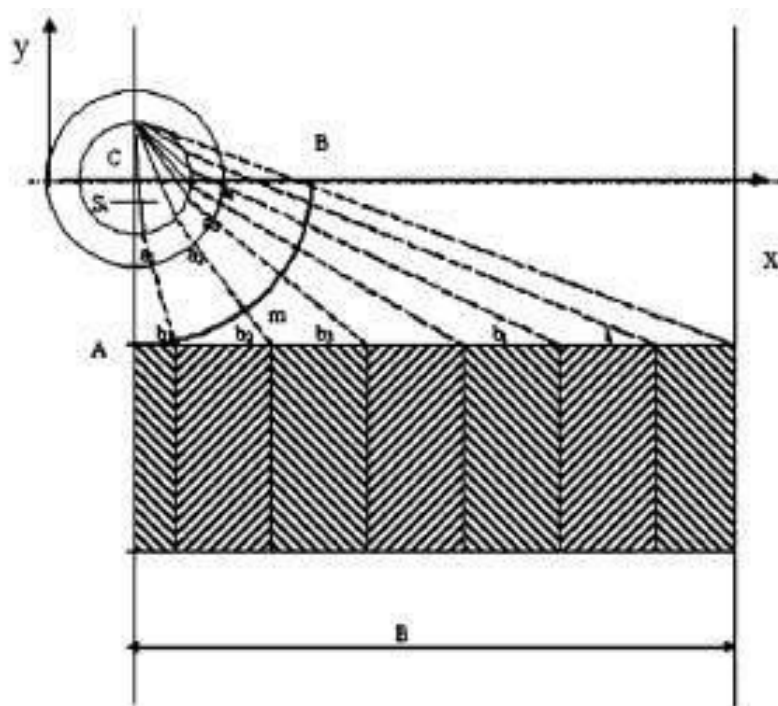


Рисунок 2.2 – Розрахункова схема до обґрунтування параметрів та форми повітророзподільника (b_i – ширина вертикальної частини подаючого лотка)

На підставі рисунку 2.2 визначається

$$y = \left(\frac{B}{2\pi R} - 1 \right) \times \left[\left(\sqrt{R^2 - x^2} \right) + (R + a) \times \ln \left| R + a - \sqrt{R^2 - x^2} \right| \right] +$$

$$\frac{B}{2\pi} \times \left[-\frac{1}{2} \arcsin^2 \frac{x}{R} + \frac{3 \times (R + a)}{\sqrt{9R^2 + 6Ra}} \times \ln \left(\frac{\arcsin^2 \frac{x}{R} + 2\sqrt{\frac{9R + 6a}{R} - 6}}{\arcsin^2 \frac{x}{R} - 2\sqrt{\frac{9R + 6a}{R} - 6}} \right) \right]$$

де, y – критерій рівномірного розподілення зернової суміші; B – ширина повітряного каналу, м; R – радіус випускного отвору бункера, м; x – абсциса координати елемента зернової суміші, м; a – координата задньої точки перетину випускного отвору бункера, м.

Проте, на практиці виявляється, що навіть при незначному збільшенні подачі насінневого матеріалу повітряний потік не розшаровує зернову суміш в повному обсязі на компоненти і, відповідно, не відповідає вимогам агротехніки. Тим не менше, системи живлення пневмосепаруючих систем з безпосередньою подачею у повітряний потік вважаються найбільш ефективною формою вирішення завдань попереднього очищення зерна.

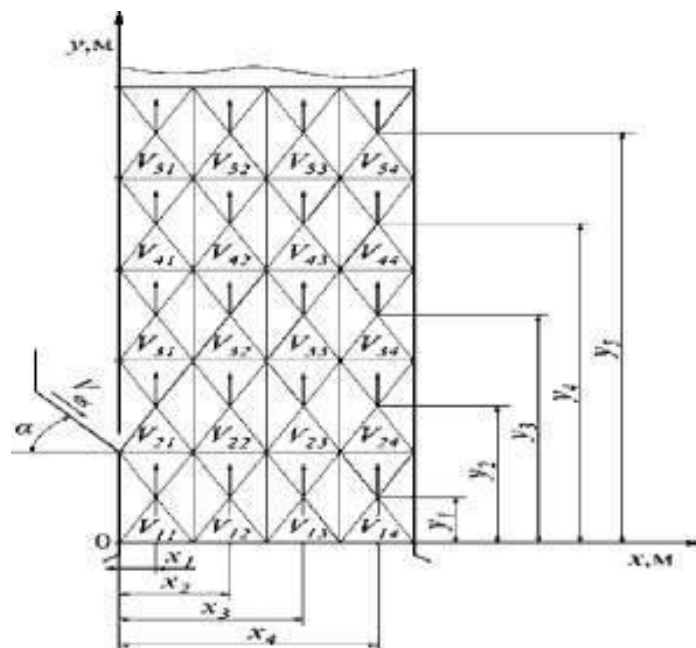


Рисунок 2.3 - Схема розбиття зони сепарації ПСК на 20 прямокутників

Також запропоновано удосконалити експериментально-теоретичний метод (ЕТМ) розрахунку траєкторії частинок в пневмосепараторі з урахуванням фактичного поля швидкостей повітряного потоку в зоні сепарації при номінальному зерновому навантаженні.

На основі експериментально визначених значень векторів швидкостей пневмосепаратора в центрах прямокутників складаються математичні вирази (див. табл. 2.1), які описують вертикальні компоненти V_y та горизонтальні компоненти V_x цих швидкостей в відповідних перетинах по осях координат.

Таблиця 2.1 - Системи рівнянь, що описують вертикальні V_y і горизонтальні V_x складові швидкостей повітряного потоку в поздовжньо-вертикальній площині пневмосепаруючого каналу

Вертикальна складова швидкості V_y , м/с						
x/y , м	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	Рівняння
x_1	V_{y1}	V_{y2}	V_{y3}	V_{y4}	V_{y5}	$V_y = A_{x1}y^2 + B_{x1}y + C_{x1}$
x_2	V_{y1}	V_{y2}	V_{y3}	V_{y4}	V_{y5}	$V_y = A_{x2}y^2 + B_{x2}y + C_{x2}$
x_3	V_{y1}	V_{y2}	V_{y3}	V_{y4}	V_{y5}	$V_y = A_{x3}y^2 + B_{x3}y + C_{x3}$
x_4	V_{y1}	V_{y2}	V_{y3}	V_{y4}	V_{y5}	$V_y = A_{x4}y^2 + B_{x4}y + C_{x4}$
Горизонтальна складова швидкості V_x , м/с						
y/x , м	x_1	x_2	x_3	x_4		Рівняння
y_1	V_{x1}	V_{x2}	V_{x3}	V_{x4}		$V_x = A_{y1}x^2 + B_{y1}x + C_{y1}$
y_2	V_{x1}	V_{x2}	V_{x3}	V_{x4}		$V_x = A_{y2}x^2 + B_{y2}x + C_{y2}$
y_3	V_{x1}	V_{x2}	V_{x3}	V_{x4}		$V_x = A_{y3}x^2 + B_{y3}x + C_{y3}$
y_4	V_{x1}	V_{x2}	V_{x3}	V_{x4}		$V_x = A_{y4}x^2 + B_{y4}x + C_{y4}$
y_5	V_{x1}	V_{x2}	V_{x3}	V_{x4}		$V_x = A_{y5}x^2 + B_{y5}x + C_{y5}$

Здійснюють складання системи диференціальних рівнянь руху частинки у ПСК відносно декартової системи координат X_{oy}

$$\begin{cases} \ddot{x} = -k_n (\dot{x} - V_x) \sqrt{(\dot{x} - V_x)^2 + (\dot{y} - V_y)^2} \\ \ddot{y} = -k_n (\dot{y} - V_y) \sqrt{(\dot{x} - V_x)^2 + (\dot{y} - V_y)^2} - q \end{cases} \quad (2.4)$$

Систему диференціальних рівнянь (2.4) розраховують із використанням методу Рунге-Кутта.

Застосування удосконаленого експериментально-теоретичного методу (ETM) розрахунку призводить до підвищення точності визначення траєкторії частинок зернового матеріалу в пневмосепараторі, а також швидкості і напрямку руху цих частинок на виході з пневмосепаратора. Це сприяє більш точному визначенню конструктивних параметрів елементів пневмосистеми, що з ними пов'язані, таких як повітрярозподільники, відводи, осадові, розділові камери, пиловловлювачі і інші.

2.2 Обґрунтування схеми технологічного процесу сепарування олійної сировини у пневморешітному сепараторі із замкненою повітряною системою

Зерноочисні машини попередньої обробки зерна і насіння можна класифікувати за різними ознаками, такими як мобільність, подільність на фракції, тип вентиляторів, системи повітряного потоку, канали повітряного потоку, тип решіт і інші [5]. В аналізі технічних засобів попередньої обробки зерна з замкненою повітряною системою приведені найбільш ідентичні технічні рішення, на яких ґрунтується обґрунтування технологічної схеми пневморешітного сепаратора для попереднього очищення олійної сировини соняшнику.

Машина попередньої обробки зерна пневмоінерційного типу включає транспортер з комірчастою робочою поверхнею, плоскі решета, осьовий вентилятор, канал аспірації та пневмоінерційну камеру [6]. Аналогічна машина пневмоінерційного типу із бічною подачею зерна включає відцентровий вентилятор із регулятором структури повітряного потоку, повітряний канал, осадову камеру, камери для основної культури і великих домішок [11].

Деякі зерноочисні машини із замкненою повітряною системою мають спільний недолік - відсутність решітної частини для виділення великих домішок, що погіршує якість очищення вихідного матеріалу. Відомий решітний сепаратор включає завантажувальний пристрій, горизонтальне циліндричне решето, пристрій виведення фракції сходу, перфорований лоток-інтенсифікатор і повітророзподільний канал з діаметральним вентилятором.

Недоліком цієї моделі є розімкнена пневмосистема, що значно підвищує її енергоємність, та викиди легких домішок, які екологічно небезпечні для працівників. Запропонована схема технологічного пневморешітного сепаратора зі замкнутою повітряною системою (рис. 2.4) вирішує ці недоліки шляхом використання пневмосепаруючої і осадової камер із складною геометричною поверхнею, з'єднаних всмоктувальним каналом з діаметральним вентилятором, створюючи тим самим замкнуту повітряну систему. Це поліпшує процес виділення легких домішок, зменшує енергоємність пневмосепарації та забрудненість навколишнього середовища.

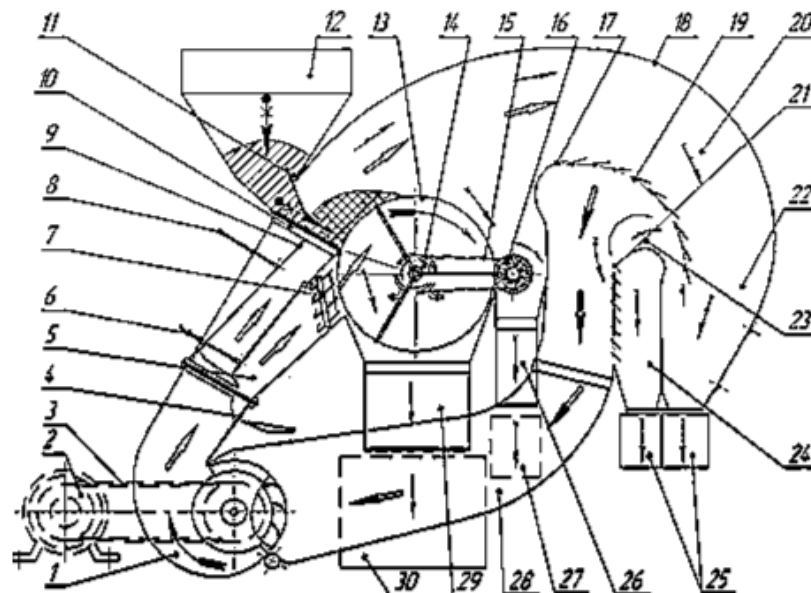


Рисунок 2.4 - Схема технологічна пневморешітного сепаратора ОСС із замкненою повітряною системою.

Технологічний процес функціонування пневморешітного сепаратора (ПРС) описується наступним чином. Повітряний потік, який виникає від діаметральної вентилятора 1, має привід від електродвигуна 2 постійного струму і ремінної передачі 3. Цей потік направляється до повітророзподільника

5, де за допомогою важеля управління середньою рухомою стінкою 6 він розподіляється між жалюзі розподільника повітря 7 і лотком-інтенсифікатором 10. Подача зернової маси надходить з бункера 12, і заслінкою 11 регулюється її потік. Зміна положення подовжувача задньої рухомої стінки 9 дозволяє регулювати інтенсивність псевдозрідженого шару зернового вороху на лотку-інтенсифікаторі. Тут відбувається сегрегація, де зерно, як більш важка фракція, опускається в нижній шар, тоді як легкі домішки розташовуються у верхньому шарі. Завдяки обертанню циліндричного решета 13, що отримує привід від мотор-редуктора 14, і щітковому очищувачу 16, зерно прокидається через решето і подається через канал очищеного зернового матеріалу 29 до бункера 30. Великі домішки, рухаючись в зону щіткового очисника 16 за рахунок обертання циліндричного решета, потрапляють через канал великих домішок 26 до бункера великих домішок 27. Регулювання повітряного потоку відбувається за допомогою жалюзі 7, яка пронизує циліндричне решето і частково зерновий ворох. Повітровідокремлені домішки переміщуються по каналу 20 і потрапляють в зону осадової камери I-го ступеня очищення 22. Під впливом відцентрових сил і сил гравітації легкі домішки (пил, дрібні частинки соломи, полови) притискаються до обичайки 18 і рухаються по стінці корпусу в бункер домішок 25. Завдяки розрідженню, що створюється під робочою поверхнею жалюзі I-й і II-й ступенів очищення осадової камери, повітряний потік направляється в усмоктувальний канал вентилятора 28. Вирівнювання повітряного потоку в вентиляторі здійснюється за допомогою жалюзі 4. Легкі домішки потрапляють через жалюзі 19 у вхідний канал II-го ступеня очищення 23 і далі в осадочну камеру II-го ступеня очищення.

Розрахункова питома продуктивність пневморешітного сепаратора може перевищувати продуктивність існуючих зерноочисних машин, оснащених циліндричними решетами з горизонтальною віссю обертання і зовнішньою робочою поверхнею, в 1,5-2,0 рази.

Пневморешітний сепаратор має просту конструкцію, меншу металоенергоємність порівняно з існуючими машинами попереднього очищення зерна, відсутність вібруючих і коливаючих елементів конструкції, високу

технологічну та експлуатаційну надійність і майже не травмує обробляємий матеріал.

Використання циліндричного решета з горизонтальною віссю обертання і діаметрального вентилятора дозволяє розробляти пневморешітні сепаратори модульного типу з продуктивністю від 10 до 50 тонн на годину за принципом подібності.

Введення жалюзійного повітророзподільника з регульованими жалюзі, рухомими середньою та задньою стінками, 2-х ступінчастої осадової камери та зворотнього повітряного каналу в конструкцію сепаратора дозволяє обґрунтувати технологічну схему і процес роботи пневморешітного сепаратора із замкнутою повітряною системою.

2.3 Дослідження режимів роботи та параметрів жалюзійного повітророзподільника

Насінневий ворох соняшнику, що подається з бункера комбайну, часто має підвищену вологість та значну кількість домішок. У випадках, коли вологість насіння перевищує рекомендовані 12-14%, а вміст вологи в стеблах та кошиках сягає 37-68% відповідно, це може призводити до зволоження сухих насінневих партій, що ускладнює їх транспортування та обробку. З метою уникнення самозігрівання, псування, розвитку шкідників та хвороб, а також для зниження кислотності, необхідно провести попереднє очищення та сушіння насіння перед його вивезенням на приймальні пункти.

Перший етап очищення насіння соняшнику часто включає в себе відділення його складових з урахуванням аеродинамічних властивостей та критичних швидкостей вітання. Сучасні високопродуктивні машини для попереднього очищення зерна, як правило, використовують принцип поділу частинок за допомогою повітряного потоку [16]. Незважаючи на широке використання цього принципу, кількісні закономірності руху частинок з урахуванням опору повітряному середовищу залишаються предметом досліджень [13].

Попередні дослідження аналогів пневмосепаратора у виробничих умовах підкреслили необхідність оптимізації параметрів та режимів роботи повітророзподільника ПРС. Покращення ефективності попередньої очистки олійної сировини соняшнику можливе через теоретичне вивчення параметрів та режимів роботи повітророзподільника ПРС. Основною метою удосконалення ПРС є проведення теоретичних досліджень руху сміттєвих часток олійної сировини соняшнику у повітряному потоці сепаратора.

Для визначення та налаштування параметрів та режимів технологічного процесу пневморешітного сепаратора (ПРС) використовується схема технологічна, яка передбачає використання зернового сепаратора з замкненою системою повітряного обігу (рисунок 2.4).

Наявність регульованих задньої та середньої стінок дозволяє змінювати режим інтенсивності процесу псевдозрідження зернового шару вздовж лотка-інтенсифікатора та в жалюзійному повітророзподільнику 5. Це досягається завдяки тому, що серед всіх жалюзі лише непарні жалюзі I є нерухомими, тоді як парні рухомі жалюзі II можуть змінювати кут нахилу α до нерухомих. Це дозволяє регулювати "живий перетин" повітророзподільника, швидкість повітряного потоку та вибирати оптимальний режим пневмосепарації при обробці матеріалів з різними аеродинамічними характеристиками (рисунок 2.5).

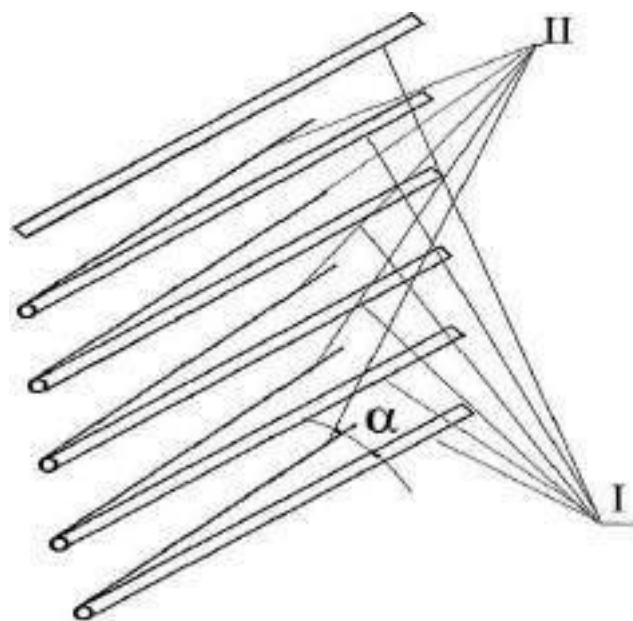


Рисунок 2.5 – Нерухомі та рухомі жалюзі, I– нерухомі жалюзі, II – рухомі жалюзі, α – кут нахилу рухомої жалюзі до нерухомої.

Аналізуючи умови переходу зернового потоку з лотка-інтенсифікатора на циліндричне решето (рис. 2.6)

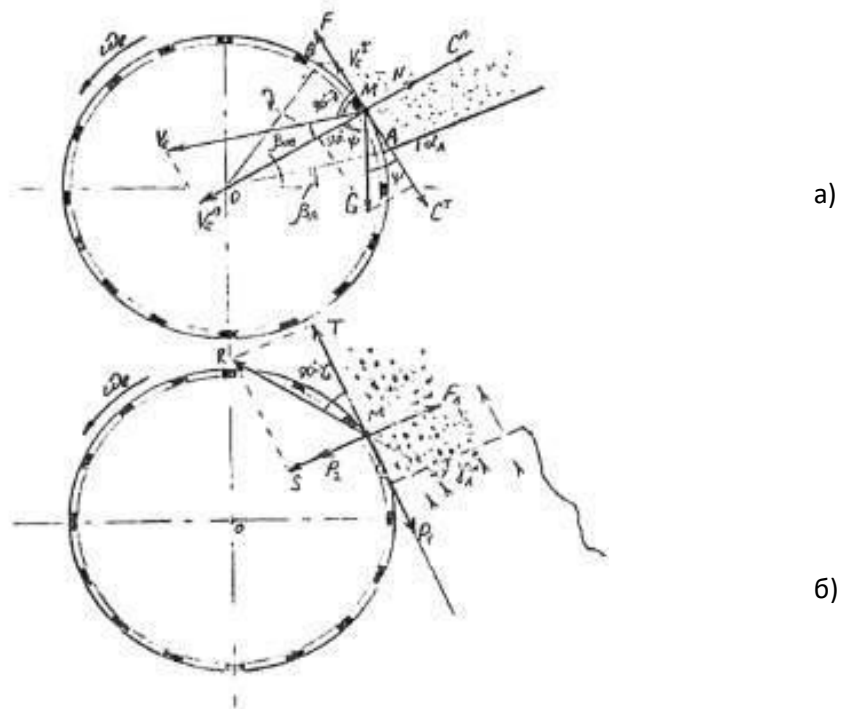


Рисунок 2.6 - Схема до визначення умов переходу зернового потоку з лотка-інтенсифікатора на циліндричне решето. а) схема сил, діючих на зерно без впливу повітря; б) схема сил, діючих при впливі повітря на зерно крізь лоток-інтенсифікатор

Для дослідження руху складової ОСС представимо її у вигляді матеріальної точки (частинки), яка здійснює складний рух (Рис. 2.7).

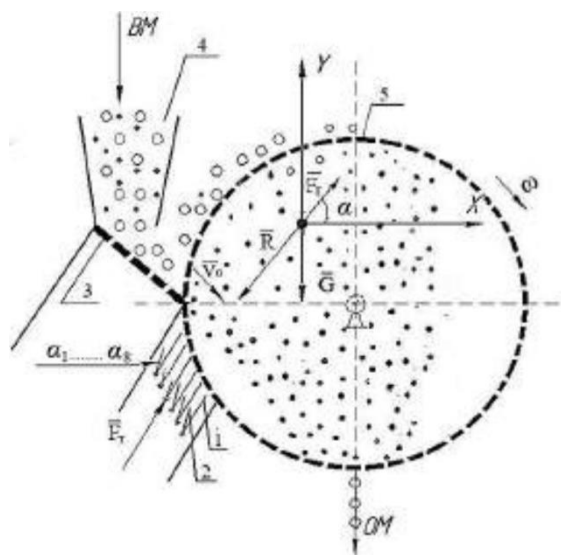


Рисунок 2.7 - Схема розрахунку руху частинки у повітряному потоці. 1 – нерухома жалюзі; 2 – рухома жалюзі, 3 – лоток-інтенсифікатор, 4 – бункер, 5 – решето циліндричне.

По рівнянню відносного руху:

$$ma_{en} = \sum F_k + F_n^i + F_k^i \quad (2.5)$$

де m - маса частинки, кг; a_{en} - відносне прискорення; $\sum F_k$ - сума сил, діючих на частинку; F_n^i - переносна сила інерції; F_k^i - кориолісова сила інерції.

Визначаємо суму проекцій всіх сил на вісь Ox

$$\sum F_{ox} = F_m \times \cos \alpha - R \times \cos \alpha \quad (2.6)$$

Знаходимо суму проекцій на вісь y , діючих на частинку сил:

$$\sum F_{oy} = F_m \times \sin \alpha - R \times \sin \alpha - G = k_n \times V_n^2 \times m \times \sin \alpha - \mu V_y^{60} \times \sin \alpha - mg \quad (2.7)$$

Остаточна відносна швидкість частинки визначиться:

$$V_e = \sqrt{(V_x^e)^2 + (V_y^e)^2} = \left\{ \left[e^{-\frac{\mu}{m} \cos \alpha} \left(V_{ox}^e - \frac{k_n \times V_n^2 \times m}{\mu} \right) + \frac{k_n \times V_n^2 \times m}{\mu} \right]^2 + \left[e^{-\frac{\mu}{m} \sin \alpha} \left(V_{oy}^e + \frac{gm}{\mu \sin \alpha} - \frac{k_n \times V_n^2 \times m}{\mu} \right) - \frac{gm}{\mu \sin \alpha} - \frac{k_n \times V_n^2 \times m}{\mu} \right]^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \quad (2.8)$$

Згідно здійснених розрахунків була розроблена математична модель руху частинки у повітряному потоці пневморешітного сепаратора (ПРС). Ця модель враховує швидкість повітря та аеродинамічні характеристики частинки олійної сировини соняшнику. Отримана модель дозволяє провести аналіз робочого процесу жалюзійного повітророзподільника і сприяє зниженню енерговитрат на сепарацію у повітряному потоці.

3. ПРОГРАМА І МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Програма досліджень

З метою виконання визначених завдань та аналізу етапу попереднього очищення олійної сировини соняшнику, було розроблено програму експериментальних досліджень. Зокрема, було спроектовано обладнання, розроблено програму та визначено методику для встановлення параметрів та режимів роботи жалюзійного повітророзподільника пневморешітного сепаратора (ПРС) для очищення олійної сировини соняшнику (ОСС).

Основні завдання програми експериментальних досліджень включають:

1. Розробка обладнання для експериментальних досліджень.
2. Створення програмного забезпечення для контролю та регулювання роботи жалюзійного повітророзподільника ПРС.
3. Визначення статистичних характеристик якості ОСС, таких як фракційний склад, аеродинамічні властивості та натура.
4. Обґрунтування параметрів та режимів роботи жалюзійного повітророзподільника ПРС для оптимального очищення ОСС.
5. Проведення виробничих випробувань та здійснення техніко-економічної оцінки роботи ПРС попереднього очищення ОСС із замкненою пневмосистемою.

Виконання цих завдань дозволить здійснити комплексні дослідження та впровадити удосконалення у технологічному процесі очищення олійної сировини соняшнику за допомогою ПРС, забезпечуючи оптимальні параметри та ефективність очищення матеріалу.

3.2 Методика досліджень визначення фракційного складу соняшнику

Для проведення відбору, формування проб та виділення наважок використовували ряд спеціальних інструментів та обладнання:

1. Пробовідбірник або щуп різних конструкцій:

- використовувався відповідно до чинної нормативно-технічної документації для точного відбору проб з матеріалу.

2. Ваги для зважування:

- циферблатні ваги з похибкою не більше 1,0 г;

- лабораторні ваги загального призначення з похибкою не більше 0,01 г.

3. Ділильна - змішувачий пристрій (БІС-1):

- використовувався для однорідного змішування проб та формування середньодобових проб.

4. Мірки для формування середньодобових проб:

- використовувалися для точного вимірювання обсягу та кількості проб.

5. Планки дерев'яні та совочок:

- служили для розділення та рівномірного розподілу проб.

6. Ємності для проб і наважок:

- використовувалися для зберігання та тимчасового виділення проб і наважок.

7. Інструменти для визначення сміттєвих та олійних домішок:

- лабораторні ваги з різною похибкою зважування;

- дошка лабораторна, шпатель та совочок для обробки та розподілу матеріалу;

- чашки для наважок для точного вимірювання маси наважок;

- комплект лабораторних сит з решітного полотна для сортування матеріалу за розмірами;

- магніт постійний для виділення магнітних домішок.

Процедура визначення якості вихідного матеріалу на олійно-переробних підприємствах базується на аналізі відібраних зразків навішувань. Для цього використовується наступний метод:

1. Відбір вихідного зразка:

- відбирається вихідний зразок із вихідного матеріалу;

- щуп застосовується для відбору невеликої кількості матеріалу за один раз.

2. Відбір із машини:

- відбір відбирається з машини циліндричним щупом;
- зазначаються конкретні місця відбору: по периметру борта на відстані 50 см і в центрі кузова;
- відбір виконується на всій глибині кузова машини в кожному з вказаних місць.

3. Маса вихідного зразка:

- маса вихідного зразка насіння олійної сировини соняшнику повинна складати не менше 2000 г.



Рисунок 3.1 – Досліджуване насіння

Процедура обробки вихідного зразка включає наступні кроки:

1. Висипання та перемішування:

- вихідний зразок висипається на гладку поверхню;
- проводиться ретельне перемішування зразка.

2. Розміщення у вигляді квадрата:

- зразок розстеляють у вигляді квадрата товщиною не більш 2 см.

3. Хрестоподібний розподіл:

- за допомогою дерев'яного бруска здійснюється хрестоподібний розподіл зразка по діагоналях квадрата;
- результатом цього розділення зразка є чотири частини.

4. Видалення протилежних частин:

- дві протилежні частини видаляються.

5. Формування середнього зразка:

- дві частини, що залишились в сукупності складають середній зразок.

6. Відбір домішок:

- з першого середнього зразка вибирають сторонні домішки, такі як грудочки землі, камінчики, уламки стебел, які не можуть рівномірно розподілятися по всій масі середнього зразка.

7. Хрестоподібний розподіл для наступних зразків:

- залишений матеріал після відбору великих домішок піддається хрестоподібному розподілу, так само як було зроблено раніше.

8. Формування наступних середніх зразків:

- виділений матеріал після кожного хрестоподібного розподілу складає наступний середній зразок.

- цей процес повторюється, доки маса матеріалу в черговому середньому зразку не досягне 100 г.

При оцінці якості вихідного матеріалу насінного призначення проводять розподіл на наступні категорії: основне насіння культури, олійні та сміттєві домішки. Серед сміттєвих домішок виокремлюють проходження через сита з отворами 3,0 мм, залишки на ситі такого діаметру, мінеральні та органічні домішки, порожні насіння, насіння дикорослих і культурних рослин, зіпсовані насіння соняшнику тощо.

Олійні домішки включають у залишок на ситі 3,0 мм насіння соняшника, пошкоджені або руйновані насіння з залишками ядра менше половини, насіння змінених кольорів внаслідок різних факторів, недостиглі, пророслі, пошкоджені морозом, а також насіння, що піддавались нападу рослиноїдних клопів.

Насіння основної культури включає усе насіння, яке не відноситься до відходів. Під час відбору навісок спочатку виділяють дрібне і шупле насіння, а також невеликі домішки.

Вміст некондиційного насіння та дрібних домішок визначають шляхом просівання навішення через лабораторні решета. Процес просівання виконують

на лабораторних решетах, при цьому решето піддають ручному зворотно-поступальному руху у горизонтальному напрямку з розмахом близько 10 см. Для повного просіювання дрібного і щуплого насіння та малих домішок решето здійснює рух не менше 3 хвилин.

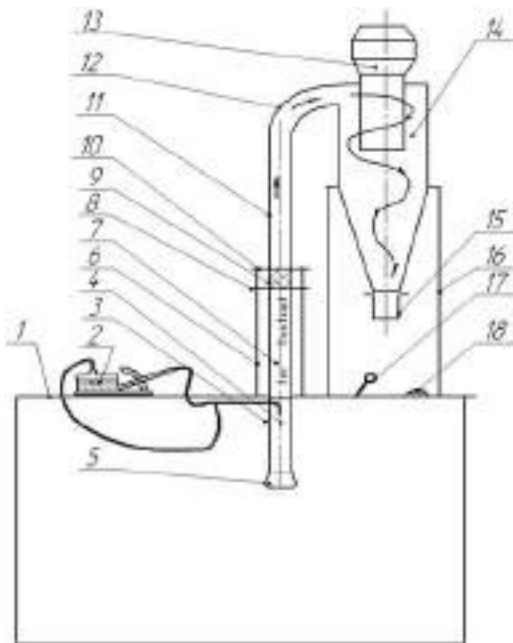


Рисунок 3.2 – Олійне насіння після просіювання.

Лабораторні решітки для визначення вмісту некондиційного насіння і домішок мають отвори діаметром 6 мм для виділення великих домішок і 3 мм для дрібних, а надалі після процедури просівання матеріал, який залишився на решеті, розділяють на складові: насіння основної культури та відходи.

3.3 Методика визначення критичної швидкості і коефіцієнту парусності соняшнику

При проведенні експериментальних досліджень використовують наступне обладнання: ротаметричний порційно-парусний класифікатор РПК-30, мікроманометр ММН-240, дифманометр МР 200, цифровий дифманометр DT 8920, трубка Піто-Прандтля, подовжена трубка ротаметра з дифузором та відомість результатів експериментальних досліджень, а визначення критичної швидкості та коефіцієнту парусності складових олійної сировини соняшнику проводиться за допомогою модернізованого парусного класифікатора РПК-30 (рис. 3.3).



а



б

а – схема технологічного процесу; б – загальний вид устаткування

Рисунок 3.3 – Модернізований ротаметричний порціонно-парусний класифікатор РПК-30: 1 – стіл; 2 – мікроманометр ММН-240; 3 – трубка Піто-Прандтля; 4 – подовжена трубка ротаметра; 5 – дифузор; 6 – стояк; 7 – трубка ротаметра; 8 – фланець стояка рухомий; 9 – касета; 10 - фланець нерухомий; 11 – канал пневмосепаруючий; 12 – коліно; 13 – електродвигун вентилятора; 14 – циклон; 15– стакан; 16 – опора; 17 – важіль; 18 – ЛАТР.

Стіл 1 і та стояк 6 на якому встановлено подовжену трубку ротаметра 4, яка з'єднана з ротаметричною трубкою 7 ротаметра. Через рухомий фланець 8 стояка 6, касету 9 і нерухомий фланець 10 з'єднано з пневматичним сепаруючим каналом 11. В подовжену трубку ротаметра 4 на відстані шести еквівалентних діаметрів від низу дифузора 5 введено трубку Піто-Прандтля 3, яка з'єднана з мікроманометром ММН-240. По стояку 6 ковзає фланець 8 подовженої трубки ротаметра 4. До нижньої частини подовженої трубки ротаметра №4 приєднано вхідний дифузор 5. Подовжена трубка ротаметра з дифузором, за допомогою важеля 17, вмонтованого в стіл 1, може переміщуватися вертикально вгору і притискати установлену у спеціальне

гніздо верхнього фланця 10 касету 9 до нижнього торця фланця 10 пневмосепаруючого каналу 11.

На опорі 16 змонтовано циклон 14, в верхній частині якого встановлено електродвигун №13 з вентилятором, а сам циклон через коліно 12 з'єднаний з пневмосепаруючим каналом 11. На вихідній трубці циклона, в нижній його частині корпуса, встановлено приймальний стакан 15. Для встановлення подовженої трубки ротаметра і пневмосепаруючого каналу у вертикальне положення на ніжках стола 1 є регулювальні опори. Поплавок ротаметра для проведення експерименту не встановлюється, а регулювання швидкості повітряного потоку забезпечується зміною частоти обертання вала вентилятора за допомогою латра 18. Робота класифікатора полягає в наступному. «Тіло» (насіння, домішки), розміщується на рідкій сітці касети 9 у аеродинамічній трубці і під дією вентилятора 13 створюється повітряний потік по замкненому контуру повітровою. Змінюючи швидкість повітря, підбирають його так, щоб тіло «зависало» в повітрі, не падаючи до низу і не улітаючи вгору. Швидкість повітряного потоку визначається за допомогою мікроманометра ММН-240, дифманометра МР 200, дифманометра цифрового ДТ 8920 і трубки Піто-Прандтля. Додатково для проведення експерименту використовувалось: подовжена трубка ротаметра з дифузором; набір лабораторних решіт; ваги настільні та ВЛТК-500; лінійка; совки; шпателі; відомість аналізу насінневого вороху.

3.4. Методика по визначенню натури олійного насіння

Пурка літрова ПХ-2 з падаючим вантажем використовується для визначення натури насіння соняшнику (зерна, вівса, жита та ін.) і застосовується в лабораторіях зерноприймальних та переробних підприємств. Основні компоненти цієї пурки для визначення натури зерна (див. рис. 3.4) включають пенал, мірку, наповнювач, циліндр насипання, падаючий вантаж та ніж.



Рисунок 3.4 – Дослідження натури літровою пуркою ПХ-2

Для визначення натури на літровій пурці спочатку відбирають середню пробу, великі домішки виділяють, просіюють на ситі з отворами 6 мм і ретельно перемішують. Ящик, на якому розташовані окремі частини пурки, розміщують на горизонтальному столі. Мірку, з опущеним у неї падаючим вантажем, підвішують до коромисла терезів з правого боку, а з лівого - чашку для гирь. Перевіряють врівноваженість одне одного. Якщо рівновага відсутня, пурку вважають непридатною. Падаючий вантаж виймають з мірки і розташовують її в спеціальному гнізді на кришці ящика. У щілину мірки вставляють ніж, на який кладуть вантаж, а потім на мірку надягають наповнювач. При користуванні пуркою, насіння соняшнику насипають в циліндр при закритій заслінці рівною струменем до риси всередині циліндра. Циліндр встановлюють на наповнювачі, відкривають обережно заслінку і насіння висипають в наповнювач. Після висипання насіння соняшнику в наповнювач циліндр знімають. Ніж швидко і без струсу виймають з щілини, а після того, як вантаж і насіння впадуть в мірку, знову вставляють ніж з тими ж застереженнями в щілину. Окремі насінини, які потраплять між лезом ножа і краями щілини, перерізаються ножем. Мірку разом з наповнювачем знімають з гнізда, перекидають, притримуючи ніж і наповнювач, і висипають на ножі залишок насіння. Наповнювач знімають, видаляють залишене на ножі насіння і виймають ніж з щілини.

Мірку з насінням соняшнику зважують і визначають натуру. Для кожного зразка насіння соняшнику проводять не менше двох паралельних визначень природи. За натуру насіння приймають середнє арифметичне двох або декількох паралельних визначень. Зважування насіння соняшнику при визначенні природи на літровій пурці проводять з похибкою не більше 0,5 г., а результати визначення природи на літровій пурці фіксують з точністю до 1,0 г.

3.5 Методика визначення параметрів та режимів роботи жалюзійного повітророзподільника

Для проведення експериментальних досліджень технологічного процесу роботи жалюзійного повітророзподільника використовувався спеціальний стенд (рис. 3.5), який складається з кількох основних компонентів, а саме: рами, вентилятора діаметрального типу, повітророзподільного каналу, жалюзійного повітророзподільника, лотка-інтенсифікатора, циліндричного решета з горизонтальною віссю обертання та зовнішньою робочою поверхнею, щітки очисної з секційним набором ворси, осадової камери, що має два ступені очищення, і блоку з рухомою частиною, що дозволяє регулювати "живий" перетин та структуру повітряного потоку.

Основні параметри та конструктивні розміри стенду були визначені на основі результатів теоретичних досліджень і попередніх пошукових випробувань. Рама має габарити: довжина $L = 3695$ мм, висота $h = 2725$ мм і ширина $b = 1000$ мм. Задня стінка рами виготовлена з фанери товщиною $t = 16$ мм, а фронтальна лицева стінка з оргскла товщиною $t = 5$ мм.

Вентилятор діаметрального типу має 12-лопатевий ротор, і його привід здійснюється від двигуна з фазовим ротором і трансформатором, що дозволяють регулювати оберти ротора від 0 до 1200 об/хв. У верхній частині жалюзійного повітророзподільника розташовано лоток-інтенсифікатор з "живим" перетином 43-45%, довжина якого може бути змінена від 240 до 80 мм шляхом переміщення задньої рухомої стінки. Жалюзійний повітророзподільник

обладнаний блоком з 10 нерухомими і 10 рухомими жалюзі, довжина яких становить 80 і 40 мм відповідно.

Стінка задня, яка може рухатися, має кут відхилення від положення стінки задньої, що залишається нерухомою, рівний 300° . Стінка середня, також рухома, має кут відхилення від положення стінки середньої, яка не рухається, рівний 160° . Бункер складається з двох частин: нижньої, яка є стаціонарною, з об'ємом 70 дм^3 , та верхньої змінної, об'єм якої становить 130 дм^3 . Подача вихідного матеріалу здійснюється за допомогою заслінки, яка відкриває вивантажувальне вікно на висоту до 150 мм. Циліндричне решето (РЦ) закріплено на ньому металеву сітку з квадратними отворами розміром 12×12 і "живим" перетином 78-80%. Циліндричне решето приводиться в рух від мотор-редуктора з електродвигуном потужністю 180 Вт, що забезпечує частоту обертів 18 об/хв. Щітка очисна із секційним набором ворси має частоту обертання 75 об/хв, привід здійснюється за допомогою ланцюгової передачі.

Осадова камера обладнана двома ступенями очистки та блоками з рухомою частиною, що дає можливість регулювати "живий" перетин та структуру повітряного потоку.



Рисунок 3.5 – Машина для попереднього очищення олійного насіння

I--I – перетин заміру динамічного тиску на вході в повітродозподільник;
 II--II – перетин заміру динамічного тиску під жалюзійним повітродозподільником;
 III--III – перетин заміру динамічного тиску в сепаруючій зоні циліндричного решета.

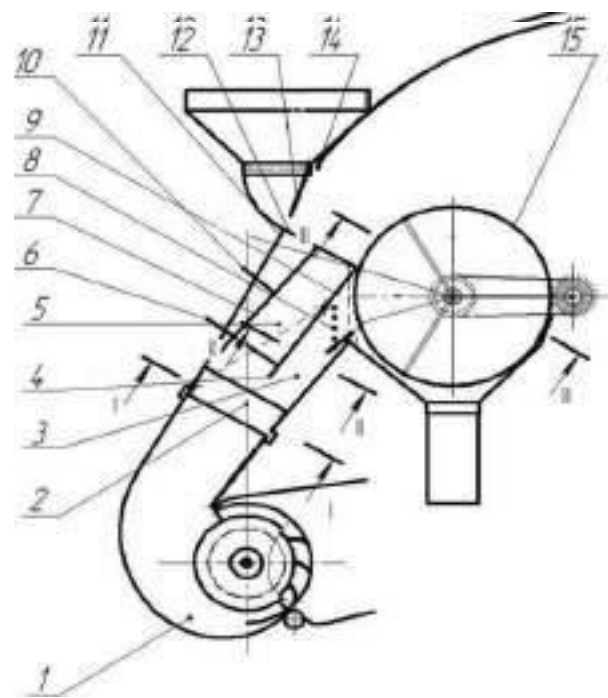


Рисунок 3.6 – Схема розміщення перетинів для вимірювання параметрів повітряного потоку у ПРС

1 – вентилятор діаметральний; 2 – пристрій повітродозподільний; 3 – сепаруюча складова повітродозподільника; 4 – середня рухома стінка; 5 – живляча складова повітродозподільника; 6 – регулятор зміни кута нахилу середньої рухомої стінки; 7 – стінка рухома задня; 8 – повітродозподільник жалюзійний; 9 – нерухома частина середньої стінки; 10 – регулятор зміни кута нахилу задньої рухомої стінки; 11 – задня стінка; 12 – лоток інтенсифікатор; 13 – живлячий устрій; 14 – бункер; 15 – решето циліндричне.

Потік повітря, спрямований до живлячої складової повітродозподільника, проходить між задньою рухомою стінкою, середньою рухомою стінкою та її нерухомою частиною, а також через лоток-інтенсифікатор. Завдяки регулятору кута нахилу для середньої рухомої стінки і регулятору кута нахилу для задньої рухомої стінки, що дозволяють змінювати кут нахилу лотка-інтенсифікатора, забезпечується можливість регулювання інтенсивності впливу повітряного потоку на лоток-інтенсифікатор і, відповідно, на матеріал, що знаходиться на ньому.

Методика передбачає визначення оптимальних значень основних параметрів і режимів роботи жалюзійного повітророзподільника за допомогою наступних параметрів:

- товщини шару насіння над лотком-інтенсифікатором (h , мм), регулюється за допомогою заслінки і визначається для приведеного ефективного розподілу матеріалу;

- величини робочої щілини b (мм), змінюється за рахунок регулювання заслінкою, що впливає на товщину шару насіння;

- частоти обертання вентилятора, яка визначає інтенсивність подачі повітряного потоку;

- кута нахилу середньої рухомої стінки повітророзподільного пристрою, що регулюється для оптимального розподілу матеріалу;

- кута нахилу рухомої жалюзі до нерухомої, що впливає на напрямок повітряного потоку.

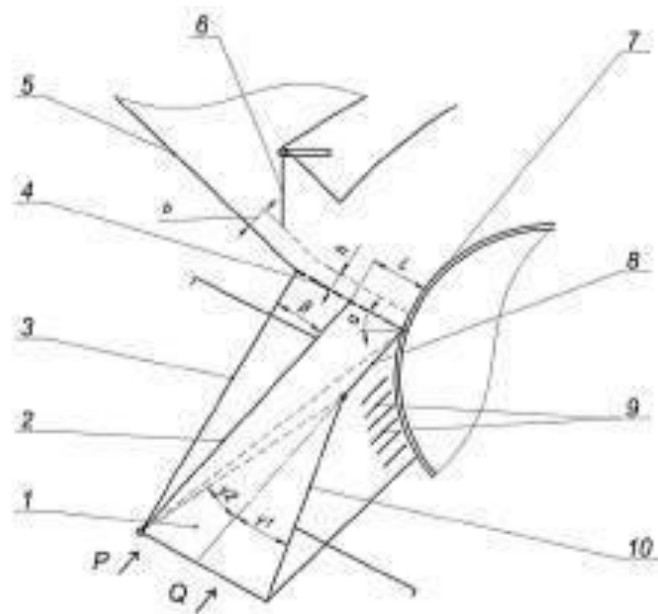


Рисунок 3.7 – Схема повітророзподільного пристрою стенду

1 – повітророзподільник; 2 – стінка задня рухома; 3 – стінка задня; 4 – лоток-інтенсифікатор; 5 – бункер; 6 – заслінка; 7 – циліндричне решето; 8 – стінка середня нерухома; 9 – жалюзі; 10 – стінка середня рухома; α – кут нахилу лотка-інтенсифікатора відносно горизонталі; β – кут нахилу задньої рухомої стінки; γ – кут нахилу середньої рухомої стінки.

Зміна нахилу середньої рухомої стінки забезпечує інтенсивність впливу повітряного потоку на лоток-інтенсифікатор та відповідно на ворох, що знаходиться на ньому. Відносно нульового положення, нахил становить:

- до задньої нерухомої стінки $\gamma_1 = 16,32^\circ$;
- до передньої стінки $\gamma_2 = 18,15^\circ$.

Методика встановлення та визначення параметрів і режимів роботи пневморешітного сепаратору зернового вороху включає в себе визначення наступного:

- значення динамічного тиску P_1 та витрати повітря Q_1 під лотком-інтенсифікатором в перетині I – I;
- значення динамічного тиску P_2 та витрати повітря Q_2 над лотком-інтенсифікатором в перетині II – II;
- значення динамічного тиску P_3 та витрати повітря Q_3 в перетині III – III.

Початок проведення досліджень передбачав встановлюється певної система підготовки, яка включає в себе наступні кроки:

- обкатка лабораторно-виробничого стенду в режимах холостого ходу та роботи з контролем стабільності встановлених параметрів;
- налагодження і регулювання робочих органів і допоміжних устроїв;
- підготовка до роботи вимірювального обладнання;
- встановлення кута нахилу середньої рухомої стінки;
- вибір часу для проведення досліду та уточнення методики досліджень;
- визначення часу на досягнення стаціонарності технологічного процесу;
- визначення діапазону досліджуваних факторів.

Обробка даних здійснених досліджень передбачає використання “Microsoft Office Excel 2007”, “MATLAB 6,5”, Microsoft Visual Studio 2012 на мові C++, Statistica 8.0.

4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ, ТА ЇХ АНАЛІЗ

4.1 Аналіз результатів по визначенню статистичних характеристик олійного насіння

У таблиці 4.1 відображено результати досліджень щодо показників якості олійного насіння.

Таблиця 4.1 - Результати досліджень по визначенню статистичних характеристик олійного насіння

№ п/п	Насіння повноцінні М _{нп} , %	Олійна домішка m _{од} , %	Крупна сміттєва домішка m _{кд} , %	Прохід через сито Ø3мм m _{пс} , %	Легка домішка m _{лд} , %	Сміттєва домішка m _{сд} , %	Чистота Н, %
m	88,503	4,355	2,99	4,231	0,064	7,237	92,762
min	68,7	0,76	0,76	0,3	0,010	2,1	84,6
max	96,8	11,27	6,0	19,13	0,150	22,48	97,1
σ	5,07	2,37	1,75	3,198	0,039	3,778	3,778
v	5,73	54,41	58,496	75,597	59,47	52,208	4,073

На основі аналізу (табл. 4.1. та рис. 4.1), бачимо, що найвищий відсоток склав $M_{нп(max)} = 96,8\%$ згідно математичного очікування $M_{нп(ср)} = 88,503\%$, а мінімальні показники $M_{нп(min)} = 68,7\%$, а значення середньоквадратичного відхилення $\sigma = 5,07\%$, коефіцієнта варіації $v = 5,73\%$.

Згідно результатів досліджень по олійній домішці $m_{од}$ у вхідному матеріалі (табл. 4.1, та рис. 4.2), згідно математичного очікування $m_{од(ср)} = 4,355\%$, максимальні показники $m_{од(max)} = 11,27\%$, мінімальні показники $m_{од(min)} = 0,76\%$, а середньоквадратичні значення відхилення $\sigma = 2,37\%$ та коефіцієнта варіації $v = 54,41\%$.

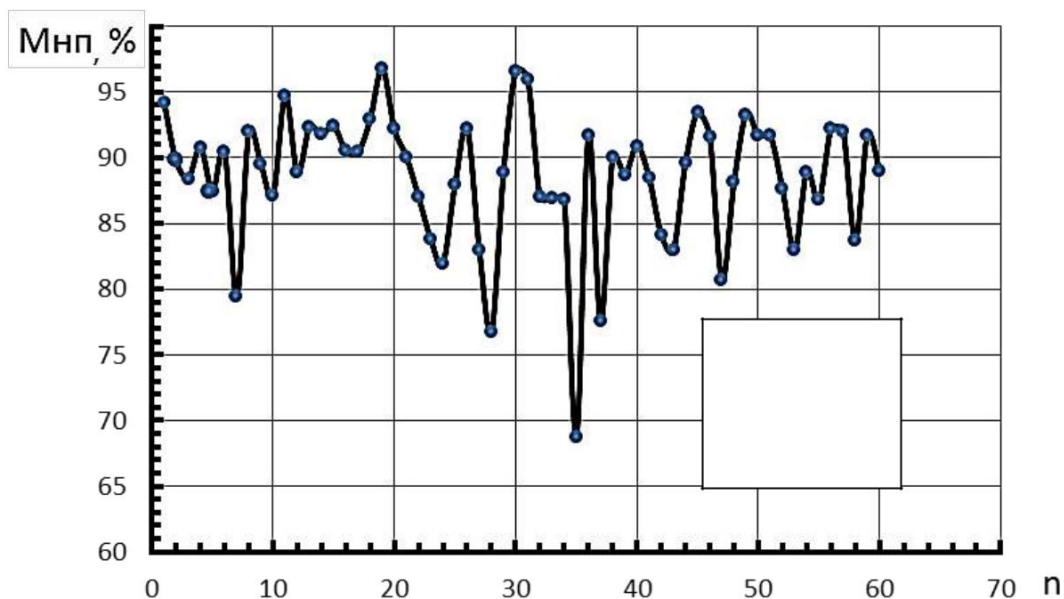


Рисунок 4.1 – Статистичні характеристики насіння повноцінного

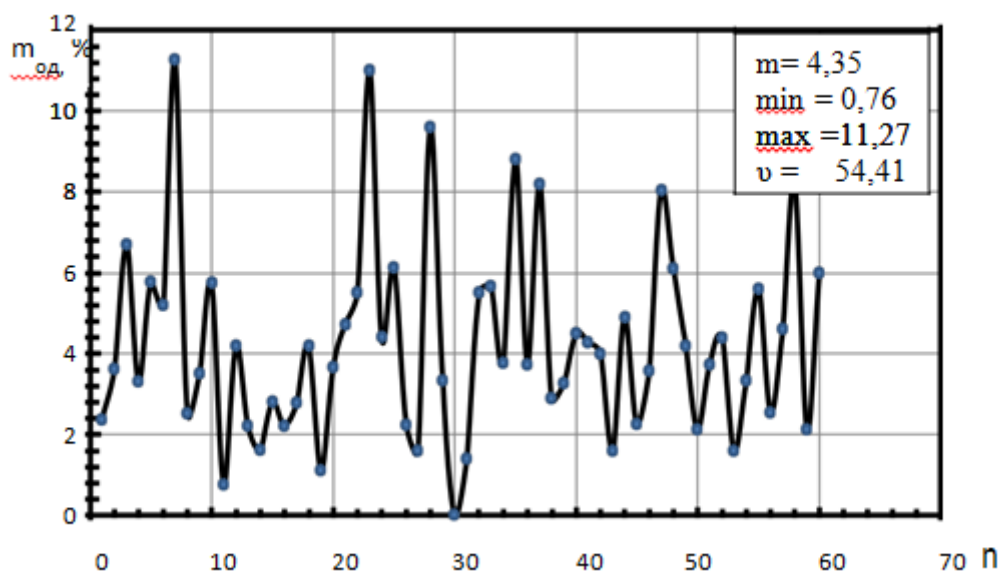


Рисунок 4.2 - Статистичні характеристики олійної домішки

Сміттєві домішки грубі $m_{\text{кд}}$ згідно (табл. 4.1, та рис. 4.3), по математичному очікуванні $m_{\text{кд(ср)}} = 2,99\%$, максимальні показники $m_{\text{кд(max)}} = 6,0\%$, мінімальні показники $m_{\text{кд(min)}} = 0,76\%$, згідно середньоквадратичного відхилення $\sigma = 1,75 \%$ та коефіцієнта варіації $v = 58,496 \%$.

Вміст легких домішок (табл. 4.1, та рис. 4.4) згідно із математичним очікуванням $m_{\text{лд(ср)}} = 0,064\%$, максимальні показники $m_{\text{лд(max)}} = 0,150\%$, мінімальні показники $m_{\text{лд(min)}} = 0,010\%$, значення середньоквадратичного відхилення $\sigma = 0,039 \%$ та коефіцієнта варіації $v = 59,47 \%$.

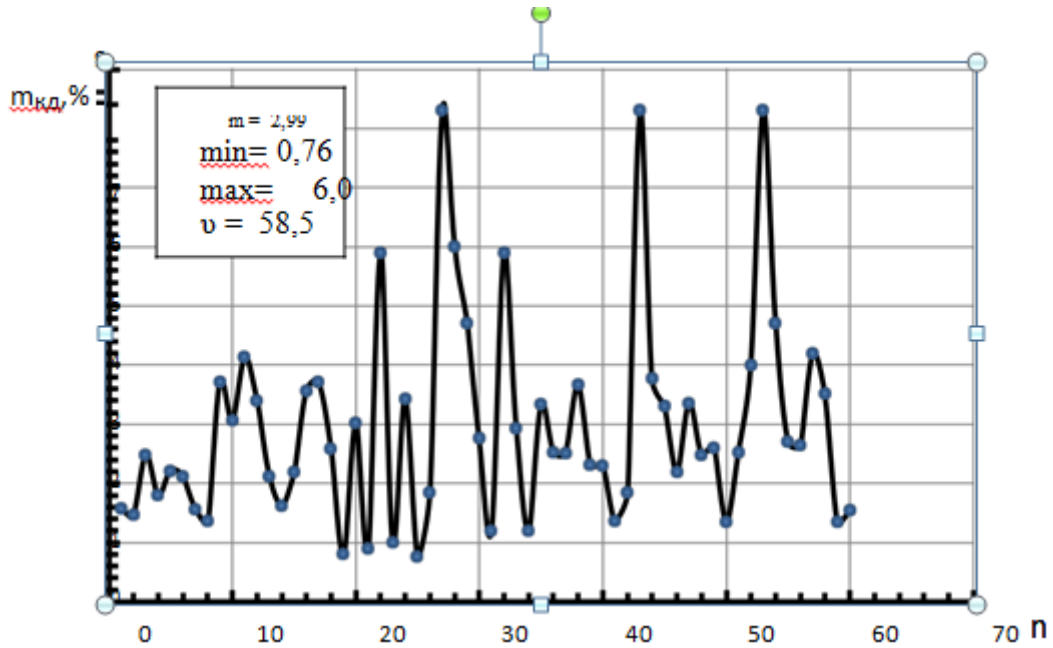


Рисунок 4.3 - Статистичні характеристики крупної сміттевої домішки

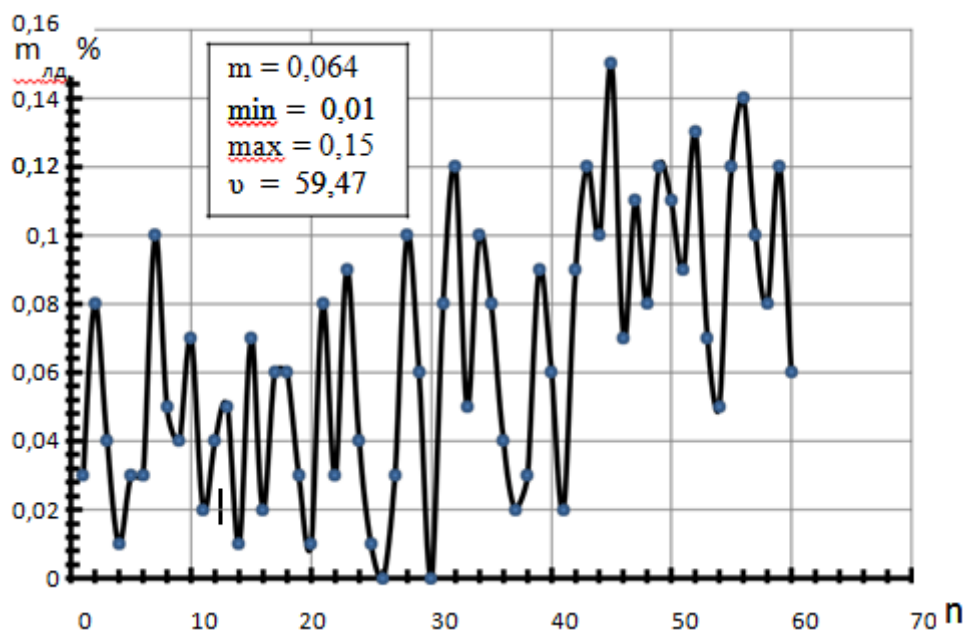


Рисунок 4.4 - Статистичні характеристики легкої домішки

Прохід згідно сита $\emptyset 3\text{мм}$, $m_{\text{пс}}$, по (табл. 4.1, та рис. 4.5), згідно математичного очікування $m_{\text{пс}(cp)} = 4,23\%$, максимальні показники $m_{\text{пс}(max)} = 19,13\%$, мінімальні показники $m_{\text{пс}(min)} = 0,3\%$, значення середньоквадратичного відхилення $\sigma = 3,198\%$ та коефіцієнта варіації $v = 75,597\%$.

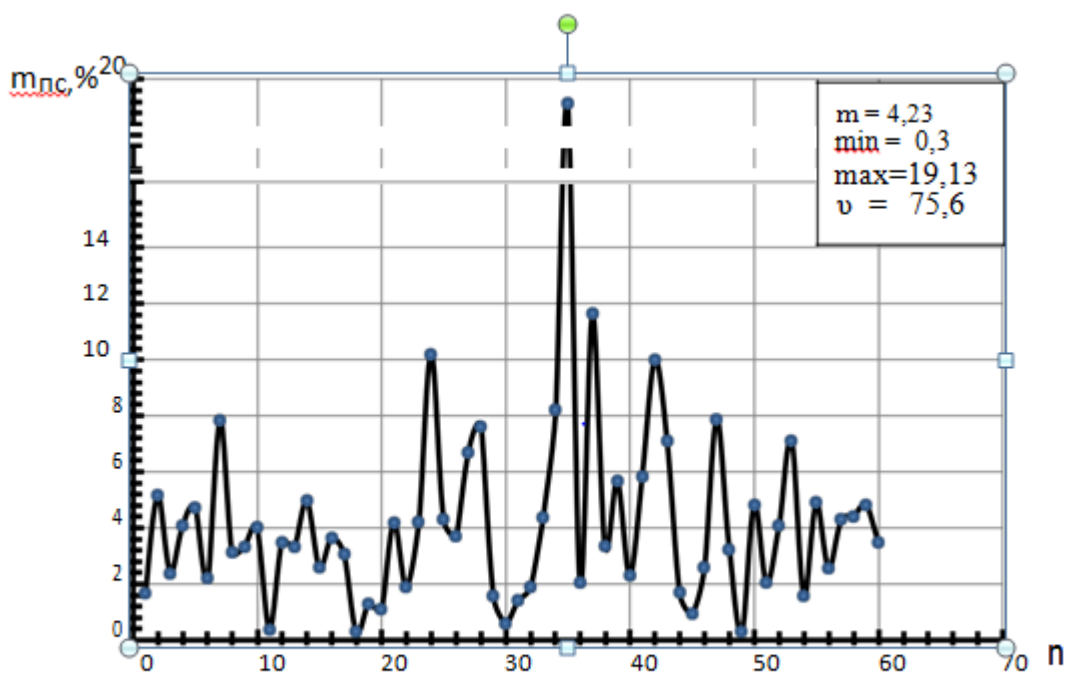


Рисунок 4.5 - Статистичні характеристики проходу через сито \varnothing 3 мм

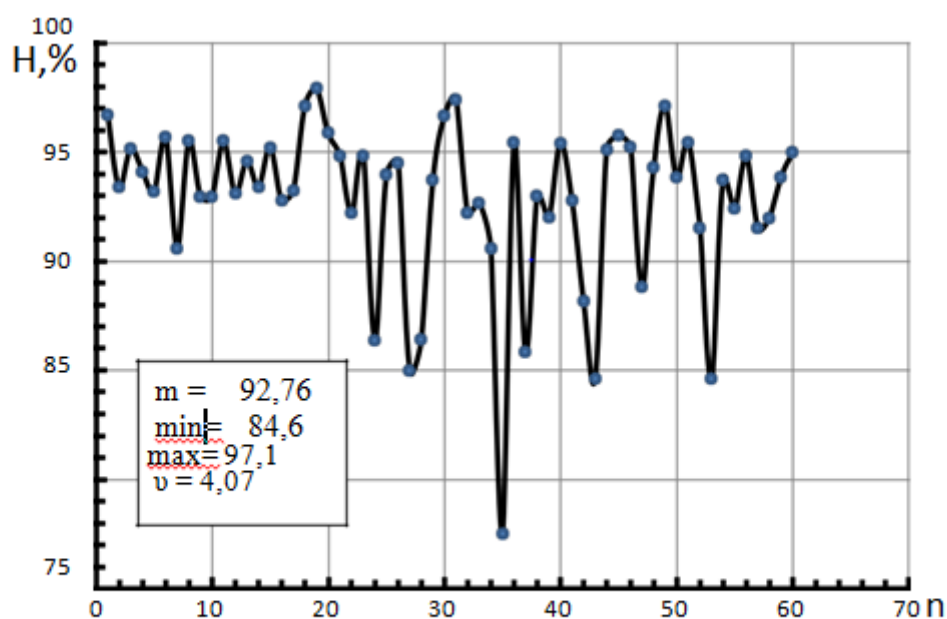


Рисунок 4.6 – Статистичні характеристики чистоти сировини

Значення чистоти вихідного матеріалу по (табл. 4.1., та рис. 4.6), згідно математичного очікування $H_{(cp)} = 92,762$ %, максимальні показники $H_{(max)} = 97,1\%$, мінімальні показники $H_{(min)} = 84,6$ %, згідно середньоквадратичного відхилення $\sigma = 3,778$ % та коефіцієнта варіації $v = 4,073$ %.

4.2 Аналіз результатів по визначенню критичних швидкостей та коефіцієнту парусності олійного насіння

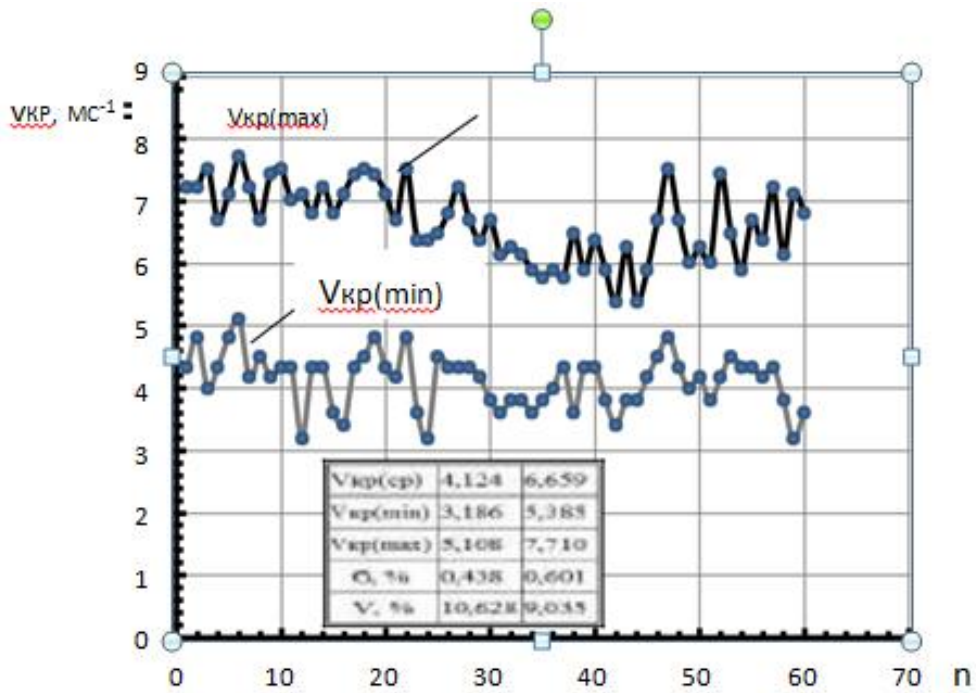


Рисунок 4.7 - Статистичні характеристики критичних швидкостей

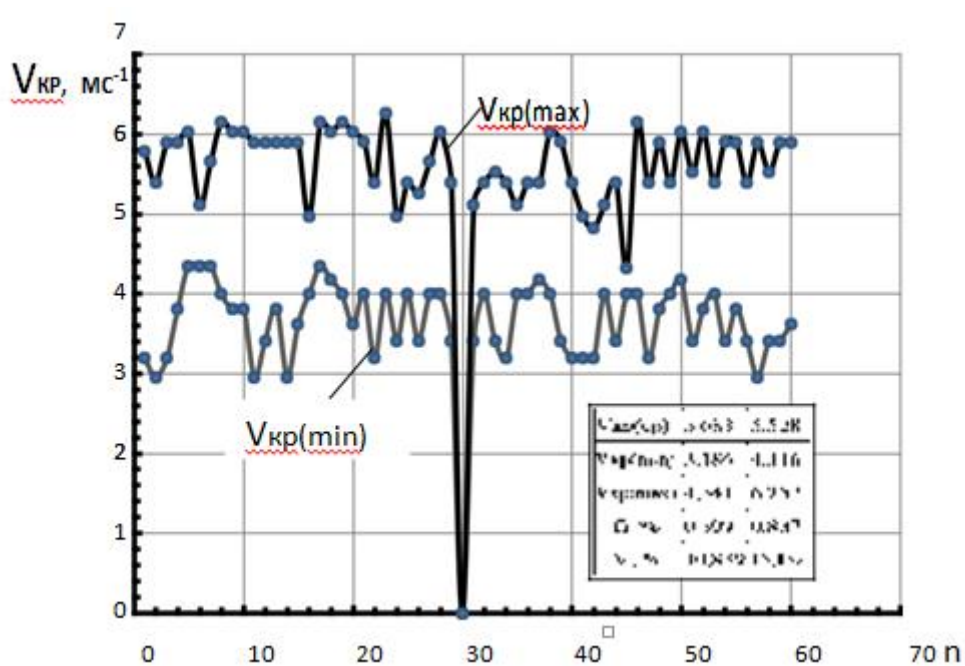


Рисунок 4.8 - Статистичні характеристики критичних швидкостей витання щуплого насіння.

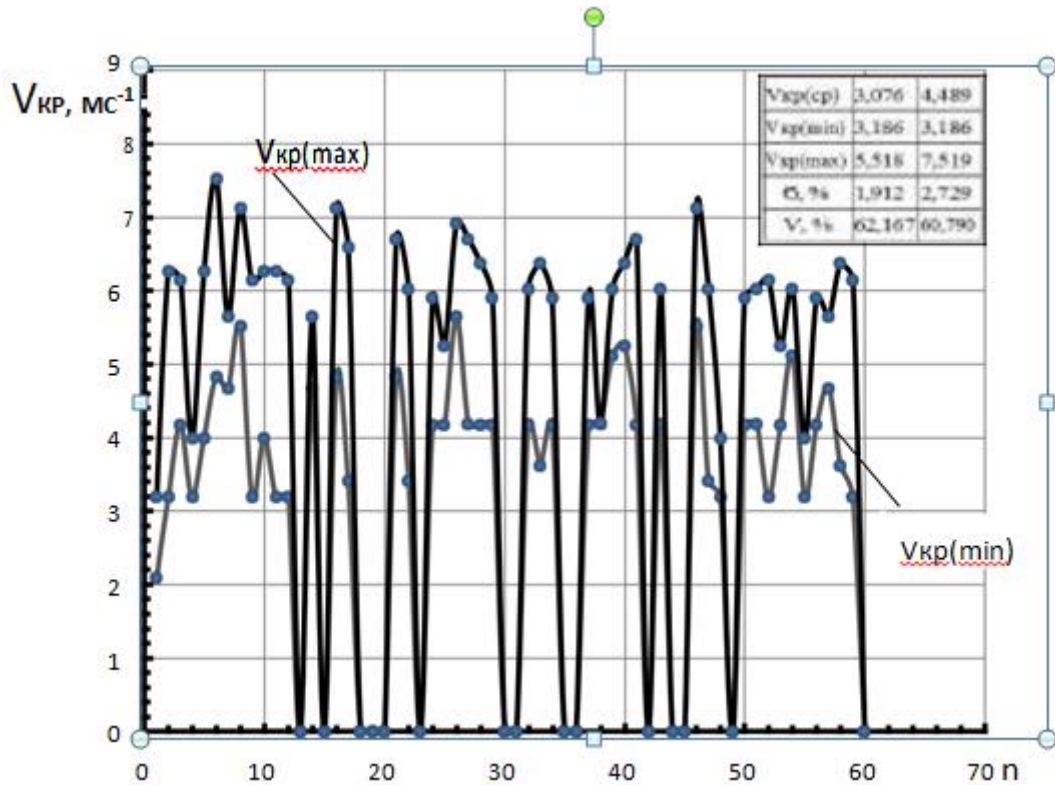


Рисунок 4.9 - Статистичні характеристики критичних швидкостей витання подрібненого насіння.

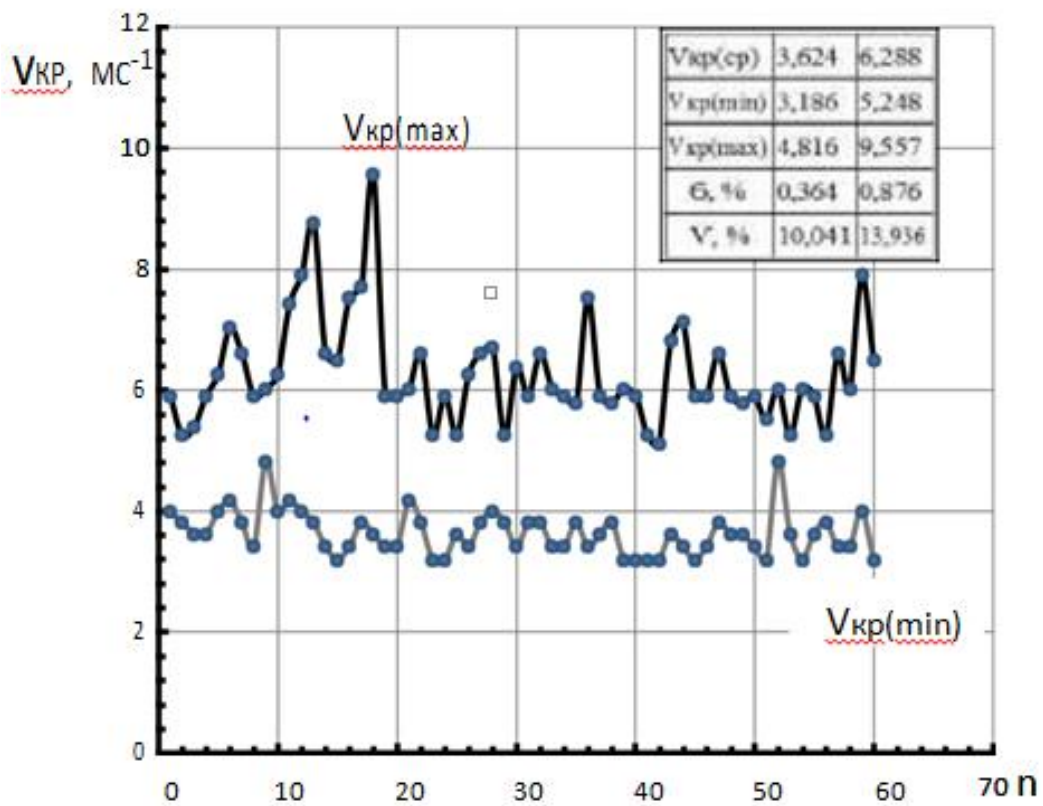


Рисунок 4.10 - Статистичні характеристики критичних швидкостей витання крупних домішок.

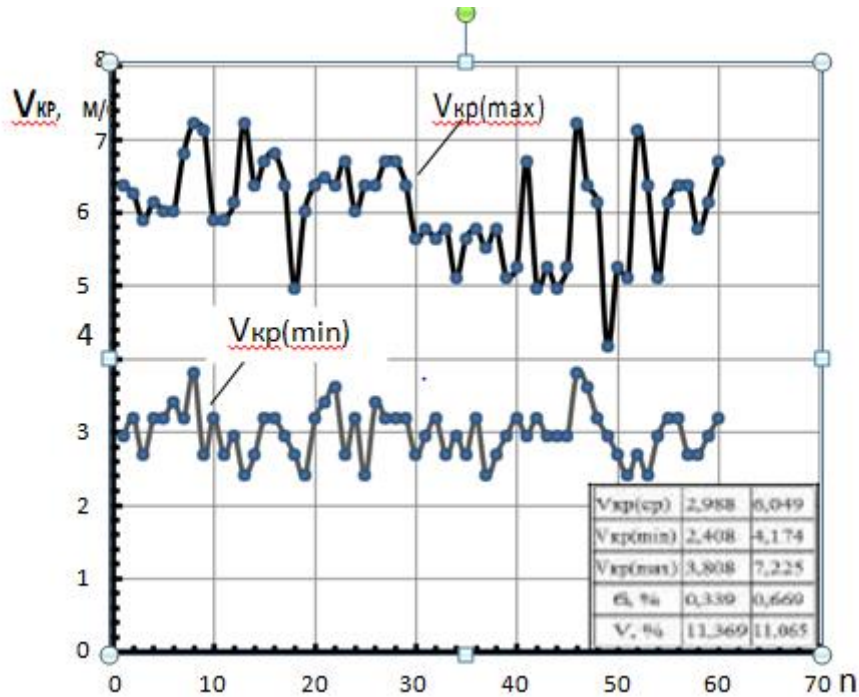


Рисунок 4.11 - Статистичні характеристики критичних швидкостей витання проходу крізь сито з вічками діаметром 3,0 мм.

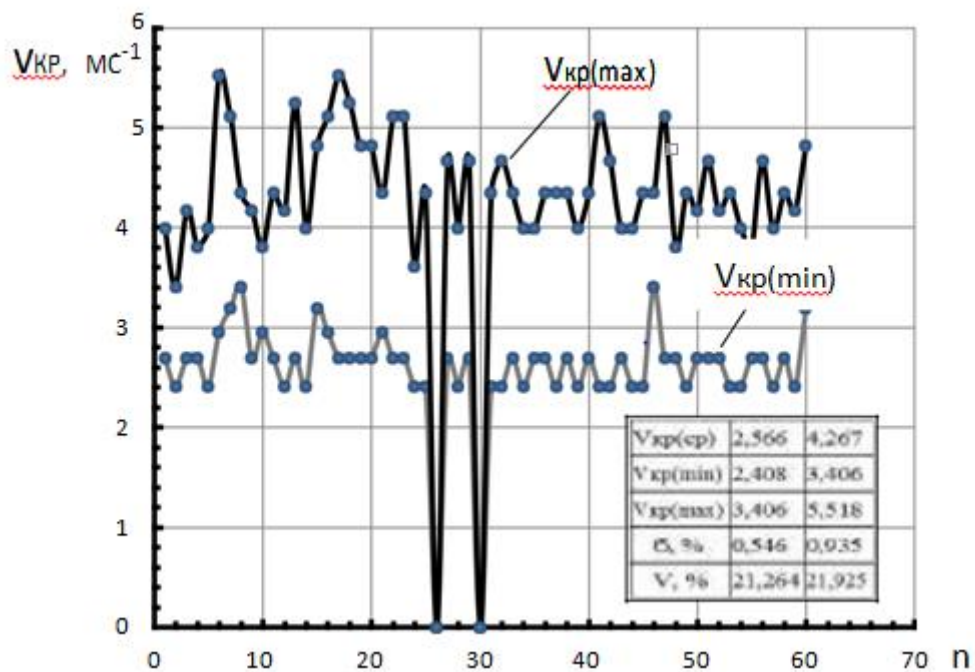


Рисунок 4.12 - Статистичні характеристики критичних швидкостей витання легких домішок.

4.3 Аналіз результатів по визначенню натури олійного насіння

Якісні характеристики насіння соняшнику по натурі представлені такими статистичними даними: математичне очікування склало $m = 385 \text{ г/дм}^3$; мінімальне і максимальне значення, відповідно – $\min = 330 \text{ г/дм}^3$; $\max = 426 \text{ г/дм}^3$; коефіцієнт варіації – $v = 22,98\%$.

Розглянемо якість насіння соняшнику по натурі (рис. 4.13).

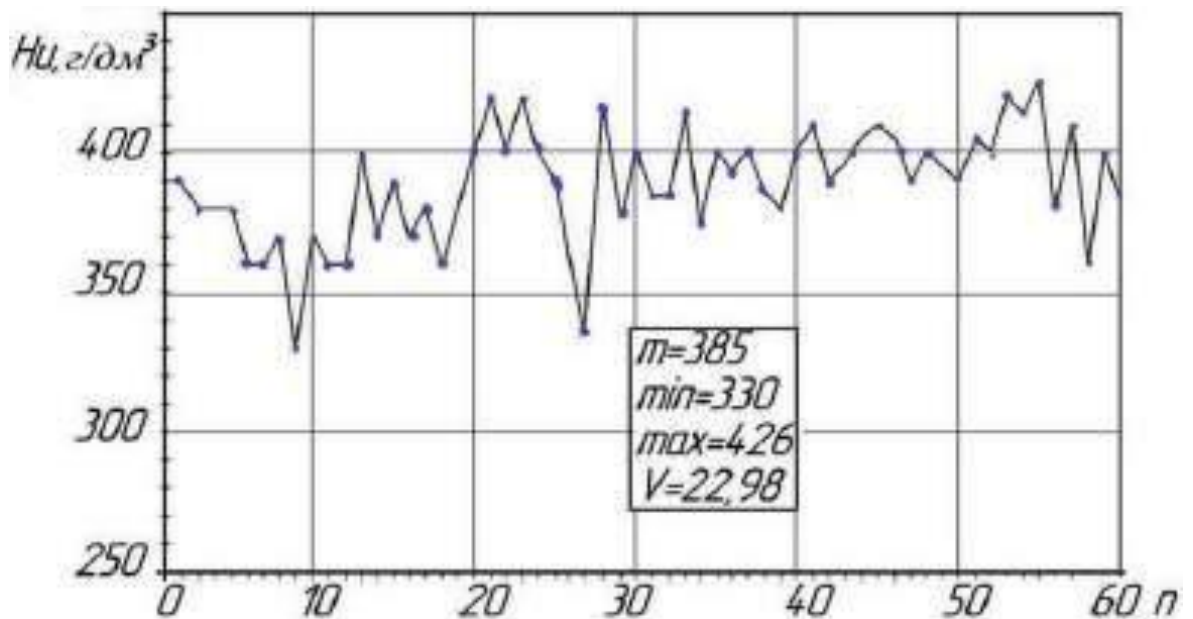


Рисунок 4.13 – Показники якості згідно натури

4.4 Аналіз параметрів роботи жалюзійного повітрерозподільника

При визначенні статистичних характеристик швидкостей повітряного потоку у зоні жалюзійного повітрерозподільника згідно епюр швидкостей (рис. 4.14). Доцільно у робочий процес додати циліндричні решета із зовнішньою робочою поверхнею які діаметрально продуваються повітряним потоком. Це дозволить підвищити ефективність виділення повітрєвідокремлених домішок, що у свою чергу значно покращить умови очистки поверхні решета від вегетативних домішок.

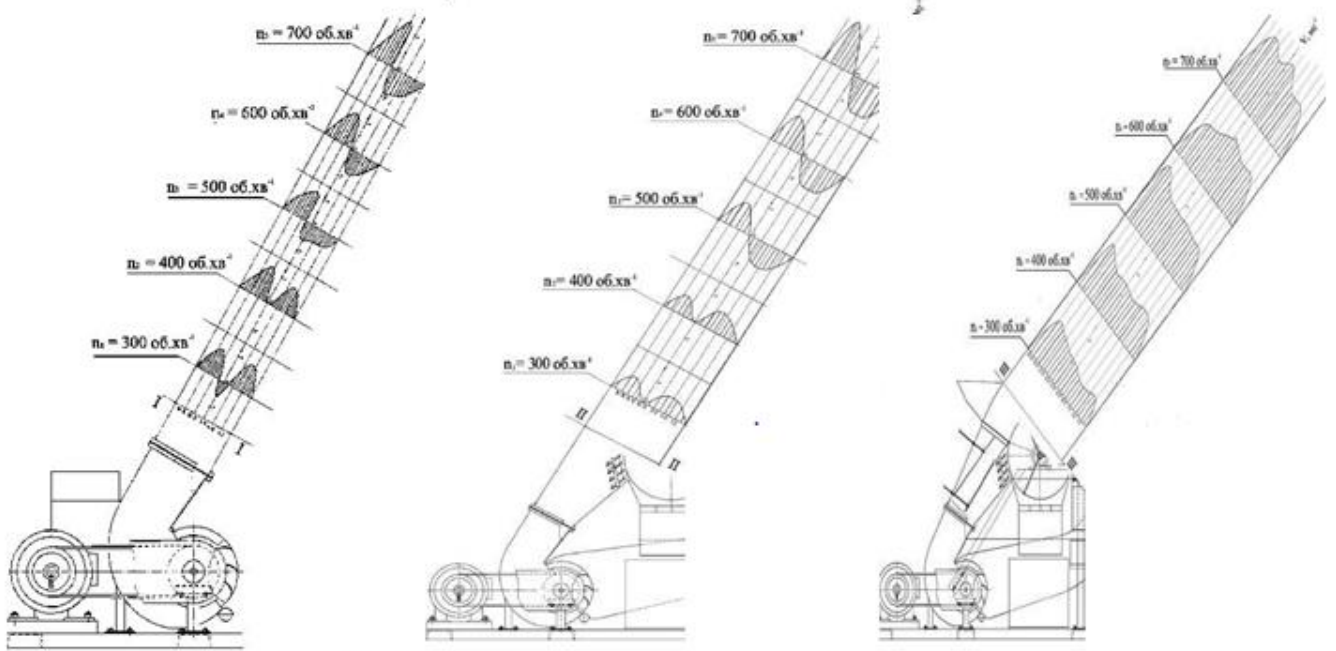


Рисунок 4.14 - Епюри швидкостей повітряного потоку у перетині I-I, II-II, III-III - при зміні частоти обертання ротору вентилятора та їх статистичні характеристики

На підставі залежності швидкостей повітряного потоку у робочій зоні циліндричного решета від основних керованих параметрів жалюзійного повітрерозподільника здійснено дослідження взаємодії наступних параметрів та режимів роботи ПРС:

- залежностей швидкостей повітряного потоку V у зоні першого квадрата циліндричного решета від частоти обертання ротора вентилятора згідно $\alpha=0^\circ$ і $\gamma=15^\circ$;
- залежностей швидкостей повітряного потоку V у зоні першого квадрата циліндричного решета відносно кута нахилу рухомої жалюзі до нерухомої α при $n=400$ об.хв $^{-1}$;
- залежностей швидкостей повітряного потоку V у зоні першого квадрата циліндричного решета відносно кута відхилення рухомої середньої стінки від положення середньої нерухомої стінки при $n=400$ об.хв $^{-1}$.

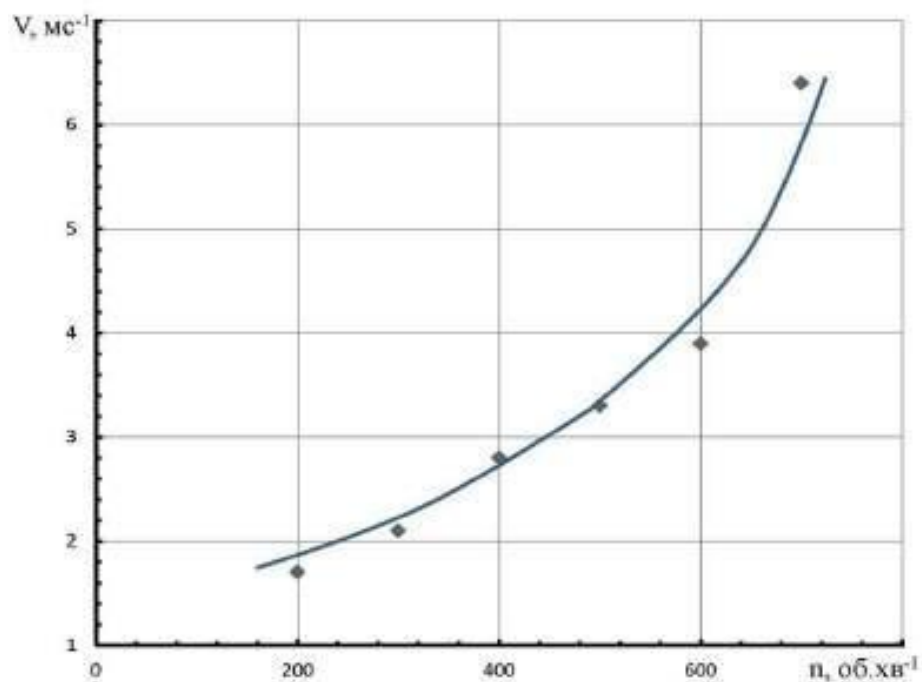


Рисунок 4.15 - Залежність швидкості повітряного потоку V у першому квадранті циліндричного решета від частоти обертання ротору вентилятору n при $\alpha=0^\circ$ та $\gamma=15^\circ$

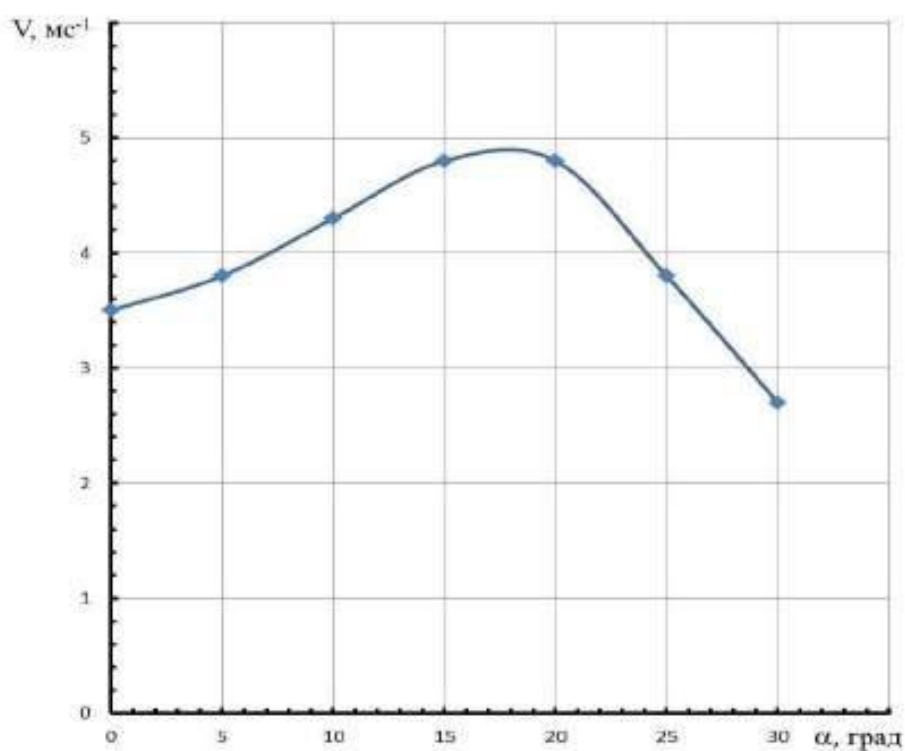


Рисунок 4.16 - Залежність швидкості повітряного потоку V у першому квадранті циліндричного решета від кута нахилу рухомої жалюзі до нерухомої α при $n=400$ $\text{об}\cdot\text{хв}^{-1}$

Згідно рис. 4.15, залежності швидкості повітряного потоку V у зоні першого квадрата циліндричного решета відносно частоти обертання ротору вентилятора n при $\alpha=0^\circ$ та $\gamma=15^\circ$, здійснено визначення збільшення швидкості повітряного потоку у діапазонах 200-400 об.хв⁻¹ із 1,7 мс⁻¹ до 2,8 мс⁻¹, а більш інтенсивні зміни швидкостей повітряного потоку відбуваються при $n=600$ об.хв⁻¹, а її значення складають 2,8-3,9 мс⁻¹. Аеродинамічні характеристики діаметрального вентилятора будуть мати діапазони частоти обертання ротора 600–700 об.хв⁻¹ та відповідно швидкості повітряних потоків від 3,9 до 6,4 мс⁻¹.

Згідно рис. 4.16, залежності швидкостей повітряного потоку V у зоні першого квадрата циліндричного решета відносно кута нахилу рухомої жалюзі до нерухомої α при $n=400$ об.хв⁻¹, відзначено збільшення швидкості повітряного потоку в діапазоні зміни кута α від 0 до 20° у межах 3,5-4,8 мс⁻¹. При подальшому збільшенню кута α від 20 до 30° швидкість повітряного потоку зменшується з 4,8 до 2,7 мс⁻¹, що обумовлено зміною гідравлічного опору системи та коефіцієнта «живого» перетину жалюзі. Доцільно кут α утримувати у діапазоні 0-20°.

Згідно результатів досліджень визначення раціональних параметрів та режимів роботи ПРС при очищенні ОСС (рис. 4.17) доцільно відзначити що при збільшенні частоти обертання ротора вентилятора n від 400 до 650 об.хв⁻¹ продуктивність ПРС змінюється від 0,8 до 1,57. При цьому найбільш ефективне підвищення продуктивності відзначено при значенні частоти обертання ротора вентилятора $n=550-650$ об.хв⁻¹.

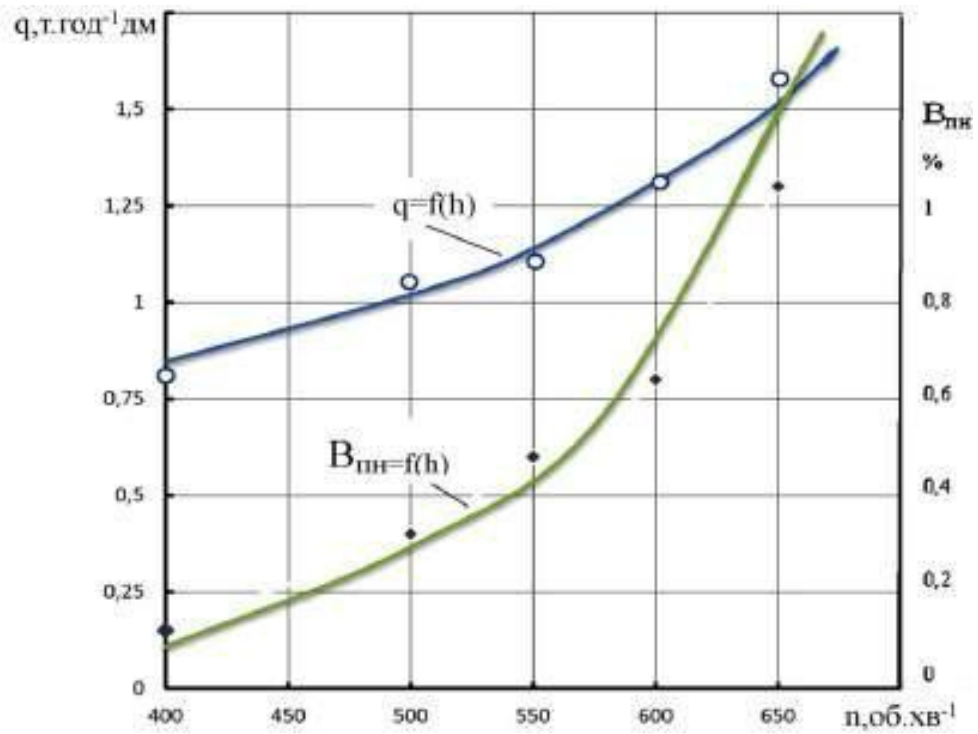


Рисунок 4.17 - Залежність питомої продуктивності ПРС q та втрат повноцінного насіння $V_{пн}$ від частоти обертання ротора вентилятора n при висоті щілини бункера $h=100$ мм

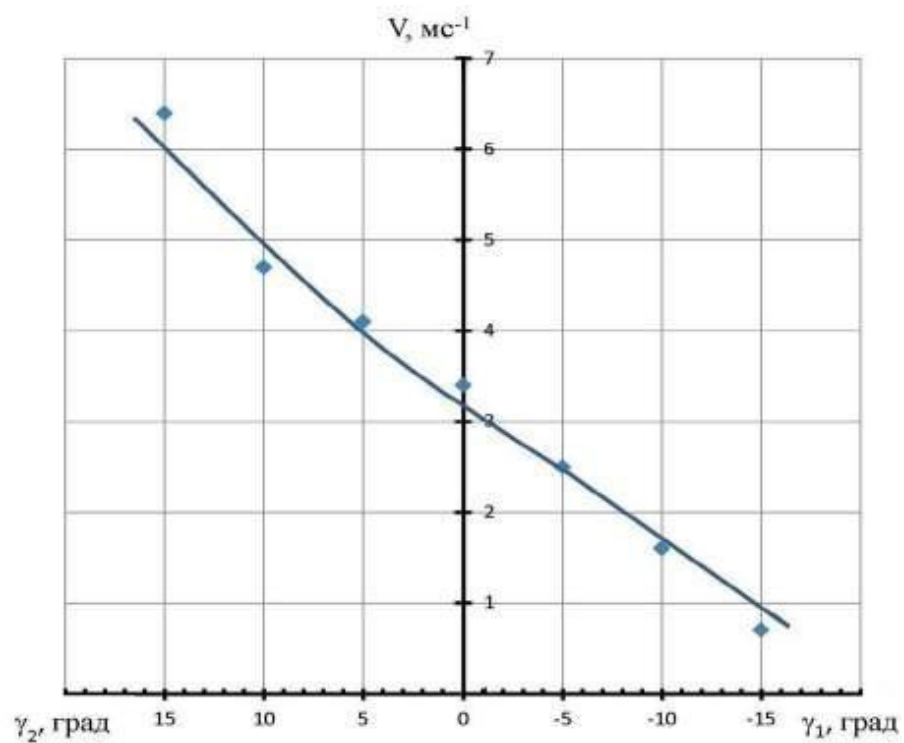


Рисунок 4.18 - Залежність швидкості повітряного потоку V у першому квадранті циліндричного решета від кута відхилення рухомої середньої стінки від положення середньої нерухомої стінки γ при $n=400$ об.хв⁻¹

Згідно із рис. 4.18, залежності швидкості повітряного потоку V у першому квадраті циліндричного решета відносно кута відхилення рухомої середньої стінки від положення середньої нерухомої стінки γ при $n = 400$ об.хв⁻¹ здійснено визначення зміни швидкостей повітряного потоку у межах 6,4 - 0,7 мс⁻¹, а найбільш обґрунтованим є значення кута γ від +15° до -5°, які відповідають відповідним аеродинамічним властивостям соняшника та знаходяться у межах 3,5 - 6,5 мс⁻¹.

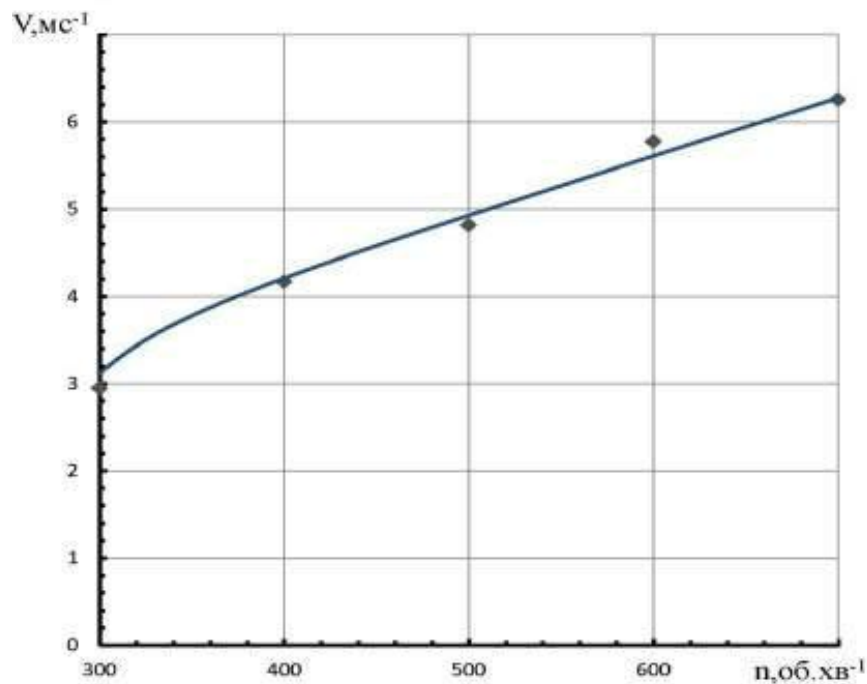


Рисунок 4.19 - Залежність максимальної швидкості повітряного потоку V (точки замірювання 10-12) в перетині I-I від частоти обертання ротора вентилятора n

Показники частоти обертання ротора вентилятора n мають важливий вплив на процеси формування повітряних потоків із вентилятора до блоків із рухомими та нерухомими жалюзьями, а це має вплив на епюри швидкостей повітря робочої зони ЦР та пневмосепаруючої камери.

Відповідно до цього при зміні частоти обертання ротора від 300 до 700 об.хв⁻¹ максимальні показники швидкості повітряних потоків V збільшаться від 2,95 до 6,225 мс⁻¹

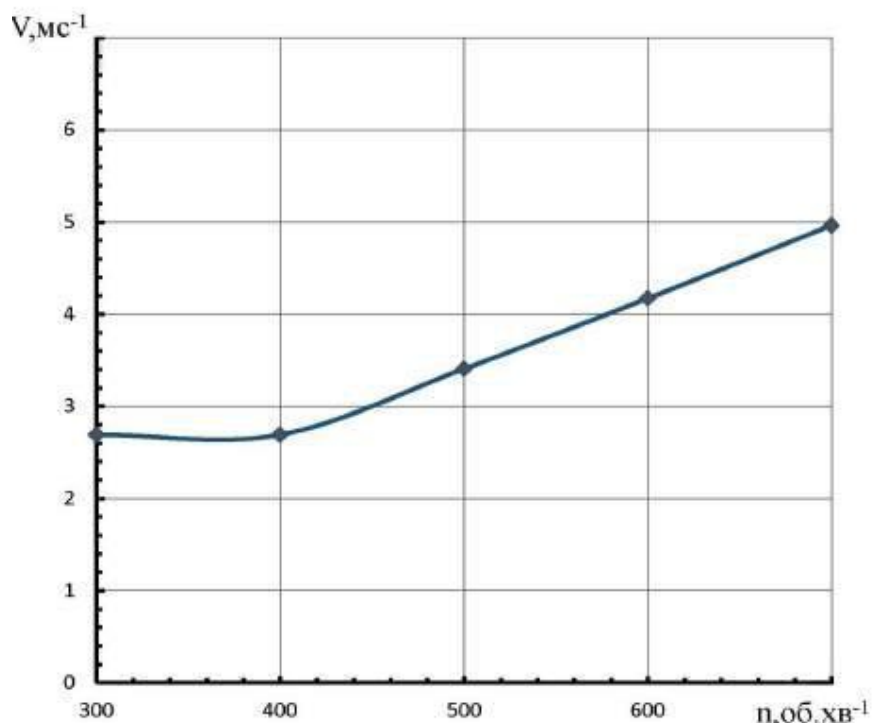


Рисунок 4.20 - Залежність максимальної швидкості повітряного потоку V (точки замірювання 16-18) в перетині II-II від частоти обертання ротора вентилятора n

При аналізі рис. 4.20 максимальні показники швидкості у перетині II-II нижчі відносно перетину I-I та відповідають $2,75 - 5,01 \text{ мс}^{-1}$.

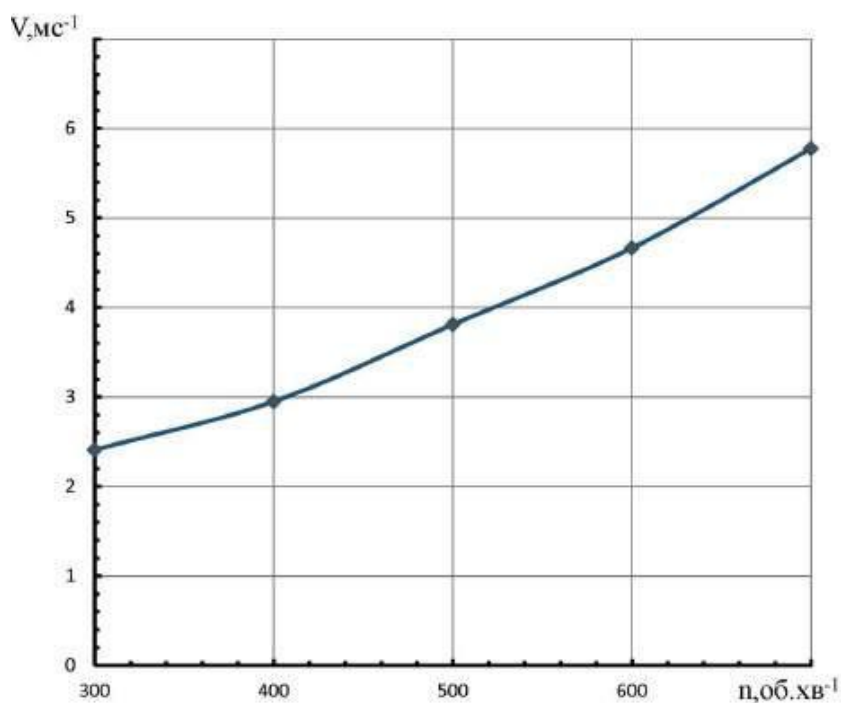


Рисунок 4.21 - Залежність максимальної швидкості повітряного потоку V (точки замірювання 25-27) в перетині III-III від частоти обертання ротора вентилятора n

Відносно перетину III-III згідно із частотою обертання ротора вентилятора n відображено зменшення максимальних показників швидкості повітряного потоку V , що відповідає $2,4 - 5,85 \text{ мс}^{-1}$.

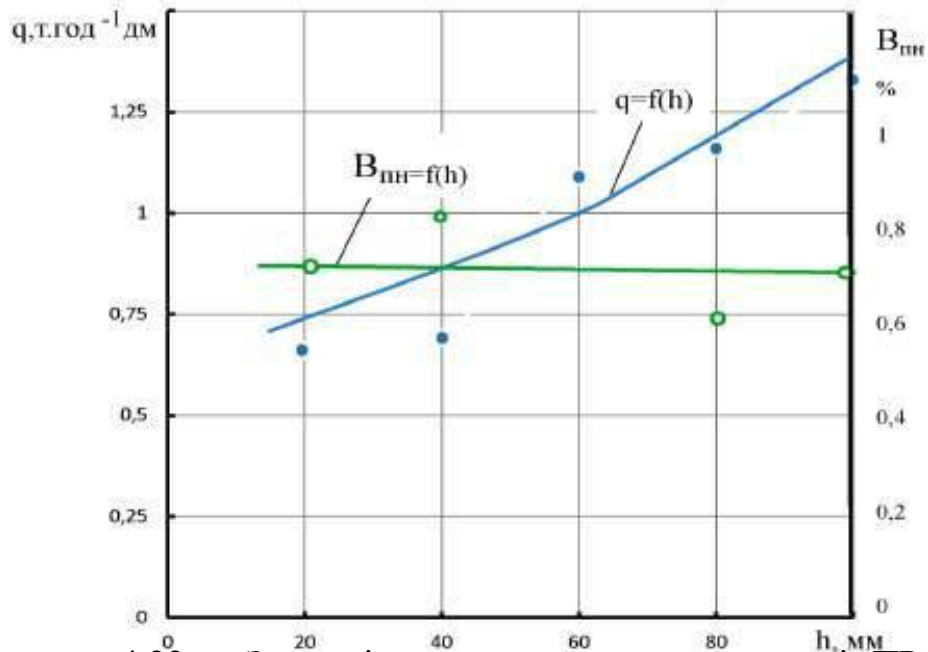


Рисунок 4.22 - Залежність питомої продуктивності ПРС q та втрат повноцінного насіння $V_{пн}$ від висоти щілини бункера h при частоті обертання ротора вентилятора $n=600 \text{ об.хв}^{-1}$

Із залежності (рис. 4.22) бачимо що при змінах висоти щілини бункера h від 20 - 100 мм відбувається збільшення питомої продуктивності ПРС q у межах 0,73 до $1,33 \text{ т год.}^{-1} \text{ дм}$.

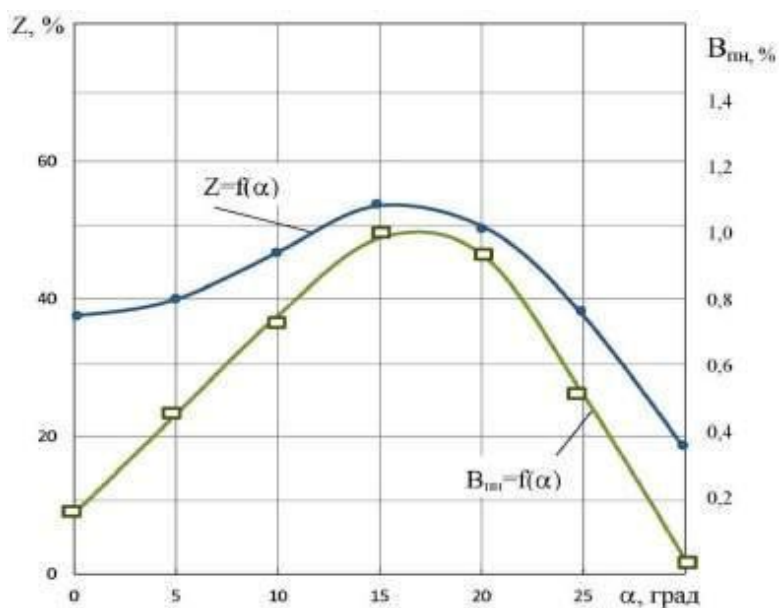


Рисунок 4.23 - Залежність повноти відділення сміттєвих домішок Z та втрат повноцінного насіння $V_{пн}$ від кута нахилу рухомих жалюзі до нерухомих \square при висоті щілини бункера $h = 80 \text{ мм}$, частоті обертання ротора вентилятора $n = 600 \text{ об.хв}^{-1}$ та куті відхилення середньої рухомої стінки до

нерухомої середньої рухомої стінки $\gamma_1 = -15^\circ$.

Найбільші значення повноти сміттєвих домішок Z будуть при відповідних значеннях кутів нахилу для рухомих жалюзей до нерухомих $\alpha=13-20^\circ$, а втрати повноцінного насіння не повинні перевищувати 1%, при $\alpha=0-13^\circ$, втрати повинні становити не більше 0,07-0,97%.

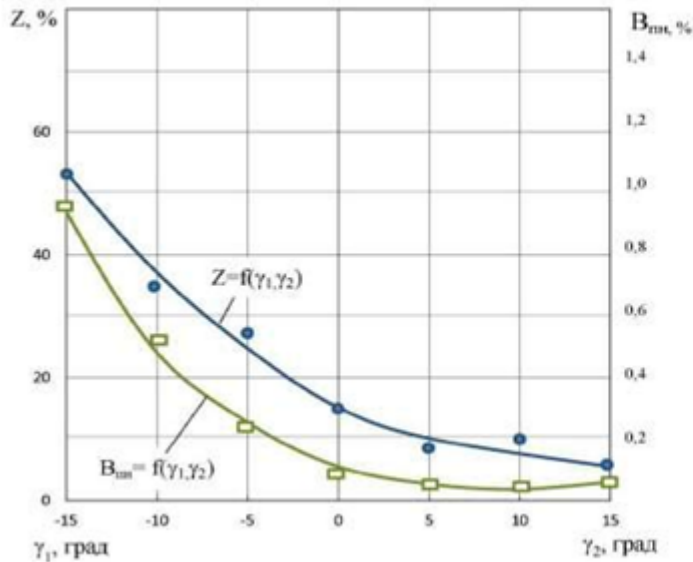


Рисунок 4.24 – Залежність повноти відділення сміттєвих домішок Z та втрат повноцінного насіння $B_{пл}$ від кутів відхилення середньої рухомої стінки до нерухомої середньої стінки γ_1, γ_2 та куту нахилу рухомої жалюзі до нерухомої $\alpha = 15^\circ$.

Таблиця 4.2 - Рациональні значення параметрів та режимів роботи пневморешітного сепаратора та показники якості його функціонування

№	Найменування параметрів	Одиниця вимірювання	Числове значення параметрів
1	Кут нахилу рухомої жалюзі до нерухомої	град.	15-20
2	Кут нахилу середньої рухомої стінки до середньої нерухомої стінки	град.	15
3	Частота обертання ротора вентилятора	об.хв ⁻¹	550 - 650
4	Повнота відділення сміттєвих домішок	%	50 - 55
5	Втрати повноцінного насіння	%	0,7 - 0,97

5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ

5.1 Аналіз виробничих небезпек під час виробництва

Небезпечні виробничі фактори поділяють на явні, якщо їх дія на людину очевидна і для її запобігання необхідні певні заходи і які потенційно можуть діяти на людину при певних її діях, виникненні аварій та в інших небезпечних умовах.

Так, спеціалісти в галузі безпеки праці стверджують, що виробнича небезпека – це загроза дії на працюючого небезпечних і шкідливих виробничих факторів, а виробнича шкідливість – дія на працюючого лише шкідливих виробничих факторів.

При встановленні причинно-наслідкових зв'язків між подіями, що призвели до травми працюючого, необхідно розрізняти поняття “нещасний випадок” і “травма”. Травма є випадковою подією внаслідок дії небезпечного виробничого фактора на людину. Поняття “нещасний випадок” пояснює достовірність факту виникнення травми, а тому його окремою подією вважати не можна.

У процесі роботи людина може потрапляти в небезпечну зону внаслідок відсутності там необхідного огороження, сигнальних пристроїв або попереджувальних знаків та написів, порушення відповідних правил, допущеної помилки або внаслідок аварії. При цьому виникає можливість дії на неї небезпечного виробничого фактора. Кожну дію, внаслідок якої людина потрапляє до небезпечної зони, позначено як небезпечну.

Вичерпні знання обставин, внаслідок яких виник нещасний випадок або може статися аварія, травм а чи більш важкі наслідки, необхідні для глибокого розуміння процесу зародження, нормування та виникнення небезпечних ситуацій – випадкових явищ, що передують травмам, аваріям, катастрофам.

Аналіз небезпечних умов, які існують чи виникають безпосередньо на виробництві показав, що їх можна поділити на групи, які:

- характеризують стан або рівень небезпеки виробничого обладнання або певного робочого місця, конструктивні недоліки конкретного вузла чи машини, та інші;

- спонукають працюючого допускати помилки у процесі роботи, низька кваліфікація працюючого та рівень знань з охорони праці;

- відсутність відповідного контролю за дотриманням правил з охорони праці;

- створюють можливість проникнення працюючого у небезпечну зону.

Якщо внаслідок аварії технічної системи виникли травми у людей, то сам випадок травми необхідно розглянути як подію, що є наслідком аварії. Це стосується тих систем, у яких підсистемами одночасно є машина і людина. Якщо при функціонуванні таких систем з ладу вийшла машина, раптово припинивши свої функції внаслідок руйнування окремих деталей або самої машини, і це привело до значного матеріального збитку, то таке випадкове явище необхідно назвати аварією.

Всяке порушення аналітичної цілості організму або його функцій внаслідок дії на людину дії будь-якого небезпечного фактора визначається як травма.

Оскільки при функціонуванні людино-машинних систем такі явища як травми, аварії та катастрофи, мають дуже близькі механізми формування та виникнення, у подальшому ці явища будуть описуватись паралельно (рис.5.1).

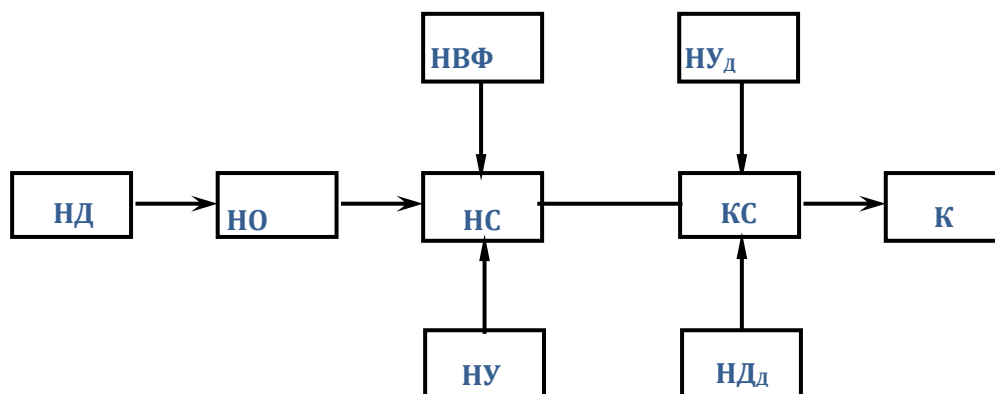


Рис. 5.1 - Блок-схема формування та виникнення травмонебезпечних аварійних та катастрофічних ситуацій: НВФ-небезпечний виробничий чинник;

НУ-небезпечні умови; НД-небезпечні дії; НО-небезпечні обставини; НС-небезпечна ситуація; А-аварія; Т-травма; КС-критична ситуація; НУд-небезпечні умови додатково; НДд-небезпечні дії додатково; К-катастрофа.

Усі явища, що формують небезпечну ситуацію, мають повну достовірність виникнення, а це означає. Що небезпечні умови (НУ), небезпечні дії (НД), небезпечні ситуації (НС) і наслідки таких ситуацій: аварія(А), травми (Т) і сприятлива подія належить до випадкових явищ.

5.2. Паспортизація санітарно-технічного стану та моделювання процесу виникнення травм та аварій

Базовим елементом паспортизації є карта умов праці, що відображає три групи факторів трудової, санітарно-гігієнічної і технічної безпеки.

Карта умов праці на робочому місці - це основа санітарно-технічного паспорту виробничої дільниці (бригади, майстерні, ферми тощо). До санітарно-технічного паспорта дільниці входить збірна інформація з карт умов праці на робочих місцях.

Складемо картку умов праці в подрібнювальному цеху, яку зобразимо в таблиці 5.1. Послідовність заповнення картки умов праці:

- ГОСТ 12.1.005-88 визначається категорія робіт і оптимальні показники мікроклімату;
- за гігієнічною класифікацією праці та іншими джерелами визначається перелік умов праці на робочому місці, для яких з нормативних документів встановлюються гранично допустимий рівень або гранично допустима концентрація фактора (ГДК, ГДР), які заносяться в графу 2 таблиці 5.1; для кожного фактора умов праці проводиться за загально прийнятою методикою інструментальний замір фактичного значення фактора. Деякі фактичні дані можна взяти з матеріалів попередньо проведеної паспортизації у інженера з охорони праці;
- визначається коефіцієнт нормо-забезпеченості:

$$K_n = 1 \pm \frac{A_B + A_H}{A_H}, \quad (5.1)$$

де A_v – вимірне значення фактора умов праці; A_n – нормативне значення фактора.

Знак «+» ставиться для розрахунку за гранично допустимим значенням нормативного параметра A_n ; знак «-» - з мінімально допустимим значенням A_n . Результати заносимо в гр. 5 таблиці 5.1.

Гранично допустиме значення коефіцієнта нормо забезпечення має дорівнювати одиниці. Якщо воно менше одиниці, то це означає, що діючий фактор умови праці вищий за гранично допустимий рівень і слід вжити заходів для зниження дії цього фактора, тим самим поліпшити умови праці.

Відповідно до технології виконання виробничого процесу встановлюється тривалість дії кожного фактора і результати заносяться у гр. 7 і 8 табл. 5.1.

Визначається коефіцієнт небезпеки дії $K_{дф}$ від кожного фактора умов праці і від усіх діючих факторів K .

Ці коефіцієнти обчислюються за формулами:

$$K_{дф} = K_n * T_{дф}; \quad (5.2)$$

$$K = \frac{K_{дф}}{n}; \quad (5.3)$$

де $T_{дф}$ - тривалість дії фактора; n - кількість факторів умов праці.

Результати підрахунків заносяться у гр. 9 і 10 табл. 5.1 – карти умов праці у виробничому цеху.

Метод логічного моделювання процесів формування, виникнення небезпечних ситуацій та їх наслідків доцільно застосовувати для аналізу існуючих або потенційних небезпек, що виявленні при обстеженні робочих місць, окремих марок машин, агрегатів, а також різних споруд, будівель, виробничих процесів і технологій.

Таблиця 5.1 - Карта умов праці

№ фак- Тора	Фактори умов праці	Нормативне значення фактора		значення фактора	Коеф. Нормо забезпечення Кн.	Час дії фактора		Коеф. Небезпечності	
		ГДР	Нормативний документ			В год.	Тдф	Кдф	К
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Температура повітря								
1.1	взимку	- 14	ГОСТ	0 – (-10)	0.71	8	1	0.71	0.089
1.2	влітку	+ 26	12.1.005-88	25 – 30	1.13	8	1	1.13	0.14
2	Вологість повітря, %	40-60	ГОСТ	50	1.25	8	1	1.25	0.16
3	Швидкість руху повітря, м/с	0,3	ГОСТ	0,2	0.7	8	1	0.7	0.088
4	Виробничий шум, дБ	80	12.1.005-88	80 – 82	1.03	4	0.5	0.515	0.064
5	Вібрація загальна, дБа	99	ГОСТ	95	0.95	4	0.5	0.475	0.059
6	Освітлення:		12.1.005-88						
6.1	природне, %	70	ГОСТ	75	1.07	8	1	1.07	0.134
6.2	штучне, Лк	95	12.1.003-86	96	1.01	8	1	1.01	0.126
7	Пил, мЛг/м ³		ГОСТ						
7.1		3-4	12.1.012-78	3	1	6	0.75	0.75	0.094

Але, як показали дослідження, будь-яка аварія може бути наслідком однієї з багатьох потенційних небезпечних ситуацій або їх поєднання. Тому метод логічного моделювання не може бути застосований для моделювання складних аварій і катастроф.

Обчислення рівняння безпеки можна спрямувати на удосконалення конструкції технічних засобів, на зниження їх безпеки, а також вживати термінових заходів для першочергового усунення небезпек з більш високим рівнем.

Аналіз умов, обставин та причин різних аварій, виробничих травм та деяких катастроф показав, що процеси формування та виникнення цих явищ можна заздалегідь моделювати, застосовуючи метод побудови “дерева відказів” та помилок оператора людино-машинних систем у сільському господарстві. Так, побудовані операторні або логіко-імітаційні моделі травм при роботі.

Основні принципи побудови моделі такі. Виявляється виробництво, на якому вже були раніше або можуть статися аварії, виробничі травми чи катастрофи. За своєю формою так модель нагадує крону дерева, тому вона і одержала назву “дерево відказів і помилок”. Кінцеві події називають базовими.

Для побудови логіко-імітаційних моделей застосовують різні символи, що характеризують ті чи інші події. Як правило, побудова моделі починається з головної події, а наступні розміщують зверху вниз, аж до базових подій (рис. 5.2).



Рис. 5.2 - Схема побудови логіко-імітаційних моделей:

1- головна подія; 2-5- проміжні події; 6- базова подія.

Кожен блок рисунку, позначений відповідним номером, означає подію або окремий етап побудови моделі:

1 – відмова (аварія, травма) системи – головна подія;

2 – послідовність подій, що приводять до відмови системи;

- 3 – послідовність подій зображується за допомогою логічних операторів;
- 4 – усі вхідні і вихідні події, що входять до моделі, зображуються у вигляді прямокутників з відповідними написами всередині;
- 5 – послідовний підхід до базових подій, частоти виникнення яких відомі;
- 6 – базові події зображують у вигляді кружечків з написами всередині, вони є межею аналізу побудованої моделі.

5.3 Розробка логічно-імітаційної моделі процесу виникнення травм під час виробництва

Методикою оцінки рівня небезпеки робочих місць, машин, виробничих процесів та окремих виробництв передбачено пошук об'єктивного критерію рівня небезпеки для конкретного об'єкта. Таким показником вибрана ймовірність виникнення аварії, травми залежно від досліджуваного явища. Для оцінки рівня небезпеки певного об'єкта чи явища можна застосувати метод обчислення ймовірності виникнення будь-якого випадкового явища, який широко застосовують в зарубіжній інженерній практиці. Основні його принципи полягають в тому, що на основі обстеження робочого місця чи окремої машини виявляють виробничі небезпеки, можливі аварійні або травматичні ситуації. При оцінці ситуацій визначають події, які можуть стати головною подією при побудові логічно-імітаційної моделі травми. Після цього будують модель “дерева відмов і помилок оператора”. При цьому важливе значення має правильний вибір головної події.

Головну подію (травма), модель якої нам необхідно побудувати, вибирають виходячи з оцінки відповідного об'єкта, виробництва чи окремої одиниці обладнання і змісту його найбільш небезпечного явища, яке за певних умов виробництва може виникнути.

Після вибору головного випадкового явища (події) розпочинаємо побудову моделі (“дерева”). Використовуючи оператора “і” та “або”, використовуємо набір ситуацій (відомих до цього), які можуть призвести до подій, вибраної як головна.

Після визначення відповідних травмонебезпечних ситуацій та їх кількості, визначаємо інші події, що входять до кожної такої ситуації, логічним аналізом із застосуванням операторів “і”, “або” та інших. Процес побудови моделі триває, поки не будуть знайдені усі базові події, що визначають межу моделі. Слід мати на увазі, що кожна випадкова подія, до якої входять базові події, може формуватися й виникати при входженні у неї двох, трьох і більше базових подій за допомогою відповідних операторів. Повністю побудована і перевірена модель підлягає математичній обробці для визначення ймовірності кожної випадкової події, що увійшла до моделі, починаючи з базових і закінчуючи головною.

Ймовірність базових подій визначаємо за даними виробництва. Наприклад, базова подія “стан контролю з охорони праці”. Для визначення ймовірності ми повинні встановити, наскільки (у відсотках) від ідеального рівня здійснюється відповідний контроль на об’єкті. Якщо буде встановлено, що такий рівень контролю становить 50% або 30%, то ймовірність відповідно дорівнює 0,5 і 0,3. При відсутності контролю ймовірність “не здійснення контролю” становитиме 1, якщо контроль ідеальний, то відповідно ймовірність дорівнює 0.

Після обчислення ймовірності всіх подій, розміщених у ромбах, і базових подій, починаючи з лівої нижньої гілки “дерева”, позначаємо номерами всі випадкові події, що увійшли до моделі.

Отже, для побудови логіко-імітаційної моделі процесу, формування і виникнення аварії та травми для випадку технологічного процесу виробництва складемо список базових подій. Вони лежатимуть у основі даної моделі. Кожному пункту списку присвоюємо певне значення ймовірності виникнення. Нижче подано сам список:

1. Стан контролю з охорони праці $P_1 = 0,2$;
2. Несерйозне відношення до проходження ТО $P_2 = 0,1$;
3. Відсутність комплектуючих $P_3 = 0,2$;
4. Невисока міцність $P_4 = 0,03$;
5. Застаріле обладнання $P_6 = 0,02$;

6. Попадання предметів з навколишнього середовища $P_7 = 0,4$;
7. Досвід роботи $P_{12} = 0,35$.
8. Професійний рівень робітника $P_{13} = 0,5$;
9. Психофізіологічний стан робітника $P_{14} = 0,083$;

На основі даного списку будуємо матрицю логічних взаємозв'язків між окремими пунктами, графічне представлення якої зображено на рис. 5.3.

Розрахуємо ймовірності виникнення подій, що входять у дану логіко-імітаційну модель процесу виробництва (на прикладі ймовірності травми робітника, пов'язаної з ударом корпусу дробарки).

Ймовірність виникнення події P_5 визначаємо наступним чином:

$$P_5 = 0,2 + 0,1 + 0,2 + 0,003 - 0,2 \cdot 0,1 - 0,2 \cdot 0,03 - 0,2 \cdot 0,03 - 0,1 \cdot 0,2 - 0,1 \cdot 0,03 - 0,2 \cdot 0,03 + 0,2 \cdot 0,1 \cdot 0,2 + 0,1 \cdot 0,2 \cdot 0,03 + 0,2 \cdot 0,1 \cdot 0,2 + 0,2 \cdot 0,1 \cdot 0,03 - 0,2 \cdot 0,1 \cdot 0,2 \cdot 0,03 = 0,314$$

Ймовірність виникнення події P_{10} визначаємо так: $P_{10} = 0,2 + 0,1 = 0,3$

Ймовірність виникнення події P_{11} визначаємо:

$$P_{11} = 0,02 \cdot 0,314 \cdot 0,4 \cdot 0,3 = 0,00075$$

Ймовірність виникнення події P_{15} визначаємо наступним чином:

$$P_{15} = 0,35 \cdot 0,5 \cdot 0,083 = 0,0145$$

Ймовірність події P_{18} : $P_{18} = 0,5 + 0,083 = 0,58$

Ймовірність події P_{19} : $P_{19} = 0,0145 \cdot 0,083 = 0,0012$

Ймовірність події P_{20} : $P_{20} = 0,00075 + 0,0012 = 0,00195$

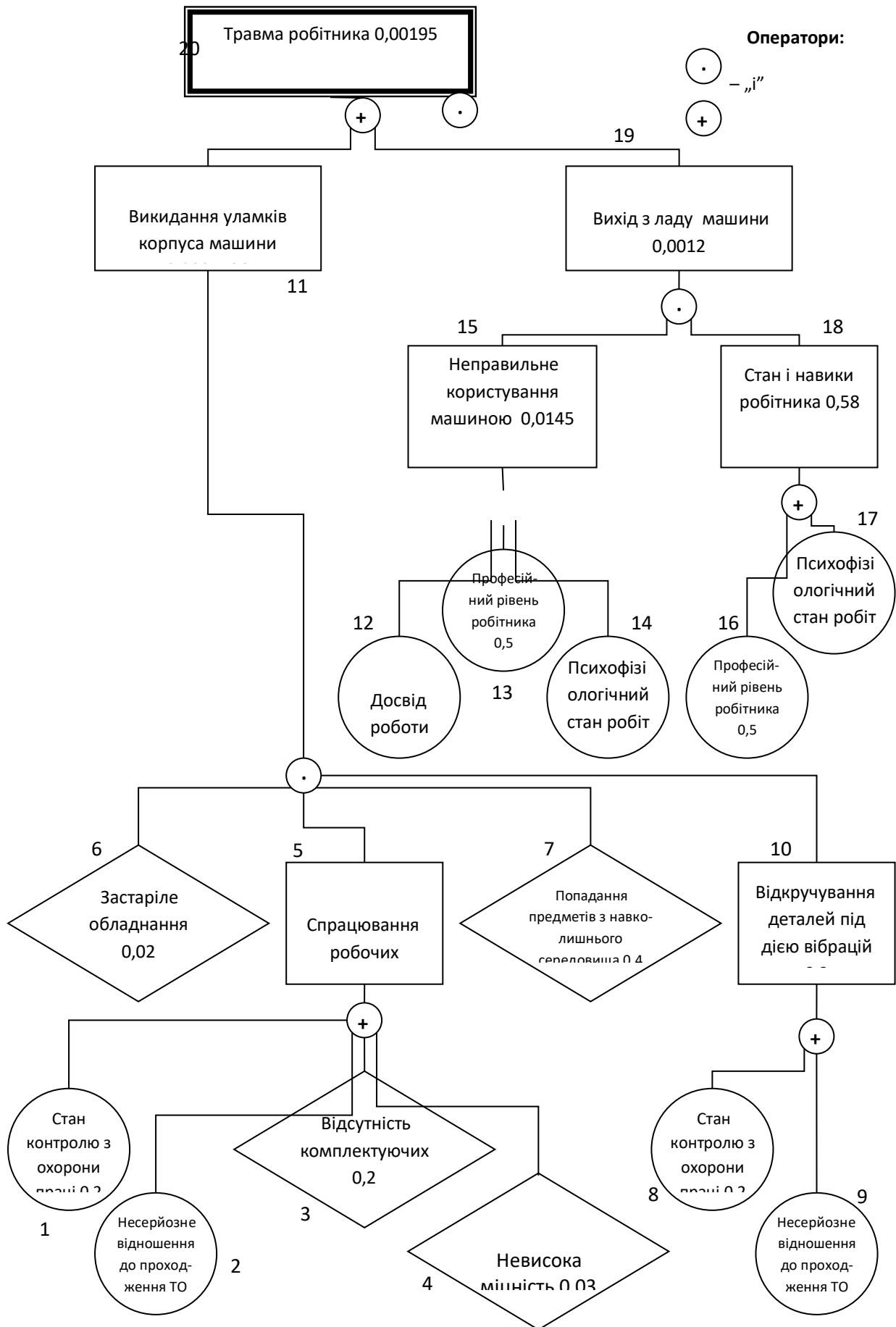


Рис. 5.3 - Логіко-імітаційна модель процесу формування та виникнення аварії та травми під час виробництва.

Логіко-імітаційні моделі аварій і травм допомагають зменшити ймовірність виникнення аварійних та травмонебезпечних ситуацій. Якщо необхідно оцінити рівень небезпеки будь-якого робочого місця, слід уважно вивчити і побудувати логічні моделі можливих небезпечних ситуацій, які охоплюють як стан обладнання і самого робочого місця, так і поведінку працюючого і обчислити ймовірність виникнення травми.

Після аналізу результатів моделювання ймовірність виникнення травми можна звести до дуже малої величини – достатньо зменшити вплив ймовірностей вихідних факторів, які до неї призводять.

5.4 Розробка заходів щодо захисту населення

Захист населення базується на державній системі заходів, що забезпечують виконання організаційних, інженерно - технічних, санітарно - гігієнічних та інших заходів в сфері запобігання та ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій.

До надзвичайних ситуацій природного характеру, які можуть виникнути на території підприємства належить: пожежа, ураган, смерч, землетрус, великі опади дощів.

З метою захисту населення, зменшення втрат та шкоди економіці в разі виникнення надзвичайних ситуацій має проводитись спеціальний комплекс заходів, а саме:

- оповіщення та інформування населення про надзвичайну ситуацію, яка може виникнути;
- спостереження і контроль за довкіллям , продуктами харчування і водою;
- створення захисних споруд та укриття в них усього населення відповідно до приналежності (працююча зміна, населення, яке проживає в небезпечній зоні);
- проведення медичного захисту для зменшення ступеня ураження людей, своєчасне надання допомоги та лікування.

6. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ

Аналізуючи стан дослідження пропонується провести орієнтовні економічні розрахунки стосовно подальшої переробки та використання сміттєвих домішок олійної сировини соняшнику.

Вихідні дані для економічних розрахунків

n	– кількість робочих днів заводу у рік, доба/рік	250
Q_d	– добовий обсяг переробляємої сировини соняшнику, т/добу	400
m_{cd}	– математичне очікування сміттєвої домішки в олійної сировини соняшнику, %	7,285
M_{to}	– математичне очікування технічної олії у сміттєвої домішки сировині соняшнику, %	1,0
C_{cd}	– ціна сміттєвих домішок, грн./т	800
$C_{пм}$	– ціна паливних матеріалів, грн./т	2500
$C_{то}$	– ціна технічної олії, грн./т	16000

Для розрахунків економічної ефективності технології переробки сміттєвих домішок соняшнику було використано ДСТУ 4397:2005 «Методи економічного оцінювання техніки на етапі випробувань», відповідно якому було зроблено порівняння ціни продажу сміттєвих домішок з ціною паливних матеріалів та технічної олії, отриманих із сміттєвих домішок.

Так, прямі витрати для порівняльних технологій (вихідної та розроблюваної) визначаються за формулою

$$C_{nn} = Z_n + A_n + P_n + T_n + П_{cn} + Q_{жп} + M_n + O,$$

де C_{nn} – прямі витрати на відокремлення сміттєвої домішки олійної сировини соняшнику за вибраною технологією, грн.;

Z_n – заробітна плата робітників з нарахуваннями, грн.;

A_n – амортизаційні відрахування, грн.;

P_n – витрати на ремонт та технічне обслуговування, грн.;

T_n – витрати на енергоносії, грн.; $П_{cn}$ – страхові платежі, грн.;

$Q_{жпн}$ – витрати на забезпечення життєдіяльності працюючих, які зайняті на вирощування культури, грн.;

M_n – витрати на основні та допоміжні матеріали, грн;

O – витрати на оренду землі, грн.

При розрахунку визначались:

Річна кількість сміттєвих домішок у вихідному матеріалі, т

$$N_{сд} = n \cdot Q_d \cdot \frac{m_{сд}}{100},$$

$$N_{сд} = 250 \cdot 400 \cdot \frac{7,285}{100} = 7285$$

Кількість технічної олії, т

$$N_{то} = N_{сд} \cdot \frac{m_{то}}{100},$$

$$N_{то} = 7285 \cdot \frac{1}{100} = 72,85.$$

Загальний річний прибуток від впровадження технології переробки сміттєвих домішок олійної сировини соняшнику, грн.

$$П_p = N_{сд} \cdot (Ц_{пм} - Ц_{сд}) + N_{то} \cdot Ц_{то}.$$

$$П_p = 7285 \cdot (2500 - 800) + 72,85 \cdot 16000 = 13550100.$$

При річному навантаженні технологічного обладнання у 250 діб з добовою переробкою олійної сировини соняшнику 400 т/добу можливо отримання річного прибутку від переробки сміттєвих домішок на паливні матеріали та технічну олію у розмірі 13550100 грн.

Техніко-економічні показники ефективності впровадження машини попереднього очищення ОСС із обсягом валового збору соняшника 2000т. складуть (у цінах 2022р.): експлуатаційні витрати – 168 грн./т; сукупні витрати – 98345 грн.; річний економічний ефект – 105348 грн.; термін окупності додаткових капітальних вкладень – 3,38 року.

При використанні машини попереднього очищення ОСС в умовах олійноекстракційних підприємств ці показники збільшаться у 1,2 – 1,4 рази за рахунок більш якісного складу ОСС у порівнянні з такою, яка надходить від комбайнів.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

У роботі визначена народногосподарська задача, суть якої полягає в незадовільному виконанні технологічної операції попереднього очищення ОСС та її низькій техніко-економічній ефективності. Вирішуючи науково-технічну задачу по підвищенню ефективності попереднього очищення та зменшення питомих енерговитрат на обробку ОСС отримані наступні результати.

1. Зроблено аналіз насіння соняшнику, як сировини для отримання рослинної олії. Охарактеризовано процеси післязбиральної обробки та машини для попереднього очищення.

2. Рівень технічних засобів попереднього очищення соняшника не забезпечує якісної підготовки як насіння, так і олійної сировини для переробної промисловості. Це потребує використання більш потужних та якісних технічних засобів для його післязбиральної обробки.

3. Обґрунтовано технологічну схему ПРС попереднього очищення ОСС із замкненою пневмосистемою. На підставі упровадження нового способу інтенсифікації технологічного процесу роботи ПРС за рахунок подачі псевдозрідженого шару матеріалу на зовнішню поверхню циліндричного решета з горизонтальною віссю обертання питома продуктивність решета збільшується до 1,5-2,0 разів. При використанні діаметрального вентилятора та циліндричного решета можлива розробка модульних типорозмірів ПРС продуктивністю 10-50 т/год.

4. Охарактеризовано математичну модель руху частинки у повітряному потоці ПРС в залежності від швидкості повітря та аеродинамічних властивостей частинки олійної сировини соняшнику, що дає можливість проаналізувати робочий процес жалюзійного повітророзподільника і сприяє зниженню енерговитрат на сепарування у повітряному потоці.

5. Отримано залежності максимальної швидкості повітряного потоку в пневмосепараційній камері ПРС від частоти обертання ротора вентилятора, які дозволяють проводити розрахунки в будь-яких проміжних точках визначеного діапазону процесу, що розглядається і визначати параметри та режими роботи ПРС у процесі проведення експериментальних досліджень.

6. Розроблено устаткування, програму та методіку встановлення параметрів та режимів роботи жалюзійного повітророзподільника ПРС ОСС з урахуванням якості його роботи. Так, діапазон частоти обертання ротору вентилятора складає 300–700 об.хв-1, кут нахилу рухомої жалюзі до нерухомої 0–35°, кут відхилення стінки середньої рухомої від положення стінки середньої нерухомої (-16) – (+16)°.

7. В результаті проведених досліджень були вивчені якісні показники 6-и фракцій соняшнику. Чистота вихідного матеріалу, склала: за математичним очікуванням $Z(\text{cp})=92,8\%$, максимальним значенням $Z(\text{max})=97,1\%$, мінімальним значенням $Z(\text{min}) = 84,6\%$ та коефіцієнтом варіації $v = 4,1\%$. За такими показниками ОСС не може бути прийнята до сировинних ділянок олійно-екстракційних підприємств, а тому потребує попереднього очищення.

8. Аналіз отриманих значень аеродинамічних властивостей ОСС встановив, що діапазон швидкості витання повноцінного насіння склав $3,2\text{--}7,7\text{ мс}^{-1}$. Визначено, що олійна домішка, яка включає в себе щупле, подрібнене та пошкоджене насіння, за своїм діапазоном швидкості витання $3,2\text{--}7,5\text{ мс}^{-1}$ практично входить до складу повноцінного насіння соняшнику за винятком частини подрібнених, які разом з легкими домішками підуть у відходи. Легкі домішки, діапазон швидкостей витання яких знаходиться в межах $2,6\text{--}4,3\text{ мс}^{-1}$, частково знаходяться у середині діапазону швидкостей повноцінного насіння і тому велика їх частина може бути відокремлена повітряним потоком. Аналіз аеродинамічних властивостей крупних домішок показує, що діапазон їх швидкості знаходиться у межах $3,2\text{--}9,6\text{ мс}^{-1}$. Водночас, велика кількість крупних домішок за характеристикою входить до складу інших домішок, а отже їх виділення можливе за умови обробки насінневого вороху на ПРС з використанням повітряних потоків та решіт. Аналіз результатів значень швидкостей витання складових ОСС показує, що можливо лише часткове виділення їх зі складу вороху.

9. Якісні характеристики насіння соняшнику за натурою представлені такими статистичними даними: математичне очікування склало $m = 385\text{ г/дм}^3$;

мінімальне і максимальне значення, відповідно – $\min = 330 \text{ г/дм}^3$; $\max = 426 \text{ г/дм}^3$; коефіцієнт варіації $v = 22,9 \%$. Це вносить зміни в розрахунок продуктивності обладнання, ємностей обладнання і параметрів робочих органів. 10. Визначено раціональні параметри та режими роботи ПРС: діапазон швидкості повітряного потоку у пневмосепараційній камері $3,5\text{-}6,7 \text{ мс}^{-1}$ при частоті обертання ротору діаметрального вентилятора $550\text{-}650 \text{ об.хв}^{-1}$; кут нахилу рухомих жалюзі до нерухомих $\alpha=15\text{-}20^\circ$; кут відхилення середньої рухомої стінки до нерухомої середньої стінки $\gamma_2=15^\circ$, що забезпечує ефективну його роботу за агротехнічними вимогами. Переваги ПРС – простота конструкції, відсутність коливань і вібрацій, створення умов мінімального травмування насіння, менші питомі витрати енергії ($0,18 \text{ кВт}\cdot\text{год}\cdot\text{т}^{-1}$) у порівнянні з аналогами (МПО-50, СПО-50).

Техніко-економічні показники ефективності упровадження машини попереднього очищення ОСС з обсягом валового збору соняшника 2000 т складуть (у цінах 2022 р.): експлуатаційні витрати – 168 грн./т; сукупні витрати – 98345 грн.; річний економічний ефект – 105348 грн.; термін окупності додаткових капітальних вкладень – 3,38 року. При використанні машини попереднього очищення ОСС в умовах олійно-екстракційних підприємств ці показники збільшаться у 1,2 – 1,4 рази за рахунок більш якісного складу ОСС у порівнянні з такою, яка надходить від комбайнів.

Список використаних джерел

1. Білокопитов О.О., Задосна Н.О. Методика визначення якісних показників роботи сепаруючої складової повітрярозподільного пристрою машини попереднього очищення зерна. Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету. Мелітополь, 2015. Вип. 5, т. 2. С.78 - 90.
2. Біологічна хімія: Підручник / [Марінцова Н. Г., Журахівська Л. Р., Губицька І. І. та ін.]. – Львів : Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2009. – 324 с.
3. Горбенко О.А. Дослідження вітчизняних та зарубіжних технологій і обладнання для вилучення олії / Горбенко О.А., Стрельцов В.В. - MOTPOL, MOTORYZACIA I ENERGETIKA ROLNICTWA/MOTORIZATION AND POWER INDUSTRI IN AGRICULTURE, TOM 12A, LUBLIN, 2010. – С. 49-57.
4. Гриценко В.Т. Технології і лінії переробки олійного насіння з використанням екструдерного методу відтискання олії / В.Т. Гриценко, Ю.О. Дурін // Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур УААН. - Запоріжжя, 2002. - Вип.7. - С. 181-183.
5. Дацишин О.В. Тенденції розвитку олієвіджимних пресів / О.В. Дацишин, М.М. Гудзенко // Науковий вісник Національного аграрного університету. - 2006. Вип. 95. - С. 280-286.
6. Дацишин О. В. Технологічне обладнання зернопереробних та олійних виробництв : навчальний посібник / О. В. Дацишин, А. І. Ткачук, О. В. Гвоздев. Вінниця : Нова книга, 2008. - 488 с.
7. Душинський В. В. Основи наукових досліджень. Теорія та практикум з програмним забезпеченням: навчальний посібник / В. В. Душинський. К.: НТУУ “КПІ”, 1998. – 408 с.
8. ДСТУ 4138-2002. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначання якості – Введ. 01.01.04. – К.: Держстандарт України, 2004. – 178 с.

9. ДСТУ ISO 542:2006. Насіння олійних культур. Методи відбирання проб (ISO 542:1990, IDT). – Вид. офіц. – К. : Держспоживстандарт України, 2008. – IV, 8 с. : рис. – (Національний стандарт України).

10. ДСТУ ISO 658:2006 Насіння олійних культур. Метод визначення вмісту домішок (ISO 658:2002, IDT). – Вид. офіц. – К. : Держспоживстандарт України, 2008. – IV, 8 с. : рис. – (Національний стандарт України)

11. Калошин Ю.А. Технологія і устаткування масложирових підприємств: М.: ІРПО: Видавничий центр «Академія», 2002. – 363 с.

12. Камінський В.Д. Переробка та зберігання сільськогосподарської продукції: навч. посібник для вузів / В.Д. Камінський, М.Б. Бабич. - Одеса: Аспект, 2000. - 460 с.

13. Кузнєцов Ю. М. Теорія технічних систем / Ю. М. Кузнєцов, І. В. Луців, С. А. Дубиняк. – Київ-Тернопіль, 1997 – 310 с.

14. Мікробіологія та фізіологія харчування : навчальний посібник / В. Д. Малигіна, О. А. Ракша-Слюсарєва, В. П. Ракова. - К. : Кондор, 2009. – 242с.

15. Машини та обладнання переробних виробництв: навч. посібник для студ. вузів / О.В. Дацишин [та ін.]; за ред. О.В. Дацишина. – К.: Вища освіта, 2005. – 159 с.

16. Механізація переробної галузі агропромислового комплексу: Навч. посібник/ О.В. Гвоздєв, Ф.Ю. Ялпачик, Ю.П. Рогач, М.М. Сердюк. – К.: Вища освіта. 2006. – 479 с.

17. Обладнання підприємств переробної і харчової промисловості / І.С. Гулий, М.М. Пушанко, Л.О. Орлов та ін. За ред. академіка УААН Гулого І.С. – Вінниця : Нова книга, 2001 – 576 с.

18. Олійно-жирова галузь України УкрНДІОЖ НААН 2015р. Харків №2(30) С.6-7.

19. Подпрятів Г.І. Технологія виробництва борошна, крупи та олії / Г.І. Подпрятів, Л. Ф. Скалецька. - К.: НАУ, 2000. - 202 с.

20. Пат. № 61469U Україна, МПК В07В1/28. Решітний сепаратор / Є. В. Михайлов, О. О. Білокопитов, В. С. Дудка, А. В. Перетяцько. – № u2010 13961; заявл. 23.11.2010; опубл. 25.07.2011, Бюл. № 14.

21. Післязбиральний обробіток та зберігання насіння. Режим доступу: <http://zhmenka.com/sonyashnik-selekcija-nasinnictvo-tehnologiya-viroshhuvannya/pislyazbiralniy-obrobitok-ta-zberigannya-nasinnya/>

22. Статистична інформація Державного служби статистики України [Електронний ресурс] / Державний комітет статистики України. Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua>

23. <http://www.agrobusiness.com.ua/component/content/article/1594.html>
№22(317) листопад 2015.