

Криворізький національний університет  
Кафедра охорони праці та цивільної безпеки

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Тема: “АНАЛІЗ УМОВ ПРАЦІ ТА РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ЗНЕПИЛЕННЯ  
РОБОЧОГО МІСЦЯ З ВИГОТОВЛЕННЯ БЕТОНУ”

Виконала з во групи ЗЦБ-20 Черевко Дарія

Науковий керівник к.т.н., доцент Нестеренко Оксана

Кривий Ріг – 2024

## ЗМІСТ

УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ.....	7
ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1 ДОСЛІДЖЕННЯ ПИЛОВОГО ФАКТОРУ, ЯК ШКІДЛИВОГО ТА АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ ПОШИРЕННЯ ПИЛУ І МЕТОДІВ НОРМУВАННЯ.....	10
1.1 Пиловий фактор як шкідливий фактор впливу на організм працівників підприємств з виробництва будівельних матеріалів.....	10
1.2 Аналіз практичних досліджень поширення пилу у виробничих приміщеннях.....	12
1.3 Аналіз методів нормування дрібнодисперсного пилу $PM_{10}$ , $PM_{2,5}$ на підприємств будівельної індустрії.....	14
Висновки за розділом 1.....	20
РОЗДІЛ 2 ДОСЛІДЖЕННЯ ПИЛОВОЇ ОБСТАНОВКИ ТА ДИСПЕРСНОСТІ ПИЛУ У БЕТОНОЗМІШУВАЛЬНОМУ ВІДДІЛЕННІ.....	21
2.1 Дослідження запиленості повітря в робочій зоні бетонозмішувального відділення.....	21
2.2 Дослідження впливу організації повітрообміну на пилову обстановку відділенні.....	22
2.3 Дослідження дисперсного дисперсного на різних позначках бетонозмішувального відділення складу пилу .....	28

Висновки за розділом 2.....	40
<b>РОЗДІЛ 3 ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАПРОПОНОВАНИХ ЗАСОБІВ ЗНЕПИЛЕННЯ РОБОЧОГО МІСЦЯ З ВИГОТОВЛЕННЯ БЕТОНУ .....</b>	<b>41</b>
3.1 Результати обстеження запиленості повітря робочої зони бетонозмішувального відділення .....	41
3.2 Навчальна модель руху повітряних мас у поверхових цехах.....	41
3.3 Розробка способу уловлювання та очищення газових викидів від технологічного обладнання .....	44
3.4 Запропонований спосіб локалізації та очищення пилових викидів.....	44
Висновки за розділом 3.....	48
<b>РОЗДІЛ 4 ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАПРОПОНОВАНИХ РЕКОМЕНДАЦІЙ</b>	
4.1 Методологічні аспекти оцінки ефективності.....	49
<b>ВИСНОВКИ.....</b>	<b>52</b>
<b>ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА.....</b>	<b>53</b>

## ВСТУП

На видобувних комбінатах Кривбасу, які проводять видобування корисних копалини підземним способом у технологічному процесі застосовують бетон. Для збільшення міцності гірничих виробок з тривалим часом використання та високим гірським тиском виконують монолітне бетонне кріплення. Існує ще декілька кріплень, наприклад безпалубкове кріплення (набризк-бетон), анкерне[1].

Таким чином, у групі виробничих допоміжних приміщень на поверхні, є такі, що відрізняються складністю розміщення технологічного обладнання.

Під час здійснення технологічного процесу в цехах даного виду (дроблення, подрібнення, стирання тощо), а також транспортуванні сировини і матеріалів, у повітря робочої зони виділяється велика кількість пилу, в тому числі дрібнодисперсного. Вище перераховане формує несприятливі санітарно-гігієнічні умови праці на робочих місцях, що призводить до зростання виникнення професійних захворювань.

До виробництв, які володіють вищевказаними архітектурно-планувальними рішеннями, належать підприємства з виробництва з/б виробів, гіпсу, цементу та інших в'язучих. Заміри запиленості повітря робочої зони показали, що концентрація пилу перевищує нормативні ГДКр.з. у кілька разів, а швидкість руху і напрямок поширення повітряно-пилових потоків призводить до (перемішування) перетікання пилу між технологічними майданчиками по всьому об'єму цеху.

Для працівників цих виробництв властивий високий ступінь виникнення професійних захворювань, зумовлений впливом дрібнодисперсного пилу.

Один із чинників невідповідності характеристик повітряного середовища робочих зон нормативним у виробничих спорудах із багаторівневим розміщенням обладнання розміщенням устаткування - це рішення, прийняті на етапі проектування, які ґрунтуються на встановлених методах, що не беруть до уваги закономірності поширення шкідливостей, що виділяються. Таким чином, застосовані розрахунки повністю не враховують поширення пилу, включно з дрібнодисперсний PM10 і PM2,5, за обсягом виробничих приміщень подібної конструкції.

Отже, актуальними і важливими видаються дослідження, націлені на розроблення науково обґрунтованих методів оцінювання нормування шкідливих виробничих факторів (нестабільної температури і підвищеного значення концентрації пилу в повітрі робочої зони) за допомогою вдосконалення місця розташування обладнання, особливо на підприємствах, зайнятих у особливості, на підприємствах, зайнятих у будівельній індустрії з виробництва залізобетонних виробів, цементу, гіпсу та інших в'язучих.

## РОЗДІЛ 1

### ДОСЛІДЖЕННЯ ПИЛОВОГО ФАКТОРУ, ЯК ШКІДЛИВОГО ТА АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ ПОШИРЕННЯ ПИЛУ І МЕТОДІВ НОРМУВАННЯ

#### 1.1 Пиловий фактор як шкідливий фактор впливу на організм працівників підприємств з виробництва будівельних матеріалів

Одним із головних шкідливих факторів, що суттєво впливає на здоров'я працівника в будівельному виробництві є пил. Його небезпека, ступінь, характер впливу визначається особливістю технологічного процесу, дисперсним складом та видом пилу.

Силікатний пил, який забруднює повітря робочої зони при виробництві силікатної цегли, в основному не має загальнотоксичної дії, але при накопиченні часточок силікатного пилу в дихальних органах починають розвиватися місцеві зміни за типом пневмоконіозу і ХПБ, і належні цьому захворюванню загальні (системні) порушеннями [2].

Оскільки пиловий пневмосклероз є одним із найтяжчих наслідків відкладення в легенях пилу, про пневмоконіозонебезпечність силікатів часто визначається за їхньою фіброгенністю [2].

Високі концентрації силікатних пилів у виробництвах, де інтенсивність боротьби з пилоутворенням дещо нижча, ніж у силікоzoneбезпечних є основною причиною силікатозів. Збільшення відкладення пилу сприяє розвитку хронічного бронхіту, що посилює функціональні порушення у хворого на силікатоз.

У разі збільшення фіброгенності пилу змінюється характер пневмоконіозу ("силіко-силікатоз") [3].

На підприємствах видобутку гіпсу підземним способом у працівників, що задіяні на видобутку відбуваються зміни слизових верхніх дихальних шляхів і посилення легеневого малюнка. Концентрація 6-375 мг/м<sup>3</sup> викликає хронічні кон'юнктивіти, загострення сухості слизової носа, зниження нюху, захриплість, зниження відчуття смаку, зростання неспецифічних хвороб дихальної системи. У деяких робітників виявлено рентгенологічну картина дрібнопористого вузликового фіброзу легень [4].

На підприємствах які, виготовляють залізобетонні вироби, робітники, незалежно від терміну стажу скаржаться на больові відчуття та тяжкість у грудях, появу захриплості, задишку, сухість у роті, кашель, зниження нюху, кровотечі з носу.

Грунтуючись на хімічний склад пилу спостерігаються такі види силікозу: типовий силікоз, або міжвузловий склероз [4].

Так само у тих, хто працює на цих підприємствах, виявлено "камінчики" (риноліти) на задній стінці горла, на мигдаликах, у гортані та порожнині носа, тріщини, а також зустрічається виникнення наскрізного отвору в носовій перегородці. Виявлено також бронхіти, емфізему та плевральні зрощення; хронічні запальні процеси в гайморовій порожнині та поліпоз слизової носа; збільшення виникнення хронічних неспецифічних захворювань легень.

Сенсибілізуючі (алергенні) властивості цементу обумовлені наявністю в ньому сполук Cr (VI); це є причиною виникнення бронхіальної астми та набряку Квінке.

Чим більше домішок вапна до цементу або чим вищий вміст CaCO<sub>3</sub>, тим важчі захворювання шкіри. Виникають такі захворювання як "цементна короста", виразки, "екзема мулярів".

При потраплянні цементний пилу в очі, може виникати кон'юнктивіт, навіть омертвіння деяких ділянок сполучної оболонки з подальшим утворенням зрощень [4].

Одним із видів захисту від пиління є ЗІЗ та засоби колективного захисту робітників. До ЗІЗ належать протипилові респіратори, спецодяг із пилозахисної тканини, яка щільно прилягає, герметичні захисні окуляри, мазі для обробки відкритих частин тіла.

До засобів колективного захисту працівників від пилових забруднень у повітрі робочої зони належать системи вентиляції та аспірації.

Системи аспірації призначені для локалізації шкідливих виділень від джерел, запобігаючи їх поширенню по всьому об'єму виробничого приміщення. Системи вентиляції спрямовані на утримання нормованих параметрів якості повітря робочої зони шляхом розбавлення шкідливостей і їх зменшення.

Стабільна робота систем вентиляції, а також їхня висока ефективність пиловловлювання забезпечує допустимі значення концентрацій пилу на робочих місцях, тим самим запобігаючи (зменшуючи) ризик самим запобігаючи (зменшуючи) ризик професійних захворювань працівників підприємств з виробництва будівельних матеріалів [5].

## 1.2 Аналіз практичних досліджень поширення пилу у виробничих приміщеннях

На нинішній час, проблеми розповсюдження пилу у виробничих приміщеннях є надзвичайно актуальним питанням з огляду підвищення вимог до якості повітряного простору в цілому, так і в робочій зоні працівників.

Дослідження розповсюдження пилу проводили науковці Бересневич П.В., Лапшин О.Є, Коузов Д.П., Є.А., Назарова М.М., Калінушкіна М.П., Азарова В.М., Горбунової М.Є., Гадаборшевої Т.Б. та ін.



Посохін В.М., сформулював, що головним критерієм ефективності аспіраційних систем є концентрація пилу в повітрі робочої зони, а Богуславським Є.І., і Азаровим В.М. було запропоновано методика експериментального визначення значення кількості пилу, що виходить від технологічного обладнання. Для вирішення питань повітрообміну приміщень, що мають складне планування [6],

Кононенко В.Д. і Азаровим В.М. було запропоновано поділ цехів цього типу на аеродинамічні об'єми.

За пропонованою методикою весь обсяг цеху необхідно розбити на окремі аеродинамічні обсяги, виходячи з особливостей об'ємно-планувальних рішень і необхідності індивідуального планувальних рішень і необхідності індивідуального вентилявання [7],

Аеродинамічні обсяги всього приміщення розглядаються як взаємовпливова система об'ємів, у якій кожна з частин впливає одна на одну.

В одиничному аеродинамічному об'ємі визначають робочу зону, у якій знаходиться виробничо-технологічне обладнання з виявленням місця виділення шкідливостей та їхньої кількості, визначають втрати тепла обладнанням.

Після цього складається повітряно-тепловий баланс або баланс за шкідливостям, залежно від того, що необхідно для окремого обсягу, і визначається кількість повітря, необхідного для забезпечення нормованих параметрів на робочих місцях. Поділ на окремі аеродинамічні аеродинамічні об'єми дає змогу оптимально організувати повітрообмін, враховуючи шкідливий вплив об'ємів один на одного внаслідок перетікання шкідливостей [7].

Запропонований метод поділу цехів із майданчиками на окремі аеродинамічні об'єми дає змогу підвищити ефективність систем життєзабезпечення і виключити ті недоліки, які неминучі при проектування за загальноприйнятою методикою. Причому, ефективність повітрообміну тим вища, чим правильніше розбивка цеху на окремі обсяги [7].

Азаров В.М. показав, що факторами, які впливають на характер розподілу пилу, є швидкість повітряної течії при об'ємному джерелі пиловиділення і напрямок потоку повітря до осі джерела пилу, що виділяється, за лінійного джерела пиловиділення. Для розв'язання задач із визначення потужності джерела пиловиділення через інтенсивність використовують розроблену методику, відмітною особливістю якої є зонування площі пилоосідання [8].

З урахуванням даних, отриманих Азаровим В.М., Гадаборшева Т.Б. визначила, що для зменшення області поширення пилу в цехах із багатоярусним розташуванням технологічних майданчиків слід знижувати і регулювати швидкість подачі припливного повітря в кожному окремому аеродинамічному об'ємі. Зменшення швидкості припливного повітря в робочу зону сприяє скороченню області розподілу шкідливостей, що виділяються шкідливостей, що виділяються, - тепла і пилу.

За результатами експерименту Горбунової М.Є. з дослідження аеродинамічних параметрів пилу, що виділяється в повітря робочого приміщення з обладнання, отримано дані, що в робочій зоні в завислому стані перебувають частинки пилу із середнім діаметром від 2,5 до 10 мкм з огляду на те, що швидкість потоку повітря, що піднімається, становить від 0,1 до 0,17 м/с. Частинки пилу наведеного діаметра становлять 5-7% від загальної кількості всього пилу, який виходить від обладнання [6].

### 1.3 Аналіз методів нормування дрібнодисперсного пилу $PM_{10}$ , $PM_{2,5}$ на підприємств будівельної індустрії

Наукове вивчення впливу на людину і навколишнє середовище дрібнодисперсного пилу [9] почалося ще з 90х років ХХ століття в Європі, США, Канаді, Великобританії. Ці наукові роботи проводять паралель між ступенем забрудненості повітря дрібнодисперсним пилом і негативним впливом на

здоров'я людей, виникнення гострих хронічних захворювань дихальних шляхів, задишку, важке дихання. бронхіт, астму, передчасну смерть .

У Директиві 2008/50/ЕС "Про якість атмосферного повітря і про більш чисте повітря для Європи" (Directive 2008/50/EC of the European Parliament and of the Council of 21 May 2008 on ambient air quality and cleaner air for Europe) від травня 2008р. прописані значення граничних рівнів (концентрацій) забруднювальних речовин [10].

Мета цього документу є запобігання або зменшення шкідливого впливу на стан здоров'я людини, а також на якість довкілля в цілому, зокрема для дрібнодисперсного пилу  $PM_{10}$  та  $PM_{2.5}$ . Наведені нормативи мають бути досягнуті в задані періоди часу; після цього необхідно дотримуватися значень концентрацій шкідливих речовин у повітрі довкілля. навколишнього середовища на отриманому рівні [10].

Таблиця 1.1 - Гранично допустимі концентрації в повітрі, згідно з Директивою 2008/50/ЕС для  $PM_{10}$ [10].

Проміжок осереднення	Максимальний рівень концентрації	Інтервал допустимих відхилень	Дата досягання
Завислі речовини, часточки розміром <10 мкм ( $PM_{10}$ )			
24 години	50 мкг/м <sup>3</sup> рівень не повинен перевищувати більш ніж 35 раз на протязі календарного року	50%	01.01.2010
Календарний рік	50 мкг/м <sup>3</sup>	20%	01.01.2010

Для часточок пилу < 2,5 мкм ( $PM_{2.5}$ ), що знаходяться у завислому стані Директива 2008/50/ЕС[10] передбачає поступове зменшення середньорічної концентрації таких часточок пилу в повітрі.

У Великій Британії згідно зі Стратегією в галузі якості повітря (Air Quality Strategy, 2007) цільові показники параметрів повітря застосовні для

частинок пилу з розміром  $PM_{10}$  і  $PM_{2,5}$  нормуються таким чином [11]:

У США стандарти якості атмосферного повітря вміщують у себе нормування деякої кількості дрібнодисперсного пилу[12].

Таблиця 1.2 - Цільові показники якості повітря для завислих часток з розміром  $PM_{10}$  і  $PM_{2,5}$  у Великій Британії

Забруднююча речовина	Цільові показники якості повітря		Дата досягнення
	Концентрація	Період осереднення	
Завислі речовини, частинки розміром < 10 мкм ( $PM_{10}$ ), гравіметричне визначення			
Сполучене Королівство Великої Британії і Північної Ірландії	50 мкг/м <sup>3</sup> (не повинна перевищуватися більше 35 разів на рік)	Середня величина з послідовних середньогодинних концентрацій	2431.12.2024
	мкг/м <sup>3</sup>	Середньорічна концентрація	31.12.2024
Завислі речовини, частинки розміром < 2,5 мкм ( $PM_{2,5}$ ), гравіметричне визначення			
Сполучене Королівство Великої Британії і Північної Ірландії	25 мкг/м <sup>3</sup> (цей показник не встановлений у даний час законодавством)	Середньорічна концентрація	2020
	15% скорочення дози в містах Середньорічна концентрація 2010 - 2020		
Шотландія	12 мкг/м <sup>3</sup> (ліміт)	Середньорічна концентрація	2010

Таблиця 1.3 - Стандарти якості атмосферного повітря США за  $PM_{10}$  та  $PM_{2,5}$

Забруднююча речовина	Первинні стандарти	
	Рівень	Період осереднення
Завислі речовини, частинки розміром < 10 мкм ( $PM_{10}$ )	0,15 мг/м <sup>3</sup>	24 години
Завислі речовини, частинки розміром < 2,5 мкм ( $PM_{2,5}$ )	0.015 мг/м <sup>3</sup>	Рік (середнє арифметичне)
	0.035 мг/м <sup>3</sup>	24 години

В Австралії стандарти якості атмосферного повітря були прийняті в 1998г. Нормування спрямоване на комплексний облік кожного джерела викидів

забруднювальних речовин в атмосферу, що, у свою чергу, дає змогу розширити перелік забруднювальних речовин [11].

Таблиця 1.4 - Стандарти якості повітря в Австралії, що застосовуються для PM<sub>10</sub> і PM<sub>2,5</sub>

Забруднююча речовина	Проміжок осереднення	Максимальна концентрація	Мета на 10-річний період (максимальне число випадків перевищення)
Завислі речовини частинки розміром < 10 мкм (PM <sub>10</sub> )	1 доба	50 мг/м <sup>3</sup>	5 днів на рік
Завислі речовини частинки розміром < 2,5 мкм (PM <sub>2,5</sub> )	1 доба	25 мг/м <sup>3</sup>	збір достатньої інформації для встановлення національного стандарту в 2005 р.

Досягнення нормативних значень та утримання концентрацій забруднюючих речовин у атмосферному повітрі навколишнього середовища [13] забезпечує задовільну якість повітря у населених пунктах, виробничих просторах. яка не чинить негативного впливу на здоров'я людини (концепція нульової концентрації), а здоров'я людини (концепція нульового ризику) [6]. У процесі прийняття та опису нормативів якості (цільових показників якості) навколишнього середовища більш популярності набуває метод, який базується на оцінці ризику (міри небезпеки, що визначає можливість встановлення негативних явищ/наслідків) [6].

В законодавстві України 14.01.2020 року було введено в дію наказ МОЗ України №52 "Гранично допустимі концентрації хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць" [13], які нормують вміст завислих речовин за фракціями PM<sub>10</sub> і PM<sub>2,5</sub>. Таким чином, залежно від концентрації PM, що вимірюється в мкг/м<sup>3</sup>, визначається індекс якості повітря.

Часточки РМ переносяться вітровими потоками на десятки та стоні кілометрві, тобто долають великі відстані. Якась кількість РМ виділяється з природних джерел, наприклад, сільські угіддя, пилок тощо. Ще частка потрапляє з інших країн. Але основна частка РМ потрапляє в Україні з власних антропогенних об'єктів, промислових підприємств, пожеж, транспорту[14].

Таблиця 1.5 - Індекс якості повітря [14]

Індекс якості повітря	PM <sub>2.5</sub>	PM <sub>10</sub>
Добрий	0	0
Задовільний	12	54
Шкідливий для групи ризику	35	154
Шкідливий	55	254
Дуже шкідливий	150	354
Небезпечний	250	424

Таблиця 1.6 - Величини ГДК в атмосферному повітрі, встановлені для РМ<sub>10</sub> і РМ<sub>2,5</sub>[10]

Назва речовини	Величина ГДК, мг/м <sup>3</sup>			Клас небезпеки
	Максимальна разова	Середньодобова	Середньорічна	
Завислі речовини, частинки розміром < 10 мкм (PM <sub>10</sub> )	0,3	0,06	0,04	-
Завислі речовини, частинки розміром < 2,5 мкм (PM <sub>2,5</sub> )	0,16	0,035	0,0255	-

У різних країнах для встановлення цільових показників якості повітря існують власні методи для дотримання ГДК небезпечних речовин в атмосферному повітрі.

Але чисельні значення показників для переважної кількості речовин

достатньо близькі незважаючи на різні методи [15]. Це є підставою дій, направлених на коригування низки ГДК в Україні, які встановлені рекомендаціями ВООЗ.

Таблиця 1.7 - Нормативи якості атмосферного повітря: ЄС, ВООЗ, США

Забруднююча речовина	Проміжок осереднення/характер норматива	Концентрації, мкг/м <sup>3</sup>		
		ЄС	ВООЗ	США
Завислі речовини частинки розміром < 10 мкм (PM <sub>10</sub> )	24 години	50	50	150
	Рік	20	20	80
Завислі речовини, частинки розміром < 10 мкм (PM <sub>10</sub> )	24 години	-	25	-
	Рік	25 (цільовий показник, набув чинності чинності 01.01.2010)	10	-
Завислі речовини (загальна концентрація)	24 години (ГДК СС)	-	-	-
	20 хвилин	-	-	-

Зважаючи на наслідки підвищеної запиленості та тривалість перебування частинок пилу у зваженому стані частинок пилу в підвішеному стані, нормування концентрації дрібнодисперсного пилу PM<sub>10</sub> і PM<sub>2,5</sub>, у всьому світі вважається найбільш значущим.

Проте, до теперішнього часу в повітрі робочої зони прийнято нормативи вмісту завислих речовин у повітрі робочих зон виробництв будіндустрії без урахування їхніх розмірів.

Розроблення та прийняття нормативів для дрібнодисперсного пилу PM<sub>10</sub> і PM<sub>2,5</sub> дає можливість точно визначати місцеві фонові концентрації, встановлювати певні конкретні вимоги до підприємств і отримувати достовірні аналітичні дані. підприємствам та отримувати достовірну аналітичну інформацію, яка необхідна для контролю підтримання встановлених нормативів

## ВИСНОВКИ ЗА РОЗДІЛОМ 1

1. Проведено аналіз пилового фактору як шкідливого фактору впливу на організм працівників підприємств з виробництва будівельних матеріалів. Аналіз дав змогу оцінити вплив на здоров'я працівників цього виробництва та визначити основні професійні хвороби: пневмоконіоз легень, запалення верхніх дихальних шляхів і слизової оболонки очей (кон'юнктивіту), дерматит відкритих поверхонь шкіри та ін.
2. Проведено аналіз практичних досліджень поширення пилу у виробничих приміщеннях, в тому числі великої висоти з технологічними майданчиками та міжповерховими прорізами. Цим питанням присвячена невелика кількість робіт, що ускладнює підтримання якості повітря робочої зони в цехах цього типу.
3. Аналіз способів визначення норм характеристик атмосферного повітря (щодо наявності в ньому зважених часток) в Україні та інших країнах виявив, що наявна класифікація часток відносно їхніх розмірів  $PM_{10}$  і  $PM_{2,5}$  - частки розміром  $\leq 10$  мкм і 2,5 мкм відповідно. Встановлено, що на даний момент не існує системи для контролю та оцінки наявності фракцій малого розміру в загальній кількості пилу, що надходить у повітря робочої зони та вентиляційні системи підприємств.



## РОЗДІЛ 2

### ДОСЛІДЖЕННЯ ПИЛОВИХ ОБСТАВИН ТА ДИСПЕРСНОСТІ ПИЛУ У БЕТОНОЗМІШУВАЛЬНОМІ ВІДДІЛЕННІ

#### 2.1 Дослідження запиленості повітря в робочій зоні бетонозмішувального відділення

Для загального оцінювання внеску кожного джерела викиду пилу в загальне пилове забруднення повітря виробничого приміщення були проведені заміри запилення повітряного середовища в робочій зоні (2м над рівнем підлоги) біля усіх одиниць технологічного обладнання [16].

Результати замірів наведено в таблиці 2.1

Таблиця 2.1. - Запиленість повітряного середовища робочої зони бетонозмішувального відділення

Номер заміру	Концентрація мг/м <sup>3</sup>			Середнє значення
	Замір	Замір	Замір	
1	54,61	52,54	54,09	53,75
2	21,09	19,82	20,6	20,50
3	31,07	30,57	30,6	30,75
4	38,97	38,56	38,71	38,75
5	82,16	82,39	82,2	82,25
6	37,06	36,39	37,02	37,01
7	18,12	18,01	18,03	18,50
8	44,07	43,95	44,02	44,01
9	68,1	68,02	68,04	68,50
10	173,56	173,46	173,49	173,50
11	27,48	27,42	27,46	27,45
12	33,65	33,71	33,67	33,68
13	33,72	33,78	33,76	33,75

Заміри запилення було виконано за стандартною методикою. При вимірюванні запилення проби повітря відбирають на робочих місцях в районі органів дихання працівників. У випадку, якщо робочі місця не мають постійного призначення проби повітря відбирають у точках короткочасного перебування працівників в залежності їх маршрутів переходів на інші робочі місця.

Проби відбиралися у час самого інтенсивного утворення пилу. Відбір проб виконується в момент роботи та виключення пилових очисників, для визначення їх ефективності.

Гігієнічна оцінка вміщує кількісну оцінку ваговим методом та якісну оцінку дисперсного та хімічного складу [17].

На підставі наведених даних можна зробити висновок, що максимальна кількість пилу надходить від обладнання в зону, що обслуговується, на відстань до 0,5-1 м, а концентрація пилу в робочій зоні в низці випадків перевищує ГДК у 5-7 разів. На малюнку 2.1 показано стан технологічного обладнання, за яким можна оцінити якість повітряного середовища приміщення [6].

Аналізуючи отримані результати видно, що найбільша запиленість повітря перевищує значення ГДК більше, ніж у 25 разів і спостерігається вона в надбункерному відділенні [6].

## 2.2 Дослідження впливу організації повітрообміну на пилову обстановку в бетонозмішувальному відділенні

### 2.2.1 Дослідження впливу організованого повітрообміну на пиловий стан в бетонозмішувальному відділенні

Загально прийнята для виробничих приміщень з високим рівнем запилення система загальнообмінної вентиляції є одним із широко використовуваних заходів для утримання стану повітря у необхідних санітарно-гігієнічних параметрах.

В залежності від вимог, що запроваджуються до якості повітря виробничої зони, особливості технологічного процесу та призначення приміщень, також

Малюнок 2.1 –  
Стан  
технологічного  
обладнання в



бетонозмішувальному  
відділенні АТ  
“КРИВАБАСЗА  
ЛІЗРУДКОМ”

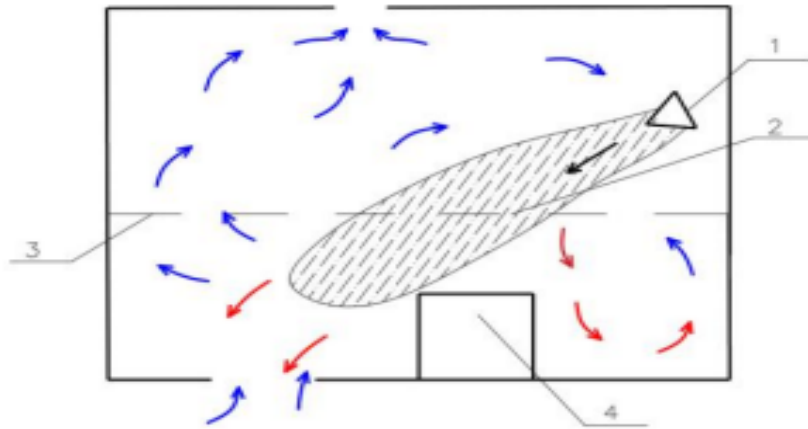


конструктивних  
особливостей



востей цеху, впроваджують декілька способів подання припливного повітря і типи повітророзподільних пристроїв. Бетонозмішувальний цех, як відомо, відноситься до приміщення другої категорії [18,19] з невеликим теплонадлишками, кратність

повітрообміну в яких становить понад 10 1/год.

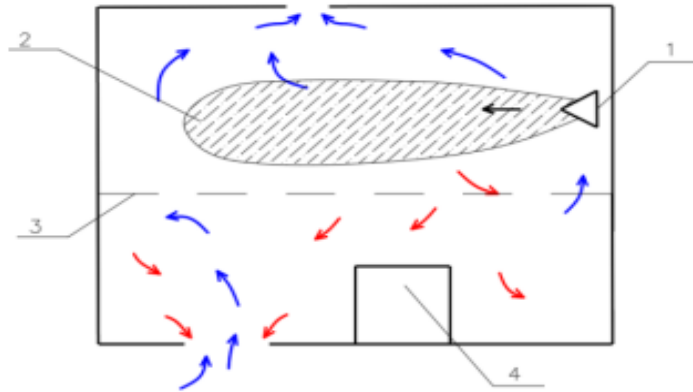


Малюнок 2.1 - Схема подавання припливного повітря в об'єм цеху похилими струменями під кутом  $45^\circ$  до площини підлоги; повітророзподільник розташовано вище робочої зони. 1 - повітророзподільник; 2- область розподілу припливного струменя; 3- межа робочої зони приміщення; 4- джерело пиловиділення

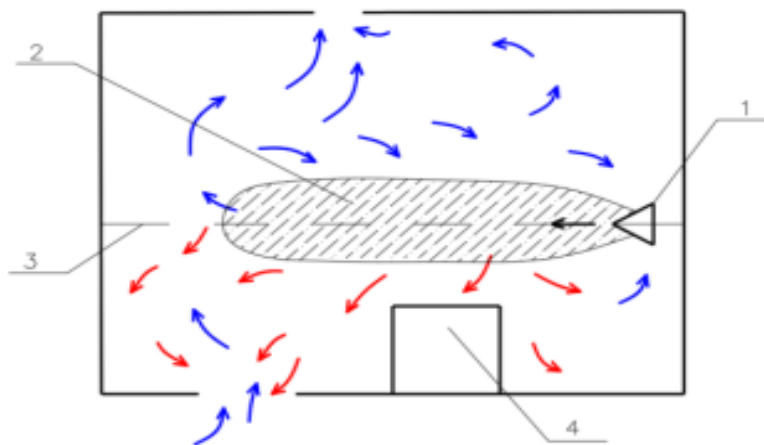
На схемах організації повітророзподілу (малюнок 2.1, 2.2, 2.3, 2.4) зображено рух пилових повітряних потоків (стрілки синього кольору означають дрібнодисперсний пил, а червоного — крупнодисперсний).

Для приміщень в яких розташовується особливо великогабаритне технологічне обладнання (висотою більше ніж 3 метри), до яких відносять виробництво залізобетонних виробів, пропонують рекомендовано [19] схеми подавання припливного повітря такі: навпрост в робочу зону; в місце між об'єктами технологічного обладнання; скупченно із застосуванням напрямних сопел.

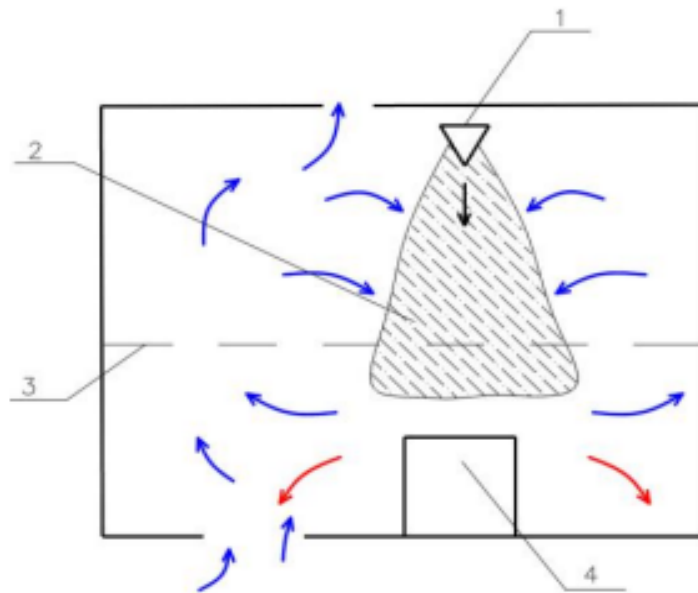
Представлені схеми організації повітророзподілу дали змогу оцінити рухливість повітря, виявити застійні зони, а також місця найбільшого осідання пилу на поверхні підлоги технологічного майданчика.



Малюнок 2.2 - Схема подавання припливного повітря в об'єм цеху похилими струменями паралельно (під кутом  $180^\circ$ ) до площини підлоги; повітророзподільувач розташований вище робочої зони. 1 - повітророзподільник; 2- область розподілу припливного струменя; 3- межа робочої зони приміщення; 4- джерело пиловиділення



Малюнок 2.3 -Схема подавання припливного повітря в об'єм цеху похилими струменями паралельно (під кутом  $180^\circ$ ) до площини підлоги; розподільник повітря розташований на рівні робочої зони. 1 - повітророзподільник; 2- область розподілу припливного струменя; 3- межа робочої зони приміщення; 4- джерело пиловиділення



Малюнок 2.4 - Схема подачі припливного повітря в об'єм цеху струменями вертикальними зверху донизу (під кутом  $90^\circ$ ) до площини підлоги; повітророзподільник розташований на рівні робочої зони. 1 - повітророзподільник; 2 - область розподілу припливного струменя; 3 - межа робочої зони приміщення; 4 - джерело пиловиділення

### 2.2.2 Дослідження повітряно-пилових потоків і запиленості повітря робочої зони

Для визначення впливу організації припливу повітря на концентрацію пилу в повітрі робочої зони були проведені дослідні натурні дослідження. Переносну припливну установку, що складається з вентилятора, гнучкого повітропроводу, штатива-щогли і повітророзподільника встановлювали таким чином, щоб забезпечити подачу чистого повітря в робочу зону. Конструктивно була можливість гнучко змінювати кут нахилу повітророзподільника в діапазоні від  $0^\circ$  до  $90^\circ$ . У натурних дослідженнях було обрано два кути подачі припливного струменя  $45^\circ$  і  $90^\circ$ . 60 Продуктивність вентилятора давала змогу організувати подачу припливного повітря за кратностями від об'єму технологічного майданчика до

n=5/год включно. За СНиП 41.01-2003 рекомендована кратність повітрообміну для виробничих приміщень становить 2/год, проте кратність повітрообміну для цехів із великогабаритним технологічним обладнанням (заввишки понад 3 м.) [45] становить 10/год. СанПіН встановлює кратність повітрообміну, що дорівнює 8/год для аварійних умов, що зі свого боку ставить під сумнів доцільність 10/год повітрообміну, наведеного в [45]. Таким чином нами було обрано кратності 2/год; 3,5/год; 5/год, 6,5/год.

За результатами замірів видно, що найменша концентрація пилу досягається за кратності повітрообміну 5/год і за кута нахилу повітророзподільника 45°. Злам на графіку (рисунок 2.5) показує, що в разі подальшого збільшення значення кратності повітрообміну відбувається збільшення значення концентрації пилу на технологічних майданчиках за рахунок перетікання його та накопичення на нижчих рівнях.

Таблиця 2.2. - Результати замірів запиленості повітря робочої зони в бетонозмішувальному відділенні АТ "КРИВБАСЗАЛІЗРУДКОМ"

Технологічний майданчик (етаж)	Кратність повітрообміну, 1/год	Витрата що подається, м <sup>3</sup> /год	Кут нахилу повітророзподільника	Концентрація пилу, м <sup>3</sup> /год	
1	2	490	90	47,2	
			45	43,51	
	3.5	858	90	42,94	
			45	39,86	
	5	1226	90	33,28	
			45	26,19	
	6.5	1594	90	27,14	
			45	20,03	
	2	2	490	90	21,43
				45	19,20
3.5		858	90	18,16	
			45	15,34	
5		1226	90	16,29	
			45	12,05	
6.5		1594	90	12,33	
			45	9,54	

4	2	490	90	38,97
			45	36,14
	3.5	858	90	34,73
			45	30,41
	5	1226	90	28,33
			45	22,09
	6.5	1594	90	23,48
			45	18,26

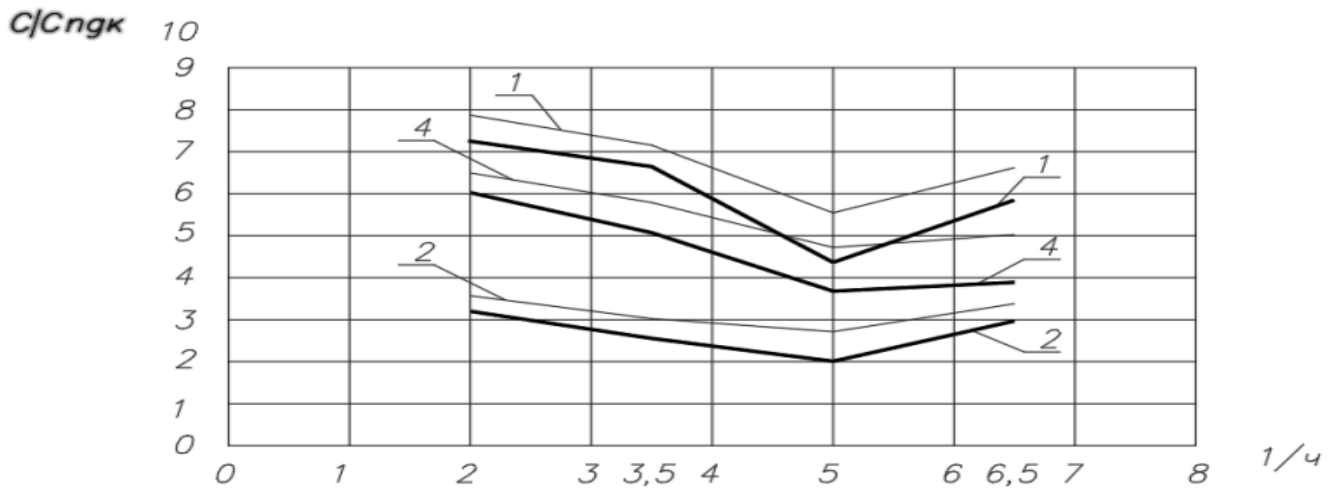


Рисунок 2.5 - Залежність зміни відносної концентрації пилу в повітрі робочих зон від значення кратності повітрообміну. 1, 2, 3 - номер технологічного майданчика, на якому проводили замір; - кут нахилу повітророзподільника 90, - кут нахилу повітророзподільника

### 2.3 Дослідження дисперсного дисперсного на різних позначках бетонозмішувального відділення складу пилу

Дослідження викидів цементного пилу відбувалися на одному із структурних підрозділів (ШБУ) АТ “КРИВБАСЗАЛІЗРУДКОМ”, що спеціалізується на виготовленні бетонної суміші, що використовується при кріпленні підземних гірничих виробок.

Об'єкт виробництва є типовим і складається з:



1. Надбункерного відділення,
2. Технічного поверху,
3. Дозувального відділення,
4. Бетонозмішувального відділення.

На кожному рівні, окрім технічного рівня та у кожному з відділень, розташовуються робочі зони, де і проводився відбір проб цементного пилу для виявлення концентрації та проведення дисперсного аналізу складу пилу. Результати досліджень у бетонозмішувальному відділенні наведено на малюнках 2.6, 2.7, 2.8, 2.9, 2,10, 2,11.

З графіка (мал. 3.1) видно, що пил, який випромінюється в повітря робочої зони в надбункерному відділенні під час завантаження пневматичним транспортом цементу в робочий бункер, є переважно дрібнодисперсним і розподіляється за діаметрами таким чином: PM10 становить 99,5% і PM2,5 - 7,5%. При цьому d50 приблизно становить 5 мкм [6].

Більші частки пилу виділяються в повітря робочої зони надбункерного відділення при завантаженні пневмотранспортом цементу в робочий бункер і одночасному завантаженні щебеню (мал. 2.6) та розподіляються за діаметрами таким чином: PM10 - 90% і PM2,5 - 3,8%, %. d50 при цьому приблизно становить 6,5 мкм [6].

Пил, що виділяється в дозувальному відділенні в зоні дихання операторів пультової (мал. 2.7), є найбільш дрібнодисперсним і становить найбільшу шкоду для здоров'я працівників. Розподіл значень маси частинок за діаметрами в дозувальному відділенні в зоні дихання операторів пультової склав: PM10 - 98,2% і PM2,5 - 8%. При цьому d50 приблизно становить 3,5 мкм. Аналіз пилу в дозувальному відділенні в робочій зоні біля пультової (рис. 3.4) показав, що в цій ділянці технологічного майданчика дисперсність пилу зростає, і розподіл значень маси часток за діаметрами в дозувальному відділенні в робочій зоні біля пультової

становить: PM10 - 59% і PM2,5 - 1,8%, при цьому d50 приблизно становить 12 мкм [6].

Під час розгляду пилу, відібраного в бетонозмішувальному відділенні в робочій зоні операторів (мал. 2.8) і в зоні дихання (мал. 2.9), видно, що переважає дрібнодисперсний пил, що зумовлено технологічним процесом: вибивання дрібнодисперсного пилу під час відкривання люка в бетономішалки [6].

Розподіл значень маси частинок за діаметрами в бетонозмішувальному відділенні в робочій зоні операторів: PM10 - 60% і PM2,5 - 1,1%, а в зоні дихання склав: PM10 - 59% і PM2,5 - 1,8%, при цьому d50 приблизно становить 8 мкм і 10,5 мкм відповідно [6].

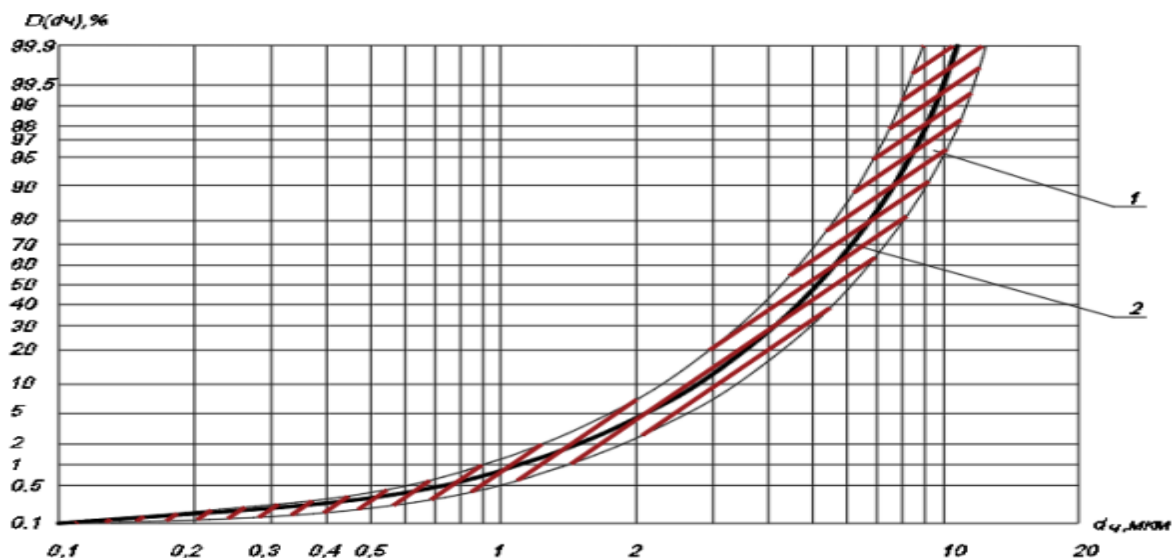
За графіками (мал. 2.6, 2.7, 2.8, 2.9, 2,10, 2,11.) можна дійти висновку, що на верхніх технологічних майданчиках переважає дрібнодисперсний пил, що пов'язано з його перетіканням із нижніх майданчиків, більший пил осідає на нижніх технологічних майданчиках.

У таблиці 2.3 зведено дані щодо діапазонів значень маси частинок пилу за заданими діаметрами у бетонозмішувальному відділенні ШБУ АТ КРИВБАСЗАЛІЗРУДКОМ", отримані в результаті проведеного дисперсного аналізу.

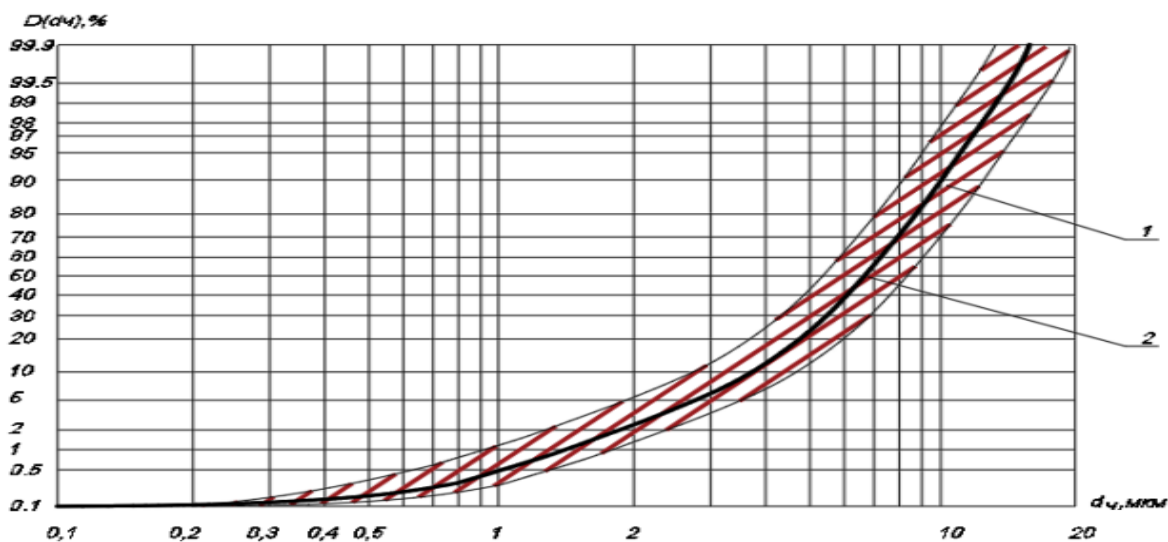
Для уточнення теоретичних результатів необхідно провести експериментальні дослідження, засновані на осіданні пилу в седиментаційній трубі [6].

#### *Опис лабораторної установки*

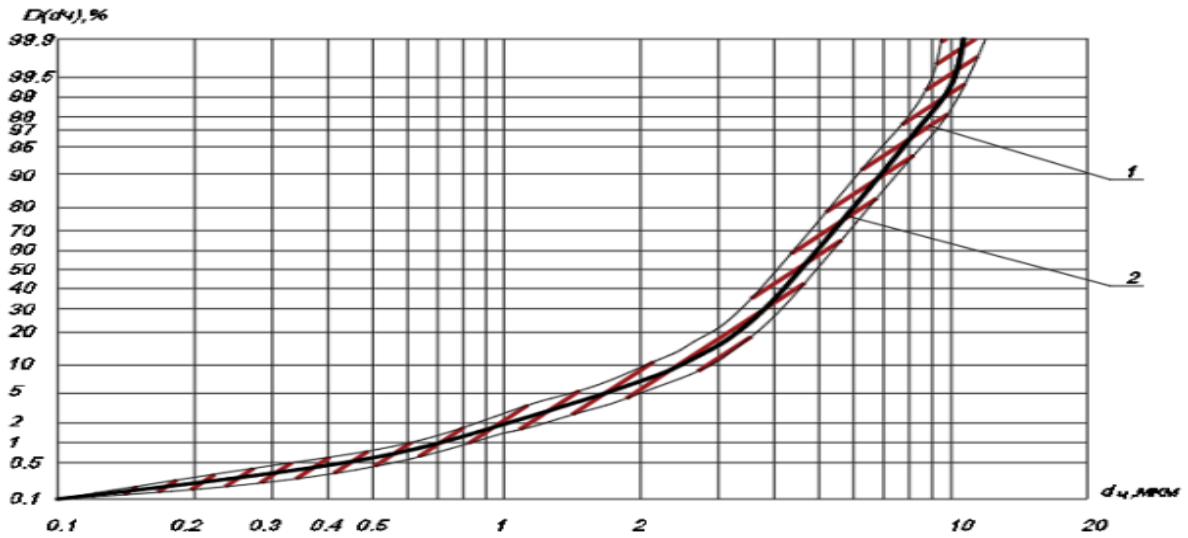
Експериментальні дослідження швидкості осідання частинок пилу, узятото в робочій зоні бетонозмішувального відділення, методом седиментометрії в повітряному середовищі проводилися на експериментальній установці, представлений на рисунку 2.12 [6].



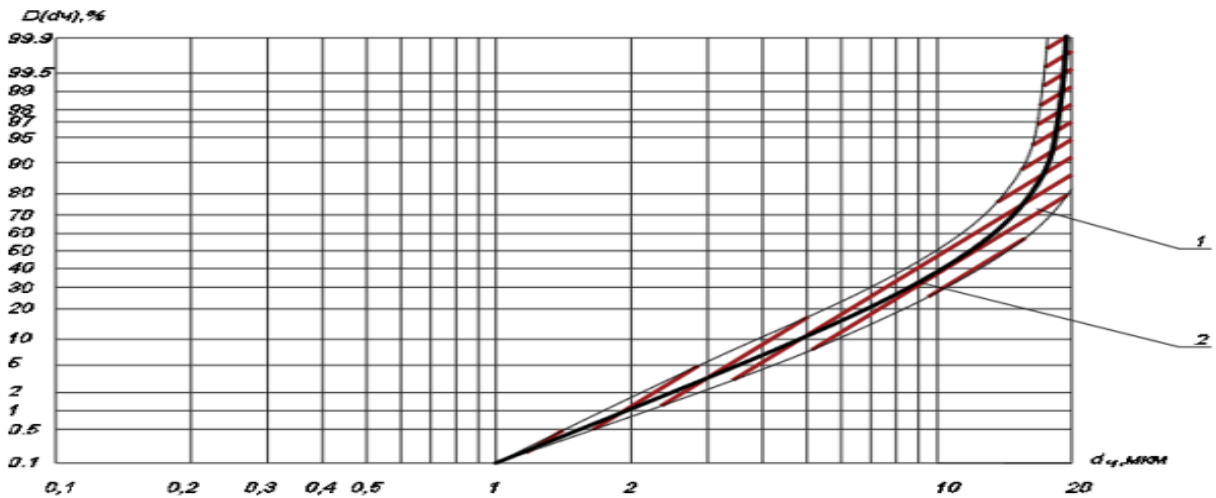
Малюнок 2.6 - Розподіл маси частинок за діаметрами для пилу, відібраного в надбункерному відділенні під час завантаження пневмотранспортом цементу в робочий бункер: 1 - область значень інтегральної функції розподілу маси частинок пилу; 2 - середня інтегральна функція розподілу маси частинок пилу



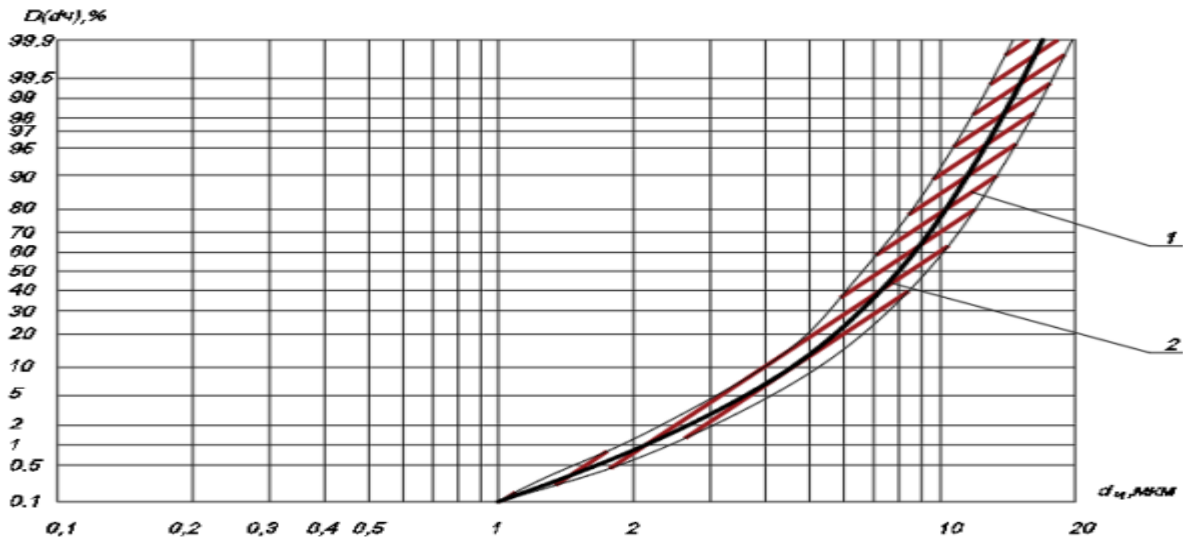
Малюнок 2.7 - Розподіл маси частинок за діаметрами для пилу, відібраного в надбункерному відділенні під час завантаження пневмотранспортом цементу в робочий бункер і одночасного завантаження щебеню: 1 - область значень інтегральної функції розподілу маси частинок пилу; 2 - середня інтегральна функція розподілу маси частинок пилу.



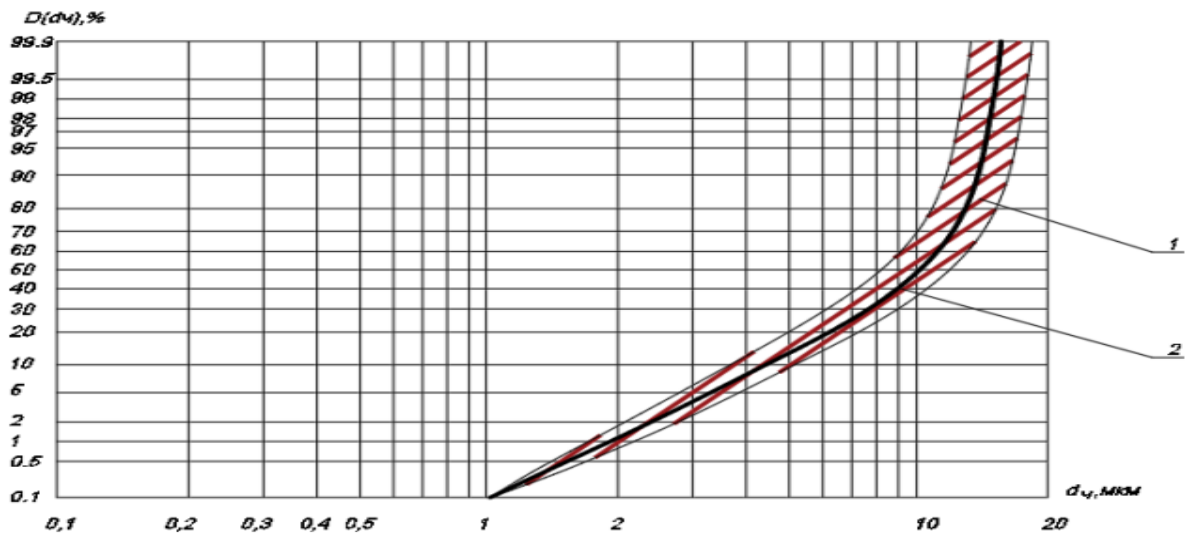
Малюнок 2.8 - Розподіл маси частинок за діаметрами для цементного пилу, відібраного в дозувальному відділенні в зоні дихання операторів пультової: 1 - область значень інтегральної функції розподілу маси частинок пилу; 2 - середня інтегральна функція розподілу маси частинок пилу.



Малюнок 2.9 - Розподіл маси частинок за діаметрами для цементного пилу, відібраного в дозувальному відділенні в робочій зоні біля пультової: 1 - область значень інтегральної функції розподілу маси частинок пилу; 2 - середня інтегральна функція розподілу маси частинок пилу



Малюнок 2.10 - Розподіл маси частинок за діаметрами для цементного пилу, відібраного в бетонозмішувальному відділенні в робочій зоні операторів: 1 - область значень інтегральної функції розподілу маси частинок пилу; 2 - середня інтегральна функція розподілу маси частинок пилу.



Малюнок 2.11 - Розподіл маси частинок за діаметрами для цементного пилу, відібраного в бетонозмішувальному відділенні в зоні дихання: 1 - область значень інтегральної функції розподілу маси частинок пилу; 2 - середня інтегральна функція розподілу маси частинок пилу

Таблиця 2.3 - Діапазони значень маси частинок пилу за діаметрами в бетонозмішувальному відділенні ШБУ АТ "КРИВБАСЗАЛІЗРУДКОМ"

Дільниця бетонозмішувального відділення	Значення ваги часточок по діаметрам		Середній медіанний діаметр часточок складає d50, мкм
	PM <sub>2,5</sub> , %	PM <sub>10</sub> , %	
надбункерне відділення при завантаженні пневмотранспортом цементу в робочий бункер	4-15	95-100	3.3-5.2
надбункерне відділення при завантаженні пневмотранспортом цементу в робочий бункер і одночасному завантаженні щебеню	2-7	10-98	5.3-8,3
дозувальне відділення в зоні дихання операторів пультової	7-15	98,2-100	4-5
дозувальне відділення в робочій зоні біля пультової	1,5-3	2850	10-13
бетонозмішувальне відділення в робочій зоні операторів	1-2,1	60-90	6.5=9,3
бетонозмішувальне відділення в зоні дихання	1.3-3	37-70	8,2-13

Розпилення досліджуваного пилу проводиться спеціальним пристроєм (балончик зі стисненим повітрям), за допомогою якого пил різким повітряним поштовхом потрапляє в буфер, де відбувається загасання повітряного імпульсу, потім пил потрапляє у верхню частину седиментаційного циліндра, в якому під дією сили тяжіння частки осідають у нерухомому повітрі. Частинки з різною швидкістю падіння осідають на липкій стрічці (скотч). Стрічка різким рухом переміщується на відстань діаметра седиментаційного циліндра за однакові проміжки часу, які в даному випадку становлять 1 сек.

Відлік часу проводиться через короткий проміжок часу з моменту розпилення, достатній для загасання повітряного поштовху в буфері, але малий порівняно з часом осадження в буфері найбільших частинок.

Під час експериментів було досліджено швидкість осідання частинок пилу різного розміру

У результаті проведених досліджень отримано, що розмір частинок, які осідають, протягом 10 сек зменшується. З таблиці 3.3 видно, що медіанний діаметр пилу, що виділяється під час виробництва залізобетонних виробів, становив: через

2 сек. - 24 мкм; через 4 сек. - 16 мкм; через 6 сек. - 10 мкм; через 8 сек - 5,7 мкм; через 9 сек - 4,9 мкм [6].

Таблиця 3.4 - Розподіл частинок пилу за діаметрами, залежно від проміжку їх осідання в седиментаційній трубі.

Проміжок осідання	Вміст частинок розміром не більше, %		
	d5	d50	d95
0-1			
1-2	11	24	32
2-3	6.5	17	21
3-4	6.2	16	20
4-5	5.5	14	16
5-6	3.5	10	14
6-7	3.3	8.5	11
7-8	3	5.7	7.5
8-9	2.4	4.9	6.5
9-10	1.7	4	6

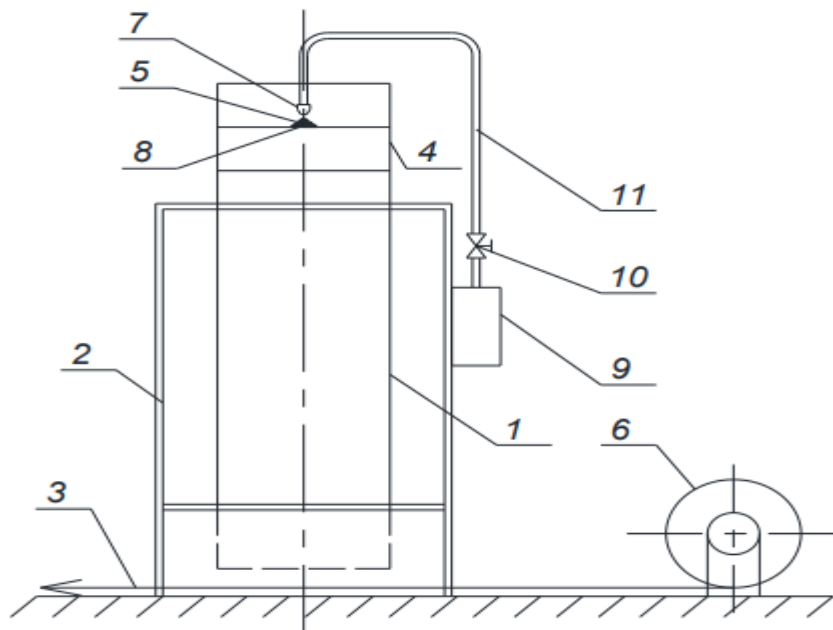


Рисунок 2.12 Схема експериментальної установки: 1 - седиментаційний циліндр заввишки, Н -1200 мм. діаметром d - 200 мм.; 2 - каркас; 3 - стрічка; 4 - стабілізуючий буфер; 5 - наважка досліджуваного пилу; 6 - котушка; 7 - форсунка; 8 - майданчик для наважки; 9 - балон стисненого повітря; 10 - кран; 11 - трубопровід.

Подача пилу в седиментаційну трубу проводилася порціями, що максимально повторює характер вибивання пилу з технологічного обладнання.

Для забезпечення нерухомості наважки пилу на стрічці застосовували захисний шар самоклеючого паперу.

Після проведення експерименту було проведено аналіз дисперсного складу пилу, що міститься в бетонозмішувальному відділенні методом мікроскопії. Наведений метод ґрунтується на цифровому фотографуванні частинок пилу, збільшених за допомогою мікроскопа в (200 - 2000) разів.

Використовуючи комп'ютерну програму за значенням площі, яку займає частинка пилу, розрахунковим шляхом визначається її середній діаметр і визначається кількість частинок різного розміру. Зображення осілого пилу, а також підсумки аналізу дисперсного складу пилу відображено у вигляді інтегральних кривих розподілу маси частинок за діаметрами в імовірно-логіфімічній сітці на малюнках 2.13. і 2.14

#### *Результати експериментальних досліджень*

З урахуванням проведеного дисперсного аналізу графічно відображено залежності швидкості осідання від еквівалентного діаметра частинки в логарифмічній сітці (рисунок 2.13) і напівлогіфімічній сітці (рисунок 2.14). Також на рисунку 3.13 представлено теоретичну криву для частинок кулястої форми за Медніковим [20,6].



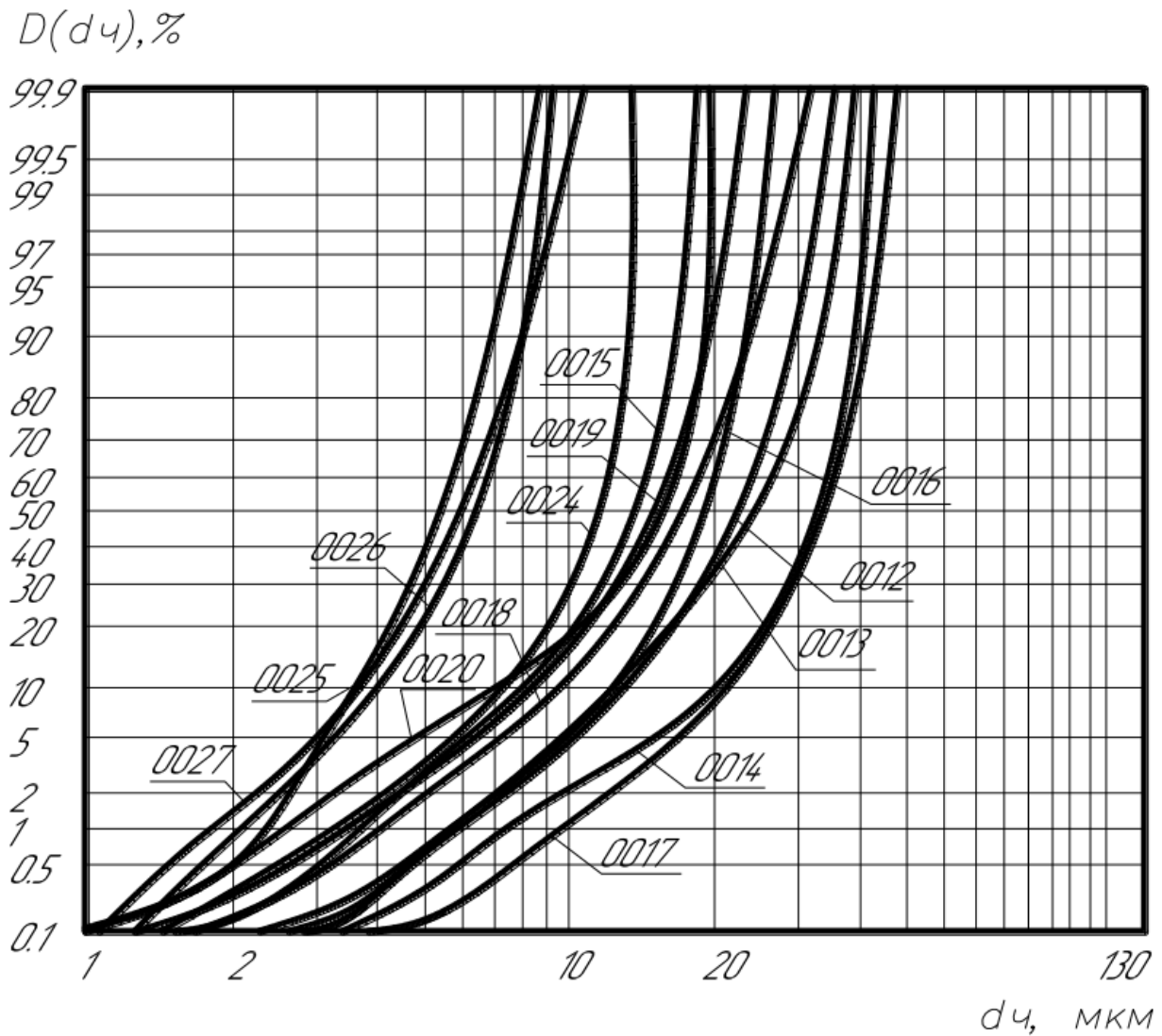
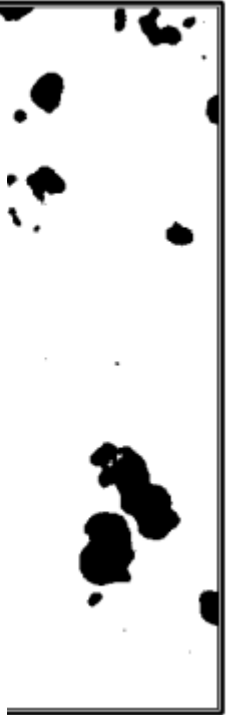
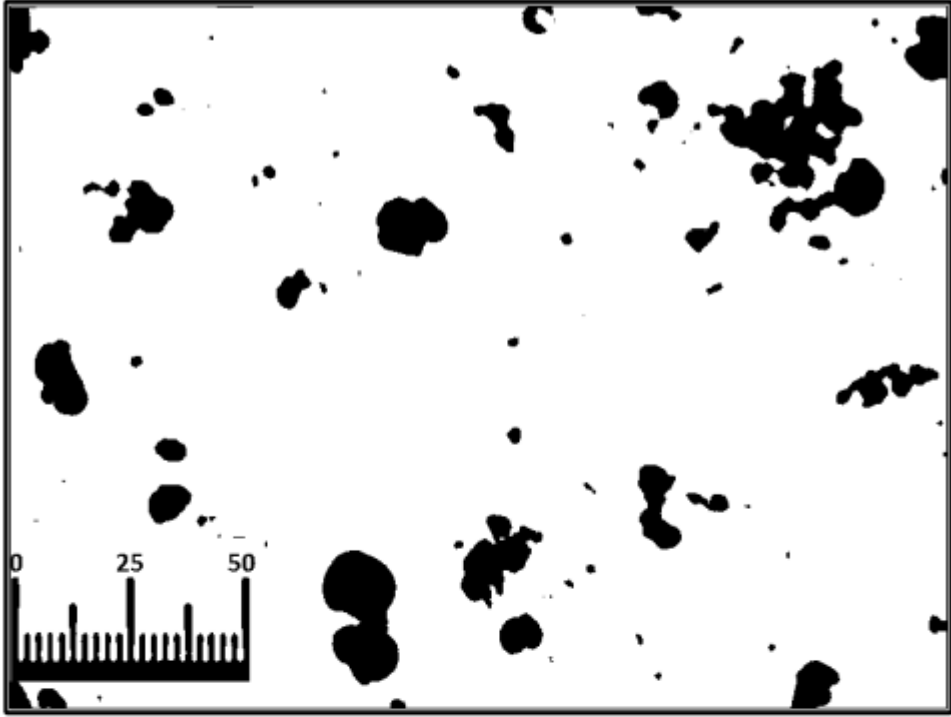
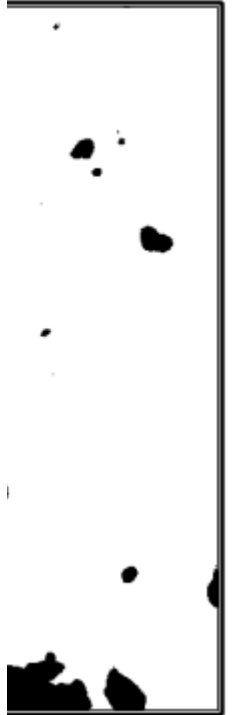
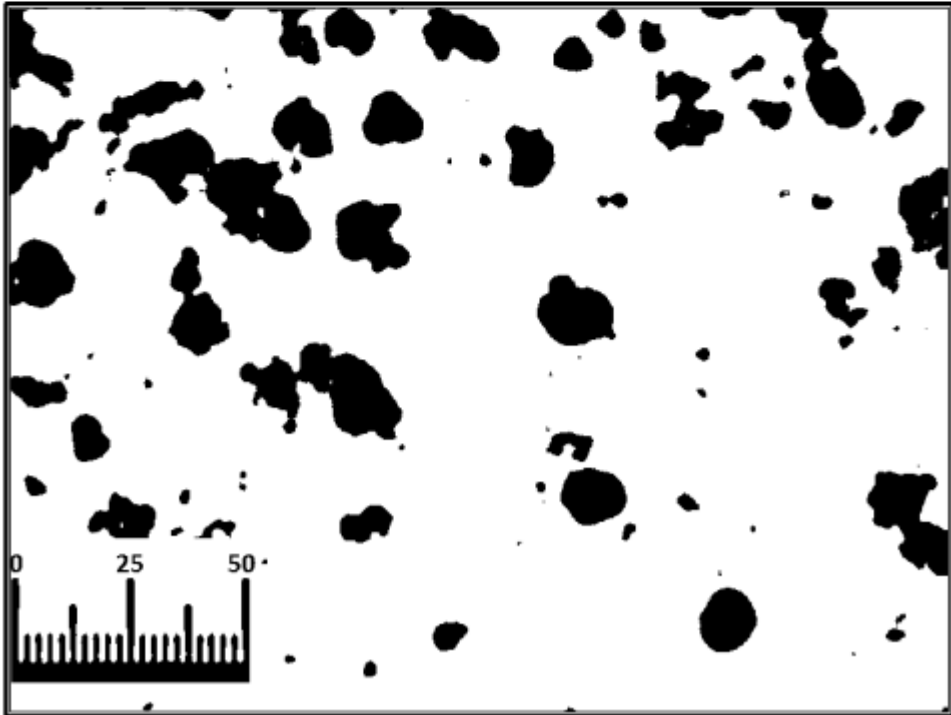


Рисунок 2.13 Інтегральні криві маси частинок пилу, що виділяється під час виробництва залізобетонних виробів, за діаметрами в імовірно-логічній сітці: №0012 - для пилосідання зі швидкістю  $w_{oc} > 0,6 \text{ м/с}$ ; №0013 -  $0,4 \text{ м/с} < w_{oc} < 0,6 \text{ м/с}$ ; №0014 -  $0,3 \text{ м/с} < w_{oc} < 0,4 \text{ м/с}$ ; №0015 -  $0,24 \text{ м/с} < w_{oc} < 0,3 \text{ м/с}$ ; №0016 -  $0,2 \text{ м/с} < w_{oc} < 0,24 \text{ м/с}$ ; №0017 -  $0,17 \text{ м/с} < w_{oc} < 0,2 \text{ м/с}$ ; №0018 -  $0,15 \text{ м/с} < w_{oc} < 0,17 \text{ м/с}$ ; №0019 -  $0,13 \text{ м/с} < w_{oc} < 0,15 \text{ м/с}$ ; №0020 -  $0,12 \text{ м/с} < w_{oc} < 0,13 \text{ м/с}$ ; №0024 -  $0,11 \text{ м/с} < w_{oc} < 0,12 \text{ м/с}$ ; №0025 -  $0,10 \text{ м/с} < w_{oc} < 0,11 \text{ м/с}$ ; №0026 -  $0,09 \text{ м/с} < w_{oc} < 0,10 \text{ м/с}$ ; №0027 -  $w_{oc} < 0,09 \text{ м/с}$ .

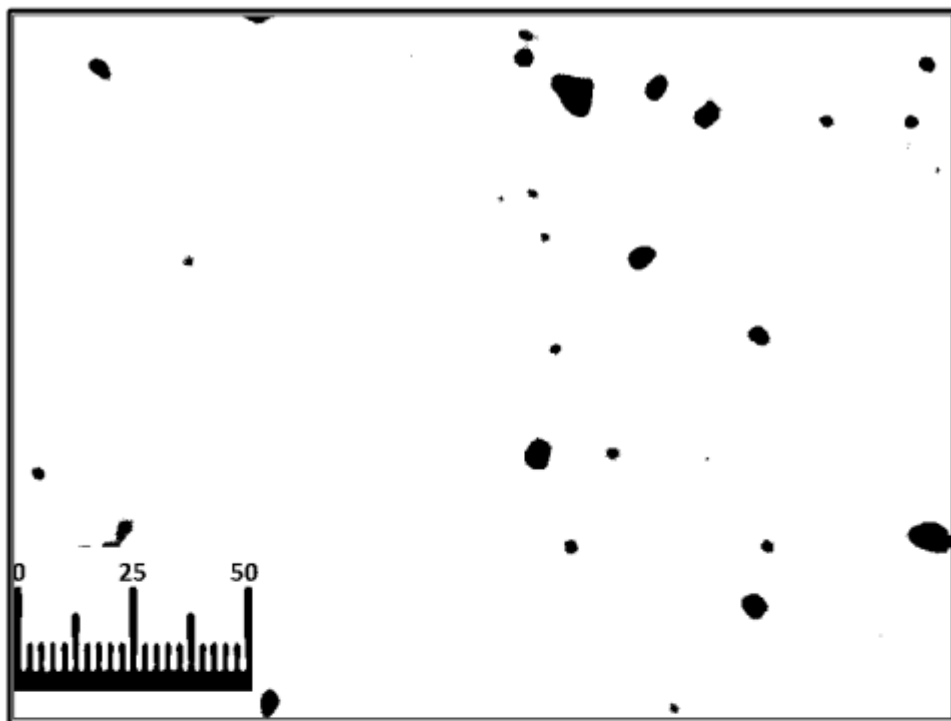


п)

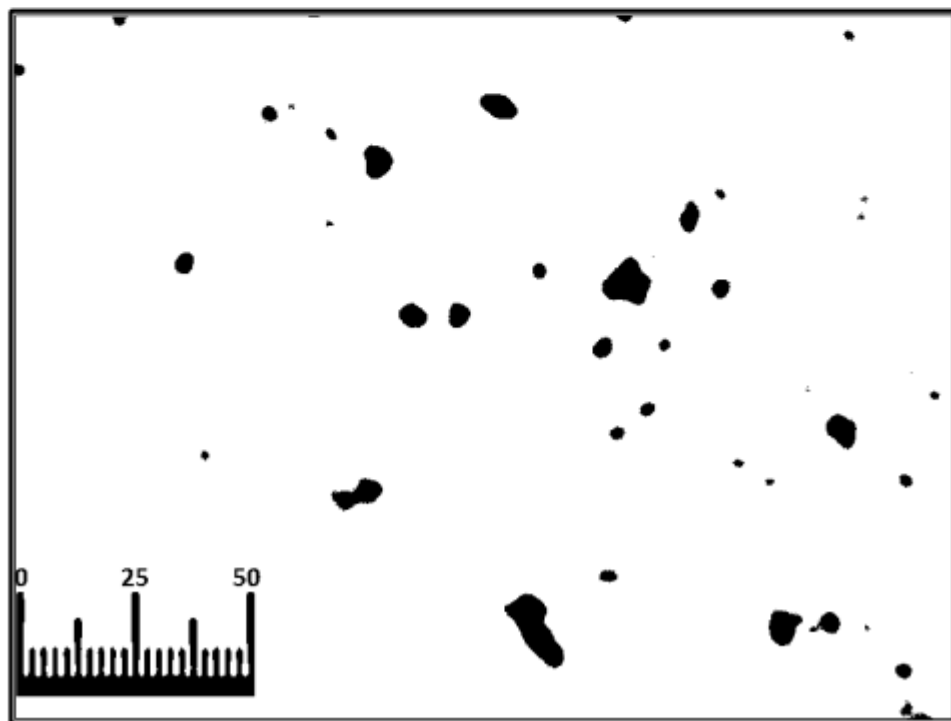


э)

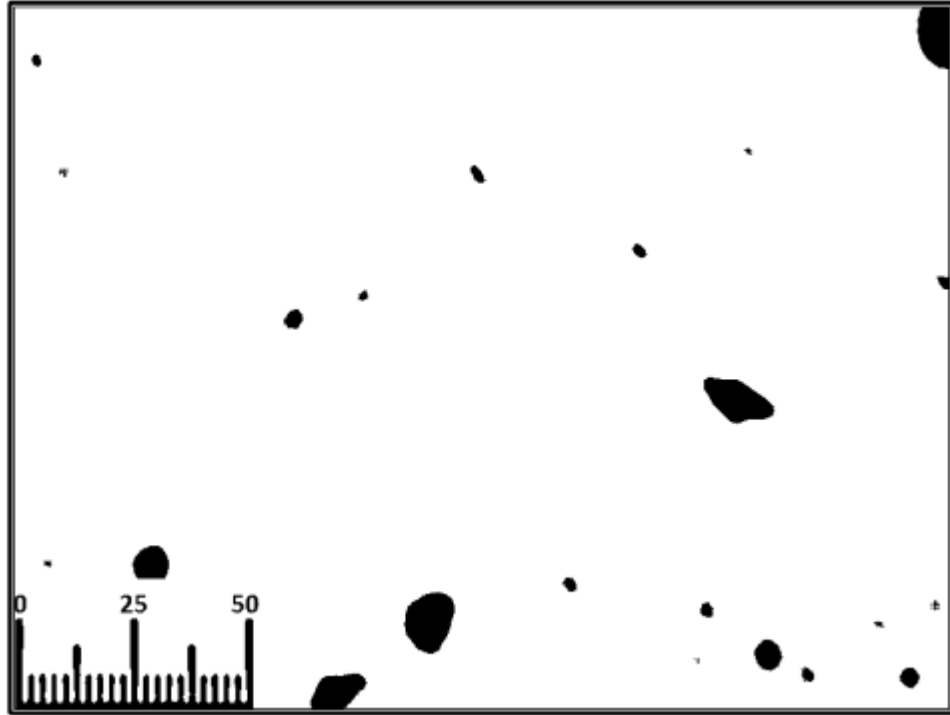
1.



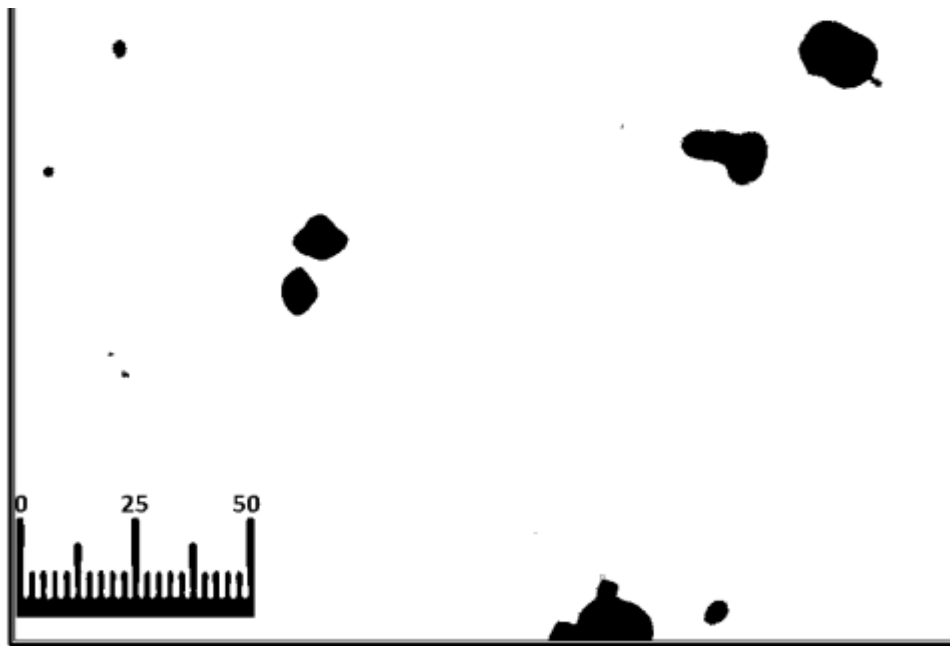
л)



м)



н)



к)

Рисунок 2.14 - Зображення частинки пілу, що виділяється у виробництві залізобетонних виробів, які осіли в

седиментаційній трубці через: а) -2 сек; б) -3 сек; в) -4 сек; г) - 5 сек; д) -6 сек; е) -7 сек; ж) -8 сек; з) -9 сек; і) -10 сек; к) - 11 сек; л) -12 сек; м) -13 сек.

## ВИСНОВКИ ЗА РОЗДІЛОМ 2

1. На підставі досліджень у бетонозмішувальному відділенні ШБУ АТ “КРИВБАСЗАЛІЗРУДКОМ” можна зробити висновок, що максимальна кількість пилу потрапляє від обладнання в робочу та обслуговувану зони на відстані до 0,5-1 м, при цьому концентрація пилу в робочій зоні в момент завантаження матеріалів перевищує ГДК у 5-7 разів.
2. Результати замірів інтенсивності пилеосідання показали, що найбільша кількість пилу осідає в надбункерному та змішувальному відділенні, відповідно до 162,39 кг/м<sup>2</sup> і 86,79 кг/м<sup>2</sup>.
3. Експериментальні дослідження аеродинамічних характеристик пилу засвідчили, що близько 75% усієї кількості пилу, що виділяється, перетікатиме на нижні поверхи й осідатиме на поверхні технологічного обладнання, підлоги, а близько 25% - плануватиме в повітрі робочої зони приміщення.

## ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАПРОПОНОВАНИХ ЗАСОБІВ ЗНЕПИЛЕННЯ РОБОЧОГО МІСЦЯ З ВИГОТОВЛЕННЯ БЕТОНУ

### 3.1 Результати обстеження запиленості повітря робочої зони бетонозмішувального відділення

На підставі проведених досліджень [6] запропоновано рекомендації щодо зниження запиленості повітря робочої зони бетонозмішувального відділення: підвищення герметизації обладнання, установка для вловлювання та очищення газових викидів від технологічного обладнання.

Для оцінки ефективності заходів було проведено серію замірів концентрацій пилу в повітрі робочої зони до впровадження заходів і після. Результати замірів для кожного з видів пилу (цементного, щебеню і піщаного) представлено у вигляді графіків (рисунок 3.1, 3.2)

Таким чином, можна зробити висновок, що заходи щодо зниження запиленості повітря робочої зони бетонозмішувального відділення дали змогу зменшити концентрацію

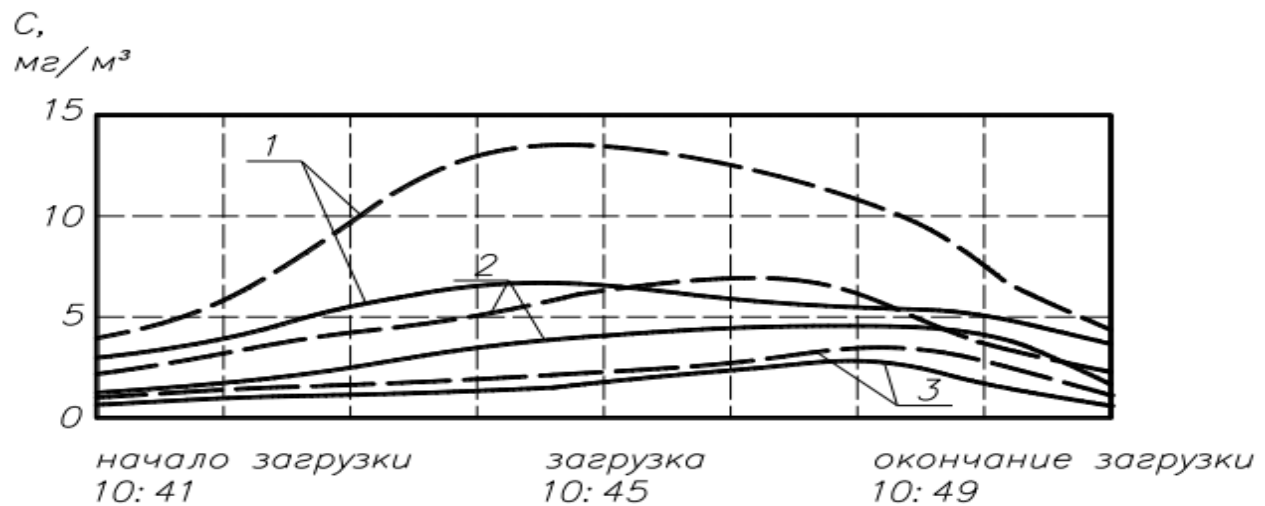
цементного пилу з  $13,0 \text{ мг/м}^3$  до  $6,0 \text{ мг/м}^3$ ;

пилу щебеню з  $14,0 \text{ мг/м}^3$  до  $5,7 \text{ мг/м}^3$ ;

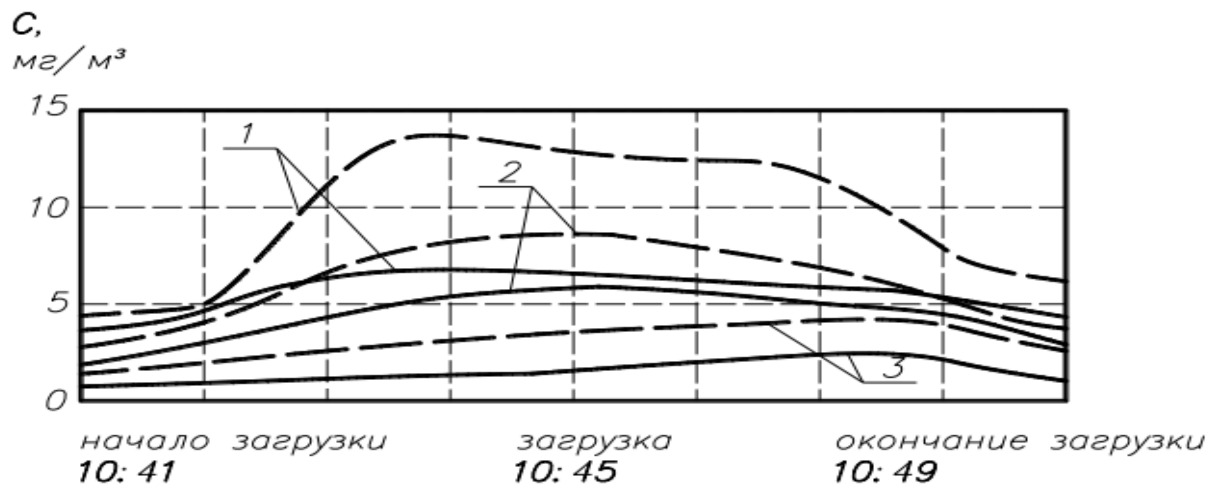
піщаного пилу з  $14,3 \text{ мг/м}^3$  до  $6,0 \text{ мг/м}^3$

### 3.2 Навчальна модель руху повітряних мас у поверхових цехах

Зважаючи на конструктивні особливості цехів із багатоярусними технологічними майданчиками, виявлення й оцінка областей із найбільшою концентрацією пилу в повітрі робочої зони ускладнена. Для моделювання процесів перетікання конвективних потоків повітря в об'ємі приміщення розроблено навчальну модель [21].

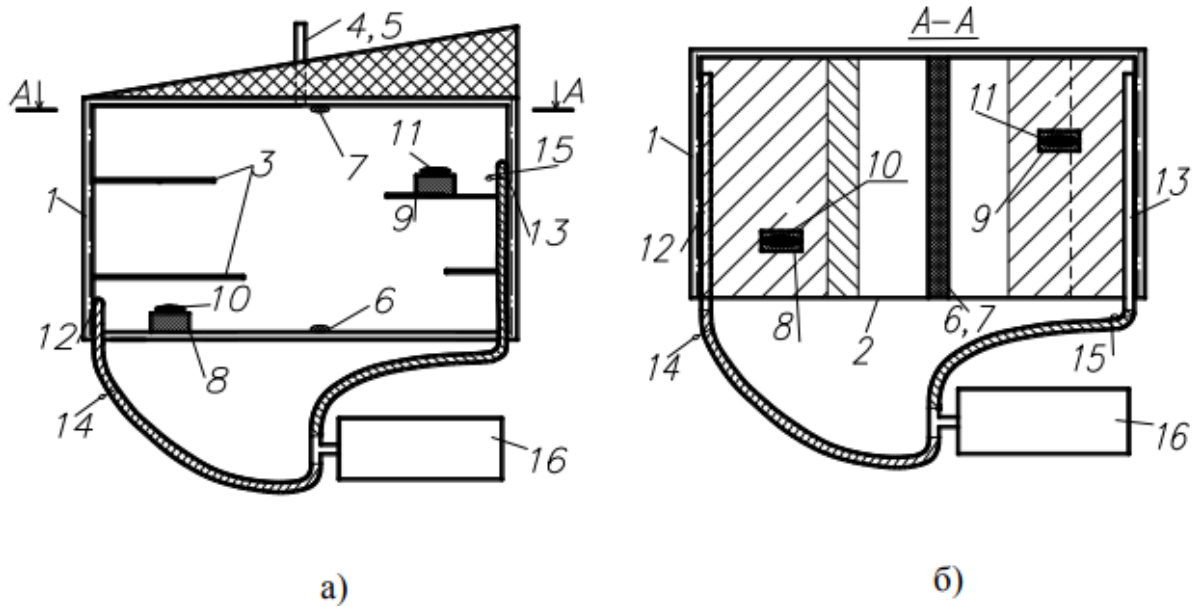


Малюнок 3.1 - Концентрації пилу щебеню: 1 - майданчик 4-го поверху; 2 - майданчик 2-го поверху; 3 - майданчик 1-го поверху; - до проведення заходів; - після проведення заходів



Малюнок 3.2 - Концентрації піщаного пилу: 1 - майданчик 4-го поверху; 2 - майданчик 2-го поверху; 3 - майданчик 1-го поверху - до проведення заходів; - після проведення заходів

Модель являє собою замкнутий корпус, одна стіна якого виконана з прозорого матеріалу, систему повітропроводів для подачі припливного повітря, джерела тепла і джерела електричного струму (мал. 3.3).



Малюнок 3.3 - Схема експериментальної установки: а) профільний вигляд; б) вигляд зверху. 1,2-корпус моделі цеху; 3-полиці; 4,5 - витяжка; 6,7 - ультрафіолетові лампи; 8,9 - тепловентилятори; 10,11 - порція пилу; 12,13 - перфоровані припливні повітропроводи; 14,15 - заслінка; 16 - повітродувка

Робота цієї корисної моделі полягає в тому, що в корпусі 1 на різних рівнях 4 встановлено тепловентилятори 2 і 3, на яких розміщено джерела пилу 5 і 6. За допомогою повітродувки 9 через перфоровані повітропроводи 11 і 12 в об'єм моделі подається чисте повітря. Припливні повітропроводи мають шибери 10 і 15. Забруднене повітря видаляється через витяжні отвори (трубки) 13 і 14. Процес витання частинок пилу спостерігається через прозору стінку корпусу, завдяки світінню ультрафіолетових ламп 7 і 8. У процесі випробування знімаються показники параметрів повітря (швидкість і температура), потім ці величини переводять на натуру [6].

### 3.3 Розробка способу уловлювання та очищення газових викидів від технологічного обладнання



Під час аналізу технологічного обладнання як джерела виділення пилу в повітря робочої зони виявлено, що найбільша концентрація пилу спостерігається в надбункерному відділенні під час пересипання щебеню. Для локалізації пилу, що виділяється, можливо, використати установку для вловлювання та очищення газових викидів від технологічного обладнання [105] мал. 3.4. Аспірація пилу відбувається від джерела 9 поворотною парасолькою 3, пересування якої здійснюється за допомогою роликів 10 і приводу 4.

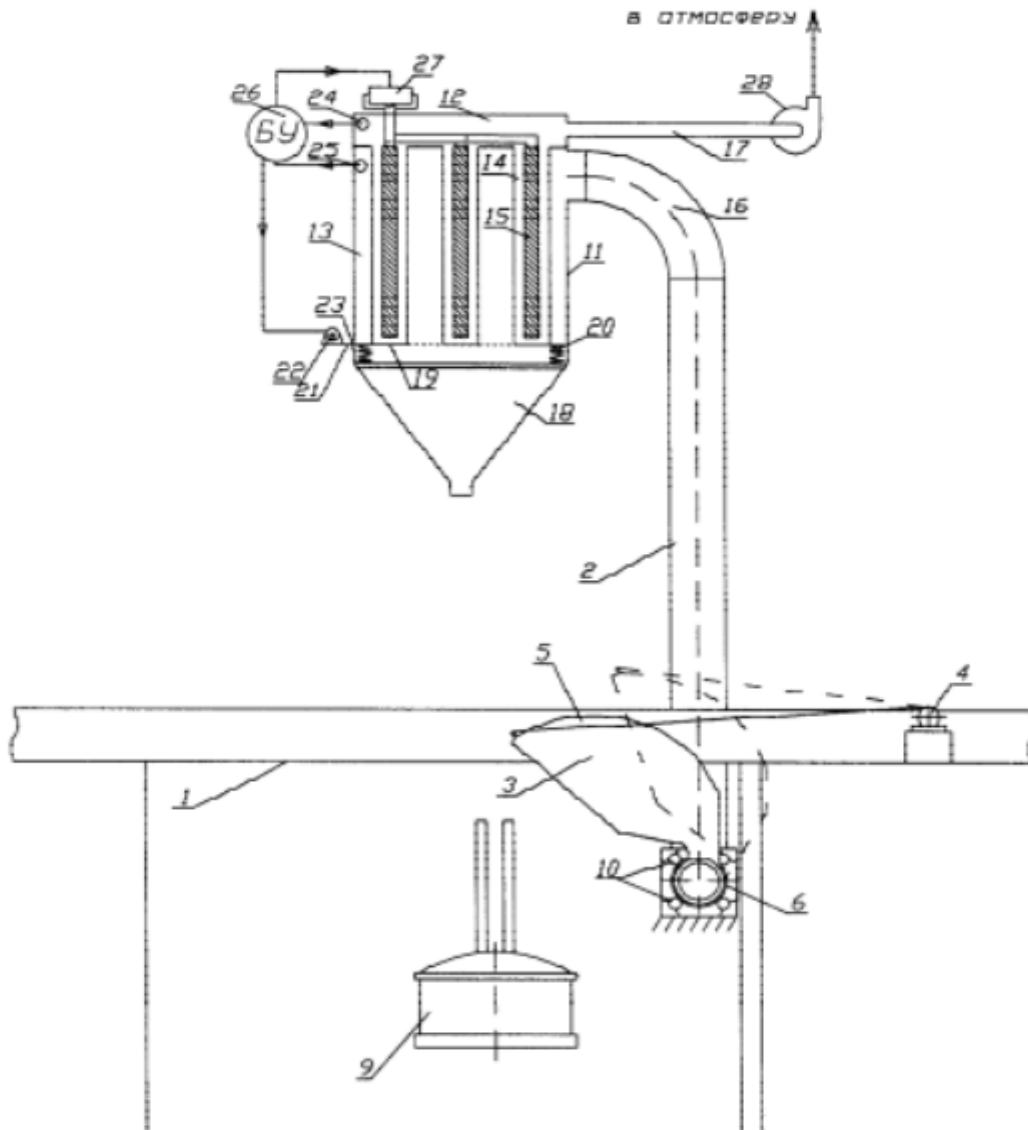
Викиди, які надходять через вихідний патрубок 16 рукавного фільтра 11 у камеру забрудненого газу 13 і надходять у міжрукавний простір. Потім газ проходить через фільтрувальні рукави 14 і виходить у камеру очищеного газу 12, після чого через патрубок 17 за допомогою вентилятора видаляється з фільтра.

Перевагою даної установки є відносна нескладність конструкції, підвищена ефективність видалення та очищення пилових викидів від технологічного обладнання та надійність регенерації рукавного фільтра. Крім того, зважаючи на планувальні особливості надбункерного відділення, встановлення пересувного пристрою для вловлювання та очищення викидів є найбільш оптимальним.

### 3.4 Запропонований спосіб локалізації та очищення пилових викидів

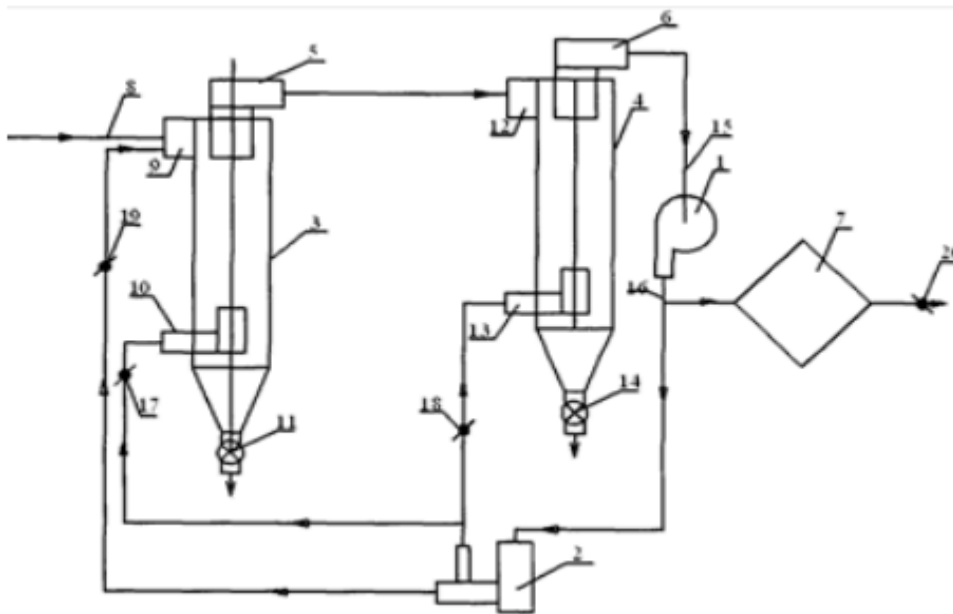
Для поліпшення якості повітряного середовища у виробничих приміщеннях пропонується реконструкція системи аспірації [22].

Ма  
лю  
нок  
3.4  
-  
Уст  
ано  
вка  
для  
уло  
вл  
юв  
анн  
я  
та  
очи  
ще  
ння



газових викидів від технологічного обладнання: 1 - підкранова балка; 2 - газохід; 3 - поворотна парасолька; 4 - канатний привід; 5 - канат; 6 - перехідна ділянка; 7 - заглушений торець; 8 - поздовжній паз; 9 - технологічне устаткування; 10 - ролики; 11 - корпус рукавного фільтра; 12 - камера очищеного газу; 13 - камера забрудненого газу; 14 - фільтрувальні рукави; 15 - електромагнітні котушки; 16 - вхідний патрубков; 17 - вихідний патрубков; 18 - пиловий бункер; 19 - металева перфорована пластина; 20 - пружини; 21 - майданчик; 22 - вібратор; 23 - гумова вставка; 24, 25 - датчики тиску; 26 - блок управління; 27 - джерело живлення; 28 - витяжний вентилятор.

Дана корисна модель являє собою систему аспірації, що містить місцевий аспіраційний відсмоктувач від технологічного обладнання, пиловловлювальний пристрій у вигляді двох - першого і другого інерційних вихрових пиловловлювачів - вентилятора і тканинний фільтр (мал.3.5).



Малюнок 3.5 - Система аспірації:  
1 - вентилятор; 2 - роздільник-  
концентратор; 3,4 - вихрові інерційні пиловловлювачі; 5,6 - розкручувачі потоку; 7 - тканинний фільтр; 8 - повітропровід; 9 - верхній вхід; 10 - нижній вхід; 11 - шлюзовий затвор; 12 - верхній вхід; 13 - нижній вхід; 14 - шлюзовий затвор; 15 - всмоктувальний вхід; 16 - вихідний патрубок вентилятора; 17, 18, 19, 20 - регулювальні заслінки

концентратор; 3,4 - вихрові інерційні пиловловлювачі; 5,6 - розкручувачі потоку; 7 - тканинний фільтр; 8 - повітропровід; 9 - верхній вхід; 10 - нижній вхід; 11 - шлюзовий затвор; 12 - верхній вхід; 13 - нижній вхід; 14 - шлюзовий затвор; 15 - всмоктувальний вхід; 16 - вихідний патрубок вентилятора; 17, 18, 19, 20 - регулювальні заслінки

Особливістю даної установки є утримання додатково першого і другого розкручувача потоку, які встановлюються на верхніх виходах пиловловлювачів. При цьому вихід першого розкручувача потоку під'єднано до верхнього вводу другого пиловловлювача, вихід вентилятора під'єднано через тканинний фільтр і додаткову регулювальну заслінку до повітропроводу для виходу очищеного

повітря в атмосферу. Заявлена система дає змогу ефективно очистити повітря перед викидом в атмосферу.

Тканинний фільтр забезпечує тонке очищення повітря, що викидається в атмосферу, захищений від перевантаження по пилу внаслідок встановлення інерційних пиловловлювачів. Тим самим дана система аспірації має високу надійність роботи [6].

### ВИСНОВКИ ЗА РОЗДІЛОМ 3

1. Результати аналізу пилової обстановки після вжиття заходів щодо зниження запиленості повітря робочої зони показали доцільність їхнього використання.
2. Для локалізації пилу, що виділяється, у бетонозмішувальному відділенні рекомендовано використання установки для вловлювання та очищення газових викидів від технологічного обладнання
6. Для поліпшення якості повітряного середовища у виробничих приміщеннях пропонується реконструкція системи аспірації.

## РОЗДІЛ 4

### ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАПРОПОНОВАНИХ РЕКОМЕНДАЦІЙ

#### 4.1 Методологічні аспекти оцінки ефективності

Проблема оцінки ефективності виходить за кордони тільки теоретичних досліджень. Практичні проблеми у сфері будівництва у тому числі величина фінансування дозволяють стверджувати, що без розробки всебічно обґрунтованої програми стан незахищеності працівників може бути напруженим тривалий час.

Вплив, який збільшується, соціального аспекту на всі сторони життя, збільшення його значення у виробничому процесі все більше вимагає інтенсифікацію виробничої інфраструктури, у тому числі проблеми ефективності повинні обґрунтовуватися на оцінці як економічних, так і соціальних результатів [23].

Розуміння ефективності як найбільш повної відповідності цілям соціально-економічного розвитку приводить до проблематики соціально-економічних ефективності, що мається на увазі, необхідність спільного розгляду економічних і соціальних аспектів. Ця проблема містить дві задачі:

- адекватне відображення самої соціально-економічної ефективності (оцінка її рівня);
- систематизація різних заходів за ступенем ефективності та вибір найефективніших[23].

Перша спирається на уявлення о соціально-економічній ефективності як про категорію, хоча і більш загальній по відношенню до ефективності тільки економічній або тільки соціальної.

Практика показує, що неузгодженість вимог соціальної та економічної ефективності гостріше усього має прояв в функціюванні невиробничої сфери підприємства.

Соціальна, медична (медогляди за рахунок роботодавця працівників певних категорій) і економічної ефективності зазвичай визначається, що економія на здоров'ї працівників є щось недостатнє. Тобто, соціальні і економічні завдання, а з ними критерії ефективності штучно роз'єднуються.

Соціальна, економічна і медична ефективність не можуть бути розділені, тому що їх єднання обумовлено однією метою виробництва і засобів досягнення її цілей[23].

При рішенні питань про кількість коштів, що виділяються, потрібно визначать ступінь залежності від майбутньої соціальної і економічної ефективності їх використання. Суттєвим є питання перерозподілу ресурсів між структурами. Потрібно розуміти, при цьому перерозподілі буде негативний результат на рівні прямих соціальних результатів менш ефективних структур.

На другому етапі розрахунків узагальнений соціальний результат виражається у вигляді економічного ефекту як різниця між економічними затратами і результатом, а основним критерієм вибору є вимога найбільшої галузевої ефективності. Таким чином, повинен бути обраний економічно найбільш обґрунтований з задовольняючих стандарту варіант навіть якщо він дає відносно менші соціальні результати [23].

Процес пошуку найкращих з точки зору соціально-економічної ефективності варіантів заходів ґрунтується на розподілі сфер прийняття соціальних і економічних рішень. Варіанти стають об'єктами економічної оцінки і вибору лише у випадку, якщо вони задовольняють вимоги комплексного соціального стандарту.

Кінцевий вибір конкретного варіанту здійснюється у відповідності з величиною економічного ефекту.

Використання комплексних стандартів не тільки не зможе гарантувати прогрес і задовольнити вимоги працівників але і зробить більш визначеним умови використання оцінки економічної ефективності, дозволить уточнити їх роль у прийнятті рішення[23].



## ВИСНОВКИ

1. Проведені теоретичні та експериментальні дослідження аеродинамічних характеристик пилу показали, що близько 75% усієї кількості пилу, що виділяється, буде перетікати на нижні поверхи та осідати на поверхні технологічного обладнання, підлоги, а близько 25% - витати в повітрі робочої зони приміщення. На основі результатів досліджень з оцінки пилової обстановки в бетонозмішувальному відділенні було виявлено, що запиленість повітря робочої зони перевищує норматив ГДК у середньому в 3-4 рази, під час здійснення завантаження матеріалу - у 10 і більше разів. Проведене дослідження запиленості повітря робочої зони бетонозмішувального відділення показало необхідність застосування заходів зі зниження концентрації пилу.
2. За результатами дисперсного складу пилу, що виділяється під час технологічного процесу в бетонозмішувальному відділенні, встановлено, що понад 50% пилу, що виділяється, є дрібнодисперсним  $PM_{10}$ . Вміст частинок пилу  $PM_{10}$  у повітрі робочої зони в бетонозмішувальному відділенні коливається від 59% до 99,5%, кількість частинок пилу з розміром  $PM_{2,5}$  становить 1,1% - 7,5%.
3. Проведені дослідження аеродинамічних характеристик пилу засвідчили, що близько 75% усієї кількості пилу, що виділяється, перетікатиме на нижні поверхи та осідатиме на поверхні технологічного обладнання, підлоги, а близько 25% - плануватиме в повітрі робочої зони приміщення.
4. Запропоновано заходи щодо зниження запиленості повітря робочої зони, які дозволили зменшити значення концентрацій пилу в повітряному середовищі приміщення на 30%.