

Список літератури 1. *Батлук В.А., Азарський К.І.* Математичне забезпечення вибору оптимального обладнання для очистки повітря від пилу за допомогою комп'ютерної техніки // Український журнал медичної техніки і технології. – Київ. – 2000. – №2. – С. 92 – 94. **2.** *Батлук В.А.* Математические модели процессов разделения гетерогенных систем при пылеочистке // Міжнар. наук. практ. конф. «Нові машини для виробництва будівельних матеріалів і конструкцій, сучасні будівельні технології». – Полтава. – 2000. – С. 87 – 91. **3.** *Харлоу Ф.Х.* Чисельний метод частинок в комірках для задач гідродинаміки. Обчислювальні методи в гідродинаміці. – М.: Мир, 1967. **4.** *Батлук В.А., Мельников О.В.* Один из путей решения проблем устранения промышленной опасности, создаваемой мелкодисперсной пылью / Юбилейные научные чтения «Белые ночи – 2008» / Материалы Международных научных чтений Международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности. Часть 2. – Изд-во МАНЭБ, СПб. – 2008 – С. 327 – 332. **5.** *Батлук В.А., Василюк Р.М., Сукач Р.Ю.* Математичне моделювання процесу очищення повітря від пилу у відцентрово-інерційних пиловловлювачах // Науковий журнал «Екологічна безпека» Випуск 2 – 4, 2008. – С. 17 – 20.

Надійшла до редколегії 08.04.2012

УДК 621.928.9

В.А БАТЛУК, д-р техн. наук., проф., НУ «Львівська політехніка», Львів;
Н.М. ПАРАНЯК, аспірант, НУ «Львівська політехніка», Львів;
Н.П. ОЛЕКСИВ, студент НУ «Львівська політехніка», Львів

ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВПРОВАДЖЕННЯ ПИЛОВЛОВЛЮВАЧІВ

Розроблена модель ієрархії факторів еколого-економічної доцільності впровадження пиловловлювача нової конструкції. Крім упорядкування факторів за важливістю їх впливу дана модель робить можливим подальший поділ на залежні (внутрішні) компоненти для виявлення ступеня послаблення чи посилення дії викликаючого фактора. Пріоритетність дії фактора на ефективність роботи пиловловлювача нової конструкції є величиною відносною і може бути змінена залежно від експертної оцінки міри впливу фактора на досліджуваний процес

Разработана модель иерархии факторов эколого-экономической целесообразности внедрения пылеуловителя новой конструкции. Кроме сопоставления факторов по важности их влияния данная модель делает возможным дальнейшее деление на зависимые (внутренние) компоненты для выявления степени ослабления или усиления действия вызывающего фактора. Приоритетность действия фактора на эффективность работы пылеуловителя новой конструкции является величиной относительной и может быть изменена в зависимости от экспертной оценки степени влияния фактора на исследуемый процесс.

The model of hierarchy of factors of efficiency of work of dust collection of new construction is developed. Except for arrangement of factors after importance of their influence this model does possible the subsequent dividing by dependent (internal) components for the exposure of degree of weakening or strengthening of the caller factor. Priority of action of factor on efficiency of work of dust collection of new construction is a size relative and can be changed depending on the expert estimation of measure of influence of factor on the probed process.

Постановка проблеми. Економічне значення пиловловлення полягає не тільки у подальшому використанні коштовних компонентів пилу й газових домішок, але і у запобіганню збитку, заподіюваного пилом, що викидається як в повітря робочої зони, так і в атмосферу, і у чималій мірі збереженню здоров'я людей.

Величина витрат на очищення газів залежить від багатьох факторів: методу пиловловлення й конструкції апаратури, особливостей технологічного процесу, витрат енергії й матеріалів, тощо. Капітальні вкладення і вартість основних фондів на пиловловлення залежать переважно від числа і вартості пиловловлюючих апаратів, обумовлених об'ємами газів, що очищаються, і ступенем уловлення пилу.

У загальних витратах на очищення газів амортизація і вміст основних засобів становлять від 20 до 40%, на електроенергію і матеріали доводиться від 20 до 30% витрат, на поточний ремонт витрачається від 10 до 20%, трудові витрати на обслуговування обладнання у загальних витратах не перевищують, як правило, 10% і постійно скорочуються. Чим вище повинен бути ступінь уловлювання дрібнодисперсного пилу $(0-5) \cdot 10^{-6}$ м, тим більші капітальні і експлуатаційні витрати на газоочисну установку.

Нижче наведені дані (табл. 1), що ілюструють взаємозв'язок ефективності вловлювання дрібнодисперсного пилу $(0-5) \cdot 10^{-6}$ м, капітальних і експлуатаційних витрат (витрати наведені в умовних одиницях; за одиницю прийняті витрати для циклону ЦН-11):

Таблиця 1

Взаємозв'язок ефективності вловлювання дрібнодисперсного пилу, капітальних і експлуатаційних витрат.

| Пиловловлювач | Ефективність уловлення, % | Втрати тиску, мм вод. ст. | Капітальні витрати | Експлуатаційні витрати |
|--|---------------------------|---------------------------|--------------------|------------------------|
| Циклон середньої ефективності | 27 | 95 | 1 | 1 |
| Циклон підвищеної ефективності | 73 | 125 | 1,9 | 1,43 |
| Сухий електрофільтр | 92 | 15 | 9,1 | 1,90 |
| Рукавний фільтр | 99,9 | 125 | 5,15 | 4,10 |
| Швидкісний пиловловлювач (труба Вентурі) | 99,6 | 560 | 4,55 | 6,60 |

Підвищення вимог до очищення газів призводить до збільшення кількості і ціни пиловловлюючого устаткування. Вартість додатково вловленого тонкого пилу вже не покриває непропорційно зростаючі витрати, але у масштабах країни це компенсується зниженням економічного збитку від забруд-

нення атмосфери пиловими викидами, і більш раціональним використанням продуктів тонкої газоочистки, як більш якісних у порівнянні з пилом грубого очищення, і насамперед збереженням здоров'я працюючих.

Аналіз останніх досягнень. Основними напрямками розвитку пило- і газовловлення є наступні: оснащення всіх пило- і газовиділяючих агрегатів ефективними пиловловлювачами; герметизація транспортних пристроїв та інших механізмів з відводом запилених вентиляційних газів для тонкого очищення їх від пилу; широке застосування води в процесах для зменшення кількості газів, що викидаються.

Економічним ефектом впровадження нових пиловловлюючих апаратів є сума наступних величин: запобігання економічних збитків від забруднення робочих місць у матеріальному виробництві та невиробничій сфері; приросту економії за рахунок поліпшення умов праці, дякуючи впровадженню нових апаратів; приріст грошової оцінки реалізованої продукції, внаслідок більш повного використання шихти та інших матеріальних ресурсів; приросту готівкої продукції, за рахунок підвищення ефективності вловлювання пилу, який містить готовий продукт.

Нині сформувалося близько ста напрямів еколого-економічних досліджень, які можна об'єднати за принципами галузевої приналежності, взаємозв'язків, взаємопідпорядкованості, пріоритетності, теоретичного та практичного значення Створення екологічно безпечних технологічних процесів, виробництв, агропромислових і територіально-виробничих комплексів вимагає системного еколого-економічного аналізу існуючих технологій і шляхів їхнього удосконалення. Причому, при створенні екологічно безпечних маловідходних і безвідхідних виробництв та комплексів їх ефективність має тенденцію згодом зменшуватися. Технічна реалізація прикладних рішень з позицій фізико-математичних аспектів регіональної екології здійснюється в напрямку формування екосистем замкнутого типу. Системи замкнутого циклу локалізують у собі протилежні процеси, взаємовиключаючи, таким чином, негативні наслідки техногенезу.

Метою роботи є створення еколого-економічного обґрунтування впровадження принципово нових конструкцій пиловловлювачів.

Виклад основного матеріалу. Цікавими, на наш погляд, та важливими з точки зору еколого-економічного прогнозування роботи запропонованої конструкції могли б стати дослідження, що використовують методи попереднього визначення впливу множини обраних факторів на ефективність роботи пиловловлювача.

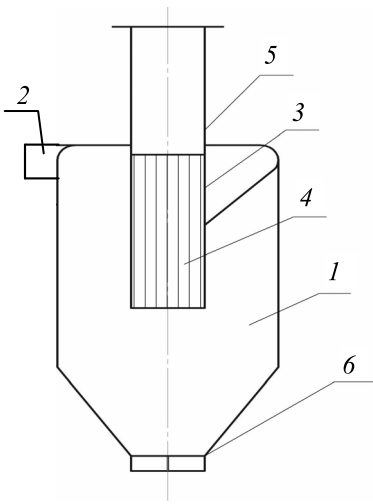


Рисунок 1 – Пилувловлювач: 1 – циліндрично-конічний корпус пилувловлювача; 2 – тангенційний вхідний патрубок; 3 – жалюзійний відокремлювач; 4 – жалюзі; 5 – вихлопний патрубок; 6 – пиловипускний патрубок.

У результаті аналізу суті та способів впливу різних факторів доцільним є розроблення моделі ієрархії факторів, яка, крім упорядкування за важливістю впливу на ефективність роботи апарата, уможливила б подальший поділ на підпорядковані (внутрішні) компоненти для виявлення ступеня послаблення чи посилення дії спричиняючого фактора. Постановка та розв'язання подібних задач вимагають виявлення максимально повної множини узагальнених факторів, встановлення експертних оцінок взаємозв'язків і взаємовпливів у вибраному інформаційному середовищі. Для наочності математичне позначення факторів доповнимо їх мнемонічною назвою та зведемо у таблицю – табл. 2.

Таблиця 2
Перелік факторів ефективності роботи пилувловлювача та їх позначення.

| Математичне позначення | Назва | Мнемонічна назва |
|------------------------|--|------------------|
| z_1 | гідравлічний опір | ГО |
| z_2 | медіанний діаметр пилу | МД |
| z_3 | діаметр вхідного патрубку | ВП |
| z_4 | кут нахилу вхідного патрубку | КН |
| z_5 | діаметр корпусу | ДК |
| z_6 | діаметр патрубку виходу пилу | ДП |
| z_7 | діаметр патрубку очищеного повітря | ОП |
| z_8 | кут конусності корпусу | КК |
| z_9 | конструкція жалюзійного відокремлювача | ЖВ |

Підмножину факторів z_1 та можливі взаємозв'язки між ними подамо у вигляді орієнтованого графа (рис. 2), у вершинах якого розміщено елементи

підмножини z_1 , дуги з'єднують суміжні пари вершин (z_i, z_j) , для котрих визначено зв'язок. Він вказує на певну залежність одного фактора від іншого.

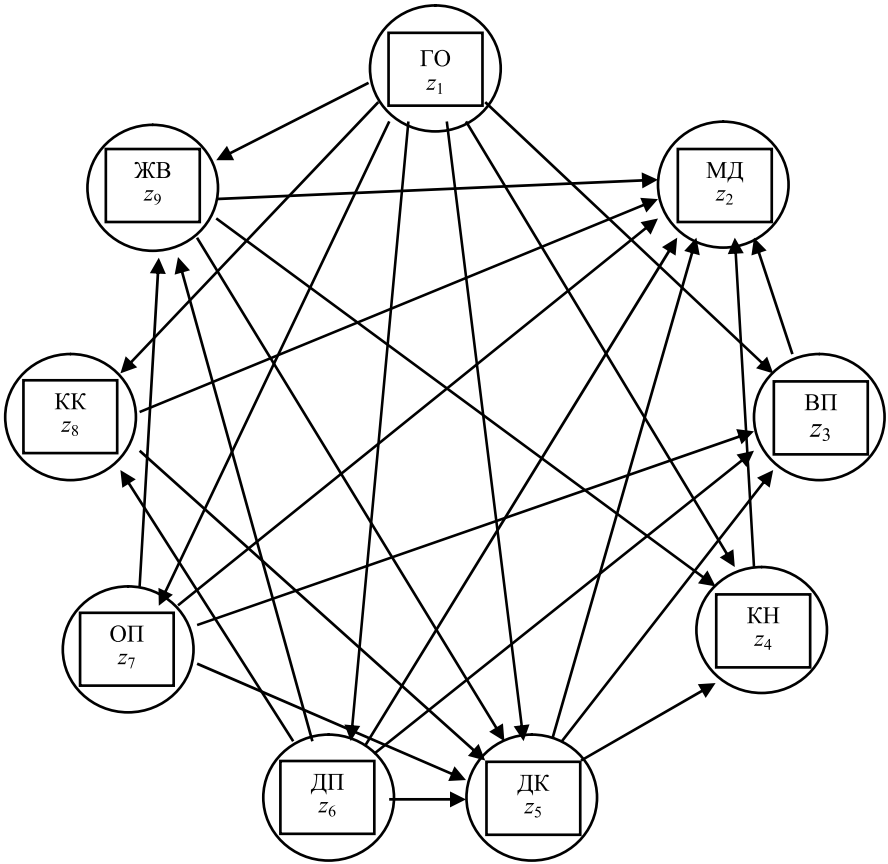


Рисунок 2 – Вихідна графічна модель взаємозв'язків між факторами, що визначають ефективність роботи пиловоловловача.

На основі наведеного графа будемо бінарну матрицю залежності A для множини вершин z_1 наступним чином [11]:

$$a_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{якщо критерій (вершина) } i \text{ залежить від критерію (вершини) } j; \\ 0, & \text{якщо критерій (вершина) } i \text{ не залежить від критерію (вершини) } j. \end{cases}$$

Для зручності матрицю A розміру 9×9 елементів помістимо в табл. 3, додавши до неї інформаційний рядок і стовпець з мнемонічними назвами факторів.

Таблиця 3

Матриця залежності вершин вихідного графа
взаємозв'язків між факторами.

| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | | ГО | МД | ВП | КН | ДК | ДП | ОП | КК | ЖВ |
| 1 | ГО | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 2 | МД | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | ВП | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | КН | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | ДК | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | ДП | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 7 | ОП | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 8 | КК | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | ЖВ | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Використовуючи матрицю A , будемо матрицю досяжності таким чином. Формуємо бінарну матрицю $(I + A)$, де I — одинична матриця. У результаті матриця досяжності повинна задовольняти умову

$$(I+A)^{k-1} \leq (I+A)(I+A)^{k-1} \leq (I+A)^k = (I+A)^{k+1}$$

Практично її побудова зводиться до заповнення табл. 4, подібної до наведеної вище, бінарні елементи якої визначаються за таким правилом:

$$b_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{якщо з } i \text{ можна потрапити в } j; \\ 0, & \text{в іншому випадку.} \end{cases}$$

Вершина z_j досягається з вершини z_i , якщо в графі (рис. 2) існує шлях, який приводить з вершини z_i до вершини z_j . Така вершина називається *досяжною*. Позначимо підмножину подібних вершин через $S(z_i)$. Аналогічно вершина z_i є *попередницею* вершини z_j , якщо вона досягає цієї вершини. Нехай сукупність вершин-попередниць утворює підмножину $P(z_i)P(z_i)$.

Остаточню перетин підмножин вершин досяжних і вершин-попередниць, тобто підмножина

$$R(z_i) = S(z_i) \cap P(z_i), \quad (1)$$

вершини якої не досягаються з будь-якої з вершин множини z_1 , що залишилися, визначає певний рівень ієрархії пріоритетності дії фактора, віднесеного до цих вершин. Додатковою умовою при цьому є забезпечення рівності

$$P(z_i) = R(z_i). \quad (2)$$

Таблиця 4

Матриця досяжності вершин вихідного графа взаємозв'язків між факторами.

| | | | | | | | | | | |
|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| | | ГО | МД | ВП | КН | ДК | ДП | ОП | КК | ЖВ |
| 1 | ГО | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 2 | МД | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | ВП | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | КН | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | ДК | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | ДП | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 7 | ОП | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 8 | КК | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 9 | ЖВ | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |

Виконання сукупності вищезазначених дій дає перший рівень (найнижчий з точки зору важливості впливу на досліджуваний процес) ієрархії факторів. Для визначення його на підставі попередньої матриці будемо табл. 5.

Таблиця 5

Ітераційна таблиця для утворення першого ієрархічного рівня факторів.

| i | $S(z_i)$ | $P(z_i)$ | $S(z_i) \cap P(z_i)$ |
|-----|------------------------|------------------------|----------------------|
| 1 | 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 | 1 | 1 |
| 2 | 2 | 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 | 2 |
| 3 | 2, 3 | 1, 3, 5, 6, 7, 8, 9 | 3 |
| 4 | 2, 4 | 1, 4, 5, 6, 7, 8, 9 | 4 |
| 5 | 2, 3, 4, 5 | 1, 5, 6, 8, 9 | 5 |
| 6 | 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 | 1, 6 | 6 |
| 7 | 2, 3, 4, 7, 9 | 1, 7 | 7 |
| 8 | 2, 3, 4, 5, 8 | 1, 6, 8 | 8 |
| 9 | 2, 3, 4, 5, 9 | 1, 6, 7, 9 | 9 |

Другий стовпець табл. 5 – номери одиничних елементів відповідних рядків матриці досяжності, третій – номери одиничних елементів стовпців даної матриці.

Рівність (2) виконується для 1-го фактора – гідравлічного опору пиловловувача (ГО). Згідно з методом аналізу ієрархій [12], цей фактор належить до найнижчого рівня факторів, що визначають ефективність роботи пиловловувача. Далі з табл. 5 вилучаємо рядок 1, а в 2–9-му рядках – цифру 1. Одержимо табл. 6, яка є основою для обчислення другої ітерації знаходження номерів факторів, що визначають наступний рівень ієрархії.

Таблиця 6

Ітераційна таблиця для утворення другого ієрархічного рівня факторів

| i | $S(z_i)$ | $P(z_i)$ | $S(z_i) \cap P(z_i)$ |
|-----|------------------------|------------------------|----------------------|
| 2 | 2 | 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 | 2 |
| 3 | 2, 3 | 3, 5, 6, 7, 8, 9 | 3 |
| 4 | 2, 4 | 4, 5, 6, 7, 8, 9 | 4 |
| 5 | 2, 3, 4, 5 | 5, 6, 8, 9 | 5 |
| 6 | 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 | 6 | 6 |
| 7 | 2, 3, 4, 7, 9 | 7 | 7 |
| 8 | 2, 3, 4, 5, 8 | 6, 8 | 8 |
| 9 | 2, 3, 4, 5, 9 | 6, 7, 9 | 9 |

У другій ітерації рівність (2) виконується для факторів, яким присвоєно 6 і 7-й номери, що свідчить про місце, яке обіймають діаметр патрубку виходу пилу (ДП) і діаметр патрубка очищеного повітря (ОП) пиловловлювача серед факторів, що визначають ефективність його роботи. Ці фактори визначають наступний рівень ієрархії. Відтак з табл. 6 видаляємо рядки 6 і 7, а в 2 – 5, 8 і 9-му рядках – цифри 6 і 7 й одержимо табл. 7.

Таблиця 7

Ітераційна таблиця для утворення третього ієрархічного рівня факторів.

| i | $S(z_i)$ | $P(z_i)$ | $S(z_i) \cap P(z_i)$ |
|-----|---------------|------------------|----------------------|
| 2 | 2 | 2, 3, 4, 5, 8, 9 | 2 |
| 3 | 2, 3 | 3, 5, 8, 9 | 3 |
| 4 | 2, 4 | 4, 5, 8, 9 | 4 |
| 5 | 2, 3, 4, 5 | 5, 8, 9 | 5 |
| 8 | 2, 3, 4, 5, 8 | 8 | 8 |
| 9 | 2, 3, 4, 5, 9 | 9 | 9 |

Третя ітерація дає нам наступний ієрархічний рівень майбутньої моделі. З табл. 7 бачимо, що цей рівень складе два фактора — кут конусності корпусу (КК) і конструкція жалюзійного відокремлювача (ЖВ). З табл. 8 можемо визначити четвертий ієрархічний рівень моделі, що будується.

Таблиця 8

Ітераційна таблиця для утворення четвертого ієрархічного рівня факторів.

| i | $S(z_i)$ | $P(z_i)$ | $S(z_i) \cap P(z_i)$ |
|-----|------------|------------|----------------------|
| 2 | 2 | 2, 3, 4, 5 | 2 |
| 3 | 2, 3 | 3, 5 | 3 |
| 4 | 2, 4 | 4, 5 | 4 |
| 5 | 2, 3, 4, 5 | 5 | 5 |

З табл. 8 бачимо, що наступний рівень складе 5-й фактор – діаметр корпусу (ДК).

Таблиця 9

Ітераційна таблиця для утворення п'ятого ієрархічного рівня факторів.

| i | $S(z_i)$ | $P(z_i)$ | $S(z_i) \cap P(z_i)$ |
|-----|----------|----------|----------------------|
| 2 | 2 | 2, 3, 4 | 2 |
| 3 | 2, 3 | 3 | 3 |
| 4 | 2, 4 | 4 | 4 |

З табл. 9 випливає, що передостанній рівень ієрархії факторів містить 3 і 4-й фактори – діаметр (ВП) і кут нахилу (КН) вхідного патрубка пиловловлювача. На найвищому рівні ієрархії факторів буде знаходитися медіанний діаметр пилу – МД. Розташувавши фактори за визначеними рівнями, одержимо ієрархічно структуровану модель (рис. 3), що імітує пріоритетність впливу факторів на ефективність роботи пиловловлювача.

У моделі (рис. 3) враховано усі зв'язки між факторами, які відображені у вихідній графічній моделі. Фактори розміщено за спаданням пріоритетності їх впливу на ефективність роботи пиловловлювача. Якщо декілька факторів розміщено формально на одному рівні, перевага надається тому з них, до якого приєднано більше вхідних стрілок (впливів на інші фактори). При їх рівності додатково залучається експертне оцінювання.

Слід зауважити, що результат віднесення вибраних факторів до відповідного ієрархічного рівня є об'єктивним настільки, наскільки його достовірність забезпечується використанням відомих засад теорії системного аналізу, теорії моделювання, методології дослідження і розв'язання проблем.

Поява конкретної перешкоди на певному рівні суттєво залежить від встановлених зв'язків між ними, заданих у вихідному графі (рис. 2). Їх зміна за кількістю та суттю зумовить модифікацію одержаної моделі. Якщо кожен з факторів оцінювати деяким числом або присвоювати йому відповідний ваговий коефіцієнт пріоритетності дії факторів на ефективність роботи пиловловлювача, то, як випливає з рис. 3, вагомість фактора відповідає номерові рівня ієрархії. Водночас пріоритетність дії фактора на ефективність роботи пиловловлювача нової конструкції є величиною відносною і може бути змінена залежно від експертної оцінки міри впливу фактора на досліджуваний процес.

У результаті синтезовано ймовірнісну модель ієрархії факторів ефективності роботи розробленого апарата, а на її підставі у першому наближенні розроблено модель пріоритетного впливу визначених факторів на ефективність роботи пиловловлювача нової конструкції.

Отримані результати, на наш погляд, можуть піддаватися коригуванню в процесі наступних досліджень.

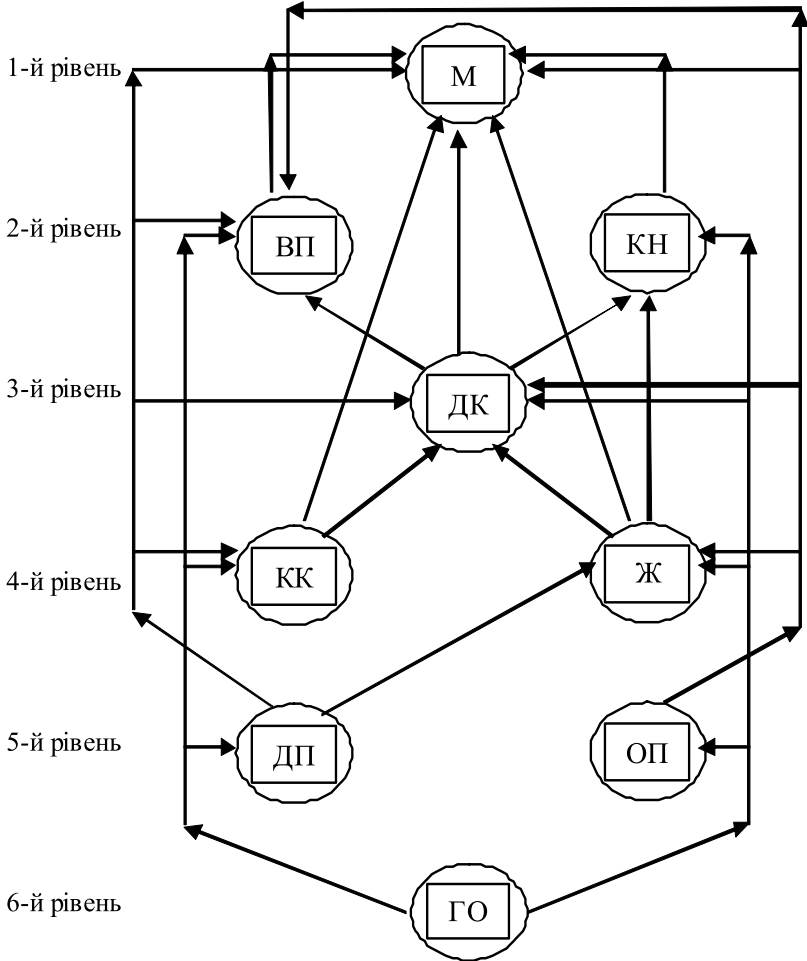


Рисунок 3 – Модель ієрархії факторів, що визначають ефективність роботи пиловловлювача.

Взявши до уваги наведені вище моделі розглянемо еколого-економічну ефективність від впровадження пиловловлювача нашої конструкції на дільниці пересипу конвєсера за добу.

Економічна оцінка збитків, що заподіяні річними викидами , визначається за формулою:

$$Z = \gamma \cdot G \cdot F \cdot M , \tag{3}$$

де Z – оцінка збитку (грн./рік); γ – константа, $\gamma = 2,4$ грн./ум. т; G – безрозмірна величина, $G = 4$ (для територій промислових підприємств і промислових вузлів); $F = 10$ – поправка, яка враховує характер розсіювання в повітрі дрібнодисперсних частинок пилу зі швидкістю осідання понад $20 \cdot 10^{-2}$ м/с; M – значення приведеної маси річного викиду забруднень, яке визначається за формулою:

$$M = \sum_{i=1}^N A_i \cdot m_i, \quad (4)$$

m_i – маси річного викиду домішок i -го виду пилу в повітря приміщення, залежить від ефективності роботи застосованого апарату, т/рік; A_i – показник відносної агресивності домішок i -го виду, для шихти $A_i = 45$; N – загальна кількість домішок, т/рік.

У конкретному випадку до застосування нашого апарату ефективність вловлення пилу складала 95,1 %, а після впровадження апарату нашої конструкції ефективність вловлення складала 96,3 %, тобто вдалося підвищити її на 4,5 %. За добу в повітря робочої зони виноситься 170 – 180 кг пилу (візьмемо для розрахунку 175 кг). При ефективності вловлення – 95,1 % викидається в повітря робочої зони 8,57 кг пилу за добу; при ефективності 96,3 % – 6,47 кг шихти за добу.

Відповідно m_i до впровадження складає:

$$45 \cdot 365 \cdot 8,57 \text{ кг} = 140,76 \text{ т},$$

m_i після впровадження:

$$45 \cdot 365 \cdot 6,47 \text{ кг} = 106,26 \text{ т}.$$

Збитки до впровадження установок пиловловлення складають:

$$2,4 \text{ грн/т} \cdot 4 \cdot 10 \cdot 140,76 \text{ т} = 13513 \text{ грн},$$

Збитки після впровадження запропонованих установок складають:

$$2,4 \text{ грн/т} \cdot 4 \cdot 10 \cdot 106,26 \text{ т} = 10201 \text{ грн}.$$

Наведений приклад розрахунку економічної оцінки збитків, що спричиняють викиди пилу в повітря робочої зони, показує, що використання розробленого пиловловлювача в установці для очистки повітря від пилу зменшує збитки у 1,32 рази.

Крім показників, які легко можна підрахувати, існує ціла низка питань морального походження. Пилова патологія легенів, перш за все пневмоконіоз та хронічний пиловий бронхіт, традиційно займають перші місця в структурі професійної захворюваності населення протягом багатьох десятиріч. Частка вперше виявлених в Україні пневмоконіозів та хронічних бронхітів в 2009 р. складає 27,5 % (710 випадків) та 21,8 % (564 випадки), а в 2001 р. – 34,9 % (1406 випадків) та 21,7 % (876 випадків) відповідно. Серйозним недоліком

діючої Гігієнічної класифікації праці є неврахування фактору часу – стажу роботи, при якому виникає професійний ризик здоров'ю. Цей критерій має значення при будь-яких рівнях шкідливих виробничих факторів. Зокрема, дрібнодисперсний пилю має властивість затримуватись в легенях та виявляти патогенний ефект у віддалені строки життя після припинення роботи в контакті з пилом. Результати розрахунків показують, що вже при 5-річному стажі роботи в умовах підвищеної запиленості (перевищення ГДК пилю в 2 – 15 разів) ризик розвитку пневмоконіозу зростає з 1,75 до 17 %. Ризик подвоюється при 10-річному стажі роботи та збільшується в 5 разів при 25-річному стажі роботи. В екстремальних умовах роботи (перевищення ГДК пилю в 15 разів) ризик захворіти пневмоконіозом вже при 15-річному стажі досягає 60 %, а при 25-річному стажі має становити 100 %. Також спостерігається високий ступінь впливу пилю на нервову та ендокринну системи, на хвороби шкіри та органів травлення.

Безпека людини та стан оточуючого її середовища – одна з найважливіших характеристик якості життя, науково-технічного та економічного розвитку держави і яку необхідно враховувати при оцінці еколого-економічної доцільності впровадження установок для очистки повітря від пилю.

Дані державної офіційної статистичної звітності та спеціальних досліджень свідчать про тісний зв'язок між змінами в виробничому середовищі та станом здоров'я населення.

Висновки і перспективи подальших наукових розвідок. Подальшу роботу в цьому напрямку необхідно вести по шляху вдосконалення конструкції жалюзійного відокремлювача, як другого ступеня очищення, а також корпусу апарата в плані оптимізації габаритних розмірів і оптимізація процесів розділення з метою підвищення ефективності пиловловлення, створення нових енергозберігаючих технологій і охорони навколишнього середовища.

Список літератури: 1. Батлук В. А. Акустичні пиловловлювачі: /моногр. / – Львів: Афіша, 2000. — 208 с. 2. Пат. 59260 А Україна, МПК В 01D 45/12. Пиловловлювач із циліндрично-конічним відокремлювачем / В. А. Батлук, В. К. Батлук, О. В. Мельников, В. В. Дмитрук. / Заявл. 20.12.2002, Опубл. 15.08.2003, Бюл. № 8. — 2 с. 3. Пат. 29965 Україна, МПК В 01D 45/00. Мокрий пиловловлювач із спеціальною формою жалюзі / В. А. Батлук, І. В. Проскуріна, О. В. Мельников / Заявл. 08.05.2007, Опубл. 11.02.2008, Бюл. № 3. — 4 с. 4. Пат. 50128 Україна, МПК В 01D 45/00. Пиловловлювач із теплообмінником і змійовиком / В. А. Батлук, Н. М. Параняк / Заявл. 07.12.2009, Опубл. 25.05.2010, Бюл. № 10. — 8 с. 5. Олянишен Т. В., Сторожук В. М., Піх І. В., Мельников О. В. Модель факторів несприятливого впливу на оточуюче середовище. – Технол. і техніка друкарства. – 2011. – Вип. 3 (33). – С. 82 – 88.

Надійшла до редколегії 08.04.2012