Ю.П. Стародуб, д.физ.-мат.н., профессор, О.В. Кендзера, к.физ.-мат.н., ст.н.с., Т.Б. Брыч, к.т.н., Б.Е. Купльовский, к.физ.-мат.н.

ИССЛЕДОВАНИЕ СЕЙСМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ ТЕРМИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ НА ПРИМЕРЕ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АТОМНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Представлен подход метода конечных элементов для моделирования волнового поля в сейсмо-геологическом разрезе с учетом температурного воздействия на колебания в области исследуемого объекта. Проведено математическое моделирование сейсмического волнового поля в сечении земной коры в окрестности строительной структуры с целью изучения влияния колебаний и их спектральных характеристик на инженерное сооружение. В качестве примера взято модельное сечение земной коры под Чернобыльской атомной электростанцией.

Ключевые слова: математическое моделирование, сейсмическое волновое поле, атомная электростанция.

G.P. Starodub, doctor physical-math sci., professor, A.V. Kendzera, Ph.D., senior sci.res., T.B. Brych, Ph.D., B.E. Kuplyovsky, Ph.D.

STUDY OF THE SEISMIC STATE ENGINEERING FACILITIES, TAKING INTO ACCOUNT THERMIC EFFECTS ON THE EXAMPLE OF CHERNOBYL NUCLEAR POWER PLANT

Finite element method approach for the simulation of wave field in seismic geological cut, taking into account the thermal effects on vibrations in the field of investigated object presented. Mathematical modeling of the seismic wave field in section of the crust near the structure construction to study vibrations and their spectral characteristics on engineering construction is conducted. As an example, modeling section of the Earth's crust underneath the Chernobyl nuclear power plant taken.

Keywords: mathematical modelling, seismic wave field, nuclear power plant.

УДК 621.928.9

М.В. Басов, В.А. Баглук, д.т.н., проф. (Львівський державний університет безпеки життєдіяльності), І.В. Проскуріна (Донбаський технічний університет м. Алчевськ)

ЗМЕНШЕННЯ ПОЖЕЖО-ВИБУХОНЕБЕЗПЕКИ ПИЛУ ПРИ ВИДАЧІ КОКСУ З КОКСОВИХ БАТАРЕЙ

У статті розглянуті основні умови зниження пожежо-вибухонебезпеки пилу, який утворюється при видачі коксу з коксових батарей, шляхом зменшення концентрації горючих речовин в повітрі робочої зони.

Ключові слова: пожежо-вибухонебезпека, концентрація, пиловловлення, горючі речовини, циклон.

Постановка проблеми. У даний час ситуація в області пожежної безпеки в Україні така, що особливу тривогу викликає високий рівень аварійності існуючих технічних об'єктів і недо-статні можливості у вирішенні проблем інженерної екології та пожежної безпеки. Якщо в сфері оцінки шкідливих впливів на довкілля і в цілому в області екологічної експертизи виробництв і моніторингу середовищ є певні досягнення, то в напрямках

розробки нових екологічно чистих і пожежонебезпечних технологій, науково-технічна активність явно недостатні. Тому необхідна розробка наукового підходу до питань пожежної безпеки, екології та охорони праці.

На багатьох підприємствах України і зокрема, коксохімічного профілю склався низький рівень пожежної безпеки, що проявляється в частих викидах шкідливих речовин, збільшення кількості промислових відходів, збільшення кількості пожежо-небезпечних ситуацій, зменшення рівня надійності об'єктів. Важливою причиною є відсутність єдиних наукових методів оцінки і аналізу пожежної безпеки вже на стадії проектування, що приводить до створення техногенно небезпечних об'єктів. А частка коксового цеху у викидах коксохімічного виробництва оцінюється у 90%. Найбільшу небезпеку представляють гасильні вагони, які призначені для прийомки розжареного коксу, що видається з коксових батарей. Працюють вони в такому режимі: кожні 10 хвилин із коксової батареї віддається 12,5 тон коксу з температурою 1000-1500 °С. охорони праці, утворюючи при цьому колосальні кількості пилу, які здатні створювати пожежонебезпечні моменти .

Відомі підходи з питань пожежної безпеки коксохімічних виробництв розрізнені, часом відсутні науково обґрунтовані методики оцінки й кількісні критерії рівня небезпеки, недостатньо використовуються можливості в області комп'ютерних технологій, сучасних методів досліджень і математичного моделювання. Сьогодні найважливішою задачею пожежобезпеки таких виробництв є зменшення концентрації пилу, який утворюється при цих процесах.

Аналіз останніх досліджень. Говорячи про ефективність засобів пожежоуникнення при роботі існуючої в даний час схеми обезпилювання при видавані гарячого коксу з камер коксових батарей, необхідно зазначити недосконаліть цієї технології у порівнянні з закордонними аналогами. Існуючі технології в Україні передбачають буксирування гасильного вагона електровозом, кабіна якого виступає над бортами вагона на 1,2 метра, в результаті чого край парасольки над ним не можна наблизити до борта вагона ближче ніж за 1,2 метра, а звідси – великі втрати коксового пилу, сажі і супутніх компонентів з під-зонта в навколишнє середовище, що призводить до створення пожежонебезпечних ситуацій.

Закордоні аналоги використовують гасильні вагони з власним приводом, що дає змогу влаштувати герметичний відсос пилу зі всієї поверхні гасильного вагону, що призводить до значного збільшення ефективності роботи системи пило очищення та зменшення ймовірності виникненя пожежі.

Для забезпечення вимог пожежобезпеки очищення газів від пилу в існуючій установці здійснюється наступним чином: забруднене повітря через вантажний та аеродинамічні канали поступає за рахунок висхідного потоку у пиловловлювачі, після очищення в яких повітря через турболентноутворююче гирло подається у порожнину дифузора, де відбувається остаточне мокре його очищення. Наведена схема обезпилювання недосконала через недостатню ефективність роботи першого сухого ступеня очищення від пилу, що і приз0водить до створення пожежонебезпечної ситуації..

Мета роботи – обґрунтування доцільності заміни недостатньо ефективної та енергометалоємної системи очистки повітря від пилу при подаванні гарячого коксу в гасильний вагон на більш досконалу та ефективну систему сухого очищення (1ступеня), яка складається з відцентрово-інерційних апаратів пилоочищення, що містять в одному корпусі пиловловлювача одночасно два ступеня пилоочищення: відцентровий та інерційний для уникнення ймовірності виникнення пожеж при таких процесах.

Виклад основного матеріалу. Для вирішення питання зниження ймовірності виникнення пожежонебезпечно ситуації розглянемо процес виходу коксової маси з корзини коксонаправляючих. Коксова маса з камери коксової батареї виштовхується штовхачем з постійною швидкістю, але обвалення її в гасильний вагон відбувається нерівномірно. Стопоподібний потік коксової маси при контакті з поверхнею вагонів зминається, руйнуючись на дрібні шматки і в цей момент відбувається найбільше утворення коксового

пилу, яке посилюється ще за рахунок різкого збільшення поверхні горіння. Кількість пилу, що виділяється, пропорційна об'єму, а також масі «коксового пирога», який обвалюється.

На початковій ділянці падіння коксова маса екранується від доступу кисню вантажним каналом, а ежекційний потік усередині каналу утворюється тільки торцевою поверхнею коксової маси. Таким чином вантажний канал запобігає розсипанню коксу, зменшує процеси горіння та пилоутворення. Далі ежекційний потік зустрічається з конвективним тепловим потоком, який зменшує розкидання пилу в дотичному напрямку до поверхні коксу в гасильному вагоні, що вивантажився.

Звернемо увагу на процеси, які відбуваються на поверхні вивантаження коксу в гасильний вагон. Сумарний вертикальний потік, який піднімається до аеродинамічних каналів парасольки, формується процесами горіння і конвективного теплообміну коксу, середня швидкість гасильного вагону в момент вивантаження коксу невелика(0,5-0,6 м/с), що дорівнює швидкості обтікання свіжим повітрям поверхні горіння коксу. Характер протікання гетерогенного процесу залежить від стану поверхні, яка горить, і при температурі до 1000 °С практично не залежить від швидкості обтікання свіжим повітрям. Глибоке проникнення в середину «коксового пирога» визначається швидкістю дифузії, а також швидкість горіння вуглецю, яке прямує до межі, обмеженої дифузійною здатністю середовища по кисню.

Повітря, що наближене до коксової маси, нагрівається , розширюється і витісняється вгору щільнішим холодним повітрям і займає місце поблизу теплового джерела, потім нова порція нового повітря знову нагрівається і прямує вгору, формуючи таким чином висхідний конвекційний потік повітря, величина якого визначається інтенсивністю теплопереходу.

Конвективний потік формується за рахунок енергії, отриманої від процесів тепло-обміну, які відбуваються на поверхні гарячого коксу і процесів гетерогенного горіння коксу.

Частина енергії, що одержується конвективним потоком в процесі горіння, в 3-4 рази більше енергії, яка отримується в процесі теплообміну, а екранізація вагону вздовж його бортів різко зменшує доступ кисню в зону горіння.

Як видно з наведеного матеріалу, в процесі видалення гарячого коксу з камер коксових батарей, уникнути значних викидів шкідливих речовин неможливо, тому для зниження пожежо -вибухонебезпеки при цьому необхідно довести їх кількість до меж, узаконених нормативними документами.

Практика знепилювання показала, що ефективність уловлення пилу залежить не тільки від конструкції уловлюючого апарату, але, в першу чергу, від дисперсного складу пилу, його якостей, ступеня гідрофільності, тощо.

В таблиці 1 наведені дисперсний склад коксового пилу, визначений авторами.

Таблиця 1

Фракційний склад, 10^{-6} м	**Тип пилу і його вміст, %**	
	Коксовий пил	**Зола летюча**
Більше 200	0	2,1
120-200	1,8	7,1
90-120	2,9	14,4
75-90	6,5	5,8
60-75	12,5	10,1
Менше 60	76,3	60,5

У зв'язку з тим, що аналіз дисперсного складу довів, що в цьому пилу найбільша кількість частинок – менше $6 \cdot 10^{-6}$ м, тобто дрібнодисперсного, а через те і пожежонебезпечного, існуючий метод пиловловлювання не в змозі вловити такий пил, тому

найбільш перспективними пристроями для вловлення коксового пилу і супутніх компонентів нам представляється відцентрово-інерційний апарат із відокремлювачем, який обертається, запропонований авторами (рис.1).

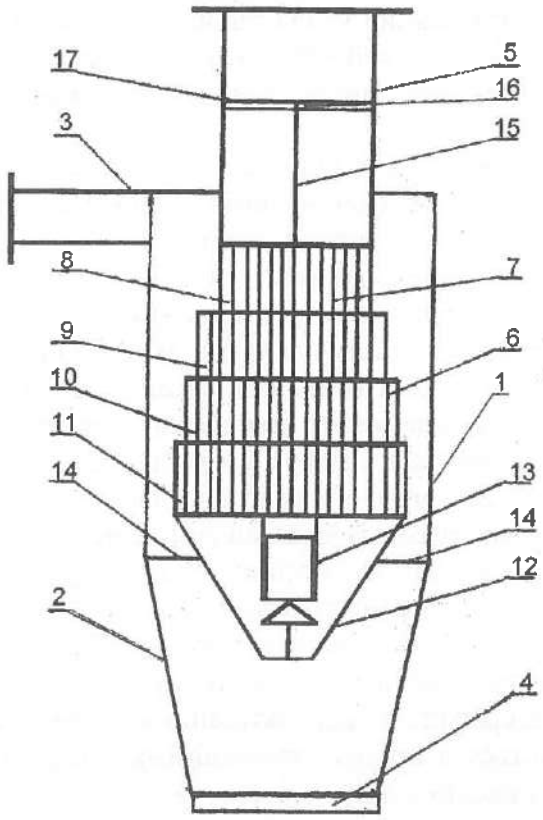

Рис.1. ***Пиловловлювач:***

1 – циліндрична частина корпусу; 2 – конічна частина корпусу; 3 – тангенційний вхідний патрубок; 4 – патрубок виходу пилу; 5 – патрубок виходу очищеного повітря; 6 – відокремлювач; 7 – жалюзі; 8, 9, 10, 11 – секції відокремлювача; 12 – дно відокремлювача; 13 – електродвигун; 14 – стержні кріплення електродвигуна; 15 – вісь корпусу; 16 – підшипник; 17 – стержні кріплення

Пиловловлювач містить корпус 1, який складається з циліндричної 1 та конічної 2 частин, тангенційного вхідного патрубка 3, розташованих по його осі патрубків виходу пилу 4 і виходу очищеного повітря 5. У циліндричній частині корпусу коаксійно розташований відокремлювач 6 з жалюзі 7, який складається з чотирьох секцій 8, 9, 10, 11, діаметри яких збільшуються від верхньої до нижньої в напрямку до пиловипускного патрубка 4. У нижній частині навпроти патрубка виходу пилу 4 відокремлювач має дно у вигляді зрізаного конуса 12 з конусністю направленою в сторону пиловипускного патрубка 4, в якому по його осі на рівні місця переходу циліндричної частини корпусу у конічну встановлено електродвигун 13, закритий герметичним кожухом. Електродвигун 13 прикріплений до корпусу апарата трьома стержнями 14, а вісь корпусу 15 з нижньої сторони, навпроти патрубка виходу пилу, є віссю двигуна 13, а зверху біля патрубка виходу очищеного повітря 5 є віссю підшипника 16, який також прикріплений до внутрішньої сторони патрубка 5 трьома стержнями 17.

Пилоповітряна суміш входить в корпус 1 тангенційно через патрубок 3, де вона гвинтоподібно рухається згори до низу у напрямку до пиловипускного патрубка 4, спочатку вздовж циліндричної 1 частини корпусу, а потім вздовж конічної 2 його частини корпусу. Після входу в апарат на потік діє відцентрова сила, завдяки якій відбувається пошарове розділення потоку, і до жалюзійного відокремлювача потік підходить вже розділеним на два:

біля стінки корпусу рухається великодисперсний потік, а навколо жалюзійного відокремлювача – дрібнодисперсний. Жалюзійний відокремлювач 6 є другим ступенем очистки, при проходженні через який відбувається доочистка, вже пошарово розділеного потоку, від дрібнодисперсних частинок пилу, при проходженні потоку через щілини між жалюзі. Вторинна очистка повітря від пилу здійснюється послідовно у напрямку до пиловипускного патрубка 4 при проходженні потоку через щілини між жалюзі 7, жалюзійного відокремлювача 6, який розташований коаксіально всередині циліндричної частини корпусу апарата 1. Якщо б жалюзійний відокремлювач 5 не обертався, пилоповітряний потік доочистився би, проходячи у щілини між жалюзі 7. стикаючись з останніми і виділяючи при цьому відомим способом дрібнодисперсні частинки пилу. У такому варіанті найдрібніші частинки пилу проскакують разом із повітрям всередину жалюзійного відокремлювача 6, що не сприяє підвищенню ефективності його роботи.

Для вловлення дрібнодисперсного пилу, який проскочив всередину жалюзійного відокремлювача 6 застосовано конічне дно 12. Для підсилення ефекту відцентрово-інерційного очищення, жалюзійний відокремлювач 6 має можливість обертатися навколо осі 15 пиловловлювача за допомогою двигуна 13 і підшипника 16 і швидкість його обертання прямо пропорційно залежить від швидкості входу пилоповітряної суміші в апарат через вхідний патрубок 3. В залежності від цих показників, а також від дисперсності пилу, корегується число обертів двигуна. Завдяки обертовому рухові жалюзійного відокремлювача 6, підсилюється ефект відцентрової очистки повітря від пилу і сила відбиття частинок пилу від жалюзі (скорочується кількість стикань), що, в свою чергу, веде до підвищення ефективності очищення. Двигун 13, герметично закритий кожухом, щоб не потрапив пил всередину (пилозахищений корпус). Жалюзійний відокремлювач складається з 4 секцій, розташованих в одній радіальній площині з діаметрами які збільшуються в напрямку до пилевпускного патрубка 4 з певним відношенням діаметра попередньої секції до наступної. Жалюзійний відокремлювач 6 обертається у бік протилежний до напрямку обертання пилоповітряної суміші всередині корпусу 1 апарата, віддаючи частину своєї кінетичної енергії пилогазовому потоку.

Залежно від експлуатаційних характеристик (продуктивності, дисперсного, морфометричного та хімічного складу, концентрації пилу тощо) вибирається певна швидкість обертання жалюзійного відокремлювача 6. Завдяки тому, що жалюзійний відокремлювач 6 і пилогазовий потік обертаються у протилежні сторони, жалюзі 7 відокремлювача 6 весь час повернуті своєю увігнутою стороною по напрямку руху пилоповітряної суміші (вони встановлені вогнутістю назустріч йому) і при обертанні відкидають або підштовхують частинки пилу у напрямку до зовнішньої стінки корпусу 1 апарату, запобігаючи таким чином їх руху всередину жалюзійного відокремлювача 6 через щілини між жалюзі 7.

Таким чином ефективність роботи пиловловлювача є досить високою у широкому діапазоні режимів його роботи завдяки створенню примусової зміни швидкості обтікання повітряним потоком жалюзійного відокремлювача 6, чим досягається вибір оптимальних параметрів проходження через щілини пиловловлювача очищеного повітря, тобто відбувається додаткова доочистка пилоповітряної суміші і збереження постійної швидкості проходження її через щілини між жалюзі 7.

На експериментальному стенді національного університету „Львівська політехніка" проведені дослідження запропонованого пиловловлювача з визначення оптимальних розмірів відношення діаметрів секцій (таблиця 1). В якості експериментального пилу прийнято кварцовий пісок із медіанним діаметром $(8,32,50)\cdot10^{-6}$ м. Розхід повітря в стенді 3000 м^3 /год. де Д8, Д9, Д10, Д11 діаметри, відповідно, восьмої, дев'ятої, десятої, одинадцятої секцій.

Таким чином, оптимальним є відношення діаметрів секцій відокремлювача зверху вниз у напрямку до пиловиносного патрубка 4 як 1/4.

Таблиця 1

Визначення оптимального відношення діаметрів секцій

Медіанний діаметр пилу, 10^{-6} м	Відношення діаметрів секцій			Ефективність очистки, %
	Д9/Д8	Д10/Д9	Д11/Д10	
8	1/2	1/2	1/2	93,2
	1/3	1/3	1/3	94,1
	1/4	1/4	1/4	95,1
	1/5	1/5	1/5	94,3
32	1/2	1/2	1/2	95,3
	1/3	1/3	1/3	96,8
	1/4	1/4	1/4	98
	1/5	1/5	1/5	97,1
50	1/2	1/2	1/2	96,3
	1/3	1/3	1/3	98,1
	1/4	1/4	1/4	99
	1/5	1/5	1/5	97,8

На стандартному експериментальному стенді НУ „Львівська політехніка" були проведені порівняльні дослідження запропонованого пиловловлювача з відокремлювачем який обертається і встановленого на даний час циклона ЦН-11на стандартному експериментальному пилу – кварцовому піску (таблиця 2).

Таблиця 2

Порівняльні випробування пиловловлювачів

Витрата повітря, м3/год	Медіанний діаметр пилу, 10-6 м	Ефективність роботи, %		Гідравлічний тиск, Па	
		Запропоно-ваного	Циклона ЦН-11	Запропоно-ваного	Циклона ЦН-11
1000	32	94,6	88,4	560	700
2000	32	96,8	91,5	570	740
3000	32	98,0	88,6	600	780
3500	32	98,4	93,2	620	810
1000	50	95,1	90,8	550	700
2000	50	96,9	92,9	580	740
3000	50	99,0	94,0	610	780
3500	50	98,5	93,8	620	810

Висновки та перспективи подальших досліджень. Нам вдалося значно поліпшити пожежонебезпеку об'єкта завдяки підвищенню ефективності вловлення пилу у порівнянні з існуючою на даний час установкою з циклоном ЦН-11 на 4-5%, зменшивши при цьому гідравлічний опір на 150-200 Па, і на відміну від існуючої установки він має постійний режим роботи, не змінює опір з часом, не потребує очистки через певні години роботи, і досить зручний в експлуатації. Пожежонебезпека установки знизилася завдяки значному зменшенню концентрації пилу шляхом збільшення ефективності пиловловлення у запропонованому апараті до величин достатніх для дотримання вимог ГДК, ГДВ з метою уникнення його загорання та вибуху.

У даний час робочі креслення апарата передані на Алчевський коксохімічний комбінат для вирішення питання його впровадження в процесі видачі коксу з коксових батарей у гасильний вагон.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Батлук В. А. Математичне забезпечення вибору оптимального обладнання для очистки повітря від пилу за допомогою комп'ютерної техніки / В. А. Батлук, К. І. Азарський // Український журнал медичної техніки і технології. – Київ. – 2000. - №2. – С.92-94.
2. Батлук В. А. Математические модели процессов разделения гетерогенных систем при пылеочистке / В. А. Батлук // Нові машини для виробництва будівельних матеріалів і конструкцій, сучасні будівельні технології: Міжнар. наук. практ. конф – Полтава, 2000. – С. 87-91.
3. Батлук В. А. Основы экологии и охрана окружающей природной среды / В. А. Батлук. – Львів: „Афіша", 2001. – 335 с.

М.В. Басов, В.А. Батлук, д.т.н., проф., И.В. Проскуріна

УМЕНШЕНИЕ ПОЖАРО-ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ ПЫЛИ ПРИ ВЫДАЧЕ КОКСА ИЗ КОКСОВЫХ БАТАРЕЙ

В статье рассмотрены основные условия снижения пожаро-взрывоопасности пыли, которая образуется при выдаче кокса из коксовых батарей, путем уменьшения концентрации горючих веществ в воздухе рабочей зоны

Ключевые слова: пожаро-взрывоопасность, концентрация, пылеулавливание, горючие вещества.

M.V. Basov, V.A. Batluk, Doctor of Sciences (Engineering), Professor, I.V. Proskurina

A DECREASE OF A FIRE-EXPLOSION HAZARD OF DUST WHILE AN EXTRACTION OF COKE FROM COKE BATTERIES

The article deals with the main conditions of decrease of fire-explosion hazard of dust while an extraction of a coke from coke batteries by reduction of combustibles' concentration to the air of the working area.

Key words: fire-explosion hazard, concentration, dust collecting, combustibles, cyclone.

УДК 159.9

Б.О. Білінський, к.т.н, М.І. Кусій, І.П. Ярмоленко (Львівський державний університет безпеки життєдіяльності МНС України)

ВПЛИВ АНТРОПОМЕТРИЧНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ГАЗОДИМОЗАХИСНИКІВ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЇХ РОБОТИ В ЕКСТРЕМАЛЬНИХ УМОВАХ

Проаналізовано вплив індивідуальних особливостей рятувальників на ефективність їх роботи в екстримальних умовах на базі психолого-тренувального центру Львівського державного університету безпеки життєдіяльності.

Ключові слова: газодимозахисник, психолого-тренувальний центр.

Одним з важливих факторів у підготовці працівників оперативно-рятувальної служби цивільного захисту є підготовка газодимозахисників. У 2008 році, як і в попередні роки, майже кожну 4-ту пожежу ліквідовували за участю ланок газодимозахисної служби, що становить 24,3 % від загальної кількості ліквідованих пожеж [1].