

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет



II-а Міжнародна наукова конференція

**ВИМІРЮВАННЯ, КОНТРОЛЬ ТА
ДІАГНОСТИКА В
ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМАХ**

(ВКДТС - 2013)

Збірник тез доповідей



Вінниця
29-31 жовтня 2013

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНСТИТУТ АВТОМАТИКИ, ЕЛЕКТРОНИКИ ТА КОМП'ЮТЕРНИХ
СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ

MEASUREMENT, CONTROL AND DIAGNOSIS
IN TECHNICAL SYSTEMS

ДРУГА МІЖНАРОДНА НАУКОВА КОНФЕРЕНЦІЯ

«ВИМІРЮВАННЯ, КОНТРОЛЬ ТА ДІАГНОСТИКА
В ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМАХ (ВКДТС -2013)»

Збірник тез доповідей

29-30 жовтня 2013 р.

ВНТУ
ВІННИЦЯ
2013

УДК 621.3.08
ББК 30.607

Друкується за рішенням Вченої ради Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки

Головний редактор: **В.В.Грабко**

Відповідальний за випуск: **Кучерук В.Ю.**

Рецензенти: **Столярчук П.Г.**, доктор технічних наук, професор
Кухарчук В.В., доктор технічних наук, професор

Друга міжнародна наукова конференція «Вимірювання, контроль та діагностика в технічних системах» (ВКДТС -2013), 29-30 жовтня, 2013 р. Збірник тез доповідей. – Вінниця: ПП «ТД«Едельвейс і К», 2013. – 288 с.

ISBN 978-966-2462-35-7

У збірнику опубліковано матеріали конференції, присвяченої проблемам теоретичних основ вимірювань, контролю та технічної діагностики, інформаційно-вимірювальних технологій та метрології.

УДК 621.3.08
ББК 30.607

ISBN 978-966-2462-35-7

© Вінницький національний технічний університет, 2013
© Учбово-науковий центр «Паллада», 2013

Пам'яті Володимира Олександровича Поджаренка



13 листопада 1949 року в м. Вінниці народився визначний український вчений-метролог, організатор і сподвижник української освіти і науки, учитель і наставник багатьох молодих науковців, відданий патріот України, доктор технічних наук, професор **Володимир Олександрович Поджаренко**.

У 1967 році він закінчив Вінницьку середню школу, а у 1972 році – Київський політехнічний інститут за спеціальністю «Радіотехніка», кваліфікація: радіоінженер.

Після закінчення інституту працював на посадах інженера, молодшого наукового співробітника Вінницького філіалу Київського політехнічного інституту, а з 1 вересня 1973 року став асистентом кафедри електровимірювань та промислової електроніки цього філіалу (нині Вінницький національний технічний університет (ВНТУ)), а згодом і професором. Після засновника наукової школи Віктора Тихоновича Малікова став завідувачем кафедри метрології та промислової автоматики.

У 1980 році захистив дисертацію на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. Вчене звання доцента одержав в 1989 році. В 1995 році захистив докторську дисертацію на тему: "Дослідження та розробка інтелектуальних вимірювальних систем характеристик електромеханічних перетворювачів енергії". В 1998 році йому присвоєно вчене звання професора кафедри метрології та промислової автоматики, а у 1994 році – академіка Української технологічної академії, Подільське регіональне відділення якої він і очолював.

Творчий доробок професора Поджаренка В.О. – понад 200 наукових праць та навчально-методичних робіт, в тому числі 52 винаходи, що захищені авторськими свідоцтвами і патентами, 17 навчальних посібників, п'ять з яких мають гриф Міністерства освіти і науки України, 3 монографії. Співорганізатор декількох та учасник понад 50 Міжнародних наукових і науково-практичних симпозіумів, конференцій, семінарів із проблем метрології, стандартизації, сертифікації та енергозберігаючих технологій.

Був членом двох спеціалізованих вчених рад по захисту докторських дисертацій, редакційних колегій журналів «Вісник ВПІ», «Вісник національного університету "Львівська політехніка"» (серія "Метрологія та вимірювальна техніка"), науково-технічної

І.В. Васильківський, к.т.н.; В.Г. Петрук, д.т.н., проф.; С.М. Кватернюк, к.т.н.;
А.П. Слободський

ЛІДАРНИЙ КОНТРОЛЬ АЕРОЗОЛЬНОГО ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРИ

Ключові слова: промислові аерозолі, атмосферне повітря, пневмококоз.

В Україні головним забруднювачем атмосфери є промисловий пил, що спричиняє небезпеку для здоров'я людини. Процеси і джерела аерозольного забруднення приземної атмосфери численні і різноманітні. Тверді компоненти аерозолів техногенного походження – це продукти діяльності теплових електростанцій, збагачувальних фабрик, металургійних, магнетитових, цементних, сажових заводів. Промислові відвали також є постійним джерелом аерозольного забруднення. Вони відрізняються великою різноманітністю хімічного складу.

Час «життя» газів і аерозолів в атмосфері коливається у дуже широкому діапазоні (від 1-5 хвилин до декількох місяців) і залежить, в основному, від їх хімічної стійкості, розміру частинок (для аерозолів) і присутності реакційно здатних компонентів (озон, пероксид водню та ін.).

Типові приклади елементного складу, визначеного методом лазерної мас-спектрометрії, для найбільш розповсюджених елементів індустріального пилу наведено на рис. 1. Пил кожного типу виробництва відображає склад продукту, який випускається. Частинки, що містять залізо, істотно переважають у доменному пилі. Вміст алюмінію і фтору великий у зразках С і D (пил виробництва алюмінію), а вміст натрію і кальцію – в зразках E і F (пил хімічного виробництва) відповідно. Всі ці компоненти входять до складу оксидів і, як правило, містять кремній, що вказує на наявність «кварцової компоненти» у складі аерозольних часток [1].

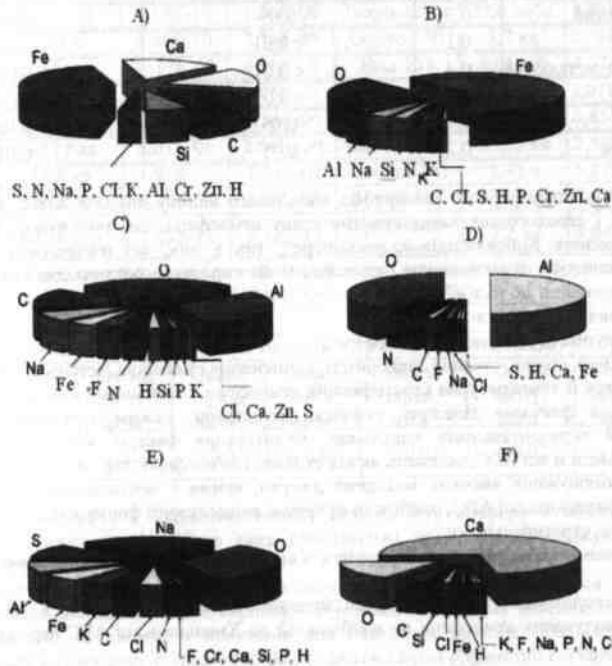


Рисунок 1 – Елементний склад зразків індустріального пилу, що надходить з викидами промислових підприємств України, вагові %: А, В – доменний пил; С, D – пил алюмінієвого виробництва; E – виробництво вапна; F – виробництво цементу.

Забруднення атмосферного повітря шкідливо впливає на всі сторони суспільного життя. Створюється загроза для здоров'я і життя людей, що може стати причиною підвищеної

захворюваності, передчасного старіння, виникнення важких віддалених наслідків та можливих незворотних змін у майбутніх покоління. Розрізняють пасивні та активні аерозолі в залежності від їх дії на організм людини. Пасивні аерозолі акумулюються на стінках органів дихання і можуть викликати ряд захворювань при певних концентраціях. Активні аерозолі залучаються до процесу кровообігу і є більш небезпечними для людського організму, тому що можуть викликати різноманітні захворювання, потрапляючи в клітини організму людини.

Група легених захворювань, що характеризується розвитком фіброзного процесу викликається тривалим вдиханням виробничого пилу і зустрічається у робітників гірничорудної, вугільної, машинобудівної, хімічної і деяких інших галузей промисловості, а також у населення, яке проживає в мегаполісах і великих містах, промислових центрах, які мають розвинену транспортну інфраструктуру, теплоенергетичні об'єкти, теплоелектроцентралі, котельні та інші енергетичні установи, які працюють на вугіллі, мазуті, дизельному паливі, природному газі та бензині.

Досліджуючи структуру захворюваності населення України, звертає на себе увагу те, що найбільш поширеним захворюванням є захворювання органів дихання (хронічний бронхіт, професійний бронхіт, бронхіальна астма, пневмококоз, алергічний риніт та ін.) на котрі хворіють близько 11 млн. українців (рисунок 2).

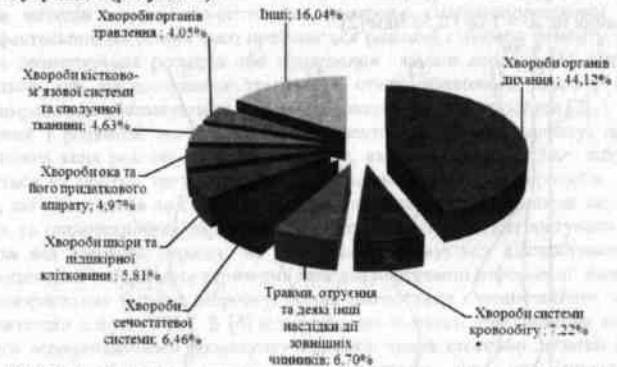


Рисунок 2 – Структура первинної захворюваності населення України у 2012 році (%)

В залежності від складу пилу який вдихається розрізняють кілька видів пневмококозу:

- силікоз, викликаний вдиханням пилу, що містить велику кількість вільного двоокису кремнію;
- силікатози (від пилу силікатів, тобто речовин, що містять двоокис кремнію, пов'язану з іншими елементами, наприклад алюмінієм, магнієм);
- азбестоз – від азбестового пилу;
- талькоз – від талькового пилу;
- антракоз – від кам'яно-вугільного пилу;
- сідероз (від грец. sideros – залізо) – від пилу заліза;
- сілікоантракоз – від змішаного пилу двоокису кремнію і кам'яного вугілля.

Крім того, наслідком тривалої дії аерозолів на організм людини є: різні види інтоксикацій організму, алергічні захворювання, хронічний бронхіт, новоутворення у легенях та інших органах.

Основними оптичними характеристиками аерозолі є: показник послаблення ε , показник розсіяння σ , показник поглинання k та індикатриса розсіяння $\chi(\gamma)$. Для лазерного зондування дуже важливою характеристикою є також лідарне відношення $b_A = \chi_z \cdot \Lambda / 4\pi$ (де Λ - в'єрогідність виживання фотона, χ_z – значення $\chi(\gamma)$ для кута 180°) і показник розсіяння у зворотному напрямі $\sigma_z = \sigma \chi_z / 4\pi = b_A \varepsilon$. Для визначення оптичних характеристик полідисперсного аерозолі заміною сукупність аерозольних часток сукупністю однорідних сферичних частинок з однаковими

хімічними властивостями, розподіл яких за розмірами описується функцією $f(a)$, а концентрація дорівнює $N_a, \text{м}^{-3}$. В цьому випадку показники $\varepsilon, \sigma, k, \text{м}^{-1}$, можна записати у вигляді:

$$\varepsilon = N_a \int_0^{\infty} (\pi a^2) Q_e f(a) da; \quad \sigma = N_a \int_0^{\infty} (\pi a^2) Q_s f(a) da; \quad k = N_a \int_0^{\infty} (\pi a^2) Q_i f(a) da,$$

де Q_e, Q_s, Q_i - показники ефективності послаблення, розсіяння і поглинання окремої частинки. Функція $f(a)$ характеризує густину вірогідності виявлення частинки розміром між a і $a+da$ в одиниці об'єму.

Аналіз структури атмосферного аерозолу, який включає складові промислового аерозолу можна проводити на основі спектральних оптичних характеристик. При вимірюванні вертикальних профілів показників зворотного розсіювання $\beta_s(h, \lambda)$ на двох довжинах хвиль можна визначити: профілі об'ємної концентрації C_v , середнього перерізу C_s , середнього об'ємно-поверхневого радіуса r_{32} . На рис. 3 представлені усереднені дані по багатьом реалізаціям, шляхом проведення лідарного зондування на $\lambda = 1,06$ і $0,53$ мкм [2].

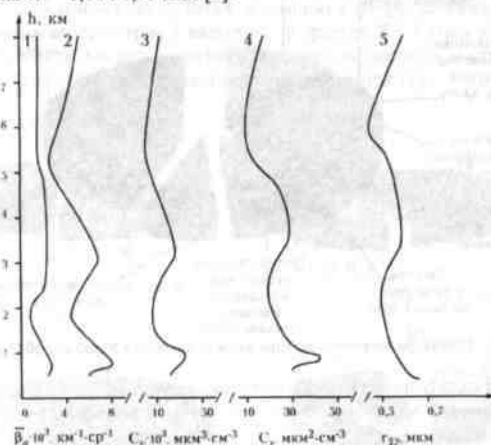


Рис. 3. Профілі оптичних і мікрофізичних параметрів аерозолу:
1 - $\lambda = 1,06$ мкм; 2 - $\lambda = 0,532$ мкм; 3 - C_v ; 4 - C_s ; 5 - r_{32}

Широкий діапазон зміни технічних параметрів лідарних систем дозволяє вирішувати такі завдання: контроль параметрів атмосфери поблизу локальних джерел забруднення (промислових об'єктів) на рівні ГДК і нижче; контроль якості повітря в масштабах міста, району, регіональний і глобальний моніторинг атмосфери; дослідження оптичних характеристик атмосфери, що визначають радіаційний режим і клімат Землі; контроль концентрації, середнього розміру, форми, полідисперсності частинок аерозолу, показника заломлення (a в ряді випадків і хімічного складу); вимірювання напрямку, величини і швидкості вітру, густини повітря, тиску, профілю температури, вологості на різних ділянках атмосферного простору.

Література

1. Діденко П.І. Елементний склад твердих промислових аерозолів// Збірник наукових праць ІГНС НАН та МНС України, Серія "Геохімія та екологія". - Київ. - 2001. - Вип.3/4. - 314 с.
2. Лідарний екологічний моніторинг атмосфери / А.П.Іванов, А.П.Чайковський, В.Г.Петрук, [та ін.]. // Збірник наукових статей "II-го Всеукраїнського з'їзду екологів з міжнародною участю". - Вінниця, 2009. - С.275-280.

Л.М.Заміховський, д.т.н., проф.; Н.І.Іванюк, аспірант

МЕТОД КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЛОПАТЕВОГО АПАРАТУ ГАЗОПЕРЕКАЧУВАЛЬНИХ АГРЕГАТІВ

Ключові слова: лопатевий апарат, газоперекачувальний агрегат, метод контролю, моделювання, програмне забезпечення

Сьогодні загальна потужність компресорних станцій, які є основою газотранспортної системи України, складає 5492 МВт. Основними агрегатами компресорних станцій від яких залежить надійність і ефективність процесу транспортування газу є газоперекачувальні агрегати (ГПА) надійність і ефективність роботи яких, в свою чергу, визначається технічним станом їх лопатевого апарату. У зв'язку з цим актуальною є задача розробки методів і технічних засобів діагностування технічного стану лопатевого апарату ГПА в процесі експлуатації.

Контроль технічного стану лопатей лопатевого апарату ГПА - компресорів низького і високого тиску, турбін високого і низького тиску (ТВТ, ТНТ), нагнітачки (Н) здійснюється, як правило, при зупинці ГПА та демонтажі лопатевого апарату шляхом прямих вимірювань або з використанням методів візуального-оптичного контролю, магнітопорошкової діагностики та кольорової дефектоскопії на основі чого приймається рішення стосовно ремонту лопатей шляхом відновлення їх геометричних розмірів або проведення заміни лопатей [1]. Серед методів, які використовуються для діагностування технічного стану лопатевого апарату ГПА в процесі експлуатації, широко використовуються методи віброакустичної діагностики [2].

Виникнення і розвиток значної частини дефектів лопатевого апарату, детальний аналіз причин виникнення яких розглянуто в [3], викликає, як правило, зміну його вібраційного стану, який розвивається на протязі тривалого часу. Для повного розуміння процесів, що проходять в ТВТ, ТНТ і Н, які відносяться до складних механізмів, вимагається знання як параметрів вібрації, так і режимних та теплотехнічних параметрів. Глибина аналізу при діагностуванні, в значній мірі, залежить також від часового періоду, на базі якого виконується діагностування, що вимагає тривалого накопичення і зберігання отриманої при діагностуванні інформації. Вказане призводить до того, що використання методів віброакустичної діагностики є недостатніми для забезпечення надійності лопатевого апарату ГПА. В [4] відмічено, що сьогодні практично не використовуються методи прямого аеродинамічного розрахунку профілів крила стосовно лопатей ГПА, хоча вони дозволяють не тільки розрахувати компоненти швидкості, але і всі існуючі аеродинамічні характеристики профілів лопатей і запропоновано математичні моделі процесу деформування та обтікання лопатей ГПА.

В роботі запропоновано новий підхід до контролю технічного стану лопатевого апарату ГПА в процесі експлуатації, який полягає в тому, що використовуючи розроблені в [1,4] математичні моделі процесу деформування і обтікання лопатей ГПА та розрахункові формули для оцінки аеродинамічних характеристик лопатей, площі перерізу деформованих лопатей та їх моменти інерції, можна проводити відтворення геометричних параметрів лопатей з використанням інтерполяційних поліномів Ерміта, рівнянь еліпса та досліджувати їх вплив на параметри коливних процесів лопатевого апарату в рамках різних моделей процесів коливань, для яких відомими є точні розв'язки відповідних рівнянь. Наводиться методика визначення геометричних розмірів лопаті і її початкового технічного стану.

Таким чином, можна промоделювати різноманітні можливі варіанти зміни технічного стану лопатей (величини зношення лопатей, їх кількості, деформації і ін.), дослідити їх вплив на параметри коливних процесів лопатевого апарату та скласти словник (базу) діагностичних ознак їх стану.

Далі, проводиться реєстрація характеристик коливних процесів, генеруємих лопатевим апаратом, за допомогою встановлених, у вибраних найбільш віброактивних місцях, на корпусі контролюємого ГПА акселерометрів, і здійснюється їх порівняння з базою діагностичних ознак. При співпадінні отриманих результатів з базовими, які відповідають визначеному технічному стану лопатевого апарату ГПА, який відрізняється від нормованого наприклад, «задовільний» чи «вимагає прийняття заходів», видається сигнал оператору ГПА, який приймає відповідні заходи.

ДРУГА МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

**«ВИМІРЮВАННЯ, КОНТРОЛЬ ТА ДІАГНОСТИКА
В ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМАХ (ВКДТС -2013)»**

Збірник тез доповідей

Матеріали подаються в авторській редакції

Комп'ютерне оформлення: Дудатьєв І.А., Коломійчук І.В.

Підписано до друку 18.10.2013 р. Гарнітура Times New Roman.

Формат 29,7 × 42 ½. Друк різнографічний.

Папір офсетний. Ум. друк. арк. 16,74

Наклад 170 прим. Зам № 67970

Віддруковано ПП «ТД «Едельвейс і К»

м.Вінниця, вул. 600-річчя, 17

Тел.: (0432) 550-333

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру

ДК №3736