



- [6]. Tripathi K. P. Decision support system is a tool for making better decisions in the organization. *Indian Journal of Computer Science and Engineering (IJCSE)*. 2011. № 2(1). P. 112-117.
- [7]. Accorsi R., Manzini R., Maranesi F. A decision-support system for the design and management of warehousing systems. *Computers in Industry*. 2014. 65(1). P. 175-186. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2013.08.007>
- [8]. Castillo R. S., Kelemen, A. Considerations for a successful clinical decision support system. *CIN: Computers, Informatics, Nursing*. 2013. 31(7). P. 319-326. <https://doi.org/10.1097/NXN.0b013e3182997a9c>
- [9]. Волошин О. Ф., Машченко С. О. Моделі та методи прийняття рішень. К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2010.
- [10]. Емец О. А., Устьян Н. Ю. Игры с комбинаторными ограничениями. Кибернетика и системный анализ. 2008.

References:

- [1] N. A. Slavina and O. S. Lavruk, "Pryiniattia upravlynskykh rishen v umovakh ryzyku ta nevyznachenosti sytuatsii," Zbirnyk naukovykh prats podilskoho derzhavnoho ahrarno-tekhnichnoho universytetu, (22), pp. 212-217, 2014.
- [2] L. A. Hladkova and M. A. Naumova, "Zastosuvannia teorii ihor v ekonomitsi," NAUKOVI ZAPYSKY. Seriya: PROBLEMY METODYKY FYZYKO-MATEMATYCHNOI I TEKHOLOHICHNOI OSVITY, 2(4), 2016.
- [3] M. J. Kochenderfer, *Decision making under uncertainty: theory and application*, MIT press, 2015. <https://doi.org/10.7551/mitpress/10187.001.0001>
- [4] J. Pahlke, S. Strasser, and F. M. Vieider, "Responsibility effects in decision making under risk," *Journal of Risk and Uncertainty*, 51(2), pp. 125-146, 2015. <https://doi.org/10.1007/s11166-015-9223-6>
- [5] O. Mulesa, V. Snytyuk, and I. Myronyuk, "Optimal alternative selection models in a multi-stage decision-making process," *EUREKA: Physics and Engineering*, (6), pp. 43-50, 2019. <https://doi.org/10.21303/2461-4262.2019.001005>
- [6] K. P. Tripathi, "Decision support system is a tool for making better decisions in the organization," *Indian Journal of Computer Science and Engineering (IJCSE)*, 2(1), pp. 112-117, 2011.
- [7] R. Accorsi, R. Manzini, and F. Maranesi, "A decision-support system for the design and management of warehousing systems," *Computers in Industry*, 65(1), pp. 175-186, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2013.08.007>
- [8] R. S. Castillo and A. Kelemen, "Considerations for a successful clinical decision support system," *CIN: Computers, Informatics, Nursing*, 31(7), pp. 319-326, 2013. <https://doi.org/10.1097/NXN.0b013e3182997a9c>
- [9] O. F. Voloshyn and S. O. Mashchenko, "Modeli ta metody pryiniattia rishen," K.: Vydavnycho-polihrafichnyi tsentr «Kyivskyi universytet», 2010.
- [10] O. A. Emec and N. YU. Ust'yan, "Igry s kombinatorynymi ogranicheniyami," *Kibernetika i sistemnyj analiz*, 2008.

Отримана в редакції 02.08.2021. Прийнята до друку 25.08.2021. Received 02 August 2021. Approved 25 August 2021. Available in Internet 31 September 2021.

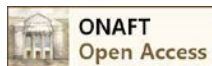
УДК 621.928.93

АВТОМАТИЗОВАНИЙ ЗАСІБ ОЧИЩЕННЯ ПОВІТРЯ ПІД ЧАС ВАНТАЖНИХ ОПЕРАЦІЙ З ЗЕРНОВИМИ КУЛЬТУРАМИ У ПОРТАХ

Сандлер А.К., Савчук О.С.

Національний університет "Одеська морська академія", м. Одеса, Україна
E-mail: albertsand4@gmail.com

Copyright © 2021 by author and the journal "Automation of technological and business – processes".
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>



DOI:

Анотація. Забруднення повітря пилом промислового походження з початку сторіччя набуло характеру техногенної катастрофи. При цьому погіршення екологічного стану повітряного середовища чітко локалізується не тільки у промислових та транспортних районах, але й стало поширюватися на міста, селища й зони відпочинку. Обсяги шкідливих викидів зважених речовин становлять сотні тисяч кубічних метрів, і лише невелика їх частина проходить у безпечення в очисних спорудах підприємств. Внаслідок недосконалість технологічного й допоміжного очисного встаткування, недосконалість технологічних процесів перевантаження силучі вантажі, у морських та



річкових портах утворюються значні обсяги запиленого повітря. При цьому недостатньо висока ефективність очищення забрудненого повітря приводить до погіршення якості вантажів, надмірного зношування обладнання і різкому погіршенню екологічної обстановки. Одним з домінуючим фактором утворення забруднених зон є негативний вплив на здоров'я людей. Для боротьби з пиловим забрудненням використовують широкий спектр методів й засобів. Технічні засоби придушення пилу використовуються з різними фізико-хімічними властивостями, працюють у широкому діапазоні температур і концентрацій забруднюючих речовин. У той же час, внаслідок недосконалості відомих конструкцій і недостатнього розвитку теоретичних основ процесів, пилоочисні засоби нездатні ефективно вловлювати з газових потоків дрібні фракції пилу. В умовах, що склалися, доцільною стала розробка нового схемотехнічного рішення модифікатора. запропонований ротаційний пиловіддільник відрізняється тим, що корпус містить вихідні отвори та кришку у верхній частині, патрубок низьконапірного потоку та сопло високонапірного потоку, яке співвісне дифузору з лопатями, який сполучається з корпусом підшипниками та у верхній частині має отвори, що сполучаються з циліндричним фільтром, відокремленим від підшипників герметичним ущільненням.

Abstract. Air pollution by dust of industrial origin since the beginning of the century has acquired the character of a technogenic catastrophe. At the same time, the deterioration of the ecological state of the air environment is clearly localized not only in industrial and transport areas, but also began to spread to cities, towns and recreation areas. The volumes of harmful emissions of suspended solids are hundreds of thousands of cubic meters, and only a non-waste part of them passes will be provided in the treatment facilities of enterprises. Due to the imperfection of technological and auxiliary treatment equipment, imperfection of technological processes of transshipment of bulk cargo, significant volumes of dusty air are formed in sea and river ports. At the same time, insufficiently high efficiency of polluted air purification leads to deterioration of cargo quality, excessive wear of equipment and a sharp deterioration of the environmental situation. One of the dominant factors in the formation of contaminated areas is the negative impact on human health. A wide range of methods and tools are used to combat dust pollution. Technical means are used to suppress dust with different physical and chemical properties, work in a wide range of temperatures and concentrations of pollutants. At the same time, due to the imperfection of the known structures and the insufficient development of the theoretical foundations of the processes, dust cleaners are unable to effectively capture small fractions of dust from the gas streams. In the current conditions, it became expedient to develop a new circuit solution of the modifier. the proposed rotary dust separator differs in that the housing comprises outlets and a cover in the upper part, a low-pressure flow nozzle and a high-pressure flow nozzle coaxial with the diffuser with blades, which is connected to the bearing housing and, separated from the bearings by a sealed seal.

Ключові слова: пиловіддільник, ротаційний, дифузор.

Key words: dust separator, rotary, diffuser.

Вступ

Забруднення повітря пилом промислового походження з початку сторіччя набуло характеру техногенної катастрофи. При цьому погіршення екологічного стану повітряного середовища чітко локалізується на тільки у промислових та транспортних районах, але й стало поширюватися на міста, селища й зони відпочинку.

Обсяги шкідливих викидів зважених речовин становлять сотні тисяч кубічних метрів, і лише невелика їх частина проходить безпечення в очисних спорудах підприємств.

Внаслідок недосконалості технологічного й допоміжного очисного встаткування, недосконалості технологічних процесів перевантаження сипучі вантажі, у морських та річкових портах утворюються значні обсяги запиленого повітря. При цьому недостатньо висока ефективність очищення забрудненого повітря приводить до погіршення якості вантажів, надмірного зношування обладнання і різкому погіршенню екологічної обстановки. Одним з домінуючим фактором утворення забруднених зон є негативний вплив на здоров'я людей.

Для боротьби з пиловим забрудненням використовують широкий спектр методів й засобів.

Технічні засоби придушення пилу використовуються з різними фізико-хімічними властивостями, працюють у широкому діапазоні температур і концентрацій забруднюючих речовин. У той же час, внаслідок недосконалості відомих конструкцій і недостатнього розвитку теоретичних основ процесів, пилоочисні засоби нездатні ефективно вловлювати з газових потоків дрібні фракції пилу.

Тому вдосконалення конструкцій пилоочисних засобів, з метою підвищення їх ефективності очищення й зниження енерговитрат на процес очищення, є досить своєчасним та актуальним науково-технічним завданням [1 - 3].

Аналіз літературних даних і постановка проблеми

За останні десятиріччя у світі проведена велика кількість досліджень з підвищення енергоефективності пилоочисних засобів і створені нові вдосконалені конструкції.

У роботі [4] представлений коаксіальний протипотоковий ротаційний пиловіддільник, який складається з корпусу, патрубку тангенційного вводу пилогазового потоку, циліндричного тканого фільтру, осевої вихлопної труби, дросель-засувки, кінцевого днища і кінцевого сепаратору.

До недоліку роботи цього пристрою слід віднести низьку ефективність видалення пилогазової суміші, підвищений аеродинамічний опір та обмежені функціональні можливості пиловіддільника, а також низький експлуатаційний ресурс тканого фільтру.

Найбільш близьким за технічною сутністю та результатом, що досягається, до сучасних задач очищення робочого середовища від пилового забруднення, є коаксіальний протипотоковий ротаційний пиловіддільник, що складається з



корпусу, патрубку тангенційного вводу пилогазового потоку, циліндричного тканого фільтру, осьової вихлопної труби, дросель-засувки, конічного днища та конічного сепаратора диференційної дії, який складається з чотирьох окремих елементів-сегментів, розташованих рівномірно по колу [5].

Але застосуванням циліндричного тканого фільтру та тангенційного вводу пилогазового потоку обумовлюють ряд недоліків, які суттєво обмежують можливості пристрою, а саме:

- низька ефективність видалення пилогазової суміші;
- функціональні можливості ротаційного пиловіддільника;
- низький експлуатаційний ресурс тканого фільтру;
- підвищений аеродинамічний опір у тангенційному вводі;
- неможливість очищення фільтрувальних елементів без демонтажу пристрою.

Ціль і завдання дослідження

В умовах, що склалися, доцільною стала розробка нового схемотехнічного рішення модифікатора. Передбачалося, що конструктивне виконання повинне забезпечити пристрою:

- достатню ефективність видалення пилогазової суміші;
- великий експлуатаційний ресурс фільтру; можливість очищення без демонтажу пристрою;
- збереженість надійності, чутливості та простоти схемотехнічних рішень пиловіддільників відомих типів.

Для розв'язування поставленої задачі запропонована схема ротаційного пиловіддільника.

Результати досліджень

Суть схемотехнічного рішення пояснюється кресленням (рис. 1), де зображено корпус 1, який виконано разом з патрубком низьконапірного потоку 3.

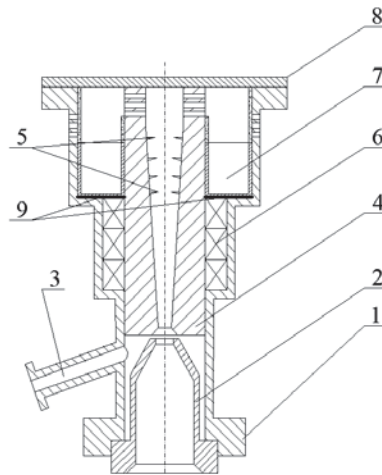


Рис. 1 – Ротаційний пиловіддільник: 1 – корпус; 2 – сопло високонапірного потоку; 3 – патрубок низьконапірного потоку; 4 – дифузор; 5 – лопаті дифузору; 6 – підшипники; 7 – циліндричний фільтр; 8 – кришка пиловіддільника; 9 – герметичне ущільнення; 10 – отвори у дифузори; 11 – отвори у корпусі.

У корпусі міститься сопло високонапірного потоку 2 та розташований на одній осі з ним дифузор 4. Дифузор на внутрішньому боці має лопаті 5, а зовнішнім боком сполучений з підшипниками 6, які зафіксовані у корпусі та відокремлені від інших елементів герметичним ущільненням 9. У верхній частині дифузору виконані отвори ламаної конфігурації 10. Між ділянкою дифузора з отворами та корпусом міститься циліндричний фільтр 7. Фільтр є циліндричної тороподібної форми і виконаний металевію сітки. У корпусі проти отворів у дифузори виконані отвори 11 для виходу очищеної повітряної суміші. Зверху дифузор та фільтр закриваються кришкою пиловіддільника 8.

Забруднена повітряна суміш надходить до сопла високонапірного потоку дифузору. Завдяки лопатям дифузору надається обертальний рух, що викликає додаткове збільшення швидкості повітряної суміші. Коли суміш потрапляє отвори дифузора, то за рахунок їх ламаної геометрії виникає різке зниження швидкості потоку на виході з отворів (рис. 2).

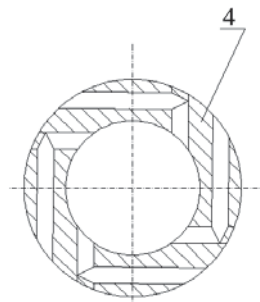


Рис. 2 – Схема отворів у дифузори пиловіддільника: 4 – дифузор



В наслідок чого крупні фракції забруднення потрапляють на дно фільтра. Середні та малі фракції потрапляють на сітку фільтра. Очищена повітряна суміш повертається до приміщення.

Одночасно, через окремі трубопроводи та патрубок низьконапірного потоку повітря від блоків електронної апаратури, що міститься у постах управління машинами та виробництвами, надходить до пиловіддільнику. У такий спосіб здійснюється не тільки додаткове очищення повітря, але й охолодження апаратури.

При забрудненні фільтру він обертається навколо своєї осі. Таким чином між отворами у дифузори та корпусі встановлюється чиста ділянка фільтру.

Таким чином запропонований ротаційний пиловіддільник відрізняється тим, що корпус містить вихідні отвори та кришку у верхній частині, патрубок низьконапірного потоку та сопло високонапірного потоку, яке співвісне дифузору з лопатями, який сполучається з корпусом підшипниками та у верхній частині має отвори, що сполучаються з циліндричним фільтром, відокремленим від підшипників герметичним ущільненням.

У статичному режимі (калібрування) фіксуються відповідні данні та поправки, що враховують температуру навколишнього середовища та втрати в усіх елементах ротаційного пиловіддільника.

У динамічному режимі (очищення повітряної суміші), після отримання сигналу від волоконно-оптичного датчика [6, 7], автоматизована система управління (АСУ) вмикає повітряний насос і забруднена повітряна суміш надходить до сопла високонапірного потоку дифузору. Після очищення повітряна суміш повертається до приміщення. Одночасно, через окремі трубопроводи та патрубок низьконапірного потоку повітря від блоків електронної апаратури, що міститься у постах управління машинами та виробництвами, надходить до пиловіддільнику. У такий спосіб здійснюється не тільки додаткове очищення повітря, але й охолодження апаратури. Після того як волоконно-оптичний датчик зафіксує зниження забруднення повітря до припустимих значень, АСУ вимикає насос.

У другому динамічному режимі (очищення миючою рідиною), АСУ закриває трубопроводи низького тиску та вмикає подачу через патрубок низького тиску миючого розчину. Миючий розчин застосовується для видалення забруднень у отворах дифузора та корпусу, а також сітки фільтра.

Висновки

Технічний ефект досягається завдяки тому, що комбінація механічних елементів забезпечує:

- необхідну ефективність видалення пилогазової суміші;
- достатні функціональні можливості ротаційного пиловіддільника;
- великий експлуатаційний ресурс фільтру;
- можливість очищення фільтрувальних елементів без демонтажу пристрою.

Застосування запропонованої моделі пристрою, крім того, дозволить підвищити екологічну безпеку і ефективність різних типів технологічних процесів у всіх елементах вантажного комплексу, та позитивно вплине на здоров'я людей в цілому.

Список використаних джерел

- [1].Рыжов, В. И., Приемов, С. И., Тимошенко А. Г. Повышение энергоэффективности циклонных пылеуловителей. Электронный ресурс. [Режим доступа]: <http://journals.uran.ua/eejet/article/download>.
- [2]. Ветошкин, А. Г. Процессы и аппараты пылеочистки. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2005. – 210 с.
- [3].Василевский, М. В. Обеспыливание газов инерционными аппаратами: монография/ М.В. Василевский – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 258 с.
- [4].Патент № 142638. МПК7 G01D 45/14 (2006.01). Коаксіальний протипотоковий ротаційний пиловіддільник / С. І. Мовчан, Л. М. Даченко, В. П. Скиба, Н. В. Тарусова, А. О. Ангеловська. – u201910374; – заявл. 15.10.2019; опубл. 25.06.2020, бюл. № 12.
- [5].Патент № 147205. МПК B01D 45/14 45/14 (2006.01). Коаксіальний протипотоковий ротаційний пиловіддільник / С. І. Мовчан, В. П. Скиба, Н. М. Вознюк, О. О. Дереза, А. Ю. Якунічева; Володілець: Таврійський державний агротехнологічний університет ім. Дмитра Моторного. – u202006663. – заявл. 16.10.2020; опубл. 21.04.2021, бюл. № 16.
- [6].Сандлер, А. К., Опрышко, М. О. Волоконно-оптический датчик контроля состояния технических жидкостей и газов // X міжнародна науково-методична конференція "Суднова електроінженерія, електроніка і автоматика", 24.11.2020 - 25.11.2020 р.: матеріали конференції. – Одеса: НУ "ОМА". – 2020. – С. 63-68.
- [7].Сандлер, А. К. Метод підвищення ефективності діагностування технічного стану судових газотурбінних установок на основі волоконно-оптичних технологій: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.20. – К., 2021. – 159 с.

References

- [1].Ryzhov, V. I., Priemov, S. I., Timoshenko A. G. Povysheniye energoeffektivnosti tsiklonnykh pyleulo-viteley. [Improving the energy efficiency of cyclone dust collectors]. Electronic resource. [Access mode]: <http://journals.uran.ua/eejet/article/download>. [in Russian].
- [2].Vetoshkin, A.G. (2005). Protsessy i apparaty pyleochistki. [Dust cleaning processes and devices]. - Penza: Izd-vo Penz. gos. un-ta. - 210 p. [in Russian].
- [3].Vasilevsky, M. V. (2008). Obespylivaniye gazov inertsiionnymi apparatami. [Dedusting of gases by inertial apparatuses]. – Tomsk: Izd-vo Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. – 258 p. [in Russian].



- [4]. Patent No. 142638. IPC7 G01D 45/14 (2006.01). Koaksial'nyy protypotokovyy rotatsiynyy pylovid-dil'nyk. [Coaxial counter-current rotational saw-cut] / S. I. Movchan, L. M. Datsenko, V. P. Skiba, N. V. Tarusova, A. O. Angelovska. – u201910374; – app. 10/15/2019; publ. 06/25/2020, bul. No. 12. [in Ukraine].
- [5]. Patent № 147205. IPC B01D 45/14 45/14 (2006.01). Koaksial'nyy protypotokovyy rotatsiynyy pylo-viddil'nyk. [Coaxial counterflow rotary dust separator] / SI Movchan, VP Skiba, NM Voznyuk, OO Dereza, A. Yu. Yakunicheva; Owner: Tavriya State Agrotechnological University. Dmitry Motorny. – u202006663. – application 10/16/2020; publ. 21.04.2021, bul. № 16. [in Ukraine].
- [6]. Sandler, A. K., Opryshko, M. O. (2020). Volokonno-optychesky datchyk kontrolya sostoyannya tekhnicheskyykh zhyd-kostey u hazov. [Fiber-optic sensor for monitoring the state of technical liquids and gases] // X International Scientific and Methodological Conference "Ship Electrical Engineering, Electronics and Automation", 24.11.2020 - November 25, 2020: conference materials. - Odessa: NU "OMA". - P. 63-68. [in Ukraine].
- [7]. Sandler, A. K. (2021). Metod pidvyshchennya efektyvnosti diahnostuvannya tekhnichnoho stanu sudnovykh hazoturbin-nykh ustanovok na osnovi volokonno-optychnykh tekhnolohiy. [Method of increasing the efficiency of diagnosing the technical condition of ship gas turbine plants on the basis of fiber-optic technologies]: dis. ... cand. tech. Science: 05.22.20. – Kyiv: - 159 p. [in Ukraine].

Отримана в редакції 10.08.2021. Прийнята до друку 25.08.2021. Received 10 August 2021. Approved 25 August 2021. Available in Internet 31 September 2021.

УДК [621.867.3:622.612]:658.5

ЗАМКНУТІ САР З ПРОГНОЗУВАННЯМ: АНАЛІЗ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ВАРІАНТІВ СРУКТУР

Степанов М.Т.

ОНАХТ (Україна)

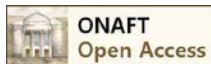
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1297-5537>

E-mail: stepanov197818@gmail.com

Copyright © 2021 by author and the journal "Automation of technological and business – processes".

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>



DOI:

Анотація. У статті розглядається системи автоматичного регулювання які реалізують алгоритми керування з прогнозуванням складових вільного та вимушеного руху на час запізнення вперед в замкненому контурі. Проводиться порівняльний аналіз їх роботи у перехідних та сталих режимах роботи, а також запасів стійкості які вони забезпечують. Об'єкти технологічного типу досить часто мають велику інерційність в каналах регулювання яка пов'язана не тільки з чистим запізненням, але, більшою мірою з акумуляцією речовини і енергії, так званим ємнісним запізненням. Повна або часткова компенсація цієї інерційності може в значній мірі поліпшити якість регулювання для таких об'єктів. На практиці для компенсації впливу запізнення на динаміку власного руху часто використовують системи з упереджувачем Сміта які значно розширюють запас стійкості систем і забезпечують їх працездатність в умовах нестационарних властивостей об'єкта керування. Також прогнозування використовується у системах керування з прогнозуючою моделлю, в яких керуючий вплив на кожному кроці розраховується за рахунок вирішення оптимізаційної задачі на основі математичної моделі об'єкта керування. Ці системи також застосовують для керування об'єктами технологічного типу, зокрема рекомендують до застосування при керуванні багатоканальними об'єктами канали яких пов'язані між собою через дію перехресних зв'язків. В якості альтернативи вказаним системам запропонована система регулювання з прогнозуванням вимушеного руху в замкненому контурі якої введено алгоритм прогнозування в реальному часі на основі кубічного сплайну. Проведено структурний та оптимальний параметричний синтез альтернативних варіантів систем автоматичного регулювання. В якості базового регулятора було обрано типовий ПІД-регулятор. Порівняльний аналіз оптимальних систем, проведений в часовій і частотних областях, показав перевагу системи регулювання, що реалізує принцип керування за прогнозом на основі кубічного сплайну. При аналізі роботи систем за каналом дії неконтрольованих збурень система регулювання з прогнозуванням по кубічному сплайну забезпечує зниження інтегрального і прямих показників якості перехідних процесів до 40%. Перевірка на грубість систем автоматичного регулювання показала, що система автоматичного регулювання з прогнозуванням регульованої змінної за кубічним сплайном має приблизно однаковий запас стійкості за часом запізнення та трошки нижчий запас стійкості за коефіцієнтом передачі об'єкта керування, ніж система з упереджувачем Сміта.