

Interface Sci. – 1994. – 167. – P. 87–93. 8. Li Q., Li T., Wu J., Zhou N. Comparative Study on the Structure of Water in Reversed Micelles Stabilized with Sodium Bis(2-ethylhexyl)Sulfosuccinate or Sodium Bis(2-ethylhexyl)Phosphate in n-Heptane // *J. Colloid Interface Sci.* – 2000. – 229. – P. 298–302. 9. Kunieda H., Nakano A., Akimaru M. The Effect of Mixing Surfactants on Solubilization in Microemulsion System // *J. Colloid Interface Sci.* – 1995. – 170. – P. 78–84. 10. Huibers P.D.T., Shah D.O. Evidence for Synergism in Nonionic Surfactants Mixtures of Solubilization in Water-in-Oil Microemulsions // *Langmuir.* – 1997. – 13. – P. 5762–5765. 11. Frank S.G., Zograf G. Solubilization of water by dialkyl sodium sulfosuccinates in hydrocarbon solutions // *J. Colloid Interface Sci.* – 1969. – 29. – P. 27–35. 12. Weatherford W.D. // *J. Disp. Sci. Technol.* – 1985. – 6. – P. 467–469. 13. Andheria A.P., Bhagwa S.S. Solubilization of Water in Water-in-Oil Microemulsions of Kerosene // *J. Colloid Interface Sci.* – 1995. – 171. – P. 211–217. 14. Garti N., Aserin A., Ezrahi S. Water Behavior in Nonionic Surfactant System I: Subzero Temperature Behavior of Water in Nonionic Microemulsion Studied by DSC // *J. Colloid Interface Sci.* – 1996. – 178. – P. 60–68. 15. Bansal V.K., Shah D.O., O'Connell J.P. Influence of alkyl chain length compatibility on microemulsion structure and solubilization // *J. Colloid Interface Sci.* – 1980. – 75. – P. 462–475. 16. Bisal S., Bhattacharya P.K., Moulik S.P. Conductivity Study of Microemulsions. Dependence of Structural Behavior of Water/Oil Systems on Surfactant, Cosurfactant, Oil and Temperature // *J. Phys. Chem.* – 1990. – 94. – P. 350–355. 17. Hamada K., Ikeda T., Kawai T., Kon-No K. Ionic Strength Effects of Electrolytes on Solubilized States of Water in AOT Reversed Micelles // *J. Colloid Interface Sci.* – 2001. – 233. – P. 166–170. 18. Schwunger M.-J., Stickdorn K., Schomaker R. Microemulsions in Technical Processes // *Chem. Rev.* – 1995. – 95. – P. 849–864. 19. Wu G., Zhou Z., Chu B. Water-induced micelle formation of blockcopoly(oxyethylene-oxypropylene-oxyethylene) in o-xylene // *Macromolecules.* – 1993. – 26. – P. 2117–2125. 20. Alexandridis P., Anderson K. Effect of Solvent Quality on Reverse Micelle Formation and Water Solubilization by Poly(ethylene oxide)/Poly(propylene oxide) and Poly(ethylene oxide)/Poly(butylene oxide) Block Copolymers in Xylene // *J. Colloid Interface Sci.* – 1997. – 194. – P. 166–173.

УДК 621.928.9

В.П. Куц

Державний технічний університет імені Івана Пулюя, м. Тернопіль

БАТАРЕЙНИЙ ЦИКЛОН З ЖАЛЮЗІЙНИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ: РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ

© Куц В.П., 2005

Наводяться результати експериментальних і теоретичних досліджень створеного за задумом автора нового пиловловлювального апарата і обґрунтовуються сфери його раціонального застосування.

Here presented the results of experimental and theoretical researches of a new dust catcher device. The spheres of its applying are substantiated here as well.

Постановка проблеми. Зменшення забруднення атмосферного повітря, яке є основним середовищем життєдіяльності людини, відходами її господарської діяльності є однією з найважливіших проблем безпечного існування людського суспільства, нехтування якою може привести до незворотних наслідків, викликати екологічні зсуви і катастрофи.

І хоч за обсягом забруднення повітряного басейну Землі домішками антропогенного походження поки що менші від забруднень природними процесами (виверження вулканів, лісові пожежі, піщані бурі, вивітрювання, ерозія і т. ін.), однак їх об'єм постійно зростає.

Призупинити цей процес, знайти оптимальне вирішення питання про співвідношення між задоволенням людини матеріальними благами і збереженням чистого природного середовища можна лише спільними діями всіх країн, незалежно від рівня їх промислового розвитку.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз останніх досліджень і публікацій свідчить, що розробка нового і вдосконалення існуючого пилоочисного обладнання проводиться різними шляхами, одним із яких є створення пиловловлювачів, що поєднують принципи дії декількох різних за принципом дії апаратів. Таке рішення дозволяє не тільки підвищити ефективність очищення, але часто сприяє зниженню гідравлічного опору, що знижує вартість очищення, і скороченню виробничих площ, які займає очисне обладнання.

Доволі успішним рішенням в цьому напрямку є створення пиловловлювачів, у яких поєднані принципи дії відцентрових і жалюзійних апаратів [1–3]. Експериментальні і теоретичні дослідження таких пиловловлювачів [4–6], результати експлуатації їх у конкретних умовах виробництва є переконливим свідченням доцільності створення таких апаратів і основою для вдосконалення таким чином інших видів пиловловлювачів.

Постановка завдання. Хоч у створених відцентрово-інерційних пиловловлювачах з жалюзійним відводом повітря вдалось значною мірою усунути найхарактерніший недолік циклонів – підсмоктування і винесення частинок пилу потоком очищеного газу, який піднімається і виходить через вихлопну трубу, але їх ефективність, як і ефективність циклонів, зменшується із збільшенням діаметра апарата.

При застосуванні циклонів для очищення значних об'ємів газів без зниження ступеня пиловловлювання встановлюють групу циклонів порівняно невеликого діаметра, бажано не більше 1 м. Однак кількість циклонів у групі обмежується конструктивними міркуваннями; тим самим обмежується і продуктивність установки.

Саме це стало передумовою розробки конструкції циклонів, які при незначному діаметрі, тобто придатних для достатньо повного вловлювання дрібних фракцій пилу, могли бути просто об'єднані в батареї більшої продуктивності, ніж групи циклонів.

Такі апарати, що одержали назву циклонних елементів батарейних циклонів, з діаметром циліндричної частини корпусу від 40 до 250 мм почали застосовуватись в техніці пиловловлювання до початку Другої світової війни.

За рахунок осьового вводу запиленого потоку в циклонні елементи, де вони закручуються направляючими елементами у вигляді гвинта або розетки, розміри батарейного циклона (в плані) менші, ніж групи циклонів такої самої продуктивності.

Іншою перевагою батарейних циклонів є те, що їхні циклонні елементи простіші за конструкцією, ніж звичайні циклони. Їх можна відливати з чавуну, що дозволяє застосовувати їх для вловлювання абразивного пилу.

Ефективність очищення батарейних циклонів на рівні ефективності найкращих одиночних циклонів при приблизно однаковому гідравлічному опорі. Однак їх висота порівняно з висотою одиночних циклонів однакової продуктивності набагато (приблизно втричі) менша.

Створення батарейного циклона, в якому замість звичайних циклонних елементів використовуються елементи з жалюзійними решітками, аналогічними тим, що застосовуються у відцентрово-інерційних пиловловлювачах з жалюзійним відводом повітря [7], продиктоване, в першу чергу, прагненням усунути основний недолік цих апаратів – зменшення ефективності пиловловлювання із збільшенням діаметра. З іншого боку, таке рішення повинно усунути і основні недоліки циклонів – турбулізацію повітряного потоку при зміні напрямку його руху і винесення ним частини уже виділеного пилу, особливо найдрібніших фракцій, з нижньої частини апарата, утворення зон розрідження біля горловини вихлопної труби і попадання туди частинок пилу, що рухаються біля корпусу апарата і які також виносяться потоком очищеного повітря, яке входить у вихлопну трубу, що знижує ефективність очищення.

Для визначення показників роботи створеного батарейного циклона з жалюзійними елементами, оцінки досконалості його конструкції і порівняння з аналогічними показниками інших пиловловлювачів проведені стендові експериментальні дослідження за загальноприйнятою для такого класу пилоочисного обладнання методикою [8].

Згідно з вимогами цієї методики визначення гідродинамічних характеристик сухих пиловловлювальних апаратів повинно проводитись на незапиленому повітрі. Тому експериментальні дослідження створеного пиловловлювача проводились за два послідовні етапи. Спочатку визначались його гідродинамічні характеристики на незапиленому повітрі, досліджувався вплив на них режимних і конструктивних параметрів, а на другому етапі визначалась ефективність очищення на стандартному пилові, вимоги до якого теж регламентовані методикою, і досліджувався вплив на ефективність тих самих параметрів.

Основним технологічним параметром є швидкість газового потоку, що надходить в апарат. Оскільки в елементах батарейного циклона вхідних патрубків немає і газ надходить в них через направляючі апарати між корпусом і вихлопною трубою, до уваги приймається швидкість в поперечному перерізі (плані) апарата $W_{пл}$. Продуктивність пиловловлювача Q , що також розглядається як технологічний параметр, виражається як добуток швидкості $W_{пл}$ на площу поперечного перерізу апарата F .

Що стосується конструктивних особливостей, то тут слід відмітити, що для закручування газового потоку в циклонних елементах були застосовані два типи направляючих апаратів: „гвинт” і „розетка” – конструкція циклонних елементів передбачала можливість їх заміни для проведення порівняльних досліджень.

Іншою важливою складовою конструкції створеного пиловловлювача є жалюзійна решітка, використана в його циклонних елементах. Від величин коефіцієнта живого перерізу її значною мірою залежить як гідравлічний опір, так і ефективність пиловловлювання. В елементах створеного батарейного циклона використані жалюзійні решітки з коефіцієнтом живого перерізу $k_p=0,4$. Саме таке значення є оптимальним як точки зору величини гідравлічного опору, так і ефективності пиловловлювання у відцентрово-інерційних пиловловлювачах з жалюзійним відводом повітря, які є прообразом циклонних елементів створеного батарейного циклона [5].

Результати проведених експериментальних досліджень оформлені у вигляді графічних і аналітичних залежностей основних показників – гідравлічного опору і ефективності пиловловлювання – від вказаних вище параметрів і дають можливість провести їх порівняння з аналогічними показниками інших пиловловлюючих апаратів.

Так коефіцієнт гідравлічного опору, віднесений до швидкості в поперечному перерізі (плані) апарата, для пиловловлювача з направляючими апаратами типу “розетка” становить 102, а для пиловловлювача з направляючими апаратами типу “гвинт” – 68. Обробка експериментальних даних методом графічного розв’язку рівняння $lg \Delta p = lg a + ml g Q$ дала можливість встановити аналітичні залежності між величиною гідравлічного опору Δp [Па] і витратою газу Q [м³/с] у вигляді $\Delta p = aQ^m$. Для пиловловлювача з направляючими апаратами типу “гвинт” ця залежність має вигляд $\Delta p = 4,2 \cdot 10^3 Q^{1,824}$, а для пиловловлювача з направляючими апаратами типу “розетка” – $\Delta p = 4,52 \cdot 10^3 Q^{1,673}$.

Ефективність вловлювання стандартного кварцового пилу з медіанним діаметром частинок $\delta_{50} = 8$ мкм в пиловловлювачі з направляючими апаратами типу “розетка” при оптимальній швидкості пилогазового потоку $W_{пл} = 3,5$ м/с становить 93 %, а в пиловловлювачі з направляючими апаратами типу “гвинт” – 91 %.

За результатами експериментальних досліджень розроблена методика теоретичного визначення основних показників роботи і конструктивних розмірів, яка дозволяє ще на стадії проектування систем пилоочищення оцінити доцільність застосування в них створеного батарейного циклона з жалюзійними елементами. Розходження між експериментальними даними і даними теоретичних розрахунків за цією методикою при визначенні гідравлічного опору становить 12 %, а при визначенні ефективності пиловловлювання – 6 % [9].

Позитивні результати експериментальних досліджень створеного пиловловлювача, наявність зручної методики його розрахунку були вагомим аргументом доцільності його практичного застосування в конкретних умовах виробництва. Очевидно, що в кожному конкретному випадку застосування створеного пиловловлювача можуть виникнути індивідуальні вимоги щодо його

застосування і експлуатації, які необхідно вирішувати. Однак є загальні вимоги, додержання яких зможе забезпечити досягнення запланованих показників його стабільної роботи.

1. Створений батарейний циклон з жалюзійними елементами, як і батарейні циклони інших конструкцій, рекомендується застосовувати для вловлювання:

- попелу із димових газів котелень, що спалюють тверде паливо;
- пилю, що виноситься із сушарок;
- пилю із аспіраційного повітря помольних установок;
- пилю із відхідних газів агломераційних фабрик;
- пилю, який виноситься газами із апаратів, в яких проводяться процеси з частинками, що знаходяться в завислому стані (пиловидні каталізатори, псевдозріджені шари і інші);
- пилю із повітря пристроїв для переміщення матеріалів пневматичним способом;
- пилю із відхідних газів обпалювальних печей і в інших випадках.

2. Залежно від вимог, що пред'являють до очищення газів, і від властивостей та дисперсного складу пилю, що міститься в газах, батарейний циклон може застосовуватись або самостійно, або як перший ступінь у поєднанні з іншими пиловловлювальними апаратами.

3. Залежно від умов очищення газів батарейний циклон може застосовуватись як всередині приміщення, так і зовні.

4. Для очищення газів від тонкого пилю при витраті газу не менше 2500 м³/год рекомендується застосування циклонних елементів діаметром 100 мм, при витраті газу не менше 7500 м³/год – циклонних елементів діаметром 150 мм, при витраті газу не менше 25000 м³/год – циклонних елементів діаметром 250 мм.

5. Температура газу повинна бути вищою за температуру точки роси на 20–25 °С, щоб запобігти конденсації водяних парів на стінках циклонів і на частинках пилю

6. Запиленість газу, що надходить в циклон, не повинна перевищувати 50–60 г/м³ залежно від крупності частинок пилю і його злежуваності.

7. Встановлювати батарейний циклон можна як на всмоктуючій, так і на нагнітаючій ділянці системи газоходів.

Під час очищення газів, що містять абразивний пил, який викликає зношування крильчаток вентиляторів, батарейний циклон встановлюють перед вентилятором.

8. Температура газу, що надходить в апарат, за умовами механічної міцності його стінок допускається не вище 400 °С.

9. Кут нахилу стінок бункера батарейного циклона приймається більшим за кут природного скошу пилю; цей кут приймається в межах 55–60°. Розміри випускного отвору бункера повинні забезпечувати нормальний випуск пилю. Недопустиме використання конусів батарейного циклона як ємність для збирання пилю.

Додержання цих рекомендацій поряд з врахуванням інших непередбачених обставин у кожному конкретному випадку застосування забезпечить надійну і безперебійну роботу пиловловлювача в оптимальному режимі.

Висновки. Результати експериментальних досліджень, дані практичної експлуатації створеного батарейного циклона з жалюзійними елементами на двох підприємствах переконливо свідчить про доцільність його створення.

Наявність зручної методики розрахунку показників роботи і конструктивних розмірів, окреслення областей раціонального застосування повинно сприяти ширшому практичному застосуванню створеного пиловловлювача.

Вдале застосування жалюзійного відводу очищеного газу ще в одному типі апаратів – батарейних циклонах – є основою для продовження досліджень в галузі вдосконалення таким чином іншого пиловловлювального обладнання.

1. А. с. 379289 ССРСР. Центробежно-инерционный пылеуловитель / А.И. Чернявский, В.А. Соколова, Г.А. Аксельруд. – Опубл. 20.04.73, Бюл. № 20. – 2 с. 2. А. с. 598623 ССРСР. Центробежно-

инерционный пылеотделитель / А.И. Чернявский, В.А. Батлук, В.П. Куц. – Оубл. 25.03.78, Бюл. № 11. – 2 с. 3. Пат. 23900А Україна. Жалюзійно-вихровий пиловловлювач / В.П. Куц, В.Б. Каспрук, М.І. Плескун. – Оубл. 30.03.98 // Промислова власність. – №4. – 2 с. 4. Батлук В.Н. Исследование процесса пылеулавливания с помощью жалюзийного инерционного пылеуловителя нового типа: Дис. ...канд. техн. наук. – Львов, 1973. – 143 с. – Машинопис. 5. Куц В.П. Повышение эффективности пылеулавливания в центробежно-инерционных пылеотделителях с жалюзийным отводом воздуха: Дис. ...канд. техн. наук. – Львов, 1986. – 221 с. – Машинопис. 6. Каспрук В.Б. Підвищення ефективності пиловловлювання в апаратах із зустрічними закрученими потоками: Дис. ...канд. техн. наук. – Тернопіль, 1998. – 160 с. – Машинопис. 7. Пат. 59139А Україна. Батарейний циклон з жалюзійними елементами / В.П. Куц, Я.Д. Ярош, О.М. Марціяш. – Оубл. 15.08.03, Бюл. № 8. – 2 с. 8. Коузов П.А., Иофинов Г.А. Единая методика сравнительных испытаний пылеуловителей для очистки вентиляционного воздуха. – Л.: ВНИИОТ, 1967. – 103 с. 9. Ярош Я.Д. Підвищення ефективності пиловловлювання батарейних циклонів за рахунок застосування елементів з жалюзійними решітками: Дис. ...канд. техн. наук. – Тернопіль, 2003. – 160 с. – Машинопис.

УДК 66.684

Л.І. Шевчук, В.Л. Старчевський, О.М. Кузьо
Національний університет "Львівська політехніка",
кафедра технології органічних продуктів

ВПЛИВ ІНЕРТНОГО ГАЗУ НА ОЧИЩЕННЯ ВОДИ ВІД БІОЛОГІЧНИХ ЗАБРУДНЕНЬ В УМОВАХ КАВІТАЦІЇ

© Шевчук Л.І., Старчевський В.Л., Кузьо О.М., 2005

Досліджено процес очищення води із природних водойм від патогенних і непатогенних мікроорганізмів їх окисненням в умовах ультразвукової кавітації, а також вплив інертного газу аргону на знезараження води як в ультразвуковому полі, так і без нього.

The process of water purification from the natural reservoirs from pathogenic and non-pathogenic microorganisms by its oxidation in ultrasound cavitation conditions, and also the influence of inert gas argon on disinfecting of water as in ultrasound field presence as without it has been investigated.

Постановка проблеми і її зв'язок з важливими науковими завданнями. Аналіз біологічних забруднень різних типів вод має ряд специфічних проблем, пов'язаних перш за все з важкістю їх ідентифікації. Скидання стічних вод у водойми здійснюють лише за умови виконання вимог ДЕСТу, встановлених для цих водойм. Забезпечити високі показники якості води дозволяє застосування фізико-хімічних методів очищення стічних вод, а саме використання енергії ультразвукової кавітації. Порівняно з механічним методом, перевагою застосування ультразвуку (УЗ) є можливість високого диспергування газу-окисника в субстраті та забезпечення значно інтенсивнішого перемішування. Тому для забезпечення дезінфекції води доцільно було розглянути вплив інертного газу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Є ряд публікацій [1–3] про використання різних газів під час озвучування. Відомо, що вплив УЗ на бактерії є інтенсивнішим у рідинах, які містять гази.

У роботі [1] досліджувалася дія УЗ на дріжджові клітини у присутності повітря. Відомо, що недовготривале озвучення дріжджової суспензії в присутності розчиненого у ній повітря призводить до інактивації дріжджів. Дріжджі озвучувались в атмосфері CO₂, H₂, O₂, Ar, а також при додаванні до суспензії рідин з високим тиском парів: ефіру і ацетону. У насиченій повітрям