

а оптимальна довжина каната поперечної установки становить $L_1 = 218,75$ м.

Просторову модель розрахованої спареної канатної системи представлено на рис. 3.

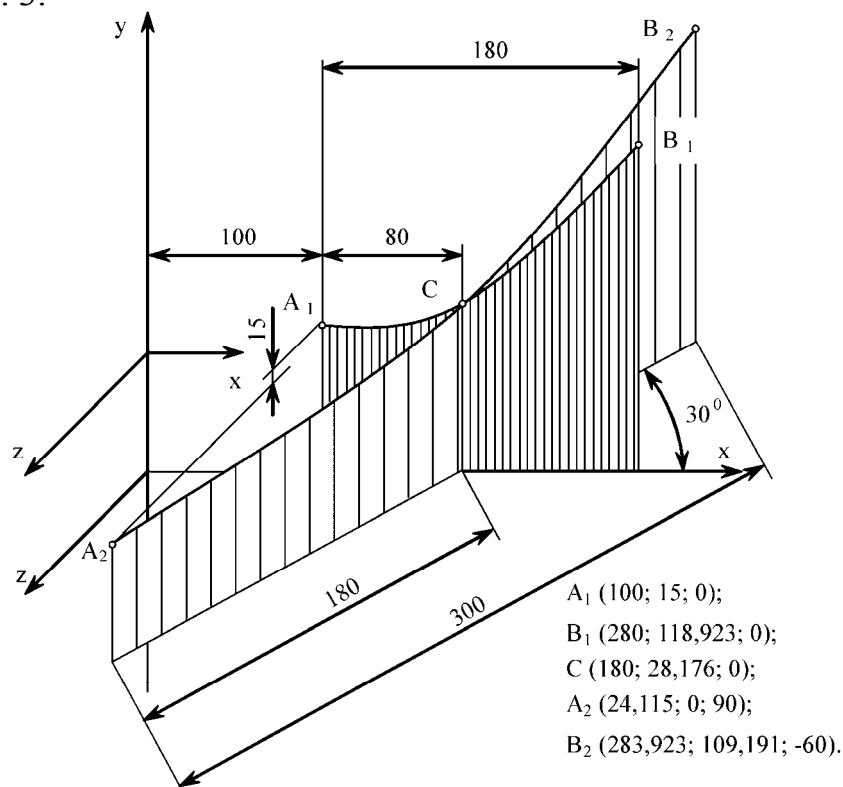


Рис. 3. Геометричні характеристики підвісної спареної системи

Знаючи рівняння кривих провисання канатів спареної установки, із застосуванням розробленого раніше алгоритму [2-4] можна визначити їх геометричні та силові параметри, необхідні для виконання проектних та експлуатаційних розрахунків.

Література

1. Бадера Й.С., Хома Р.В., Мартинців М.П. Воздушно-трелёвочная установка. А.С. 1344654/ СССР/. – Оpubл. в Б.И. – 1987, № 38.
2. Тисовський Л.О., Рудько І.М. До визначення рівняння кривої прогину каната підвісної транспортної установки// Наук. вісник УкрДЛТУ: Зб. наук.-техн. праць. – Львів: УкрДЛТУ. – 2005, вип. 15.1. – С. 137-142.
3. Тисовський Л.О., Рудько І.М. Розрахунок несучого каната не завантаженої двопротіжної установки// Наук. вісник НЛТУ України: Зб. наук.-техн. праць. – Львів: НЛТУ України. – 2005, вип. 15.4. – С. 101-104.
4. Лютий Є.М., Тисовський Л.О., Рудько І.М. Визначення силових параметрів і геометричних характеристик кривої прогину каната у виді ланцюгової лінії// Вісник Східноукраїнського НУ ім. Володимира Даля. – Луганськ. – 2003, № 12 (70). – С. 184-192.

УДК 621.928.9 Проф. І.М. Озарків, д-р техн. наук – НЛТУ України, м. Львів

ЗАГАЛЬНІ ПРИНЦИПИ КОНСТРУЮВАННЯ ПИЛОВЛОВЛЮВАЧІВ ВИХОРОВОГО ТИПУ

Проаналізовано принципи конструювання вихорівих пиловловлювачів. Визначено основні напрямки вдосконалення існуючих конструкцій.

General principles of constructing vykhr of vykhr dust-collectors

Principles of constructing of vykhr dust-collectors are analysed. Certainly basic directions of perfection of existent constructions

Постановка проблеми. Стан забруднення навколишнього середовища України набуває катастрофічних масштабів за рахунок значного антропогенного навантаження в більшості галузей промисловості. Наукові дослідження, проведені американськими науковцями, показують [1], що кількість пилу, який утворюється в промисловості, буде збільшуватись щорічно на 4 %. Тому, щоб запобігти зростанню забруднення атмосфери, середня ефективність очищення всіх викидів до 2015 р. повинна досягнути 96 %. Проте у багатьох технологічних процесах, зокрема деревообробній, коксохімічній, металургійній та інших галузях промисловості, важко знизити процес пилоутворення за рахунок лише реконструкції технологічних схем, тому необхідно використовувати високоефективне обладнання для знепилення.

Оскільки сучасні прогресивні технології спрямовані на комплексне використання сировини, матеріалів та відходів, пил різного походження переважно є цінною сировиною в процесах подальшого перероблення. Тому актуальним є розроблення нових та удосконалення існуючих апаратів для знепилення, що забезпечить захист атмосфери від забруднення пилом, який є у повітряних викидах підприємств, та подальше використання цінних компонентів, які є у промислових газах, у вторинному виробництві.

У цій роботі зроблено аналіз конструкцій існуючих вихорових пиловловлювачів для визначення шляхів їх подальшого вдосконалення.

Виклад основного матеріалу. Серед найбільш відомих конструкцій пиловловлювачів, що застосовуються в деревообробній промисловості, є циклони: "Гипродрев" [2, 3], "Гипродревпром" (Ц), циклони типу "К", "ВЦНИИОТ", "СИОТ", "НИИОГаза (ЦН-11, -15, -15 у, -24). Вони мають низку переваг, проте їхнім основним недоліком є підвищення гідравлічного опору із збільшенням ступеня очищення [3, 4].

Вихорові пиловловлювачі було розроблено значно пізніше циклонів і відрізняються від них наявністю в апараті двох зустрічних (в осьовому напрямку) закручених потоків – нижнього (первинного) і верхнього (вторинного). Зазвичай, тиск і швидкість входу вторинного газу приблизно такі ж, як у циклонів, але у масштабах виробництва часто зручніше й економічніше використовувати вихорові пиловловлювачі з верхніми та нижніми тангенціальними підведеннями, що зумовлюється особливостями певних технологічних процесів [4-6]. До основних переваг вихорових пиловловлювачів треба віднести більш інтенсивну, ніж у циклонів, сепарацію частинок по всій висоті, ефективніше вловлення дрібнодисперсного пилу, широкий діапазон навантажень по газу й дисперсній фазі. Доцільним є використання вихорових пиловловлювачів у високопродуктивних системах пилоочищення, де запилений газ подають по двох каналах. У цьому випадку можна використати один вентилятор, який встановлений після пиловловлювача.

Аналіз роботи існуючих вихорових апаратів свідчить, що значного підвищення їх характеристик можна досягти, використовуючи прямоточний рух двофазових потоків у зоні розділення, при якому не накладаються обмеження на швидкість руху потоків [2, 4]. Найбільш ефективним принципом сепарації при прямоточному русі пилогазового потоку є відділення пилу у відцентровому полі, інтенсивність якого може значно перевищувати інтенсивність гравітаційного та інерційного, що і визначає основні конструктивні варіанти прямоточно-вихорових пиловловлювачів [5,6].

Варіанти конструкцій вихорових пиловловлювачів показано на рис. 1.

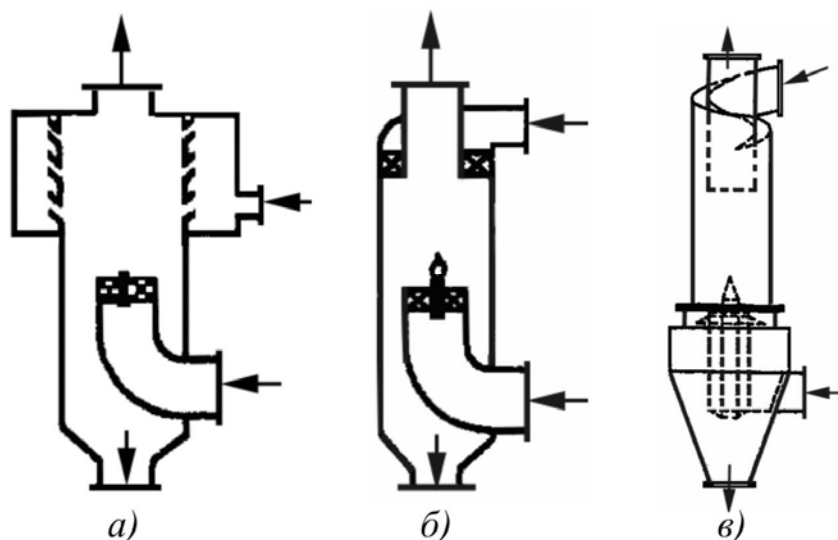


Рис. 1. Циліндричний вихоровий пиловловлювач: а) – із сопловим введенням верхнього потоку газу; б) – з лопатковим введенням верхнього й нижнього потоків газу; в) – з тангенціальним введенням верхнього й нижнього потоків газу

Зауважимо, що гідравлічні втрати тиску у таких пиловловлювачах за максимальної пропускної здатності становлять до 1000 Па. Вихорові пиловловлювачі характеризуються за такими ознаками:

- напрямком руху повітря в зоні відділення;
- способом створення вихорового руху;
- способом очищення повітря від пилу;
- компонованням складових елементів.

Вони зазвичай мають вертикальне виконання та поділяються на апарати з висхідним рухом фаз у зоні сепарації та низхідним рухом фаз.

Під час руху фаз вгору для зниження пульсаційних швидкостей середньовитратна швидкість газу у поперечному перерізі апарата не може бути нижчою за 10-12 м/с, а збільшення ефективності пиловловлення відбувається завдяки тому, що проекції сили ваги частинок аерозолів спрямовані у протилежний бік від напрямку руху газової фази, що зменшує висоту сепараційної зони і металоємність. Для пиловловлювача з рухом фаз вниз можливий ширший діапазон швидкостей руху пилогазового потоку. З умови, що величина відцентрової сили обернено пропорційна радіусу обертання, при конструюванні вихорових апаратів необхідно, щоб діаметр їх корпуса не перевищував $(150-300) \cdot 10^{-3}$ м. За швидкості руху газу в таких апаратах 15-30 м/с, відцентрове прискорення перевищує гравітаційне в 150...200 разів.

Вихоровий рух у зоні сепарації створюється пристроєм закручування і завихорювачем, (за конструкцією може бути гвинтовим, лопатевим і стрічковим). Лопатеві завихорювачі, своєю чергою, поділяються на аксіальні, тангенціальні, аксіально-тангенціальні та конусні. Результати досліджень довели, що найкращі показники мають гвинтові пристрої закручування [5, 6], проте завдяки простоті конструкції, компактності та надійності в експлуатації поширені в промисловості і вихорові сепаратори з аксіальними та тангенціальними лопатними завихорювачами. Зниження гідравлічного опору вихорового пиловловлювача зазвичай відбувається завдяки збільшенню рівня закручування потоку, тому застосування аксіальних завихорювачів з профільованими лопатками є більш доцільним, ніж з плоскими, оскільки опір останніх набагато вищий порівняно з профільованими лопатками.

Дослідженнями встановлено, що на процес сепарації у вихорових апаратах впливають: відношення діаметра сердечника до діаметра апарата (оптимальним є відношення 0,2-0,3); відношення довжини апарата до його діаметра (оптимальним є відношення 2-8); середнє значення рівня закручування потоку та виду його розподілу в об'ємі сепараційної зони; значення вхідної швидкості газового потоку, яка має бути постійною; кутова швидкість потоку; розміри бункера [3, 4].

Відзначимо, що ефективність процесу розділення у вихорових апаратах пропорційна потужності поля відцентрових сил, тому існуючі конструкції містять спеціальні елементи, що забезпечують і зберігають заданий рівень закручування газового потоку (додаткові завихорювачі потоку, які розташовані у приосьовій зоні на достатній відстані від вхідного завихорювача).

Якщо порівнювати два основних різновиди вихорових пиловловлювачів – соплового та лопатевого типів, то вища ефективність вловлення досягається при встановленні сопел, що розпилюють вторинний газ не менше, ніж у чотирьох точках під кутом $30...40^\circ$ і при відношенні діаметра завихорювача до діаметра апарата 0,8...0,9.

Для вихорового пиловловлювача лопаткового типу [7] характерно те, що вторинний газ відбирається з периферії очищеного газу та спрямовується кільцевим спрямовуючим апаратом з нахиленими лопатками. Як вторинний газ у вихорових пиловловлювачах можуть бути використані: атмосферне повітря, периферійна частина потоку очищених газів і запилені гази.

З економічної точки зору, найменш доцільним є варіант з використанням атмосферного повітря як вторинного газу. Його раціонально встановлювати тільки у разі необхідності охолодження запилених газів. Найбільш економічно вигідним є використання для первинного та вторинного потоків власне запилених газів, бо тоді продуктивність апарата збільшується на 40...65 % без зменшення ефективності сепарації. Продуктивність вихорового пиловловлювача за газом може змінюватися в межах 0,5-1,5 м³/год номінальної продуктивності [8], що пояснюється вирішальним впливом на ефективність апарата параметрів вторинного газу [10]. Встановлено, що оптимальна витрата вторинного газу має становити 30...35 % від витрат первинного газу [9].

Остаточне розділення потоку у вихорових пиловловлювачах здійснюється гравітаційним та інерційним методами. Гравітаційний метод розділення фаз може бути реалізований лише за умови вертикального розташування сепаратора, а швидкість газу в зоні сепарації при цьому не повинна перевищувати 6-7 м/с, що лімітує можливість зменшення діаметра апарата. Інерційний метод кінцевого розділення фаз є перспективнішим і дає змогу підтримувати в зоні сепарації значні швидкості руху газу. Експериментальні дослідження вузлів остаточного очищення [11] показали, що найбільш ефективним з точки зору вловлення твердих частинок з потоку газу є вузол з розривом між сепараційними патрубками.

Зменшення гідравлічного опору і збільшення ефективності роботи при збереженні малогабаритних характеристик апарата можна досягнути шляхом застосування мультипристроїв за умови збільшення кутової швидкості: в одному корпусі розміщують декілька сепараційних пристроїв менших розмірів, що призводить до можливості значного зменшення діаметра окремого сепараційного пристрою. Поряд з тим вихорові пиловловлювачі потребують встановлення додаткового вентилятора для подавання вторинного газу, що призводить до збільшення об'єму газів, які проходять через апарат, деяку складність експлуатації апаратів.

Таким чином, ефективність роботи вихорових апаратів можна підвищити завдяки конструктивним рішенням, спрямованим на: забезпечення і підтримання заданого рівня закручування газового потоку; зменшення гідравлічного опору апарата; вирівнювання поля швидкостей газового потоку по радіусу апарата; підтримування постійного значення вхідної швидкості газу; зменшення діаметра окремого сепараційного пристрою завдяки застосуванню мультипристроїв; збільшення розмірів бункера для збору пилу, зменшення кута закручування потоку.

Література

1. **Yuanhui Zh.** Modeling and Sensitivity Analysis of Dust Particle Separation for Uniflow Dedusters. University of Illinois Urbana. – Champaign, 2000.
2. **Очистка промышленных газов от пыли/** В.Н. Ужов, А.Ю. Вальдберг, Б.И. Мягков, И.К. Решидов. – М.: Химия, 1981. – 392 с.
3. **Справочник по пыле- и золоулавливанию/** Под общ. ред. А.А. Русанова. – М.: Энергия, 1975. – 236 с.
4. **Гордон Г.М., Пейсахов И.Л.** Пылеулавливание и очистка газов. – М.: Metallurgiya, 1968. – 396 с.
5. **Якуба А.Р.** Гидродинамика и эффективность пылеуловителей с закрученными потоками в процессах химической технологии красителей, пигментов и вспомогательных веществ: Дисс ... д-ра тех. наук. – Сумы, 1996. – 378 с.
6. **Якуба Б.С., Кузько С.А.** Структура потоков прямоточных вихревых аппаратов// Гидравлические машины и аппараты. – К.: ИСНУ, 1994. – С. 291-299.
7. **Сепаратор:** А.с. № 389816 СССР, В.А. Лефенко, А.Т. Еремин, В.П. Ермаков, А.Е. Нимцович. – Опубл. 1973. – Бюл. № 30.
8. **Аппарат для удаления аэрозолей из воздуха:** А.с. № 180084 СССР, А.И. Гальченко, А.А. Башаров, Г.Ф. Юмашев. – Опубл. 1966. – Бюл. № 6.
9. **Патент 2062139 РФ, МКИ В01 Д 45/08.** Газожидкостной сепаратор: О.И. Квасенков, О.И. Андропова; Всероссийский НИИ консервной и овощесушильной промышленности. – Заявлено 09.09.93; Опубл. 20.06.96; Бюл. № 17.

10. Патент 262955 ЧСФР. МКИ B04 Д49/00. Sebor Vaclav. – Заявлено 29.04.87; опубл. 01.03.90.

11. Патент № 4971613 США, МКИ B01 Д45/00/ Vane extractor with extended drain/ Valiant Charter D/ Peerless Manufacturing Co. – Заявлено 19.07.89; Опубл. 20.11.90, НКИ 55/440.

УДК 697.94.(075)

Доц. В.Й. Лабай, канд. техн. наук –
НУ "Львівська політехніка"

ЗАЛЕЖНІСТЬ ВТРАТ ЕКСЕРГІЇ У ВИПАРНИКУ SPLIT-КОНДИЦІОНЕРІВ ВІД ТЕМПЕРАТУРИ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Використано ексергетичний метод аналізу роботи одноступеневих хладонових холодильних машин місцевих автономних кондиціонерів. Встановлено залежність втрат ексергії у випарнику split-кондиціонера фірми "Sanyo" холодопродуктивністю 2020 Вт від температури навколишнього середовища.

Ключові слова: ексергія, баланс, кондиціонер, ефективність.

Assoc. prof. V.Yo. Labay – NU "L'vivs'ka Politehnika"

The dependence of losses of exergy in the evaporator of "split" air conditioners from the out of doors temperature

In this article it was used the method of the exergetic analysis of one-step freon cooling engines of the local autonomous air conditioners. It was defined the dependence of losses of exergy in the evaporator of "split" air conditioner of firm "Sanyo" with the cooling capacity 2020 W from the out of doors temperature.

Keywords: exergy, balance, air conditioner, efficiency.

Постановка проблеми. Холодильні машини, які застосовують в місцевих автономних кондиціонерах, потребують для зменшення енерговитрат вдосконалення, яке можливе з використанням сучасного методу термодинаміки – ексергетичного [1-3].

Ексергетичний аналіз дає змогу встановити максимальні термодинамічні можливості системи, визначити втрати ексергії в ній та обґрунтувати рекомендації з вдосконалення окремих її елементів. А для цього треба досконало вивчити всі аспекти роботи холодильної машини місцевих автономних кондиціонерів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Найбільш детально ексергетичний метод аналізу одноступеневих холодильних машин наведено в [1], який непристосований для холодильних машин місцевих автономних кондиціонерів, у яких випарник і конденсатор омиваються відповідним повітрям, а в контурі холодильної машини циркулює інший холодоагент. Також коротко цей метод аналізу висвітлено в [2, 3].

Тому автор розробив ексергетичний метод аналізу роботи одноступеневих хладонових холодильних машин (без ефективного охолодження компресора) для місцевих автономних кондиціонерів, докладно описаний у роботах [4, 5, 8]. У цій методиці використано схему холодильної машини, яку наведено на рис. 1, а, і відповідно побудова процесів її роботи на p, i -діаграмі – на рис. 1, б та холодильного агента хладон-22 (R22) [7].