УДК 621.928.9

***В. А. Батлук, В. С. Джигирей, Ю. Р. Дадак***

# ДОСЛІДЖЕННЯ ГІДРАВЛІЧНОГО ОПОРУ ПИЛОВЛОВЛЮВАЧА З ЖАЛЮЗІЙНИМ ВІДОКРЕМЛЮВАЧЕМ

*Досліджується гідравлічний опір новоствореної конструкції пиловловлювача з жалюзійним відокремлювачем експериментально та шляхом комп'ютерного моделювання. Порівнюються одержані характеристики з аналогічними характеристиками існуючих апаратів, широко розповсюджених у промисловості.*

*Hydraulic resistance of the accrued construction of dust-collector with a jalousie-separator is explored experimentally and by the computer design. The got descriptions with similar descriptions of the existent vehicles wide-spread in industry are compared.*

Основними показниками, що характеризують пиловловлююче обладнання, є ефективність і гідравлічний опір апаратів, причому ефективність переважно зростає пропорційно до збільшення гідравлічного опору. Гідравлічний опір характеризує експлуатаційні характеристики пиловловлювача і витрати електроенергії на очищення повітря. Його величину визначають:

швидкість входу пилогазової суміші в апарат;

абсолютні розміри апарата;

конструктивне вирішення апарата та окремих його вузлів.

Швидкість входження пилогазового потоку через вхідний патрубок суттєво впливає на ефективність очищення газів (для кожного виду циклонів існують оптимальні діапазони швидкостей входу). Величина найвигіднішої швидкості залежить як від конструкції циклону, так і від фракційного складу пилу й коливається в межах 15 — 25 м/с. При швидкостях у вхідному патрубку більше 20 м/с спостерігаються незначне зростання ефективності, а далі — її різкий спад [4].

Збільшення швидкості потоку повітря спричиняє зростання відцентрових сил, які діють на частинку пилу. Водночас маємо підсилення радіального стоку, збільшення кількості вихрових потоків і турбулізації потоку повітря, що знижує ефективність циклону та зростання енерговитрат на очищення повітря.

Вирішення даної проблеми полягає в розробленні конструктивного рішення апарата для вловлення пилу, що забезпечуватиме достатню ефективність пиловловлення та мінімальні енергозатрати на обслуговування.

Пошуки шляхів ефективного очищення пилогазових потоків привели до створення пиловловлюючих апаратів зі зниженим коефіцієнтом гідравлічного опору. Зокрема, у роботі [2] запропоновано конструкцію циклону з фільтрувальною стінкою, за рахунок чого дещо знижується коефіцієнт опору. Конструкція

циклону із ступеневим відведенням пилу [3] також характеризується невисоким коефіцієнтом гідравлічного опору. Дослідженнями в цій області займалися А. І. Пірумов, Г. Ф. Козоріз, А. Н. Калашніков, П. Куц, А. І. Дубинін, О. Н. Александров. Проте і сьогодні це питання залишається не до кінця вирішеним.

Метою даної роботи є дослідження гідравлічного опору новоствореної конструкції пиловловлювача експериментально та шляхом комп'ютерного моделювання і порівняння одержаних характеристик з аналогічними характеристиками існуючих апаратів, які широко застосовуються в промисловості.

Дослідження нової конструкції апарата проводили відповідно до Єдиної методики порівняльних досліджень пиловловлювачів для очищення аспіраційного повітря [5].

У пиловловлювачі з жалюзійним відокремлювачем гідравлічний опір складається з втрат: тиску на вході в апарат; кінетичної енергії при обертово-поступальному русі всередині апарата; пов'язаних зі зміною напряму руху повітряного потоку перед жалюзійним відокремлювачем та в ньому; енергії на тертя об стінки апарата; на розкручування обертового потоку, який виходить з апарата.

Для проведення досліджень була побудована тривимірна твердотільна модель пиловловлювача (рис. 1) та виготовлений циклон з жалюзійним відокремлювачем, розміри якого відповідали розмірам цієї моделі.

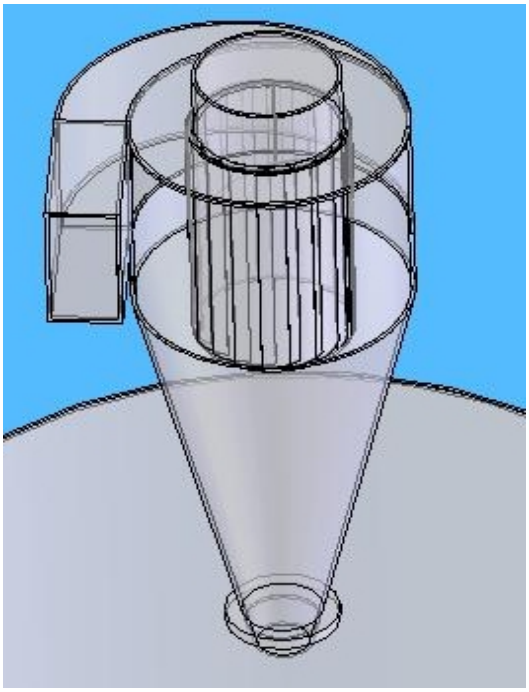

**Рис. 1. Тривимірна твердотільна модельциклону з жалюзійним відокремлювачем**

У запропонованому пиловловлювачі пилоповітряна суміш надходить тангенційно через вхідний патрубок у корпус апарата. Під дією відцентрових сил частинки пилу більшої маси відкидаються до циліндричної частини корпуса апарата і під дією сил тяжіння сповзають вниз — спочатку вздовж циліндричної, а потім конічної частини до патрубка виходу пилу і через нього в бункер. Частинки пилу меншої маси, що захоплюються потоком уже очищеного від великих фракцій повітря, рухаються в напрямку жалюзійного відокремлювача, після удару об жалюзі не відбиваються на значну відстань від них, а, продовжуючи рух уздовж жалюзі, досягають кінця відокремлювача і вловлюються, захоплюючись

потоком масивніших частинок пилу. Очищене таким чином повітря обминає жалюзі з мінімальним кутом атаки і потрапляє всередину жалюзійного відокремлювача.

Отже, у запропонованому пиловловлювачі відбувається двоступеневе очищення повітря від пилу — під дією відцентрових сил на рівні верхньої суцільної частини жалюзійного відокремлювача і під дією сил інерції при проходженні через жалюзі відокремлювача.

Для проведення числового моделювання повітряних потоків у пиловловлювачі аналіз аеродинамічних процесів у циклоні здійснювали виходячи з рівнянь Нав'є — Стокса, що описують у нестаціонарній постановці закони збереження маси, імпульсу й енергії середовища. Крім того, використовували рівняння стану компонентів потоку й емпіричні залежності в'язкості та теплопровідності цих компонентів середовища від температури. Даними рівняннями моделюються турбулентні, ламінарні і перехідні потоки. Для моделювання турбулентних потоків згадані рівняння усереднюються за Рейнольдсом, тобто застосовується усереднений за малим масштабом часу вплив турбулентності на параметри потоку, а великомасштабні тимчасові зміни усереднених за малим масштабом часу складових газодинамічних параметрів потоку (тиску, швидкостей, температури) враховуються введенням відповідних похідних за часом. У результаті рівняння мають додаткові члени — напруження за Рейнольдсом. Для замикання цієї системи рівнянь використовували рівняння переносу кінетичної енергії турбулентності та її дисипації в рамках *k-e* моделі турбулентності.

Відповідно до [5] експериментальні дослідження гідравлічного опору проводили на незапиленому повітрі.

На рис. 2 графічно зображено залежність гідравлічного опору циклону з жалюзійним відокремлювачем від швидкості потоку повітря у вхідному патрубку (крива 1). Для порівняння наведено аеродинамічні характеристики досліджуваного апарата, обладнаного суцільною вихлопною трубою (крива 2), циклону ЦН-15 (крива 4) та результати комп'ютерного моделювання (крива 3). Заміна вихлопної труби циклону на жалюзійний відокремлювач спричиняє підвищення гідравлічного опору апарата (крива 1 та 2). Для апарата з суцільною вихлопною трубою при швидкості потоку повітря у вхідному патрубку 18 м/с гідравлічний опір складає 1180 Па (крива 2), а для запропонованого апарата — 1200 Па, що пов'язано з додатковими витратами енергії на «обтікання» дна жалюзійного відокремлювача й зміну напряму потоку повітря в ньому.

При комп'ютерному моделюванні руху повітряних потоків у сепараторі при швидкості 18 м/с одержано гідравлічний опір 1000 Па. Дещо вищі значення, що були отримані при експериментах, пояснюються складністю теоретичного опису процесів, які відбуваються в приповерхневому шарі поблизу зовнішньої стінки циклону за наявності вихрових потоків у сепараційній зоні циклону. Проте криві 1 та 3 є достатньо близькими. Це підтверджує доцільність проведення комп'ютерних досліджень на етапі проектування нових типів повітроочисного

обладнання. Результати такого моделювання дадуть змогу вибрати найвдалішу конструкцію апарата, над якою слід проводити експериментальні дослідження. При збільшенні швидкості потоку повітря у вхідному патрубку понад 22 м/с різко зростає гідравлічний опір апарата, тому використання його при швидкостях, що перевищують 22 м/с, є економічно недоцільним. Разом з тим, слід зауважити, що зростання гідравлічного опору апарата після обладнання жалюзійним відокремлювачем є незначним. Тому рішення про економічну доцільність використання циклону з жалюзійним відокремлювачем буде прийматись після вивчення інших його характеристик.

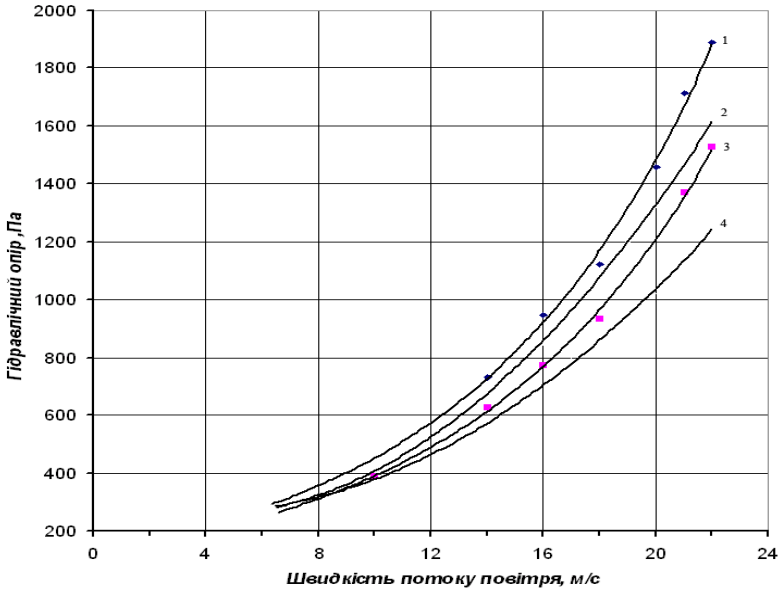


**Рис. 2. Графік залежності гідравлічного опору апарата від швидкості руху повітря у вхідному патрубку**

Таким чином, одержані залежності графічно підтверджують відомі теоретичні положення щодо зростання гідравлічного опору циклонів при збільшенні швидкості руху повітря, а також доцільність використання пиловловлювача з жалюзійним відокремлювачем для вловлювання пилу деревини.

У даний час проводиться робота по виготовленню дослідно-промислового взірця пиловловлювача.

1. Деклараційний патент на винахід № 71275А. Україна. B01D45/00 Пересувний пиловловлювач / В. А. Батлук, В. К. Батлук, В. С. Джигирей, Ю. Р. Дадак. Заявл. 16.12. 2003; опубл. 15.11.2004. Бюл. № 11. 2. Ляшеник А. В. Обгрунтування параметрів фільтрувального циклону для очищення аспіраційного повітря від деревного пилу: Дис… канд. техн. наук: 05.05.07. Львів, 2005. 3. Майструк В.В. Розділення запилених газів у циклонах з проміжним відведенням твердої фази: Дис… канд. техн. наук: 05.17.08.Львів, 2000. 4. Пирумов А.И. Обеспыливание воздуха. М., 1981. 5. Единая методика сравнительных испытаний пылеуловителей для очистки вентиляционного воздуха. Л., 1967.