

Ключевые слова: зерно пшеницы, влагосодержание, фильтрационная сушка, кинетика, скорость сушки, сходство.

Atamayuk V.M., Matkivska I.Ya., Danylyuk O.M., Sereda A.S. Filtration Drying of Wheat Grain: Kinetic Regularities

The results of experimental investigations concerning kinetics of filtration drying of "Zymoarka" wheat grain show that moisture removal is intensified with the increase in temperature and filtration rate of the heat agent. At different initial moisture content the nature of the process is the same. The comparison of kinetics of filtration drying of wheat of different grades has shown that the process kinetics does not depend on the wheat grade. Thus the obtained results may be used for other soft grades of wheat without additional investigations. And also the effect of filtration drying on the qualitative performance of wheat grain has been determined.

Key words: wheat grain, moisture content, filtration drying, kinetics, drying rate, germination.

УДК 628.511

*Доц. Р.І. Гаврилів, канд. техн. наук;
доц. В.В. Майструк, канд. техн. наук; магістр І.В. Ковцуняк;
магістр І.М. Іванів – НУ "Львівська політехніка"*

ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ ГЕОМЕТРІЇ ВХІДНОГО ПАТРУБКА НА ГІДРОДИНАМІЧНУ СТРУКТУРУ ПОТОКУ В РОБОЧІЙ ЗОНІ ПРЯМОТЕЧІЙНОГО ЦИКЛОНУ

Представлено результати дослідження гідродинамічної структури потоку в прямотечієвому циклоні залежно від геометрії вхідного патрубку.

Теоретичні дослідження виконано на базі сучасного комплексу комп'ютерного моделювання Solid Works Flow Simulation. Розглянуті закономірності руху газової фази в прямотечієвому циклоні з коаксіальною вставкою та аналіз поля швидкостей дають змогу спрогнозувати визначальні технологічні характеристики дослідного апарату та оптимізувати режимні і конструктивні параметри його роботи.

Запропонований авторами підхід для аналізу сепараційної картини в робочій зоні циклону значно заощаджує час на проектування пилоочисного обладнання і дає змогу на початковому етапі відкинути невдалі конструкції.

Ключові слова: комп'ютерне моделювання роботи циклону, програмний комплекс Flow Simulation, поле швидкостей, прямотечієвий циклон.

Вступ. Циклонні пиловловлювачі є відносно простими апаратами відцентрової дії, які використовують для видалення твердих частинок з газових потоків. Їх застосовують у різних галузях промисловості і технологіях виробництва як самостійні апарати в технологічних схемах для проведення різноманітних технологічних процесів, так і у вигляді пилоочисних систем. Зростаючі вимоги до екологічних показників сучасних виробництв, якості готової продукції, енерго- і ресурсозбереження та створення безвідходних технологій, вимагають подальшого підвищення ефективності роботи пилоочисних апаратів. Один з варіантів підвищення ефективності роботи циклонів є оптимізація їх конструкції та геометричних розмірів.

Серед різних типів циклонних сепараторів найбільш вивченими на сьогодні є протитечієві циклони. Проте апарати цього типу характеризуються відносно високим гідравлічним опором, а подальше підвищення ефективності їх роботи неминує пов'язано із збільшенням загальних енергетичних витрат на

проведення процесу очистки. Прямотечієві циклони, які характеризуються значно нижчим гідравлічним опором і відносно високою ефективністю, виглядають більш перспективними у плані подальшого удосконалення їх конструкції і роботи в цьому напрямку на сьогодні ще продовжуються.

Постановка проблеми, її актуальність. Параметри, які визначають ефективність роботи циклону, можуть бути класифіковані на ті, що пов'язані з умовами експлуатації (швидкість потоку на вході, температура, в'язкість і густина газу, розміри частинок пилу і їх фізичні властивості) та конструкції циклону. Конструктивні розміри стандартних циклонів описуються геометричними параметрами, які виражаються в частках від діаметра апарату. Це висота циліндричної частини, конічної частини, вхідного і вихідного патрубку, розміри бункера та ін. У багатьох роботах вивчено вплив основних геометричних параметрів на величину гідравлічного опору та ефективність роботи циклону [1-7].

В основному ці роботи стосувалися конструкції циклонів протитечієвого типу. Аналіз цих досліджень показує, що найбільш визначальними циклонними геометричними параметрами є висота циклону (циліндрична і конічна частини), геометрія вхідного патрубку та вихлопної труби. Щодо прямотечієвих циклонів, які конструктивно відрізняються від протитечієвих, то результати експериментальних і теоретичних досліджень, які одержані різними авторами і представлені в літературі, стосуються виключно досліджуваних ними конструкцій [8, 9]. Це, звичайно, обмежує використання одержаних цими авторами результатів для широкого кола різноманітних конструкцій прямотечієвих апаратів та їх проектування.

Відсутність надійних теоретичних і експериментальних даних для прогнозування основних технологічних характеристик прямотечієвих циклонів залежно від їх геометричних параметрів створює значні труднощі під час розроблення нових та модернізації існуючих апаратів сухого очищення газів. Тому, під час проектування нових прямотечієвих циклонних апаратів можливий помилковий вибір їх основних технологічних і конструктивних параметрів, що в підсумку призведе до зменшення ефективності їх роботи.

У зв'язку з достатньо складними і трудомісткими лабораторними методами оптимізації конструкції циклонів, на сьогодні широко використовують методи чисельного моделювання та симуляції процесу, відкидаючи неправильні співвідношення геометрії апарату ще на початковій стадії проектування. Серед найбільш відомих програмних CFD комплексів можна виділити такі SolidWorks фірми DSS SolidWorks Corp., Ansys фірми Ansys Inc., FlowVision фірми Tecsc й інші. Такий інноваційний підхід дає змогу не тільки по-новому підійти до вирішення актуальної задачі оптимізації конструкції пилоочисного обладнання, але й значно скоротити час на прогнозування їх основних робочих характеристик.

Мета і завдання досліджень. У роботі [10] методами чисельного моделювання на базі ПК SolidWorks Flow Simulation проаналізовано вплив режимних і конструктивних параметрів на гідравлічний опір прямотечієвого циклону. На основі одержаних результатів, для розглянутих умов досліджень, запропоновано оптимальну геометрію апарату промислового типу. Результати комп'ютерного моделювання, одержані за допомогою ПК SolidWorks Flow Simulation, добре узгоджуються з експериментальними даними.

З метою подальшої оптимізації конструкції апарату цього типу для зменшення гідравлічного опору та підвищення якості сепарації, пропонуємо вивчити вплив вхідного патрубку на гідродинамічну структуру потоку в робочій зоні циклону. Відомо, що якість розділення запиленого газу та гідравлічний опір в циклоні будь-якої конструкції насамперед визначається швидкістю, круткою потоку та конструктивним оформленням апарату.

За всієї різноманітності конструктивних схем і типів введення газового потоку чіткої відповіді на те, яким способом краще забезпечити якісну закрутку газу немає. У загальному випадку закрутка потоку в циклонах різних конструкцій здійснюється трьома основними способами: тангенціальним підведенням, використанням осевих закручувальних вставок і обертанням самого сепаратора або його робочих елементів. У досліджуваному циклоні з коаксальною вставкою закрутка потоку створюється за допомогою тангенціально розміщеного під кутом вхідного патрубка прямокутного січення. Враховуючи той факт, що в робочій зоні проточного циклону відсутній поворот газу у вихлопну трубу, визначення оптимальної геометрії вхідного патрубка відрізняється від відомих варіантів проточних циклонів.

У рамках теоретичних досліджень засобами чисельного моделювання на базі SolidWorks Flow Simulation пропонуємо вирішити такі завдання:

- створити тривимірну геометричну модель досліджуваного апарату з різними конструктивними виконаннями вхідного патрубка;
- використовуючи ПК Solid Works Flow Simulation, теоретично дослідити гідродинамічну структуру потоку в робочій зоні циклону залежно від геометрії вхідного патрубка;
- оцінити вплив геометрії вхідного патрубка на енергетичні затрати для проведення процесу сепарації;
- на основі одержаних результатів розробити практичні рекомендації щодо оптимізації вхідного патрубка в циклоні досліджуваної конструкції.

Результати досліджень. Для вирішення зазначених вище завдань створена в системі автоматизованого проектування Solid Works твердотільна модель циклону, яку представлено в [10], імпортувалася в програмний комплекс Flow Simulation. Далі задавалася математична модель руху газового потоку. Модель включала: рівняння Нав'є-Стокса, рівняння нерозривності потоку, рівняння k - ϵ моделі турбулентності. Початкові і граничні умови визначалися формою і конструктивними особливостями апарату, зокрема і вхідного патрубка та умовами його роботи:

- атмосферний тиск за нормальних умов $p_0 = 101325$ Па;
- температура повітря за нормальних умов $T_0 = 293$ К;
- густина повітря $\rho_n = 1,205$ кг/м³;
- рівність нулю швидкості на нерухомій твердій границі;
- фіктивна швидкість пилоповітряного потоку в робочій зоні циклону.

Теоретичне дослідження проводили за однакової фіктивної швидкості 3 м/с, що відповідало оптимальним витратам газового потоку $Q_1 = 0,264$ м³/с.

Конструкція вхідного патрубка відповідала розмірам, які були визначені, виходячи з таких припущень. Газовий потік підводиться через вхідний патрубок прямокутного січення з вертикальним ребром h і горизонтальним $b=R-r$,

де R – радіус циклону, а r – радіус центральної труби, яка є направляючою потоку в зоні сепарації. Якщо ширина патрубка b у всіх варіантах досліджень залишалася постійною, оскільки незмінними є діаметр циклону та центральної труби, то висота h безпосередньо зв'язана з кутом розміщення вхідного патрубка, а відповідно, і "круткою" потоку в робочій зоні циклону.

Інтенсивність "закрутки" будемо характеризувати локальним параметром закрутки, який приблизно рівний тангенсу кута нахилу потоку в області пристінної течії: $tg\varphi = w/u$, де w , u – колова (тангенціальна) і осева компоненти швидкості, відповідно. Визначення висоти вхідного патрубка і кута входу газового потоку проведемо на основі припущення, що газовий потік рухається в робочій зоні у вигляді циліндричної спіралі, схему якої представлено на рис. 1.

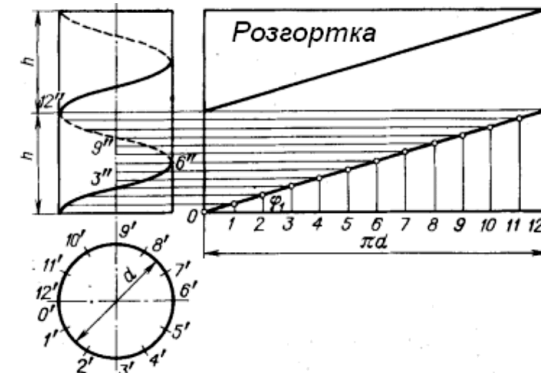


Рис. 1. Розгортка циліндричної спіралі

Згідно з рис. 1, при двох кроках гвинтової лінії, що відповідає двом виткам газу в робочій зоні циклону, отримуємо два відрізки під кутом φ_1 до прямої πd , яка є основою циліндричної частини апарату. Підйом гвинтової лінії можна виразити такою залежністю

$$tg\varphi_1 = \frac{h}{\pi \cdot d}, \quad (1)$$

де: h – крок гвинтової лінії, що відповідає висоті вхідного патрубка; d – діаметр циклону; φ_1 – кут підйому гвинтової лінії.

Відповідно, довжина одного обороту газового потоку в апараті (витка гвинтової лінії) визначається як

$$L = \sqrt{h^2 + (\pi d)^2}. \quad (2)$$

Роблячи припущення про те, що газовий потік після входу в циклон у циліндричній робочій зоні робить повний виток довжиною L , висоту вхідного патрубка можна визначити як функцію кута φ_1 , що відповідає куту входу газового потоку. Під час проведення теоретичних досліджень було запропоновано низку конструктивних форм вхідного патрубка залежно від кута φ_1 , які представлені в таблиці. Висоту вхідного патрубка приймали згідно з залежністю (1), припускаючи, що $d = d_{сер.}$, де $d_{сер.}$ – середній діаметр вхідного потоку. Відповідно, для запропонованої конструкції циклону

$$d_{сер} = (D_{циклону} - d_{цент. труби})/2 = (310+192)/2=251 \text{ мм}$$

Табл. Конструктивні форми вхідного патрубка

Кут φ_1	Ширина вхідного патрубку b , мм; $b=R-r$	Висота вхідного патрубка h , мм; $h = tg \varphi_1 \cdot \pi d_{сер}$
5°	60	70
10°	60	140
15°	60	215
20°	60	290
25°	60	375

Під час проведення теоретичного експерименту з'ясовано, що у вхідній частині циклону поле швидкостей є неоднорідним і характеризується наявністю турбулентних завихрень. Особливо це стосується випадку, коли газовий потік входить практично по прямій траєкторії – кут $\varphi_1=5^\circ$.

Для того, щоб впорядкувати потік у циклоні, було запропоновано конструкцію вхідного патрубка у формі "напрямної кришки", яка відповідає куту вхідного патрубка. На рис. 2 представлено схему конструктивного виконання кришки з вхідним патрубком. Результати аеродинамічних досліджень для такого конструктивного виконання циклону, в якому кут вхідного патрубка φ_1 дорівнює 10°, 15°, 20°, 25° представлено на рис. 3.

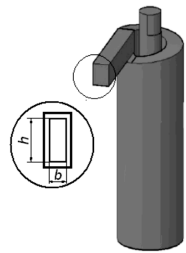


Рис. 2. Конструктивне виконання кришки з вхідним патрубком

Під час розгляду розподілу тангенціальної швидкості, як правило використовують гіпотезу про те, що в середині циклону формується поле тангенціальної швидкості таке ж, як і у вільному вихорі. При такому підході вважають, що внаслідок низької складової осьової швидкості, середня тангенціальна швидкість практично рівна швидкості підведення газового потоку в циклон, тобто дорівнює швидкості у вхідному патрубку, а потік не розтягується вздовж вертикальної осі і має форму циліндричної спіралі з постійним кроком.

Представлені результати теоретичних досліджень тангенціальної швидкості вказують на дещо інший характер зміни даної складової абсолютної швидкості у прямотечійному циклоні. Профіль тангенціальної швидкості (рис. 3) у робочій зоні циклону, є неоднорідним по висоті і радіусу. Після проходження зони формування структура розподілу тангенціальної швидкості має максимум по радіусу розміщеним ближче до циліндричної стінки, результатом якого, ми вважаємо, є результат дії відцентрових сил.

Масштаб довжини зони формування закрученого потоку у верхній частині циклону, як видно з рис. 3, прямопропорційно залежить від величини кута вхідного патрубка. Не дивлячись на приблизно однаковий характер розподілу тангенціальної швидкості у робочій зоні для різних геометричних форм вхідного патрубка, остання відрізняється кількісно вищими значеннями швидкості для

мінімального кута входження газового потоку в робочу зону. Окремої уваги заслуговує зона входження очищеного газу в коаксіальну вставку, де за найвищого кута φ_1 спостерігається значна турбулізація газового потоку і нестабільний характер зміни тангенціальної швидкості.

Експериментальні результати вимірювань швидкостей основного потоку в аксіальному напрямку показують, що поблизу криволінійної поверхні стінки циклону в пристінному шарі має місце досить інтенсивний рух. Поблизу ж криволінійної поверхні центральної труби в пристінній області спостерігається зниження аксіальної швидкості. Товщина області з меншою швидкістю значно більше, а для максимального кута вхідного патрубка вона є практично постійною по всьому радіусу.

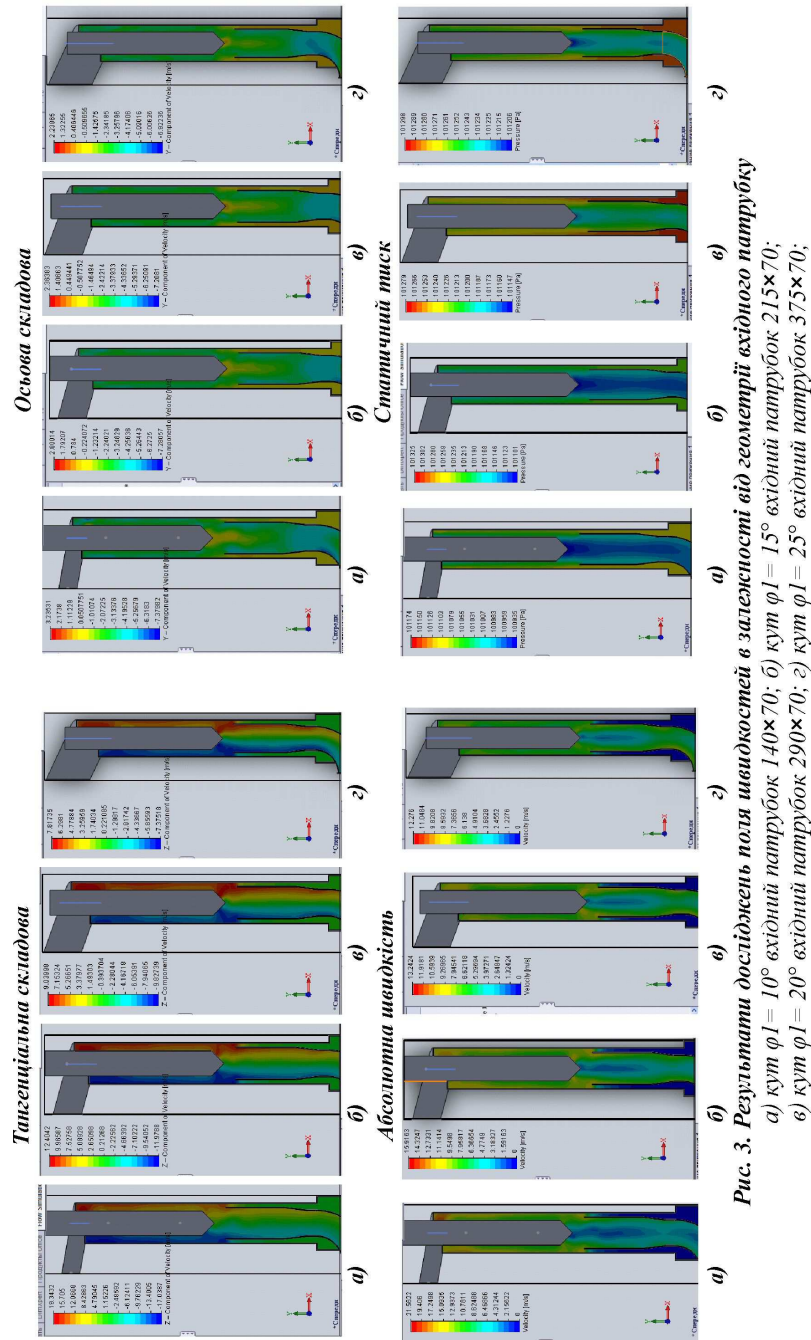
Тобто можна припустити, що зростає осьова складова швидкості і закручений газовий потік переходить в осьовий. Очевидно, що максимально ефективної роботи апарату можна очікувати за варіантів розміщення вхідного патрубка 10-15°, де осьова складова швидкості є найменша, а тангенціальна найбільша. Між стінкою корпусу та коаксіальною вставкою осьова складова швидкості повітряного потоку направлена вниз, що сприяє винесенню відсепарованих частинок пилу до бункера. Особливо це характерно для варіанту конструкції циклону з максимальним кутом вхідного патрубка.

З проведеного аналізу випливає, що експериментальні результати за тангенціальними та аксіальними швидкостями для прямотечійного циклону з коаксіальним вставкою залежать від геометрії вхідного патрубка. У міру руху потоку вздовж осі циклону внаслідок тертя газової фази об тверду стінку тангенціальна складова зменшується, відповідно – зменшується відцентрова сила, але при цьому зростає осьова складова швидкості.

Отже, порівняно з традиційним циклоном протитечійного типу, в циклоні з коаксіальною вставкою тангенціальна швидкість має стабільніші значення за радіусом, а аксіальні – відносно невисокі. Вважаємо, що таке співвідношення швидкостей повинно позитивно вплинути на загальний гідравлічний опір циклону, тобто опір циклону з коаксіальною вставкою буде менше, ніж традиційного циклону. Експериментальні результати підтверджують цей факт [33].

Характер зміни абсолютної швидкості в циклоні на рис. 3 показує, що незалежно від геометрії вхідного патрубка спостерігається складна картина руху газового потоку в нижній частині центральної труби біля її конуса. Найнижчі швидкості спостерігаються на осі апарату. По мірі збільшення величини кута вхідного патрубка застійна зона зменшується і можливо в цьому випадку максимально нівелюється дія вторинних потоків газу, які рухаються від стінки циклону в напрямку до виходу газу в коаксіальну вставку.

У нижній частині корпусу апарату між коаксіальною вставкою і корпусом циклону вже при підході до бункера і в самому бункері усі швидкості руху досягають свого мінімального значення. На ефективність пиловловлення вагоме значення має також розподіл тисків і швидкостей як у поздовжньому, так і в поперечному перерізі циклону.



Представлені епюри тиску в повздовжньому перерізі (рис. 3) свідчать про більш низький і нерівномірний розподіл тиску в циклоні, у вхідній ділянці, уздовж всієї внутрішньої поверхні. У сепараційній частині статичний тиск у циклоні падає по радіусу до центру циклону досягаючи мінімуму на осі. У нижніх шарах робочої камери рівновага між силами статичного тиску і відцентровою силою порушується, виникають часткові радіальні течії, які направлені до осі, тобто підсилюються вторинні потоки і збільшується гідравлічний опір.

Максимальним є тиск у верхній частині апарату і залишається практично незмінним вздовж певної довжини робочої зони. У подальшому тиск зменшується на величину, яка залежить від кута вхідного патрубка.

Представлені вище результати дають змогу зробити припущення про розподіл потоку в циклоні у вигляді певних зон. Вхідну зону, в якій після підведення газу відбувається переформування складових абсолютної швидкості і утворюється осьовий симетричний закручений потік; робочу зону, де уже існує сформоване поле швидкостей і відбувається осадження твердих частинок у робочих умовах, та вихідну зону, в якій відбувається стиснення газової фази і вихід очищеного повітря в коаксіальну вставку.

Таким чином, геометрія вхідного патрубка зумовлює перебудову течії закрученого потоку всередині робочих зон циклону. Це, своєю чергою, помітно змінює загальну сепараційну здатність апарату та енергозатрати на процес очищення. Вплив цих параметрів на ефективність роботи циклону потребують подальших експериментальних досліджень.

Висновки. Засобами чисельного моделювання ПК Solid Works Flow Simulation, вивчено вплив конструкції вхідного патрубка на розподіл тангенціальної та осьової швидкості в робочій зоні циклону.

Представлені результати для різних конфігурацій вхідного патрубка показують, що особливості геометрії потоку на вході в циклон впливають не тільки на загальну течію газу в сепараційній зоні апарату, але також на його гідравлічний опір.

На основі проведених теоретичних експериментів циклону з коаксіальною вставкою можна рекомендувати, що для зменшення енергетичних затрат під час очищення висококонцентрованих запиленних газів від частинок крупних розмірів доцільно проектувати пиловловлювач із вхідним патрубком $15-20^\circ$. Для очищення газових потоків від частинок пилу невеликих розмірів і невисокої початкової запиленості краще застосовувати апарат з вхідним патрубком $10-15^\circ$. Результати теоретичних досліджень можуть бути використані для детальнішого розрахунку циклонних апаратів з прямотечійною зоною розділення та подальшої оптимізації їх конструкції.

Література

- Дубинін А.І. Циклон з проміжним відведенням осадженого пилу / А.І. Дубинін, В.В. Майстрок // Хімічна промисловість України : зб. наук. праць. – 1999. – № 2. – С. 40-43.
- Bernardo S. 3-D computational fluid dynamics for gas and gas-particle flows in a cyclone with different inlet section angles / S. Bernardo, M. Mori, A.P. Peres, R.P. Dionísio // Powder Technology-2006. – Vol. 162, Issue 3,14. – Pp. 190-200.

3. Elsayed K. Optimization of the cyclone separator geometry for minimum pressure drop using mathematical models and CFD simulations / K. Elsayed, C. Lacor // Chemical Engineering Science – 2010. – Vol. 65, Issue 22. – Pp. 6048-6058.

4. Yaxin S. Numerical simulation of effect of inlet configuration on square cyclone separator performance / Su Yaxin, A. Zhenga, B. Zhao // Powder Technology. – 2011. – Vol. 210, Issue 3. – Pp. 293-303.

5. Qian F. Effects of the inlet section angle on the separation performance of a cyclone / F. Qian, Y. Wu // Chemical Engineering Research and Design. – 2009. – Vol. 87, Issue 12. – Pp. 1567-1572.

6. Elsayed K. Modeling and Pareto optimization of gas cyclone separator performance using RBF type artificial neural networks and genetic algorithms / K. Elsayed, C. Lacor // Powder Technology. – 2012. – Vol. 217. – Pp. 84-99.

7. Elsayed K. The effect of cyclone inlet dimensions on the flow pattern and performance / K. Elsayed, C. Lacor // Applied Mathematical Modelling. – 2011. – Vol. 35, Issue 4. – Pp. 1952-1968.

8. Асламова В.С. Влияние геометрических и режимных параметров прямоточного циклона на его эффективность / В.С. Асламова, А.Н. Шерстюк // Теплоэнергетика : сб. науч. тр. – 1991. – № 10. – С. 63-67.

9. Дубинін А.І. Прямотечійний циклон з коаксальною вставкою. Аналіз роботи. / А.І. Дубинін, Я.М. Ханік, В.В. Майструк, Р.І. Гаврилів // Хімічна промисловість України : зб. наук. праць. – 2005. – № 3. – С. 26-28.

10. Майструк В.В. Оцінка енергозатрат при роботі прямотечійного циклону за допомогою програмного пакету FLOW SIMULATION / В.В. Майструк, Р.І. Гаврилів, А.С. Попіль, А.М. Басістий // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – Харків. – 2012. – Вип. 6/8(60). – С. 28-30.

Гаврылиев Р.І., Майструк В.В., Ковцунык И.В., Иванів И.М. Численное моделирование влияния геометрии входного патрубка на гидродинамическую структуру потока в рабочей зоне прямоточного циклона

Представлены результаты исследования гидродинамической структуры потока в прямоточном циклоне в зависимости от геометрии входного патрубка.

Теоретические исследования выполнены на базе современного комплекса компьютерного моделирования Solid Works Flow Simulation. Рассмотрены закономерности движения газовой фазы в прямоточном циклоне с коаксиальной вставкой и анализ поля скоростей дают возможность спрогнозировать определяющие технологические характеристики исследованного аппарата и оптимизировать режимные и конструктивные параметры его работы.

Предложенный авторами подход для анализа сепарационной картины в рабочей зоне циклона значительно экономит время на проектирование пылеочистительного оборудования и позволяет на начальном этапе отбросить неудачные конструкции.

Ключевые слова: компьютерное моделирование работы циклона, программный комплекс Flow Simulation, поле скоростей, прямоточный циклон.

Havryliv R.I., Maystryk V.V., Kovcynjak I.V., Ivaniv I.M. Numerical Simulation of the Influence of Geometry Inlet Duct on the Hydrodynamic Structure of the Flow in the Working Area of Uniflow Cyclone

Some results of a study of hydrodynamic flow patterns in a uniflow cyclone depending on the geometry of the inlet pipe are presented. Theoretical studies are made on the basis of modern complex computer modeling Solid Works Flow Simulation. The regularities of motion of the gas phase in a uniflow cyclone with coaxial insertion and analysis of the velocity field make it possible to predict the characteristics defining technological research system and to optimize the operating conditions and design parameters of his work. The approach for analyzing pattern separation in the working area of the cyclone is proved to save designing equipment time and allow initial rejecting bad design.

Key words: computer simulation of the cyclone work, software package Flow Simulation, velocity field, uniflow cyclone.

УДК 697.92 Доц. В.Б. Довгалиук¹, канд. техн. наук; доц. В.О. Мілейковський¹, канд. техн. наук; асист. Г.М. Клименко²

МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ПОВІТРОРІЗПОДІЛЬНИКА НЕЗМІННИХ РОЗМІРІВ З ВІДОКРЕМЛЮВАЧАМИ ПОТОКУ

Вказано на актуальність рівномірного розподілу повітря для забезпечення нормативних параметрів у робочій зоні. Проаналізовано методи забезпечення рівномірного розподілу повітряної струмینی. Запропоновано конструкцію джерельного двокамерного панельного повітророзподільника з відокремлювачами потоку для вирівнювання статичного тиску. Розроблено методику розрахунку короткого повітророзподільника з незмінною площею поперечного перерізу і постійним статичним тиском у корпусі з відокремлювачами потоку. Ця методика дає змогу визначити розміри відокремлювачів потоку для забезпечення приблизно рівномірного розподілу повітря.

Вступ. Завданням систем вентиляції та кондиціонування повітря є забезпечення нормативних параметрів мікроклімату в робочій зоні. У більшості випадків ця задача не може бути розв'язана без рівномірного повітророзподілу безпосередньо в робочу зону, для чого і слугують джерельні перфоровані повітророзподільники. Для забезпечення рівномірності початкової швидкості повітряної струмینی в корпусі повітророзподільника має підтримуватись приблизно однаковий статичний тиск.

Аналіз відомих методів розрахунку. Розрахунок повітророзподільника з видовженим корпусом і транзитною витратою через боковий щілинний отвір за незмінного статичного тиску вперше виконав проф. К.К. Бауліним [1] у 1934 р. При цьому змінна площа поперечного перерізу корпусу повітророзподільника визначалась за умови, що зміна динамічного тиску на ділянці дорівнює втратам тиску на тертя. Прийнято, що коефіцієнт витрати щілинного отвору μ_0 та коефіцієнт опору тертя λ є незмінними за довжиною корпусу.

Трофимович В.В. і Зінич П.Л. [2] запропонували метод аналітичного визначення висоти бокового щілинного отвору змінної висоти за змінної початкової швидкості струмینی однокамерного видовженого ПР незмінного поперечного перерізу, але з лінійним зменшенням транзитної витрати за довжиною, який базується на рівнянні Бернуллі та враховує втрати тиску внаслідок тертя і місцеві втрати тиску внаслідок перетікання повітря через щілинний отвір. При цьому прийнято такі граничні умови: коефіцієнт витрати щілинного отвору μ_0 вздовж повітророзподільника є незмінним; коефіцієнт опору тертя λ також незмінний; поля швидкостей потоку в поперечних перерізах повітророзподільника рівномірні. Повітророзподільники зі змінною за довжиною початковою швидкістю припливної струмینی не можуть бути використані як джерельні.

У роботі [3] запропоновано методику розрахунку короткого панельного повітророзподільника типу ВПП зі змінними розмірами корпусу як у плані, так і за висотою. При цьому забезпечено рівномірну початкову швидкість сформованого потоку (струменя). Методика передбачає тільки визначення розмірів ядра потоку за відомих конструктивних розмірів повітророзподільника. Крім

¹ Київський національний університет будівництва і архітектури;

² НУ "Львівська політехніка"