

ЦИКЛОНИ ІЗ СПІРАЛЬНИМ НАПРАВЛЯЮЧИМ АПАРАТОМ

А.І. Дубинін

Доктор технічних наук, професор*

E-mail: dubynin@rumbler.ru

В.В. Майструк

Кандидат технічних наук, доцент

Кафедра електронного машинобудування**

E-mail: vmaistruk@gmail.com

Р.І. Гаврилів

Кандидат технічних наук, доцент*

E-mail: havrilivroman@gmail.com

*Кафедра хімічної інженерії**

**Національний університет "Львівська політехніка"

пл. Святого Юра, 9, м. Львів, Україна, 79013

Контактний тел.: (032)-258-26-57

У статті наводиться конструкція нового циклону із спіральним направляючим апаратом і дослідження його структури газового потоку за допомогою програми SolidWorks

Ключові слова: прямоточний циклон, протиточний циклон, спіральний направляючий апарат, траєкторія руху газу

В статті приводиться конструкція нового циклона со спіральним направляючим апаратом и исследования его структуры газового потока с помощью программы SolidWorks

Ключевые слова: прямоточный циклон, противоточный циклон, спиральный направляющий аппарат, траектория движения газа

The article presents a new design of cyclone-spiral guide vanes and study the structure of gas flow using SolidWorks

Key words: the direct cyclone, cyclone counterflow spiral guide vanes, the trajectory of the gas

1. Вступ

В промисловості використовується велика кількість різних конструкцій циклонів. Однак при всій різноманітності конструктивного виконання циклонні пиловловлювачі можна розділити на три основні групи:

- 1) прямоточні циклони;
- 2) протиточні циклони;
- 3) пиловловлювачі із закрученими зустрічними потоками.

2. Аналіз недоліків існуючих конструкцій циклонів

Прямоточні циклони (ЦКТИ, НВГК, МИХМ) мають малий гідравлічний опір 600 – 1000 Па і невелику ефективність очищення 60- 70% [1]. Протиточні циклони (НИИОГАЗ, ЛИОТ, СИОТ, МИОТ) мають більший гідравлічний опір -1000 – 1500 Па і більшу ефективність очищення 70- 80% (в залежності від медіанного діаметру пилу) [1].

У відмічених циклонах під час обертового руху газу у зоні сепарації виникає радіальний стік, який направлений до осі апарату. Це явище призводить до винесення з очищеним газом частини вже осадженого пилу.

Окрім того, закручений потік поступово переформатується в осьовий. Спостереження траєкторії потоку у циклонах з прозорими стінками, за даними багатьох дослідників [2], свідчать про те, що після входу в циклон через тангенціальний патрубок, газовий потік здійснює 1 – 1,5 оберти і далі якби «розвивається». Відповідно відцентрова сила на більшій

частині робочої зони апарату зменшується, що веде до зменшення ефективності вловлювання частинок, особливо невеликих розмірів.

Суттєвим недоліком циклонів є залежність коефіцієнта корисної дії від діаметра апарату. Із збільшенням діаметру зменшується відцентрова сила, яка діє на частинки, що призводить до зменшення ефективності очищення. Тому для великих об'ємів газу і забезпечення високого ступеня очищення використовують громіздкі і дорогі батареїні або групові циклони.

Найбільша ефективність досягається в апаратах із зустрічними закрученими потоками (ВЗП і ВПУ). ККД сепарації цих пиловловлювачів досягає 98% і вище, проте гідравлічний опір цих апаратів достатній високий, більше 1000 Па. Окрім того, вони складні у виготовленні і ненадійно працюють під час вловлювання пилу, що злипається.

3. Будова та принцип роботи спіральних циклонів

Розроблені авторами роботи циклони із спіральним направляючим апаратом (прямоточний і протиточний), у переважній більшості позбавлені відмічених недоліків.

Циклон має спіральний канал, утворений сталевим листом 1, накрученим навколо центральної труби 2. Зовнішній кінець замикається до останнього витка. Верхній торець спіралі закритий плоскою кришкою 3, яка розміщена під певним кутом відносно горизонтальної площини. У верхній частині апарата під кутом розміщення плоскої кришки під'єднується вхідний патрубок 4. До нижнього торця спіралі

під'єднується конічний бункер 5, в нижній частині якого розміщений патрубок для відведення вловленого пилу. Необхідно відмітити, що апарати можуть мати будь-яку кількість витків спіралі.

- атмосферний тиск за нормальних умов $P_0=101325$ Па;
 - температура середовища за нормальних умов $T_0=293$ К;

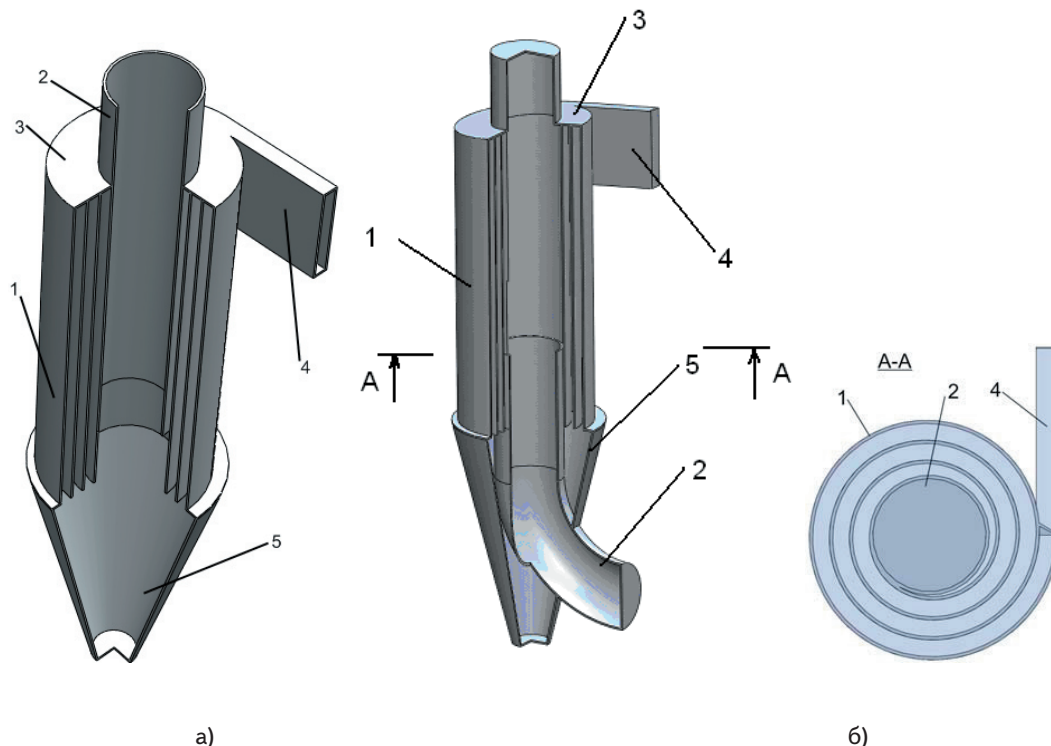


Рис. 1. Твердотільні моделі циклонів зі спіральним направляючим апаратом: а) протиточний; б) прямоточний

Дані апарати працюють наступним чином. Запилене повітря через вхідний патрубок попадає у сепараційний простір, закручується і рухається вздовж спіралі до центральної випускної труби. Очищений газ виходить через центральну випускную трубу, а осаджений пил під дією сили тяжіння осідає в конічному бункері.

4. Результати експериментальних досліджень траєкторії потоку

З метою дослідження впливу конструкції елементів циклонів на структуру газового потоку, а відповідно і на ефективність його роботи, у програмі SolidWorks було створено твердотільні моделі вищеназваних циклонів (рис. 1). Дослідження структури потоків проводили в додатку Flow Simulation даної програми.

У Flow Simulation рух текучого середовища моделюється за допомогою рівнянь Нав'є - Стокса, що описують в нестационарній задачі закони збереження маси, імпульсу і енергії цього середовища, а також використовуються рівняння стану компонентів текучого середовища, емпіричні залежності в'язкості і теплопровідності цих компонентів від температури [3].

Вихідними параметрами для дослідження даних циклонів були характеристики повітряного потоку:

- густина повітря $\rho_n = 1,293 \text{ кг/м}^3$;
 Для розрахунку задавали наступні граничні умови:

- 1) відкритий потік – швидкість на вході, тобто швидкість у вхідному патрубку, дорівнювала 20 м/с;
- 2) відкритий тиск – тиск навколишнього середовища;
- 3) стіна – реальна стінка.

Необхідно відмітити, що комп'ютерні дослідження проводились як для випадку коли циклон працює на лінії нагнітання так і для випадку коли циклон працює на лінії всмоктування.

Результатів теоретичних досліджень показують газовий потік у верхній частині апаратів для будь-якої схеми підключення рухається тангенціально в спіральному просторі під кутом нахилу вхідного патрубку до горизонтальної площини і робить приблизно два витки, а потім переходить у осевий потік.

Траєкторія потоку для протиточних апаратів, які працюють на лінії нагнітання є більш складніша, ніж для апаратів, які працюють на лінії всмоктування, особливо у місці входу газового потоку у центральну випускную трубу. Очевидно, це призводить до збільшення гідравлічного опору даного апарату і зменшення ефективності його роботи. Це можна пояснити тим, що в циклонах, які працюють на лінії всмоктування загальний тиск по мірі руху газового потоку зменшується, а на лінії нагнітання – збільшується. Отже,

робота протиточних циклонів, які працюють на лінії нагнітання, є недоцільною.

На рис. 2, наприклад, показані траєкторії руху потоку для випадку роботи прямооточного апарату на лінії всмоктування, і кількості гвинтів спіралі 2,5 і 3,5, кут нахилу вхідного патрубку 6° і 15° .

5. Висновок

Отже, в таких апаратах зміною кількості витків спіралі і кутом нахилу вхідного патрубку, можна регулювати ефективну висоту зони сепарації і таким чином прогнозувати ефективність його роботи.

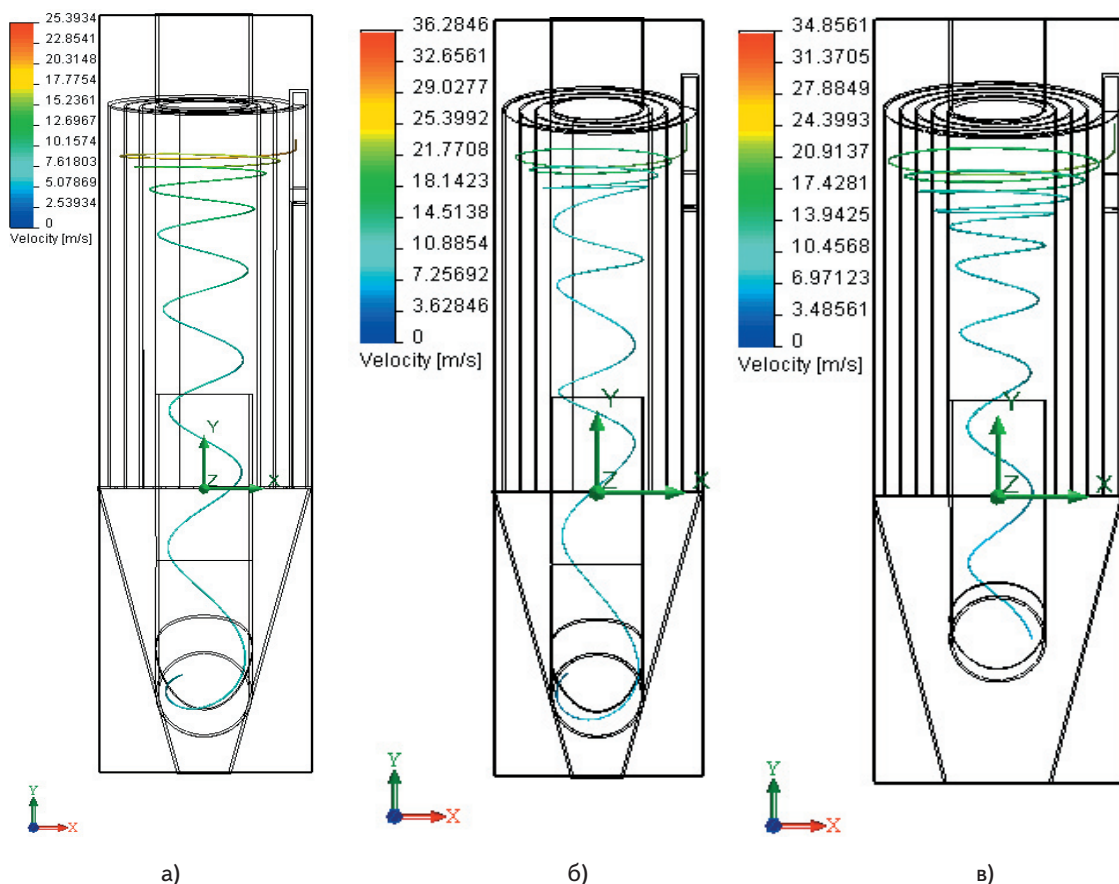


Рис. 2. Траєкторії руху газових потоків в прямооточному циклоні зі спіральним направляючим апаратом, який працює на лінії всмоктування: а) – кут нахилу вхідного патрубку 6° , кількість гвинтів спіралі 2,5; б) – кут нахилу вхідного патрубку 15° , кількість гвинтів спіралі 2,5; г) – кут нахилу вхідного патрубку 15° , кількість гвинтів спіралі 3,5

Література

1. Кузнецов И.Е., Оборудование санитарной очистки газов [Текст] / Кузнецов И.Е., Шмат К.И., Кузнецов С.И., -К.:Техніка, 1989. -304с.
2. Пирумов А.И., Обеспыливание воздуха [Текст] / Пирумов А.И., 2-е изд. перераб. и доп., М: Стройиздат, 1981. -296с.
3. SolidWorks. Компьютерное моделирование в инженерной практике [Текст] / Алямовский А. А., Собачкин А. А., Одинцов Е. В., Харитонович А. И., Пономарев Н. Б. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 800 с.