

Конкурсна робота
на конкурс «Науково-технічних ідей з напрямку «Енергозбереження»»
студента інституту МАД
групи ЕПАмн – 11
Граняка Валерія Федоровича
науковий керівник к.т.н., доц., Володимир Васильович Богачук

ФІЗИЧНИЙ МЕТОД ОЧИСТКИ ПРОМИСЛОВИХ ПИЛОГАЗОВИХ СУМІШЕЙ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ВІТРОТУРБИНИ

Анотація: У даній роботі запропоновано метод фізичного очищення промислових пилогазових сумішей від забруднення дисперсною фазою з можливістю повернення частини недовикористаної енергії у технологічний цикл.

Аннотация: В данной работе предложен метод физической очистки промышленных пилогазовых смесей от загрязнения дисперсной фазой с возможностью возврата части неиспользованной энергии в технологический цикл.

Annotation: In this work the method of the physical cleaning of industrial pilogazovikh mixtures is offered from contamination a dispersible phase with a returnability part of nedovikoristanoy energy in a technological cycle.

ВСТУП

Однією з основних проблем, яка стоїть перед промисловим виробництвом, є обмеженість енергоресурсів. Пошук шляхів її розв'язання визначає основний напрямок розвитку світового виробництва.

Існують два напрямки вирішення цієї проблеми. Це застосування енергоощадних технологій, які дозволяють більш раціонально використовувати наявне мінеральне паливо, а також – використання альтернативних джерел енергії.

Проте, широке застосування енергоощадних технологій з використанням сучасних високотехнологічних систем призводить до значного підвищення вартості основних виробничих фондів, а використання альтернативних джерел енергії потребує додаткових капітальних вкладень, пов'язаних із впровадженням у виробничий процес новітнього обладнання та агрегатів. Як

наслідок, зниження енергоємності виробленої продукції потребує значних фінансових витрат, та далеко не завжди дає можливість вирішити іншу, не менш нагальну екологічну проблему. А так як ступінь екологічності роботи сучасних підприємств є одним з визначальних факторів, що забезпечує відповідність виробництва сучасним вимогам [1], то впровадження заходів для зменшення антропогенного тиску на навколишнє середовище є необхідною умовою прозорої роботи основної маси промислових об'єктів.

Натомість, використання класичних методів очистки, у тому числі і газових викидів сухими пиловловлювачами, пов'язані з розсіюванням недовикористаної енергії мінерального палива у системах очищування [1].

Зокрема, при використанні гравітаційних пилоосаджуючих камер осаджування дисперсної фази відбувається за рахунок примусового зменшення кінетичної енергії відпрацьованої суміші. При цьому згідно закону збереження енергії, втрачена кінетична енергія, після низки перетворень розсіюється у навколишнє середовище, що також, призводить до теплового забруднення. Аналогічна ситуація спостерігається і при використанні інерційних камер, так як у наслідок зміни напрямку руху газового потоку, згідно з законом збереження імпульсу, сумарний втрачений імпульс молекул газопилової суміші передається молекулам стінок заслінки, що призводить до їх нагрівання, та, як наслідок, розсіювання надлишкової кінетичної енергії у вигляді тепла [2].

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Актуальною задачею є розробка та використання принципово нових методів очищення, які б давали можливість не лише видаляти з промислових відходів небезпечні та шкідливі речовини (у тому числі й такі, що містяться у газових викидах у вигляді дисперсної фази), а й забезпечувати повернення надлишкової недовикористаної енергії з метою її подальшого використання у технологічному процесі. Проте, забезпечення описаного вище процесу

повторного використання енергії пов'язане з певними практичними труднощами, вирішення яких ускладнюється з одного боку, необхідністю якісного очищення промислових викидів, а з іншого – економічною рентабельністю побудови та експлуатації таких систем.

Отже, розробка систем очищення, які б забезпечували повернення недовикористаної енергії у промисловий цикл при високій ефективності очищення та низькій собівартості являється перспективним напрямком сучасного промислового розвитку.

АНАЛІЗ ШЛЯХІВ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧІ

На сьогоднішній день існує низка найбільш поширених промислових методів очищення пилогазових сумішей від забруднення твердою дисперсною фазою [1,3], які, ґрунтуючись на фізичних явищах гравітаційного та інерційного осідання, хоча й забезпечують достатній ступінь очистки, проте не передбачають можливості повернення у промисловий цикл відібраної у цьому процесі енергії.

Аналізуючи роботу типової вітротурбіни можна спостерігати, аналогічно до систем гравітаційної очистки пилогазових сумішей, зменшення кінетичної енергії газового потоку, що в ідеальному випадку згідно з класичною теорією ідеального вітряка Н.Е.Жуковського може становити 59,3%, а згідно з теорією ідеального вітряка Г.С.Сабініна – 68,7%. Якщо кінетична енергія газового потоку визначається як[4]:

$$E_{\text{кін}} = \frac{m \cdot V^2}{2} \quad (1)$$

де m - маса пилогазової суміші, що пройшла через турбіну; V – швидкість газового потоку,

та підставивши у вираз (1) вираз (2):

$$m = \rho FV \quad (2)$$

де ρ - густина пилогазової суміші; F – сила, з якою потік діє на лопасті турбіни
отримаємо:

$$E_{\text{ію}} = \frac{\rho \cdot F \cdot V^3}{2} \quad (3)$$

З рівняння (3) випливає, що згідно з теорією ідеального вітряка Н.Е.Жуковського, мінімальна швидкість газопилового потоку на виході вітроустановки становитиме:

$$V_{\text{вих}} = 0,741V_{\text{вх}} \quad (4)$$

де $V_{\text{вих}}$ – швидкість газового потоку після проходження через вітроколесо;
 $V_{\text{вх}}$ – швидкість газового потоку до проходження через вітроколесо.

Аналогічно, за теорією ідеального вітряка Г.С.Сабініна матимемо:

$$V_{\text{вих}} = 0,679V_{\text{вх}} \quad (5)$$

За умови, коли такого зменшення швидкості недостатньо, доцільним є використання каскаду вітроколес, кожне з яких буде забезпечувати зменшення швидкості газопотоку у порівнянні з швидкістю, на виході попереднього колеса.

Про те, використання з цією метою найбільш поширених пропелерних установок не дає можливості у достатній мірі забезпечити зміну напрямку вектору швидкості пилогазового потоку [4]. Це у свою чергу унеможливує реалізацію додаткової очистки за принципом інерційної камери [1], що призводить до зменшення загального коефіцієнту очищення. З викладеного вище очевидно, що при необхідності забезпечення більш високого рівня очистки таких агрегатів необхідно збільшувати кількість вітроколес. А це у свою чергу збільшує габарити та вартість конструкції та не приносить суттєвого збільшення енерговіддачі системи, так як потужність кожного наступного вітрогенератора закономірно зменшується при зменшенні швидкості вхідного газового потоку [4].

Більш прийнятні результати для реалізації поставленої задачі можна спостерігати при використанні вітротурбіни з вертикальною віссю реалізованої за принципом ротора Дар'є (рис 1), яка, згідно з експериментальними висновками [5], може забезпечувати той же коефіцієнт використання енергії вітру (тобто той же ефект від гравітаційного очищення). При чому мінімальний розмір дисперсних частинок, які будуть повністю осаджені за допомогою гравітаційної очистки у горизонтальній частині трубопроводу (рис 1) можна знайти з виразу [1]:

$$d_r = \frac{Q_2 \mu_2}{g \rho_{\text{ч}} L_{\text{к}} B_{\text{к}}} \quad (6)$$

де Q_2 - витрата газу, $\text{м}^3/\text{с}$; μ_2 - динамічна в'язкість, $\text{Па}\cdot\text{с}$; g - прискорення вільного падіння, $\text{м}^2/\text{с}^2$; $\rho_{\text{ч}}$ - густина частинок, $\text{кг}/\text{м}^3$; $L_{\text{к}}$ - довжина камери, м ; $B_{\text{к}}$ - ширина камери, м .

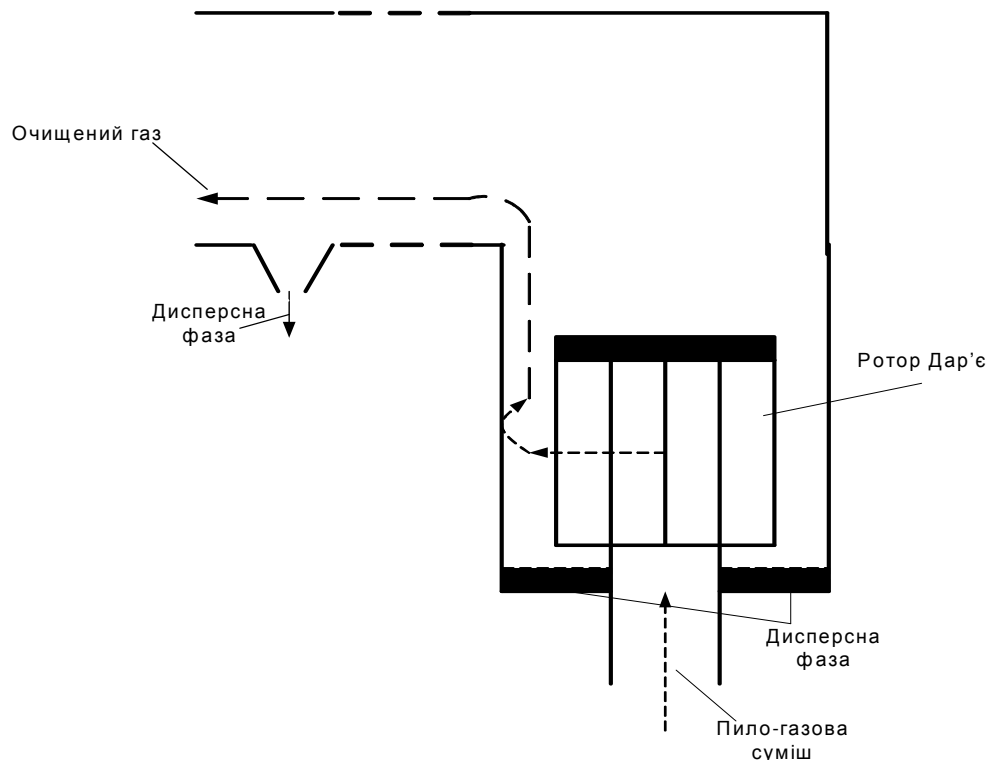


Рисунок 1 – Схема очищувальної установки з використанням вітроколеса за схемою ротора Дар'є

Основними перевагами такої конструкції у порівнянні з конструкцією та пропелерних вітроколесах являються:

1. Можливість роботи на вертикальному газовому потоці, що значно спрощує процес монтажу установки.

2. Під час проходження через вітротурбіну при вертикальному потоці пилогазової суміші відбувається багаторазова зміна напрямку вектора швидкості потоку [4]. Це забезпечує інерційне очищення відпрацьованих викидів у середині турбіни.

3. Вихрове закручування газового потоку на виході з турбіни. Це дає можливість реалізувати очищення пилогазової суміші за рахунок зменшення енергії твердих частинок у наслідок зіткнення з внутрішніми стінками верхньої труби (аналогічно процесам, що реалізується у циклотронах) [1, 3, 4].

ВИСНОВКИ

1. Запропоновано метод сухої очистки пилогазових викидів від дисперсної фази з можливістю побічної генерації електричної енергії за допомогою вітротурбіни. Це дозволило зменшити енергоємність виробництва за рахунок використання генератора вітроагрегату у якості додаткового джерела живлення для внутрішніх потреб підприємства.

2. Проаналізовано перспективи використання різних типів вітроагрегатів, з метою виявлення конструкції, яка б забезпечувала максимальну очистку відпрацьованих газів при мінімальній кількості вітроколес у каскаді. З викладеного очевидно, що найкращі результати забезпечує використання вітроколеса з вертикальною віссю, побудованого за принципом ротора Дарье, що дає можливість забезпечити очистку як гравітаційним, так і інерційним методами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ратушняк Г. С. Технічні засоби очищення газових викидів. / Г. С. Ратушняк, О. Г. Лялюк – Вінниця: ВНТУ, 2005 р.
2. Сивухин Д. В. Общий курс физики: учебное пос. для вузов. / Д. В. Сивухин – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005г.
3. Калыгин В. Г. Экологическая безопасность и ресурсоснабжение. / В. Г. Калыгин – М.: МГАХЛ 1996 г.
4. Фатеев Е.М. Ветродвигатели и ветроустановки. / Е. М. Фатеев – Москва: Огиз-Сельхозгиз 1948 г.
5. О перспективах ветроустановок типа Дарье. Электронный ресурс / В. С. Дудников. – Режим доступа: http://www.rusnauka.com/11._NPRT_2007/Tecnic/22187.doc.htm