

DOI: <https://doi.org/10.33216/1998-7927-2020-264-8-20-26>

УДК 66.021.1

ДЕЯКІ АЕРОДИНАМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГАЗОВОГО КЛАПАНА

Москалик В. М., Карпюк Л. В., Табунщиків В. Г., Созонтов В. Г.

SOME AERODYNAMIC CHARACTERISTICS OF A GAS VALVE

Moskalyk V. M., Karpyuk L. V., Tabunshchikov V. G., Sozontov V. G.

Розроблений на основі синергетичного підходу новий газовий розподільник дозволяє створити рівномірний профіль швидкості в промисловому апараті в широкому діапазоні його роботи. Основним елементом газового розподільника служить газовий клапан – трубка з розміщеними в ній короткими дифузорами. Принцип роботи газового клапана заснований на його здатності частково відбивати набігаючий потік газу. Розроблені експериментальна установка і методика дослідження аеродинаміки газового клапана, що дало можливість провести ґрунтовне вивчення часткового відбиття повітря газовим клапаном. Для оцінки ефективності роботи газового клапана введено поняття коефіцієнта відбиття потоку газовим клапаном, який характеризує здатність газового клапана частково відбивати потік газу і тим самим за рахунок перерозподілу газу між газовими клапанами розподільника формувати рівномірний профіль швидкості. Чим більший коефіцієнт відбиття потоку газовим клапаном, тим більша здатність розподільника до формування рівномірного профілю швидкості і, навпаки, чим менший коефіцієнт відбиття потоку газовим клапаном, тим менша здатність розподільника до формування рівномірного профілю швидкості. Встановлено, що найбільший коефіцієнт відбиття потоку газовим клапаном спостерігається в досить вузькому діапазоні відносних відстаней короткого дифузора від зрізу трубки, що дорівнює 0,75-2,2 її діаметрам. Виявлено, що збільшення ступеня розширення короткого дифузора в газовому клапані призводить до стрибкоподібного зростання коефіцієнта відбиття потоку газовим клапаном, а вплив відносної довжини і кута розширення несуттєво. При цьому у всіх випадках з ростом числа Рейнольдса спостерігається зменшення за ступеневою залежністю коефіцієнта відбиття потоку газовим клапаном. Рекомендується при конструюванні газового клапана розміщувати в ньому кількість коротких дифузоров не більше трьох, але не менше двох, при цьому направляючі отвори коротких дифузоров повинні утворювати конфузур, що відповідає винаходу. Отримані узагальнені експериментальні дані по аеродинаміці газового клапана забезпечать надійне проектування конструкцій розподільників газу для промислових апаратів.

Ключові слова: аеродинаміка, газовий клапан, короткий дифузур, швидкість газу, розподільник газу.

Вступ. Знання про характер розподілу потоку газу в шарі каталізатора необхідне для проектування конструкції реактора. Характер розподілу газу в шарі каталізатора істотно залежить від сформованого його виду на вході спочатку. Розрізняють два способи формування газу на вході в шар каталізатора: перший спосіб заснований на створенні додаткового гідравлічного опору, наприклад, ґратами і другий спосіб – на розподілі газу направляючими лопатками [1, 2]. Прикладами використання вказаних способів відповідно можуть служити контактний апарат виробництва азотної кислоти і реактор синтезу метанолу при низькому тиску [3].

Запропонований нами новий спосіб [4], заснований на синергетичному підході, здатний сформувати рівномірний потік газу в промисловому апараті в широкому діапазоні його роботи, що принципово відрізняє його від відомих способів і робить конкурентоспроможним. Пристрій розподілу газу всередині апарату конструктивно являє собою набір газових клапанів, за якими внаслідок самоорганізації відбувається перерозподіл потоку. Газовий клапан це трубка з розміщеними в ній короткими дифузорами. Принцип роботи газового клапана заснований на його здатності частково відбивати потік газу, що набігає. Ефект досягається формуванням вхідного змінного газового перерізу внаслідок виникнення зворотних струмів газу між внутрішньою стінкою трубки і зовнішньою стінкою короткого дифузора. Чим більша кількість газу набігає на газовий клапан, тим менший формується переріз для проходу газу і навпаки, чим менша кількість газу набігає на газовий клапан, тим більший формується переріз для проходу. В результаті газ порівну перерозподіляється між газовими клапанами розподільного пристрою і створює рівномірний профіль швидкості газу після нього, наприклад, на вході в шар каталізатора.

Промислове застосування нового розподільника газу повинно ґрунтуватися на детальному вивченні пристрою з виробленням практичних рекомендацій щодо його застосування. З цією метою

проведено [5, 6] ґрунтовні аеродинамічні дослідження короткого дифузора, що є основним елементом газового клапана, і отримані залежності його коефіцієнта гідравлічного опору від числа Рейнольдса і основних геометричних параметрів дифузора, а саме, кута розширення, ступеня розширення і відносної довжини.

Мета дослідження. Мета даної роботи полягала у вивченні та узагальненні інформації щодо відбиття потоку газовим клапаном. Оскільки основним конструктивним елементом газового клапана є короткий дифузор, вмонтований в трубку, то дослідженню піддавали вплив основних геометричних параметрів дифузора, а саме, кута розширення, ступеню розширення та відносної довжини на відбиття потоку газовим клапаном в залежності від кількості набігаючого на нього повітря. Також інтерес представляв вплив на відбиття потоку повітря кількості коротких дифузорів та їх взаємне розташування у газовому клапані.

Опис лабораторної експериментальної установки та методики експерименту. Експериментальні дослідження проводилися на лабораторній установці, принципова схема якої представлена на рис. 1. В якості робочого середовища використовували повітря, що подавалось поршневым компресором 1. Кількість повітря регулювали вентилем 2 за показаннями ротаметра 3. Повітря від компресора 1, пройшовши вентиль 2 і ротаметр 3, надходило в патрубок подачі повітря 4, функція якого полягала у формуванні потоку, що набігає на газовий клапан 5. Патрубок подачі повітря 4 мав внутрішній діаметр 24 мм і довжину 122 мм. Основним елементом дослідження установки був газовий клапан 5, встановлений співвісно з патрубком подачі повітря 4. Газовий клапан 5 представляв собою порожню трубку завдовжки 122 мм, в яку монтували короткі дифузори відповідно до заявленого винаходу [4]. Короткі дифузори всередині трубки чергувалися з мірними по довжині кільцями внутрішнім діаметром 24 мм, що давало можливість набирати дифузори в будь-якому конструктивному варіанті, цікавому для дослідження, з попередньо відомими геометричними розмірами. Набрана таким чином конструкція газового клапана жорстко утримувалася внутрішньою стопорною пружиною.

У всіх експериментах відстань між патрубком подачі повітря 4 і газовим клапаном 5 фіксували незмінним за допомогою калібрувальної пластини, рівною за товщиною 6 мм. У цьому випадку площа щілини, що утворювалася між патрубком подачі повітря і газовим патрубком, дорівнювала площі поперечного перерізу трубки подачі повітря. Швидкість повітря, що проходило через газовий клапан, визначалася механічним анемометром 6 чашкового типу. У анемометрі 6 приймачем повітря служили три напівсферичні чашки, симетрично насаджені на хрестоподібні спиці ротора, що оберталися на вертикальній осі. Обертання ротора передавалося на механічний лічильник, що показувало швидкість повітря,

яке пройшло через газовий клапан 5. Знаючи швидкість повітряного потоку і внутрішній діаметр газового клапана, рівний 24 мм, можна легко визначити об'ємну витрату повітря V_a , що проходить через газовий клапан.

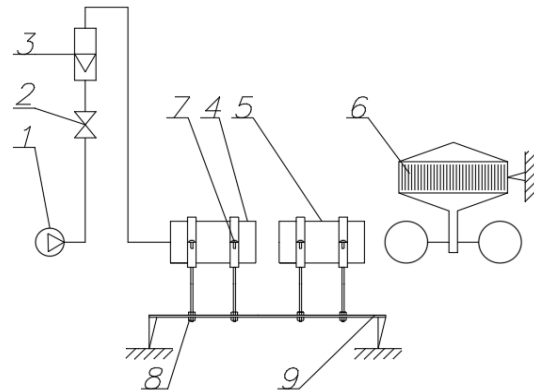


Рис. 1. Схема лабораторної експериментальної установки:
1 – компресор; 2 – вентиль; 3 – ротаметр;
4 – патрубок подачі повітря; 5 – газовий клапан;
6 – анемометр; 7, 8 – регулювальні гвинт з гайками;
9 – стільниця лабораторного стола

Вся конструкція лабораторної експериментальної установки збиралася на стільниці лабораторного стола 9. Остаточні налаштування і доведення положення елементів і пристроїв установки здійснювалися регулюючими гвинтами з гайками 7, 8. Загальний вигляд лабораторної експериментальної установки показаний на рис. 2.

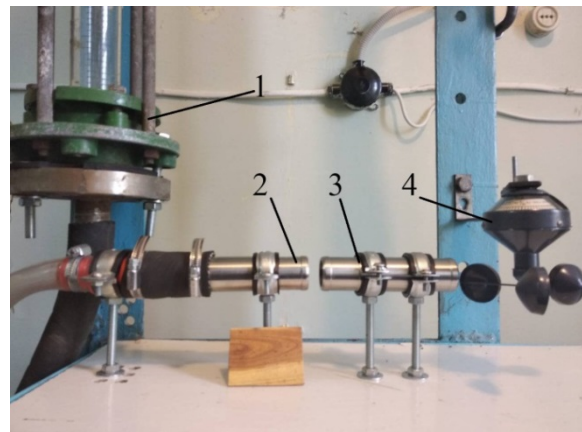


Рис. 2. Основні елементи лабораторної експериментальної установки:
1 – ротаметр; 2 – патрубок подачі повітря;
3 – газовий клапан; 4 – анемометр

Відповідно до винаходу [4] внутрішнім елементом газового клапана є короткий дифузор. Досліджували відбивну здатність газового клапана з короткими дифузорами геометричними розмірами яких представлені на рис. 3. Відомо, що основними геометричними параметрами дифузора є: кут розширення α , ступінь розширення $n=F_1/F_0$ і відносна

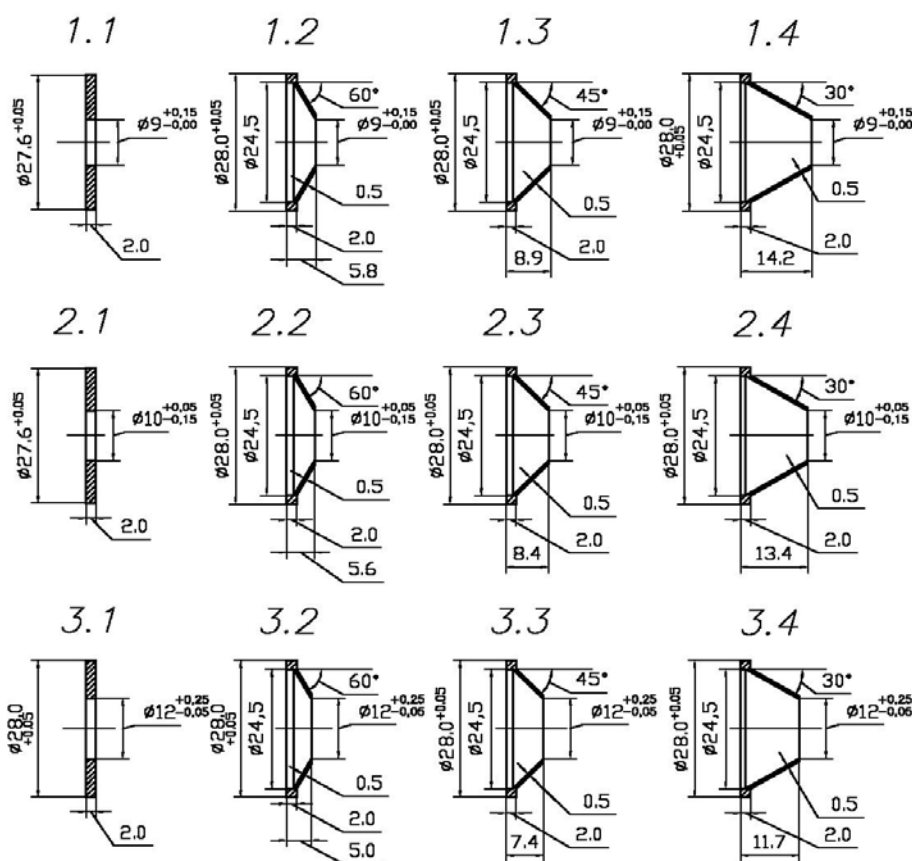


Рис. 3. Геометричні розміри внутрішніх пристроїв газового клапана: позиції 1.1, 2.1, 3.1 – діафрагми, останні позиції – короткі дифузори

довжина l_d/D_0 , где F_0 і F_1 – площі відповідно вхідного і вихідного отворів дифузора, m^2 , l_d – довжина дифузора, м, D_0 – вхідний діаметр дифузора, м. Геометричні параметри коротких дифузорові варіювалися в наступних діапазонах: кут розширення α в межах 60° - 120° , ступінь розширення n в межах 4,0-7,11 і відносна довжина l_d/D_0 в межах 0,25-1,36.

Методика вивчення відбивної здатності газового клапана полягала в наступному. Повітря, що виходило з патрубку подачі, створювало потік, що набігав на газовий клапан. У газовому клапані, оснащеному короткими дифузорами, його внутрішня стінка і зовнішня стінка дифузора утворюють зворотний струм повітря, приводячи до формування змінного вхідного газового перерізу у клапані. В результаті відбувається як часткове відбиття від газового клапана, так і часткове проходження повітря через клапан. За інших рівних умов чисельні величини відбиття і проходження повітря залежать від площі сформованого вхідного газового перерізу у газовому клапані, яка в свою чергу має бути залежати від кількості повітря, що подається, геометричних параметрів дифузора, їх кількості та характеру розташування. Якщо позначити об'ємну витрату повітря, що набігає на клапан V_p , що відповідає показанням ротаметра, то коефіцієнт відбиття потоку газовим клапаном можна охарактеризувати відносною величиною, рівною $(V_p - V_a)/V_p$.

Взаємне розташування патрубка подачі повітря 4 і газового клапана 5 і течії потоку повітря в них і між ними є фізична модель аеродинамічних процесів, що мають відбуватися в промисловому розподільнику газового потоку [4].

Підготовка до експерименту. Для достовірного визначення коефіцієнта відбиття потоку газовим клапаном необхідно мати задовільні порівняльні результати об'ємних витрат повітря за ротаметром і за анемометром. З цією метою було проведено попередній підготовчий експеримент з використанням існуючої експериментальної установки, див. рис. 1 і рис. 2, але замість газового клапана застосували трубку внутрішнім діаметром 24 мм і довжиною 122 мм, а розрив між патрубком подачі повітря і вказаною трубою усунули, герметично з'єднавши їх гумовою трубою. Повітря подавали на установку і його об'ємну витрату V_p фіксували за ротаметром. На виході з трубки анемометром заміряли швидкість повітря і по ній розраховували об'ємну витрату V_a . Оцінку показань за ротаметром і за анемометром проводили розрахунком за величиною відносної помилки. Об'ємні витрати повітря за ротаметром V_p і за анемометром V_a , а також відносна помилка δ в % їх показань представлені в таблиці, де неважко помітити задовільні результати в діапазоні проведення експерименту.

Таблиця

Результати зіставлення об'ємних витрат повітря за ротаметром V_p та за ареометром V_a

№ з/п.	$V_p \cdot 10^3, \text{ м}^3/\text{с}$	$V_a \cdot 10^3, \text{ м}^3/\text{с}$	$\delta, \%$
1	2,887	2,713	6,41
2	3,486	3,210	8,60
3	4,086	3,979	2,95
4	4,686	4,567	1,89
5	5,285	5,426	-2,60
6	5,885	5,938	-0,893
7	6,484	6,782	-4,39
8	7,084	7,461	-5,05
9	7,683	8,079	-4,90

Результати та їх обговорення. На першому етапі проведення експерименту необхідно було з'ясувати вплив на коефіцієнт відбиття потоку газівим клапаном віддаленість короткого дифузора від зрізу трубки. З цією метою з комплекту внутрішніх пристроїв газового клапана, показаних на рис. 3, був обраний короткий дифузор під номером 2.3 з наступними геометричними параметрами: $D_0=10$ мм, $\alpha=90^\circ$, $n=5,76$, $l_0/D_0=0,64$. Обраний короткий дифузор встановлювали в трубці на різних відстанях l від її зрізу за допомогою мірних кілець внутрішнім діаметром $D=24$ мм і при числах Рейнольдса $Re=13425,5$ і $Re=25246,1$ провели серію вимірів. Результати досліджень наведені на рис. 4, з яких видно, що найбільший коефіцієнт відбиття потоку газівим клапаном спостерігається в досить вузькому діапазоні відносних відстаней l/D від зрізу трубки, що дорівнює $0,75-2,2$. Причиною невеликої робочої ділянки l/D є те, що при l/D менших, ніж $0,75$ і при l/D більших, ніж $2,2$ потік повітря, що набігає на газовий клапан, не дозволяє повноцінно сформувати зворотні струми і тим самим створити змінний вхідний газовий переріз. Виявилось, що при менших числах Re коефіцієнт відбиття потоку газівим клапаном трохи більше, ніж при великих числах Re .

Для уточнення впливу на коефіцієнт відбиття потоку газівим клапаном числа Рейнольдса в незалежних експериментах була послідовно досліджена аеродинаміка газового клапана з короткими дифузорами під номерами 3.2, 3.3 і 3.4 (див. рис. 4), що мають однакову ступінь розширення $n=4$, але різні кути розширення α (відповідно 120° , 90° і 60°) і відносні довжини l_0/D_0 (відповідно $0,250$, $0,450$ і $0,808$). Результати експериментів представлені на рис. 5. Для всіх обраних коротких дифузоров коефіцієнт відбиття потоку газівим клапаном зменшується зі збільшенням числа Re , що змінюється в діапазоні від 10000 до 25000 . Слід зауважити, що такі геометричні параметри дифузора, як кут розширення α і ступінь розширення l_0/D_0 практично не впливають на коефіцієнт відбиття потоку газівим клапаном, що узгоджується з раніше проведеними дослідженнями

[5, 6] при вивченні коефіцієнта гідравлічного опору короткого дифузора.

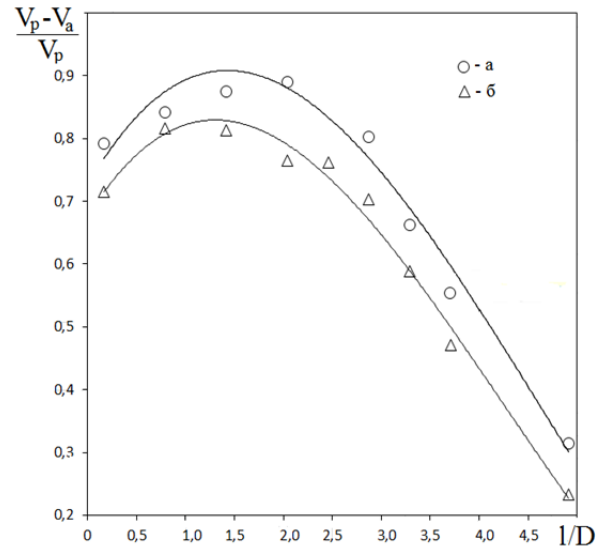


Рис. 4. Залежність коефіцієнта відбиття потоку $(V_p - V_a)/V_p$ повітря газівим клапаном від відносної відстані l/D одинокого дифузора ($D_0=10$ мм, $\alpha=90^\circ$, $n=5,76$, $l_0/D_0=0,64$) у газівому клапані від вхідного його зрізу: а – $Re=13425,5$; б – $Re=25246,1$

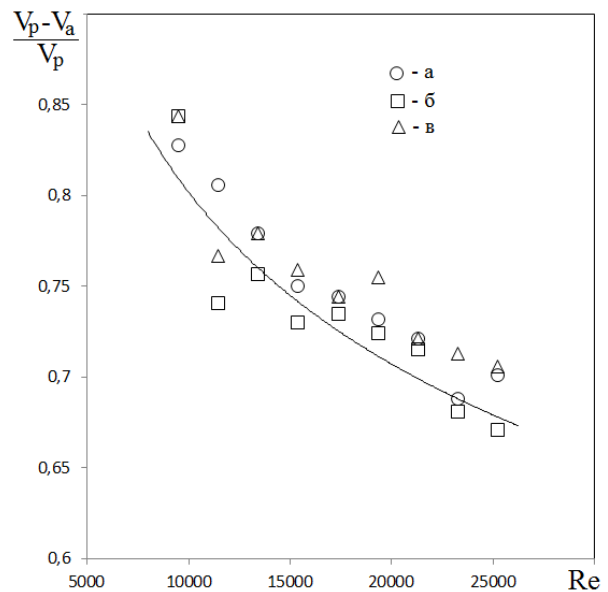


Рис. 5. Залежність коефіцієнта відбиття потоку $(V_p - V_a)/V_p$ повітря газівим клапаном з одним дифузоров ($D_0=12$ мм) від числа Рейнольдса Re при $n=4,0$: а – $\alpha=120^\circ$, $l_0/D_0=0,250$; б – $\alpha=90^\circ$, $l_0/D_0=0,450$; в – $\alpha=60^\circ$, $l_0/D_0=0,808$

Вплив на коефіцієнт відбиття потоку повітря газівим клапаном ступеня розширення n короткого дифузора показано на рис. 6. В експериментах використовували короткі дифузори під номерами 1.4, 2.4 і 3.4 (див. рис. 3), які відповідно мали ступінь розширення n , що дорівнювали $7,11$, $5,76$ і $4,0$. При цьому короткі дифузори мали однаковий кут розши-

рення $\alpha=60^\circ$ і близькі за величиною відносні довжини l_d/D_0 . З графіків видно, що чим більший ступінь розширення короткого дифузора, тим більший коефіцієнт відбиття потоку газовим клапаном. Загальна тенденція поведінки залежностей зберігається, чим більше число Рейнольдса, тим менший коефіцієнт відбиття потоку газовим клапаном. Результати також узгоджуються з раніше отриманими даними по визначенню коефіцієнта гідравлічного опору короткого дифузора [5, 6].

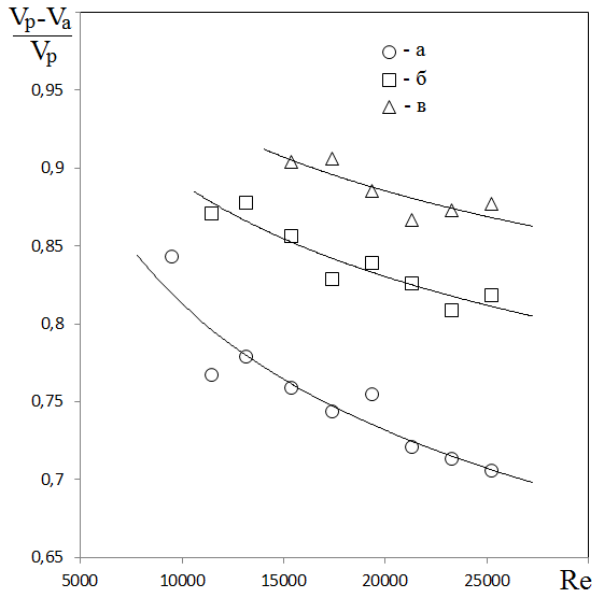


Рис. 6. Залежність коефіцієнта відбиття потоку $(V_p-V_a)/V_p$ повітря газовим клапаном з одним дифузором ($\alpha=60^\circ$) від числа Рейнольдса Re : а – $D_0=12$ мм, $n=4,0$, $l_d/D_0=0,808$; б – $D_0=10$ мм, $n=5,76$, $l_d/D_0=1,140$; в – $D_0=9$ мм, $n=7,11$, $l_d/D_0=1,36$

На рис. 7 показані залежності коефіцієнта відбиття потоку повітря газовим клапаном з поодинокими короткими дифузорами і комплексу коротких дифузоров, що складалися з цих же трьох дифузоров, від числа Рейнольдса. Використовували короткі дифузори на рис. 3 під номерами 1.3, 2.3 і 3.3. Вони мали один і той же кут розширення $\alpha=90^\circ$ і близькі за величиною відносні довжини l_d/D_0 , але ступінь розширення n їх істотно відрізнялася і відповідно чисельно дорівнювала 7,11, 5,76 і 4,0. У газовому клапані з трьома дифузорами їх розташування відповідало винаходу [4], де направляючі отворів дифузоров формували конфузори, тобто послідовність дифузоров складала 3.3, 2.3 і 1.3. У всіх випадках газового клапана з поодинокими короткими дифузорами спостерігалася нестійка аеродинамічна течія через них повітря, що підтверджується рівнем розсіюваності результатів вимірювань величини коефіцієнта відбиття потоку повітря. Для газового клапана з трьома дифузорами течія повітря була більш стійкою, що підтверджується залежністю г) на рис. 7. Цікаво відзначити, що підсумкова залежність з трьома короткими дифузорами розташувалася між двох залежностей з поодинокими короткими дифу-

зорами, що мають ступінь розширення рівну 7,11 і 5,76, причому ближче до залежності з $n=5,76$.

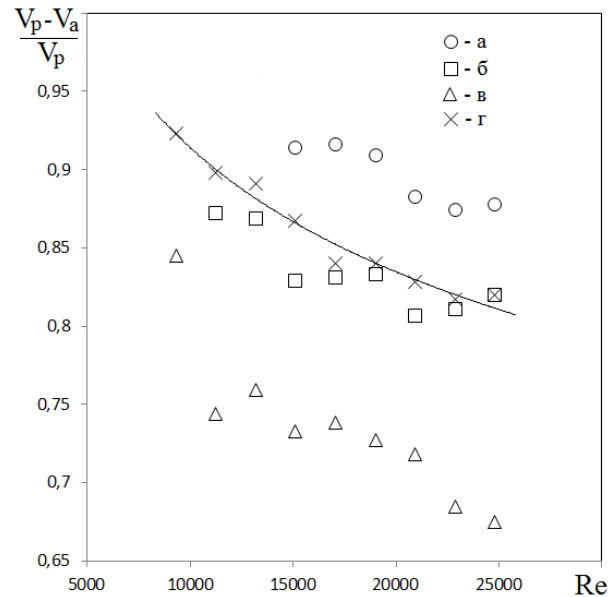


Рис. 7. Залежність коефіцієнта відбиття потоку $(V_p-V_a)/V_p$ повітря газовим клапаном з трьома дифузорами від числа Рейнольдса Re за їх розміщенням у напрямку набігання повітря: а – одинокий дифузор $D_0=9$ мм, $n=7,11$, $l_d/D_0=0,767$, $\alpha=90^\circ$, б – одинокий дифузор $D_0=10$ мм, $n=5,76$, $l_d/D_0=0,640$, $\alpha=90^\circ$, в – одинокий дифузор $D_0=12$ мм, $n=4,0$, $l_d/D_0=0,450$, $\alpha=90^\circ$, г – три дифузори, де перший дифузор $D_0=12$ мм, $n=4,0$, $l_d/D_0=0,450$, другий дифузор $D_0=10$ мм, $n=5,76$, $l_d/D_0=0,640$, третій дифузор $D_0=9$ мм, $n=7,11$, $l_d/D_0=0,767$

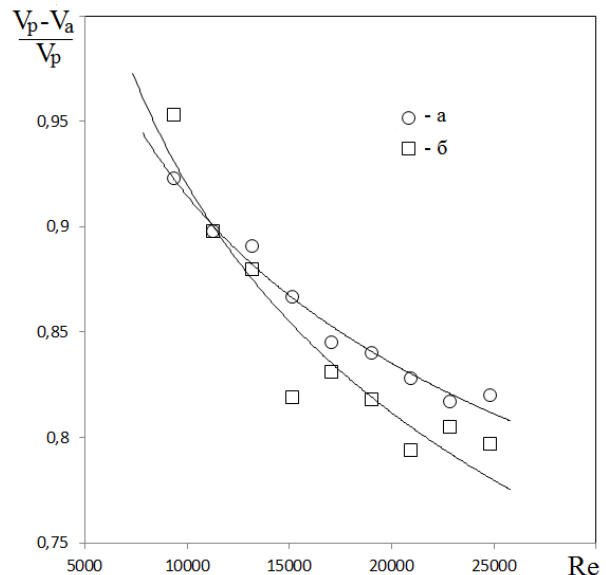


Рис. 8. Залежність коефіцієнта відбиття потоку $(V_p-V_a)/V_p$ повітря газовим клапаном з трьома дифузорами ($\alpha=90^\circ$) від числа Рейнольдса Re за їх розміщенням у напрямку набігання повітря: а – перший дифузор $D_0=12$ мм, $n=4,0$, $l_d/D_0=0,450$, другий дифузор $D_0=10$ мм, $n=5,76$, $l_d/D_0=0,640$, третій дифузор $D_0=9$ мм, $n=7,11$, $l_d/D_0=0,767$; б – перший дифузор $D_0=9$ мм, $n=7,11$, $l_d/D_0=0,767$, другий дифузор $D_0=10$ мм, $n=5,76$, $l_d/D_0=0,640$, третій дифузор $D_0=12$ мм, $n=4,0$, $l_d/D_0=0,450$

Рис. 8 містить експериментальні дані по залежності коефіцієнта відбиття потоку повітря газовим клапаном від числа Рейнольдса для умов розміщення в газовому клапані трьох коротких дифузорів, направляючі отвори яких в напрямку потоку, що набігає формують конфузори і дифузори. У першому випадку короткі дифузори розташовували в газовому клапані в порядку 3.3, 2.3 і 1.3 і в другому випадку – 1.3, 2.3 і 3.3 (див. рис. 3). У першому випадку, графік а), крива більш полого з добре передбачуваними результатами. У другому випадку, графік б), течія повітря через дифузори нестійка зі значним рівнем розсіювання експериментальних даних.

Висновки. В результаті проведених аеродинамічних досліджень газового клапана можна зробити наступні висновки:

1. Розроблені експериментальна установка і методика дослідження дозволили провести ґрунтовне вивчення аеродинаміки газового клапана, а саме часткове відбиття повітря газовим клапаном.

2. Для оцінки ефективності роботи газового клапана введено поняття коефіцієнта відбиття потоку газовим клапаном, що характеризує здатність газового клапана частково відбивати потік газу і тим самим за рахунок перерозподілу газу між газовими клапанами розподільника формувати рівномірний профіль швидкості. Чим більший коефіцієнт відбиття потоку газовим клапаном, тим більша здатність розподільника до формування рівномірного профілю швидкості і, навпаки, чим менший коефіцієнт відбиття потоку газовим клапаном, тим менша здатність розподільника до формування рівномірного профілю швидкості.

3. Найбільший коефіцієнт відбиття потоку газовим клапаном спостерігається в досить вузькому діапазоні відносних відстаней короткого дифузора від зрізу трубки, що дорівнює 0,75-2,2 її діаметрам.

4. Збільшення ступеня розширення короткого дифузора в газовому клапані призводить до стрибкоподібного зростання коефіцієнта відбиття потоку газовим клапаном, а вплив відносної довжини і кута розширення несуттєво. При цьому у всіх випадках з ростом числа Рейнольдса спостерігається зменшення за ступеневою залежністю коефіцієнта відбиття потоку газовим клапаном.

5. Рекомендується при конструюванні газового клапана розміщувати в ньому кількість коротких дифузорів не більше трьох, але не менше двох, при цьому направляючі отворів коротких дифузорів повинні утворювати конфузори, що відповідає винаходу [4].

6. Отримані узагальнені експериментальні дані по аеродинаміці газового клапана забезпечать надійне проектування конструкцій розподільників газу для промислових апаратів.

Література

1. Идельчик И.Е. Аэродинамика промышленных аппаратов. – М.: Энергия, 1964. – 287 с.
2. Розен А.М. Масштабный переход в химической технологии: разработка промышленных аппаратов методом гидродинамического моделирования / Розен А.М. и др. – М.: Химия, 1980. – 320 с.
3. Москалик В.М., Копанев Д.Ю., Савицький М.О., Андрищенко С.В. Вплив розподілу потоків у апаратах на їх тепло- та масообмінну ефективність. «Технологія – 2019»: матеріали XXII Міжнародн. науково-техн. конф., м. Сєверодонецьк, 26–27 квітня 2019 р. / СНУ ім. В. Даля. 2019. Ч. I. С. 192–193.
4. Патент України 78789 U, МКИ B01D 3/04, B01D 3/16, B01D 3/32, B01D 53/14, B01F 3/02, B01F 3/04. Пристрій для однорідного розподілу пари (газу) // В.М. Москалик. – № u201213717; Заявл. 30.11.2012; Опубл. 25.03.2013. Бюл. № 6. – 5 с.
5. Москалик В.М., Карпюк Л.В., Табунщиков В.Г. Экспериментальное определение коэффициента гидравлического сопротивления короткого диффузора. Подготовка к эксперименту / Вісник Східноукраїнського національного університету ім. Володимира Даля. – Сєверодонецьк. – 2018 – № 7 (248). – С. 56-59.
6. Москалик В.М., Карпюк Л.В., Табунщиков В.Г. Экспериментальное определение коэффициента гидравлического сопротивления короткого диффузора. Результаты эксперимента / Вісник Східноукраїнського національного університету ім. Володимира Даля. – Сєверодонецьк. – 2019 – № 7 (255). – С. 55-59.

References

1. Idelchik I.E., Aerodinamika promyshlennyih apparatov. Energiya, Moscow, 1964. 287 p.
2. Rozen A.M. Masshtabnyiy perehod v himicheskoy tehnologii: razrabotka promyshlennyih apparatov metodom gidrodinamicheskogo modelirovaniya. Khimiya, Moscow, 1980. 320 p.
3. Moskalyk V.M., Kopanev D.Y., Savitskiy M.O., Andryuschenko S.V. Vpliv rozpodilu potokiv u aparatah na yih teplo- ta masoobminnu efektyvnist. «Tehnologiya-2019», XXII International scientific-technical conference. Ukraine, Severodonetsk, 2019, Part I, pp. 192-193.
4. Moskalyk V.M. Pristriy dlya odnoridnogo rozpodilu pary (gazu). Patent Ukraine, no. 78789, 2013.
5. Moskalyk V.M., Karpyuk L.V., Tabunschikov V.G. Eksperymentalnoe opredelenie koeffitsienta gidravlicheskogo soprotivleniya korotkogo diffuzora. Podgotovka k eksperimentu. Bulletin of the Volodymyr Dahl East Ukraine National University, 2018, no. 7 (248), pp. 56-59.
6. Moskalyk V.M., Karpyuk L.V., Tabunschikov V.G. Eksperymentalnoe opredelenie koeffitsienta gidravlicheskogo soprotivleniya korotkogo diffuzora. Rezultaty eksperimenta. Bulletin of the Volodymyr Dahl East Ukraine National University, 2019, no. 7 (255), pp. 55-59.

Москалик В. М., Карпюк Л. В., Табунщиков В. Г., Созонтов В.И. Некоторые аэродинамические характеристики газового клапана.

Разработанный на основе синергетического подхода новый газовый распределитель позволяет создать равномерный профиль скорости в промышленном аппарате в широком диапазоне его работы. Основным элементом газового распределителя служит газовый клапан – трубка с размещенными в ней короткими диффузорами. Принцип работы газового клапана основан на его способности частично отражать набегающий поток газа. Разработаны экспериментальная установка и методика исследования аэродинамики газового клапана, что дало возможность провести обстоятельное изучение частичного отражения воздуха газовым клапаном. Для оценки эффективности работы газового клапана введено понятие коэффициента отражения потока газовым клапаном, характеризующего способность газового клапана частично отражать поток газа и тем самым за счет перераспределения газа между газовыми клапанами распределителя формировать равномерный профиль скорости. Чем больший коэффициент отражения потока газовым клапаном, тем большая способность распределителя к формированию равномерного профиля скорости и, наоборот, чем меньший коэффициент отражения потока газовым клапаном, тем меньшая способность распределителя к формированию равномерного профиля скорости. Установлено, что наибольший коэффициент отражения потока газовым клапаном наблюдается в достаточно узком диапазоне относительных расстояний короткого диффузора от среза трубки, равном 0,75-2,2 ее диаметрам. Выявлено, что увеличение степени расширения короткого диффузора в газовом клапане приводит к скачкообразному возрастанию коэффициента отражения потока газовым клапаном, а влияние относительной длины и угла расширения незначительно. При этом во всех случаях с ростом числа Рейнольдса наблюдается уменьшение по степенной зависимости коэффициента отражения потока газовым клапаном. Рекомендуется при конструировании газового клапана размещать в нем количество коротких диффузоров не более трех, но не менее двух, при этом направляющие отверстия коротких диффузоров должны образовывать конфузор, что соответствует изобретению. Полученные обобщенные экспериментальные данные по аэродинамике газового клапана обеспечат надежное проектирование конструкций распределителей газа для промышленных аппаратов.

Ключевые слова: аэродинамика, газовый клапан, короткий диффузор, скорость газа, распределитель газа.

Moskalyk V.M., Karpyuk L.V., Tabunshchikov V.G., Sozontov V.G. Some aerodynamic characteristics of a gas valve.

Developed on the basis of synergetic approach a new gas distributor allows to create uniform velocity profile in an industrial unit in a wide range of his work. The main element of the gas distributor is gas valve. It is a tube placed in her short diffusers. The principle of operation of the gas valve is based on its ability to partially reflect the incoming gas flow. The experimental apparatus and methodology of the study of aerodynamics of gas valve are developed. This gave the opportunity to conduct a thorough study of the partial reflection of the air of the gas valve. To assess the effectiveness of operation of the gas valve, the concept of the reflection coefficient of the gas flow valve was introduced. It characterizes the ability of the gas valve to partially reflect the flow of gas and thus due to the redistribution of gas between the gas valve of the dispenser to form a uniform velocity profile. The greater the reflection coefficient of the gas flow valve, the greater the ability of the distributor to the formation of a uniform velocity profile and, on the contrary, the smaller the reflection coefficient of the gas flow valve, the less the ability of the distributor to the formation of a uniform velocity profile. It was stated that the greatest reflectance flow gas valve is in a narrow range relative short distance of the diffuser from the outlet of the tube. This is 0.75 and 2.2 of its diameters. It is revealed that the increase in the degree of extension of the short diffuser of the gas valve leads to an abrupt increasing of the reflection coefficient of the gas flow valve, and the influence of the relative length and angle of expansion is negligible. In all cases with increasing Reynolds number, it is observed a decrease of the power dependence of the reflection coefficient of the gas flow valve. It is recommended that when designing the gas valve to place a number of short diffusers not more than three, but not less than two, while the guide holes of the short diffusers should form a confuser, which corresponds to the invention. Obtained generalized experimental data on the aerodynamics of the gas valve will ensure a reliable design of gas distributors for industrial vehicles.

Keywords: aerodynamics, gas valve, short diffuser, the gas velocity, the gas dispenser.

Москалик Валерій Михайлович – к.т.н., доцент кафедри машинобудування та прикладної механіки СНУ імені В. Даля.

Карпюк Людмила Вікторівна – старший викладач кафедри машинобудування та прикладної механіки СНУ імені В. Даля.

Табунщиков Володимир Георгійович – старший викладач кафедри машинобудування та прикладної механіки СНУ імені В. Даля.

Созонтов Віктор Гнатович – д.т.н., професор кафедри машинобудування та прикладної механіки СНУ імені В. Даля.