

**О. П. КОСТЮК**

### **ВПЛИВ ОСНОВНИХ ГЕОМЕТРИЧНИХ ФАКТОРІВ ТА СПОСОБІВ ПОДАЧІ ПОВІТРЯ НА ГІДРОДИНАМІКУ ПРОТОЧНОГО ДВОФАЗОВОГО ШАРУ**

**АНОТАЦІЯ** В статті представлені результати експериментальних досліджень та порівняння впливу основних геометричних характеристик вертикальних каналів та способів подачі повітря на гідравлічний опір висхідної супутньої течії газу та рідини. Показано, що зміна діаметра та висоти каналу, практично не впливає на повздовжній середній градієнт повних втрат тиску, при умові забезпечення рівномірності подачі газової фази, проте рівномірність структури двофазового шару по перерізу каналу залежить від режиму течії.

**Ключові слова:** газорідина суміш, двофазовий потік, проточний барботажний шар, контактний тепломасообмінний апарат, вертикальний канал.

**O. P. KOSTYUK**

### **INFLUENCE OF THE MAIN GEOMETRIC FACTORS AND AIR SUPPLY METHODS ON THE GEOMETRY OF THE FLOW-THROUGH TWO PHASE LAYER**

**ABSTRACT** The main criteria for the development of new highly efficient contact devices are the heat-mass exchange process intensification and the capital expenditure reduction. This scientific paper gives consideration to experimental investigation data obtained for the influence of basic geometric characteristics of vertical channels (channel height and diameter, the aperture diameter and the cross-section area of distribution grating), the influence of the methods and conditions of air supply on the hydraulic resistance of dynamic two-phase flow. It is shown that at relatively small channel diameters ( $Bo$  number  $< 10$ ) the structure of two-phase flow is independent of the method of delivery of gas phase to the working channel. However, as the channel diameter is increased (the Bond number value  $10 < Bo < 30$ ) the conditions of delivery of gaseous phase influence the two-phase flow structure. To provide the uniform structure of dynamic two-phase layer in the channel cross-section it is necessary to provide the distributed supply of gas phase through the openings of distribution grating in the bubble device. A change in the height of the working section actually produces no influence on the longitudinal average gradient of total pressure losses. For the practical application of bubble apparatuses the bubble layer is recommended with operation characteristics of liquid and gaseous phase that provide minimum hydraulic resistance for the two-phase layer.

**Key words:** gas-liquid mixture, two-phase flow, flow-through bubble layer, contact type heat-mass exchange apparatus, and the vertical channel.

#### **Вступ**

Більшість питань підвищення ефективності роботи контактних апаратів пов'язано з тепло- і масообміном між рідиною та газом. Розвиток нових сучасних технологій потребує глибокого вивчення процесу тепломасообміну при високій турбулізації поверхні фаз, що контактують між собою. Основним критерієм розробки нових високо-ефективних контактних апаратів є інтенсифікація процесу тепломасообміну та зменшення капітальних затрат.

Достатньо розвинута поверхня рідкої та газової фаз утворюється при барботажі газу в рідину у вигляді бульбашок або струмин. Такий режим взаємодії середовищ використовується в різних барботажних апаратах, що мають форму високих колон, робочий простір яких розділено горизонтальними тарілками на ряд камер. Барботажні апарати характеризуються підвищеною інтенсивністю тепло- і масообміну на одиницю об'єму апарата, допускають роботу з забрудненими та помірно в'язкими рідинами, нечутливі до коливань витрати теплоносіїв. Проте до їх недоліків відносять складність конструкції, металоємкість, високий гідравлічний опір [1]. В режимі барботажу такі апарати працюють поблизу критичних швидкостей руху

газу, тобто на (15–20) % нижче так званої швидкості захлинання, при якій спостерігається втрата стійкості протиточного руху фаз, підвищений винос води та внаслідок цього – підвищений гідравлічний опір.

#### **Аналіз основних досягнень та літератури**

На кафедрі ТПТ НТУУ «КПІ» був розроблений контактний апарат [2], в якому організовано рух газів зі швидкістю більше 15 м/с, тобто, яка перевищує верхню межу захлинання протитокового руху газу та плівки рідини у вертикальних трубах. При таких значеннях швидкостей газового потоку у вертикальному каналі створюється висхідний супутній рух фаз. Інтенсифікувати тепломасообмін можна шляхом збільшення міжфазної поверхні, цього можна досягти в проточному барботажному шарі у вертикальній трубі, зменшивши при цьому швидкість газової фази. У роботі [3] розглянуто гідродинаміку та структуру двофазового потоку при барботажному режимі у трубах невеликого діаметра. Результати експериментального дослідження режимів течії двофазових сумішей у проточному барботажному шарі утилізатора теплоти відхідних газів викладені у роботі [4]. При роботі контактного апарата у такому режимі дося-

© О. П. Костюк, 2016

гаються високі значення коефіцієнтів тепло- і масообміну [5–7]. Інтенсифікація процесів тепло- і масообміну в такому апараті досягається за рахунок збільшення міжфазної поверхні у проточному барботажному шарі в вертикальній трубі, зменшивши при цьому швидкість газової фази.

### Мета дослідження, постановка задачі

Питання про режими та форми руху газорідних сумішей у барботажних апаратах з штучно організованим проточним двофазовим шаром в сучасний час мало вивчені та потребують додаткових досліджень. Поряд з відомими (з робіт по дослідженню гідродинаміки двофазових сумішей в вертикальних трубах та каналах) загальними закономірностями руху газо- і парорідних потоків виникають специфічні питання, пов'язані з організацією рівномірної структури барботажного шару в місці введення фаз, а також з вибором раціонального режиму роботи відповідного тепломасообмінного пристрою.

В зв'язку із цим в роботі наведені результати експериментальних досліджень впливу основних геометричних характеристик вертикальних каналів та способів подачі повітря на гідравлічний опір висхідної супутньої течії газу та рідини із метою встановлення режимів найбільш раціональної та економічної роботи контактного апарату з такою двофазовою системою.

### Схема експериментальної установки та методика проведення експериментів

Дослідження проводились на експериментальній установці, яка представлена на рис. 1.

Основними складовими частинами установки є: камера входу 1, камера змішування 2, робочий канал 4 із ділянкою візуалізації 5, камера збирання рідини 6 із сепаратором 7. Внутрішній діаметр ділянки візуалізації 5 співпадає з діаметром робочого каналу 4, що попереджує збурення двофазового потоку. Камера входу 1 виконує роль ресивера для повітря, яке подається компресором 17. Пристрій для введення рідини виконано у вигляді камери змішування 2 з пористою вставкою 3, яка узгоджена з зовнішнім діаметром трубки робочого каналу 4. Робочий канал виконаний у вигляді труб внутрішнім діаметром 0,017 м, 0,026 м, 0,035 м та висотою 0,143 м, 0,264 м, 0,437 м. Витрата повітря вимірювалась ротаметрами 15 та регулювалась за допомогою вентилів 16. Витрата води, яка подавалась у камеру змішування 2, вимірювалась ротаметрами 13 та регулювалась вентилями 14. При цьому швидкість повітря на вході у робочу ділянку змінювалась від 1,84 м/с до 14 м/с, діапазон зміни густини зрошення змінювався від  $8,99 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$  до  $2,1 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$ .

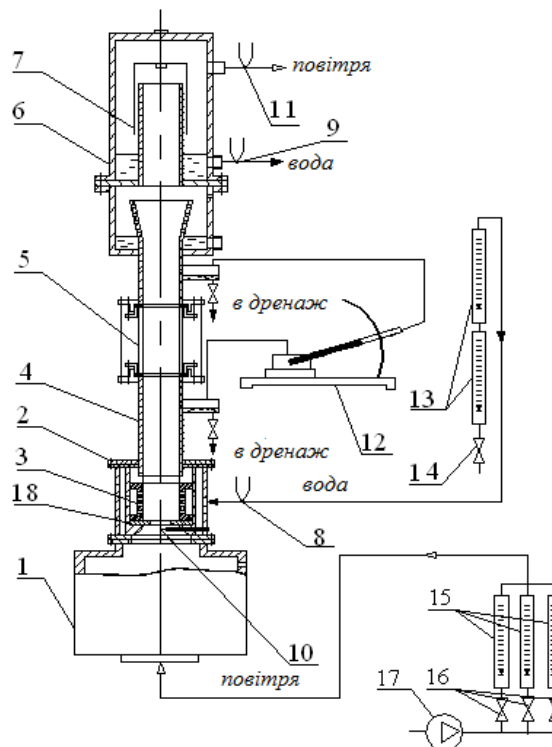


Рис. 1 – Схема експериментальної установки:  
1 – камера входу; 2 – камера змішування; 3 – пориста вставка; 4 – робочий канал; 5 – ділянка візуалізації; 6 – камера збирання рідини; 7 – сепаратор; 8–11 – термометри; 12 – мікроманометр; 13, 15 – ротаметри; 14, 16 – вентилями; 17 – компресор; 18 – шайба

На вході у канал розміщувались шайби 18, які мали отвір, діаметри отворів у шайбах складали 5 мм, 8 мм та 10 мм. Встановлення перед робочою ділянкою шайби необхідно для запобігання провалу рідини. При цьому значення швидкості потоку повітря у перерізі шайби було не менше 15...16 м/с, що забезпечувало подачу всієї рідини у робочий канал.

Методика експериментального дослідження гідродинамічних режимів двофазової адиабатної течії побудована на основі вивчення закономірностей зміни повздовжнього середнього градієнта повних втрат тиску  $\Delta P/L$ , який визначався як відношення загального перепаду тиску у потоці  $\Delta P$  до відстані між відборами тиску  $L$ . Перепад тиску вимірювався мікроманометром 12. Для вимірювання перепаду тиску у стінці трубки були просвердлені отвори діаметром 2 мм. Отвори з'єднувались з об'ємом невеликих ємностей, які виконували роль сепараторів. В нижній частині сепараторів збиралась рідина, а верхня, повітряна частина, з'єднувалась із мікроманометром, за допомогою якого проводились виміри перепаду тиску.

### Результати досліджень

В роботі [4] було встановлено залежності повздовжнього середнього градієнта повних втрат тиску від приведеної швидкості повітря та об'ємної густини зрошення, визначена область існування проточного барботажного шару, яка обмежена параметрами критерію стійкості Кутателадзе  $K = 2,5$  та плівкового числа Фруда  $Fr_{пл} = 0,15 \dots 0,25$ . При збільшенні приведеної швидкості газу до значень близьких до швидкості інверсії плівки у вертикальному каналі та відносно невеликій густині зрошення ( $Fr_{пл} < 0,15 \dots 0,25$ ) проточний барботажний шар переходить у роздільний (кільцевий) режим течії двофазового потоку. Забезпечення режиму стійкого проточного двофазового шару може бути досягнуто у всьому діапазоні зміни швидкості газу при густині зрошення вище значення  $Q_m = (6 \dots 7) \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с}$ .

На рис. 2 представлені залежності повздовжнього середнього градієнта повних втрат тиску

від приведеної швидкості повітря при різних способах подачі повітря в робочий канал (різних діаметрах отвору та їх кількості у вхідній шайбі).

З рисунка видно, що для каналу діаметром 17 мм на залежність  $\Delta P/L = f(w_{вх})$  практично не впливає зміна діаметра отвору шайби (див. рис. 2а), також як і зміна кількості отворів в шайбі при збереженні незмінної сумарної площі проходного перерізу отворів (див. рис. 2б). Дана обставина, напевно, пояснюється тим, що на формування структури барботажного шару головний вплив має діаметр каналу, який в області значень, які відповідають числам Бонда  $Bo < 10$  [8], формують в основному снарядний режим течії двофазового потоку.

В діапазоні чисел  $10 < Bo < 30$  спостерігається емульсійний режим течії при значній концентрації частинок рідини в центральній частині каналу [8] і діаметр каналу поступово втрачає свій вплив на формування структури барботажного шару.

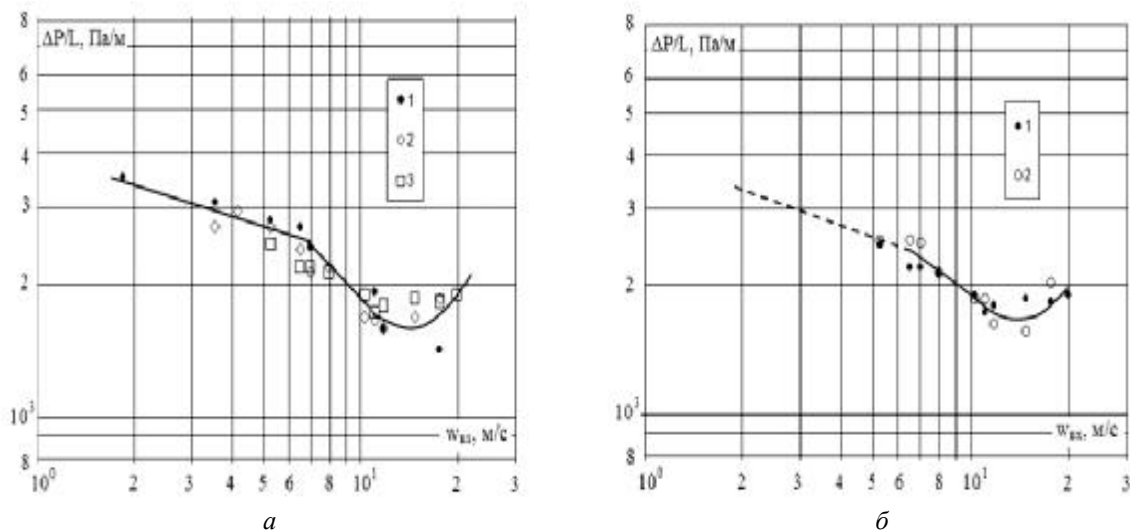


Рис. 2 – Вплив способу подачі повітря в активну зону на залежність  $\Delta P/L = f(w_{вх})$  при  $Q_m = 2,1 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$ ,  $d_{пр} = 0,017 \text{ м}$ : а – 1 –  $d_{от} = 5,4 \text{ мм}$ ; 2 – 8,2; 3 – 10,4; б – 1 –  $d_{от} = 10,4 \text{ мм}$ , один отвір; 2 – сім отворів при тій же сумарній площі перерізу отвору

Як видно з рис. 3а, при діаметрі каналу  $d_{пр} = 0,026 \text{ м}$ , що відповідає граничному значенню числа  $Bo = 10$ , ще не проявляється вплив умов введення повітря в робочий канал. Разом з тим, при значенні діаметра  $d_{пр} = 0,035 \text{ м}$  (див. рис. 3б) починає проявлятися вплив способу подачі повітря в робочу ділянку. Доказом цього є зростання значення  $\Delta P/L$  при переході від одного отвору в шайбі (лінія 1 див. рис. 3б) до восьми отворів в шайбі при збереженні незмінною сумарної площі перерізу отвору (лінія 2 див. рис. 3б). При цьому зростає рівномірність розподілу газу в рідині, зменшується імовірність утворення газових струмин в центрі каналу, що призводить до деякого збільшення гідростатичної складової перепаду тиску.

На рис. 4 наведені дослідні дані ілюструють закономірності зміни структури двофазового по-

току при зміні геометричних характеристик робочого каналу: діаметра каналу та висоти барботажного шару.

Як видно із рис. 4а, гідравлічна характеристика двофазового шару  $\Delta P/L = f(w_{вх})$  при забезпеченні умов рівномірності подачі газової фази через вхідну діафрагму не залежить від діаметра каналу. Зміна висоти робочої ділянки в діапазоні її зміни від  $L = 0,143 \text{ м}$  до  $L = 0,437 \text{ м}$  практично не впливає на повздовжній середній градієнт повних втрат тиску (рис. 4б). Поясненням цьому може бути те, що процес формування структури двофазового потоку відбувається на дуже незначній висоті робочого каналу, при цьому, середній газовміст проточного барботажного шару залишається практично незмінним по висоті робочої ділянки.

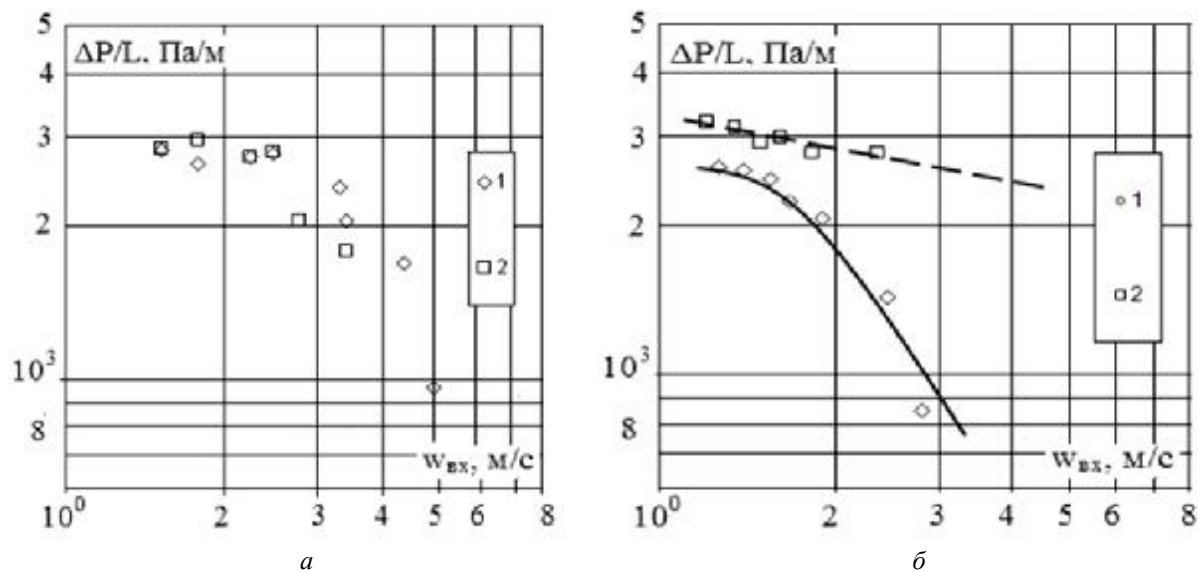


Рис. 3 – Вплив умов підводу повітря в робочий канал на залежність  $\Delta P/L = f(w_{вх})$  при  $Q_m = 3,2 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{с}$  та різних діаметрах каналу: а –  $d_{mp} = 0,026 \text{ м}$ , 1 – один отвір,  $d_{от} = 8,2 \text{ мм}$ ; 2 – вісім отворів при тій же сумарній площі перерізу отвору; б –  $d_{mp} = 0,035 \text{ м}$ , 1 – один отвір,  $d_{от} = 8,2 \text{ мм}$ ; 2 – вісім отворів при тій же сумарній площі перерізу отвору

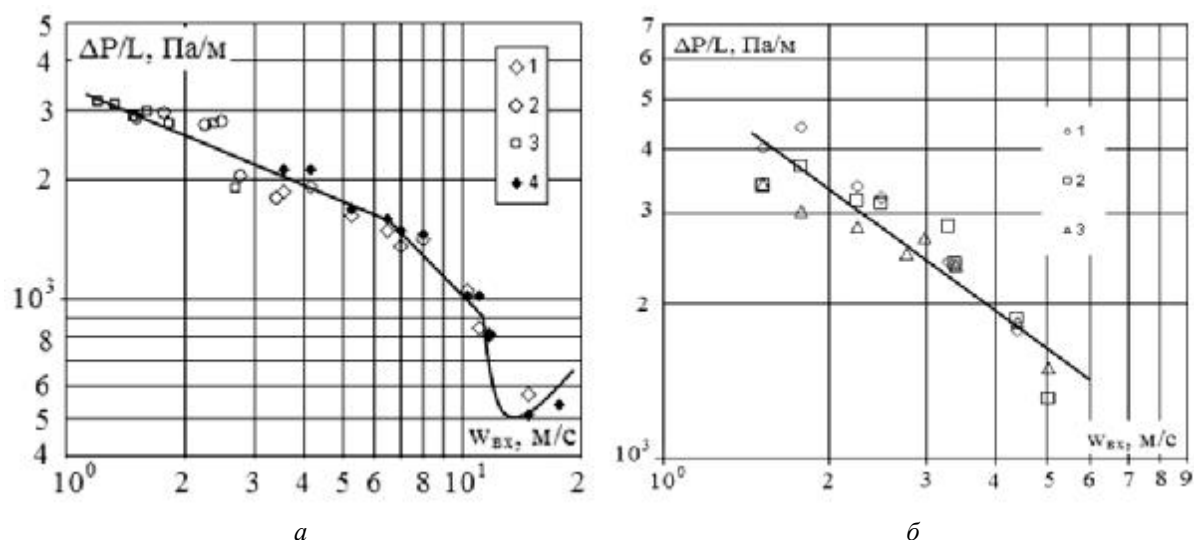


Рис. 4 – Вплив геометричних характеристик робочого каналу на залежність  $\Delta P/L = f(w_{вх})$  при  $Q_m = 1,37 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{с}$ : а – діаметру каналу, 4 –  $d_{mp} = 0,017 \text{ м}$ ,  $d_{от} = 8,2 \text{ мм}$ , один отвір; 1–3 – вісім отворів при тій же сумарній площі перерізу отворів; 1 –  $d_{mp} = 0,017 \text{ м}$ ; 2 –  $d_{mp} = 0,026 \text{ м}$ ; 3 –  $d_{mp} = 0,035 \text{ м}$ ; б – висоти каналу при  $d_{mp} = 0,026 \text{ м}$ ,  $d_{от} = 8,2 \text{ мм}$ , 1 –  $L = 0,143 \text{ м}$ ; 2 –  $L = 0,264 \text{ м}$ ; 3 –  $L = 0,437 \text{ м}$

### Висновки

Виходячи із вище наведеного можна зробити висновки, що при відносно невеликому діаметрі каналу (число Бонда  $Bo < 10$ ), при якому діаметр каналу формує в основному снарядний режим течії двофазового потоку, структура двофазового потоку не залежить від способу подачі повітря в робочий канал. При більшому значенні діаметра каналу (число Бонда  $Bo > 10$ ), при якому спостерігається емульсійний режим течії, на структуру двофазового потоку починають впливати умови підводу повітря в робочу ділянку. Для забезпечення рівномірної

структури двофазового шару по перерізу каналу необхідний рівномірний розосереджений підвід повітря.

### Список літератури

- Аронов, И. З. Контактный нагрев воды продуктами сгорания природного газа [Текст] / И. З. Аронов. – Ленинград : Недра, 1990. – 280 с.
- Декларацийний патент на корисну модель № 22852 України, МПК F24Н6/00. Нагрівник текучої рідини / Безродний М. К., Назарова І. О., Костюк О. П. ; Заявник та власник Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут».

- № u2006 13907 ; заявл. 27.12.2006 ; опубл. 25.04.2007, Бюл. № 5.
- 3 **Омар, Х.** Гидродинамика и структура двухфазного потока при барботажном режиме в трубах небольшого диаметра [Текст] / **Х. Омар, Ю. Е. Похвалов** // Теплоэнергетика. – 2006. – № 4. – С. 74–77. – ISSN 0040-3636.
  - 4 **Костюк, О. П.** Режимы течи двохфазових сумішей у проточному барботажному шарі утилізатора теплоти відхлідних газів [Текст] / **О. П. Костюк** // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Енергетичні та теплотехнічні процеси й устаткування. – Харків : НТУ «ХПІ», 2014. – № 12(1055). – С. 163–170. – Бібліогр. : 14 назв. – ISSN 2078-774X.
  - 5 **Безродный, М. К.** Контактный тепломасообмен в проточном барботажном слое. Часть 1. Теплоотдача [Текст] / **М. К. Безродный, А. П. Костюк, Н. Н. Голянд, П. А. Барабаш** // Промышленная теплотехника. – 2011. – Т. 33, № 6. – С. 39–45. – ISSN 0204-3602.
  - 6 **Безродный, М. К.** Контактный тепломасообмен в проточном барботажном слое. Часть 2. Массоотдача [Текст] / **М. К. Безродный, А. П. Костюк, Н. Н. Голянд, П. А. Барабаш** // Промышленная теплотехника. – 2012. – Т. 34, № 2. – С. 33–39. – ISSN 0204-3602.
  - 7 **Безродный, М. К.** Тепло- і масовіддача при охолодженні парогазової суміші в проточному барботажному контактному апараті [Текст] / **М. К. Безродный, М. Н. Голянд, П. О. Барабаш, О. Б. Голубев, І. О. Назарова, О. П. Костюк** // Технічна теплофізика та промислова теплоенергетика. – Дніпропетровськ : Нова ідеологія, 2009. – Вип. 1. – С. 34–45. – ISSN 2077-1134.
  - 8 **Безродный, М. К.** Процессы переноса в двухфазных термосифонных системах. Теория и практика [Текст] / **М. К. Безродный, И. Л. Пиоро, Т. О. Костюк**. – Киев : Факт, 2005. – 704 с.
  - 9 **Юрнев, В. Н.** Теплотехнический справочник [Текст] : справ. в 2-х т. / **В. Н. Юрнев, П. Д. Лебедев**. – М. : Энергия, 1976. – Т. 2. – 895 с.
  - 10 **Кутателадзе, С. С.** Гидродинамика газожидкостных систем [Текст] / **С. С. Кутателадзе, М. А. Стырикович**. – Москва : Энергия, 1976. – 296 с.
  - 11 **Уоллис, Г.** Одномерные двухфазные течения [Текст] / **Г. Уоллис**. – Москва : Мир, 1972. – 440 с.
  - 12 **Омар, Х.** Параметры снарядного течения при барботажном режиме в трубах небольшого диаметра [Текст] / **Х. Омар, Ю. Е. Похвалов** // Теплоэнергетика. – 2007. – № 1. – С. 58–61. – ISSN 0040-3636.
  - 13 **Кутателадзе, С. С.** Тепломассообмен и волны в газожидкостных системах [Текст] / **С. С. Кутателадзе, В. Е. Накоряков**. – Новосибирск : Наука, 1984. – 303 с.
  - i'vs'kyj Politehnichnyj Instytut<sup>2</sup> (2007), <sup>2</sup>Nagrivnyk tekuchoi' ridyny<sup>2</sup>, Kiev, Ukraine, Patent 22852.
  - 3 **Omar, H. and Pohvalov, Ju. E.** (2006), "Gidrodinamika i struktura dvuhfaznogo potoka pri barbotazhnom rezhime v trubah nebol'shogo diametra [Hydrodynamics and Structure of Two-Phase Flow in the Bubbling Regime in Small-Diameter Tubes]", *Teplojenergetika* [Thermal Engineering], no. 4, pp. 74–77, ISSN 0040-3636.
  - 4 **Kostyuk, O. P.** (2014), "Rezhymy techiyi dvofazovykh sumishey u protochnomu barbotazhnomu shari utylizatora teploty vidkhidnykh haziv [Flow Modes of Two-Phase Mixtures in the Flow Bubbling Balloon of the Heat-Utilizer of Released Gases]". *Bulletin of NTU "KhPI". Series: Power and heat engineering processes and equipment*, no. 12(1055), pp. 163–170, ISSN 2078-774X.
  - 5 **Bezrodnyj, M. K., Kostyuk, O. P., Golijad N. N., Barabash P. A.** (2011), "Kontaktnyj teplomasoobmen v protochnom barbotazhnom sloe. Chast' 1. Teplotodacha [Contact Heat and Mass Transfer in a Flowing Bubbling Layer. Part 1. Heat Transfer]", *Promyshlennaja teplo tehnika* [Industrial Heat Engineering], no. 33.6, pp. 39–45, ISSN 0204-3602.
  - 6 **Bezrodnyj, M. K., Kostyuk, O. P., Golijad N. N., Barabash P. A.** (2012), "Kontaktnyj teplomasoobmen v protochnom barbotazhnom sloe. Chast' 2. Massootdacha [Contact Heat and Mass Transfer in a Flowing Bubbling Layer. Part 2. Mass Transfer]", *Promyshlennaja teplo tehnika* [Industrial Heat Engineering], no. 34.2, pp. 33–39, ISSN 0204-3602.
  - 7 **Bezrodnyj, M. K., Golijad N. N., Barabash P. A., Golubev O. B., Nazarova I. O., Kostyuk, O. P.** (2009), "Teplo- i masoviddacha pry oholodzhenni parogazovoi' sumishi v protochnomu barbotazhnomu kontaktnomu aparati [Heat and mass radiation while cooling of vapor-gas mixture in a running bubbling contact apparatus]", *Tehnichna teplofizyka ta promyslova teploenergetyka* [Engineering Thermophysics and Industrial Thermal Engineering], vol. 1, pp. 34–45, ISSN 2077-1134.
  - 8 **Bezrodnyj, M. K., Piore, I. L. and Kostjuk, T. O.** (2005) *Processy perenosa v dvuhfaznyh termosifonnyh sistemah. Teorija i praktika* [Transfer Processes in Two-Phase Thermosyphon Systems. Theory and Practice], Fakt, Kiev, Ukraine.
  - 9 **Jurenev, V. N. and Lebedev, P. D.** (1976), *Teplo tehnicheskij spravochnik* [Heat Engineering a reference book], vol. 2. Jenergija, Moscow, Russia.
  - 10 **Kutateladze, S. S. and Styrikovich, M. A.** (1976), *Gidrodinamika gazozhidkostnyh sistem* [Hydrodynamics of Gas-Liquid Systems], Jenergija, Moscow, Russia.
  - 11 **Uollis, G.** (1972), *Odnomernye dvuhfaznye techenija* [One-Dimensional Two-Phase Flows], Mir, Moscow, Russia.
  - 12 **Omar, H. and Pohvalov, Ju. E.** (2007), "Parametry snarjadnogo techenija pri barbotazhnom rezhime v trubah nebol'shogo diametra [The Parameters of Slug Flow in Small-Diameter Tubes under Bubbling Conditions]", *Teplojenergetika* [Thermal Engineering], no. 1, pp. 58–61, ISSN 0040-3636.
  - 13 **Kutateladze, S. S. and Nakorjakov, V. E.** (1984), *Teplo masoobmen i volny v gazozhidkostnyh sistemah* [Heat and Mass Transfer and Waves in Gas-Liquid Systems], Nauka, Novosibirsk, Russia.

## Bibliography (transliterated)

- 1 **Aronov, Y. Z.** (1990), *Kontaktnij nagrev vody produktamy sgoranija pryrodnogo gaza* [Contact water heating products of natural gas exhaust], Nedra, Leningrad, Russian.
- 2 **Bezrodnyj, M. K., Nazarova, I. O. and Kostyuk, O. P.**, Nacional'nyj Tehnichnyj Universytet Ukraïny <sup>2</sup>Ky-

## Відомості про авторів (About authors)

**Костюк Олександр Павлович** – кандидат технічних наук, доцент кафедри гідроенергетики, теплоенергетики та гідравлічних машин, Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне, Україна; тел.: (097) 339-18-38; e-mail: [aleks.west@mail.ru](mailto:aleks.west@mail.ru).

**Kostyuk Oleksander Pavlovych** – Candidate of Technical Sciences (Ph. D.), National University of Water and Environmental Engineering, Associate Professor at the Department of Hydro Energy, Thermal Energy and Hydraulic Machines, Rivne, Ukraine.

*Будь ласка посилайтесь на цю статтю наступним чином:*

**Костюк, О. П.** Вплив основних геометричних факторів та способів подачі повітря на гідродинаміку проточного двофазового шару [Текст] / **О. П. Костюк** // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Енергетичні та теплотехнічні процеси й устаткування. – Харків : НТУ «ХПІ», 2016. – № 10(1182). – С. 136–141. – Бібліогр.: 13 назв. – ISSN 2078-774X. – doi: 10.20998/2078-774X.2016.10.20.

*Please cite this article as:*

**Kostyuk, O. P.** (2016), <sup>2</sup>Influence of the Main Geometric Factors and Air Supply Methods on the Geometry of the Flow-Through Two Phase Layer<sup>2</sup>, *Bulletin of NTU "KhPI". Series: Power and heat engineering processes and equipment*, no. 10(1182), pp. 136–141, ISSN 2078-774X, doi: 10.20998/2078-774X.2016.10.20.

*Пожалуйста ссылайтесь на эту статью следующим образом:*

**Костюк, А. П.** Влияние основных геометрических факторов и способов подачи воздуха на гидродинамику проточного двухфазового слоя [Текст] / **А. П. Костюк** // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Енергетичні та теплотехнічні процеси й устаткування. – Харків : НТУ «ХПІ», 2016. – № 10(1182). – С. 136–141. – Бібліогр.: 13 назв. – ISSN 2078-774X. – doi: 10.20998/2078-774X.2016.10.20.

**АННОТАЦИЯ** В статье представлены результаты экспериментальных исследований и сравнение влияния основных геометрических характеристик вертикальных каналов и способов подачи воздуха на гидравлическое сопротивление восходящего сputного потока газа и жидкости. Показано, что изменение диаметра и высоты канала практически не влияет на продольный средний градиент полных потерь давления, при условии обеспечения равномерной подачи газовой фазы, но в то же время равномерность структуры двухфазового потока по сечению канала зависит от режимов течения. Установлены режимы наиболее рациональной и экономической работы контактного аппарата с такой двухфазовой системой.

**Ключевые слова:** газожидкостная смесь, двухфазный поток, проточный барботажный шар, контактный тепло-массообменный аппарат, вертикальный канал.

Надійшла (received) 14.01.2016