

Технічні науки

УДК 66.063.8

Пінчук Владислав Володимирович

магістрант

Національного технічного університету України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Пинчук Владислав Владимирович

магистрант

Национального технического университета Украины

«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»

Pynchuk Vladyslav

Master Student of the

National technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

Двойнос Ярослав Григорович

кандидат технічних наук,

старший викладач кафедри МАХНВ

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Двойнос Ярослав Григорьевич

кандидат технических наук,

старший преподаватель кафедры МАХНВ

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»

Dvoinos Yaroslav

Philosophy Doctor of Technical Sciences, Senior Tutor

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

**РОЗРАХУНОК СЕПАРАТОРУ З ЕЛЕМЕНТАМИ ВЛОВЛЮВАННЯ
КРАПЕЛЬ РІДИНИ
РАСЧЕТ СЕПАРАТОРА С ЭЛЕМЕНТАМИ УЛАВЛИВАНИЯ
КАПЕЛЬ ЖИДКОСТИ
CALCULATION OF THE SEPARATOR WITH THE ELEMENTS
ENJOYING THE LIQUID DROP**

***Анотація.** Проведено аналіз існуючих сепараторів газорідинних сумішей циклонного типу, та методик розрахунку параметрів виносу крапель. Запропоновано методику імітаційного моделювання таких сепараторів. Наведено приклад постановки експерименту для імітаційного експерименту, та обробки його результатів. Узагальнено результати таких експериментів у вигляді рекомендацій для перевірконого розрахунку умов виносу крапель.*

***Ключові слова:** сепаратор, циклон, газорідинна суміш.*

***Аннотация.** Проведен анализ существующих сепараторов газожидкостных смесей циклонного типа, и методик расчета параметров выноса капель. Предложена методика имитационного моделирования таких сепараторов. Приведен пример постановки эксперимента для имитационного эксперимента, и обработки его результатов. Обобщены результаты таких экспериментов в виде рекомендаций для проверочного расчета условий выноса капель.*

***Ключевые слова:** сепаратор, циклон, газожидкостная смесь.*

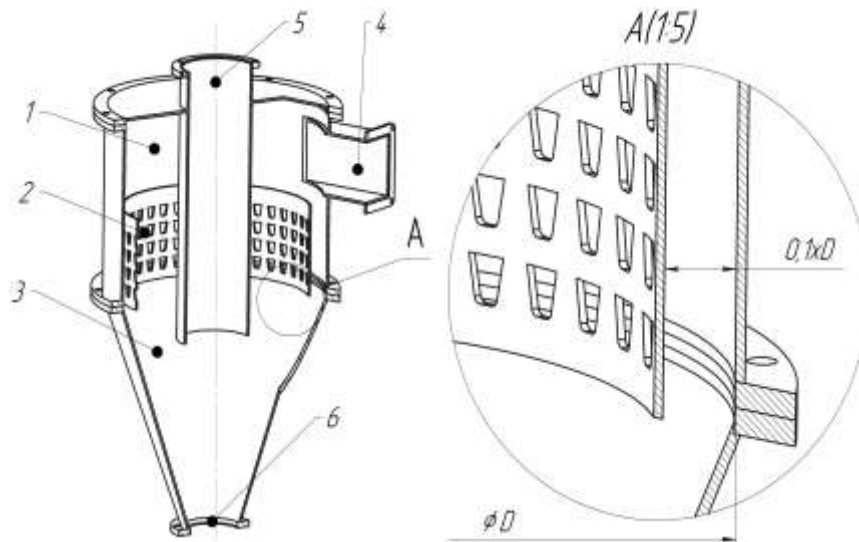
***Summary.** The analysis of existing separators of gas-liquid mixtures of cyclone type, and methods of calculation of droplet removal parameters. Methods of simulation of such separators are proposed. An example of setting up an experiment for a simulation experiment and processing its results is given. The results of such experiments are summarized as recommendations for the*

verification of droplet conditions.

Key words: separator, cyclone, gas-liquid mixture.

Постановка проблеми. Для розділення газорідинних сумішей після дроселювання використовуються сепаратори циклонного типу, які мають невеликі розміри і високий коефіцієнт вловлювання. Процес ізоентальпійного розширення у дроселі супроводжується виділенням значної кількості пари, тому у сепаратор потрапляє суміш пари та рідини з високою концентрацією рідини і температурою, наближеною до температури насичення, що ускладнює розрахунок сепаратора за відомими методиками. За температури на лінії насичення значення коефіцієнту поверхневого натягу зменшується, що може призвести до відриву крапель рідини, які стікає по стінках сепаратору і їх винос, що негативно впливає на коефіцієнт вловлювання.

Відомі модернізації конструкцій відцентрових сепараторів з встановленими елементами вловлювання крапель рідини, рис. 1 [1].



1 – корпус; 2 – елементи вловлювання крапель; 3 – конус; 4 – вхідний штуцер;
5 – центральна труба; 6 – фланець

Рис. 1. Відцентровий сепаратор з встановленими елементами вловлювання крапель

Газорідинна суміш подається через патрубок 4 до верхньої частини корпусу 1, рухається по спіралі вздовж внутрішньої поверхні перфорованої обичайки 2, при цьому сепарується внаслідок відцентрового прискорення, після чого краплі рідини, проходячи через отвори у обичайці потрапляють на стінки корпусу та стікають вниз до патрубка 6, а газ відводиться через патрубок 5.

Внаслідок гальмування потоку між перфорованою обичайкою та корпусом зменшується винос рідини у вигляді крапель потоком газу.

Пропонована конструкція відцентрового сепаратору нескладна у виготовленні та експлуатації, дозволяє зменшити винос рідини з газовим потоком.

Аналіз попередніх досліджень. Сталий прямоточний рух газу і рідини до низу відбувається при швидкості газу до 15 м/с [2], далі відбувається винос бризок.

Товщина плівки, що стікає по периметру сепаратора можна визначити за допомогою [2], м: $S = \sqrt{\frac{3\Gamma\mu_{\delta\alpha}}{\rho_{\delta\alpha}^2 g}}$, де $\Gamma = \frac{\rho_{\delta\alpha} V_{\delta\alpha}}{\Pi}$ – масова щільність зрошення, кг/(м·с); $\rho_{\text{рід}}$ – густина рідини, кг/м³; $V_{\text{рід}}$ – об’ємна витрата рідини, м³/с; Π – периметр, по якому стікає плівка, м; $\mu_{\text{рід}}$ – динамічна в’язкість рідини, Па·с.

Хвилі на поверхні плівки виникають за умови: $Re_{\delta\alpha} = \frac{4\Gamma}{\mu_{\delta\alpha}} > 30$.

Краплі відриваються від поверхні плівки за умови: $W_{\alpha\alpha\alpha} \geq \frac{P\sigma}{\mu_{\delta\alpha}}$, де P – критерій Живайкіна – Волгіна, безрозмірний; σ – поверхневий натяг рідини, Н/м.

Доцільність модернізації відцентрового сепаратору перевіряється за умовою зриву крапель рідини з поверхні плівки, що стікає під дією сили

гравітації. Вхідними параметрами до перевірного розрахунку умов виникнення виносу крапель та необхідності встановлення елементів вловлювання бризок є швидкість парогазової суміші у небезпечних ділянках апарату. Швидкість парової фази у критичних зонах сепаратору пропонується отримати за допомогою методу імітаційного моделювання, рис. 2 у додатку FlowSimulation програми Solidworks.

$$\left\{ \begin{array}{ll} Re_{\delta^3 a} < \frac{0,085}{v_{\delta^3 a}^2} & \Rightarrow P = \frac{29,2}{Re_{\delta^3 a}^{0,75}} \\ \frac{0,085}{v_{\delta^3 a}^2} < Re_{\delta^3 a} < \frac{28,2}{v_{\delta^3 a}} & \Rightarrow P = \frac{100 v_{\delta^3 a}}{Re_{\delta^3 a}^{0,25}} \\ Re_{\delta^3 a} > \frac{28,2}{v_{\delta^3 a}} & \Rightarrow P = 43,2 v_{\delta^3 a}^{1,25} \end{array} \right. .$$

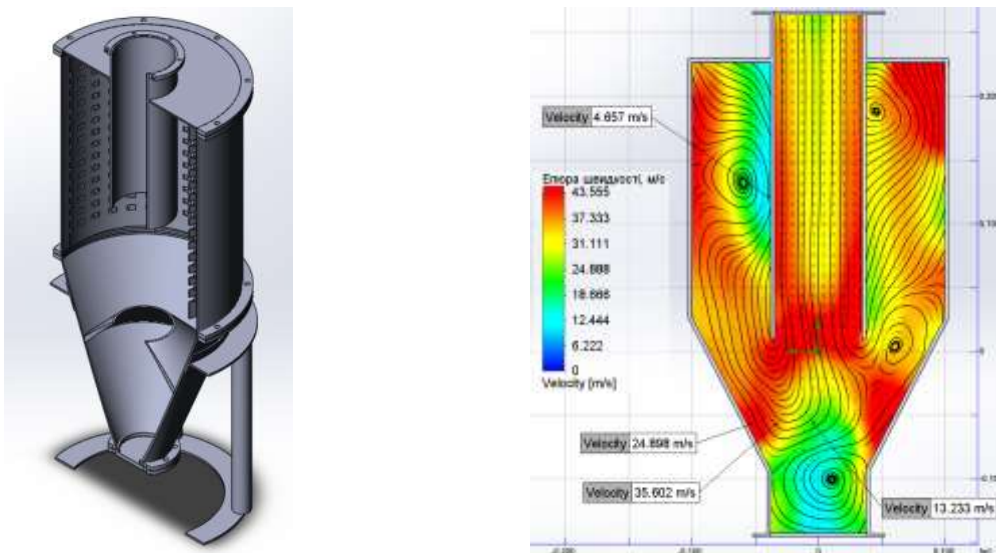


Рис. 2. Модель відцентрового сепаратора з перфорованою проміжною оболонкою та результати імітаційного експерименту (епюри швидкості потоку, м/с)

Таким чином, наведений в прикладі відцентровий сепаратор діаметром 0,2 м, висотою 0,22 м, масовій щільності зрошення $\Gamma=1,5$ кг/(м·с), температурі 80°C працює без виносу бризок на максимальній швидкості повітря 7,08 м/с.

Висновок. Запропоновано методику перевірного розрахунку критичних до виносу бризок параметрів відцентрового сепаратору.

Література

1. Рішення від 28.10.19 про видачу патенту України. МПК (2006.01) МПК В04С 5/10. Відцентровий сепаратор. / Пінчук В.В., Двойнос Я.Г.; заявник і патентовласник вони же. № u201907023; заявл. 18.07.19.
2. Абсорбция газов [Текст] / В. М. Рамм. 2-е изд., перераб. и доп. Москва: Химия, 1976. 655 с. : ил.; 22 см.