

УДК 66.021.3:66.071.8+66.069.82

Отримані результати дають можливість оцінювати дисперсний склад крапель води у факелі розпилювача, а також розраховувати поверхню контакту фаз, яка виникає при взаємодії крапель води в нерухомому газі (повітрі)

Ключові слова: методи вимірювання, продуктивність розпилювача, кутові та лінійні швидкості, інтервал

Полученные результаты дают возможность оценивать дисперсный состав капель воды в факеле распылителя, а также рассчитывать поверхность контакта фаз, которая возникает при взаимодействии капель воды в неподвижном газе (воздухе)

Ключевые слова: методы измерения, производительность распылителя, угловые и линейные скорости, интервал

The received results enable to estimate dispersible composition of drops of water in the atomization jet, and also to compute the surface of contact of phases, which arises at interaction of drops of water in immobile gas (air)

Keywords: methods of measurement, productivity of atomizer, angular and linear speeds, interval

ДИСПЕРСНИЙ СКЛАД КРАПЕЛЬ У ФАКЕЛІ, УТВОРЕНИМ ВІЯЛОВИМ РОЗПИЛЮВАЧЕМ ПРИ ДИСПЕРГУВАННІ МАЛОВ'ЯЗКИХ РІДИН

Л.М. Черняк

Доктор технічних наук, професор
Кафедра загальної та теоретичної фізики
Сумський державний університет
вул. Р.- Корсакова, 2, м. Суми, Україна, 40007
Контактний тел.: (0542) 68-77-36
E-mail: leonidmm@mail.ru

С.О. Фалько

Інженер-механік, завідувач лабораторіями
Шосткинський інститут СумДУ
вул. Інститутська, 1, м. Шостка, Україна, 41100
Контактний тел.: (05449) 7 05 69
E-mail: ser-falko@yandex.ru

1. Введення

Основною умовою для успішного проведення тепломасообмінних процесів – явищ переносу тепла та маси, є створення високорозвинутої поверхні контакту фаз, а також створення й підтримка умов для максимальної швидкості зміни (відновлення) цієї поверхні протягом можливо більшого часу взаємодії фаз [1].

Для отримання міжфазної поверхні з такими характеристиками використовується розпилювання (диспергування) рідин.

До відомих методів диспергування рідин відносяться [2]: гідравлічне розпилювання, механічне розпилювання, пневматичне розпилювання, електричне розпилювання, ультразвукове та пульсаційне розпилювання.

Зараз, у всьому світі, іде боротьба за збереження енергії.

Тепломасообмінні процеси, у яких для їх проведення витрачається відносно по можливості найменша кількість енергії можна назвати низькоенергетичними.

2. Гідравлічне розпилювання утворених первинних крапель рідини під дією закрученого газового потоку

Для втілення в практику низькоенергетичного тепломасообміну, як показує аналіз, необхідно навчитись перетворювати рідини в краплі оптимального розміру, а це можливо, якщо рідина попередньо перетворена в тонкі плівки при мінімальній витраті енергії.

Для низькоенергетичного перетворення різних за формою струменів рідини в тонкі плівки необхідно вибрати певні конструкції плівкоутворювачів, у яких би сили, що деформують і перетворюють струмінь рідини у плівку, виникали б при найменшій витраті енергії. Малоенергетичними силами в природі є гравітаційні сили. Але крім них такими силами є будь-які інші сили, які спрямовані перпендикулярно швидкості руху потоку рідини. Згідно визначенню поняття роботи такі сили не виконують механічну роботу, і тому для їх створення не потрібно витрачати механічну енергію. А вони при певних умовах, які визначаються конфігурацією і конструкцією розпилювача, активно впливають на процеси формування тонких плівок. Такими силами у розпилювачах, що обертаються, є зо-

крема сили Коріоліса, а також складові відцентрових сил інерції.

Найбільш прийнятним способом інтенсифікації тепломасообміну у вихровій камері є спосіб первинного розпилювання рідини механічним розпилювачем і повторним гідравлічним розпилюванням утворених первинних крапель рідини під дією закрученого газового потоку, який притаманний конструкції і аеродинаміці вихрової камери [3].

Були розроблені декілька типів низькоенергетичних розпилювачів рідин [3,4]. Серед них один із найбільш простих розпилювачів рідин, придатний для використання їх в промислових вихрових камерах є так званий віяловий розпилювач [3].

Принципова схема віялового розпилювача показана на рис. 1.

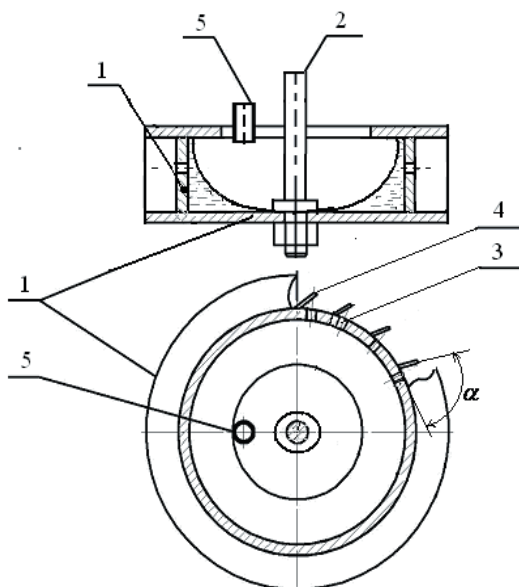


Рис. 1. Схема конструкції віялового розпилювача

Віяловий розпилювач складається з циліндрового корпусу (обичайки) 1, яка приводиться в обертання приводним валом 2. В обичайці 1 зроблені отвори 3, які служать для виходу рідини. До корпусу кріпляться певна кількість пластин-плівкоутворювачів 4. Рідина в обичайку розпилювача подається через пристрій 5.

Принцип дії віялового розпилювача. Рідина, яку потрібно диспергувати, через пристрій 5 надходить в обичайку 1. Тут вона закручується і через отвори 3 поступає на плівкоутворювачі 4. На плівкоутворювачах рідина піддається дії декількох сил. Гравітаційними силами, в даному випадку можна нехтувати. Основними силами в випадку плоского плівкоутворювача у віялову розпилювачі є сили Коріоліса. Ці сили спрямовані по нормалі до поверхні плівки і тому розплющують потік рідини будь-якої форми в плівку, яка тече по плівкоутворювачу.

Товщина плівки і її ширина залежать від об'ємної витрати рідини через кожен отвір 3, кутової швидкості розпилювача, кута α установки пластин 4 на поверхні стінки обичайки 1 і діаметра кола кромок протилежних плівкоутворювачів. В дослідях використовувався кут α , рівний 45° .

3. Диспергування води віяловим розпилювачем. Експериментальні функції розподілу крапель за розмірами в залежності від об'ємних витрат води і швидкості кромок лопатей віялового розпилювача

Диспергування води віяловим розпилювачем проводилося в нерухомому повітрі при температурі навколишнього середовища -20°C .

Тонка плівка після сходу її з плівкоутворювача диспергується в повітрі або в будь-якому газовому середовищі. Краплі диспергованої рідини утворюють первинний факел розпилу. Цей факел створюється незалежно від того, рухається газова фаза всередині вихрової камері чи ні. Якщо газова фаза в вихровій камері перебуває в швидкому вихровому русі, то первинні краплі у факелі розпилу додатково взаємодіють з газовим потоком. В результаті чого відбувається повторне диспергування крапель рідини, і вона додатково диспергується, чим зумовлюється суттєве збільшення поверхні контакту фаз при її одночасній турбулізації, що приводить до інтенсифікації тепломасообміну між рідиною і газом всередині вихрової камери.

Вимірювання об'ємної витрати води через розпилювач, проводилося при робочому режимі установки за допомогою тарованої ємності $V = 3$ л і секундоміра [2,5]. Фіксувалися середні значення не менше трьох вимірювань.

Об'ємна витрата води, що рухається на одній лопаті віялового розпилювача, при дослідженнях мала величину: $Q_1 = 0,065$ м³/год і $Q_2 = 0,107$ м³/год.

Число обертів плівкового розпилювача регулювалося за допомогою варіатора і контролювалося тахометром.

При числі обертів вала розпилювача за хвилину: 3300 – 2500 – 1700 – 1400, кутова швидкість ω дорівнювала: 345,6 – 261,6 – 182,2 – 146,6 1/с. Лінійна швидкість кромок розпилювача відповідно дорівнювала: –31,1 – 23,56 – 16,4 – 13,2 м/с.

Розміри крапель, утворених у факелі розпилу води визначалися за допомогою методу уловлювання крапель імерсійним середовищем. Для визначення дійсних розмірів і підрахунку кількості крапель води фотознімки, зроблені за допомогою цифрової окуляр-камери, виводилися на дисплей комп'ютера. Зображення додатково збільшувалося. На рис. 2 показаний приклад фотознімка крапель води.

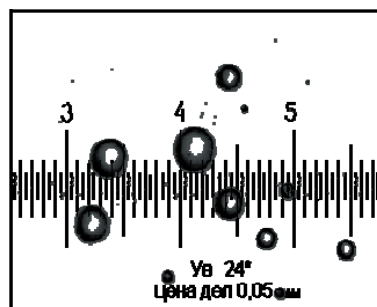


Рис. 2. Знімок крапель води в імерсійному середовищі

На рисунку одній поділці шкали відповідає 25 мкм.

На рис. 3, 4 приведені експериментальні функції розподілу крапель за розмірами в залежності від об'єм-

них витрат води і швидкості кромок лопатей віялового розпилювача.

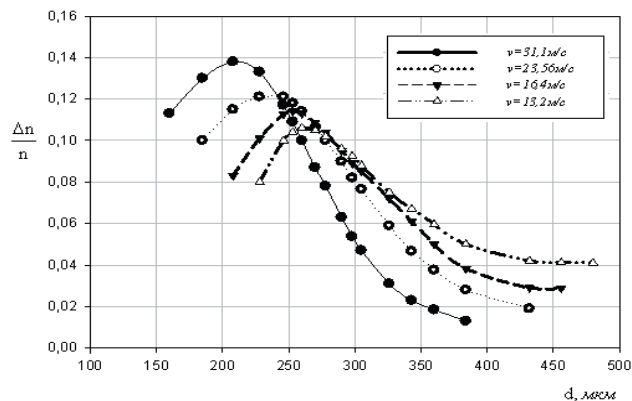


Рис. 3. Експериментальні графіки функцій розподілу крапель води за розмірами в залежності від лінійної швидкості кромок розпилювача при об'ємній витраті рідини $Q_1 = 0,065 \text{ м}^3/\text{год}$

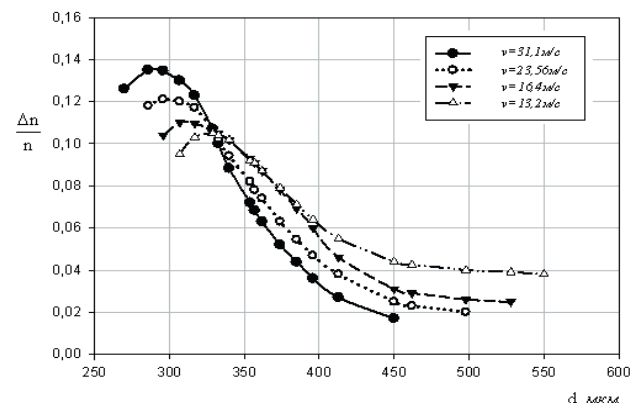


Рис. 4. Залежність розмірів крапель води від лінійної швидкості кромок розпилювача при об'ємній витраті рідини $Q_2 = 0,107 \text{ м}^3/\text{год}$

4. Визначення об'ємно-поверхневого діаметру крапель. Залежності середнього об'ємно-поверхневого діаметра крапель від об'ємної витрати води та швидкості кромок розпилювача

Об'ємно-поверхневий діаметр крапель (або діаметр крапель за Заутером) визначається такою залежністю:

$$d_{32} = \frac{\sum n_i d_i^3}{\sum n_i d_i^2} = \frac{v_3}{v_2}$$

де: n_i – кількість крапель в інтервалі, d_i – діаметри крапель, $\frac{v_3}{v_2}$ – відношення початкового моменту третього порядку до початкового моменту другого порядку.

Розмір крапель згідно з Заутером найбільш адекватно характеризує загальну поверхню контакту фаз розпиленої рідини при її взаємодії з газовою фазою.

На рис. 5 показані залежності середнього об'ємно-поверхневого діаметра крапель від об'ємної витрати води та швидкості кромок розпилювача.

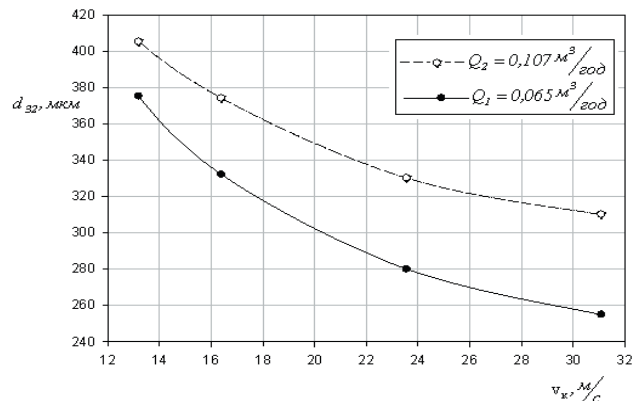


Рис. 5. Залежність об'ємно-поверхневого діаметру крапель від витрати води та лінійної швидкості кромок розпилювача

Висновок

Отримані результати дають можливість оцінювати дисперсний склад крапель у факелі розпилу, утвореного віяловим розпилювачем в широкому діапазоні витрат води і швидкостей кромок розпилювача, а також розраховувати поверхню контакту фаз, яка виникає при взаємодії крапель води в нерухомому газі (повітрі).

Література

1. Стабников В.Н. Теория обновления поверхности контакта фаз// Изв. Вузов, Пищевая технология, № 6, 1968.– 100-107с.
2. Пажи Д.Г., Галустов В.С. Основы техники распыливания жидкостей // М.: Химия, 1984.
3. Черняк Л.М. Новый тип низкоэнергетического распыла жидкости. Доклады всесоюзного научно-технического совещания "Пути совершенствования, интенсификации и повышения надежности аппаратов в основной химии", ч.2// Сумы, 1980.– 5-7с.
4. Холин Б.Г., Баранов Э.И., Черняк Л.М. Новые конструкции объемных распылителей// М.: ЦИИТИ ХИМНЕФТЕМАШ, сб. № 3, 1974.– 18-20с.
5. Метревели В.Н. Сборник задач по курсу гидравлики с решениями: Учебное пособие для Вузов// М.: Высшая школа, 2008.
6. Черноуцан А.И. Краткий курс физики// М.: Физматлит, 2002.