

ВИЗНАЧЕННЯ ДІАМЕТРУ ТА ШВИДКОСТІ ПОЛЬОТУ КРАПЕЛЬ У ПРЯМОТОЧНОМУ АБСОРБЕРІ З РЕГУЛЯРНОЮ РУХОМОЮ ПУЛЬСАЦІЙНОЮ ПЛАСТИНЧАТОЮ НАСАДКОЮ (ПАРРППН)

Л.Д.Пляцук, проф.; О.О.Геліх, канд.техн.наук

Для розрахунку коефіцієнтів масовіддачі [1] необхідно визначити діаметр крапель, які утворюються при подрібненні плівки на насадочних елементах ПАРРППН, та їх швидкість польоту.

ВИЗНАЧЕННЯ ДІАМЕТРУ КРАПЛІ

Механізм утворення крапель у шарі рухомої пульсаційної насадки під дією вихорів, які виникають при обтіканні пластини, такий: під дією пульсації потоку плівка рідини розривається на струмені з діаметром, який дорівнює товщині плівки і на деякій відстані від пластини подрібнюється на краплі. Коливний рух насадки сприяє інтенсифікації подрібнення.

Подрібнення крапель у турбулентному потоці також відбувається під дією великомасштабних пульсацій, які є джерелом дрібномасштабних.

Із закону збереження енергії випливає, що потужність, яка дисипується у одиниці маси середовища, для однакових масштабів однакова, отже, відповідно до теорії Колмогорова [2] при ізотропній турбулентності розмір крапель може бути визначений із дисипації енергії.

Припустимо, що утворення крапель відбувається при подрібненні плівки під дією вихорів, які виникають при обтіканні пластини. Краплі у момент формування мають сферичну форму з однорідним поверхневим натягом. При послідовному багатократному подрібненні плівки, яка утворюється, швидкості подрібнення і коалесценції крапель однакові.

Енергія, необхідна для подолання сил поверхневого натягу, дорівнює

$$E_k = \sigma \cdot F_k, \quad (1)$$

де F_k - поверхня краплі.

Енергія, яка отримується краплею з масою m_k від вихора при обтіканні ним пластини:

$$E_k = \frac{m_k u'^2}{2} = \frac{\pi \cdot \rho_p d_k^3 u'^3}{12}. \quad (2)$$

Отже, із умови збереження енергії можна записати, що

$$\sigma \cdot \pi \cdot d_k^2 = \frac{\pi \cdot \rho_p d_k^3 u'^2}{12}, \quad (3)$$

де u' - середня пульсаційна швидкість, яку можна визначити відповідно до закону "двох третин" так:

$$u' = \sqrt[3]{E \cdot l} = \sqrt[3]{E d_k}, \quad (4)$$

де l - масштаб пульсацій, співрозмірний з d_k .

Підставивши значення u' в рівняння (3) і розв'язавши його відносно d_k , одержимо

$$d_k = \left[\frac{12\sigma}{\rho_z E^{0,67}} \right]^{0,6} \quad (5)$$

Дисипацію енергії E у масі рідини визначимо із співвідношення

$$E = N_a \Theta_a \frac{1}{V_p \rho_p}, \quad (6)$$

де N_a - потужність вихору, який утворюється при обтіканні пластини суцільним потоком;

V_p - об'єм рідини на поверхні насадки ($V_p = b^2 \delta_{c.пл}$).

Потужність вихору можна визначити за [3]:

$$N_a = \left(\frac{\Psi_a}{\Psi_n} \right)^{0,5} \Psi_a \rho_z b^2 \frac{u_z^3}{2} \cos \alpha, \quad (7)$$

де Ψ_a - коефіцієнт Кармана;

Ψ_n - коефіцієнт опору пластини;

$u_z = \frac{W_z}{\varepsilon_0 \varphi}$ - дійсна швидкість газу у шарі;

ε_0 - порозність насадки;

φ - газовміст шару.

Тепер, підставивши (7) у (6) і далі у (5), одержимо середній діаметр краплі:

$$d_{c.k} = 5,86 \frac{\sigma^{0,6}}{\rho_p^{0,2} u_z^{1,2}} \left(\frac{\sigma_{c.пл}}{\Theta_a \Psi_n \rho_z \cos \alpha} \right)^{0,4}, \quad (8)$$

$$\Psi_n = \Psi_a \left(\frac{\Psi_a}{\Psi_n} \right)^{0,5}$$

ШВИДКІСТЬ ПОЛЬОТУ КРАПЛІ

Для розрахунку коефіцієнтів масовіддачі необхідно визначити швидкість польоту крапель. Для цього використаємо таке рівняння:

$$m_k \frac{du_k}{d\tau} = F_o - m_k g. \quad (9)$$

Силу опору у цьому рівнянні F_o визначимо у вигляді формули Ньютона [4]:

$$F_o = \Psi_k \rho_z \frac{\pi d^2}{8} (u_z - u_k)^2, \quad (10)$$

де Ψ_k - коефіцієнт опору краплі.

Для визначення Ψ_k скористаємося формулою, запропонованою О.С.Балабековим [3], яка у діапазоні $100 \leq Re \leq 800$ дає найбільш тісну апроксимацію стандартної кривої опору деформованої (еліпсоїдної) краплі:

$$\Psi_k = \frac{393}{\text{Re}^{0,2}} Z^{0,8}, \quad (11)$$

де

$$Z = v_z \sqrt{\frac{\rho_z}{\sigma \cdot d_k}}$$

Розв'язуючи рівняння (9) відносно $\frac{du_k}{d\tau}$ з урахуванням рівнянь (10) і (11),

одержимо

$$\frac{du_k}{d\tau} = 294,7 \frac{v_z}{\rho_k} \frac{\rho_z^{1,4}}{d_k^{0,6} \sigma^{0,4}} (u_z - u_k)^{1,8} - g. \quad (12)$$

Одержаний вираз є неоднорідним диференціальним рівнянням першого порядку відносно u_k і може бути розв'язане числовим методом.

SUMMARY

The method of both drop diameter and fly speed determination which is necessary for estimation of SARMFP mass output coefficients at the designing stage has been discussed.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Пляцук Л.Д., Гелих О.А. Расчет массоотдачи в газовой фазе при обтекании элемента насадки с пленкой жидкости//Тези доповідей ІХ Міжнародної конференції "Удосконалення процесів та апаратів хімічних, харчових та нафтохімічних виробництв", 10-13 вересня 1996 р. - Одеса.:ОДАХТ, 1996. - С.47.
2. Колмогоров Л.Н. О дроблении капель в турбулентном потоке//ДАН СССР. - 1949. - Т.66. - № 5.-С.825-828.
3. Балабеков О.С. Гидродинамика, массообмен и пылеулавливание при противоточных и прямоточных двухфазных капельных и пленочных течениях в слое подвижной насадки: Дисс...д-ра техн.наук: 05.17.08. - М., 1985. - Т.1. - 430 с.
4. Путилов К.А. Курс физики. - М.:ГУПИ МП РСФСР.-1952. - Т.1. - С.335.

Надійшла до редколегії 3 листопада 1999 р.

УДК 66.01.011

ВПЛИВ ГІДРОДИНАМІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ВИХРОВОГО ГАЗОВОГО ПОТОКУ НА РОБОТУ ВИХРОВОГО РОЗПИЛЮВАЛЬНОГО ПРОТИТЕЧІЙНОГО МАСООБМІННОГО АПАРАТА

В.І.Склябінський, доц.

Однією з умов стабільної роботи вихрового ропилювального протитечійного масообмінного апарата (ВРПМА) є створення плоского протитечійного газу руху крапель рідини [1]. При цьому відбувається інтенсифікація внутрішніх циркуляційних струмів у краплях [2], що впливає на підвищення ефективності роботи вихрового апарата. Для виявлення характерних рис руху рідкої фази в масообмінній камері вихрового протитечійного апарата необхідно проаналізувати процес руху від моменту введення рідини в центральній області до сепарації її на циліндричних стінках вихрової камери.

У розглянутій конструкції вихрового апарата газ уводиться через ряд тангенціальних щілин на периферії вихрової масообмінної камери, а рідина