

Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет
Шосткинський інститут Сумського державного університету
Фармацевтична компанія «Фармак»
Управління освіти Шосткинської міської ради
Виконавчий комітет Шосткинської міської ради

ОСВІТА, НАУКА ТА ВИРОБНИЦТВО: РОЗВИТОК І ПЕРСПЕКТИВИ

МАТЕРІАЛИ

II Всеукраїнської науково-методичної конференції,

(Шостка, 20 квітня 2017 року)



Суми
Сумський державний університет
2017

УДК 66.021.3:66.071.8+66.069.82

РОЗВ'ЯЗАННЯ РІВНЯНЬ ЗАЛЕЖНОСТІ ЧАСУ РУХУ ПЛІВКИ ПО ПЛІВКОУТВОРЮВАЧУ ВІД ДОВЖИНИ ПЛОСКОГО СТАТИЧНОГО ПЛІВКОУТВОРЮВАЧА ДЛЯ РІЗНИХ НАТИСКІВ З ВИКОРИСТАННЯМ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

С. О.Фалько

Хіміко-технологічний коледж імені Івана Кожедуба ШІ СумДУ
вул. Інститутська, 1, м. Шостка, Сумська область, 41100
colledge@ukr.net

Рівняння формування рідких плівок на похилих статичних пластинах – плівкоутворювачах при обумовлених передумовах мають наступний вигляд:

$$\begin{aligned} \frac{dU}{dt} &= b_1 - b_2 Y^2 U^3 ; \\ \frac{dV}{dt} &= \frac{b_3}{Y^2 U} - b_4 U - b_2 Y^2 U^2 V. \end{aligned} \quad (1)$$

Ця система рівнянь може бути приведена до системи диференціальних рівнянь стандартного вигляду, що вимагається для її розв'язання за допомогою комп'ютерної техніки:

$$\begin{aligned} \frac{dx}{dt} &= u; \\ \frac{dy}{dt} &= v; \\ \frac{du}{dt} &= b_1 - b_2 Y^2 u^3 ; \\ \frac{dv}{dt} &= \frac{b_3}{Y^2 u} - b_4 u - b_2 Y^2 u^2 v, \end{aligned} \quad (2)$$

де: x, y – координати фронту плівки; u, v – усереднені компоненти швидкостей по вісях OX і OY відповідно; коефіцієнти – параметри b_1, b_2, b_3, b_4 визначаються наступними рівняннями:

$$\begin{aligned} b_1 &= g \cos \alpha; & b_3 &= Q g \sin \alpha; \\ b_2 &= \frac{12 \nu}{Q^2}; & b_4 &= \frac{4 \sigma}{\rho K, Q}. \end{aligned}$$

Рівняння (2),- система нелінійних диференціальних рівнянь.

Для визначення методів розв'язання за допомогою ЕОМ частіше всього обирають один з двох методів. При використанні першого методу обирають оптимальну ширину кроку інтегрування. Важливо те, щоб похибки на кожному кроці інтегрування були якомога меншими.

Другий метод є більш швидким (метод Рунге-Кутта) і тому його використання є більш доцільним. При обиранні відповідної кількості кроків інтегрування, результати використання цих методів практично однакові.

Частіше всього в промисловій технології використовують рідини по поверхневому натягу, а також по щільності найбільш приблизні до води, тому саме для води ставиться задача розв'язання системи (2). Використовуючи одну з програм для вирішення цих рівнянь (*Turbo Pascal*), по отриманим при розв'язанні системи (2) *dat*-файлам було побудовано наступні графічні залежності.

Задамо наступні умови. Рідина під натиском H_v рухається через отвір D_s на плоский плівкоутворювач, який встановлено під кутом α до вертикалі. Згідно серії дослідів були визначені коефіцієнти стиску φ_s , змішування K_s струй системи, поверхневого натягнення σ , щільності ρ , а також в'язкість ν або μ . Ці дані вводять до програми по запиту ЕОМ і можуть бути змінені згідно бажанням користувача.

Проаналізуємо залежність часу руху плівки по плівкоутворювачу від довжини плоского статичного плівкоутворювача для різних натисків, - залежність часу руху плівки по плівкоутворювачу від координати x для різних натисків H_v рідини в межах 50–300 мм.

Залежність часу руху елементів рідини на статичному плоскому плівкоутворювачі, встановленому під кутом 45° від координати x уздовж течії рідини типу вода приведена на рисунку 1.

На рисунку 2 представлена залежність продольної складової u швидкості елементів плівки рідини при діаметрі витікання рідини типу вода $D_s = 12$ мм.

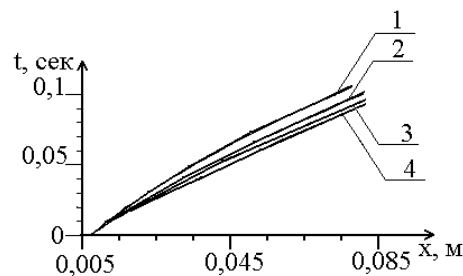


Рисунок 1 – Залежність середнього часу руху рідкої плівки від довжини x плоского статичного плівкоутворювача при діаметрі отвору витікання рідини $D_s = 12$ мм; $\rho = 1000$ кг/м³; $\nu = 1 \cdot 10^{-6}$ м²/с; $\sigma = 0,072$ Н/м². Криві 1, 2, 3, 4 відповідають натискам 50, 100, 250, 300 мм. Плівкоутворювач встановлено під кутом 45°

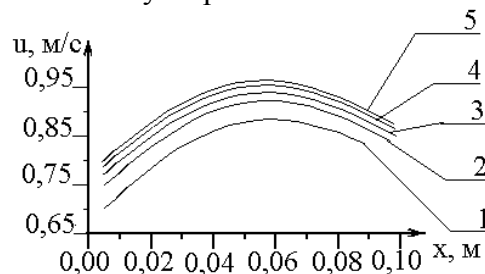


Рисунок 2 – Залежність складаючої u швидкості плівки рідини від натиску і довжини x плоского статичного плівкоутворювача, $D_s = 12$ мм. Криві 1, 2, 3, 4, 5 відповідають натискам H_v - 50, 100, 150, 250, 300 мм

Висновки: після деякого значення координати x складаюча швидкості u рідини спочатку стабілізується, а потім починає зменшуватися. Стійки плівки ми маємо вже при $x \geq 85$ мм. Отримані дані можна використовувати для розрахунку місць зливання окремих плівок в одну суцільну плівку великої ширини.

Список використаних джерел:

1. Л.М. Черняк, Ю.А. Зимак Ю.А., Исследование, разработка и внедрение ППКА для мокрой очистки аспирационного воздуха от содовой пыли и охлаждения оборотной воды (Сумы СФ ХПИ: Отчет НИР №01823025204: 1985–74с.).

2. Л.М. Черняк, Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по доводке и внедрению системы ППКА для улавливания содовой пыли на Крымском содовом заводе (Сумы: СФТИ: Отчет НИР №01860071895: 1988).

3. С.Э. Фриш, А.В. Тиморева, Курс общей физики. В 3-х тт. (Лань: 2007–528 с.).