

Продовольча **АПЖ** індустрія



І спрагу
тамує,
і ласунам
смакує...

(стор.4, 8)

№3
2014

Моделювання процесу приготування повітряно-водяних сумішей для зволоження таблеткових мас



Анотація. З використанням програмного пакета Flow Vision було змодельовано два варіанти ежекційних пристроїв, які відрізняються між собою координатами подачі рідкого і газового середовища. Наслідком досліджень стала запропонована раціональна конструкція ежекційного пристрою, який забезпечує одержання у короткий термін зволоженої дрібнодисперсної таблеткової суміші з рівномірно розподіленими компонентами.

Ключові слова: сушарка-гранулятор, ежекція, рідина, газ, моделювання.

Моделирование процесса приготовления воздушно-водяных смесей для увлажнения таблеточных масс Е. ЧЕПЕЛЮК, М. ШПАК (Национальный университет пищевых технологий), Ю. СУХЕНКО, В. СУХЕНКО (Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины).

Аннотация. С использованием программного пакета Flow Vision было смоделировано два варианта эжекционных устройств, которые отличаются между собой координатами подачи жидкой и газовой среды. Следствием исследований стала предложенная рациональная конструкция эжекционного устройства, которое обеспечивает получение в короткие сроки увлажненной мелкодисперсной таблеточной смеси с равномерно распределенными компонентами.

Ключевые слова: сушилка-гранулятор, эжекция, жидкость, газ, моделирование.

Simulation of the process of preparation of air-water mixture to moisten the tablet mass OLENA O. CHEPELYUK, MAXIM S. SHPAK, (National university of Food Technologies) YURIY G. SUKHENKO, VLADISLAV Y. SUKHENKO (National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine)

Abstract. Using the software package Flow Vision was modeled two options ejecting devices that differ coordinates supply of liquid and gaseous medium. In the simulation process were separately examined ejection zone fluid supply and air mixing confuser and diffuser section. Result of the research was a better mix of primary components in the feed liquid in the central tube and the air - in the peripheral holes. This helped to ensure uniform wetting friable tablet mixtures and obtaining high-quality granulated in a granulator-dryer in the application of ejectors in which the feed liquid is in the central tube and the air - in the peripheral holes. The result of research was the rational design of ejecting a device that gives a brief period in damp fine mixture of evenly distributed components.

Key words: dryer-granulator, ejection, liquid, gas, modeling.

О. Чепелюк, канд. техн. наук

М. Шпак, асистент

Національний університет харчових технологій

Ю. Сухенко, докт. техн. наук

В. Сухенко, канд. техн. наук

Національний університет

біоресурсів

і природокористування України

Вступ. Якість твердих лікарських засобів (таблеток) істотно залежить від проведення процесу гранулювання суміші компонентів. При використанні сучасних грануляторів із псевдозрідженим шаром в одному апараті поєднуються операції змішування, грануляції, сушіння і обпудрювання.

Перед гранулюванням для зволоження сипких компонентів необхідно диспергувати рідину в газовому середовищі. Пристрої, які для цього використовують - розпилювальні форсунки механічного типу; пневматичні, які працюють з використанням стиснутого повітря або газу; відцентрові розпилювачі.

Альтернативою традиційним розпилювачам для диспергування рідини є **ежектори** - паро-повітряні та рідинно-газові. В рідинно-газових струменевих апаратах робочий (рідина) та пасивний (газ) потоки перебувають в різних агрегатних станах і майже не змішуються при ежекуванні [2].

Тривалий час вважалося, що ефект ежекування (захоплення) газу рідиною пояснюється, насамперед, тертям на межі поділу фаз.

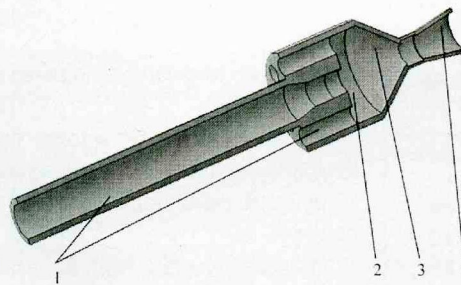


Рис.1. Загальний вигляд ежектора
1 – зона подачі компонентів,
2 – зона змішування;
3 – конфузورها дільниця,
4 – дифузورها дільниця

Тому припускали, що подача гідро-струменевим апаратом газу визначається площею поверхні робочого струменя. Але більш детальні дослідження показали, що виконання

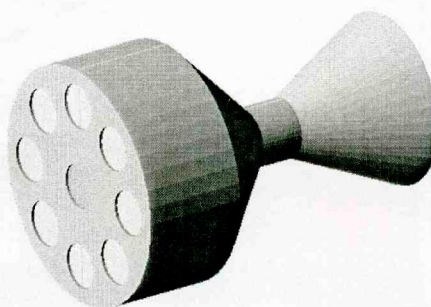


Рис.2. 3D модель частини ежектора.

вихідного отвору робочого сопла у формі хреста чи кільця замість круглого перерізу не призводить до зростання коефіцієнта підсмоктування газу [2]. Доведено, що головними чинниками, які впливають на втягування в рідинний струмінь газу,

є ступінь турбулентності рідинного струменя та сумарна площа поверхні краплин.

Сумарний тиск P_{02} у змішаному потоці більший за тиск P_{01} у низько-напірному потоці. Співвідношення

$$E = P_{02}/P_{01} \quad (1)$$

назване ступенем стиснення, є важливою характеристикою ежекторів. Для збільшення ступеня стиснення ежектори встановлюють послідовно так, щоб потік суміші з попереднього ежектора потрапляв у наступний. Застосування таких пристроїв у фармацевтичній промисловості для зволоження сипких таблеткових сумішей може забезпечити високу рівно розмірність і якість кінцевої продукції.

Мета досліджень - обґрунтування раціональної конструкції ежекційного пристрою, який забезпечує отримання у короткий термін зволоженої дрібнодисперсної таблеткової суміші з розподіленими рівномірно компонентами.

Процес ежекції змодельовано з використанням програмного комплексу Flow Vision.

Об'єктом дослідження був процес утворення дрібнодисперсної повітряно-водяної суміші, а предметом досліджень – конструктивні особливості і робочі характеристики ежекційного пристрою.

Результати досліджень. В ежекційному пристрої виділяють зони подачі компонентів і змішування, конфузурну і дифузурну дільниці (рис.1).

З використанням програмного па-

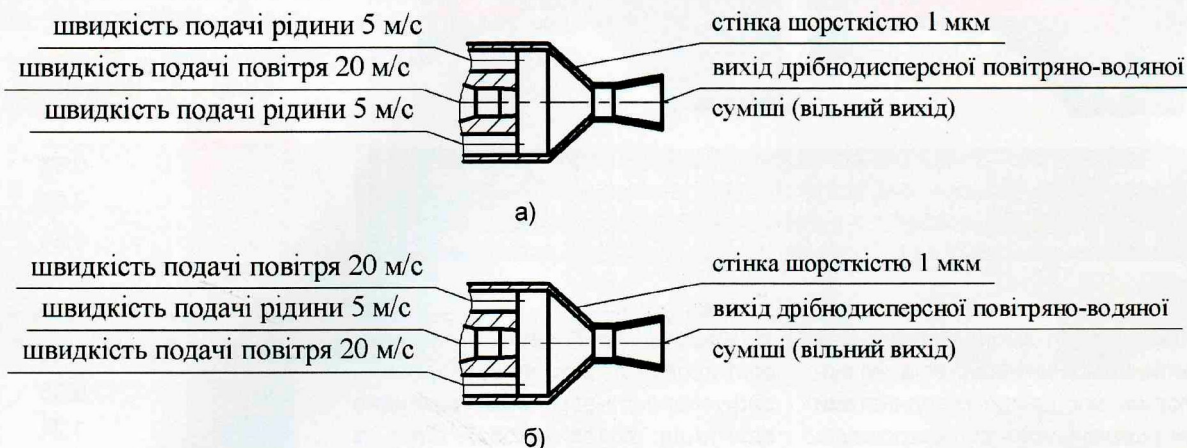


Рис.3. Граничні умови для розрахунку двох варіантів ежекційного пристрою:
а) з подачею повітря у внутрішню трубку; б) з подачею повітря у зовнішні отвори.

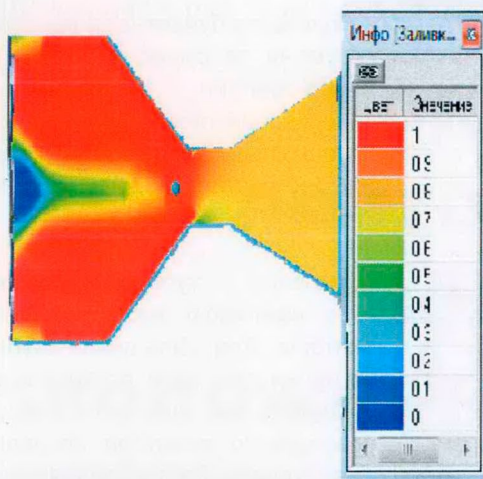
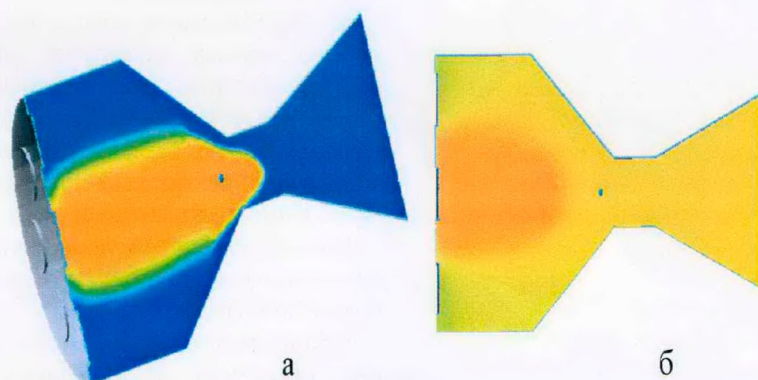
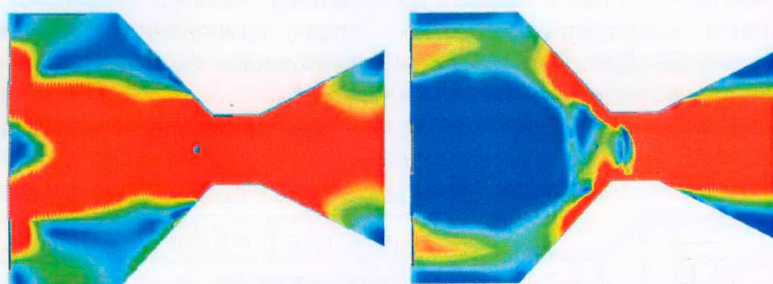


Рис.4. Розподіл концентрацій повітря у воді для першого варіанту ежекційного пристрою



**Рис.5. Розподіл концентрації повітря у воді для другого варіанту ежекційного пристрою:
а – початок роботи, б – вихід на усталений режим**



**Рис. 7. Поля швидкостей повітряно-рідинної суміші в поздовжньому перерізі ежектора:
а – 1-й варіант пристрою, б – 2-й варіант пристрою**

кета Flow Vision змодельовано два варіанти ежекційних пристроїв, які відрізняються між собою координатами подачі рідкого і газового середовища. При моделюванні процесу ежекування були окремо розглянуті зони подачі рідини і повітря та змішування, кон-

фузорна і дифузорна ділянки (рис.2).

Зона подачі компонентів описана *граничними умовами* – швидкостями подачі рідини і повітря.

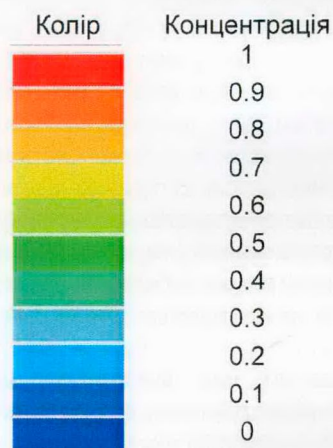
Граничні умови (рис.3) описують взаємодію вихідних компонентів і газо-рідинної суміші з елементами обладнання. Розглянуто два варіанти роботи ежекційного пристрою, які відрізняються координатами подачі рідини і повітря.

Для опису реологічних характеристик вихідних компонентів використана база даних пакету Flow Vision. Для більш точних результатів мо-

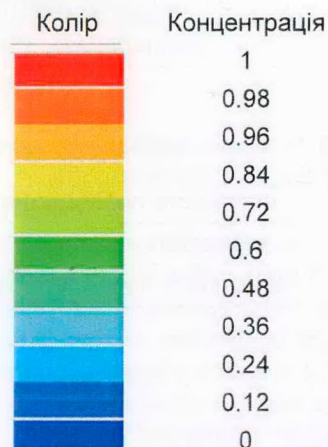
тиск, швидкість та концентрацію компонентів у поздовжньому перерізі ежекційного пристрою.

Концентрація - основний показник якості одержаної повітряно-рідинної суміші на виході з ежектора, оскільки завдяки їй простежується рівномірність розподілу компонента 1 (води) у компоненті 0 (повітрі). Лише забезпечення рівномірного розподілу обох вихідних компонентів у суміші призведе до якісного зволоження таблеткової маси, утворення гранул, однакових за формою і розмірами.

Моделювання показало (рис. 4), що змішування повітря і рідини для першого варіанту ежекційного пристрою розпочинається на відстані 1,5 мм від входу компонентів у робочу зону. Вода у пристрої потрапляє в ежектор через вісім отворів, а утворення її суміші з повітрям з рівномірним розподілом складових (концентрація 0,7 – 0,8) відбувається вже на відстані 11 мм від місця їх подачі.



Змішування компонентів у другому варіанті ежекційного пристрою (рис.5) відрізняється від попереднього.



делювання на ділянці пристрою, розташованій між конфузорною і дифузорною частинами, виконана адаптація розрахункової сітки із збільшеною кількістю комірок, які розглядаються у розрахунках.

При моделюванні аналізували

Мета досліджень - обґрунтування раціональної конструкції ежекційного пристрою, який забезпечує отримання у короткий термін зволоженої дрібнодисперсної таблеткової суміші з розподіленими рівномірно компонентами.

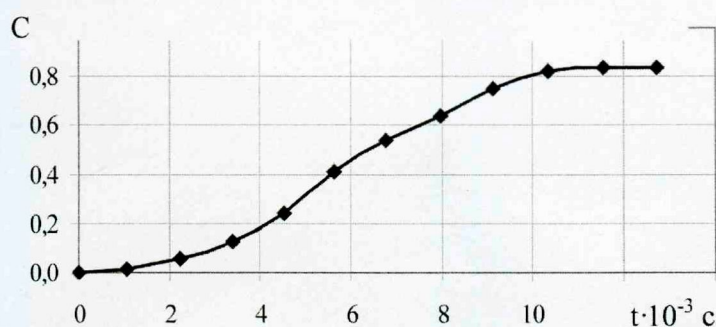
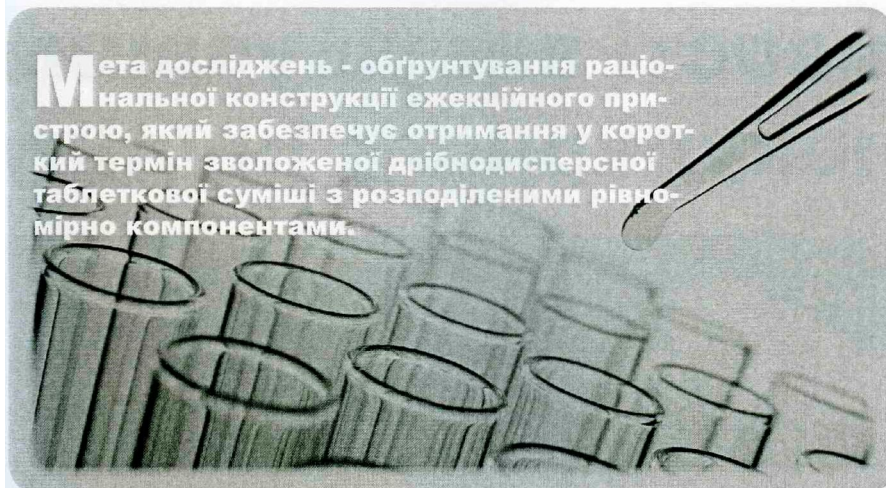


Рис. 6. Залежність концентрації повітря у воді під час ежекування

Порівнюючи концентрацію на початку ежекування і при усталеному процесі (див. рис.5), можна простежити кінетику її вирівнювання. При виході на усталений режим, що досягається через 0,001 с після початку роботи ежектора, величина концентрації газу в суміші становить 0,82 (рис.6).

При швидкості подачі води 5 м/с і повітря – 20 м/с (рис.7) утворення повітряно-рідинної суміші стабілізується у короткий термін і, на виході з центрального отвору ежектора, швидкість становить 200 м/с, що відповідає даним, отриманим іншими дослідниками [1,2]. Зони зі швидкостями, які відрізняються від основного потоку, розміщені по периферії (рис.7,а). Більш рівномірний розподіл швидкостей притаманний другому варіанту пристрою (рис. 7,б), в якому вода подається у центральну трубку.

зується у короткий термін і, на виході з центрального отвору ежектора, швидкість становить 200 м/с, що відповідає даним, отриманим іншими дослідниками [1,2]. Зони зі швидкостями, які відрізняються від основного потоку, розміщені по периферії (рис.7,а). Більш рівномірний розподіл швидкостей притаманний другому варіанту пристрою (рис. 7,б), в якому вода подається у центральну трубку.

На вході в ежекційний пристрій тиск становить 5,67 МПа. Після змішування компонентів у конфузорній частині тиск зменшується і, на відстані 13 мм від місця подачі компонентів, становить 3,8 МПа. На виході з ежекційного пристрою тиск суміші, в середньому, становить 3,2 МПа.

Висновки.

1. Порівняння результатів моделювання процесу змішування у двох розглянутих ежекторах з різними координатами подачі рідини і газу свідчить, що більш якісне змішування початкових компонентів відбувається при подачі рідини в центральну трубку, а повітря – у периферійні отвори.

2. Забезпечення рівномірного зволоження сипких таблеткових сумішей і отримання якісного грануляту в сушарці-грануляторі можливе при застосуванні ежекторів, у яких подача рідини здійснюється в центральну трубку, а повітря – у периферійні отвори.

Література

1. Zeng Y. Flow behaviour of turbulent nozzle jets issuing from bevelled collars / Y. Zeng, T.H. New, T.L. Chng // *Experimental Thermal and Fluid Science*, Volume 35, Issue 8, November 2011. – P.1555–1564.
2. Pablo A. Venegas, Ana L. Narváez, Amilcar E. Arriagada etc. Hydrodynamic effects of use of eductors (Jet-Mixing Eductor) for water inlet on circular tank fish culture. / Pablo A. Venegas, Ana L. Narváez, Amilcar E. Arriagada, Katherine A. Llancaleo // *Aquacultural Engineering*, Volume 59, March 2014. – P. 13-22.

