

розподілу компонентів кормових сумішей з використанням барабанного змішувача з регульованою віссю обертання, розроблена кінетична модель процесу змішування може бути використана для визначення часу змішування сухих кормових сумішей.

### **Список літератури**

1. Батунер Л.М. Математические методы в химической технике / Л.М. Батунер, М.И. Позин. – Л.: Химия, 1968. – 417 с.
2. Єгоров Б.В. Технологія виробництва преміксів / Б.В. Єгоров, О.І. Шаповаленко, А.В. Макаринська. – К.: Центр учбової літератури, 2007. – 288 с.
3. Кукта Г.М. Оптимальная продолжительность смешивания компонентов комбикормов / Г.М. Кукта, А.И. Голосов // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. – 1971. – №11. – С. 74–82.
4. Кукта Г.М. Оценка процесса смешивания кормов / Г.М. Кукта, А.И. Голосов, А.Ш. Финкельштейн // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. – 1969. – №2. – С. 41–54.
5. Макаров Ю.И. Аппараты для смешения сыпучих материалов / Ю.И. Макаров. – М.: Машиностроение, 1973. – 216 с.

*Приведены исследования кинетики процесса получения комбикормовых смесей с целью получения равномерности распределения компонентов в смеси, установленной зоотехническими нормами.*

***Смешивание, равномерность, кинетика, комбикорм, смесь.***

*Researches of kinetics of process of receiving formula-feed mixes for purpose of obtaining uniformity of distribution of components are given in the mix established by zootechnical norms.*

***Mixing, uniformity, kinetics, compound feed, mix.***

УДК 637.125.65:621.757.007.52

### **РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТРИВАЛОСТІ НАПОВНЕННЯ ПОВІТРЯМ СИСТЕМИ „ДОЇЛЬНИЙ СТАКАН – ПУЛЬСАТОР”**

***В.В. Адамчук, доктор технічних наук, академік НААН  
Національний науковий центр “Інститут механізації та електрифікації сільського господарства”***

***І.В. Дмитрів, В.Т. Дмитрів, кандидати технічних наук  
Львівський національний аграрний університет***

© В.В. Адамчук, І.В. Дмитрів, В.Т. Дмитрів, 2015

*Приведено аналіз результатів експериментальних досліджень тривалості процесу наповнення повітрям камер змінного вакуумметричного тиску системи „доїльний стакан – пульсатор” до номінального атмосферного тиску. Проаналізовано вплив конструкційно-технологічних параметрів пульсатора на часові характеристики режиму роботи доїльного апарата.*

***Доїльний апарат, пневмоелектромагнітний пульсатор, вакуумметричний тиск, тривалість відкачування, система «доїльний стакан – пульсатор».***

**Постановка проблеми.** Проектування нових конструкцій пульсаторів доїльних апаратів вимагає теоретичного визначення технологічних характеристик їх роботи. Конструювання пульсаторів вимагає враховувати витрату повітря при заданих конструктивних розмірах геометричних їх об’ємів, що дозволило б визначати режими роботи та енергетичні затрати. Тому для моделювання конструкційних і технологічних параметрів пульсатора доїльного апарату необхідно експериментальні дослідження їх впливу на витрату повітря цими елементами й доїльного апарата в цілому.

**Аналіз останніх досліджень.** Дослідженням впливу конструкційно-технологічних параметрів пульсатора на процес відкачування і наповнення повітрям системи “доїльний стакан – пульсатор” присвячено ряд робіт [1–5]. Встановлені закономірності протікання процесів відкачування і наповнення повітрям камер змінного вакуумметричного тиску системи „доїльний стакан – пульсатор” дозволили обґрунтувати час переходу системи від такту стиску до такту ссання і навпаки. На режимні характеристики роботи пневмоелектромагнітного пульсатора впливають об’єм камер змінного вакуумметричного тиску, діаметр перепускних отворів пульсатора, вакуумметричний тиск. Запропонована конструкція адаптивного пневмоелектромагнітного пульсатора доїльного апарату [6] дозволяє знизити тривалість перехідних процесів роботи пульсатора, що досягається зменшенням об’ємів камер змінного вакуумметричного тиску через вилучення з конструкції доїльного апарата вакуумних шлангів, які підводять змінний вакуумметричний тиск до міжстінкових камер доїльного стакана. Аналіз результатів теоретичних моделювань показав, що при вакуумметричному тиску 48 кПа, об’ємі камер змінного вакуумметричного тиску  $10^{-4}$ – $1,8 \cdot 10^{-4}$  м<sup>3</sup>, діаметрі перепускного отвору  $4 \cdot 10^{-3}$ – $3 \cdot 10^{-3}$  м, тривалість наповнення повітрям камер змінного вакуумметричного тиску (перехід в такт стиску) складе відповідно 0,083–0,149 с [1].

**Мета досліджень.** Експериментальне дослідження тривалості наповнення повітрям камер змінного вакуумметричного тиску системи „доїльний стакан – пульсатор” в залежності від конструкційно-технологічних параметрів пневмоелектромагнітного пульсатора.

**Виклад основного матеріалу.** Відповідно до розробленої методики [7] проведено планований експеримент дослідження тривалості відкачування повітря системи „доїльний стакан – пульсатор”. Факторами, які впливають на тривалість наповнення були вакуумметричний тиск  $P_i$ , діаметр отвору  $d_{пер}$ , через який наповнюється повітря в простір камер змінного вакуумметричного тиску системи, об’єм камер змінного вакуумметричного тиску залишався незмінним.

Регресійна модель експерименту отримана при реалізації некомпозиційного плану другого порядку Бокса-Бенкіна на трьох рівнях з п’ятикратною повторюваністю дослідів. Вибір меж значень факторів проводили на основі реальних режимів роботи доїльного апарата та виходячи з результатів теоретичних досліджень [2, 7]. Так, вакуумметричний тиск змінювався від 40 кПа на нижньому рівні до 48 кПа на верхньому рівні з інтервалом варіювання 4 кПа. Для надходження повітря використали еквівалентний діаметр, який прирівняли до діаметру перепускного отвору  $d_{пер}$  – від 2,5 мм на нижньому рівні до 3,8 мм на верхньому рівні з інтервалом варіювання 0,7–0,6 мм. Рівняння регресії що характеризує залежність тривалості  $t$  наповнення повітрям камер змінного вакуумметричного тиску від вакуумметричного тиску  $P_i$  і діаметра  $d_{пер}$  перепускного отвору в натуральних значеннях має вигляд:

$$t = -0,2872 + 0,02359 \cdot P_i - 0,07258 \cdot d_{пер} - 0,00075 \cdot P_i \cdot d_{пер} - 0,0001825 \cdot P_i^2 + 0,00883 \cdot d_{пер}^2. \quad (1)$$

Перевірка відтворюваності дослідів проводилась шляхом порівняння табличного  $G_T$  і розрахункового  $G_P$  значення критерію Кохрена. Оскільки була виконана умова  $G_p \leq G_T$  [7; 8] – досліді відтворювані. Значимість коефіцієнтів регресії перевіряли за допомогою критерію Стюдента ( $t$ -критерію) для вибраного показника значимості (0,95) й ступеня свободи [8]. Провівши порівняння кожного коефіцієнта, дійшли висновку що всі коефіцієнти значимі.

Придатність рівняння регресії для опису реальної залежності критерію оптимізації від факторів проводилось з використанням критерію Фішера ( $F$ -критерій) за відомою методикою [8–10] з умов (2).

$$F_p \leq F_T - \text{модель адекватна}, \quad F_p \geq F_T - \text{модель не адекватна}, \quad (2)$$

де:  $F_T$  – табличне значення  $F$ -критерію для ступеня вільності головної дисперсії  $f_1= 3$  та дисперсії адекватності  $f_2= 36$  – становить  $F_T = 2,9$  [8–10];  $F_{роз}$  – розрахункове значення критерію Фішера буде рівне  $F_{роз} = 0,1163$ .

Враховуючи  $F_p \leq F_T$ , тому з 95% ймовірністю можна констатувати, що модель адекватна. Графічно рівняння регресії представлено у вигляді тривимірної площини, наведено на рис. 1. Важливим було оцінити вплив вакуумметричного тиску  $P_i$  і діаметра  $d_{пер}$  перепускного отвору на тривалість  $t$  наповнення повітрям камер змінного ваку-

умметричного тиску системи “доїльний стакан-пульсатор”. Для цього побудували методом двовірних січень лінії рівневого виходу критерію обґрунтування [7] (рис. 2).

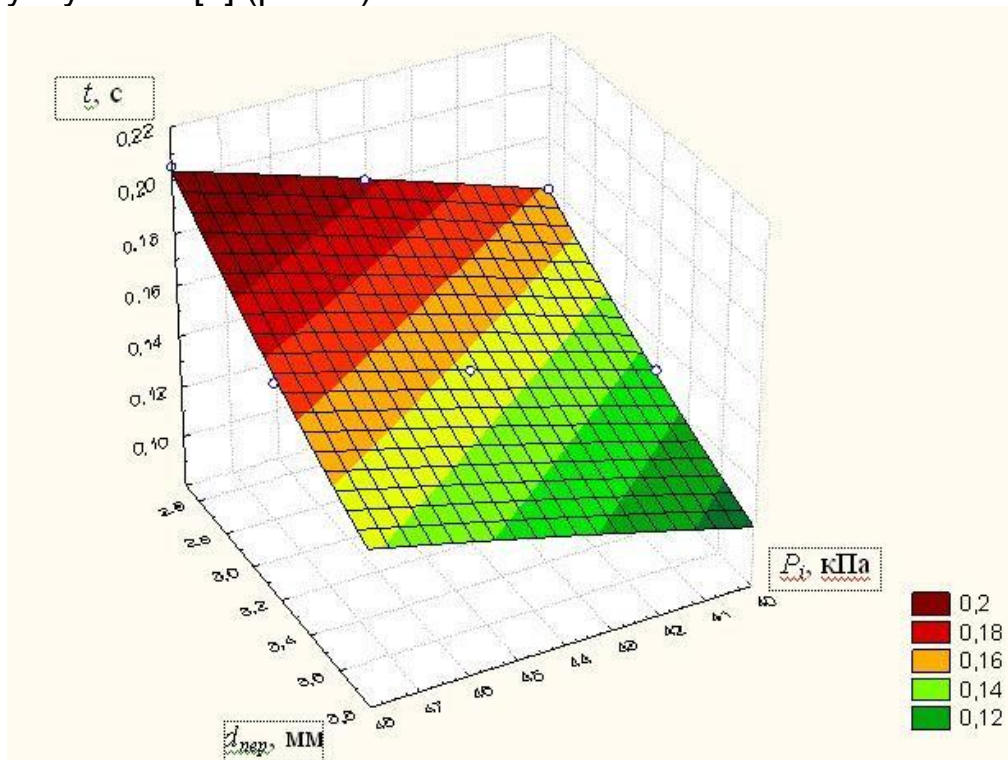


Рис. 1. Залежність тривалості  $t$  наповнення повітрям камер змінного вакуумметричного тиску системи “доїльний стакан-пульсатор” від діаметра  $d_{пер}$  перепускного отвору пульсатора і вакуумметричного тиску  $P_i$ .

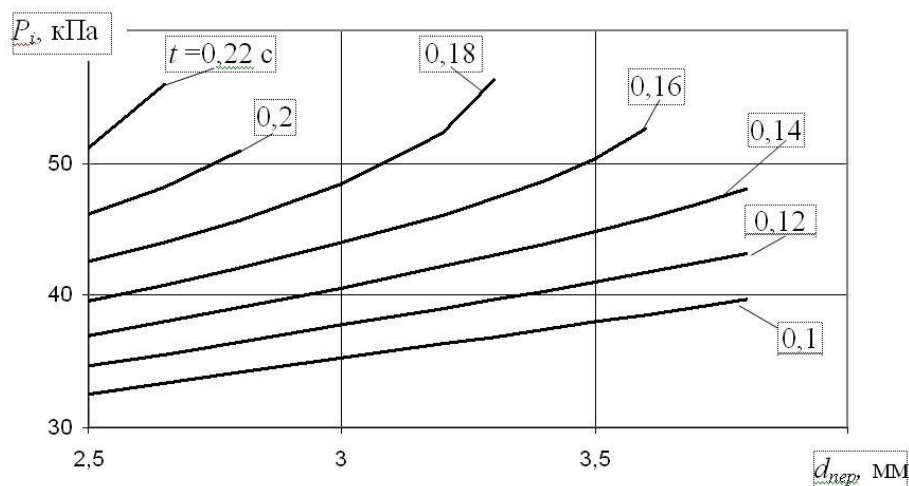


Рис. 2. Вплив вакуумметричного тиску  $P_i$  від діаметра  $d_{пер}$  перепускного отвору на тривалість  $t$  наповнення повітрям камер змінного вакуумметричного тиску системи “доїльний стакан – пульсатор”.

Аналіз отриманих поверхонь показав, що на тривалість наповнення повітрям найбільше впливає діаметр перепускних отворів

пульсатора. За його зменшення тривалість наповнення повітрям зростає нелінійно.

При порівнянні теоретичних і експериментальних результатів досліджень (рис. 3), було виявлено відхилення. Відхилення експериментальних даних від теоретичного моделювання [4] тривалості наповнення повітрям камер змінного вакуумметричного тиску системи “доїльний стакан – пульсатора” знаходиться в межах 3,4–25,4 %. Найбільше відхилення 25,4 % є за вакуумметричного тиску  $P_i = 44$  кПа і діаметра перепускного отвору пульсатора  $d_{пер} = 3,8$  мм, за вакуумметричного тиску  $P_i = 40$  кПа і діаметра перепускного отвору пульсатора  $d_{пер} = 3,8$  мм відхилення теоретичних від експериментальних даних становить 21,2 %.

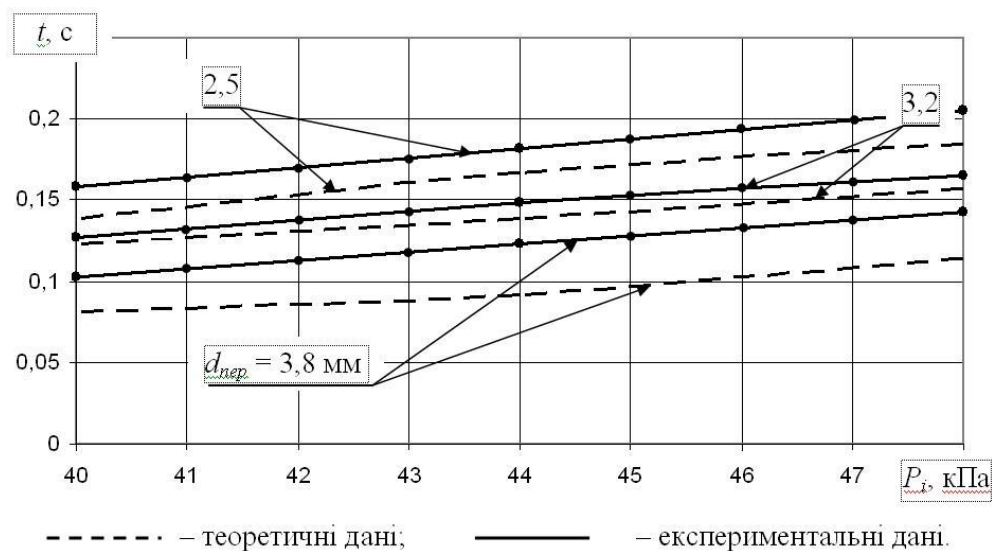


Рис. 3. Залежність тривалості  $t$  наповнення повітрям камер змінного вакуумметричного тиску від вакуумметричного тиску  $P_i$  і діаметра  $d_{пер}$  перепускного отвору пульсатора.

Для узгодження теоретичних залежностей з експериментальними даними в рівняння для розрахунку тривалості наповнення повітрям камер змінного вакуумметричного тиску системи “доїльний стакан – пульсатор” вводимо коефіцієнт 1,05.

### Висновки

Результати експериментальних досліджень підтвердили теоретичні дослідження. Встановлено, що тривалість наповнення  $t$  повітрям камер змінного вакуумметричного тиску системи „доїльний стакан-пульсатор” зростає із зменшенням діаметра перепускного отвору  $d_{пер}$  пульсатора, і при зростанні вакуумметричного тиску  $P_i$ .

Аналіз отриманих експериментальних моделей дає змогу рекомендувати раціональні параметри пневмоелектромагнітного пульсатора за умови забезпечення режиму безударного плавного змикання дійкової гуми доїльного стакана при вакуумметричному тиску

$P_i = 48$  кПа і об'ємі камер змінного вакуумметричного тиску системи "доїльний стакан – пульсатор"  $V = 10^{-4}$  м<sup>3</sup>.

Режим безударного змикання дійкової гуми доїльного стакана забезпечується тривалістю наповнення повітрям  $t$  камер змінного вакуумметричного тиску в межах  $0,155 \text{ с} \leq t \leq 0,165 \text{ с}$  при діаметрі перепускного отвору пульсатора  $d_{\text{пер}} = 3,2\text{--}3,4$  мм.

### Список літератури

1. *Дмитрів В.Т.* Моделирование времени истечения воздуха из ограниченного пространства / *В.Т. Дмитрів, И.В. Дмитрів* // Motrol. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture. – Lublin, 2013. – Vol. 15, № 4. – P. 193–197.
2. *Dmytriv I.* Development of mathematical model of duration of filling the finite-dimensional space with air at vacuum-gauge pressure / *I. Dmytriv* // An International quarterly journal on economics in technology new technologies and modeling processes. – Lublin-Rzeszow, 2014. – Vol. 3. № 4. – P. 45–48.
3. *Адамчук В.В.* Адаптивный доильный аппарат с пневмоэлектромагнитным пульсатором / *В.В. Адамчук, В.Т. Дмитрів, И.В. Дмитрів* // Motrol. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture. – Lublin, 2015. – Vol. 17, № 9. – P. 83–87.
4. *Дмитрів В.Т.* Модель витрати повітря елементами доїльного апарата / *В.Т. Дмитрів* // Вісник Львівського держ. аграр. ун-ту : Агроінженерні дослідження. – 2006. – №10. – С. 483–488.
5. *Дмитрів В.Т.* Модель відкачування повітря з камер змінного вакуумметричного тиску доїльного апарата / *В.Т. Дмитрів, І.В. Дмитрів* // Вісник Харківського нац. техн. ун-ту с.г. ім. Петра Василенка. – Х.: ХНТУСГ, 2013. – Вип. 132. – С. 207–212.
6. *Патент* на корисну модель № 100076, Україна МПК А01J5/14 (2006.01). Адаптивний пневмоелектромагнітний пульсатор / *В.В. Адамчук, І.В. Дмитрів* ; заявник і патентовласник *Дмитрів І.В.* ; заявл. 29.12.2014; опубл. 10.07.2015, Бюл. № 13.
7. *Дмитрів І.В.* Багатофакторне моделювання відкачування повітря в системі "доїльний стакан-пульсатора" / *І.В. Дмитрів* // Вісник Львівського національного аграрного університету: Агроінженерні дослідження. – 2014. – № 18. – С. 99–105.
8. *Мельников С.В.* Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов / *С.В. Мельников, В.Р. Алешкин, П.М. Рошин.* – 2-е изд., пер. и доп. – Л.: Колос. Ленингр. отд-ние, 1980. – 168 с.
9. *Адлер Ю.П.* Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / *Ю.П. Адлер, Е.В. Маркова, Ю.В. Грановский.* – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Наука, 1976. – 279 с.
10. *Красовский Г.И.* Планирование эксперимента / *Г.И. Красовский, Г.Ф. Филаретов.* – Мн.: Изд-во БГУ, 1982. – 302 с.

*Проведен анализ результатов экспериментальных исследований продолжительности процесса наполнения воздухом камер переменного вакуумметрического давления системы "доильный стакан – пульсатор" до номинального атмосферного давления.*

Проанализировано влияние конструкционно-технологических параметров пульсатора на временные характеристики режима работы доильного аппарата.

**Доильный аппарат, пневмоелектромагнитный пульсатор, вакуумметрическое давление, продолжительность откачки, система «доильный стакан – пульсатор».**

*The analysis of experimental results duration of filling air chambers variable vacuum pressure system "glass – milking pulsator" to nominal atmospheric pressure. Influence of structurally and technological parameters to pulsator mode of temporal characteristics of milking machine.*

**Milking machine, air-elektromagnit pulsator, vacuum pressure, pumping duration, system "glass – milking pulsator".**

УДК 631.3

## **АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ І ПАРАМЕТРІВ РОБОТИ ПНЕВМОМЕМБРАННИХ ПУЛЬСАТОРІВ ПОПАРНОЇ ДІЇ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ РЕЖИМІВ ЇХ РОБОТИ**

**В.М. Сиротюк, кандидат технічних наук  
С.М. Баранович, магістр  
Львівський національний аграрний університет**

*В статті представлено аналіз існуючих конструкцій з пневматичним мембранним пульсатором попарно з'єднаних, який показав, що в них умова оптимального співвідношення тривалості тактів всмоктування і стиснення не передбачено. Тому пропонується нова конструкція пневмомембранного пульсатора, який виконано з двох частин, одна з яких ведуча, а друга ведена.*

**Пульсатор попарний, такт, вакуум, вакуумна мережа, доїльний апарат.**

**Постановка проблеми.** Для забезпечення високої ефективності процесу доїння корів необхідно адаптувати режим роботи доїльного апарата до інтенсивності молоковіддачі. У зв'язку з тим, що режим роботи доїльного апарата характеризується частотою пульсацій, співвідношенням тактів і величиною вакуумметричного тиску

© В.М. Сиротюк, С.М. Баранович, 2015