

ДИНАМІКА ПРОДУКТИВНОСТІ ЛІНІЙНОГО РОЗДАВАЧА-ДОЗАТОРА ДИСПЕРСНИХ КОМПОНЕНТІВ

Банга В. І., 2022

<https://doi.org/>

Мета. Розробка конструкції та проведення аналітичних досліджень продуктивності лінійного роздавача-дозатора дисперсних компонентів. **Методика.** Розглянуто математичну модель продуктивності та швидкості руху лінійного роздавача-дозатора дисперсних компонентів, на основі якої побудовано номограму для визначення режимів його роботи. Побудовані залежності та аналіз отриманих результатів проводили за допомогою графічного редактора. **Результати.** Розроблено конструкцію та побудовано номограму для визначення режимів роботи лінійного роздавача-дозатора дисперсних компонентів. Для обґрунтування його режимних параметрів проведено моделювання рівнянь 5 і 6 на ПЕОМ та побудовано номограму графічної залежності продуктивності $q_{роз}$, швидкості руху $\vartheta_{роз}$ від тривалості t роздавання та частоти обертання конусно-лопатевого дозувального робочого органу, на основі якої можна узгодити продуктивність $q_{роз}$ та швидкість руху $\vartheta_{роз}$ лінійного роздавача-дозатора з тривалістю роздавання t та частотою обертання n конусно-лопатевого дозувального робочого органу. Аналіз номографічної залежності показує, що зі збільшенням продуктивності $q_{роз}$ лінійного роздавача-дозатора дисперсних компонентів за різних норм видачі Q_0 тривалість t роздавання зменшується, а швидкість його руху $\vartheta_{роз}$ зі збільшенням фронту роздавання L_ϕ зростає. За максимальної продуктивності лінійного роздавача-дозатора $q_{роз} = 0,558$ кг/с, норми видачі дисперсних компонентів $Q_0 = 2,0$ кг та фронту роздавання $L_\phi = 1,2$ м швидкість руху, тривалість роздавання і частота обертання конусно-лопатевого дозувального робочого органу становлять, відповідно, $\vartheta_{роз} = 0,33$ м/с, $t = 3,5$ с, $n = 2,5$ с⁻¹. **Наукова новизна.** Вперше одержані математичні залежності, які дають змогу узгодити продуктивність та швидкість руху лінійного роздавача-дозатора з тривалістю роздавання і частотою обертання конусно-лопатевого робочого органу за різних норм видачі дисперсних компонентів і фронту роздавання. **Практична значущість.** Одержані аналітичні дослідження продуктивності та швидкості руху лінійного роздавача-дозатора дисперсних компонентів дозволили обґрунтувати його режимні параметри. Отримані результати можуть бути використані при проектуванні нового обладнання.

Ключові слова: продуктивність, лінійний роздавач-дозатор, дисперсні компоненти, робочий орган.

Вступ

Робота роздавачів-дозаторів дисперсних компонентів переважно залежить від конструкції роздавача та типу його робочого органу. Основним параметром роздавачів-дозаторів є продуктивність та швидкість руху. Конструкція їх повинна бути такою, щоб вони не потребували додаткової площі на переміщення, не забруднювали повітря в приміщенні викидними газами, створювали невисокий рівень шуму в приміщенні і забезпечували максимальну продуктивність і точність дозування з мінімальними витратами споживаної потужності.

Аналіз літературних джерел

Аналіз різних автоматизованих систем, пристроїв і установок для роздавання дисперсних компонентів [1, с. 9-11] показав, що при застосуванні таких систем скорочуються витрати ручної праці на привід дозувальних пристроїв, виключається безпосередня участь оператора в дозуванні компонентів, збільшується їх точність дозування, а робота оператора обмежується видачею команд і контролем їх виконання, та дозволив обґрунтувати тип роздавача і його дозувальний робочий орган.

Основною вимогою, що висувається до лінійних роздавачів-дозаторів дисперсних компонентів, є забезпечення відповідної продуктивності і точності дозування та вибір оптимальних параметрів і режимів його роботи.

Здійснивши огляд і аналіз теорій процесу роздавання дисперсних компонентів [2-5;7, 8], можна сказати, що вони орієнтовані переважно на групове роздавання, тому розробка конструкції та аналітичні дослідження продуктивності лінійного роздавача-дозатора дисперсних компонентів є актуальними.

Мета

Розробка конструкції та проведення аналітичних досліджень продуктивності лінійного роздавача-дозатора дисперсних компонентів.

Методика проведення досліджень

Розроблений лінійний роздавач-дозатор дисперсних компонентів, який передбачений для роботи в автоматизованій системі управління технологічним процесом (АСУ ТП) з дозувальним робочим органом конусно-лопатевого типу, що захищений патентом України на винахід [6] і може бути використаний в режимі безперервної і дискретної норми видачі. Особливістю його є наявність засобів для управління процесом роздавання і дозування дисперсних компонентів реєстрації та передачі даних, відображення і зберігання інформації. Схема і загальний вигляд лінійного роздавача-дозатора дисперсних компонентів наведена на рис. 1, 2.

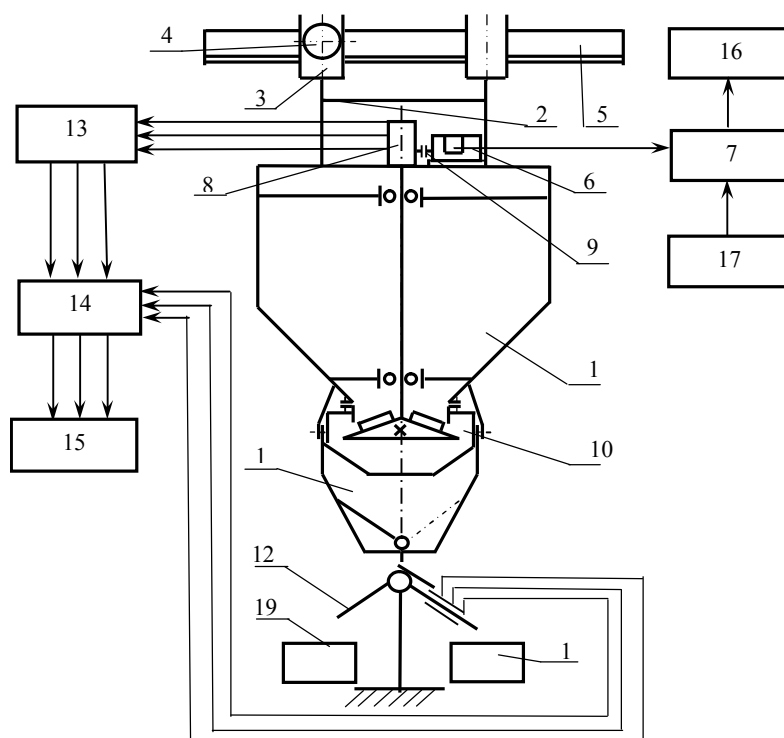


Рис. 1. Блок-схема лінійного роздавача-дозатора дисперсних компонентів:

1 – бункер; 2 – підвісна рама; 3 – каретка; 4 – привід на переміщення роздавача-дозатора; 5 – нерухома балка; 6 – електродвигун на привід робочого органу дозатора; 7 – вимірювач частоти обертання робочого органу; 8 – редуктор; 9 – муфта; 10 – захисний кожух; 11 – пристрій зміни напрямку руху потоку; 12 – вимірювач потоку сипких компонентів; 13 – вимірювач крутного моменту; 14 – тензопідсилювач; 15 – комп'ютер; 16 – електронний частотомір; 17 – блоки живлення; 18, 19 – збірні місткості для збору необхідних і непотрібних порцій дисперсних компонентів

Fig. 1. Block diagram of a linear dispenser-doser of dispersed components:

1 – bunker; 2 – hanging frame; 3 – carriage; 4 – drive for moving the dispenser-doser; 5 – fixed beam; 6 – electric motor to drive the working body of the dispenser; 7 – meter of the rotation frequency of the working body; 8 – reducer; 9 – coupling; 10 – protective cover; 11 – a device for changing the direction of flow; 12 – flow meter of loose components; 13 – torque meter; 14 – tension amplifier; 15 – computer; 16 – electronic frequency meter; 17 – power supply units; 18, 19 – collecting capacities for collecting necessary and unnecessary portions of dispersed components

Лінійний роздавач-дозатор дисперсних компонентів складається з бункера 1, який закріплений до підвісної рами 2, на якій закріплені каретки 3 з механізмом приводу руху 4, що здійснюють прямолінійний зворотно-поступальний рух по нерухомій балці 5. У верхній частині роздавача-дозатора на рамі 2 встановлений електродвигун постійного струму 6 на привід конусно-лопатевого робочого органу, на якому розміщено вимірювач частоти обертання 7 на базі операційного підсилювача типу К140 УД 701 та редуктор 8. Робочі органи роздавача-дозатора виконані конусно-лопатевими. У нижній частині бункера роздавача-дозатора 1 встановлений пристрій зміни напрямку руху потоку дисперсних компонентів 11 та вимірювач потоку дисперсних компонентів 12. Для вимірювання потужності процесу дозування в корпусі редуктора 8 встановлений вимірювач крутного моменту 13. Для збору маси необхідних і непотрібних порції дисперсних компонентів використовували місткості 18, 19 (рис. 2).



Рис. 2. Загальний вигляд лінійного роздавача-дозатора дисперсних компонентів

Fig. 2. General view of the linear dispenser-dispenser of dispersed components

Результати дослідження та їх обговорення

Для встановлення взаємозв'язку між продуктивністю $q_{роз}$, швидкістю руху $\vartheta_{роз}$, тривалістю роздавання t і частотою обертання конусно-лопатевого робочого органу лінійного роздавача-дозатора за різних норм видачі дисперсних компонентів Q_o і фронту роздавання L_ϕ , обґрунтованого діаметра дозувального робочого органу $D_{кл} = 0,2$ м проведемо його теоретичні дослідження. Кількість виданих дисперсних компонентів технічну G_T і технологічну $G_{Техн.}$ розрахуємо за формулами:

$$G_T = q_{роз} \cdot t; \quad (1)$$

$$G_{Техн.} = q_n \cdot \vartheta_{роз} \cdot t, \quad (2)$$

де G_T , G_{Tex} – технічна і технологічна кількість виданих дисперсних компонентів, кг; $q_{роз}$ – продуктивність лінійного роздавача-дозатора, кг/с; q_n – продуктивність лінійного роздавача-дозатора на погонний метр, кг/м; $\vartheta_{роз}$ – швидкість руху лінійного роздавача-дозатора, м/с; t – тривалість роздавання, с.

Прирівнявши вирази 1 і 2 – $q_{роз} \cdot t = q_n \cdot \vartheta_{роз} \cdot t$ – отримаємо:

$$q_{роз} = q_n \cdot \vartheta_{роз} \quad (3)$$

Прийнявши

$$q_n = \frac{Q_o}{L_\phi},$$

одержимо:

$$q_{роз} = \frac{Q_o}{L_\phi} \cdot \vartheta_{роз};$$

або

$$q_{роз} = \frac{Q_o}{\frac{L_\phi}{\vartheta_{роз}}} \quad (4)$$

де Q_o – норма видачі дисперсних компонентів, кг; L_ϕ – фронт роздавання, м.

Тоді продуктивність лінійного роздавача-дозатора розраховуємо за формулою:

$$q_{роз} = \frac{Q_o}{t} \quad (5)$$

Швидкість руху лінійного роздавача-дозатора визначимо за формулою:

$$\vartheta_{роз} = \frac{q_{роз} \cdot L_\phi}{Q_o} \quad (6)$$

Для визначення режимів роботи лінійного роздавача-дозатора дисперсних компонентів проведено моделювання рівнянь 5 і 6 на ПЕОМ та побудовано номограму (рис. 3) графічної залежності продуктивності $q_{роз}$, швидкості руху $\vartheta_{роз}$ від тривалості t роздавання та частоти обертання конусно-лопатевого дозувального робочого органу.

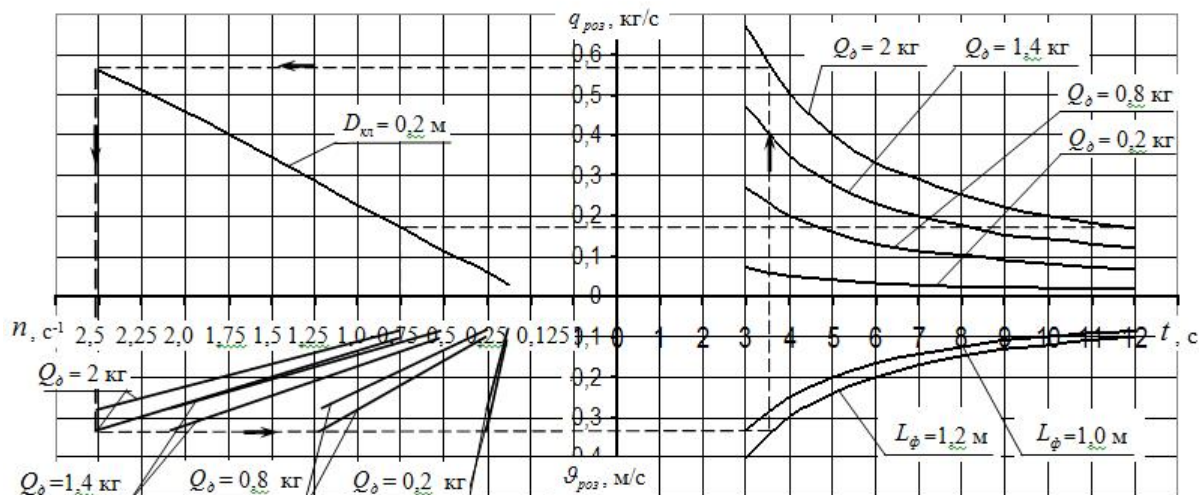


Рис. 3. Номограма для визначення режимів роботи лінійного роздавача-дозатора дисперсних компонентів

Fig. 3. Nomogram for determining the operating modes of the linear dispenser-doser of dispersed components

Аналіз номографічної залежності (рис. 3) показує, що зі збільшенням продуктивності $q_{роз}$ лінійного роздавача-дозатора дисперсних компонентів за різних норм видачі Q_0 тривалість t роздавання зменшується, а швидкість його руху $\vartheta_{роз}$ зі збільшенням фронту роздавання L_ϕ зростає.

На основі номографічної залежності можна узгодити продуктивність $q_{роз}$ та швидкість руху $\vartheta_{роз}$ лінійного роздавача-дозатора з тривалістю роздавання t та частотою обертання n конусно-лопатевого дозувального робочого органу.

За максимальної продуктивності лінійного роздавача-дозатора $q_{роз} = 0,558$ кг/с, норми видачі дисперсних компонентів $Q_0 = 2,0$ кг та фронту роздавання $L_\phi = 1,2$ м швидкість руху, тривалість роздавання і частота обертання конусно-лопатевого дозувального робочого органу становлять. Відповідно, $\vartheta_{роз} = 0,33$ м/с, $t = 3,5$ с, $n = 2,5$ с⁻¹.

Висновки

У статті розроблено конструкцію та проведено аналітичні дослідження продуктивності та швидкості руху лінійного роздавача-дозатора дисперсних компонентів.

Одержані математичні залежності (5,6) дають змогу узгодити продуктивність $q_{роз}$ та швидкість руху $\vartheta_{роз}$ лінійного роздавача-дозатора з тривалістю роздавання t і частотою обертання конусно-лопатевого робочого органу (рис. 3) за різних норм видачі дисперсних компонентів Q_0 і фронту роздавання L_ϕ .

За максимальної продуктивності лінійного роздавача-дозатора $q_{роз} = 0,558$ кг/с, норми видачі дисперсних компонентів $Q_0 = 2,0$ кг та фронту роздавання $L_\phi = 1,2$ м швидкість руху, тривалість роздавання і частота обертання конусно-лопатевого дозувального робочого органу становлять, відповідно, $\vartheta_{роз} = 0,33$ м/с, $t = 3,5$ с, $n = 2,5$ с⁻¹.

Список літератури

1. І. Г. Бойко, Скорик О. П., О. М. Русальов, Т. Г. Щур. Аналіз конструкцій дозаторів сипучих кормів безперервної дії і основні напрямки їх удосконалення // Механізація сільськогосподарського виробництва. 2004. Вип. 29. С. 347-350.
2. Брагінець А. М. Сучасні енергозощаджуючі технології приготування і роздавання кормів. // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. 2010. Вип. 10. Т. 5. С. 18-27.
3. Банга В. І., Банга Ю. В. Дослідження нерівномірності видачі комбікормів індивідуальним дозатором // Агроінженерні дослідження. 2013. № 17. С. 176-179.
4. В. І. Банга, В. Т. Дмитрів, Ю. В. Банга. Стенд для експериментальних досліджень робочих органів індивідуального роздавача-дозатора комбікормів // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. 2015. Вип. 212/2. С. 76-81.
5. Банга В. І., Банга Ю. В. Аналіз існуючих теорій процесу роздавання і дозування сипучих кормів // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. 2015. Вип. 45. Ч. II. С. 124-129.
6. Дозатор сипучих кормів: патент 52059А Україна : МПК А01К 5/02. №2002010755. опубл. 16.12.2002 // Бюлетень. 2002. №12. 4 с.
7. Степук Л. Я. Механизация дозирования в кормоприготовлении. Минск : Ураджай, 1986. 152 с.
8. Я. А. Кузьмич, Д. І. Верніков, Е. І. Ахмедов. Дослідження процесу індивідуальної видачі концентрованих кормів коровам в умовах прив'язного утримання мобільними роздавачами з гвинтовим дозатором. // Механізація та електрифікація сільського господарства. К. : Урожай, 1993. С. 56-60.
9. В. В. Семенцов, І. Г. Бойко. Експериментальна установка і методика дослідження процесу дозування концентрованих кормів гравітаційним дозатором. // Технічні системи і технології тваринництва, 2014. № 144. С. 7-11.
10. E. M. Bodrova, W. Izdebski, V. M. Sinielnikov, J. Skudlarski, S. Zajac. State and Perspectives of Milk Production in the Republic of Belarus in Comparison with the Condition of the Polish Dairy // TEKA. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture. 2015. Vol. 15. № 1. P. 3-8.
11. V. Blodedov, P. Nosko, G. Boyko, P. Fil, M. Mazneva. Parameter optimization of dosator for technique cultures on the quantity intervals, close by to calculation // TEKA. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture. 2013. Vol. 13. № 4. P. 18-24.

DYNAMICS OF LINEAR PRODUCTIVITY DISTRIBUTOR-DISPENSER OF DISPERSED COMPONENTS

Goal. Design development and analytical studies of the productivity of a linear dispenser-doser of dispersed components. **Method.** A mathematical model of the performance and speed of movement of a linear distributor-dispenser of dispersed components was considered, based on which a nomogram was built to determine the modes of its operation. Constructed dependencies and analysis of the obtained results were carried out with the help of a graphic editor. **The results.** The design was developed and a nomogram was built to determine the operating modes of the linear dispenser-dispenser of dispersed components. To justify its mode parameters, simulations of equations 5 and 6 were carried out on a PC and a nomogram of the graphical dependence of productivity q_{roz} , speed of movement on the duration t of distribution and the rotation frequency of the cone-blade dosing working body was constructed, on the basis of which it is possible to reconcile the productivity q_{roz} and the speed of movement of a linear distributor-dispenser with the dispensing duration t and the rotation frequency n of the cone-blade dosing working body. The analysis of the nomographic dependence shows that with the increase in productivity q of the linear dispenser-dispenser of dispersed components at different rates of dispensing, the duration t of dispensing decreases, and the speed of its movement increases with the increase of the dispensing front. At the maximum productivity of the linear distributor-dispenser $q_{roz} = 0,558 \text{ kg/s}$, the rate of release of dispersed components $= 2,0 \text{ kg}$ and the distribution front $L\phi = 1,2 \text{ m}$, the speed of movement, the duration of distribution and the rotation frequency of the cone-blade dosing working body are, respectively, $= 0,33 \text{ m/s}$, $t = 3,5 \text{ s}$, $n = 2,5 \text{ s}^{-1}$. **Scientific novelty.** For the first time, mathematical dependencies have been obtained that make it possible to match the productivity and speed of movement of the linear dispenser-dispenser with the duration of dispensing and the frequency of rotation of the cone-bladed working body for different rates of dispensing dispersed components and the dispensing front. **Practical significance.** The obtained analytical studies of the performance and speed of movement of the linear distributor-dispenser of dispersed components made it possible to justify its mode parameters. The obtained results can be used in the design of new equipment.

Key words: performance, linear dispenser-dispenser, dispersed components, working body.

References

1. I. H. Boyko, Skoryk O. P., O. M. Rusalov, T. G. (2004). Rat. Analysis of constructions of bulk feed dispensers of continuous action and the main directions of their improvement. *Mechanization of agricultural production*, Issue 29, Pp. 347-350 [In Ukrainian].
2. A. M. Brahynets. (2010). Modern energy-saving technologies for the preparation and distribution of fodder. *Proceedings of the Tavri State Agro-Technological University*, Issue 10, T. 5, Pp. 18-27 [In Ukrainian].
3. V. I. Banha, Yu. V. Banha. (2013). Study of the unevenness of the dispensing of compound feed by an individual dispenser. *Agricultural engineering research*, No. 17, Pp.176-179 [In Ukrainian].
4. V. I. Banha, V. T. Dmytriv, Yu. V. Banha. (2015). A stand for experimental studies of the working bodies of an individual compound feed dispenser. *Scientific Bulletin of the National University of Bioresources and Nature Use of Ukraine. Series: agricultural machinery and energy*, Vol. 212/2, Pp. 76-81 [in Ukrainian].
5. V. I. Banha, Yu. V. Banha. (2015). Analysis of existing theories of the process of distribution and dosing of loose fodder. *Design, production and operation of agricultural machines*, Vol. 45, H. 2, P. 124-129.
6. Loose fodder dispenser. (2002). Patent of Ukraine 52059A. Buletен, No 12, 4 p. [In Ukrainian].
7. L. Ya. Stupuk. (1986). Mechanization of dosing in feed preparation. Minsk : Uraja. 152 p. [In Belarus].
8. Ya. A. Kuzmich, D. I. Vernikov, E. I. (1993). Akhmedov. Study of the process of individual delivery of concentrated fodder to cows in tethered conditions by mobile dispensers with a screw dispenser. *Mechanization and electrification of agriculture*. K. : Harvest. Pp. 56-60 [in Ukrainian].
9. V. V. Sementsov, I. H. Boyko. (2014). Experimental setup and method of researching the process of dosing concentrated feed with a gravity doser. *Technical systems and technologies of animal husbandry*, No 144, Pp. 7-11 [In Ukrainian].
10. E. M. Bodrova, W. Izdebski, V. M. Sinielnikov, J. Skudlarski, S. Zajac. (2015). State and Perspectives of Milk Production in the Republic of Belarus in Comparison with the Condition of the Polish Dairy. *TEKA. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture*, Vol. 15, No. 1. Pp. 3-8.
11. V. Blodedov, P. Nosko, G. Boyko, P. Fil, M. Mazneva. (2013). Parameter optimization of dosator for technical cultures on the quantity intervals, close by to calculation. *TEKA. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture*, Vol. 13, No. 4. Pp. 18-24.