



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **88908** (13) **U**  
(51) МПК (2014.01)  
**G01F 13/00**

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки:	<b>u 2013 10552</b>	(72) Винахідник(и):	<b>Колосов Олександр Євгенович (UA), Малецький Сергій Віталійович (UA), Кривошеєв В'ячеслав Семенович (UA)</b>
(22) Дата подання заявки:	<b>02.09.2013</b>	(73) Власник(и):	<b>Колосов Олександр Євгенович, вул. Кошиця, 9, кв. 289, м. Київ, 02068 (UA)</b>
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель:	<b>10.04.2014</b>		
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	<b>10.04.2014, Бюл.№ 7</b>		

## (54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ДОЗАТОРІВ ПЕРІОДИЧНОЇ ДІЇ

### (57) Реферат:

Спосіб визначення продуктивності дозаторів періодичної дії, відповідно до якого шукану продуктивність визначають експериментально-розрахунковим шляхом, враховуючи для досліджуваного виду і фізичного стану дозованої продукції та вибраного конструктивного виконання дозатора технологічної характеристики процесу дозування продукції, зокрема лінійну або кутову швидкість переміщення дозатора, а також об'єм дози дозованої продукції. Як мірну ємкість використовують циліндричну ємкість, вимірюють внутрішній діаметр і висоту мірної циліндричної ємності, визначають ефективну площу поперечного перерізу вихідного каналу мірної ємності. Визначають швидкість вільного падіння частинки дозованої продукції на межі контакту з лійкою. Визначають пропускну здатність випускного каналу мірної ємності. Експериментально вимірюють, наприклад, за допомогою годинника, тривалість заповнення мірної ємності продукцією. Визначають тривалість переміщення мірної ємності із позиції заповнення в позицію випорожнення за припущення про те, що рух є сталим. Визначають тривалість випорожнення мірної ємності. Вимірюють тривалість передачі сигналів керування на включення і виключення етапів операції дозування, після чого визначають сумарний час формування і переміщення дози в споживчу тару.

UA 88908 U



Корисна модель належить до способів визначення продуктивності дозаторів періодичної дії, що широко застосовуються, зокрема, в пакувальній індустрії, в процесі проведення їх технологічних та параметричних розрахунків.

Відомий спосіб визначення продуктивності дозаторів періодичної дії, що вибраний як аналог, відповідно до якого шукану продуктивність дозатора визначають в результаті проведення комплексу натурних експериментальних досліджень [1].

Недоліком аналога є великі витрати на його реалізацію.

Як найближчий аналог вибраний спосіб визначення продуктивності стрічкових живильників вагових дозаторів, відповідно до якого шукану продуктивність дозатора визначають по емпіричних залежностях, які знаходять в результаті проведення численних експериментально-статистичних досліджень, відповідно до геометричних параметрів жолоба, зокрема, його поперечного перерізу та довжини, лінійної швидкості переміщення стрічки живильника, а також об'єму, виду, властивостей дозованого матеріалу та технологічних характеристик процесу дозування продукції [2].

Недоліком способу найближчого аналога є великі часові і матеріальні витрати на його реалізацію.

В основу корисної моделі поставлена задача спрощення способу, підвищення точності, а також скорочення матеріальних та часових витрат при знаходженні прогнозних значень величини штучної продуктивності дозаторів періодичної із врахуванням наперед заданих вихідних величин процесу дозування, а саме лінійної або кутової швидкості переміщення окремого дозатора, їх кількості, об'єму, властивостей дозованого матеріалу, а також технологічних характеристик процесу дозування продукції та сумарного часу формування і переміщення дози дозованого матеріалу в споживчу тару, що сприятиме скороченню кількості необхідних експериментально-статистичних досліджень при визначенні штучної продуктивності дозаторів періодичної дії, тобто скороченню матеріальних та часових витрат на проектування реального технологічного процесу дозування.

Поставлена задача вирішується тим, що у способі визначення продуктивності дозаторів періодичної дії, відповідно до якого шукану продуктивність визначають експериментально-розрахунковим шляхом, враховуючи для досліджуваного виду і фізичного стану дозованої продукції та вибраного конструктивного виконання дозатора технологічної характеристики процесу дозування продукції, зокрема лінійну або кутову швидкість переміщення дозатора, а також об'єм дози дозованої продукції ( $W$ ), згідно з корисною моделлю, як мірну ємкість використовують циліндричну ємкість, вимірюють внутрішній діаметр ( $D$ ) і висоту ( $H$ ) мірної циліндричної ємності, визначають ефективну площу поперечного перерізу вихідного каналу мірної ємності  $f_{\text{еф}}$  як

$$f_{\text{еф}} = \frac{\pi \cdot D^2}{4}, \text{ м}^2$$

визначають швидкість вільного падіння частинки дозованої продукції ( $v$ ) на межі контакту з лішкою як

$$v = (2gH)^{0.5}, \text{ м/с},$$

визначають пропускну здатність випускного каналу мірної ємності ( $\Pi$ ) за залежністю

$$\Pi = \mu_o \cdot f_{\text{еф}} \cdot v, \text{ м}^3/\text{с},$$

експериментально вимірюють, наприклад, за допомогою годинника, тривалість заповнення мірної ємності продукцією ( $t_1$ ), визначають тривалість переміщення мірної ємності із позиції заповнення в позицію випорожнення ( $t_2$ ), а також визначають тривалість випорожнення мірної

ємності ( $t_3$ ) як

$$t_3 = \frac{W}{\Pi}, \text{ с},$$

де  $W$  - об'єм дози продукції,  $\text{м}^3$ ,

а також вимірюють тривалість передачі сигналів керування на включення і виключення етапів операції дозування ( $t_4$ ),

після чого визначають сумарний час формування і переміщення дози в споживчу тару ( $t_{\Sigma}$ ) як

$$t_{\Sigma} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4, \text{ с},$$

а шукану штучну продуктивність дозаторів визначають за виразом

$$Z = \frac{k}{t_{\Sigma}},$$

де  $k$  - кількість дозувальних пристроїв, що одночасно формують дозу продукції,

а тривалість переміщення мірної ємності з позиції заповнення в позицію випорожнення  $t_2$  визначають, приймаючи припущення про те, що рух є сталим.

Тривалість переміщення мірної ємності з позиції заповнення в позицію випорожнення  $t_2$  для карусельного компонування визначають як

$$t_2 = \frac{\varphi_0}{\omega}, \text{ с,}$$

де  $\varphi_0$  - кут розташування мірних ємностей, який визначають як

$$\varphi_0 = \frac{2 \cdot \pi}{m_0}, \text{ }^\circ,$$

де  $m_0$  - кількість мірних ємностей в дозаторі,

$\omega$  - кутова швидкість каруселі,  $\text{с}^{-1}$ , що визначають як

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30},$$

де  $n$  - частота обертання каруселі,  $\text{с}^{-1}$ .

Тривалість переміщення мірної ємності з позиції заповнення в позицію випорожнення  $t_2$  для лінійного компонування визначають як

$$t_2 = \frac{L}{v_0}, \text{ с,}$$

де  $L$  - відстань між центрами мірних ємностей в позиціях заповнення і випорожнення, м,

$v_0$  - лінійна швидкість переміщення мірної ємності за сталого режиму руху, м/с.

Перераховані ознаки способу складають суть корисної моделі.

Наявність причинно-наслідкового зв'язку між сукупністю істотних ознак корисної моделі і технічним результатом, що досягається, полягає в наступному.

В практичній діяльності вихідними даними для проектування і технологічного розрахунку дозаторів періодичної дії є наступні: продуктивність дозаторів, тип і компонування дозатора, дозована продукція, величина дози, тип і вид тари для дозування.

За таких умов для карусельного компонування дозатора визначають кількість мірних ємностей при прийнятій частоті обертання каруселі, а для лінійного компонування дозатора - лінійну швидкість переміщення мірних ємностей.

Основними параметрами технологічного розрахунку дозаторів періодичної дії є визначення продуктивності і енерговитрат. Так як дозувальні пристрої формують дози (порції) продукції, то характерною продуктивністю для них буде штучна продуктивність.

Штучну продуктивність дозаторів можна визначити за формулою

$$Z = \frac{k}{t_{\Sigma}},$$

де  $k$  - кількість дозувальних пристроїв, що одночасно формують дозу продукції,

$t_{\Sigma}$  - сумарний час формування і переміщення дози в споживчу тару, с.

Тривалість циклу дозування здебільшого визначають за циклограмою роботи дозатора.

На етапі проектування враховуються всі складові витрат часу від моменту заповнення однієї дози до іншої. Так, наприклад,  $t_{\Sigma}$  дорівнює

$$t_{\Sigma} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4,$$

де  $t_1$  - тривалість заповнення мірної ємності продукцією, визначається за довідниковими даними або експериментально для конкретного виду і стану продукції і конструктивного виконання дозатора, с,

$t_2$  - тривалість переміщення мірної ємності із позиції заповнення в позицію випорожнення, с,

$t_3$  - тривалість випорожнення мірної ємності, с,

$t_4$  - тривалість передачі сигналів керування на включення, виключення етапів операції дозування, с. В наближеному варіанті його приймають в межах  $t_4 = 0,5 - 0,7$  с.

Експериментально встановлено, що тривалість заповнення мірної ємності продукцією значно менша за тривалість випорожнення. Відповідно принципу роботи і циклограмі стаканчикового дозатора карусельного типу, шнекового і маятникового дозаторів дані етапи виконуються в процесі руху мірних ємностей і суміщені в часі. Це дозволяє на етапі проектних розрахунків під час визначення тривалості циклу дозування не враховувати величину  $t_1$ .

Тривалість випорожнення мірної ємності  $t_3$  можна визначити як

$$t_3 = \frac{W}{\Pi},$$

де  $W$  - об'єм дози продукції,  $m^3$ ,

$\Pi$  - пропускна здатність випускного каналу мірної ємності, яка визначається таким чином

$$\Pi = \mu_0 \cdot f_{\text{еф}} \cdot v, m^3/c,$$

де  $\mu_0$  - безрозмірний коефіцієнт втрат швидкості переміщення частинки в порівнянні з вільним гравітаційним падінням, тобто втрати, викликані внутрішнім тертям і зчепленням частинок, тертям по поверхнях мірної ємності; коефіцієнт втрат  $\mu_0$  визначається експериментально, а для легкоплинної продукції можна приймати в межах  $\mu_0 = 0,7 - 0,9$ ,

$f_{\text{еф}}$  - ефективна площа поперечного перерізу вихідного каналу мірної ємності, яка для циліндричної ємності визначається як

$$f_{\text{еф}} = \frac{\pi \cdot D^2}{4}, m^2,$$

де  $D$  - внутрішній діаметр мірного стакана, м,

$v$  - швидкість вільного падіння частинки на межі контакту з лійкою, яку можна визначити як

$$v = (2gH)^{0,5}, m/c,$$

де  $H$  - висота мірного стакана (мірної ємності), м.

Наведені формули для визначення тривалості випорожнення мірної ємності справедливі для гідравлічного виду переміщення легкоплавкої продукції. Для інших способів переміщення сипкої продукції потрібно використовувати емпіричні залежності, що враховують структурно-механічні параметри продукції.

Тривалість переміщення мірної ємності з позиції заповнення в позицію випорожнення визначають, приймаючи припущення про те, що рух є сталим ( $\omega, v = \text{const}$ ). Тоді для карусельного компоновання будемо мати для визначення  $t_2$

$$t_2 = \frac{\varphi_0}{\omega},$$

де  $\varphi_0$  - кут розташування мірних ємностей,  $^\circ$ , який визначається як

$$\varphi_0 = \frac{2 \cdot \pi}{m_0},$$

де  $m_0$  - кількість мірних ємностей в дозаторі,

$\omega$  - кутова швидкість каруселі,  $c^{-1}$ , що визначається як

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30},$$

$n$  - частота обертання каруселі,  $c^{-1}$ .

Для лінійного компоновання тривалість переміщення мірної ємності із позиції заповнення в позицію випорожнення визначається наступним чином

$$t_2 = \frac{L}{v_0}, \text{ с,}$$

де  $L$  - відстань між центрами мірних ємностей в позиціях заповнення і випорожнення, м,  
 $v_0$  - лінійна швидкість переміщення мірної ємності за сталого режиму руху, м/с.

Спосіб реалізують наступним чином.

- 5 Визначають сумарний час формування і переміщення дози в споживчу тару  $t_{\Sigma}$ , с, як

$$t_{\Sigma} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4,$$

де  $t_1$  - тривалість заповнення мірної ємності продукцією, що визначають за довідниковими даними або експериментально для конкретного виду і стану продукції і конструктивного виконання дозатора, с,

- 10  $t_2$  - тривалість переміщення мірної ємності із позиції заповнення в позицію випорожнення, с,

$t_3$  - тривалість випорожнення мірної ємності, с,

$t_4$  - тривалість передачі сигналів керування на включення, виключення етапів операції дозування, с.

- 15 При цьому тривалість випорожнення мірної ємності  $t_3$  визначають як

$$t_3 = \frac{W}{\Pi},$$

де  $W$  - об'єм дози продукції, м<sup>3</sup>,

$\Pi$  - пропускна здатність випускного каналу мірної ємності. Її визначають таким чином

$$\Pi = \mu_0 \cdot f_{\text{еф}} \cdot v, \text{ м}^3/\text{с},$$

- 20 де  $\mu_0$  - безрозмірний коефіцієнт втрат швидкості переміщення частинки в порівнянні з вільним гравітаційним падінням, який визначають експериментально,

$f_{\text{еф}}$  - ефективна площа поперечного перерізу вихідного каналу мірної ємності, яку для циліндричної ємності визначають як

$$f_{\text{еф}} = \frac{\pi \cdot D^2}{4}, \text{ м}^2,$$

- 25 де  $D$  - внутрішній діаметр мірного стакана, м,

$v$  - швидкість вільного падіння частинки на межі контакту з лійкою, яку визначають як

$$v = (2gH)^{0.5}, \text{ м/с},$$

де  $H$  - висота мірного стакана або мірної ємності, м.

- 30 При цьому тривалість переміщення мірної ємності з позиції заповнення в позицію випорожнення  $t_2$  визначають, приймаючи припущення про те, що рух є сталим. Цю величину для карусельного компонування визначають як

$$t_2 = \frac{\varphi_0}{\omega}, \text{ с,}$$

де  $\varphi_0$  - кут розташування мірних ємностей, який визначають як

$$\varphi_0 = \frac{2 \cdot \pi}{m_0}, \text{ }^\circ,$$

- 35  $m_0$  - кількість мірних ємностей в дозаторі,

$\omega$  - кутова швидкість каруселі, с<sup>-1</sup>, що визначають як

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30},$$

де  $n$  - частота обертання каруселі, с<sup>-1</sup>.

- 40 А у випадку лінійного компонування тривалість переміщення мірної ємності з позиції заповнення в позицію випорожнення  $t_2$  визначають як

$$t_2 = \frac{L}{v_0}, \text{ с,}$$

де  $L$  - відстань між центрами мірних ємностей в позиціях заповнення і випорожнення, м,  
 $v_0$  - лінійна швидкість переміщення мірної ємності за сталого режиму руху, м/с.

Штучну продуктивність дозаторів визначають за формулою

$$Z = \frac{k}{t_{\Sigma}},$$

де  $k$  - кількість дозувальних пристроїв, що одночасно формують дозу продукції.

Розроблений спосіб довів свою високу ефективність шляхом проведення порівняння результатів, отриманих експериментальним і розрахунковим шляхом, та сприяє спрощенню реалізації способу, суттєвому скороченню часових і матеріальних ресурсів на його реалізацію при проектуванні технологічного процесу дозування.

Конкретний приклад реалізації способу.

Розрахуємо оцінне значення штучної продуктивності дозатора періодичної дії для випадку лінійного компонування із врахуванням наперед заданих вихідних величин процесу дозування, а також знайдених експериментально технологічних характеристик процесу дозування продукції з метою проектування реального технологічного процесу дозування.

Припустимо, що нам необхідно сформулювати об'єм дози сипкої продукції (манної крупи)  $W=0,1 \text{ м}^3$  за допомогою мірного циліндричного стакана з внутрішнім діаметром  $D=0,05 \text{ м}$  і висотою  $H=0,1 \text{ м}$ .

При цьому виміряна відстань між центрами мірних ємностей в позиціях заповнення і випорожнення становить  $L=0,15 \text{ м}$ , а лінійна швидкість переміщення мірної ємності за сталого режиму руху, визначена експериментально, становить  $v_0=0,1 \text{ м/с}$ .

Кількість дозувальних пристроїв, що одночасно формують дозу продукції, становить  $k=10$ .

Визначають ефективну площу поперечного перерізу вихідного каналу для циліндричної мірної ємності як

$$f_{\text{еф}} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = (3,14 \cdot 0,05 \cdot 0,05) / 4 = 0,019625 \text{ м}^2.$$

Тривалість заповнення мірної ємності продукцією  $t_1$  визначають експериментально, наприклад, для даної сипкої продукції у сухому (не зволоженому) стані за вибраного конструктивного виконання стаканчиковаго дозатора це значення становить  $t_1=0,5 \text{ с}$ .

Для розглянутого випадку лінійного компонування дозаторів тривалість переміщення мірної ємності з позиції заповнення в позицію випорожнення  $t_2$  визначають як

$$t_2 = \frac{L}{v_0} = (0,15 / 0,1) = 1,5 \text{ с.}$$

Визначають експериментально тривалість передачі сигналів керування на включення і виключення етапів операції дозування, що становить  $t_4=0,5 \text{ с}$ .

Визначають експериментально безрозмірний коефіцієнт втрат швидкості переміщення частинки в порівнянні з вільним гравітаційним падінням, що для досліджуваного випадку становить  $\mu_0=0,5$ .

Швидкість вільного падіння частинки на межі контакту з лійкою визначають як

$$v = (2gH)^{0,5} = (2 \cdot 9,81 \cdot 0,1)^{0,5} = 1,4 \text{ м/с.}$$

Пропускную здатність випускного каналу мірної ємності визначають таким чином:

$$\Pi = \mu_0 \cdot f_{\text{еф}} \cdot v = 0,5 \cdot 0,019625 \cdot 1,4 = 0,0137375 \text{ м}^3/\text{с},$$

Після цього тривалість випорожнення мірної ємності  $t_3$  визначають як

$$t_3 = \frac{W}{\Pi} = 0,1 / 0,0137375 = 7,2 \text{ с.}$$

Сумарний час формування і переміщення дози в споживчу тару  $t_{\Sigma}$  визначають як

$$t_{\Sigma} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 = 0,5 + 1,5 + 7,2 + 0,5 = 9,7 \text{ с.}$$

Штучну продуктивність дозаторів визначають за формулою:

$$Z = \frac{k}{t_{\Sigma}},$$

де  $k$  - кількість дозувальних пристроїв, що одночасно формують дозу продукції. Тоді

$$Z = \frac{k}{t_{\Sigma}} = 10 / 9,7 = 1,03 \text{ с}^{-1}.$$

Розроблені експериментально-розрахункові дослідження показали, що при використанні розробленого способу спостерігалось підвищення точності та достовірності, спрощення його реалізації, а також скорочення матеріальних та часових витрат при знаходженні прогнозних значень величини штучної продуктивності дозаторів періодичної із врахуванням наперед заданих вихідних величин процесу дозування, у середньому щонайменше на 12-15 % у порівнянні з найближчим аналогом.

Джерело інформації

1. Чернов М.Е. Упаковка сыпучих продуктов: учебное пособие. - М.: Дели, 2000. - 163 с.

2. Гавва О.М. та ін. Пакувальне обладнання: підручник. - К.: ІАЦ Упаковка, 2010. - 744 с.

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

15

1. Спосіб визначення продуктивності дозаторів періодичної дії, відповідно до якого шукану продуктивність визначають експериментально-розрахунковим шляхом, враховуючи для досліджуваного виду і фізичного стану дозованої продукції та вибраного конструктивного виконання дозатора технологічної характеристики процесу дозування продукції, зокрема лінійну або кутову швидкість переміщення дозатора, а також об'єм дози дозованої продукції ( $W$ ), який **відрізняється** тим, що як мірну ємкість використовують циліндричну ємкість, вимірюють внутрішній діаметр ( $D$ ) і висоту ( $H$ ) мірної циліндричної ємності, визначають ефективну площу поперечного перерізу вихідного каналу мірної ємності  $f_{\text{еф}}$  як

$$f_{\text{еф}} = \frac{\pi \cdot D^2}{4}, \text{ м}^2,$$

25

визначають швидкість вільного падіння частинки дозованої продукції ( $v$ ) на межі контакту з лійкою як

$$v = (2gH)^{0,5}, \text{ м/с},$$

визначають пропускну здатність випускного каналу мірної ємності ( $\Pi$ ) за залежністю

$$\Pi = \mu_o \cdot f_{\text{еф}} \cdot v, \text{ м}^3/\text{с},$$

30

експериментально вимірюють, наприклад, за допомогою годинника, тривалість заповнення мірної ємності продукцією ( $t_1$ ), визначають тривалість переміщення мірної ємності із позиції заповнення в позицію випорожнення ( $t_2$ ) за припущення про те, що рух є сталим, визначають тривалість випорожнення мірної ємності ( $t_3$ ) як

$$t_3 = \frac{W}{\Pi}, \text{ с},$$

35

де  $W$  - об'єм дози продукції,  $\text{м}^3$ ,

вимірюють тривалість передачі сигналів керування на включення і виключення етапів операції дозування ( $t_4$ ),

після чого визначають сумарний час формування і переміщення дози в споживчу тару ( $t_{\Sigma}$ ) як

$$t_{\Sigma} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4, \text{ с},$$

40

штучну продуктивність дозаторів визначають за виразом

$$Z = \frac{k}{t_{\Sigma}},$$

де  $k$  - кількість дозувальних пристроїв, що одночасно формують дозу продукції.

2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що тривалість переміщення мірної ємності з позиції заповнення в позицію випорожнення  $t_2$  для карусельного компонування визначають як



$$t_2 = \frac{\varphi_0}{\omega}, \text{ с,}$$

де  $\varphi_0$  - кут розташування мірних ємностей, який визначають як

$$\varphi_0 = \frac{2 \cdot \pi}{m_0}, ^\circ,$$

де  $m_0$  - кількість мірних ємностей в дозаторі,

5  $\omega$  - кутова швидкість каруселі,  $\text{с}^{-1}$ , що визначають як

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30},$$

де  $n$  - частота обертання каруселі,  $\text{с}^{-1}$ .

3. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що тривалість переміщення мірної ємності з позиції заповнення в позицію випорожнення  $t_2$  для лінійного компонування визначають як

$$10 \quad t_2 = \frac{L}{v_0}, \text{ с,}$$

де  $L$  - відстань між центрами мірних ємностей в позиціях заповнення і випорожнення, м,

$v_0$  - лінійна швидкість переміщення мірної ємності за сталого режиму руху, м/с.

---

Комп'ютерна верстка Г. Паяльніков

---

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

---

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601