УДК 631.362.3

**С.М. Лещенко, доц., канд. техн. наук, В.М. Сало, проф., д-р. техн. наук,
О.М. Васильковський, доц., канд. техн. наук, Д.І. Петренко, канд. техн. наук,
В.В. Кузло, магістрант**
Кіровоградський національний технічний університет

Експоненційна та мультиплікативна регресійні моделі процесу пневмосепарації зернових сумішей

Робота присвячена підвищенню ефективності роботи зерноочисних машин загального призначення шляхом розробки універсальної регресійної моделі процесу очищення зерна повітряним потоком. Отримання адекватної моделі із зменшеною кількістю наближень і припущень дозволить більш ефективно вдосконалити процес очистки. В статті проведено побудову експоненційної та мультиплікативної регресійних моделей процесу сепарації. Запропоновано системний узагальнений аналіз факторів, що впливають на кількісні і якісні показники сепарації. Після використання π – теореми Букінгама, виведені регресійні моделі очищення зернових сумішей повітряним потоком, які є дійсними як для вертикальних, так і для похилих пневмосепаруючих систем. Аналіз безрозмірних комплексів в критеріальному рівнянні для вхідних перемінних дозволяє зменшити їх кількість, при цьому значно скоротити кількість дослідів та зменшити похибку.
зерноочисна машина (ЗОМ), пневмосепаруючий канал (ПСК), регресійна модель, π – теорема Букінгама, безрозмірний комплекс

Постановка проблеми. Своєчасне і ефективне видалення домішок різноманітного походження із зібраного збіжжя забезпечує доведення зерна основної культури до посівних та продовольчих кондицій, створює сприятливі умови для зберігання зерна, врешті є визначальним фактором конкурентоспроможності продукції рослинництва. Відомі два основних, найбільш поширених для зерноочисних машин (ЗОМ) загального призначення, способи очищення зерна від домішок: за розмірними характеристиками – проводиться на решітних частинах та за аеродинамічними характеристиками – в пневмосепаруючих каналах (ПСК). Кожен із зазначених способів має свої переваги і недоліки, а тому на практиці значного поширення набуло об'єднання обох способів очищення в межах однієї машини, тобто більшість ЗОМ є складними повітряно-решітними системами [1].

Існує значна кількість конструктивних схем, параметрів та режимів роботи ЗОМ загального призначення. Проте, як при створенні нових конструкцій, так і при вдосконаленні існуючих, виникає необхідність проведення побудови математичних моделей оцінки впливу факторів на якісні показники очистки. На сьогодні не існує єдиної системи побудови регресійних моделей процесу очищення зерна від домішок, а їх велика різноманітність та значна кількість припущень при моделюванні призводить до суттєвої неточності змодельованого процесу. Тому питання розробки універсальної регресійної моделі очищення зернових сумішей, зокрема під час розділення компонентів суміші в повітряному потоці, є актуальним.

Аналіз основних досліджень і публікацій.
Значна кількість наукових досліджень в області інтенсифікації процесів очищення зернових матеріалів від домішок направлена на розробку нових конструктивно-технологічних схем сепарації з обґрунтуванням їх окремих параметрів [1]. При цьому забезпечення якісних показників, в більшості випадків, зводиться до експериментального дослідження по встановленню раціональних параметрів запропонованих схем. Досить складним завданням залишається теоретичне визначення

якісних показників пневмосепарації, що є особливо актуальним при розробці нових конструкцій пневмосистем зерноочисних машин загального призначення.

Якісними показниками процесу пневмосепарації є ефект очистки ε і чіткість сепарації z. Ефект очистки і чіткість сепарації в більшості визначають за методикою запропонованою А.Я. Малісом та А.Р. Демидовим [2]:

$$\varepsilon = \frac{A-B}{Б} \cdot 100\% ; \qquad z = \frac{B}{A} \cdot 100\% ,$$

де A – кількість виділеної повітряним потоком легкої фракції, кг;

$Б$ – кількість легкого компоненту у вихідному матеріалі, кг;

B – вміст важкого компоненту у виділеній повітряним потоком легкій фракції, кг.

Наведена вище методика визначення якісних показників сепарації виключає можливість проведення аналітичного встановлення питомої продуктивності та узгодження енерговитрат з номінальною продуктивністю машини в залежності від конструктивних параметрів та режимів роботи ЗОМ.

Розроблена методика аналітичної оцінки якості роботи похилих ПСК за методом Монте-Карло [3], яка дозволяє оцінити вплив конструктивних та технологічних параметрів пневмосистеми на якість очищення. Втім такий метод вимагає ретельної побудови траєкторій руху часток зернових сумішей під час розділення, а тому, не може бути універсальним і вимагає значних затрат часу на побудову графіків розсіювання компонентів суміші та визначення процентного вмісту по фракціях.

Постановка завдання. Виходячи із вищезазначеного, метою даної роботи є розробка експоненційної та мультиплікативної регресійних моделей процесу пневмосепарації з врахуванням узагальнених найбільш впливових факторів.

Виклад основного матеріалу. Різноманітність функціональних схем ЗОМ обумовлюється різницею в їх будові, призначенні та порядку перебігу основних технологічних операцій. Інтенсифікація режимів роботи окремих робочих органів ЗОМ потребує більш детального і точного обґрунтування функціональних схем машин в цілому та узгодження параметрів роботи їх окремих органів (елементів).

Відомо [4], що як для решітного, так і для повітряного розділення сипучої суміші в простому сепараторі процес розділення можна виразити таким узагальненим рівнянням кінетики сепарації:

$$\eta = 1 - \exp(-\int_0^t p_s dt), \tag{1}$$

де η – степінь видалення відокремлюваного компоненту в долях одиниці;

$p_s = f(t)$ – функція тривалості сепарації t, яка визначає інтенсивність перебігу процесу розділення в залежності від режиму роботи сепаратора і фізичних властивостей компонентів суміші.

З врахуванням того, що p_s при відносно малих навантаженнях і постійності складу оброблюваної суміші не залежить від часу t і являється величиною постійною $p_s = k$, то рівняння кінетики сепарації буде мати вигляд:

$$\eta = 1 - e^{-kt} . \tag{2}$$

Із аналізу рівняння (2) можна зробити висновки про асимптотичність процесу сепарації, а отже очевидно, що повне виділення домішок відбувається за умови, коли $t \to \infty$. На практиці ж тривалість сепарації не перевищує кількох секунд, а отже і повного розділення суміші не досягається.

Для досягнення максимального ефекту повітряної сепарації необхідно забезпечити, крім збільшення часу перебування зерна в зоні продування повітряним потоком, максимальне значення коефіцієнту k, який включає в себе велику кількість факторів, окремі з яких мають і сумісний вплив на кінцевий результат. Для закономірного узагальнення експериментальних даних, скорочення числа незалежних змінних і знаходження раціонального виду емпіричних залежностей між величинами, що вивчаються, результати дослідів слід обробляти в критеріях подібності.

Одним із шляхів є застосування π – теореми Букінгама, яку можна застосувати для оцінки впливовості факторів як для сепарації вертикальним, так і похилим повітряним потоком:

$$f(x_1, x_2, ..., x_n) = 0, \tag{3}$$

де $x_1,\ x_2, ..., x_n$ – вхідні змінні фактори;

n – кількість змінних факторів.

У відповідності із π – теоремою рівняння (3) набуде вигляду:

$$F(\pi_1, \pi_2, ..., \pi_{n-m}) = 0, \tag{4}$$

де $\pi_1,\ \pi_2, ..., \pi_{n-m}$ – безрозмірні комплекси;

m – число розмінностей основних величин. Традиційно для повітряної сепарації $m = 3$ [5]: довжина L і маса M складових частин зернової суміші та час перебігу процесу T.

Кожен з комплексів π_i складається з $m+1$ величин, що входять до рівняння (1), тобто мають чотири множника. Для визначення безрозмірних комплексів скористаємося системою рівнянь:

$$\begin{cases} \pi_1 = x_1^{\varepsilon_{11}} x_2^{\varepsilon_{12}} x_3^{\varepsilon_{13}} x_4^{\varepsilon_{14}}; \\ \pi_2 = x_1^{\varepsilon_{21}} x_2^{\varepsilon_{22}} x_3^{\varepsilon_{23}} x_4^{\varepsilon_{24}}; \\ \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots \\ \pi_{n-3} = x_1^{\varepsilon_{(n-3)1}} x_2^{\varepsilon_{(n-3)2}} x_3^{\varepsilon_{(n-3)3}} x_4^{\varepsilon_{(n-3)4}}. \end{cases} \tag{5}$$

Перші три фізичні величини $x_1,\ x_2,\ x_3$ входять у всі комплекси, а четверта – змінна, крім цього показники степеня $\varepsilon_{14},\ \varepsilon_{24}, ..., \varepsilon_{(n-3)4}$ четвертого множника приймається рівним одиниці. В свою чергу показники степені перших трьох фізичних величин необхідно визначити таким чином, щоб відповідний комплекс π_i був безрозмірним.

При повітряній сепарації у вихідне рівняння (3) включають перемінні, що характеризують властивості зернової суміші, кількісні і якісні показники повітряного потоку, геометричні параметри ПСК та умови його завантаження. Враховуючи це запишемо рівняння (3) в такому вигляді:

$$f(V_{ср},\ q,\ З,\ V_Д,\ F,\ V_0,\ \alpha,\ \beta,\ \Delta V,\ в,\ H_1,\ H_2,\ y), \tag{6}$$

де $V_{ср}$ – швидкість повітряного потоку;

q – питоме зернове навантаження;

$З$ – вихідна засміченість зернової суміші;

$V_Д$ – швидкість витання домішок;

F – площа поперечного перерізу каналу;

V_0 – початкова швидкість введення матеріалу в ПСК;

α – кут введення матеріалу в ПСК;

β – кут нахилу повітряного потоку до горизонту;

ΔV – нерівномірність швидкісного поля по перерізу каналу;

$в$ – ширина зернового потоку, яким матеріал потрапляє в ПСК;

H_1, H_2 – висота верхньої і нижньої частини каналу, що визначає місце вводу матеріалу до відповідних поворотних ділянок (для сепарації похилим повітряним потоком – ширина зони пневмосепарації та відстань до поділяючої заслінки яка відділяє повноцінне зерно від домішок);

y – ефективність пневмосепарації.

В рівнянні (6) $n=13$, $m=3$, а отже $n-m=10$. Тоді вихідне рівняння (4) набуде вигляду:

$$F(\pi_1, \pi_2, ..., \pi_{10}) = 0. \tag{7}$$

Складемо систему для кожного π_i у відповідності з рівнянням (5)

$$\begin{cases} \pi_1 = V_{cp}^{\varepsilon_{11}} \cdot q^{\varepsilon_{12}} \cdot З^{\varepsilon_{13}} \cdot V_Д; \\ \pi_2 = V_{cp}^{\varepsilon_{21}} \cdot q^{\varepsilon_{22}} \cdot З^{\varepsilon_{23}} \cdot F; \\ \pi_3 = V_{cp}^{\varepsilon_{31}} \cdot q^{\varepsilon_{32}} \cdot З^{\varepsilon_{33}} \cdot V_0; \\ \pi_4 = V_{cp}^{\varepsilon_{41}} \cdot q^{\varepsilon_{42}} \cdot З^{\varepsilon_{43}} \cdot \alpha; \\ \pi_5 = V_{cp}^{\varepsilon_{51}} \cdot q^{\varepsilon_{52}} \cdot З^{\varepsilon_{53}} \cdot \beta; \\ \pi_6 = V_{cp}^{\varepsilon_{61}} \cdot q^{\varepsilon_{62}} \cdot З^{\varepsilon_{63}} \cdot \Delta V; \\ \pi_7 = V_{cp}^{\varepsilon_{71}} \cdot q^{\varepsilon_{72}} \cdot З^{\varepsilon_{73}} \cdot в; \\ \pi_8 = V_{cp}^{\varepsilon_{81}} \cdot q^{\varepsilon_{82}} \cdot З^{\varepsilon_{83}} \cdot H_1; \\ \pi_9 = V_{cp}^{\varepsilon_{91}} \cdot q^{\varepsilon_{92}} \cdot З^{\varepsilon_{93}} \cdot H_2; \\ \pi_{10} = V_{cp}^{\varepsilon_{101}} \cdot q^{\varepsilon_{102}} \cdot З^{\varepsilon_{103}} \cdot y. \end{cases} \tag{8}$$

Визначимо для кожного комплексу π_i числові показники степеня ε_{ij}, замінюючи при цьому вхідні змінні їх розмірностями:

$$\left[L^o M^o T^o\right] = \left[\left(\frac{L}{T}\right)^{\varepsilon_{11}} \left(\frac{M}{L}\right)^{\varepsilon_{12}} \left(\frac{M}{L^3}\right)^{\varepsilon_{13}} \left(\frac{L}{T}\right)\right],$$

або

$$L^o M^o T^o = L^{\varepsilon_{11} - \varepsilon_{12} - 3\varepsilon_{13} + 1} M^{\varepsilon_{12} + \varepsilon_{13}} T^{-\varepsilon_{11} - 1}. \tag{9}$$

Порівнюючи розмірності лівих та правих частин (9) одержимо систему рівнянь:

$$\begin{cases} \varepsilon_{11} - \varepsilon_{12} - 3\varepsilon_{13} = -1; \\ \varepsilon_{12} + \varepsilon_{13} = 0; \\ -\varepsilon_{11} - 1 = 0. \end{cases} \tag{10}$$

Розв’язавши систему (10) знаходимо: $\varepsilon_{11} = -1$, $\varepsilon_{12} = 0$, $\varepsilon_{13} = 0$, звідки

$$\pi_1 = \frac{V_Д}{V_{cp}}.$$

Аналогічно для π_2

$$\left[L^o M^o T^o\right] = \left[\left(\frac{L}{T}\right)^{\varepsilon_{21}} \left(\frac{M}{L}\right)^{\varepsilon_{22}} \left(\frac{M}{L^3}\right)^{\varepsilon_{23}} L^2\right].$$

Вихідна система рівнянь набуде вигляду:

$$\begin{cases} \varepsilon_{21} - \varepsilon_{22} - 3\varepsilon_{23} = -2; \\ \varepsilon_{22} + \varepsilon_{23} = 0; \\ -\varepsilon_{21} - 1 = 0. \end{cases} \tag{11}$$

Розв’язавши систему (11) маємо $\varepsilon_{21} = 0$, $\varepsilon_{22} = -1$, $\varepsilon_{23} = 1$, отже $\pi_2 = \dfrac{З \cdot F}{q}$

Подібним чином знаходимо π_3: $\pi_3 = \dfrac{З}{q} \cdot V_0^2$.

Враховуючи нульові розмірності кутів α і β, очевидно $\pi_4 = \alpha$, $\pi_5 = \beta$.

Для π_6: $\left[L^o M^o T^o\right] = \left[\left(\frac{L}{T}\right)^{\varepsilon_{61}} \left(\frac{M}{L}\right)^{\varepsilon_{62}} \left(\frac{M}{L^3}\right)^{\varepsilon_{63}} \left(\frac{L}{T}\right)\right]$, система має вигляд аналогічний (10), звідки $\pi_6 = \frac{\Delta V}{V_{cp}}$.

Для π_7: $$\left[L^o M^o T^o\right] = \left[\left(\frac{L}{T}\right)^{\varepsilon_{71}} \left(\frac{M}{L}\right)^{\varepsilon_{72}} \left(\frac{M}{L^3}\right)^{\varepsilon_{73}} L\right].$$

Система рівнянь:

$$\begin{cases} \varepsilon_{71} - \varepsilon_{72} - 3\varepsilon_{73} + 1 = 0; \\ \varepsilon_{72} + \varepsilon_{73} = 0; \\ -\varepsilon_{71} = 0. \end{cases} \tag{12}$$

Розв'язавши систему (12) одержимо: $\varepsilon_{71} = 0$, $\varepsilon_{72} = -\frac{1}{2}$, $\varepsilon_{73} = \frac{1}{2}$, а отже

$$\pi_7 = \frac{3}{q} \cdot в^2.$$

Аналогічно знаходяться π_8 та π_9: $\pi_8 = \frac{3}{q} \cdot H_1^2$; $\pi_9 = \frac{3}{q} \cdot H_2^2$.

Оскільки y – безрозмірна величина, то $\pi_{10} = y$.

З врахуванням приведених перетворень вихідне критеріальне рівняння (4) набуває вигляду:

$$F\left(\frac{V_Д}{V_{cp}}; \frac{3 \cdot F}{q}; \frac{3}{q} \cdot V_0^2; \alpha; \beta; \frac{\Delta V}{V_{cp}}; \frac{3}{q} \cdot в^2; \frac{3}{q} \cdot H_1^2; \frac{3}{q} \cdot H_2^2; y\right) = 0.$$

В іншому вигляді:

$$y = f\left(\frac{V_Д}{V_{cp}}; \frac{3 \cdot F}{q}; \frac{3}{q} \cdot V_0^2; \alpha; \beta; \frac{\Delta V}{V_{cp}}; \frac{3}{q} \cdot в^2; \frac{3}{q} \cdot H_1^2; \frac{3}{q} \cdot H_2^2\right). \tag{13}$$

Тепер можемо отримати регресійну модель, яка найкращим чином поєднує залежну змінну із одержаними безрозмірними комплексами. Найбільш доцільним є застосування нелінійних моделей, наприклад мультиплікативної:

$$y = \varepsilon_0 \left[\frac{V_Д}{V_{cp}}\right]^{\varepsilon_1} \left[\frac{3 \cdot F}{q}\right]^{\varepsilon_2} \left[\frac{3}{q} \cdot V_0^2\right]^{\varepsilon_3} \alpha^{\varepsilon_4} \beta^{\varepsilon_5} \left[\frac{\Delta V}{V_{cp}}\right]^{\varepsilon_6} \left[\frac{3}{q} \cdot в^2\right]^{\varepsilon_7} \left[\frac{3}{q} \cdot H_1^2\right]^{\varepsilon_8} \left[\frac{3}{q} \cdot H_2^2\right]^{\varepsilon_9}. \tag{14}$$

Більш зручною для практичного застосування є експоненційна регресійна модель:

$$\begin{aligned} e^y = \varepsilon_0 + \varepsilon_1 \left[\frac{V_Д}{V_{cp}}\right] + \varepsilon_2 \left[\frac{3 \cdot F}{q}\right] + \varepsilon_3 \left[\frac{3}{q} \cdot V_0^2\right] + \varepsilon_4 \alpha + \varepsilon_5 \beta + \varepsilon_6 \left[\frac{\Delta V}{V_{cp}}\right] + \varepsilon_7 \left[\frac{3}{q} \cdot в^2\right] + \\ + \varepsilon_8 \left[\frac{3}{q} \cdot H_1^2\right] + \varepsilon_9 \left[\frac{3}{q} \cdot H_2^2\right]. \end{aligned} \tag{15}$$

При статистичній обробці конкретних результатів нелінійні моделі (14) та (15) шляхом перетворення залежних та незалежних перемінних приводяться до лінійних моделей.

Позначимо в (15) вирази в душках через z_i'; $y' = \ln y = e^y$; $\varepsilon_0' = \ln \varepsilon$ та приведемо рівняння до лінійного вигляду:

$$y' = \varepsilon_0' + \varepsilon_1 z_1' + \varepsilon_2 z_2' + \varepsilon_3 z_3' + \varepsilon_4 z_4' + \varepsilon_5 z_5' + \varepsilon_6 z_6' + \varepsilon_7 z_7' + \varepsilon_8 z_8' + \varepsilon_9 z_9'. \tag{16}$$

Коефіцієнти регресії ε_0', ε_1, ..., ε_9, можна одержати із умови мінімалізації суми квадратів відхилень з відношення

$$S = \sum_i \left(y_i' - \varepsilon_0' - \varepsilon_1 z_1' - ... - \varepsilon_9 z_9' \right)^2 = \min . \qquad (17)$$

Прирівнявши до нуля частинні похідні від суми S для $i = N$ дослідів одержимо систему нормальних рівнянь:

$$\begin{cases} n\varepsilon_0' + \varepsilon_1 \sum_i z_{i1}' + ... + \varepsilon_9 \sum_i z_{i9}' = \sum_i y_i'; \\ \varepsilon_0' \sum_i z_{i1}' + \varepsilon_1 \sum_i z_{i1}'^2 + ... + \varepsilon_9 \sum_i z_{i9}' = \sum z_{i1}' y_i'; \\ .... \\ \varepsilon_0' \sum_i z_{i9}' + \varepsilon_1 \sum_i z_{i1}' z_{i5}' + ... + \varepsilon_9 \sum_i z_{i9}'^2 = \sum z_{i9}' y_i'. \end{cases} \qquad (18)$$

Значення коефіцієнтів регресії ε_0', ε_1, ..., ε_9 знаходяться з розв’язку системи (18).

Таким чином застосування π – теореми до теоретичного дослідження процесу пневмосепарації дає можливість згрупувати всі вхідні перемінні в спеціальні безрозмірні комплекси. Аналіз кожного з комплексів дозволяє більше, ніж при звичайному критеріальному описанні процесу, виявити взаємозв’язок і взаємний вплив факторів, що впливають на процес пневмосепарації, і визначитися з напрямком інтенсифікації процесу.

Крім цього, розгляд безрозмірних комплексів в критеріальному рівнянні, як вхідних перемінних, дозволяє зменшити кількість останніх, при цьому значно скоротити кількість дослідів, або ж зменшити похибку.

Експоненційна та мультиплікативна регресійні моделі процесу пневмосепарації виведені за допомогою π – теореми більш повно враховують фактори, що впливають на процес пневмосепарації, а саме геометричні параметри каналів, та умови введення матеріалу в ПСК, на відміну від моделей запропонованих Вєтровим [5], які фактично є частковими випадками отриманих.

Висновки. 1. Проведено аналіз існуючих методів аналітичних досліджень якісних показників процесу пневмосепарації в залежності від конструктивних параметрів і режимів роботи ЗОМ.

2. Встановлено, що використання розроблених раніше способів теоретичних досліджень розділення зернових сумішей повітряним потоком передбачає введення додаткових наближень і спрощень, що робить математичне описання процесу наближеним і адекватним лише для встановлених умов.

3. Ефективність очищення повноцінного зерна виходячи із узагальнених конструктивних параметрів та режимів роботи пневмосистеми можна визначили аналітично на основі використання π – теореми Букінгама, яка передбачає отримання безрозмірних комплексів, що дозволяє повно описати процес розділення компонентів суміші як у вертикальному, так і в похилому повітряному потоці.

Список літератури

1. Бурков А.И. Зерноочистительные машины. Конструкция, исследование, расчет и испытание / А.И. Бурков, Н.П. Сычугов. – Киров: изд-во НИИСХ Северо-Восток, 2000. – 258 с.
2. Теоретичне дослідження якості пневмосепарації зернових сумішей в похилому повітряному потоці / Лещенко С.М., Васильковський О.М., Сало В.М., [та ін.] // Сільськогосподарські машини: Зб. наук. ст. – Вип. 21. – Том 1. – Луцьк: Ред.-вид. відділ ЛНТУ, 2011. – С. 249 – 254.
3. Визначення якісних показників пневмосепараційного процесу аналітичними методами / Лещенко С.М., Васильковський О.М., Васильковський М.І., [та ін.] // Вісник Львівського національного аграрного університету. Серія «Агроінженерні дослідження». Вип. 14 – Львів: ЛДАУ, 2010. – С. 134–140.

4. Машины для послеуборочной поточной обработки семян. Теория и расчет машин, технология и автоматизация процессов. / [Под ред. Тица З.Л.] – М.: Машиностроение, 1967. – 446 с.
5. Нелюбов А.И. Пневмосепарирующие системы сельскохозяйственных машин / А.И. Нелюбов, Е.Ф. Ветров. – М.: Машиностроение, 1977. – 190 с.

С. Лещенко, В. Сало, А. Васильковский, Д. Петренко, В. Кузло

Экспоненциальная и мультипликативная регрессионные модели процесса пневмосепарации зерновых смесей

Работа посвящена повышению эффективности работы зерноочистительных машин общего назначения путем разработки универсальной регрессионной модели процесса очистки зерна воздушным потоком. Получение адекватной модели с уменьшенным количеством приближений и предположений позволит более эффективно усовершенствовать процесс очистки. В статье проведено построение экспоненциальной и мультипликативной регрессионных моделей процесса сепарации. Предложен системный обобщенный анализ факторов, которые влияют на количественные и качественные показатели сепарации. После использования π - теоремы Букингамма, выведены регрессионные модели очистки зерновых смесей воздушным потоком, которые являются действительными как для вертикальных так и для наклонных воздушных систем. Анализ безразмерных комплексов в критериальном уравнении для входных переменных позволяет уменьшить их количество, при этом значительно сократить количество опытов и уменьшить погрешность.

S. Leschenko, V. Salo, A. Vasil'kovskiy, D. Petrenko, V. Kuzlo

Exponential and multiplicative regressive models of process air cleaner of grain mixtures

Work is sanctified to the increase of efficiency work grain cleaners of general-purpose by development of universal regressive model process cleaning of grain by the current of air. The receipt of adequate model with the diminished amount of approaching and suppositions will allow more effectively to perfect a cleaning process. In the article a construction is conducted by exponential and multiplicative regressive models of process separation. The generalized analysis systems of factors that influence on the quantitative and quality indexes separation offers. After the use π - theorems of Bookingamm, the regressive models cleaning of grain mixtures are shown out by the current of air, that are actual as for vertical so for the sloping air systems. The analysis of dimensionless complexes in criterion equalization for entrance variables allows to decrease their amount, here considerably to shorten the amount of experiments and decrease an error.

Одержано 08.10.12