

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА ІМЕНІ ПЕТРА ВАСИЛЕНКА

Семенцов Віталій Володимирович

УДК 621.929.7

**ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ ДОЗУВАННЯ ТА
РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ДОЗАТОРА ПРЕМІКСІВ**

05.05.11 – машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Харків – 2015

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Харківському національному технічному університеті сільського господарства імені Петра Василенка Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник: кандидат технічних наук, професор **Бойко Іван Григорович**, Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка, професор кафедри технічних систем і технологій тваринництва ім. Б.П. Шабельника.

Офіційні опоненти:

доктор технічних наук, професор Брагінець Микола Володимирович, Луганський національний аграрний університет, в. о. ректора університету.

кандидат технічних наук, доцент Гаврильченко Олександр Степанович, Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет, завідувач кафедри механізація виробничих процесів в тваринництві.

Захист відбудеться 19 лютого 2016 року о 13 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.832.01 в Харківському національному технічному університеті сільського господарства імені Петра Василенка за адресою: 61002, м. Харків, вул. Артема, 44.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка за адресою: 61002, м. Харків, вул. Артема, 44.

Автореферат розісланий 30 грудня 2015 року

Вчений секретар

спеціалізованої вченої ради



О.Д. Черенков

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Важливою умовою зниження собівартості та підвищення конкурентоспроможності продукції тваринництва є годівля тварин і птиці комбікормами, збалансованими за поживними речовинами, вітамінами і мікроелементами (преміксами), у відповідності до запланованої продуктивності. При цьому слід відзначити, що збагачення комбікормів преміксами дозволяє підвищити засвоєння кормів на 10-15%, скоротити їх витрати на одиницю продукції до 20%, і реалізувати генетичний потенціал сучасних порід і кросів тварин і птиці.

Важливою операцією при приготуванні комбікормів є дозування преміксів, тому що недотримання їх вмісту в комбікормах веде до порушення балансу поживних речовин, а в деяких випадках - до захворювання тварин і птиці. Тому виникає необхідність у створенні дозаторів із широким діапазоном регулювання продуктивності за різних механіко-технологічних властивостей сипких кормів. При цьому необхідно забезпечити високу точність і низьку енергоємність процесу дозування.

Проведеним аналізом відомих досліджень і конструкцій дозаторів встановлено, що перспективним напрямком підвищення ефективності процесу дозування є його інтенсифікація шляхом вібророзрідження сипких кормів в зоні формування дози і створення сприятливих умов для стабільного їх витікання. Таким чином, обґрунтування параметрів процесу і розробка нової конструкції дозатора є актуальним науково-прикладним завданням для подальшого розвитку тваринницької галузі України.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Робота виконана відповідно з Державною цільовою програмою «Розвиток українського села до 2015 р.». Законів України: «Про основні напрямки державної аграрної політики на період до 2015 р.», «Про державну підтримку сільського господарства України». Розділу комплексної теми НДР ХНТУСГ ім. Петра Василенка «Розробка і удосконалення технологічних процесів виробництва продукції тваринництва і засобів механізації їх виконання»; НДР «Обґрунтування параметрів процесу і розробка конструкції гравітаційного дозатора преміксів» (ДР № 0109U000362, 2000-2015 рр.).

Мета і завдання дослідження. Метою роботи є підвищення ефективності процесу дозування преміксів шляхом розробки конструкції і обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів нового дозатора.

Для досягнення поставленої мети визначені наступні завдання дослідження:

- провести аналіз існуючих способів і технічних засобів дозування сипких матеріалів, теоретичних і експериментальних досліджень процесу дозування, та визначити напрямки удосконалення конструкцій дозаторів;

- створити математичні моделі нелінійної динаміки руху сипкого матеріалу в наддозаторному бункері та через отвори дозатора, розташовані в днищі бункера при його взаємодії із прутковою ворошилкою;

- виконати експериментальні дослідження щодо ідентифікації механіко-технологічних властивостей преміксів;

- виготовити експериментальний зразок розробленого дозатора, визначити ефективність процесу дозування преміксів та раціональні конструктивно-

кінематичні параметри дозатора;

- впровадити результати досліджень в виробництво, провести виробничі випробування дозатора та визначити техніко-економічну ефективність його застосування.

Об'єкт дослідження: технологічний процес дозування, його зв'язок з конструктивно-кінематичними параметрами дозатора та механіко-технологічними властивостями преміксів.

Предмет дослідження: обґрунтування параметрів процесу дозування та розробка конструкції дозатора преміксів.

Методи дослідження: теоретичні дослідження виконані із застосуванням законів динаміки, положень теорії суцільних середовищ та сучасних методів моделювання. Експериментальні дослідження проведені на виготовлених експериментальних установках. Обробка результатів досліджень виконана з використанням положень теорії ймовірності та математичної статистики з використанням пакетів програм «Matlab», «Mathcad», «Excel». Для визначення оптимальних співвідношень конструктивно-технологічних параметрів гравітаційного дозатора застосована методика планування багатофакторного експерименту. Виробничі випробування дозатора преміксів проведені у відповідності з методиками випробувань машин для тваринництва.

Наукова новизна одержаних результатів:

- вперше проведеним моделюванням нелінійної динаміки сипкого середовища у наддозаторному бункері встановлено взаємозв'язок між швидкістю руху середовища і його витратами через отвори дозатора [2];

- для керування і розрахунку технологічних показників процесу дозування вперше створені математичні моделі нелінійної динаміки сипкого середовища з керованим його вібророзрідженням у зоні витікання із випускних отворів, і одержані математичні залежності продуктивності та енергоємності процесу від конструктивно-кінематичних параметрів дозатора [3, 4, 9];

- для оцінки впливу вібрації на ефективність дозування вперше виконано комплексне обґрунтування конструктивно-кінематичних параметрів дозатора з урахуванням технологічних показників процесу і механіко-технологічних властивостей преміксів [1, 5-8, 10-12].

Практичне значення одержаних результатів.

Запропонована і обґрунтована нова конструкція дозатора преміксів, яка відрізняється від існуючих зниженням енергетичних витрат на процес дозування. Виробничими випробуваннями розробленого дозатора при збагаченні комбікормів преміксами для молочного поголів'я великої рогатої худоби на 1100 голів встановлено, що нерівномірність дозування, яка характеризує ефективність процесу, відповідає зоотехнічним вимогам і не перевищує 3,5%. Енергоємність процесу знижена з 2,17 до 1,08 кВт год/т (у 2 рази), річна економія експлуатаційних витрат складає більше 9 тис. грн. Річний економічний ефект від зниження експлуатаційних витрат становить більше 9 тис. грн, а за рахунок підвищення продуктивності тварин - більше 121 тис. грн.

Особистий внесок здобувача.

Основні результати дисертаційної роботи здобувачем одержані особисто. У наукових працях, які виконані в співавторстві, особистий внесок наступний:

[1] - проведені експериментальні дослідження, і виконана обробка експериментальних даних визначення механіко-технологічних властивостей преміксів; [5, 12] - запропонована конструкція експериментальної установки для дослідження процесів дозування сипких кормів і методика визначення його якісних показників; [6] - виконані експериментальні дослідження процесу дозування преміксів розробленим дозатором, і визначені його оптимальні конструктивно-кінематичні параметри; [7, 8, 11] – визначені напрямки удосконалення конструкцій дозаторів сипучих кормів, з метою зниження енергетичних витрат на процес дозування, і запропонована нова конструктивна схема дозатора; [9] - у результаті теоретичних досліджень отримана залежність потужності приводу гравітаційного дозатора від частоти і амплітуди коливань ворошилки.

Апробація результатів дисертації.

Результати дисертаційної роботи доповідалися: на міжнародній науково-практичній конференції (МНПК) «Современные биотехнические системы и ресурсоиспользование в животноводстве» (ТДАТУ, Мелітополь, 2011 р.); на XI МНПК «Сучасні напрямки технології та механізації процесів переробних і харчових виробництв» (ХНТУСГ ім. Петра Василенка, Харків, 2011 р.); на X МНПК «Інноваційні напрямки розвитку технічного сервісу машин» (ХНТУСГ ім. Петра Василенка, Харків, 2012 р.); на XIII МНПК «Науково-технічні засади розробки, випробування та прогнозування сільськогосподарської техніки і технологій» (ДНУ УНДПВТТСГВ імені Леоніда Погорілого, 2012 р.); на МНПК «Современные проблемы инновационного развития агроинженерии и информационных технологий» (ФГБОУ ВПО БГСХА им. В.Я. Горина, Белгород, 2012 р.); на МНПК «Сучасні проблеми землеробської механіки» (Дніпропетровський ДАУ, Дніпропетровськ, 2012 - 2014 рр.); на міжнародних наукових сесіях «Інноваційні проекти розвитку технічного сервісу машин» (ХНТУСГ ім. Петра Василенка, Харків, 2013 - 2015 рр.).

Публікації. Результати дисертаційної роботи опубліковані в 8 наукових статтях, у тому числі: 6 - в фахових виданнях, 2 - за кордоном, а також в 3 тезах конференцій; 4 публікації виконано самостійно. Одержано 1 патент України.

Структура й обсяг дисертації. Дисертація складається з вступу, 5 розділів, загальних висновків, списку використаних джерел із 151 найменувань і додатків. Повний обсяг дисертації викладено на 182 сторінках комп'ютерного тексту (основна частина – 145 сторінок), містить 36 рисунків, 9 таблиць і додатків на 21 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ

У вступі обґрунтовано актуальність теми, зв'язок роботи з науковими програмами, планами і темами, сформульовані мета, завдання досліджень, наведено наукову новизну та практичне значення одержаних результатів.

У першому розділі наведено аналіз відомих теоретичних і експериментальних досліджень процесу дозування сипких матеріалів, конструкцій дозаторів та визначено напрями підвищення ефективності їх роботи.

Суттєвий внесок у розвиток теорії і практики дозування сипких матеріалів внесли: Ю.Д. Відінеєв, П.М. Василенко, І.І. Ревенко, Г.М. Кукта, Л.Я. Степук,

А.А. Артюшин, В.В. Шацкий, М.В. Брагинець, Л.М. Куцин, Г.А. Рогатінський, В.І. Сироватка, К.В. Альферов, І.Г. Бойко та ін.

Проведеним аналізом відомих досліджень і конструкцій встановлено, що перспективним напрямком підвищення ефективності дозування є інтенсифікація процесу шляхом керованого вібророзрідження сипкого корму в зоні формування дози і створення сприятливих умов для стабільного його висипання.

На рис.1 наведена конструктивна схема розробленого дозатора сипких кормів.

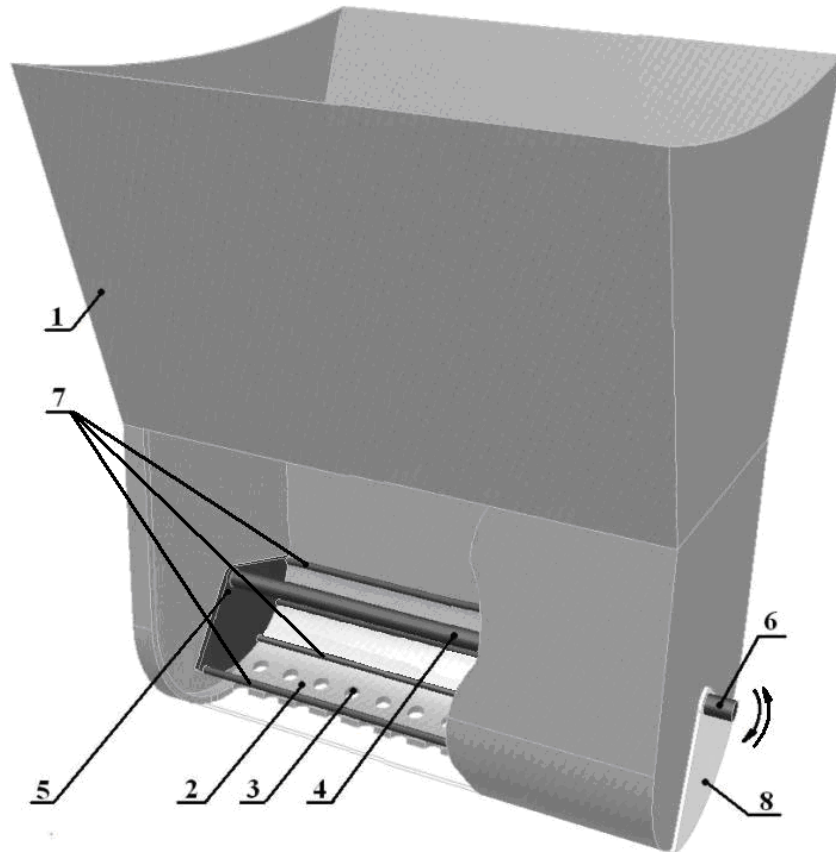


Рис. 1. Конструктивна схема дозатора сипких кормів:
1 - бункер; 2 - дно бункера; 3 - отвори дна бункера; 4 - пруткова ворошилка; 5 - сектори ворошилки; 6 - вал приводний; 7 - прутки ворошилки; 8 - заслінка

Запропонований дозатор сипких кормів працює наступним чином. Сипкі корми завантажуються в наддозаторний бункер 1 і утворюють над отворами 3 дна 2 бункера стійкі склепіння, і їх висипання не відбувається. При здійсненні коливань пруткової ворошилки 4 відбувається руйнування склепінь, сипкі корми псевдорозріджуються і під дією гравітаційних сил рівномірно висипаються з дозатора. Задана продуктивність дозатора встановлюється заслінкою 8, за рахунок перекриття частини отворів дна дозатора.

У другому розділі на основі законів механіки суцільного середовища щодо збереження маси і зміни кількості руху проведені теоретичні дослідження процесу дозування, і визначено взаємозв'язок швидкості руху сипкого корму в наддозаторному бункері від витрат через дозуючий пристрій, при його вібророзрідженні в зоні формування дози. Одержано залежності продуктивності і енергоємності процесу від конструктивно-кінематичних параметрів дозатора.

На рис.2 наведена розрахункова схема дозатора сипких кормів.

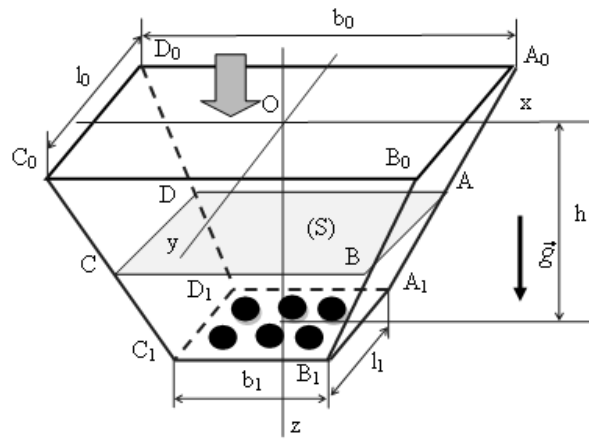


Рис. 2. Розрахункова схема дозатора сипких кормів

Конструкція дозатора сипких кормів складається з вертикально розташованого бункера, поперечний перетин якого має прямокутну форму і звужується в його нижній частині. В нижній частині бункера розташовується дно $A_1B_1C_1D_1$, з отворами діаметром d_0 . Розмір отворів дна виконано менше критичних діаметрів склепіненоутворення сипких кормів, що перешкоджає їх витіканню через отвори. Для руйнування склепінень і надання сипкому корму псевдорозрідженого стану в запропонованій конструкції дозатора використовується ворошилка - циліндричний пруток, який здійснює коливання вздовж поверхні з отворами. Ворошилка розташована паралельно ребрам дна A_1B_1, C_1D_1 , на відстані від нього. Коливні рухи пруткової ворошилки мають малу амплітуду, здійснюються в горизонтальній площині і направлені вздовж ребер A_1D_1, B_1C_1 . Крім механічного руйнування склепінень, ворошилка рухаючись створює вібраційний рух сипкого середовища, що приводить також до його псевдорозрідження.

Накладання вібрацій на сипке середовище призводить до зменшення як його в'язкості, так і сил внутрішнього і зовнішнього тертя. В свою чергу зміна величини коефіцієнта в'язкості впливає на витрати сипкого середовища через отвори. Дане явище лежить в основі принципу роботи дозатора.

Для опису динаміки сипкого середовища в бункері, згідно з законом збереження маси, рівняння його балансу в диференціальній формі матиме вигляд:

$$\rho \frac{da}{dt} + \text{div} \vec{J}_a^* - \sigma_a = 0, \quad (1)$$

де ρ - об'ємна щільність середовища; a - масова щільність середовища; \vec{J}_a^* - кондуктивний потік через матеріальну поверхню; σ_a - потужність джерела внутрішньої характеристики середовища.

Враховуючи екстенсивну величину кількості руху даного об'єму сипкого середовища і головний вектор зовнішніх сил, які діють на об'єм, рівняння кількості руху запишемо в вигляді:

$$\frac{d}{dt} \int_{v(t)} \rho \vec{v} dV = \int_{\Sigma(t)} \vec{p} d\Sigma + \int_{v(t)} \rho \vec{f} dV, \quad (2)$$

де \vec{v} - кількість руху, яка приходиться на одиницю маси; V - об'єм середовища; \vec{p} - характеристика поверхневих сил; \vec{f} - інтенсивна характеристика масових сил.

Рівняння балансу повної енергії механіки суцільних середовищ, з урахуванням нерозривності системи і реологічних співвідношень залежності тензора напруження від тензора швидкостей деформацій:

$$D_{ik} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial v_k}{\partial x_i} + \frac{\partial v_i}{\partial x_k} \right), \quad (3)$$

запишемо у вигляді закону Нав'є-Стокса:

$$\sigma_{ik} = -p\delta_{ik} + \left(\eta - \frac{2}{3}\mu \right) \text{div}\vec{v}\delta_{ik} + 2\mu D_{ik}, \quad (4)$$

де p - тиск, який задається рівнянням стану системи; δ_{ik} - компоненти одиничного тензора другого рангу; η, μ - динамічні коефіцієнти об'ємної і зсувної в'язкості.

Після встановлення основної системи рівнянь динаміки суцільного середовища для їх розв'язку задамо граничні умови:

- не протікання середовища через стінку бункера: $v_n = 0$, нормальна складова швидкості рівна нулю;

- дотичне напруження на стінці бункера пропорціональне нормальному напруженню з коефіцієнтом у вигляді зовнішнього коефіцієнта тертя: $\tau_n = f_e p_n$;

- швидкість руху середовища в напрямку осі z описується співвідношенням:

$$v_z = \frac{\partial F}{\partial t} + v_x \frac{\partial F}{\partial x} + v_y \frac{\partial F}{\partial y} \quad (z = F(t, x, y))$$

- безперервність тензора напруження на вільній межі, якщо позначити через $\vec{n} = (n_1, n_2, n_3)$ одиничну нормаль до поверхні, то умова матиме вигляд: $(n_k \sigma_{ki})^+ = (n_k \sigma_{ki})^-$ ($z = F(t, x, y)$).

Розглянемо стан сипкого середовища в бункері, що відповідає режиму «швидкого» його руху. Тоді тензор напруження можна записати у вигляді суми двох доданків: «рівноважного» $\bar{\sigma}^r$ і дисипативного $\bar{\sigma}^d$:

$$\bar{\sigma} = \bar{\sigma}^r + \bar{\sigma}^d, \quad (5)$$

де

$$\bar{\sigma}^r = -\alpha \left(p\delta_{ik} + 2 \frac{\partial \mathcal{G}}{\partial x_i} \frac{\partial \mathcal{G}}{\partial x_k} \right) \vec{e}_i \vec{e}_k, \quad (6)$$

α - феноменологічний коефіцієнт; \mathcal{G} - об'ємна щільність твердої фази сипкого середовища;

$p = \frac{1}{\sin \varphi} - 1$ - тиск; φ - кут внутрішнього тертя сипкого середовища;

$$\bar{\sigma}^d = \sigma_{ik}^d \vec{e}_i \vec{e}_k = \left[\left(\eta - \frac{2}{3}\mu \right) \text{div}\vec{v}\delta_{ik} + \mu \left(\frac{\partial v_k}{\partial x_i} + \frac{\partial v_i}{\partial x_k} \right) \right], \quad (7)$$

що відповідає закону реології ньютонівської рідини.

При малих швидкостях руху суцільного середовища (сипкі корми) можна вважати, що рух відбувається зі збереженням об'єму, як у випадку «нестисливої» рідини. Отже, рівняння нестисливості середовища матиме вигляд:

$$\text{div}\vec{v} = 0. \quad (8)$$

Позначимо через \vec{n} зовнішню нормаль до поверхні Σ , яка обмежує об'єм V : $A_0B_0C_0D_0A_1B_1C_1D_1$. Після інтегрування обох частин рівняння (8) по даному об'єму і застосувавши рівняння Гауса-Остроградського, з урахуванням умови $v_n = 0$, отримуємо:

$$\int_{-b_1/2}^{b_1/2} \int_{-l_1/2}^{l_1/2} v_z(x, y, h) dx dy = \int_{-b_0/2}^{b_0/2} \int_{-l_0/2}^{l_0/2} v_z(x, y, 0) dx dy, \quad (9)$$

де b_0, b_1, l_0, l_1 - конструктивні параметри бункера (рис. 3).

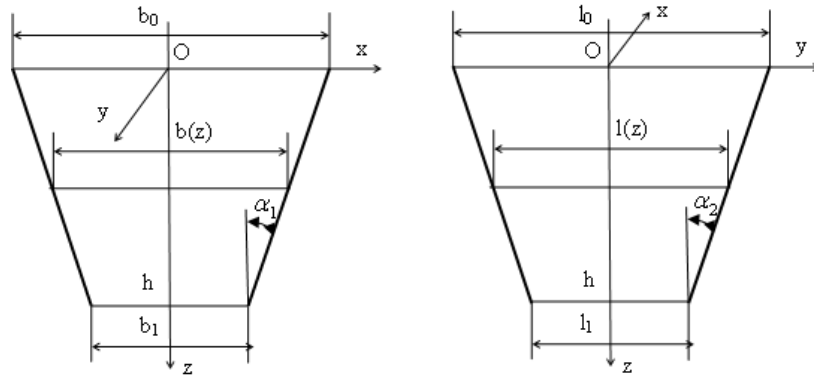


Рис. 3. Перетини бункера площинами $y = 0, x = 0$

Введемо позначення для витрати Q сипкого середовища через довільний поперечний перетин бункера площиною $z = const$:

$S(z) = \{-b(z)/2 \leq x \leq b(z)/2, -l(z)/2 \leq y \leq l(z)/2, z = const\}$ у вигляді:

$$Q = Q(z) = \int_{-b(z)/2}^{b(z)/2} \int_{-l(z)/2}^{l(z)/2} v_z(x, y, z) dx dy, \quad (10)$$

де
$$b(z) = \frac{b_0 - b_1}{h}(h - z) + b_1, \quad l_z = \frac{l_0 - l_1}{h}(h - z) + l_1. \quad (11)$$

Тоді співвідношення (9), з урахуванням, що, для області V_z ($0 \leq z \leq z_{ABCD}$), можна представити в наступній формі:

$$Q(z) = Q_0. \quad (12)$$

У цьому випадку середня вертикальна складова швидкості \bar{v}_z опускання сипкого середовища зв'язана з його витратами наступним співвідношенням:

$$\bar{v}_z = \frac{1}{S(z)} \int_{-b(z)/2}^{b(z)/2} \int_{-l(z)/2}^{l(z)/2} v_z(x, y, z) dx dy = \frac{Q(z)}{S(z)}. \quad (13)$$

Динаміка сипкого середовища в бункері суттєво залежить від характеру його руху через отвори в дні бункера. Оскільки рух сипкого середовища через отвори дна дозатора характеризується параметрами: діаметром отвору d_0 , довжиною отвору l_0 (рис. 4), перепадом тиску $\Delta p = p_1 - p_0$ по довжині отвору, в'язкістю середовища μ , то, очевидно, витрати q_1 будуть залежати від цих параметрів:

$$q_1 = f(d_0, l_0, \mu, \Delta p). \quad (14)$$

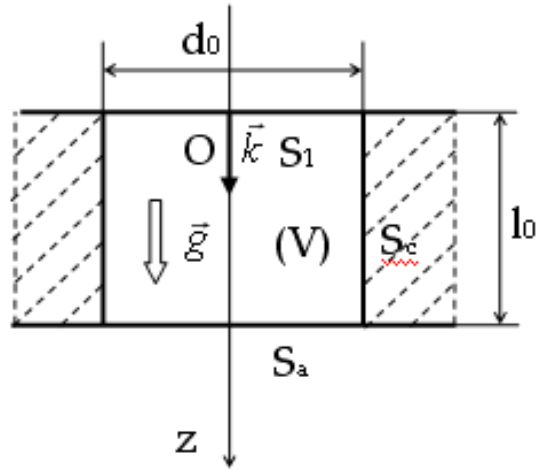


Рис. 4. Розрахункова схема випускного отвору дна бункера

Для уточнення цієї залежності скористуємося методом теорії подібності - П-теоремою. Тоді рівняння (14) в безрозмірних змінних запишемо у вигляді:

$$q_1 = d_0 \mu \rho^{-1} f \left(1, \frac{l}{d_0}, 1, \frac{\Delta p}{p^*} \right), \quad (15)$$

де $p^* = \mu^2 / \rho d_0^2$.

Розглянемо рух сипкого середовища об'ємом V через циліндричний отвір, який обмежений поверхнями S_1, S_c, S_a . Скористаємося теоремою про рух центру мас V :

$$m \frac{d^2 \vec{v}_m}{dt^2} = \vec{F}_g + \vec{F}_v + \vec{F}_p, \quad (16)$$

де $m = \rho \pi d_0^2 l_0 / 4$ - маса корму; v_m - швидкість центру мас об'єму V ; $\vec{F}_g = m \vec{g}$ - вага об'єму; $\vec{F}_v = \tau_0 \pi d_0 l_0 \vec{k}$ - сила гідравлічного опору, яка викликана наявністю сил в'язкості; $\tau_0 = \rho \lambda V_m^2 / 8$ - дотичне напруження на стінки циліндра S_c ; $\lambda = 64 / Re = 64 \lambda \rho^{-1} v_m^{-1} d_0^{-1}$ - коефіцієнт гідравлічного опору; $F_p = (p_1 - p_a) \pi d_0^2 / 4$ - сила яка діє на S_1, S_a ; p_a - атмосферний тиск за межами дозатора.

Проекція рівняння (16) на напрямок осі O_z є скалярне рівняння руху об'єму V :

$$\rho \frac{\pi d_0^2 l_0}{4} \frac{dv_m}{dt} = \rho \frac{\pi d_0^2 l_0}{4} g - 8 \pi d_0 \mu \cdot v_m + \pi d_0^2 \frac{p_1 - p_a}{4}. \quad (17)$$

Для стаціонарного режиму руху похідна за часом дорівнює нулю. Тоді швидкість v_m руху корму в отворі виражається наступним рівнянням:

$$v_m = \rho g \frac{d_0^2}{32 \mu} + \frac{p_1 - p_a}{32 \mu} \frac{d_0^2}{l_0}, \quad (18)$$

а його витрати через один отвір будуть дорівнювати:

$$q_0 = v_m \frac{\pi d_0^2}{4} = \frac{\pi d_0^4}{128 \mu} \left(\rho g + \frac{p_1 - p_a}{l_0} \right). \quad (19)$$

Якщо позначити через n_0 загальну кількість отворів у дні бункера, то сумарні витрати корма будуть дорівнювати:

$$Q_d = n_0 q_1 = \frac{n_0 \pi d_0^4}{128 \mu} \left(\rho g + \frac{p_1 - p_a}{l_0} \right), \quad (20)$$

У рівнянні (20) присутній коефіцієнт динамічної зсувної в'язкості μ , який залежить від інтенсивності вібрацій $j = a\omega$; a, ω - амплітуда і частота коливань ворошилки. Запишемо цю залежність у вигляді функції:

$$\mu = \frac{\mu_0}{2} \left[1 + \operatorname{tg} \left(\frac{\pi}{20} \right) \operatorname{ctg} \left(\frac{\pi j}{400} \right) \right],$$

де μ_0 - в'язкість середовища при інтенсивності вібрації рівній $j=1$.

В результаті розрахунків по формулі (20) побудовані: графічні залежності продуктивності дозатора від частоти і амплітуди коливання ворошилки (рис. 5), лінії рівнів функції $Q(\omega, a)$ (рис. 6), залежності продуктивності Q від діаметрів отворів d_0 дна дозатора (рис.7):

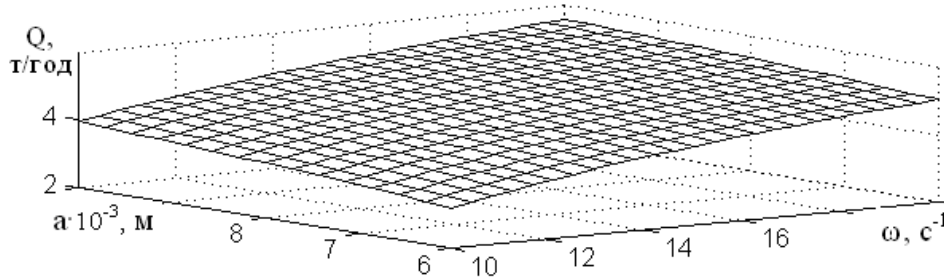


Рис. 5. Залежності продуктивності дозатора від частоти і амплітуди коливання ворошилки, при: $d_0=0,01$ м; $\mu_0=0,01$; $h=1,5$ м; $n_0=25$ шт.

Встановлено, що при збільшенні частоти коливання ворошилки від 10 до 20 с^{-1} , продуктивність дозатора збільшується від 3 до 5,2 т/год (1,73 разів), а при зростанні амплітуди її коливань від 6 до 10 мм відповідно з 3 до 4 т/год (1,33 разів).

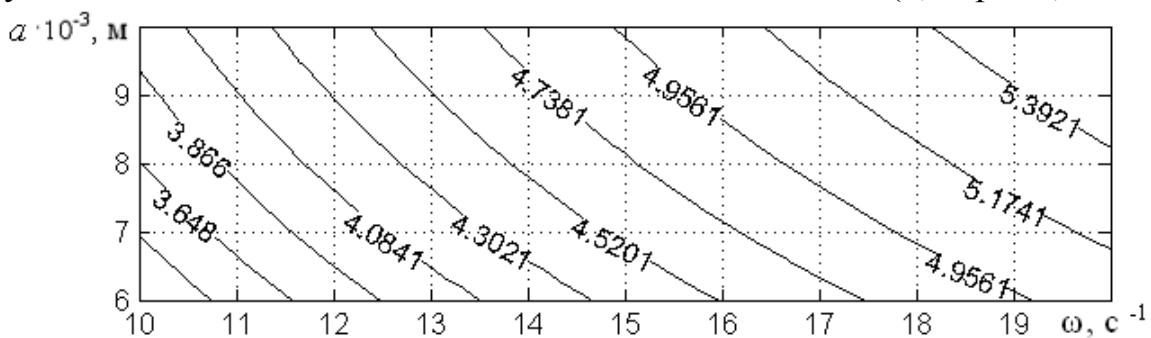


Рис. 6. Лінії рівнів функції $Q(\omega, a)$ від частоти і амплітуди коливання ворошилки, при: $d_0=0,01$ м; $\mu_0=0,01$; $h=1,5$ м

Побудовані лінії рівнів функції $Q(\omega, a)$ дозволяють визначати параметри частоти і амплітуди коливання ворошилки в залежності від заданої продуктивності дозатора.

Встановлено (рис. 7), що збільшення діаметрів отворів дна дозатора від 0,005 до 0,015 м, при висоті корму в бункері $h=1,8$ м, продуктивність його збільшується від 1,1 до 8,8 т/год (у 8 разів).

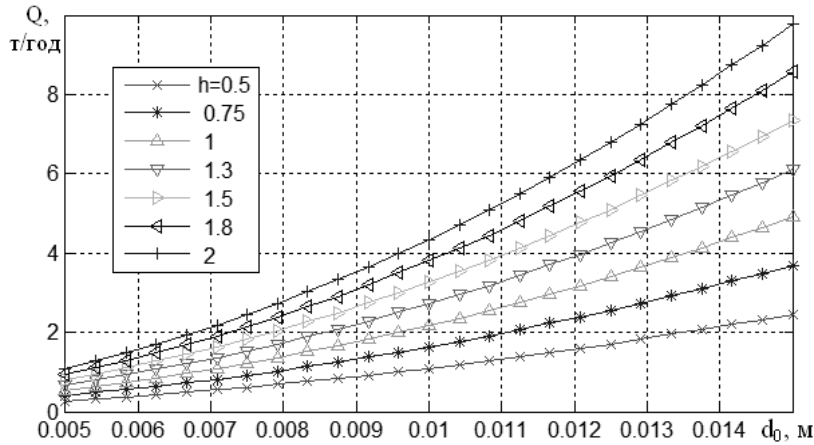


Рис. 7. Залежності продуктивності від діаметрів отворів d_0 дна дозатора, при: $a=0,006$ м; $\omega=10$ с $^{-1}$

Встановлено, що при збільшенні діаметрів отворів дна дозатора від 0,005 до 0,015 м, при висоті корму в бункері $h=2$ м, продуктивність збільшується від 1,2 до 9,9 т/год (у 8,2 разів).

Для визначення потужності приводу запропонованої конструкції дозатора, яка характеризує його енергетичні показники, розглянемо будову ворошилки, розрахункова схема якої наведена на рис.8.

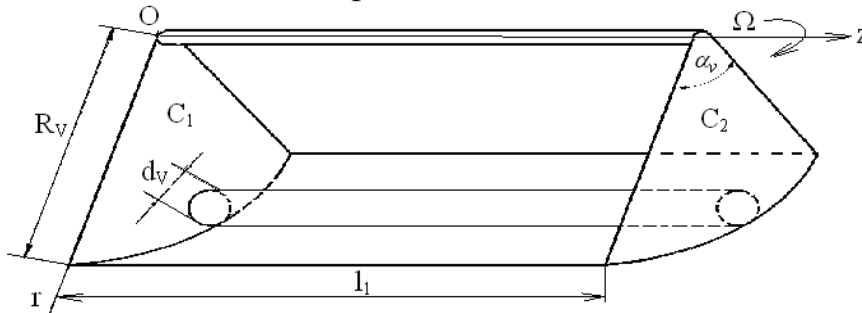


Рис. 8. Розрахункова схема пруткової ворошилки дозатора для визначення потужності його приводу

Ворошилка складається з циліндричних металевих прутків діаметром d_v , довжиною l_1 і двох металевих косинок C_1, C_2 товщиною t_v у вигляді кругових секторів з кутом α_v біля вешини. Пруток своїми основами прикріплений до металевих косинок так, що система є твердим тілом з нерухомою віссю обертання Oz .

Для визначення потужності двигуна приводу дозатора скористаємося теоремою про зміну кінетичної енергії твердого тіла. Загальне формулювання теореми свідчить, що швидкість зміни кінетичної енергії T дорівнює потужності зовнішніх сил N^e , що діють на тіло:

$$\frac{dT}{dt} = N^e. \quad (21)$$

Кінетичну енергію в цьому випадку визначимо інтегралом:

$$T = \int \frac{1}{2} \rho_g \cdot v^2 dV, \quad (22)$$

де ρ_g - щільність матеріалу ворошилки; V - швидкість руху точок ворошилки.

Момент інерції тіла відносно осі Oz (рис. 8), представляє собою адитивну функцію маси (об'єму) тіла. Тоді кінетичну енергію тіла запишемо у вигляді:

$$T = \frac{1}{2} I_{ik} \Omega_i \Omega_k, \quad (23)$$

де I_{ik} - компонент тензора інерції.

Момент інерції циліндричного прутка J_z^c щодо осі Oz , паралельній осі циліндра, відповідно до теореми Штерна дорівнює:

$$J_z^c = m_c R_V^2 + J_z'^c = m_c R_V^2 + \frac{m_c d_V^2}{8} = \frac{\rho_v \pi d_V^2 l_1}{4} \left(R_V^2 + \frac{d_V^2}{8} \right). \quad (24)$$

Момент інерції однорідних косинок щодо осі Oz визначимо інтегралом:

$$J_z^k = 2 \rho_v \int_0^{\alpha_v} \int_0^{t_v} \int_0^{R_v} r^3 dr dz d\varphi = \frac{1}{2} \rho_v t_v \alpha_v R_v^4. \quad (25)$$

Таким чином, сумарний момент інерції ворошилки щодо осі Oz буде рівний:

$$J_z = J_z^c + J_z^k = \frac{\rho_v}{2} \left[\frac{\pi d_V^2 l_1}{2} \left(R_V^2 + \frac{d_V^2}{8} \right) + t_v \alpha_v R_V^4 \right]. \quad (26)$$

Потужність N сил, що діють на ворошилку дозатора, дорівнює сумі потужностей двигуна і дисипативних сил:

$$N^e = N_d + N_v. \quad (27)$$

Потужність дисипативних сил визначимо множенням осьового моменту цих сил на кутову швидкість обертання тіла:

$$N_v = M_v \Omega = -C_s 6 \pi \mu (d_V l_1)^{1/2} R_V^2 \Omega^2, \quad (28)$$

де C_s - коефіцієнт, що враховує форму тіла;

Тоді миттєва потужність, що розвивається двигуном, згідно (21), (27), (28), дорівнюватиме:

$$N_d = \left| \frac{dT}{dt} \right| + |N_v| = J_z \left| \Omega \frac{d\Omega}{dt} \right| + C_s 6 \pi \mu (d_V l_1)^{1/2} R_V^2 \Omega^2. \quad (29)$$

Враховуючи, що рух ворошилки відбувається по гармонічному закону, з періодом коливання $T_v = 2\pi/\omega$, середня потужність електродвигуна за чверть періоду коливання дорівнюватиме:

$$\bar{N}_d = \frac{4}{T_v} \int_0^{T_v/4} N_d(t) dt = \pi^2 a^2 v^2 \left[J_z \frac{8V}{R_v^2} + 12\pi C_s \mu (d_V l_1)^{1/2} \right]. \quad (30)$$

У результаті чисельного розв'язку рівняння (30) побудовані лінії рівнів функції $\bar{N}_d(\omega, a)$ (рис. 9) та графічні залежності потужності приводу дозатора від амплітуди і частоти коливань ворошилки (рис. 10).

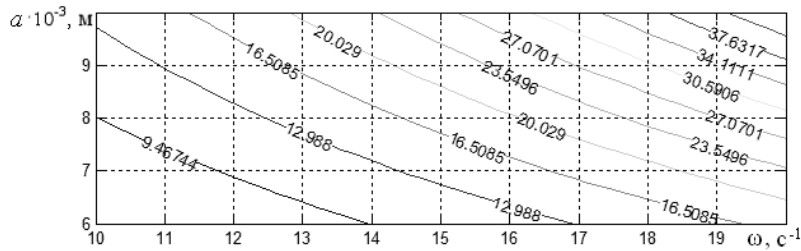


Рис. 9. Лінії рівнів $\bar{N}_d(\omega, a)$ в залежності від частоти і амплітуди коливання ворошилки, при: $d_0=0,01$ м, $R_V=0,05$ м

Лінії рівнів функції $\bar{N}_d(\omega, a)$ використовуються як номограма для визначення потужності приводу дозатора в залежності від амплітуди і частоти коливання ворошилки.

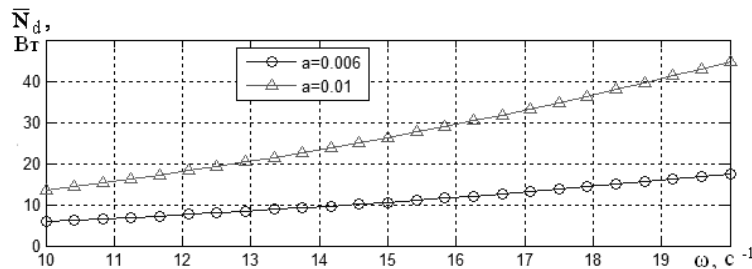


Рис. 10. Залежності потужності приводу дозатора від частоти коливання ворошилки, при: $d_0=0,01$ м, $R_V=0,05$ м

Встановлено, що при збільшенні частоти коливання ворошилки від 10 до 20 с^{-1} , при амплітуді $a=0,01$ м, потужність приводу збільшується від 14 до 45 Вт (у 3,2 рази).

У третьому розділі наведено програму та методику проведення експериментальних досліджень, якими передбачено: визначення механіко-технологічних властивостей преміксів; дослідження технологічного процесу дозування, визначення оптимальних конструктивно-кінематичних параметрів дозатора і ефективності його роботи.

Для визначення критичного діаметра склепінеутворюючого отвору розроблено і виготовлено спеціальний прилад (рис. 11).

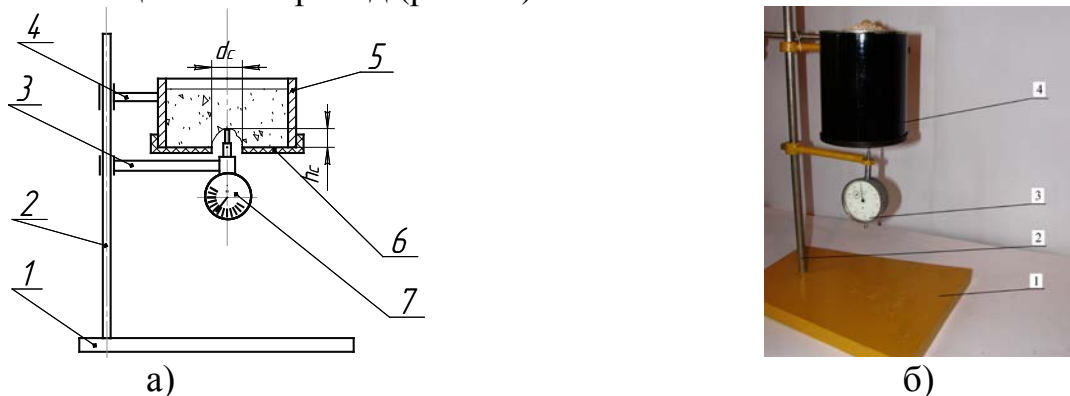


Рис. 11. Прилад для визначення критичного діаметра склепінеутворювального отвору і висоти склепінь: а)принципова схема: 1 - платформа; 2 - стойка; 3, 4 кронштейни; 5 - ємність циліндрична; 6 - діафрагма; 7 - індикатор переміщення; б) загальний вигляд: 1 - платформа; 2 - стойка; 3 - індикатор; 4 - ємність циліндрична

Для визначення коефіцієнта динамічної зсувної в'язкості використовували віскозиметр А.А. Гнездилова, схема якого наведена на рис. 12.

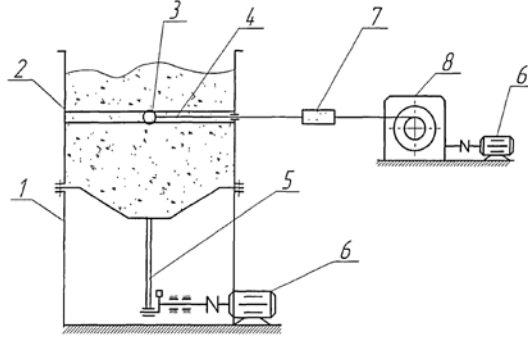


Рис. 12. Схема приладу для визначення коефіцієнта динамічної зсувної в'язкості: 1 - рама; 2 - контейнер; 3 - куля; 4 - трос; 5 - привід; 6 - електродвигун; 7 - датчик; 8 - редуктор

Коефіцієнт динамічної зсувної в'язкості сипкого середовища визначали по формулі Стокса:

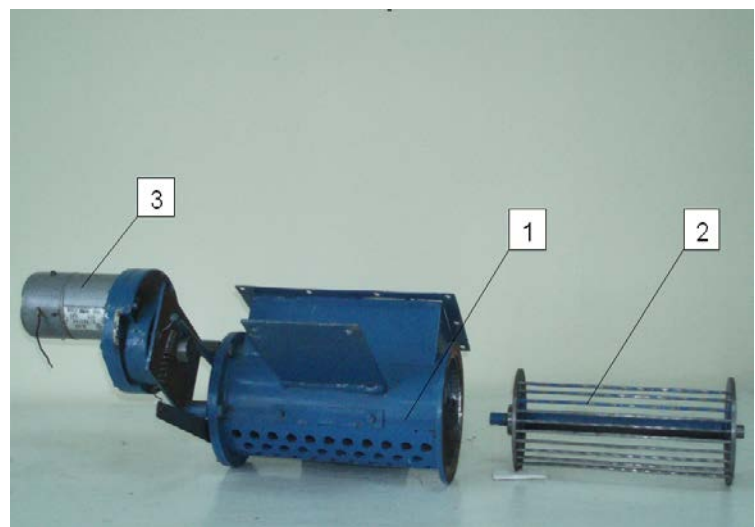
$$\mu = \frac{F_1 - F_0}{3\pi dV} = \frac{F}{3\pi dV}, \quad (26)$$

де F - сила, яка діє на сферичне тіло; F_1 і F_0 - сили, які витрачаються на переміщення сферичного тіла відповідно в сипучому середовищі і в пустому контейнері; d - еквівалентний діаметр сферичного тіла; V - швидкість руху сферичного тіла. Розроблені пристрої дозволяли ідентифікувати експериментально критичні діаметри склепінеутворюючих отворів і коефіцієнти динамічної зсувної в'язкості.

Дослідження процесу дозування преміксів виконували на експериментальній установці (рис. 13, а), яка забезпечувала зміну частоти і амплітуди коливання ворошилки, зміну діаметрів отворів дна дозатора, визначати продуктивність дозатора, нерівномірність і енергоємність процесу дозування. Загальний вигляд дозуючого механізму в розібраному вигляді наведено на рис. 13, б.



а)



б)

Рис. 13. Загальний вигляд: а) експериментальної установці: 1 - рама; 2 - експериментальний дозатор; 3 - наддозаторний бункер; 4 - привід дозатора; 5 - пробовідбірник; б) дозуючого механізму: 1 - дно дозатора з отворами; 2 - пруткова ворошилка; 3 - електродвигун

У четвертому розділі наведено результати експериментальних досліджень та їх аналіз. Експериментально визначені механіко-технологічні властивості наповнювачів преміксів (висівки пшеничні, дерть ячмінна) мають наступні діапазони значень: об'ємна щільність - $\rho = 437 \dots 590 \text{ кг/м}^3$, коефіцієнт зовнішнього тертя по сталі - $f_{зов} = 0,40 \dots 0,50$; коефіцієнт внутрішнього тертя - $f_{вн} = 0,72 \dots 0,86$; кут природного укусу - $\alpha = 40 \dots 48^\circ$; критичний діаметр склепінеутворення - $d_{сл} = 0,031 \dots 0,042 \text{ м}$; коефіцієнт динамічної зсувної в'язкості - $\mu = 67 \dots 97 \text{ кг/м с}$.

Порівнянням результатів теоретичних і експериментальних залежностей (рис. 14) продуктивності дозатора від діаметрів отворів його дна підтверджена адекватність математичної моделі з довірчою ймовірністю 95%, оскільки експериментальний критерій Фішера менше табличного ($K_{\Phi e} = 2,0673 < K_{\Phi m} = 2,1284$).

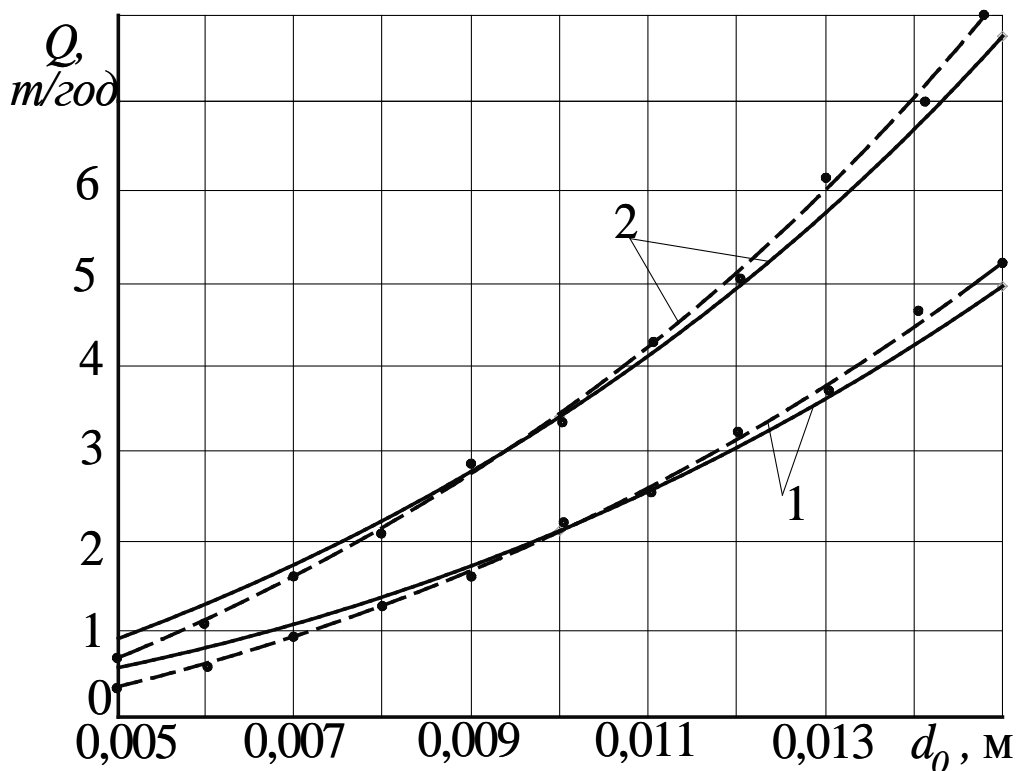


Рис. 14. Залежності продуктивності дозатора від діаметрів отворів його дна:
 1 - $a=0,006 \text{ м}$, $\omega=10 \text{ с}^{-1}$; 2 - $a=0,006 \text{ м}$, $\omega=20 \text{ с}^{-1}$;
 ----- - експериментальні дослідження; ——— - теоретичні

Проведеним аналізом експериментальних залежностей (рис. 14) встановлено, що із збільшенням діаметрів отворів дна дозатора від 0,005 до 0,015 м при частоті коливання ворошилки $\omega=10 \text{ с}^{-1}$ продуктивність дозатора збільшується від 0,5 до 5,2 т/год (у 10,4 разів), а при $\omega=20 \text{ с}^{-1}$ - від 0,9 до 7,8 т/год (у 8,7 разів).

Експериментальні залежності продуктивності дозатора і енергоємності процесу дозування від частоти коливання ворошилки наведені на рис. 15.

Встановлено (рис.15), що при збільшенні частоти коливань ворошилки від 10 до 20 с^{-1} при діаметрах отворів дна дозатора: $d_0=0,005 \text{ м}$; $d_0=0,01 \text{ м}$; $d_0=0,015 \text{ м}$, продуктивність відповідно збільшується від: 0,8 до 1,8 т/год; 3,0 до 5,8 т/год; 7,0 до 10,2 т/год., а енергоємність зростає від 7,25 до 16,2 Вт год/т.

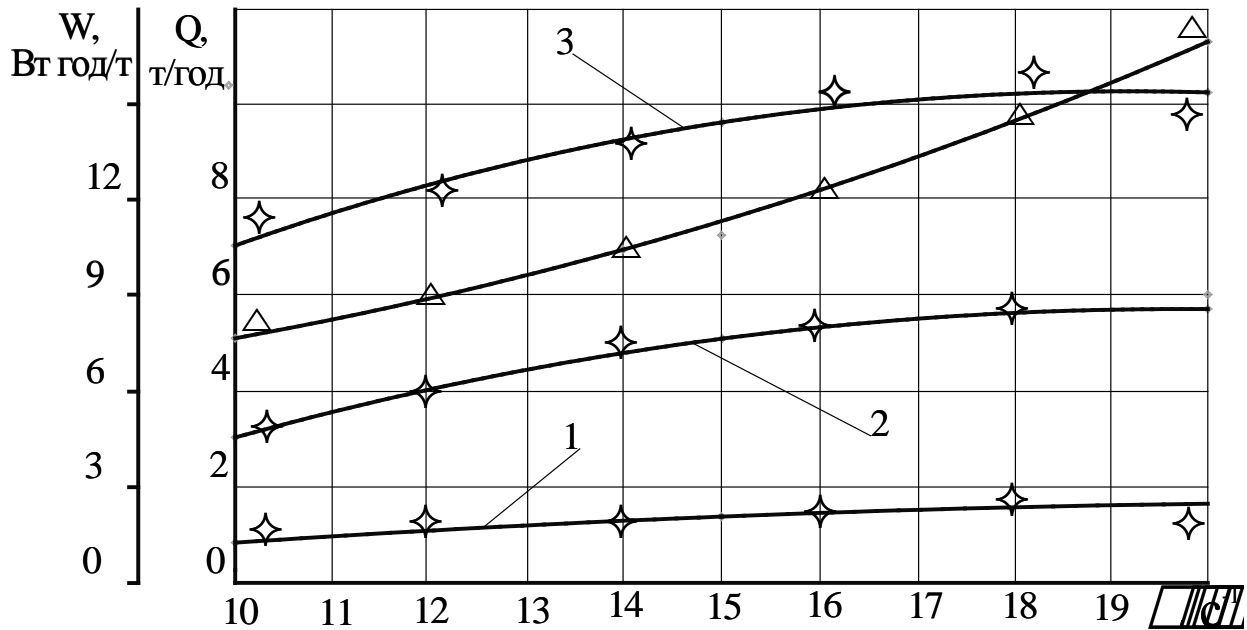


Рис. 15. Залежності ефективності процесу дозування від частоти коливання ворошилки: 1 - $d_o=0,005$ м; 2 - $d_o=0,01$ м; 3 - $d_o=0,015$ м; де: ◆ - продуктивність; △ - енергоємність

Застосування методики планування факторного експерименту, за критерієм оптимізації - нерівномірність дозування, одержано рівняння регресії (у розкодованому вигляді):

$$\eta_d = 43,0630 - 13,0322 d_o - 7,6060 \omega - 1,8363 a + 0,42264 d_o \omega - 0,1131 d_o a + 0,0016 \omega a + 3,45406 d_o^2 + 0,586 \omega^2 + 0,1485 a^2. \quad (27)$$

де d_o - діаметри отворів дна дозатора; ω - частота коливань ворошилки; a - амплітуда коливань ворошилки.

У результаті канонічного перетворення рівняння регресії до стандартного вигляду із залученням пакета програми «Matlab» побудовані поверхні відгуків і їх двомірні перетини (рис. 16).

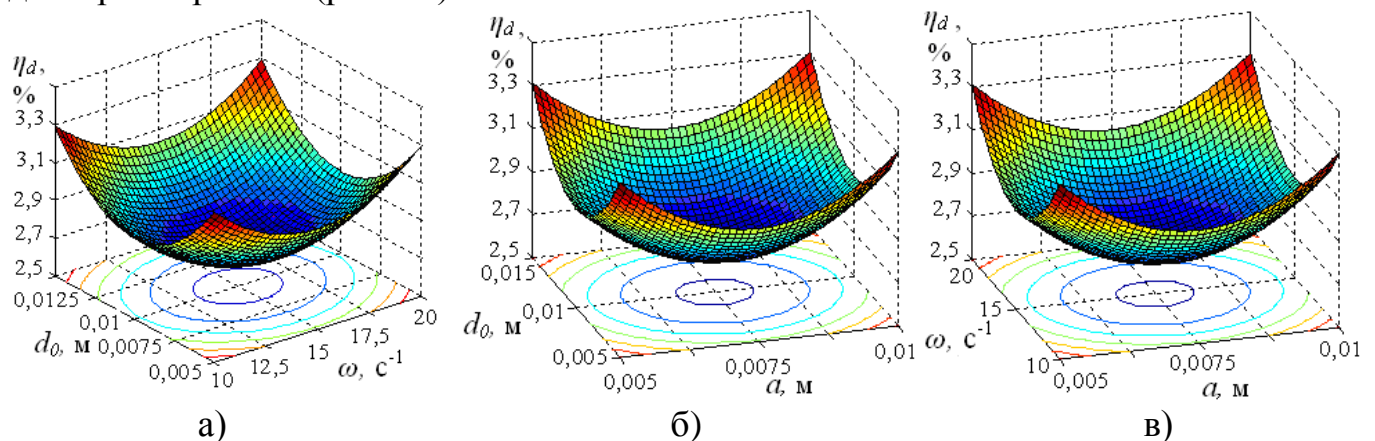


Рис. 16. Залежності ефективності процесу дозування від: а) діаметрів отворів дна дозатора і частоти коливань ворошилки; б) діаметрів отворів дна дозатора і амплітуди коливань ворошилки; в) частоти і амплітуди коливання ворошилки;

Встановлені раціональні конструктивно-кінематичні параметри дозатора: діаметри отворів дна дозатора $d_0 = 0,008 \dots 0,012$ м; частота коливань ворошилки $\omega = 13 \dots 17$ с⁻¹; амплітуда коливання ворошилки $a = 0,007 \dots 0,009$ м, при нерівномірності дозування $\eta_d = 2,5 \dots 3,5$ %.

У п'ятому розділі наведено результати виробничих випробувань розробленого дозатора, які проведені в державному підприємстві дослідне господарство «Кутузівка» інституту тваринництва НААН України Харківської області. Встановлено, що при збагаченні комбікормів преміксами для молочного поголів'я великої рогатої худоби на 1100 голів нерівномірність дозування, яка характеризує ефективність процесу, відповідає зоотехнічним вимогам і не перевищує 3,5%. Енергоємність процесу знижена з 2,17 до 1,08 кВт год/т (у 2 рази), річна економія експлуатаційних витрат складає більше 9 тис. грн. Річний економічний ефект від зниження експлуатаційних витрат становить більше 9 тис. грн, а за рахунок підвищення продуктивності тварин - більше 121 тис. грн.

ВИСНОВКИ

У дисертації наведено теоретичне узагальнення і нове вирішення наукового завдання, що виявляється в обґрунтуванні параметрів процесу і нової конструкції дозатора, як процесу нелінійної динаміки сипкого середовища в наддозаторному бункері з керованим його вібророзрідженням у зоні висипання із випускних отворів, з урахуванням механіко-технологічних властивостей кормів. Це дозволило підвищити ефективність процесу дозування преміксів в технологічній лінії приготування комбікормів.

Головними підсумками виконаної роботи є наступні результати:

1. Проведеним аналізом відомих конструкцій, результатів досліджень встановлено, що існуючі дозатори задовольняють зростаючі вимоги виробництва для приготування комбікормів не в повній мірі, мають недостатню точність дозування, високу енергоємність і складну будову. Для інтенсифікації процесу дозування і забезпечення необхідної його якості запропоновано нову конструкцію дозатора, в якому вібророзрідженням сипкого матеріалу в зоні формування дози забезпечується стабільне його висипання. Для визначення конструктивно-кінематичних параметрів розробленого дозатора необхідно виконати теоретичні та експериментальні дослідження, які б дозволили керувати і розраховувати технологічні показники процесу дозування.

2. Проведеними дослідженнями створені математичні моделі нелінійної динаміки сипкого середовища в наддозаторному бункері з вібророзрідженням у зоні формування дози, одержані залежності продуктивності дозатора від його конструктивно-кінематичних параметрів. Встановлено, що:

- збільшення частоти коливання ворошилки від 10 до 20 с⁻¹ збільшує продуктивність дозатора від 3,0 до 5,2 т/год (1,73 разів), а при збільшенні амплітуди від 6 до 10 мм відповідно продуктивність збільшується з 3 до 4 т/год (1,33 разів), а побудовані лінії рівнів $Q(\omega, a)$ (монограма) дозволяють у залежності від її заданих значень визначати частоту і амплітуду коливання ворошилки;

- збільшення діаметрів отворів дна дозатора від 0,005 до 0,015 м, при висоті

корму в бункері $h=2$ м, збільшує продуктивність від 1,2 до 9,9 т/год (8,2 разів);

3. Моделюванням динаміки ворошилки отримані залежності енергоємності процесу дозування від частоти та амплітуди її коливань. Встановлено, що збільшення частоти коливання ворошилки дозатора від 10 до 20 с^{-1} при амплітуді $a=0,01$ м, збільшує потужність приводу від 14 до 45 Вт (3,2 разів), а побудовані лінії рівнів $\bar{N}_d(\omega, a)$ (монограма) використовуються для визначення потужності приводу дозатора від заданих амплітуди і частоти коливання ворошилки;

4. Експериментально визначені механіко-технологічні властивості наповнювачів преміксів (висівки пшеничні, дерть ячмінна) мають наступні діапазони значень: об'ємна щільність - $\rho=437\dots590$ кг/м^3 , коефіцієнт зовнішнього тертя по сталі - $f_{зов} = 0,40\dots0,50$; коефіцієнт внутрішнього тертя - $f_{вн} = 0,72\dots0,86$; кут природного укусу - $\alpha = 40\dots48^\circ$; критичний діаметр склепінеутворення - $d_{сл} = 0,031\dots0,042$ м; коефіцієнт динамічної зсувної в'язкості - $\mu = 67\dots97$ кг/м с .

5. Порівнянням результатів теоретичних та експериментальних залежностей продуктивності дозатора від діаметрів отворів його дна підтверджена адекватність математичної моделі з довірчою ймовірністю 95%, оскільки експериментальний критерій Фішера менше табличного ($K_{\Phi e} = 2,0673 < K_{\Phi m} = 2,1284$).

6. Експериментальними дослідженнями процесу дозування преміксів розробленою конструкцією дозатора, встановлено:

- збільшення діаметрів отворів дна дозатора від 0,005 до 0,015 м при частоті коливання ворошилки $\omega=10$ с^{-1} продуктивність дозатора збільшується від 0,5 до 5,2 т/год (у 10,4 разів), а при $\omega=20$ с^{-1} - від 0,9 до 7,8 т/год (у 8,7 разів);

- збільшення частоти коливань ворошилки від 10 до 20 с^{-1} , при діаметрах отворів дна дозатора: $d_0=0,005$ м; $d_0=0,01$ м; $d_0=0,015$ м збільшує продуктивність відповідно від: 0,8 до 1,8 т/год; 3,0 до 5,8 т/год; 7,0 до 10,2 т/год., а енергоємність процесу зростає від 7,25 до 16,2 Вт год/т.

7. Комплексним аналізом результатів теоретичних та експериментальних досліджень і проведеного факторного експерименту визначені оптимальні значення конструктивно-кінематичних параметрів дозатора: діаметри отворів дна ворошилки $d_0=0,008\dots0,012$ м; частота коливань ворошилки $\omega=13\dots17$ с^{-1} ; амплітуда коливання $a=0,007\dots0,009$ м, при нерівномірності дозування $\eta_d=2,5\dots3,5$ %.

8. Виробничими випробуваннями розробленого дозатора в умовах державного підприємства дослідного господарства «Кутузівка» інституту тваринництва НААН України при збагаченні комбікормів преміксами для молочного поголів'я великої рогатої худоби на 1100 голів встановлено, що нерівномірність дозування, яка характеризує ефективність процесу, відповідає зоотехнічним вимогам і не перевищує 3,5%. Енергоємність процесу знижена з 2,17 до 1,08 кВт год/т (у 2 рази), річна економія експлуатаційних витрат складає більше 9 тис. грн. Річний економічний ефект від зниження експлуатаційних витрат становить більше 9 тис. грн, а за рахунок підвищення продуктивності тварин - більше 121 тис. грн.

СПИСОК ОСНОВНИХ ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті в фахових виданнях

1. Семенцов В.В. Методика та результати досліджень механіко-технологічних властивостей преміксів / В.В. Семенцов, О.В. Нанка, І.Г. Бойко // Сучасні напрямки технології та механізації процесів переробних і харчових виробництв: Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. - Харків: ХНТУСГ, 2011. - Вип.119. - С. 202-213. (Здобувачем виконані експериментальні дослідження механіко-технологічних властивостей преміксів).

2. Семенцов В.В. Теоретичне дослідження руху сипучих кормів в наддозаторних бункерах при нормованому їх витіканні / В.В. Семенцов // Технічний сервіс машин для рослинництва: Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. - Харків: ХНТУСГ, 2012. - Вип. 121. - С. 27-35.

3. Семенцов В.В. Математичне моделювання процесу дозування сипучого корму гравітаційним дозатором / В.В. Семенцов // Техніко-економічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України: Збірник наукових праць УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. - Дослідницьке: УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. 2012. - Вип. 16 (30). - С. 429 - 436.

4. Семенцов В.В. Визначення енергетичних витрат на процес дозування сипучих кормів гравітаційним дозатором / В.В. Семенцов // Технічні системи і технології тваринництва. Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. - Харків: ХНТУСГ, 2013. - Вип. 132 - С. 44-49.

5. Семенцов В.В. Експериментальна установка і методика дослідження процесу дозування концентрованих кормів гравітаційним дозатором / В.В. Семенцов, І.Г. Бойко // Технічні системи і технології тваринництва: Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. - Харків: ХНТУСГ, 2014. - Вип. 144. - С. 7-11. (Здобувачем запропонована методика для дослідження процесів дозування).

6. Семенцов В.В. Результаты экспериментальных исследований по определению оптимальных параметров гравитационного дозатора / В.В. Семенцов, И.Г. Бойко // Технічні системи і технології тваринництва: Вісник ХНТУСГ ім. П.Василенка. - Харків: ХНТУСГ, 2015. - Вип. 157. - С. 67-73. (Здобувачем визначені оптимальні параметри дозатора).

Патенти

7. Пат. 83451 Україна: МПК G01F 11/00, B65B 1/30 Дозатор сипучих кормів / Семенцов В.В., Бойко І.Г., Науменко О.А., заявник і патентовласник ХНТУСГ ім. Петра Василенка. - №u2013 03877; заявл. 29.03.2013; опубл. 10.09.2013, Бюл. №17.

Матеріали конференцій

8. 1.Семенцов, В. В. Розробка енергозберігаючої конструкції дозатора сипучих кормів / В.В. Семенцов, І.Г. Бойко, О.В. Нанка // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції ТДАУ. - Мелітополь: ТДАУ, 2011. - Вип. 1. - С. 102-109.

9. Семенцов, В.В. Определение мощности расходуемой на привод гравитационного дозатора / В.В. Семенцов, И. Г. Бойко // Современные проблемы инновационного развития агроинженерии. Материалы международной научно-

производственной конференции Белгородской ГСА. - Белгород: БГСА им. В.Я. Горина, 2012. - С. 105-110.

10. Семенцов В.В. Гравітаційний дозатор мікроелементів / Матеріали Міжнародного форуму молодіж «Молодежь и сельскохозяйственная техника XXI века» - Харьков: ХНТУСГ, 2014. - С. 36.

Публікації в зарубіжних виданнях

11. Семенцов В.В. Розробка енергозберігаючої конструкції гравітаційного дозатора сипучих кормів / В.В. Семенцов, І.Г. Бойко // Motrol. Commission of motorization and energetics in agriculture. An international journal on operation of farm and agri-food industry machinery. – Vol. 15, No 7. – Lublin – Rzeszow, 2013. – С. 10-13.

12. Бойко І.Г. Определение неравномерности дозирования сыпучих материалов с помощью автоматизированного устройства / І.Г. Бойко, О.М. Русальов, В.В. Семенцов // Motrol. Commission of motorization and energetics in agriculture. An international journal on operation of farm and agri-food industry machinery. – Vol. 15, No 7. – Lublin – Rzeszow, 2013. – С. 14-18.

АНОТАЦІЇ

Семенцов В.В. Обґрунтування параметрів процесу дозування та розробка конструкції дозатора преміксів. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за фахом 05.05.11 – машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва. – Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. Петра Василенка. Харків, 2015.

У дисертації вирішене науково-прикладне завдання, яке направлене на підвищення ефективності дозування сипких кормів розробленим дозатором, шляхом математичного моделювання процесу дозування сипких кормів, як процесу нелінійної динаміки сипкого середовища в наддозаторному бункері з керованим його вібророзрідженням у зоні висипання із випускних отворів, з урахуванням механіко-технологічних властивостей кормів. Для розрахунку технологічних показників процесу дозування вперше створені математичні моделі динаміки сипкого середовища, і одержані залежності продуктивності та енергоємності від конструктивно-кінематичних параметрів дозатора. Виконано комплексне обґрунтування параметрів дозатора з урахуванням технологічних показників процесу і механіко-технологічних властивостей сипких кормів. Експериментально визначені залежності продуктивності і енергоємності дозатора від діаметрів отворів дна дозатора, частоти і амплітуди коливань пруткової ворошилки.

Ключові слова: сипучі корми, премікси, процес дозування, дозатор, інтенсифікація, ефективність.

Семенцов В.В. Обоснование параметров процесса дозирования и разработка конструкции дозатора премиксов. - Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.05.11 - машины и средства механизации сельскохозяйственного производства. - Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства имени Петра Василенко. Харьков, 2015.

В диссертации решена научно-прикладная задача, которая направлена на

повышение эффективности процесса дозирования сыпучих кормов путем обоснования параметров процесса и разработки новой конструкции дозатора. Объектом исследования является технологический процесс дозирования сыпучих материалов, связь процесса с конструктивно-кинематическими параметрами разработанного дозатора и механико-технологическими свойствами премиксов.

В результате аналитических исследований процессов дозирования, конструкций дозаторов предложены пути усовершенствования их конструкций и новая конструкция дозатора, в которой снижение энергетических затрат на процесс дозирования достигается за счет действия вибрационных сил.

Проведенными теоретическими исследованиями нелинейной динамики сыпучей среды в наддозаторном бункере и виброразжижение ее в зоне формирования дозы получены математические зависимости производительности дозатора от конструктивно-кинематических параметров и механико-технологических свойств кормов. Моделированием динамики ворошилки дозатора получены зависимости энергоемкости процесса дозирования от частоты и амплитуды ее колебания.

Выполненными экспериментальными исследованиями установлены зависимости производительности, энергоемкости и неравномерности дозирования от конструктивных и кинематических параметров дозатора.

Сравнением результатов теоретических и экспериментальных исследований подтверждена адекватность математических моделей.

Методом планирования экспериментов определены оптимальные параметры дозатора.

Ключевые слова: сыпучие корма, премиксы, процесс дозирования, дозатор, интенсификация, эффективность.

Sementsov V. Grounding of dosing process parameters and development of premixes metering device construction. Manuscript.

Dissertation on the receipt of scientific degree of candidate of engineering sciences on specialisation 05.05.11 - machines and facilities of agricultural production mechanization. Petro Vasilenko Kharkiv national technical university of agriculture. Kharkiv, 2015.

The scientifically applied task which is directed on the increase of efficiency of process of dosage of friable forages with the developed metering device by the mathematical design of friable forages dosage process is decided in dissertation, as to the process of nonlinear dynamics of friable environment in the volume of bunker and guided it's vibrodilutions in the area of profluvium from tape-holes taking into account mechanical, technical properties of forages. For the calculation of technological indexes of dosage process the mathematical models of dynamics of friable environment are first created and dependences of the productivity and power-hungryness are got on the structurally kinematic parameters of metering device. The complex ground of parameters of metering device is executed taking into account the technological indexes of process and mechanical, technical properties of friable forages. Dependences of the productivity and power-hungryness of metering device are experimentally certain on the diameters of openings of bottom of metering device, frequency and amplitude of vibrations of mover.

Keywords: friable sterns, process of dosage, metering device, intensification, efficiency.

Підписано до друку 24 грудня 2015 року. Формат паперу 60×84 1/16

Умов. друк. Арк. 0,9. Папір офсетний. Наклад. 100 прим. Зам. 36

Друк РІЗО

Копіцентр «Влавке», м. Харків, 61002, вул. Раднаркомівська, 10
Свідоцтво про державну реєстрацію ю. о. ВОЗ №100291

