



Переробка та зберігання сільськогосподарської продукції Processing and storage of agricultural products

УДК 631.354.3

Теоретичне моделювання процесу гравітаційного завантаження силосу зерном по відкритому гвинтовому каналі

Т.В. Самойленко¹, В.М. Арендаренко², В.І. Мельник³

^{1,2} Полтавська державна аграрна академія (м. Полтава, Україна)
tanja210119@gmail.com

³ Харківський національний технічний університет сільського господарства
ім. П.Василенка (м.Харків, Україна) victor_melnik@ukr.net

В роботі наведено теоретичне моделювання гравітаційного завантаження циліндричних ємностей (силосів) зерном по відкритому гравітаційному каналі. Відомо, що при завантаженні силосів зерном, воно отримує різні механічні пошкодження, що негативно впливає на технологічний процес довготривалого зберігання. Травмоване та пошкоджене зерно більше виділяє вологи, тепла, це в свою чергу приводить до його злежування та ураження шкідниками та хворобами.

Для зменшення травмування зерна при його завантаженні в силос необхідно розробити такий робочий орган, котрий мав би можливість зерновій масі рухатися в низ без прискорення. Таку можливість дає відкритий U-подібний периферійний гвинтовий канал. Цей робочий орган розміщується на внутрішній стороні циліндричної ємності. Рух зернової маси по цьому робочому органі описується рівняннями стану сипкого зернового середовища, яке встановлює взаємозв'язок між тиском зернових частинок, швидкістю їх зсуву і пористістю зернового середовища.

Під час руху зернового шару по U-подібному гвинтовому каналі кінематична енергія елементарного об'єму складається із енергій поступального переміщення, флуктуації (хаотичного руху) та колового масопереміщення. На основі такого моделювання була отримана математична модель руху сипкого зернового матеріалу по відкритому U-подібному периферійному гвинтовому каналі з перемінним кроком. Математична модель може бути використана для визначення раціональних параметрів відкритого гвинтового каналу.

Ключові слова: зерно, силос, переміщення, завантаження, травмування, гвинтовий канал, кінетична енергія, швидкість, конструкція.

Постановка проблеми. Процес функціонування циліндричних ємностей для довготривалого зберігання зерна включає в себе три послідовних операції: підняття зернової маси на певну висоту, транспортування до завантажувальних горловин силосів і завантаження силосів зерном [1]. На всіх цих етапах зерно контактує із робочими органами машин травмується.

Більшість сучасних силосів завантажуються самопливним способом, тобто зерно під дією гравітації падає вниз. При падінні зерно спочатку вдаряється об бетонну основу споруди та її бокову поверхню. Внаслідок такого завантаження в нижній частині силосу утворюється шар травмованого зерна, що негативно впливає на процес зберігання, особливо товарного зерна. Із цього випливає, що обережному завантаженню силосів зерном слід приділити особливу увагу.

Одним із можливих варіантів обережного завантаження силосів зерном – використання відкритого U-подібного гвинтового каналу зі змінним кроком [2]. У цьому пристрої процес сповільнення руху зернової маси відбувається за рахунок зменшення кутів спуску.

Для визначення основних параметрів та режимів роботи силосу оснащеним гвинтовим завантажувачем потрібно теоретично обґрунтувати процес гравітаційного руху зерна по спіральній поверхні.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. 3 літературних джерел відомо [3, 4, 5], що в процесі взаємодії зерна із робочими органами машин на нього діють статичні, динамічні та змінні за знаком механічні зусилля. Всі ці взаємодії приводять до травмування зерна. В роботах [6, 7, 8] математично описано процеси травмування зерна в норіях і скребкових транспортерах.

Аналізом встановлено, що з кожним роком вимоги до зернової продукції, яка зберігається підвищуються. В частоті значні вимоги ставляться до збереження якості товарного зерна. Існуючий технологічний процес завантаження силосів товарним зерном приводить до того, що значна кількість зерна із-за його мікро- і макропошкоджень іде у відходи. Правильне зберігання та бережне завантаження силосів зерном без його пошкоджень забезпечує максимальну якість і цінність зернового матеріалу для харчової промисловості, тому оцадне завантаження силосів товарним зерном є актуальним завданням.

Постановка завдання. Зменшення травмування зерна шляхом дослідження динаміки руху зернового потоку у відкритому гвинтовому каналі, який знаходиться на внутрішній стороні силосу і має змінний крок. При цьому величина кута вибирається дещо більшим від кута тертя зернової культури.

Результати досліджень. Гравітаційний потік зернового матеріалу по відкритому периферійному гвинтовому каналі (ВПГК), який знаходиться в ємності циліндричної форми (наприклад, силос для зберігання зерна) базується на відомому рівнянні стану сипкого середовища. Рівняння стану сипкого середовища встановлює взаємозв'язок між тиском зернових частинок, швидкістю їх зсуву і пористістю зернового середовища [9]:

$$P(y) \cdot \varepsilon(y) = \chi \cdot \left(\frac{du}{dy}\right)^2, \quad (1)$$

де $P(y)$ – аналог гідростатичного тиску; $\varepsilon(y)$ – пористість зернового середовища; χ – коефіцієнт, який характеризує фізико-механічні властивості зерна та стан всього зернового середовища; $\left(\frac{du}{dy}\right)^2$ – квадрат швидкості переміщення сипкого зернового середовища.

Рівняння (1) показує, що добуток котрий знаходиться у лівій його частині за фізичним змістом тотожний питомій роботі, яка іде на ділатансію зернового шару в розрахунку на 1 м^3 твердого середовища. Права частина відповідає кінетичній енергії, яка витрачається на хаотичне частково структуроване переміщення зернового середовища по ВПГК.

Відомо, що рух сипкого зернового матеріалу у відкритих жолобах залежить від фізико-механічних властивостей зерна, головні з яких щільність, шорсткість, хрупкість, коефіцієнти внутрішнього та зовнішнього тертя та інші.

Швидкість руху зернового потоку у відкритому ВПГК є домінуючим фактором, котрий суттєво впливає на ступінь пошкодження зерна під час завантаження його у циліндричні ємності із значної висоти. Для зменшення швидкості хвильового та порційного руху зернового матеріалу по ВПГК крок гвинтової лінії зменшується зверху до низу.

На рис. 1а представлений спіральний завантажувач силосів який виконано по відкритій гвинтовій поверхні U-подібного профілю, з перемінним кроком, а на рис 1б наведена його розгортка.

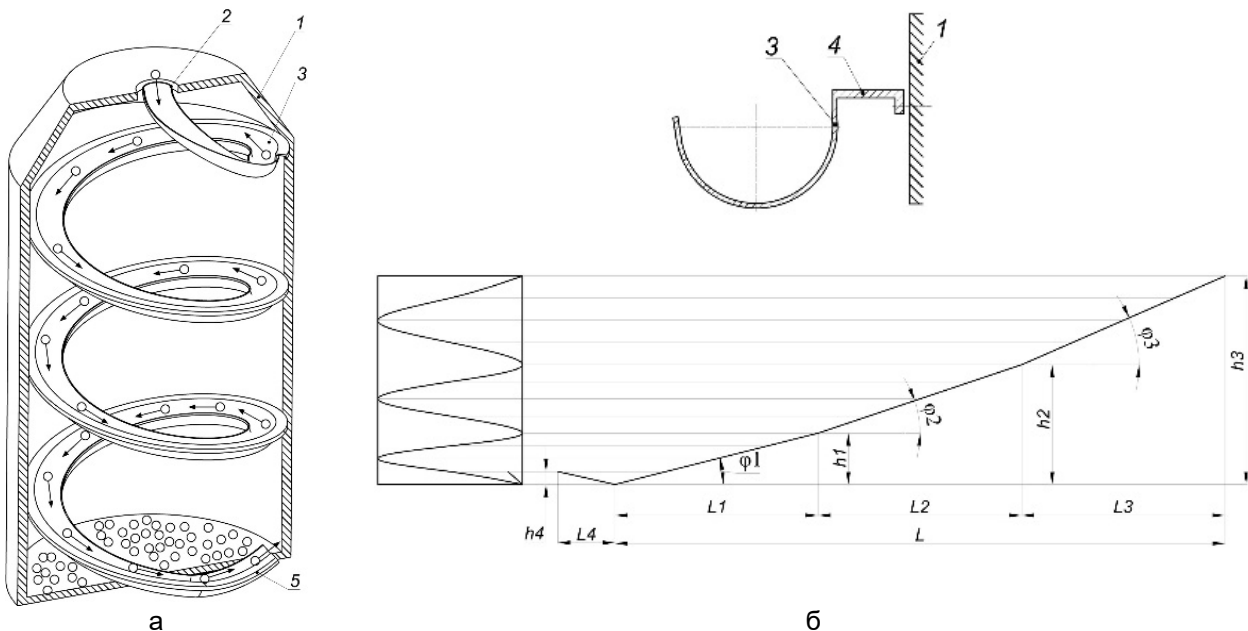


Рис. 1. Силос зі спіральним завантажувачем: а – гвинтова лінія U – подібного жолоба з перемінним кроком; б – розгортка гвинтової лінії по якій виконаний жолоб (L_1 ; L_2 ; L_3 – відповідно довжини гвинтових ліній з різними кутами φ_1 , φ_2 , φ_3); 1 – циліндрична ємність; 2 – горловина; 3 – відкритий гвинтовий канал; 4 – кріплення; 5 – хвостовик

Для формалізації процесу переміщення зернового потоку по ВПГК прийняті наступні обмеження: рух зерна відбувається у вигляді потоку, а зерно в процесі руху по робочій поверхні зберігає свою форму, масу і не ушкоджується. При цьому рух зернового матеріалу у U-подібному профілю за гвинтовою лінією з перемінним кроком носить досить складний характер, тому сумарну кінетичну енергію переміщення елементарного шару сипкого матеріалу (рис.2) можна представити як суму кінетичних енергій поступального руху (зсуву), хаотичного руху (флуктуації) зерен та колового масопереносу.

$$T_{\text{сум}} = T_n + T_\phi + T_m \quad (2)$$

де T_n – кінетична енергія поступального переміщення сипкого шару зерна по ВПГК; T_ϕ – кінетична енергія хаотичного переміщення зерна (флуктуація) у середині сипкого шару зерна; T_m – кінетична енергія колового масопереносу сипкого зернового матеріалу відносно центральної осі циліндричної ємності.

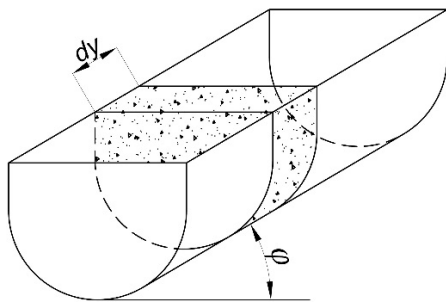


Рис. 2. Розрахункова схема для визначення кінетичної енергії елементарного шару сипкого матеріалу в жолобі

Кінетична енергія елементарного dy шару зерна у відносному поступальному русі на першій ділянці з кутом ϕ , можна представити таким виразом:

$$T_n = \frac{1}{2} m_3 \cdot (\Delta y)^2 \cdot \left(\frac{du}{dy}\right)^2 \quad (3)$$

де m_3 – маса елементарного зернового об'єму, який знаходиться у гвинтовому каналі на довжині dy ; (Δy) – різниця координат суміжних зернових шарів.

Маса елементарного об'єму зерна, який знаходиться у ВПГК на нескінченно малій довжині dy становить:

$$m_3 = S \cdot dy \cdot \rho, \quad (4)$$

де S – площа поперечного перерізу гвинтового каналу (рис.3); ρ – насипна щільність зерна.

Площа поперечного перерізу U-подібного робочого органу визначається за виразом:

$$S = \frac{\pi r^2}{2} + 2rc = \frac{r}{2}(\pi r + 4c), \quad (5)$$

де r , c – відповідно радіус і висота гвинтового каналу.

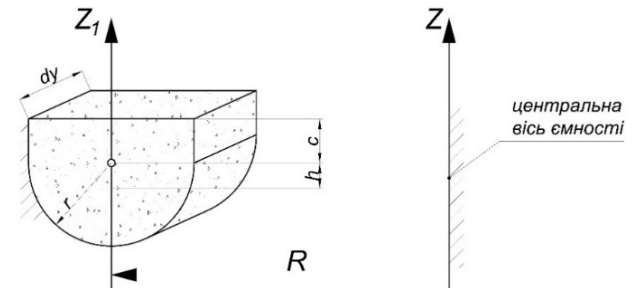


Рис. 3. Розрахункова схема для визначення моменту інерції зернового шару елементарного об'єму відносно центральної осі силосу

Підставивши (5) в (4) отримаємо величину маси елементарного об'єму зерна, що знаходиться в жолобі гвинтового каналу:

$$m_3 = \frac{r}{2}(\pi r + 4c)\rho \cdot dy. \quad (6)$$

Враховуючи те, що переміщення елементарних зернових шарів сипкого матеріалу відбувається в робочому органі зі зміною різниці координат то:

$$\Delta y = y_1 - y_2, \quad (7)$$

де y_1 , y_2 – відповідно координати центрів суміжних зернових шарів які рухаються під дією сили тяжіння вниз по ВПГК із змінним кутом нахилу.

Підставивши (6), (7) в (3) отримаємо:

$$T_n = \frac{r}{4}(\pi r + 4c)\rho \cdot (y_1 - y_2)^2 \left(\frac{du}{dy}\right)^2 \cdot dy. \quad (8)$$

В процесі гравітаційного переміщення зернового матеріалу по ВПГК, який опоясує внутрішню сторону циліндричної ємності (наприклад, силосі для зберігання зерна), виникають ударні імпульси між окремими зернинками зернового потоку. В загальному випадку ударні імпульси, це результат косих ударів зернин у зерновому потоці згідно з [9] визначаються за методом Аккермана-Шена:

$$\gamma = \frac{\tau}{E \cdot z} \cdot \frac{du}{dy}, \quad (9)$$

де τ – напруга зсуву; E – кінетична енергія дисипації двох зернин при одному їх контакті; z – кількість зернин в елементарному об'ємі зернового шару довжиною dy .

Знаючи середню частоту співударів, є можливість визначити і середню швидкість флуктуації зерен. Для цього скористаємося формулою наведеною в літературі [9]:

$$\bar{u}' = \gamma \cdot b \quad (10)$$

де b – середня відстань між двома зернинами відносно їх приведених мас.

Кінетична енергія при хаотичному переміщенні зернової маси у ВПГК відбувається за рахунок зміни відносних дотичних швидкостей окремих зернин в результаті їх косих ударів. Така кінетична енергія визначається за наступним виразом:

$$T_{\phi} = \frac{1}{2} m_3 \cdot (\bar{u}')^2. \quad (11)$$

Підставивши (6), (9) і (10) в (11) отримуємо:

$$T_{\phi} = \frac{1}{4} r (\pi r + 4c) \rho \left(\frac{\tau \cdot du}{E \cdot z \cdot dy} \right)^2 b^2 dy. \quad (12)$$

Внаслідок того, що силоси для зберігання зерна мають значні габаритні розміри, то встановлення гвинтового каналу на внутрішній поверхні силосу, приводить до того, що зернова маса рухається не тільки поступально, а й здійснює незначний обертальний рух відносно центральної осі силосу.

В такому випадку кінетична енергія колового масопереносу [10] буде:

$$T_m = \frac{1}{2} I_z \cdot \omega^2, \quad (13)$$

де I_z – момент інерції суцільного зернового середовища об'ємом dv , що знаходиться у ВПГК і рухається відносно центральної осі силосу радіуса R ; ω – кутова швидкість.

Момент інерції суцільного зернового середовища елементарного об'єму dv і форми, що відповідає формі гвинтового каналу у його поперечному перерізі згідно формули Гюйгенса-Штейнера [10] буде:

$$I_z + I_{z_1} + m_3 R, \quad (14)$$

де I_{z_1} – момент інерції зернового шару елементарного об'єму відносно центральної осі симетрії поперечного перерізу гвинтового каналу (рис. 3); R – радіус силосної ємності.

Момент інерції I_{z_1} складається із моментів інерції окремих фігур, з яких виготовлено періферійний гвинтовий канал. Тоді:

$$I_{z_1} = \frac{1}{16} m_3 r + \frac{1}{2} m_3 h, \quad (15)$$

де $h = 2r/3\pi$.

Або

$$I_z = \frac{r^2}{32} (\pi r + 4c) \rho \cdot dy + \frac{r^3}{54\pi^2} \times \quad (16)$$

$$\times (\pi r + 4c) \rho \cdot dy + \frac{r}{2} (\pi r + 4c) \rho \cdot R^2 dy.$$

Підставивши (16) в (13) і провівши деякі перетворення та врахувавши, що $\omega = V/R$ отримуємо:

$$T_m = \frac{r}{4} (\pi r + 4c) \cdot \rho \cdot \left(\frac{V}{R} \right)^2 \times \quad (17)$$

$$\times \left(\frac{r}{16} + \frac{r^2}{27\pi^2} + R \right) dy.$$

Загальна кінетична енергія зернового потоку буде:

$$T_{\text{сум}} = \frac{r}{4} (\pi r + 4c) \rho (y_1 - y_2)^2 \left(\frac{du}{dy} \right)^2 dy + \quad (18)$$

$$+ \frac{r}{4} (\pi r + 4c) \rho \left(\frac{\tau du}{E z dy} \right)^2 b^2 dy +$$

$$+ \frac{r}{4} (\pi r + 4c) \rho \left(\frac{r}{16} + \frac{r^2}{27\pi^2} + R^2 \right) \times$$

$$\times \left(\frac{V}{R} \right)^2 dy = \frac{r}{4} (\pi r + 4c) \times$$

$$\times \rho \left(\frac{du}{dy} \right)^2 dy [(y_1 - y_2)^2 +$$

$$+ \left(\frac{\tau b}{E z} \right)^2 + \left(\frac{r}{16} + \frac{r^2}{27\pi^2} + R^2 \right) \cdot \left(\frac{V}{R} \right)^2 \left(\frac{dy}{du} \right)^2].$$

У формулу (18) входить дисипація кінетичної енергії (E), яка виникає внаслідок одного зіткнення двох зернинок. Ця енергія може бути визначена [9] так:

$$E = \frac{1}{2} m_3 \left(\frac{1 - K^2}{4} + \frac{f(1 + K)}{\pi} - \frac{f(1 + K)^2}{4} \right) \times \quad (19)$$

$$\times (u^i)^2,$$

де K – коефіцієнт відновлення під час удару; f – коефіцієнт тертя між окремими зернинами; u^i – швидкість флуктації зерен під час переміщення по гвинтовому каналі.

Швидкість флуктації зерен під час руху по ВПГК може бути визначена через зміну відносної дотичної швидкості отриманої зернами в результаті косих ударів

$$u^i, \quad (20)$$

де Δu – зміна відносної дотичної швидкості отриманої зернами в результаті косих ударів.

Дисипація кінетичної енергії з урахуванням (6) і (20) буде:

$$E = \frac{\Delta u^2}{4f^2(1 + K)^2} r (\pi r + 4c) \rho \times \quad (21)$$

$$\times \left(\frac{1 - K^2}{4} + \frac{f(1 + K)}{\pi} - \frac{f(1 + K)^2}{4} \right) dy =$$

$$= \frac{\Delta u^2}{4} r (\pi r + 4c) \rho \left(\frac{1 - K}{4f^2(1 + K)} + \right.$$

$$\left. + \frac{1}{\pi f(1 + K)} - \frac{1}{4f} \right) dy = \frac{\Delta u^2 r (\pi r + 4c) \rho}{16f^2\pi(1 + K)} \times$$

$$\times [\pi(1 - K) + 4f - f\pi(1 + K)] dy.$$

Зробивши деякі спрощення у формулі (21) позначивши вирази $[\pi(1 - K) + 4f - f\pi(1 + K)] = g$, а $\frac{r}{2} (\pi r + 4c) dy = dv$. Після підстановки спрощень формула дисипації кінетичної енергії набуває такого вигляду:

$$E = \frac{\Delta u^2 dv \cdot \rho \cdot g}{8f^2(1 + K)\pi}. \quad (22)$$

де dv – елементарний об'єм зернового шару, який знаходиться у відкритому U-подібному периферійному гвинтовому каналі.

Отримані залежності (18) і (22) являються математичною моделлю, яка характеризує загальну кінетичну енергію переміщення елементарних об'ємів зерна у відкритому гвинтовому каналі і враховує фізико-механічні властивості сипкого матеріалу та форму силосу.

Підставивши (18) в (1) отримаємо рівняння стану сипкого зернового середовища котре під дією гравітаційної сили переміщається у відкритому периферійному гвинтовому каналі циліндричної ємності, в наступному вигляді:

$$\rho \cdot \bar{\varepsilon} = \chi \frac{r}{4} (\pi r + 4c) \rho \left(\frac{du}{dy} \right)^2 \times \left[(y_1 - y_2)^2 + \left(\frac{\tau \cdot b}{E \cdot z} \right)^2 + \left(\frac{r}{16} + \frac{r^2}{27\pi} + R^2 \right) \left(\frac{Vdy}{Rdu} \right)^2 \right] dy. \quad (22)$$

де $\bar{\varepsilon}$ – середня пористість зернового середовища.

Одержані залежності (18), (22) і (23) можуть бути використані для аналізу та обґрунтування параметрів відкритого периферійного гвинтового каналу, котрий можна використовувати для обережного завантаження циліндричних ємностей типу силос зерном.

Висновок. Отримане рівняння стану сипкого зернового середовища, котре під дією гравітаційних сил рухається у гвинтовому каналі, дає можливість дослідити рух зернового середовища у жолобі, який має форму гвинтової лінії і знаходиться в середині циліндричної ємності. Для зменшення швидкості переміщення зернового потоку пропонується гвинтовий канал виконувати з перемінним кроком.

Література

1. Винокуров К.В. Элеваторы, склады, зерносушарки: учеб. пособие / К.В. Винокуров, С.Н. Никонов. – Саратов: Саратов. гос. техн. ун-т, 2008. – 88 с.
2. Силос зі спіральним завантажувачем: Патент на КМ:129364 У Україна, МПК (2018.01) В 65 G 65/32 (2006.01), А01F 25/00 / Самоїленко Т.В., Іванов О.М., Мельник В.І., Арендаренко В.М. (Україна). – u201805201; Заявл.11.05.2018; Опубл. 25.10.2018, Бюл.№20 – 4с.
3. Твердохліб І.В. Динаміка руху частинки в сипкому зерновому середовищі / І.В. Твердохліб. Вібрація в техніці та технологіях. №3 (86), 2017. – С.128-135.
4. Борщев В.Я. Характеристики сдвигового потока зерновой среды и рекомендации по организации технологических процессов / В.Я. Борщев, В.Н. Долгунин. Вестник ТГТУ, 2006. Том.12. – С.401-408.
5. Заика П.М. Вибрационное перемещение твердых и сыпучих тел в сельскохозяйственных

машинах. Прак.пособие / П.М.Заика. – Киев: Изд-во УСХА, 1998. – 623 с.

6. Шатохин И.В. Обоснование путей снижения травмирования семян ковшовыми элеваторами / И.В. Шатохин. Автореферат диссертации кандидата технических наук. Воронеж. 1986. – 16 с.

7. Обоснование конструктивно-режимных параметров элеваторов ковшового типа для транспортировки сыпучих материалов: дис. канд. техн. наук: 05.20.01 / Турчин Вячеслав Семенович; Оренбургский государственный аграрный университет. – Оренбург. 2005. – 150с.

8. Пугачев А.Н. Повреждение зерна машинами / А.Н. Пугачев. – М.:Колос, 1975. – 229 с.

9. Долгунин В.Н. Быстрые гравитационные течения зернистых материалов: Техника измерения, закономерности, технологическое применение / В.Н. Долгунин, В.Я. Борщев. – М.:«Издательство Машиностроение-1», 2005. – 112 с.

10. Турбін Б.І. Теоретична механіка / Б.І. Турбін. – К.:Держсільгоспвидав УРСР, 1962. – 375 с.

References

1. Vinokurov K.V. Elevatory, sklady, zernosusharki: ucheb. posobie / K.V. Vinokurov, S.N. Nikonov. – Saratov: Sarat.gos.tekhn.un-t, 2008. – 88 s.
2. Sylos zi spiralnym zavantazhuvachem: Patent na KM:129364 U Ukrajina, MPK (2018.01) V 6 5G 65/32 (2006.01), A01F 25/00 / Samoilenko T.V., Ivanov O.M., Melnyk V.I., Arendarenko V.M. (Ukrajina). – u201805201; Zajavl.11.05.2018; Opubl. 25.10.2018, Bjul. #20 – 4s.
3. Tverdokhlіb I.V. Dynamika rukhu chastynky v sypkomu zernovomu seredovyshhi / I.V. Tverdokhlіb. Vibracija v tehnici ta tehnologijakh. #3 (86), 2017. – S.128-135.
4. Borshchev V.Ya. Kharakteristiki sdvigovogo potoka zernovoy sredy i rekomendatsii po organizatsii tekhnologicheskikh protsessov / V.Ya. Borshchev, V.N. Dolgunin. Vestnik TGTU, 2006. Tom.12. – S.401-408.
5. Zaika P.M. Vibratsionnoe peremeshchenie tverdyykh i sypuchikh tel v selskokhozyaystvennykh mashinakh. Prak.posobie / P.M.Zaika. – Kiev: Izd-vo USkha, 1998. – 623 s.
6. Shatokhin I.V. Obosnovanie putey snizheniya travmirovaniya semyan kovshovymi elevatorami / I.V. Shatokhin. Avtoreferat dissertatsii kandidata tekhnicheskikh nauk. Voronezh. 1986. – 16 s.
7. Obosnovanie konstruktivno-rezhimnykh parametrov elevatorov kovshovogo tipa dlya transportirovki sypuchikh materialov: dis.kand.tekhn.nauk: 05.20.01 / Turchin Vyacheslav Semenovich; Orenburgskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet. – Orenburg. 2005. – 150 s.
8. Pugachev A.N. Povrezhdenie zerna mashinami / A.N. Pugachev. – M.:Kolos, 1975. – 229 s.
9. Dolgunin V.N. Bystrye gravitatsionnye tekheniya zernistykh materialov: Tekhnika izmereniya, zakonomernosti, tekhnologicheskoe primenenie /

V.N. Dolgunin, V.Ya.Borshchev. – М.: «Izdatelstvo Mashinostroenie-1», 2005. – 112 s.

10. Turbin B.I. Teoretychna mekhanika / B.I. Turbin. – К.: Derzhsiljghospvydav URSR, 1962. – 375 s.

Аннотация

Теоретическое моделирование процесса гравитационной загрузки силоса зерном по открытому винтовому каналу

Т.В. Самойленко, В.М.Арендаренко, В.И.Мельник

В работе наведено теоретическое моделирование гравитационной загрузки цилиндрических емкостей (силосом) зерном по открытому гравитационному каналу. Известно, что при загрузке силосов зерном, оно получает разные механические повреждения, что отрицательно влияет на технологический процесс его сохранности. Травмированное та поврежденное зерно больше выделяет влаги, теплоты, а это приводит к его слёживанию и поражению вредителями и болезнями.

Для уменьшения травмирования зерна при его загрузке в силос нужно разработать такой рабочий орган, который давал бы возможность зерновой массе двигаться без ускорения. Такую возможность дает открытый U-подобный периферийный винтовой канал. Этот рабочий орган размещается на внутренней части цилиндрической ёмкости. Движение зерновой массы по этому рабочему органу описывается уравнением состояния сыпкой зерновой среды, которое устанавливает связь между давлением зерновых частиц, скоростью их сдвига и порозности зерновой среды.

Во время движения зернового шара по U-подобному винтовому каналу кинетическая энергия элементарного объёма состоит из энергий поступательного перемещения, флуктуации (хаотического движения) та кругового массоперемещения. На основании такого моделирования была получена математическая модель движения сыпкого зернового материала по открытому U-подобному периферийному винтовому каналу з переменным шагом. Математическая модель может быть использована для определения рациональных параметров открытого винтового канала.

Ключевые слова: зерно, силос, перемещение, загрузка, травмирование, винтовой канал, кинетическая энергия, скорость, конструкция

Abstract

Theoretical simulation of the process of gravitational loading of a silo with grain through an open screw channel

T.V. Samojlenko, V.N. Arendarenko, V.I.M elnik

This article focuses on a theoretical modeling of the gravitational filling of the drums (silos) by corn in an open gravitational canal. It is know, that filled in the silos corn obtains different mechanical damages. It has a negative influence on the technological process of a long-term corn keeping. The injured and damaged corn gives off more moisture and heat, which leads to the caking of corn and its affect by the pests and diseases.

For a decrease of the damage of corn during its filling in silos it is necessary to design an operating element which could help the corn mass move in a downward direction without acceleration. An open U-shaped helical canal makes it possible. This operating element is placed on the inside of the drum. The move of corn mass in the operating element is described by equation of a state of the friable corn medium. The equation establishes interconnection between the pressure of corn particle, the speed of its displacement and the porosity of corn medium. During the move of corn mass in the U-shaped helical canal a kinetic energy of elementary volume is the energy of sliding movement, jitter (chaotic motion) and circulation of mass.

The mathematical pattern of friable corn stuff's motion in the open U-shaped peripheral helical canal with variable pitch was developed on the base of such modeling. The mathematical pattern can be used for definition of the rational parameters of open U-shaped helical canal

Keywords: corn, silo, damage, transposition, filling, helical canal, kinetic energy, speed, construction.

Бібліографічне посилання / Bibliography link:

Samojlenko T.V., Arendarenko V.N., Melnik V.I. Theoretical simulation of the process of gravitational loading of a silo with grain through an open screw channel // Engineering of nature management, 2019, #2(12), p. 73 - 78.

Подано до редакції / Received: 16.09.2015