

ОБГРУНТУВАННЯ МАКСИМАЛЬНОГО КУТА ПІДЙОМУ СИПУЧИХ ДОБРИВ ЖИВИЛЬНИМ УСТРОЄМ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ШНЕКОВОГО РОЗПОДІЛЬЧОГО ОРГАНУ

Сівцов О.В., аспір.

Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка

Обґрунтовані залежності діючих сил на шар сипучих добрив в зоні підйому обмеженого простору живильного устрою експериментального шнекового розподільчого органу. Визначено в зоні підйому верхнє положення гранульованого суперфосфату.

Показники роботи шнекового розподільчого органу в значній мірі залежать від характеру переміщення сипучого матеріалу в його живильному устрої до виходу назовні. При цьому умовою якісної роботи шнекового розподільчого органу тукової машини являється примусова подача живильним устроєм сипучих добрив, які представляють собою частки обмежених розмірів з відповідними коефіцієнтами внутрішнього і зовнішнього тертя [1]. Аналіз досліджень відомих конструкцій шнекових розподільчих органів показав, що в їх подаючих устроях привалює активно-примусовий характер руху сипучих добрив, який не уможливорює забезпечити високі показники подачі [2, 3].

Підвищити якісні показники шнекового розподільчого органу можливо, якщо в його живильному устрої забезпечити примусове переміщення шару добрив до виходу назовні. Такі умови створюються в живильному устрої експериментального шнекового розподільчого органу тукової машини [4] (рис.1).

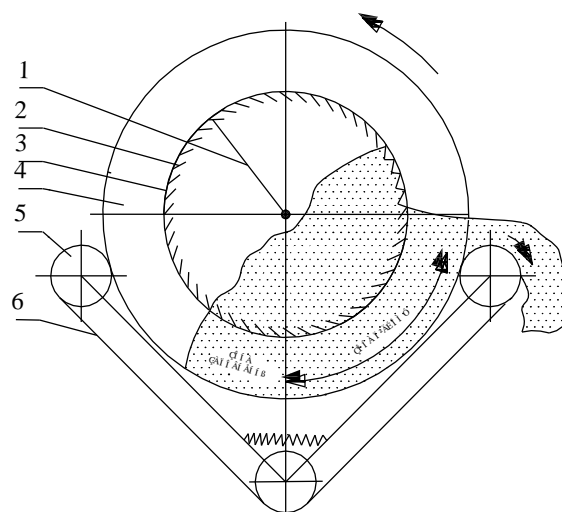


Рис. 1 – Схема живильного устрою експериментального шнекового розподільчого органу сипучих добрив: 1 – шнек; 2 – козирки; 3 – кожух шнека; 4 – кільце; 5 – натяжний ролик; 6 – нескінченна стрічка

Одним із параметрів шнекового живильного устрою, що суттєво впливає на показники подачі, є максимальний кут підйому сипучих добрив в обмеженому просторі живильного устрою, який характеризується кутом β , розташованим між вертикальною віссю Y симетрії кожуха і його радіусом (рис.2).

При цьому, примусове переміщення шару сипучих добрив в напрямку вихідного вікна можливо за наступної умови:

$$\sum F_{\sigma i} \geq P_T, \quad (1)$$

де $F_{\sigma i}$ – сила тертя сипучих добрив по боковій i -тій поверхні обмеженого простору живильного устрою, H ;

P_T – сила тяжіння маси сипучих добрив, H .

Крім того, шар сипучих добрив, який переміщується в зоні підйому живильного устрою, повинен знаходитись у рівноважному стані, який забезпечується за умови:

$$f_{\max} \leq f, \quad (2)$$

де f_{\max} – найбільший коефіцієнт тертя сипучих добрив по одній із обмежувальних бокових поверхонь живильного устрою;

f – коефіцієнт внутрішнього тертя мінеральних добрив.

Для визначення максимального кута підйому сипучих мінеральних добрив у рівноважному стані, виділимо в зоні його підйому безкінечно тонкий елементарний об'єм 1-2-3-4-5-6-7-8 масою dm , обмежений з бокових сторін стрічкою, зовнішньою поверхнею кожуха шнека і боковими поверхнями кілець (рис. 2).

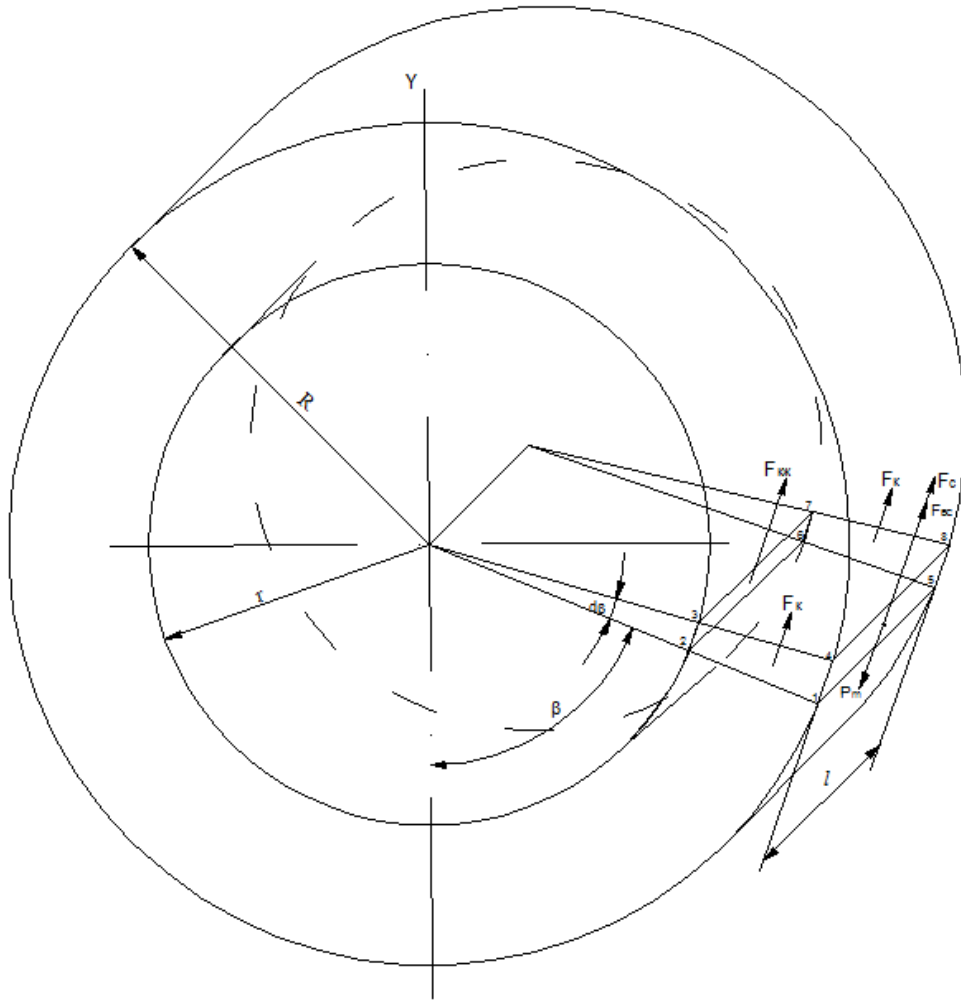


Рис.2 – Розрахункова схема до визначення максимального кута підйому сипучих добрив у шнековому живильному устрої примусової подачі

Переміщення шару добрив в зоні підйому живильного устрою, відбувається під дією сил тертя. Однією із таких сил, що діє на елементарний об'єм масою dm , є сила тертя $F_{сc}$ по стрічці від дії відцентрової сили інерції, величина якої визначається по наступній залежності:

$$F_{сc} = \frac{1}{2} f_c \cdot \omega^2 \cdot \frac{R+r}{2} \cdot \rho \cdot l \cdot (R^2 - r^2) d\beta, \quad (3)$$

де f_c – коефіцієнт тертя мінеральних добрив по стрічці;
 ω – кутова швидкість шнекового розподільчого органу, $rad/сек$;
 R, r – зовнішній і внутрішній відповідно радіус кілець устрою, $м$;
 l – відстань між суміжними кільцями живильного устрою, $м$;

На виділений елементарний об'єм масою dm зі сторони бокових поверхонь кілець живильного устрою діє сила тертя F_k , величина якої визначається за формулою:

$$F_k = n \cdot g \cdot f_k \cdot dm, \quad (4)$$

де n – коефіцієнт бокового тиску сипучих добрив на елементарний об'єм масою dm , який для шару сипучих добрив, що знаходиться в граничному рівноважному стані, визначається за наступною залежністю [1]:

$$n = 1 + 2f^2 - 2f\sqrt{1 + f^2}, \quad (5)$$

g – прискорення сили тяжіння, $m/сек^2$;

f_k – коефіцієнт тертя добрив по боковій поверхні кілець.

Після підстановки відповідних значень у формулу (4), отримали наступну залежність для визначення величини сили тертя F_k , у вигляді:

$$F_k = \frac{1}{2}(1 + 2f^2 - 2f\sqrt{1 + f^2}) \cdot g \cdot f_k \cdot \rho \cdot l \cdot (R^2 - r^2) d\beta. \quad (6)$$

На елементарний об'єм масою dm діє сила тертя F_c по стрічці, яка визначається по наступній залежності:

$$F_c = \frac{1}{2} g \cdot f_c \cdot \rho \cdot l \cdot (R^2 - r^2) \cos \beta \cdot d\beta, \quad (7)$$

На виділений елементарний об'єм масою dm зі сторони кожуха діє сила тертя $F_{кж}$, яка визначається за наступною залежністю:

$$F_{кж} = \frac{1}{2} \cdot (1 + 2f^2 - 2f\sqrt{1 + f^2}) \cdot g \cdot f_{кж} \cdot \rho \cdot l \cdot (R^2 - r^2) \cos \beta \cdot d\beta, \quad (8)$$

де $f_{кж}$ – коефіцієнт тертя добрив по зовнішній поверхні кожуха.

В протилежному напрямку силам тертя, що діють на елементарний об'єм масою dm з бокових його сторін, діє сила тяжіння P_m маси dm , яка визначається по наступній залежності:

$$P_m = \frac{1}{2} g \cdot \rho \cdot l \cdot (R^2 - r^2) \sin \beta \cdot d\beta. \quad (9)$$

Рівняння рівноважного стану сипучих добрив в зоні підйому живильного устрою має наступний вигляд:

$$F_{\omega.C} + 2F_k + F_c + F_{кж} - P_m = 0. \quad (10)$$

Після підстановки в рівняння (10) відповідних значень і його інтегрування отримали рівняння рівноваги виділеного об'єму dm :

$$\begin{aligned} & \frac{1}{2} \rho \cdot l \cdot (R^2 - r^2) \cdot [(f_c \cdot \omega^2 \cdot \frac{R+r}{2} + 2g \cdot n \cdot f_k) \cdot (\beta_{np} - \beta_0) + \\ & + g \cdot (f_c + n \cdot f_{кж}) \cdot (\sin \beta_{np} - \sin \beta_0) + g \cdot (\cos \beta_{np} - \cos \beta_0)] = 0. \end{aligned} \quad (11)$$

Результати теоретичних досліджень примусової подачі сипучих добрив експериментальним живильним устроєм з використанням залежності (11) приведені на рис. 3.

P_p, H

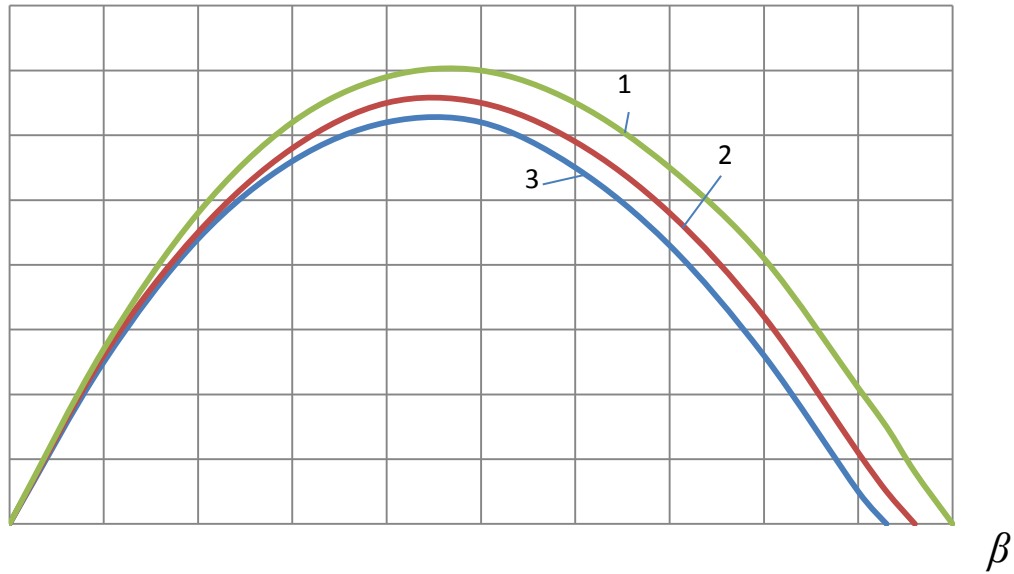


Рис. 3 – Характер дії результуючої сили P_p на гранульований суперфосфат під час переміщення в обмеженій зоні експериментального шнекового живильного устрою: 1 – $\omega = 3,06$ рад/с; 2 – $\omega = 2,04$ рад/с; 3 – $\omega = 1,02$ рад/с

Аналіз результатів теоретичних досліджень показав, що на початку підйому результуюча сила P_p , що діє на шар сипучих добрив, збільшується і досягає свого максимуму при $\beta = 45 \dots 48^\circ$. При подальшому переміщенні добрив результуюча сила P_p поступово зменшується і повністю урівноважується силами тертя при досягненні кута $\beta = 90 \dots 100^\circ$, що визначає максимальний кут їх підйому в обмеженій зоні живильного устрою, а отже і положення його вихідного вікна.

Список використаних джерел

1. Зенков Р.Л. Механика насыпных грузов/Р.Л. Зенков - М.: Машиностроение. 1964. - 252 с.
2. Романюк Г.С. Розробка засобів та обґрунтування параметрів процесу локального внесення в ґрунт сипучих мінеральних добрив: Автореф. десерт. канд. техн. наук/ Г.С. Романюк. - Харків, 2004. - 20 с.
3. Шерстюк В.С. Обґрунтування параметрів процесу висіву мінеральних добрив розподільчо-дозуючим пристроєм: Автореф. десерт. канд. техн. наук/ В.С. Шерстюк. - Харків, 2005. - 21с.
4. Патент 94881 Україна, А 01 С 15/00. Машина для внесення сипучих мінеральних добрив/ Фесенко Г.В., Сівцов О.В., Сівцов Ю.В., Дуденко В.П.- №201011659; заявл. 30.09.2010; опубл.10.06.2011. Бюл.№11.

Аннотация

ОБОСНОВАНИЕ МАКСИМАЛЬНОГО УГЛА ПОДЪЁМА СЫПУЧИХ УДОБРЕНИЙ ПИТАТЕЛЬНЫМ УСТРОЙСТВОМ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ШНЕКОВОГО РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО ОРГАНА

Сивцов А.В.

Обоснованы зависимости действующих сил на шар сыпучих удобрений в зоне подъёма ограниченного пространства питательного устройства экспериментального шнекового распределительного органа. Определено в зоне подъёма верхнее положение гранулированного суперфосфата.

Abstract

RATIONALE FOR MAXIMUM LIFT CORNER BULK FERTILIZERS NUTRITIONALLY DEVICE EKSPERIMEN-MENTAL AUGER DISTRIBUTION AUTHORITIES

O. Sivtsov

Justified based on the ball of the forces in the area of bulk fertilizers rise of limited space auger feed device eksperimentalnogo rozpredelitelnogo body. Defined in the area rise up position granular superphosphate.