

ВЛИЯНИЕ ВИБРАЦИИ НА ИСТЕЧЕНИЕ ЗЕРНА В ВИБРАЦИОННОМ ВЫСЕВАЮЩЕМ АППАРАТЕ

А.В. Мачкарин к.т.н. доцент, А.В. Рыжков к.т.н. доцент
(ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия)

В статье речь идет о влиянии вибрации на высеваемый материал в вибрационном высевающем аппарате.

Основным рабочим органом вибрационного высевающего аппарата служит дозатор в виде колеблющегося желоба, на конце которого выполнены щетка (битерный разравниватель) и привод в виде эксцентрика.

Для выбора параметров кинематического режима такого дозатора необходимо изучить процесс вибрации и его влияния на норму выдачи.

Нами установлено, что зерно, высыпаясь из желоба, через отверстие АВ (рисунок 1) образуют движущийся поток DABC, причем с ростом колебаний желоба угол α_u увеличивается. Плоскости AD и BC представляют собой стенки усеченной пирамиды с несколько скругленными углами. Высыпание зерна из колеблющегося желоба можно рассматривать как гидравлическое истечение из бункера ABCD.

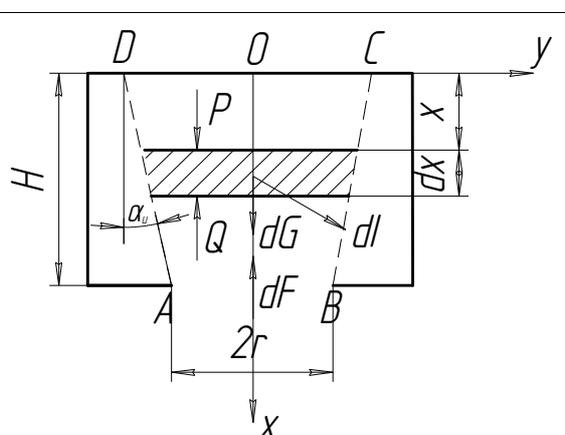


Рисунок 1 - Схема сил, действующих на элемент лотка с зерном

Вес зерна, высыпавшийся в единицу времени, то есть весовой расход можно определить из дифференциального уравнения движения элементарного объема, выделенного двумя плоскостями, перпендикулярными оси потока DABC. Этот объем высотой dx сжимают силы P и Q . При движении на него воздействуют силы: dP (разность сил P и Q), тяжести dG , сопротивление движению dF и инерции dJ ; учитывающие ускорение вибрации.

Дифференциальное уравнение движения элементарного объема относительно направляющей части имеет вид.

$$\frac{dP}{dx} + kP = 2\gamma l y \left(1 - \frac{A\omega^2}{g} \sin \delta \cos \omega t \right) - \frac{\gamma}{g} \frac{dq}{dt} + \frac{\gamma q^2}{2gy^2 l} \frac{dy}{dx}, \quad (1)$$

где A - амплитуда колебаний, м, γ - плотность зерна, кг м³, ω - угловая частота колебаний, 2π с, t - время, с, q - объемный расход зерна, кг с, l - ширина высевного отверстия, м, δ - угол направления вектора ускорения вибрации⁰ (угол вибрации), k - коэффициент сопротивления движению, зависящий от физико-механических свойств зерна и режима вибрации.

Расход определяется площадью выпускного отверстия. Если учесть распределение осевых усилий в плоскости этого отверстия, где $P=0$, $\frac{dP}{dx}=0$, $y=r$ (радиус отверстия) и $x=H$ (высота слоя зерна), а также принять $\frac{dy}{dx}=b$ (ширина слоя зерна), уравнение движения элементарного объема будет иметь вид.

$$rl \left(1 - \frac{A\omega^2}{g} \sin \delta \cos \omega t \right) - \frac{1}{g} \frac{dq}{dt} - 2 \frac{bq^2}{gr^2l} = 0 \quad (2)$$

Так как значение мгновенных расходов в начальный и конечный моменты периода гармонических колебаний одинаковы, после ряда преобразований уравнения (2) получим выражение объемного расхода зерна.

$$q = 2rl \sqrt{\frac{rg}{b} (1 - \lambda \cos \omega t)}, \quad (3)$$

где $\lambda = \frac{A\omega^2}{g} \sin \delta$ - коэффициент, характеризующий режим вибрации.

Формула (3) дает мгновенное значение расхода семян при колебаниях желоба. Анализ ее показывает, что за время одного колебания расход изменяется и он максимален при $\omega t = \pi$.

По мере увеличения ускорения колебаний расход в течение части их периода возрастает. Так при $\lambda = 15$ максимальное значение g , вычисленное по формуле (3), в четверо больше, когда $\lambda = 1$. Но с повышением ускорения колебаний уменьшается длительность истечения материала в течение их периода. Все это обуславливает пульсирующий характер истечения зерна из колеблющегося желоба, что подтверждается опытами.

Из формулы (3) можно найти средний весовой расход зерна.

$$W = \gamma \frac{\Delta V}{T}, \quad (4)$$

где ΔV - изменение объема выдачи зерна за время T одного колебания.

Текущее значение объемного расхода в любой момент времени $g = \frac{dV}{dt}$

Подставив это значение в формулу (3), получим.

$$dV = 2rl \sqrt{\frac{rg}{b} (1 - \lambda \cos \omega t)} dt. \quad (5)$$

Определим изменение объема за период колебания и подставим его значение в выражение (4), находим средний весовой расход.

$$W = \frac{2rl\gamma}{T} \sqrt{\frac{rg}{b}} \int_{t_1}^{t_2} \sqrt{1 - \lambda \cos \omega t} dt, \quad (6)$$

При $\lambda \leq 1$, то $t_1=0$, а $t_2=T$ интеграл в выражении (6) решается с помощью таблицы. Когда же $\lambda > 1$ истечение зерна происходит только при $t_1 < t < t_2$, где $t_1 = \frac{1}{\omega} \arccos \frac{1}{\lambda}$ и $t_2(2\pi - \frac{1}{\omega} \arccos \frac{1}{\lambda})$. В этом случае интеграл T из (6) решается приближенно.

Обозначим переменную часть формулы (6) зависящую от режима вибрации через:

$$U = \frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} \sqrt{1 - \lambda \cos \omega t} dt. \quad (7)$$

Для удобства анализа формулы (6) вычисленные значения функции при $\delta = 90^\circ$ представлены в таблице 1.

Таблица 1

λ	0	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	10,0	15,0
u	1,00	0,98	0,92	0,83	0,85	0,90	0,97	1,03	1,17	1,57

Вывод

Поскольку по мере роста ускорения колебаний угол α_u увеличивается, расход зерна, несмотря на резкое повышение текущего расхода на определенном промежутке периода колебания, в этом случае падает.

Список литературы

1. Булавин С.А., Рыжков А.В., Мачкарин А.В. Сеялка для прямого посева [Текст] // Сельский механизатор. - 2007. - №6. С. 16.
2. Мачкарин А.В. Повышение эффективности выращивания зерновых с разработкой и обоснованием оптимальных параметров сеялки прямого посева [Текст]: дисс.... канд. техн. наук. Мич. гос. аграрный университет, Мичуринск – Научград РФ, 2009.
3. Мачкарин А.В. Повышение эффективности выращивания зерновых с разработкой и обоснованием оптимальных параметров сеялки прямого посева: [Текст] Автореф. дис. канд. техн. наук. - Мичуринск – Научград РФ, 2009. - 18 с.
4. Попов, А.Ю. Оценка качества дозирования семян аппаратами точного высева [Текст] // Ресурсосбережение в сельскохозяйственном производстве: сборник научных трудов. Ростов-на-Дону: ФГОУ ДПО «РИПКК АПК», 2009. - С.114- 118.
5. Яковец, А.В., Шумаков В.В. Улучшение равномерности распределения семян пропашных культур [Текст] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2012. - № 1 (26). - С. 46-50.

Abstract

The effect of vibration on the expiration of grain in vibration seeding unit

A. Machkarin, A. Ryzhkov

In the article we are talking about the effect of vibration on sowing the mother of al in vibration seeding unit.

Анотація

Вплив вібрації на закінчення зерна в вібраційному висівному апараті

А.В. Мачкарин, А.В. Рижков

У статті йдеться про вплив вібрації на высеваемый матеріал у вібраційному висівному апараті.