

*Work is devoted research of algorithms of managements modes of temperature and humidity in the chamber of smoking of sausages.*

УДК 631.333

## **РАСХОД ПОРОШКА ЧЕРЕЗ ОТВЕРСТИЯ БУНКЕРА**

*Киселева М.Е. студентка 3 курса инженерного факультета  
Научные руководители – Артемьев В.Г., д.т.н., профессор,  
Барышов А.О., аспирант  
ФГБОУ ВПО «Ульяновская государственная  
сельскохозяйственная академия им. П.А. Столыпина»*

**Ключевые слова:** *истечение, отверстие, удельный расход, сводообразование, гидравлический радиус.*

*Работа посвящена истечению сыпучего материала из конусообразного конуса через квадратное и круглое отверстие, определены основные параметры истечение материала.*

Считается в первом приближении, что на установившийся режим истечения порошка (удобрения) через отверстия приходится около 95 % общего времени опорожнения бункера (Назаров Е.Н., Минск).

В общем виде объемный расход определяется по выражению:

$$W_n = f_0 U_u, \text{ м}^3/\text{с}, \quad (1)$$

где  $f_0$  - площадь отверстия,  $\text{м}^2$ ;  $U_u$  - скорость истечения порошка,  $\text{м}/\text{с}$ .

Соответственно, массовый расход:

$$W_n = f_0 U_u \rho, \text{ кг}/\text{с}, \quad (2)$$

где  $\rho$  - плотность порошка,  $\text{кг}/\text{м}^3$ .

С учетом технологических особенностей смесителя удобрения со спирально-винтовым рабочим органом, бункер имеет

конусообразный вид (рисунок 1). Анализ существующих исследований ряда учёных показывают (А.Н. Семенов), что истечение через отверстия не одинаково для различных сыпучих материалов, в том числе зависят от размеров и видов сечения отверстий.

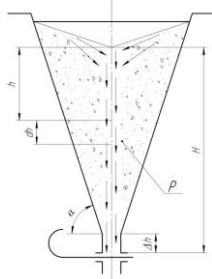
Переводя удельный расход зерна по отношению к площади сечения отверстия М.В. Сабликов определил соответствующие скорости истечения из отверстий зерен пшеницы и гречихи (рисунок 2). На рисунке 2 приведены соответствующие диаметры отверстия определенные из выражения:

$$d_0 = \sqrt{F / 0,25\pi}, \text{ см,} \quad (3)$$

где  $F$  – площадь отверстия,  $\text{см}^2$ , соответственно стороны квадратного отверстия:

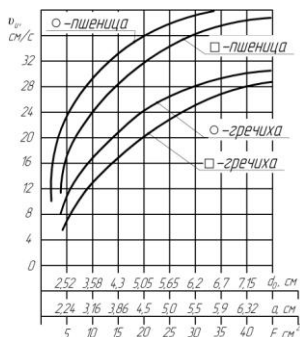
$$a = \sqrt{F}, \text{ см} \quad (4)$$

Анализ рисунка 2 показывает, что расход через отверстия с диаметром в пределах 2...7 см составляет 100...400 г/с, а истечение зерен пшеницы и гречихи при меньших диаметрах прекращается из-за сводообразования.



**Рисунок 1 – Схема движения порошка**

Для технологической линии по смешиванию минеральных удобрений с диатомитовым порошком пропускная способность отверстия бункера не превышает  $W_n = 1,5...2$  г/с.



**Рисунок 2 – Зависимость скорости истечения зерен пшеницы и гречихи из круглых и квадратных отверстий по Семенову А.Н.**

Для определения теоретической скорости истечения выделим элемент столба высотой  $\Delta h$  с силой тяжести массы столба  $P$  при площади выходного отверстия  $F_y$ , опуская силы трения за малостью, из уравнения живых сил Красников В.В. рекомендует уравнение:

$$P\Delta h = m v_0^2 / 2, \quad (5)$$

где  $m$  - масса материала

Масса материала над отверстием равна:

$$m = \rho \Delta h F, \quad (6)$$

где  $\rho = 0,42 \text{ т/м}^3$  - плотность порошка;  $F = \pi d_0^2 / 4$  - площадь отверстия;  $d_0 = 1 \text{ см}$  - диаметр отверстия ( $F = 0,785 \text{ см}^2$ ).

Подставляя значение  $m$  из уравнения (6) в уравнение (5) имеем:

$$P\Delta h = \rho \Delta h F v_0^2 / 2, \quad (7)$$

сокращая на  $\Delta h$  находим:

$$P = \rho F v_0^2 / 2 \quad (8)$$

тогда

$$v_0^2 = 2P / \rho F \quad (9)$$

Известно, что

$$P / E = \sigma - \text{напряжение на поверхности,} \quad (10)$$

$$\text{или } v_0 = \sqrt{2\sigma / \rho} \quad (11)$$

Напряжение (давление) над отверстием определяется из уравнения:

$$\sigma = xg\rho R_\Gamma, \quad (12)$$

где  $x$  - эмпирический коэффициент, определяемый из уравнения:

$$x = 1 / f_b + 2f_b - \sqrt{1 + f_b^2}, \quad (13)$$

где  $f_b$  - коэффициент внутреннего трения порошка (0,7),

$R_\Gamma$  - гидравлический радиус (0,25  $d_0$  = 0,25см), или

$$x = 1 / 0,7 + 1,4 - \sqrt{1 + 0,49} = 1,61 \quad (14)$$

Подставив (12) в (11) получим:

$$v_u = \lambda v_0 = \lambda \sqrt{3,2gR_\Gamma} = 5,65\lambda \sqrt{R_\Gamma} = 5,65 \cdot 0,25 \cdot \sqrt{0,25} = 0,705 \text{ м/с,} \quad (15)$$

Скорость истечения по Зенкову

$$\text{Р.Л.: } v_u = \lambda_3 \sqrt{\frac{gR_\Gamma}{fm_c}} = 0,68 \sqrt{\frac{9,81 \cdot 0,0025}{0,6 \cdot 0,219}} = 0,295 \text{ м/с,} \quad (16)$$

где  $\lambda_3 = 0,68$  – коэффициент на потери;

$f = 0,6$  – коэффициент внутреннего трения;

$m_c$  - коэффициент сыпучести.

Коэффициент сыпучести определяется из следующего уравнения:

$$m_c = \frac{1 - \sin \varphi}{1 + \sin \varphi} = \frac{1 - \sin 40^\circ}{1 + \sin 40^\circ} = 0,219, \quad (17)$$

где  $\varphi = 40^\circ$  - угол внутреннего трения порошка.

Соответственно производительность истечения бункера составит:

$$W_{II} = K_{II} \rho F v_u = 0,8 \cdot 0,42 \cdot 0,785 \cdot 29,5 = 7,8 \text{ г/с} \quad (18)$$

где  $K_{II}=0,8$  – коэффициент производительности отверстия;

В уравнении (18) составляющие имеет следующие размерности:  $F$  - см<sup>2</sup>;  $\rho$  - г/см<sup>3</sup>;  $U_u$  - см/с.

Расчеты показывают, что для дозирования порошка диаметр круглого отверстия не должен превышать 1 см.

## **THE POWDER THROUGH THE HOLES HOPPER**

*Kiseleva M.E., Artemyev V. G., Baryshov A.O.*

**Key words:** *the discharge, hole, the specific consumption, arching, hydraulic radius.*

*Is devoted to the expiration of the bulk material of the cone tapered through the square and round hole, the main parameters of the expiry of the material.*

УДК:621.396.967.2

## **РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ В ЗАДАЧАХ ОПТИМИЗАЦИИ**

*Ковалев В.А., студент 5 курса инженерно-технологического факультета; Иванов А.С., студент 4 курса инженерно-технологического факультета*  
*Научный руководитель – Царегородцев Е.Л., кандидат технических наук, доцент*  
*ФГБОУ ВПО «Смоленская государственная сельскохозяйственная академия»*

**Ключевые слова:** *регрессия; запасные части и принадлежности; случайные величины; анализ; матрица.*

*Работа посвящена возможности использования регрессионного анализа для поиска оптимальных условий планирования необходимого количества запасных частей техники в зависимости от неисправностей, возникающих на этапах жизненного цикла сложных технических систем.*