Harjutused 1.

1. Определение размеров бункеров

Размеры бункеров определяются их вместимостью, в зависимости от технологии работы. Проектирование ёмкостей бункерно-силосного типа состоит в определении их геометрических размеров и формы, отвечающих ряду условий:

- соответствие геометрической вместимости бункера требуемому объему размещаемого материала;
- отсутствие торможения частиц материала на наклонных стенках бункера;
- беспрепятственный выпуск материала через разгрузочное отверстие;
- обеспечение требуемой производительности по выдаче материала из бункера.

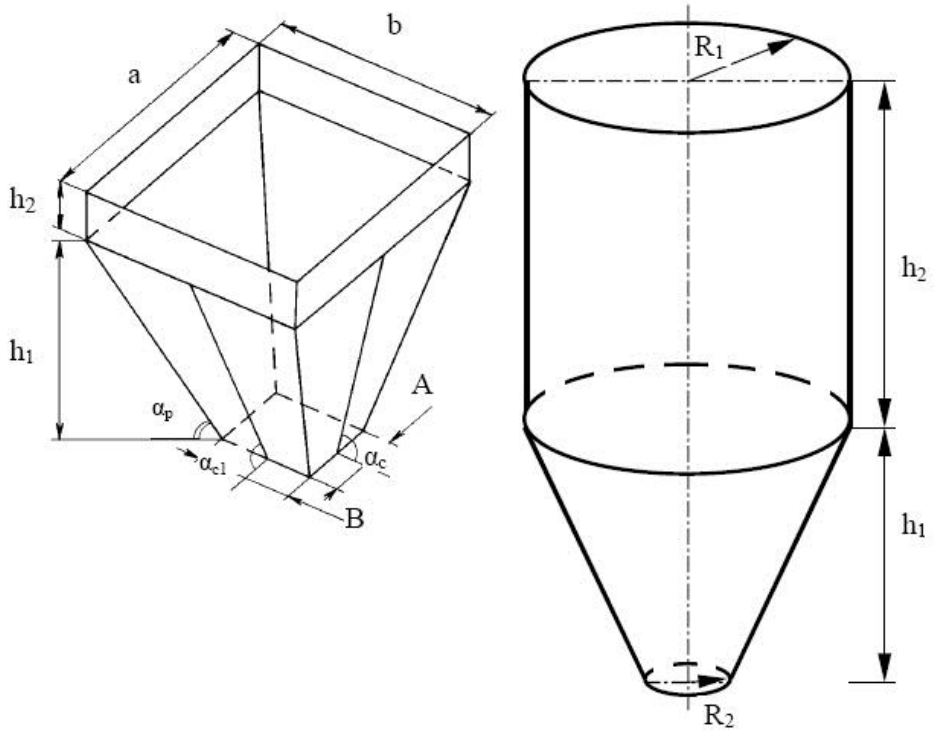

Рис 2.18 Основные формы ёмкостей: 1 – прямоугольная, 2 – цилиндрическая

Для предварительного расчёта объёма, вместимости и производительности бункеров целесообразно использовать приведенные ниже формулы**.**

Вместимость прямоугольного бункера (верхняя часть – параллелепипед, нижняя – усечённая пирамида) рассчитывается по формуле :

$$V = a \cdot b \cdot h_2 + \frac{1}{3} h_1 \left(a \cdot b + A \cdot B + \sqrt{a \cdot b \cdot A \cdot B} \right)$$

Вместимость цилиндрического бункера (верхняя часть – цилиндр, нижняя – усечённый конус) рассчитывается по формуле :

$$V = \pi \cdot R_1^2 \cdot h_1 + \frac{1}{3} \cdot \pi \cdot h_1 \left(R_1^2 + R_1 R_2 + R_2^2 \right)$$

Углы наклона боковых стенок бункера α_C, α_{C1} и ребра α_P должны быть проверены на отсутствие торможения груза:

$$tg\alpha_C \geq f \text{ , } tg\alpha_P \geq f \text{ , } tg\alpha_P = \frac{h_1}{0{,}5(a-A)} \text{ , } tg\alpha_P = \frac{1}{\sqrt{Ctg^2\alpha_C + Ctg\alpha_{C2}}} \text{ .}$$

где f - коэффициент трения груза по стенкам бункера.

При движении груза по металлической поверхности рекомендуется принимать:

для угля, щебня, гравия, глины, земли f=0,75...0,80;

для мела, цемента, муки, зерна, f=0,60...0,75;

при движении грузов по бетонным стенкам бункеров указанные величины коэффициентов трения следует увеличивать на 15...20 % .

λ – коэффициент истечения (0,6 – для сухих материалов, характеризующихся интенсивной сыпучестью; 0,22 – для пылевидных и порошкообразных материалов);

g – ускорение свободного падения (9,8), м/с2;

A, **B** – стороны прямоугольного выпускного отверстия;

a, **b** – максимальные стороны прямоугольного бункера;

D – диаметр выпускного отверстия;

R_1 – радиус цилиндрической части емкости, м;

R_2 – радиус выпускного отверстия, м;

h_1 – высота призмы (нижняя часть) бункера, м;

h_2 – высота параллелепипеда (верхняя часть) бункера, м.

Источник : http://porobeton.com/ru/go-Pages/in-view/id-49.Емкости для сыпучих грузов в транспортно-грузовых системах/ И.В. Горюшинский, И.И. Кононов, В.В. Денисов, Е.В. Горюшинская, Н.В. Петрушкин. Под общей редакцией И.В. Горюшинского: Учебное пособие. – Самара: СамГАПС, 2003. – 232 с.

2. Расчёт скорости истечения материала из бункеров

Процесс истечения может происходить по-разному. Обычно – внутри массы сыпучего груза, остающегося неподвижным, движется вертикальный столбматериала, расположенный над выпускным отверстием. Верхний слой груза образует воронку, скатываясь под углом естественного откоса, питает воронку. Но бывает иначе (гидравлическое истечение) – когда приходит в движение почти вся масса материала и в течении некоторого времени, опускается равномерно.

Скорость истечения зависит также от сыпучести груза. По свойству сыпучести грузы делятся на хорошосыпучие и плохосыпчие (связные). Сыпучесть груза может меняться.

Для хорошосыпучих грузов при нормальном истечении, скорость определится по формуле:

$$V = \lambda \cdot \sqrt{3{,}2 \cdot g \cdot R}$$

Здесь R – гидравлический радиус, $R = \frac{F}{L}$

Где – F – площадь отверстия истечения, L – периметр.

При определении гидравлического радиуса учитывается , что площадь истечения меньше площади выпускного отверстия.

Гидравлический радиус для круглого отверстия:

$$R = \frac{(D - a)}{4}$$

Здесь D – диаметр отверстия, a – размер куска груза.

Для квадратного отверстия:

$$R = \frac{(A-a)}{4}$$

Для прямоугльного отверстия:

$$R = \frac{(A-a)\cdot(B-a)}{2\cdot(A+B-2\cdot a)}$$

В зависимости от величины гидравлического радиуса:

При *R>Rкр:*

$$V = \lambda \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot (1{,}6 \cdot R - \frac{\tau_0}{\gamma_M \cdot f})}$$

При *R>Rкр:*

$$V = \lambda \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot (2{,}1 \cdot R - \frac{3{,}4 \cdot \tau_0}{\gamma_M \cdot f})}$$

τ_0 – начальное сопротивление сдвигу

$\gamma_м$ – объемный вес

f – коэффициент внутреннего трения

λ – коэффициент истечения.

Для сухих, зернистых, порошкообразных грузов - λ=0,55…0,65, для крупнозернистых, кусковых – 0,3…0,5, для пылевидных – 0,2..0,25.

$R_{кр}$ – это минимальный гидравлический радиус, необходимый для нормального истечения.

$$R = k \cdot f \cdot (a + 80)$$

k – учитывает степень неоднородности груза и расположения выпускного отверстия.

Скорость истечения для гидравлического истечения:

$$V = \lambda \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

Скорость истечения при боковой разгрузке:

$$V = 3600 \cdot V \cdot \gamma_м \cdot F$$

Площади истечения для разных форм:

Для круглого отверстия:

$$F = \pi \cdot (D-a)^2 / 4$$

Для квадратного отверстия:

$$F = (A - a)^2$$

Для прямоугольного отверстия:

$$F = (A - a) \cdot (B - a)$$

Практически определены минимальные размеры стороны выпускных отверстий квадратного сечения, необходимые для нормальной работы бункера, в зависимости от вида груза:
Гравий средних размеров – 300 мм, кокс – 300, песок сухой – 150, песок сырой – 450, порода или руда с размером кусков до 60 мм – 300, тоже до 100 мм – 450, то же до 160 мм – 500, руда рядовая – 800, уголь рядовой – 600, уголь до 20 мм – 300, до 40 – 350, до 80 – 400, до 150 – 500, цемент – 250.

3.. Расчёт питателей твердых материалов

Пример3. 1.

Определить производительность лоткового питателя:
Размеры лотка в x h = 1,0x1,0м, радиус кривошипа r = 0,05 м, число оборотов, эксцентрика n = 75 об/мин. Насыпная масса подаваемого материала ρ_H= 880кг/м^3.

Решение:

1. Производительность питателя определяется по уравнению:

$Q = 0{,}12 \cdot r \cdot n \cdot в \cdot h \cdot \rho \cdot \psi = 0{,}12 \cdot 0{,}05 \cdot 75 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}0 \cdot 880 \cdot 0{,}875 = 346{,}5$т/ч

Где ψ – коэффициент, учитывающий степень заполнения лотка и проскальзывания материала по нему ψ = 0,8 + 0,95

Пример 3.2.

Определить производительность горизонтального ленточного транспортера для перемещения по следующим данным:

- ширина ленты $в = 0{,}65$мм
- скорость движения $w = 0{,}04$ м/с
- насыпная масса аммофоса ρ_H=1200 т/м^3

Решение:

1. Производительность ленточного транспортера определяем по уравнению:

$Q = C\ (0{,}9в\text{-}0{,}05)^2 \cdot w \cdot \rho = 200\ (0{,}9 \cdot 0{,}65 - 0{,}05)^2 \cdot 0{,}04 \cdot 1200 = 2{,}75$ т/ч

Где С – коэффициент для плоской ленты, С = 200

Пример 3.

Определить мощность электродвигателя для наклонного ленточного транспортера для перемещения фосфатной муки по следующим данным:

- производительность транспортера Q =200кг/ч
- длина транспортера L = 100м
- высота подъема H = 10м
- ширина ленты $в$ = 0,8м
- скорость движения ленты w = 0,85 м/с

Решение:

1. Определяем мощность, затрачиваемую на подъем материала по уравнению:

$$N_1 = Q \cdot H / 367 = \frac{200 \cdot 10}{367} = 5{,}45 кВт$$

2. Определяем мощность, затрачиваемую на преодоление вредных сопротивлений при перемещении материала по уравнению:

$$N_2 = K_1 \cdot Q \cdot L / 367 = \frac{0{,}054 \cdot 200 \cdot 100}{367} = 2{,}94 кВт$$

K = 0,054 - для ленточных транспортеров

3. Определяем мощность, затрачиваемую на преодоление сопротивления ленты при холостом ходе по уравнению:

$$N_3 = K_2 \cdot \omega \cdot L / 367 = \frac{10{,}4 \cdot 0{,}85 \cdot 100}{367} = 2{,}41 кВт$$

Где K_2 = 10,4 при $в$ = 0,8м

4. Определяем мощность, затрачиваемую на работу сбрасывающего ножа по

уравнению:

$N_4 = 0{,}01 \cdot Q \cdot в = 0{,}01 \cdot 200 \cdot 0{,}8 = 1{,}6$кВт

5. Определяем мощность на приводном валу по уравнению:

$N=(N_1 + N_2 + N_3)K_3 + N_4 = (5{,}45+2{,}94+2{,}41) \cdot 1+1{,}6 = 12{,}4$кВт

Где $К_3 = 1$ при $L > 45$м

6. Определяем мощность электродвигателя с учетом К = 1,3 и $\eta = 0{,}85$ по уравнению:

$$N_{э/д} = N \cdot K/\eta = \frac{12{,}4 \cdot 1{,}3}{0.85} = 18{,}96кВт \cong 19{,}0кВт$$

К - коэффициент, учитывающий условия работы транспортера, К = 1+1,4;

меньшее значение выбирать при легких условиях работы.