

# СОРТИРОВОЧНО- КАЛИБРОВОЧНЫЕ УСТАНОВКИ

1. Общие сведения, классификация
2. Мукопросеивательные машины
3. Теоретические основы процесса просеивания
4. Расчёт мукопросеивательных машин

# Просеивание – особенность процесса калибровки

**Калибровка** это процесс разделения (классификации) твёрдых частиц в зависимости от их размера.

Различаем 3 метода калибровки

## Гидравлическая

Используется для разделения продукции мокрого помола на фракции. В основе этого метода лежит разница скоростей осаждения частиц в жидкости.

## Пневматическая

В процессе пневматического отделения, частицы группируются на фракции в потоке воздуха, под действием сил тяжести и центробежных сил.

## Механическая

При механическом разделении (**просеивание**), сыпучий продукт проходит через решётки или сита.

# Общие сведения

- ✓ Размер частиц фракций, определяется **размерами ячеек сита**;
- ✓ Количество фракций определяется количеством сит.

$$F = n + 1$$

- ✓ Эффективность процесса просеивания зависит от способности сита извлечения общей массы частиц, геометрические размеры которых меньше отверстий сита.

$$E = \frac{u}{d} = \frac{d - c}{d}$$

где **u** – масса частиц, прошедших через сито;  
**d** – общий вес продукта (частиц);  
**c** – масса частиц, остающихся на сите.

**Просев** – доля, прошедшая через отверстий сита;

**Отказ** – доля оставшиеся на сите.

# Общие сведения

## Основные параметры просеивающей поверхности :

- ✓ Условный диаметр отверстий сита, в мм;
- ✓ Коэффициент живого сечения сита;

$$K_{SV} = \frac{\sum A_{OR}}{A_{tot}}$$

← Сумма поверхностей всех отверстий, в м<sup>2</sup>

← Общая площадь сита, в м<sup>2</sup>

- ✓ Удельный потенциал сита **q**, в кг/м<sup>2</sup>.

# Классификация

---

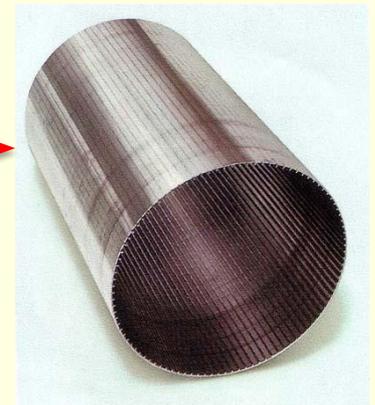
Оборудование для просеивания может быть классифицирована по различным критериям :

- ✓ Геометрическая форма поверхности;
- ✓ положение управляющего вала;
- ✓ Тип движения поверхности;
- ✓ Материал из которого изготовлена поверхность просеивания;
- ✓ Метод просеивания;
- ✓ Приводной механизм и.т.д.

# Классификация

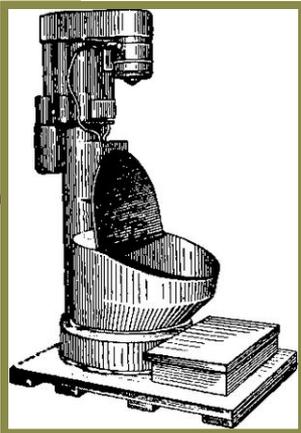
В зависимости от **геометрической формы поверхности сетки** отличаются :

- ✓ Плоские поверхности;
- ✓ Цилиндрические поверхности;
- ✓ Конические поверхности;
- ✓ Гексагональные поверхности;
- ✓ и.т.д.



# Классификация

В зависимости от **движения**  
**поверхности просеивания**  
встречаются сита:



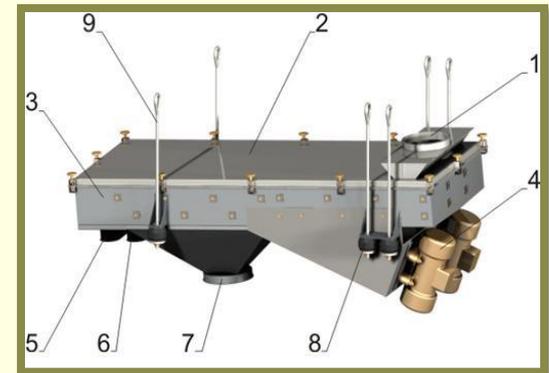
с  
вращением



со статическими  
поверхностями  
просеивания



с круговым  
движением

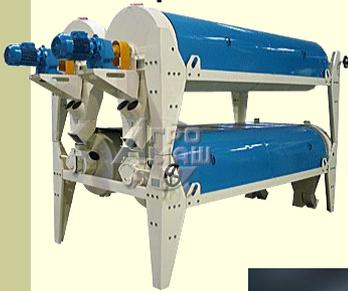


с поверхностями с  
вибрационным  
движением

# Классификация

**В зависимости от положения вала привода делятся на:**

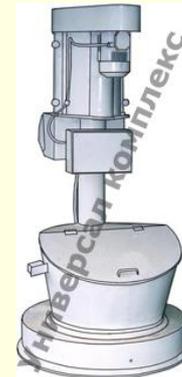
- ✓ **Просеивающие поверхности с горизонтальным валом;**



**Просеивание происходит под действием силы тяжести**



- ✓ **Просеивающие поверхности с вертикальным валом;**

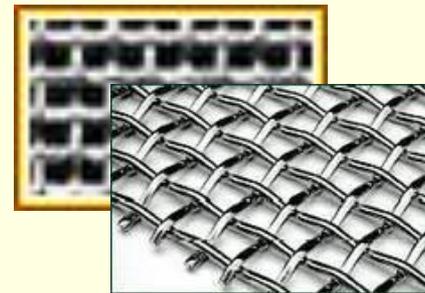


**Просеивание происходит под действием центробежной силы**

# Классификация

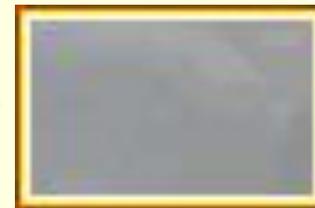
В зависимости от материала из которого изготовлена поверхность сита:

**Металлические**

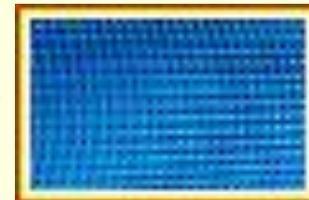


**Текстильные**

*Шёлковые*



*Капроновые*



# Классификация

## Металлические сита

Изготовлены из:

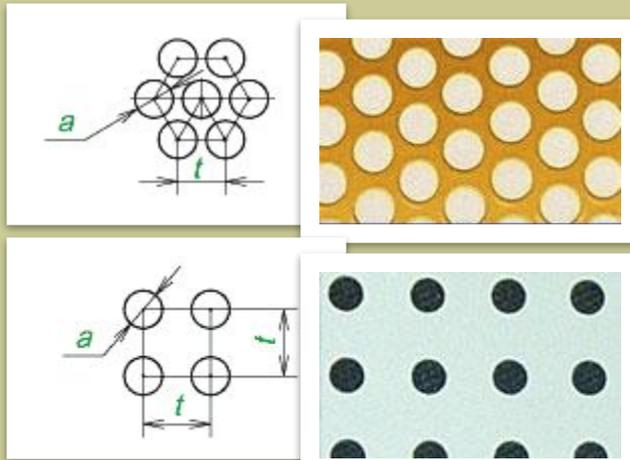
- ✓ оцинкованной стальной проволоки,
- ✓ медной стальной проволоки,
- ✓ латуни или фосфористой бронзы ,
- ✓ штампованный листовой металл.

Как правило, они используются для просеивания отказов, т.е. частиц, которые могут привести к слишком быстрому износу текстильной сетки, и не указаны для просеивания муки, потому что они имеют шероховатую поверхность, а сетка не является однородным из-за согнутых проволок .

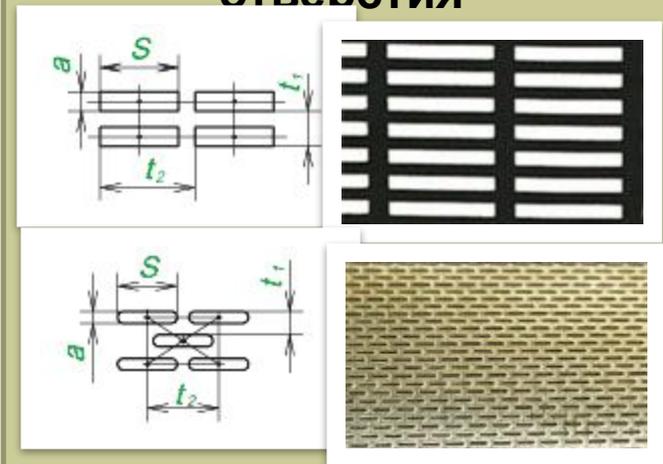
# Классификация

Форма отверстий штампованных сит разная и во многом зависит от формы частиц :

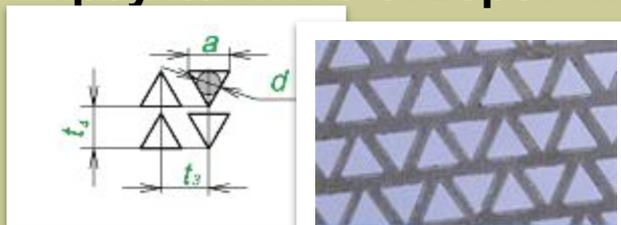
## Круглые отверстия



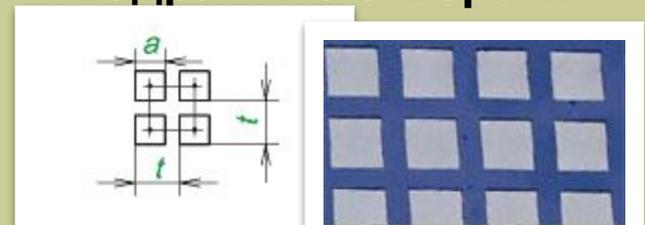
## Прямоугольные отверстия



## Треугольные отверстия



## Квадратные отверстия



# Классификация

## Сита из натурального шёлка

### *Преимущества шёлка:*

- высокая эластичность;
- высокое сопротивление;
- не воспринимает тепло от просеивания продукта;
- имеют гладкую поверхность.

### *Недостатки шелка:*

- относительно быстрый износ из за больших частиц;
- при влажности воздуха 10...13 % шёлк может поглощать до 30% влажности, повышается диаметр нитей, и как результат уменьшается диаметр отверстий сита;
- служат не более 6 месяцев.

# Классификация

## Капроновые сита

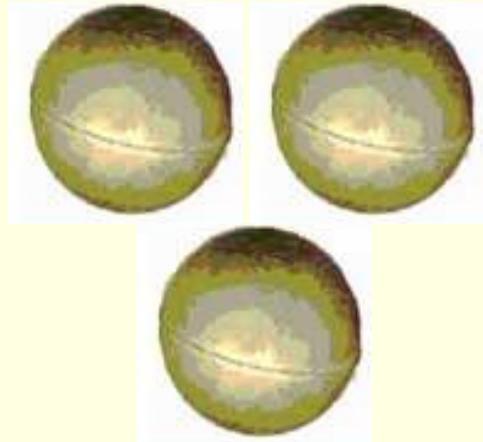
Преимущества капроновых (нейлоновых) сит :

- влажность воздуха и продукта не влияют на параметры сита;
- износостойкость нейлона намного выше чем у шёлка, таким образом могут быть использованы более тонкие нити, позволяя повысить площадь живого сечения;
- период использования нейлоновых сит в 3 раза больше чем шёлковых, а себестоимость – в 3-4 раза меньше.

Главный недостаток нейлона это нагрев путём передачи тепла от продукта и как результат изменение размеров отверстий сита.

# Классификация

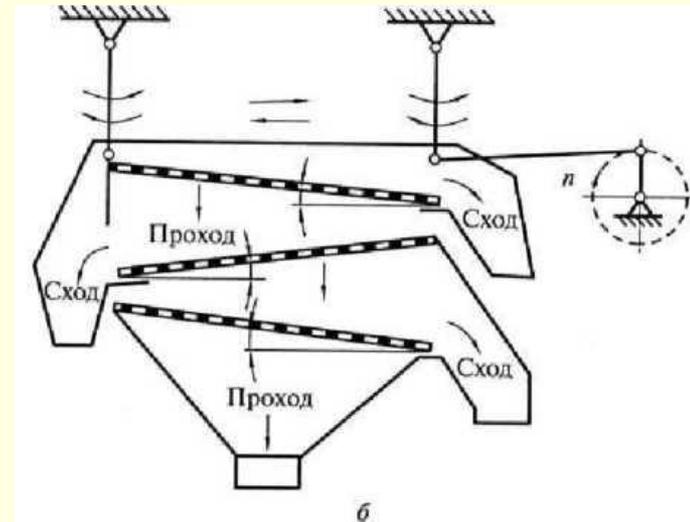
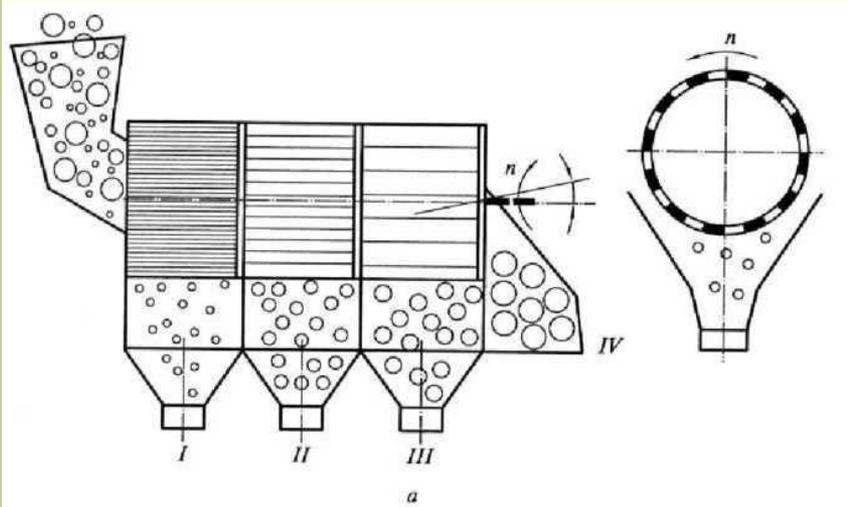
В зависимости от метода очистки сита различаем:



С щётками

С резиновыми шариками

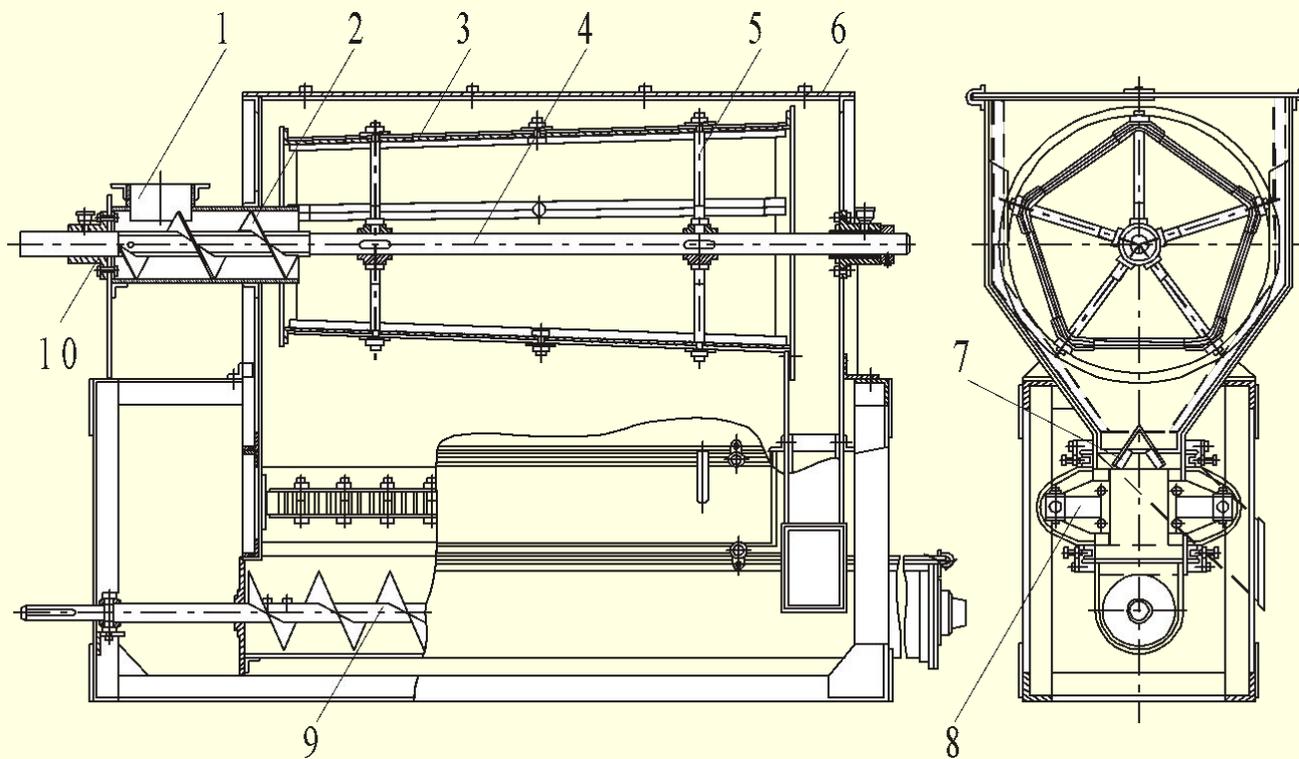
# Схемы сортировочно - калибровочных устройств



*а* - барабанное многосекционное сортировочное устройство; *б* - многоярусное просеивающее-сортировочное устройство с плоскими ситами.

# Просеивающие машины

## Пирамидальный бурат

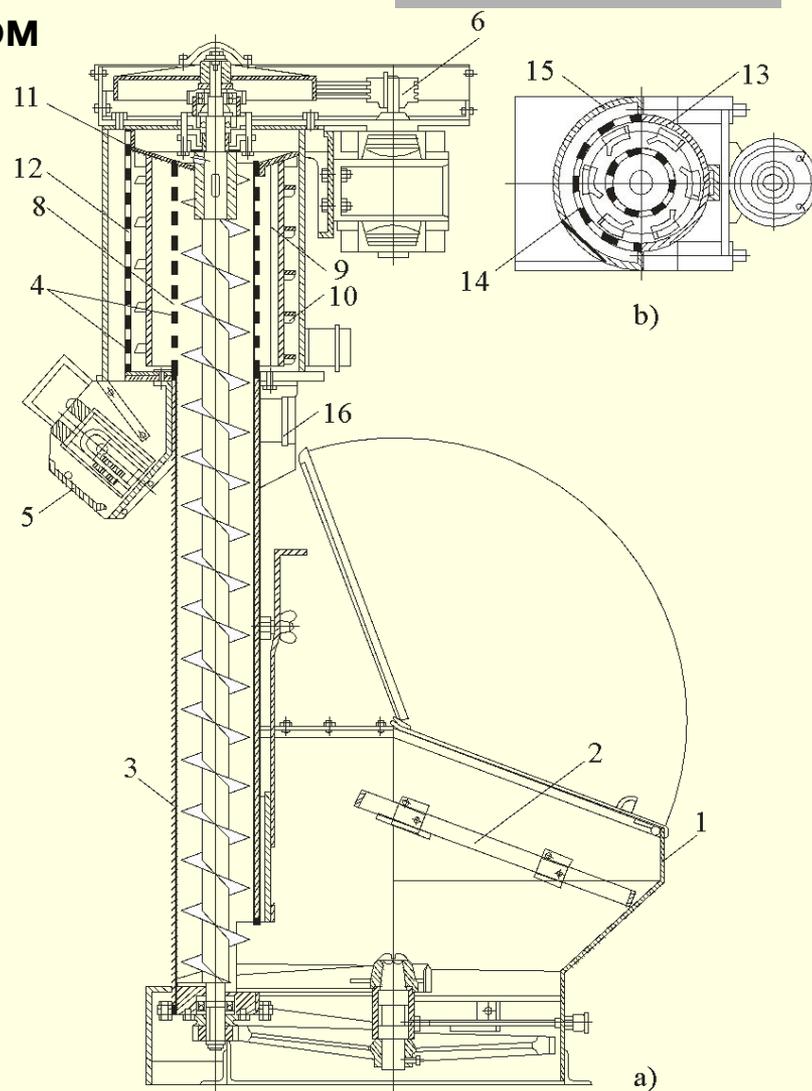


- 1 – фланец;
- 2 – шнек;
- 3 – барабан;
- 4 – вал;
- 5 – спица;
- 6 – станина;
- 7 – щит;
- 8 – магниты;
- 9 – шнек;
- 10 – подшипник.

# Просеивающие машины

## Просеиватель с цилиндрическим ситом

- 1 – бункер;
- 2 – защитная сетка;
- 3 – шнек;
- 4 – центробежные сита;
- 5 – сепаратор металлических частиц;
- 6 – приводной механизм;
- 7 – лопасти;
- 8 – цилиндрическое сито;
- 9 – вертикальные лопасти;
- 10 – направляющие;
- 11 – конус;
- 12 – цилиндрическое сито;
- 13, 14 – полуцилиндры;
- 15 – рубашка;
- 16 – приёмник.



# Теоретические основы процесса просеивания

---

## Плоское сито

Относительное смещение материала на плоскости сетки обеспечивается колебательным движением кривошипно-шатунного или эксцентричного механизмов.

Режим работы сита должен гарантировать движение необходимое для удовлетворения требований хорошего просеивания.

# Теоретические основы процесса просеивания

---

В зависимости от кинематического режима сита, материал на его поверхности может находиться в следующих ситуациях:

Относительная пауза – материал не двигается на поверхности сита;

Относительное движение без отрыва – материал двигается на поверхности сита (только вверх, только вниз или в обеих сторонах) оставаясь в постоянном контакте с ситом;

Относительное движение с отрывом - материал двигается на поверхности сита (только вверх, только вниз или в обеих сторонах) с отрывом, лишь в одном случае движения;

Отрыв от поверхности сита – материал не двигается на поверхности сита, а только отрывается от поверхности.

# Теоретические основы процесса просеивания

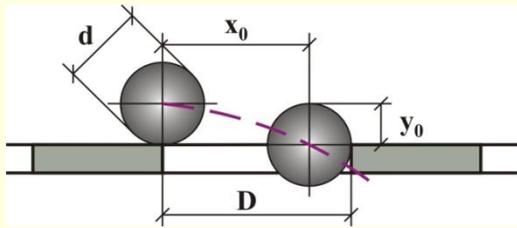
---

## Условие прохождения частицы через сито:

1. Нужно чтобы частицы попадали через отверстие в течение половины цикла;
2. Нужно обеспечить авто разблокировку отверстий от больших частиц.

# Теоретические основы процесса просеивания

**Условие 1** Нужно чтобы частицы попадали через отверстие в течение половины цикла;



Горизонтальное  
расстояние

$$x = v \cdot t$$

Вертикальное  
расстояние

$$y = \frac{g \cdot t^2}{2}$$

Скорость  
частицы

$$v = x \sqrt{\frac{g}{2y}}$$

В случае:

$$x = x_0 = D - \frac{d}{2}$$

$$y = y_0 = \frac{d}{2}$$

$$v = \left( D - \frac{d}{2} \right) \sqrt{\frac{g}{d}}$$

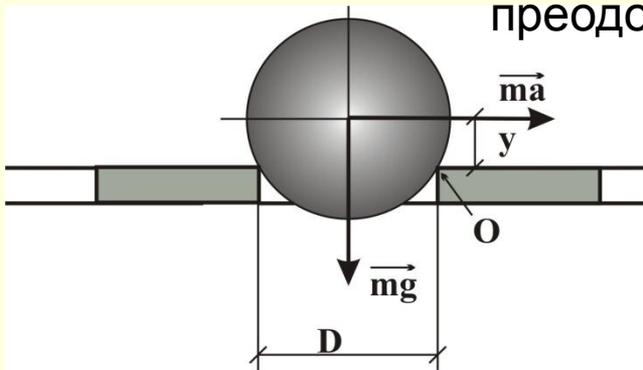
Если  $D = d$ , тогда:

$$v = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{g}{d}}$$

# Теоретические основы процесса просеивания

**Условие 2:** Нужно обеспечить авто разблокировку отверстий от больших частиц.

Для того чтобы частица освободила отверстие необходимо чтобы момент созданный инерции преодолел момент созданный силой тяжести:



$$ma \cdot y \geq mg \frac{D}{2}$$

$$a \geq \frac{gD}{2y}$$

# Расчёт мукопросеивательных машин

Производительность плоского сита зависит от:

- ✓ поверхность (площадь) просеивания,
- ✓ линейная скорость сита,
- ✓ амплитуда колебаний сита,
- ✓ толщина слоя муки и её физические свойства,
- ✓ Номер сита.

$$Q = F \cdot q \cdot \phi$$

где  $F$  - площадь сита, м<sup>2</sup>;

$q$  – удельный объём сита, кг/(м<sup>2</sup>с);

$\phi$  – коэффициент использования поверхности сита.

# Расчёт мукопросеивательных машин

## Вертикальное цилиндрическое сито

Центробежная сила, необходимая для обеспечения процесса отбора должна преодолеть силу трения, которая предотвращает это движение:

$$m\omega^2 r > fmg$$

где  $m$  - масса частицы муки, кг;

$\omega$  – угловая скорость шнека / сита,  $s^{-1}$ ;

$r$  – радиус сита, м;

$f$  – коэффициент трения муки о поверхность шнека / сита;

$g$  – ускорение свободного падения,  $m/s^2$ ;

$$\omega = 2\pi n \Rightarrow n \geq 2\sqrt{\frac{f \cdot g}{\pi \cdot r}}$$

где  $n$  частота вращения шнека / сита,  $s^{-1}$ .

# Расчёт мукопросеивательных машин

## Вертикальное цилиндрическое сито

Производительность вертикального цилиндрического сита можно рассчитать используя традиционную формулу:

$$Q = F_0 v_0 \rho \phi$$

где  $F_0$  – площадь живого сечения сита, м<sup>2</sup>;

$v_0$  – скорость прохождения муки через сито, м/с;

$\rho$  – плотность муки, кг/м<sup>3</sup>;

$\phi$  – коэффициент использования живого сечения сита.

# Расчёт мукопросеивательных машин

## Вертикальное цилиндрическое сито

Площадь сечения:

$$F_0 = \pi D H k_{sv}$$

где  $D$  - диаметр сита, м;

$H$  – высота сита, м;

$k_{sv}$  – коэффициент живого сечения сита, 0,5...0,8.

Скорость частицы муки проходящее через вертикальное цилиндрическое сито определяется как нормальная составляющая скорости смещения частиц под действием центробежной силы:

$$v_0 = \frac{rn}{2\pi} (1 - k_{al})^2$$

где  $k_{al}$  коэффициент скольжения частиц муки по поверхности сита.  
 $k_{al} = 0,5...0,8$ .

# Расчёт мукопросеивательных машин

## Вертикальное цилиндрическое сито

Мощность электродвигателя :

$$N_0 = \frac{N_1 + N_2 + N_3}{\eta_1 \eta_2}$$

где  $N_1$  мощность нужная для преодоления сил трения между мукой и поверхностью ,W;

$N_2$  – мощности нужная для вращения шнека для поднятия муки в рабочую камеру, W;

$N_3$  – мощности нужная для вращения лопастей из бункера, W.

$\eta_1$  – коэффициент полезного действия механизмов сита;

$\eta_2$  – коэффициент полезного действия электродвигателя.