

# МАШИНЫ ДЛЯ РАЗДЕЛЕНИЯ НЕОДНОРОДНЫХ СИСТЕМ

Разделение твёрдых зернистых материалов на классы по крупности кусков или зёрен называется *классификацией*, а машины, используемые для этого процесса, классификаторами.

Различают *классификаторы непрерывного* и *периодического* действия.

Существует три основных вида классификации:

- 1) механическая (грохочение);
- 2) пневматическая (воздушная сепарация);
- 3) гидравлическая.

В *механических* классификаторах, называемых *грохотами*, движение материала вдоль разделяющей поверхности происходит за счет перемещения частиц среды по наклонной поверхности или (и) периодических движений самой поверхности.

В *пневмоклассификаторах* несущей средой является газ, в сочетании с которым частицы могут образовывать сквозной газодисперсный поток (*проходные* классификаторы), находиться в состоянии, близком к концентрированному (классификаторы с *псевдоожженным слоем*) или переходить из концентрированного состояния в сквозной газодисперсный поток.

*Гидравлические* классификаторы построены на тех же принципах, что и пневмоклассификаторы, но в них в качестве несущей среды используется капельная жидкость (чаще всего вода).

# **Машины для механической классификации**

Механическая классификация (грохочение) заключается в разделении материала просеиванием через разделительную перегородку. При механической классификации материал по крупности разделяется с помощью машин (грохотов), снабженных делительными просеивающими элементами — ситами или решетками. Исходный материал поступает на верхнюю часть сита и под действием силы тяжести перемещается по наклонной поверхности. Мелкие части просеиваются сквозь отверстия сетки и образуют подрешетный (нижний) класс 1. Крупные частицы, размер которых больше размера отверстий сита, скатываются по его поверхности и образуют надрешетный (верхний) класс 2.

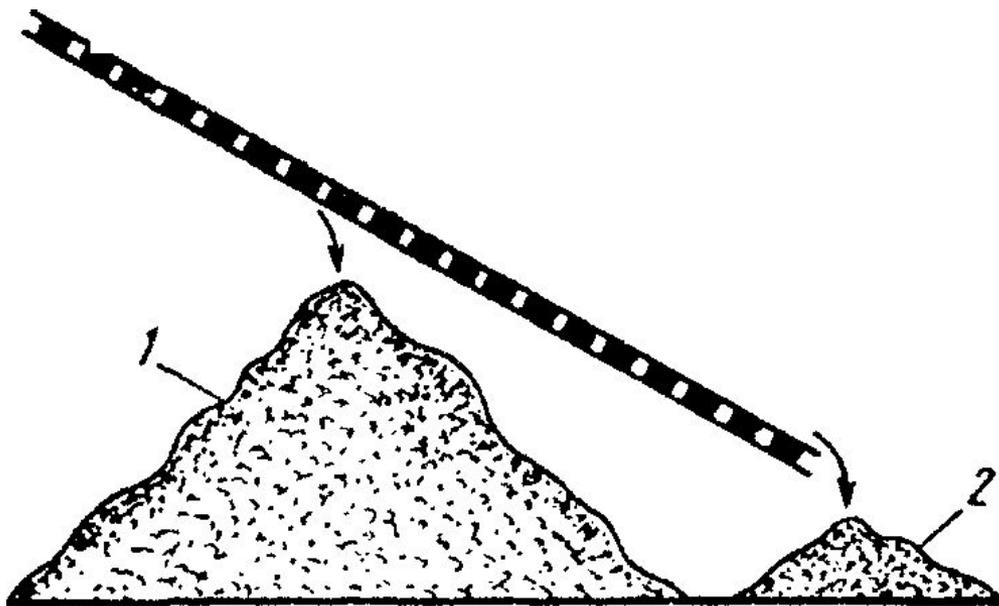
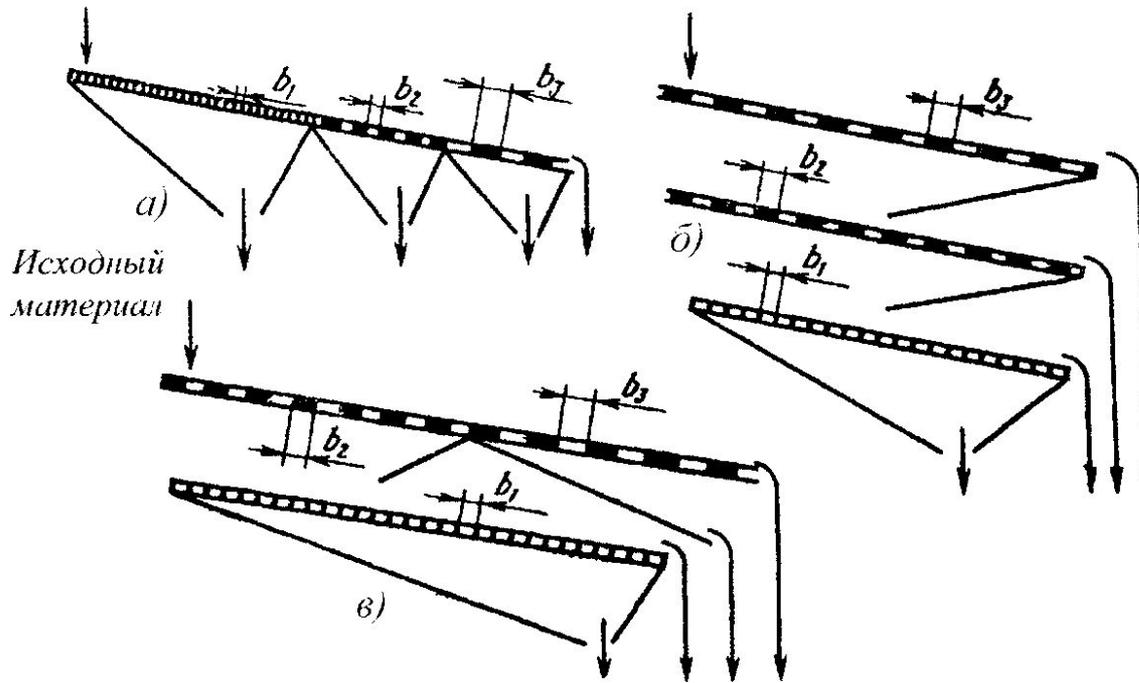


Схема классификации материала:  
1 - подрешетный (нижний) класс;  
2 - надрешетный (верхний) класс

Последовательность выделения более двух классов из смеси сыпучего материала при грохочении определяется расположением сит. Различают три схемы выделения классов: от мелкого класса к крупному; от крупного класса к мелкому; смешанная, или комбинированная.

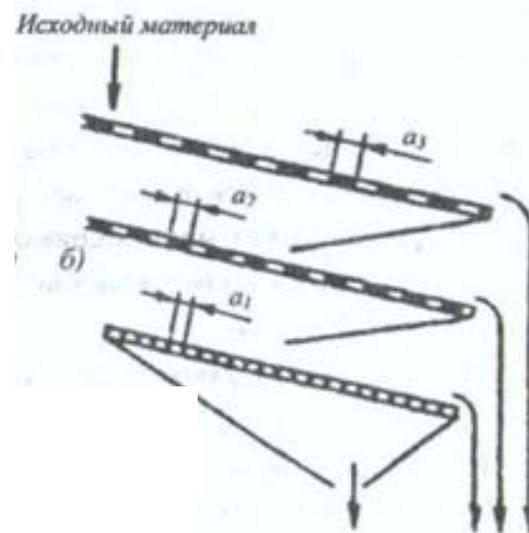


Схемы грохочения: *a* - от мелкого класса к крупному; *б* - от крупного класса к мелкому; *в* - комбинированная

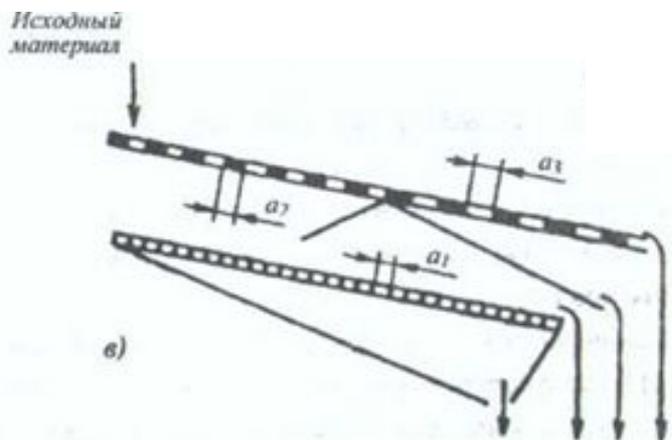
При реализации схемы грохочения *от мелкого класса к крупному* сита расплагают последовательно в одной плоскости. Исходный материал сначала поступает на самое мелкое сито, затем на более крупное.

Основным достоинством: этой схемы грохочения является доступность сит для осмотра и ремонта, а ее недостатками — низкая эффективность грохочения, быстрое изнашивание мелкого сита, недостаточное использование рабочего объема грохота и малая производительность.

При грохочении *от крупного класса к мелкому* сита располагаются друг под другом. Преимуществами этой схемы грохочения являются высокая эффективность грохочения, большая долговечность сит, достаточное использование рабочего объема грохота. К ее недостаткам относится затрудненный доступ для осмотра, ремонта и замены сит. Этот недостаток весьма существен в условиях непрерывных технологических процессов химической промышленности. Незамеченный разрыв сетки ведет к попаданию крупных частиц в мелкие и порче продукта в технологической цепи, следующей за классификацией



При комбинированной схеме грохочения исходный материал подается на среднее сито. Эта схема обеспечивает достаточную эффективность грохочения, относительно большую долговечность сит при хороших условиях для осмотра и замены сит. При этом обеспечивается высокая производительность грохота, так как на мелкое сито, имеющее большую площадь и расположенное под крупными ситами, подается только часть исходного материала.



# Классификация машин для процессов грохочения

По характеру движения рабочего органа (просеивающей поверхности) или способу перемещения материала грохоты подразделяются:

- на неподвижные (колосниковые, дуговые, конические);
- частично подвижные (валковые, цепные с возбуждением колебаний гибкого сита и др.);
- вращающиеся (барабанные);
- подвижные (качающиеся, гирационные и вибрационные);
- гидравлические, в которых материал перемещается водой.

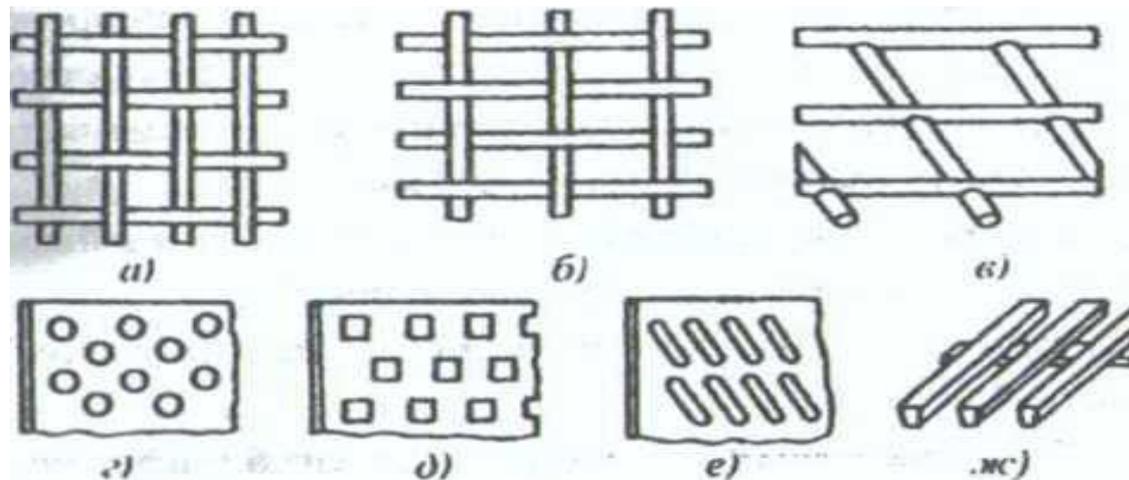
По геометрической форме просеивающей поверхности грохоты делятся на плоские, барабанные и дуговые.

По расположению просеивающей поверхности грохоты бывают наклонные и горизонтальные.

По крупности разделяемого материала различают грохоты для крупного, среднего, мелкого, тонкого и особо тонкого грохочения.

## Просеивающие поверхности

Наиболее важный элемент грохота - просеивающая поверхность. В качестве просеивающей поверхности грохотов используют проволочные сетки, листовые сита (решета, т.е. перфорированные листы) и колосниковые решетки.



**Схемы сит, решет и колосников:**

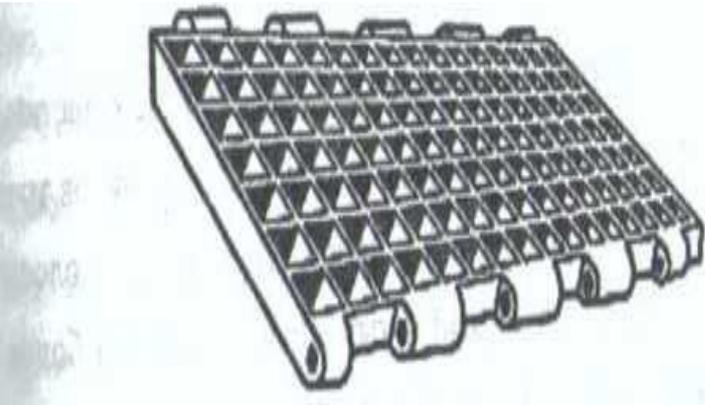
*а - в* - сита;

*г - е* - решетка;

*ж* - колосники

Различают тканые сетки, сборные из рифленых проволок и сварные, в которых проволоки в местах пересечения сваривают.

Для грохочения материалов повышенной влажности при ширине щелевых отверстий 4-35 мм применяют *струнные резиновые сита*



Решето из резины

# Неподвижный колосниковый грохот

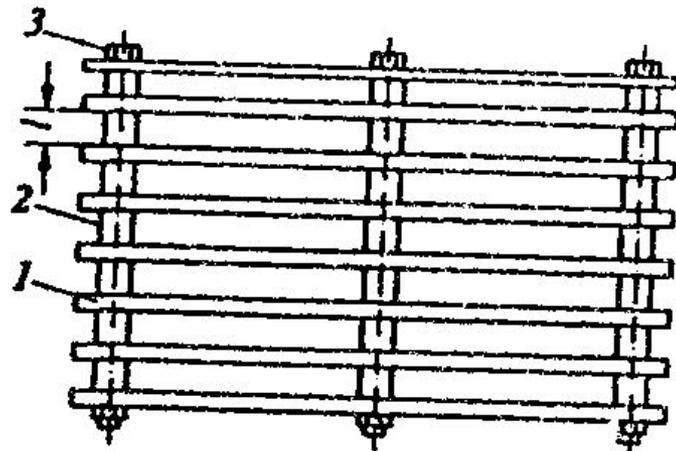
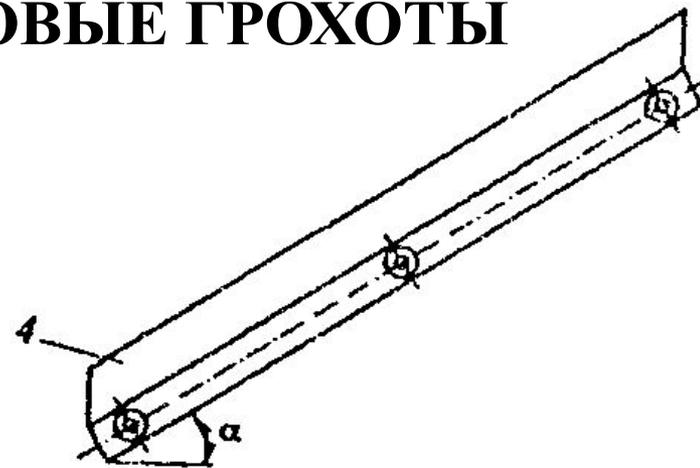
## НЕПОДВИЖНЫЕ КОЛОСНИКОВЫЕ ГРОХОТЫ

представляет собой решетку из колосников 1, собранных на стяжных шпильках 3 на некотором расстоянии друг от друга, которое фиксируется дистанционными трубками 2. По сторонам устанавливаются борты 4, которые удерживают материал на грохоте.

Эти грохоты применяют для крупного грохочения. Размер щели между колосниками - не меньше 50 мм и в редких случаях может быть 25-30 мм. Угол наклона решетки зависит от физических свойств грохотимого материала.

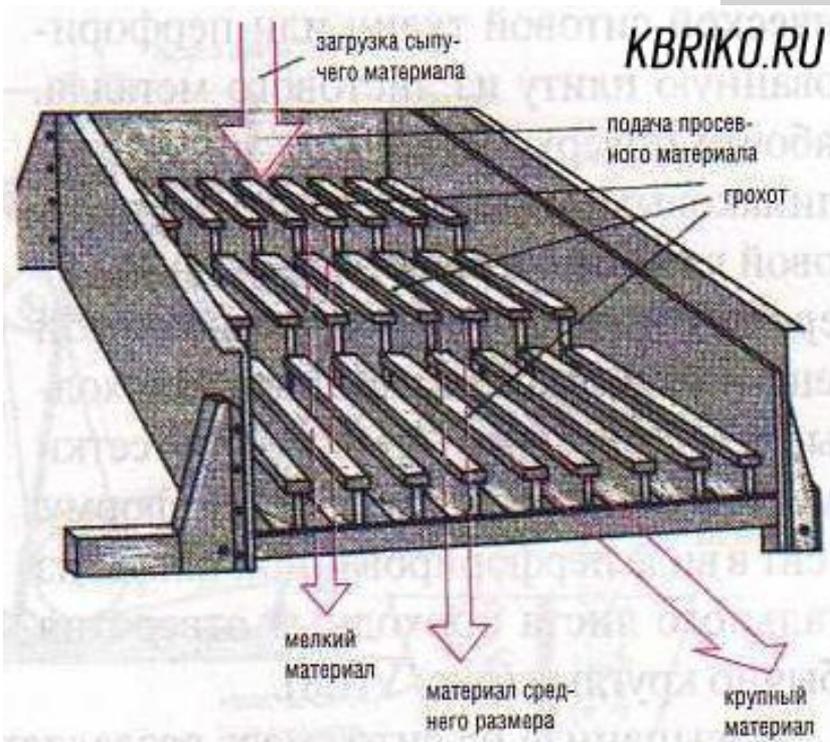
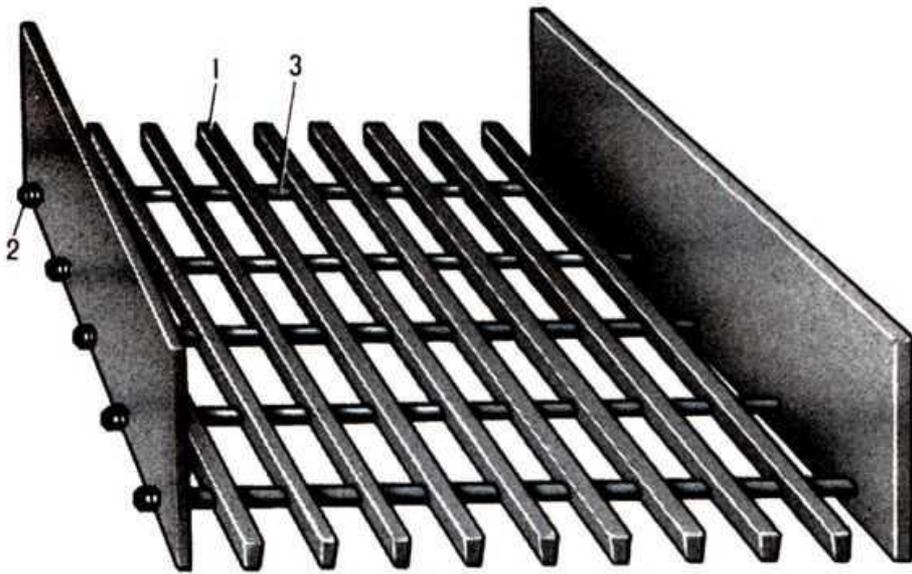
По практическим данным угол наклона  $\alpha$  составляет от  $30$  до  $45^\circ$ , но не менее угла естественного наклона. При переработке влажных материалов угол наклона грохота увеличивают на  $5-10^\circ$ .

При щели между колосниками 25 мм производительность колосникового грохота по исходному материалу равна среднему  $60$  т/ч на



Неподвижный колосниковый грохот

- 1 - колосник;
- 2-дистанционная трубка;
- 3 - стяжная шпилька; 4 – борт.



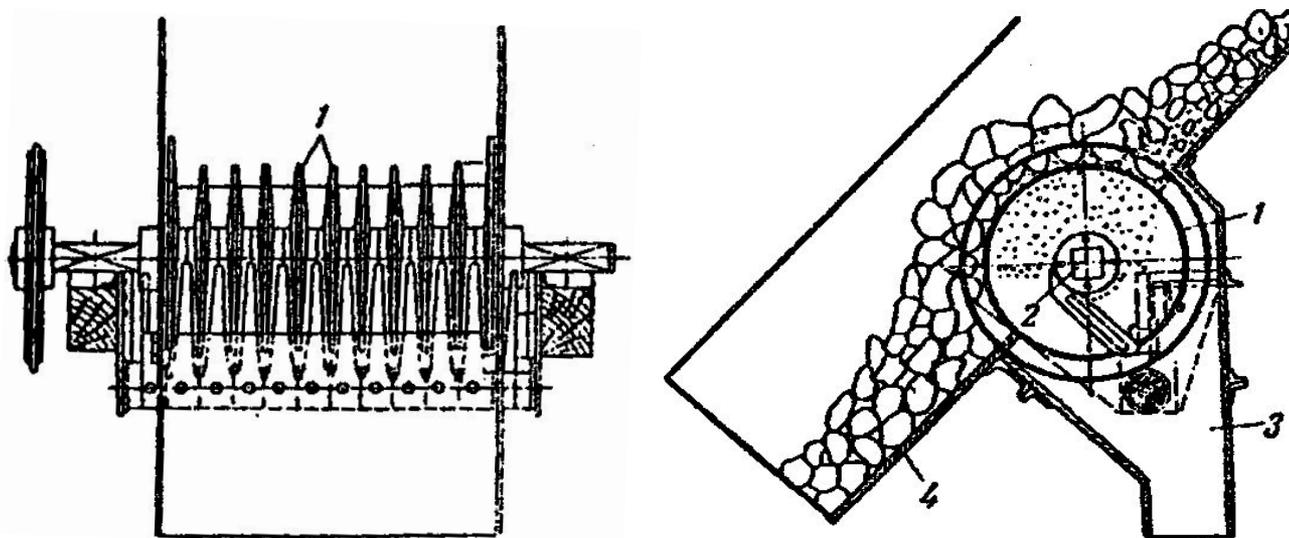
www.mpolltd.ru

# ЧАСТИЧНО ПОДВИЖНЫЕ ГРОХОТЫ

К частично подвижным относятся грохоты, в которых движется только рабочая просеивающая поверхность: *дисковые, валковые, цепные и ситовые*.

*Дисковый грохот* состоит из ряда дисков 1, закрепленных на горизонтальном валу 2 таким образом, что между ними образуются промежутки, через которые и происходит просев при вращении дисков. Размер кусков просева соответствует расстоянию между дисками.

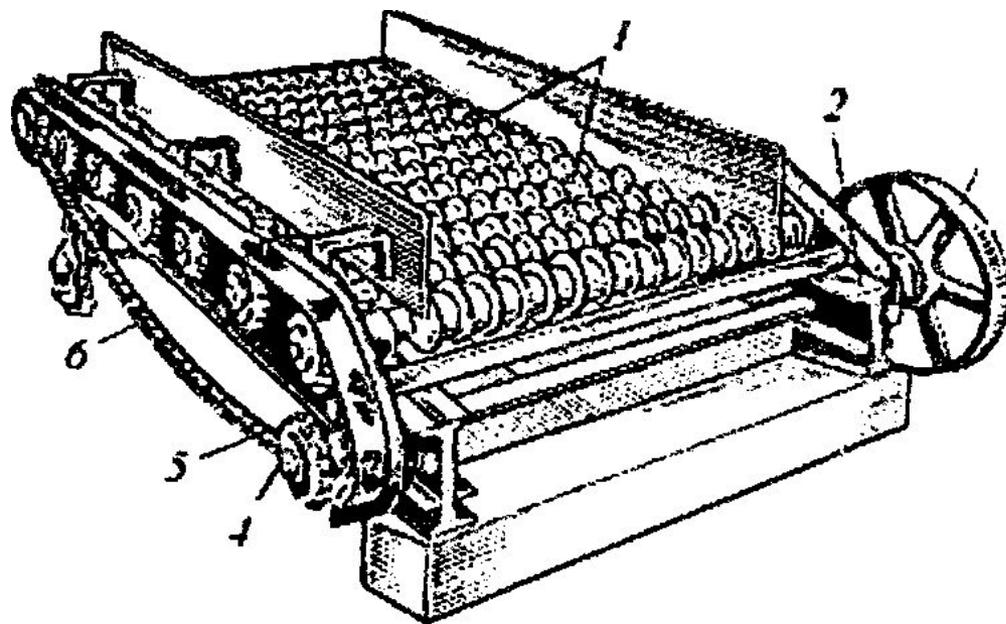
Производительность таких грохотов определяется количеством дисков и их числом.



Дисковый грохот:

1 - диски; 2 - горизонтальный вал; 3 - выгрузочная воронка для прохода; 4 - лоток для отхода

**Валковые грохоты** состоят из нескольких параллельных валков, установленных на наклонной раме и вращаемых в направлении движения материала. На валки насажены или отлиты заодно с ними диски. Валки с дисками образуют просеивающую поверхность с отверстиями, форма и размеры которых определяются расстояниями между валками и формой дисков. Число валков для разных конструкций грохотов составляет от 5 до 13, а для грохочения мелкого материала и более. Размеры отверстий валковых грохотов от 5 до 175 мм. Рама грохота устанавливается под углом 12 - 15°.



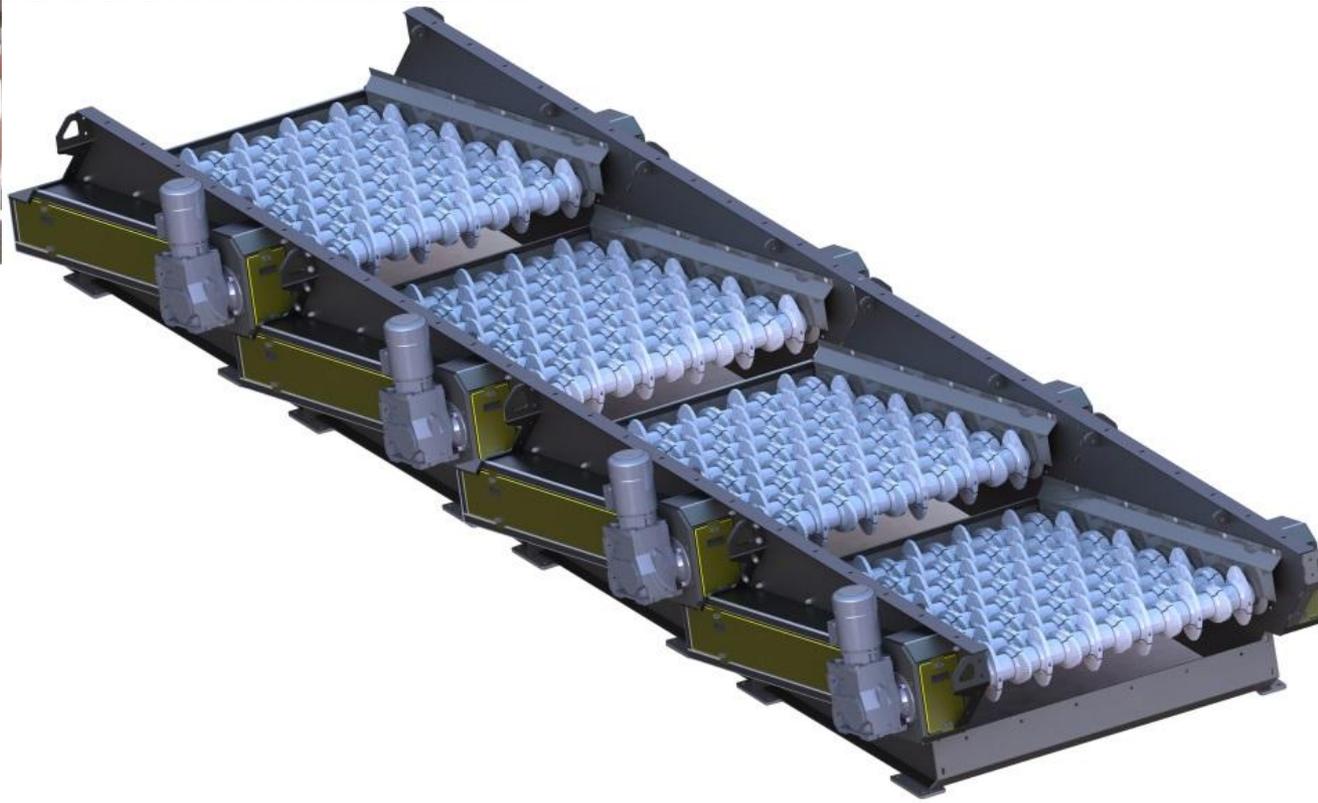
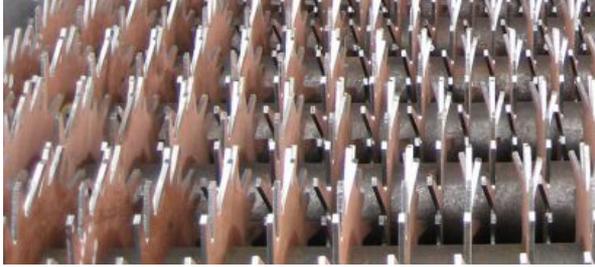
Валковый грохот:

- 1 - валки; 2 - рама; 3 - привод; 4 - главный вал; 5 - звездочка; 6 - ценная передача

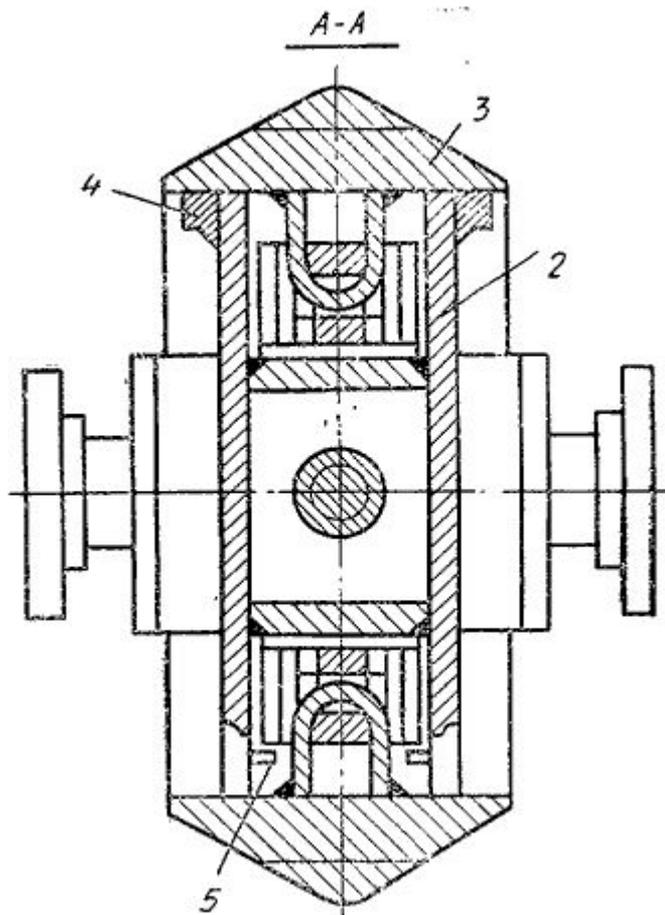
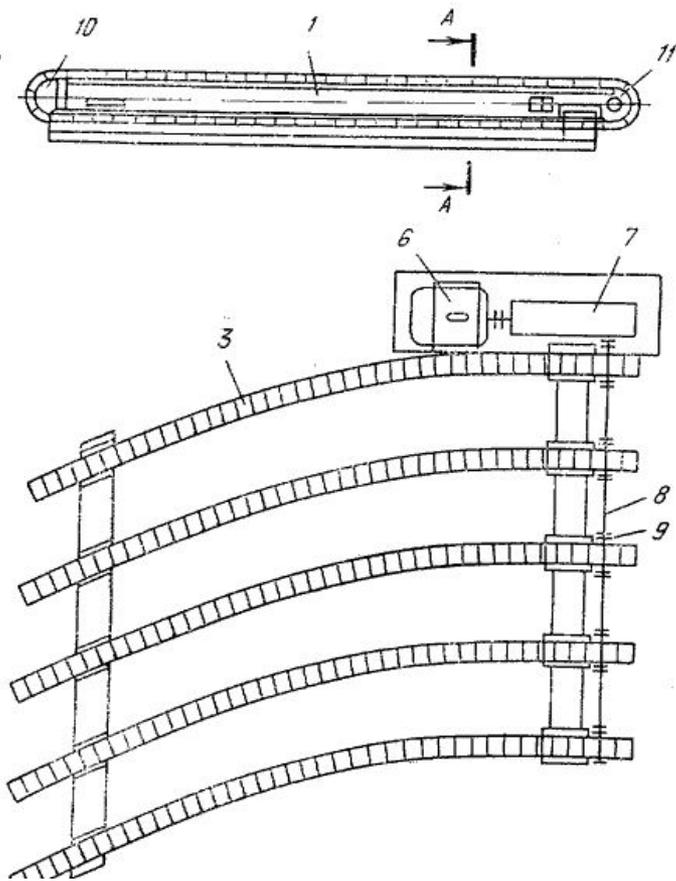
Скорость вращения валков на радиусе диска одинакова и составляет 0,8 - 1,45 м/с.

Производительность валковых грохотов по исходному материалу около 1 м<sup>3</sup>/ч на 1 м<sup>2</sup> площади сита при ширине отверстия 1 мм. Например, при размере отверстия 75 мм она составляет 75 м<sup>3</sup>/(м/ч).

Недостатками валковых грохотов являются большая масса, сложность конструкции, большой расход электроэнергии, сложность технического обслуживания.



**Цепные грохоты** применяют для разделения больших количеств крупнокускового материала, главным образом руды. Они состоят из движущихся по роликам цепей, в промежутке между которыми проваливается подвергаемый грохочению материал; более крупные куски его, не проходящие в промежутки между цепями, сбрасываются на одном из концов грохота.



Цепной грохот  
 1- цепь, 2- корпус, 4-  
 верхняя  
 направляющая,  
 5 – нижняя  
 направляющая,  
 6 – электродвигатель,  
 7 – редуктор,  
 8 – привадной вал,  
 9 – муфта,  
 10 – натяжное  
 устройство,  
 11 – приводная  
 звездочка

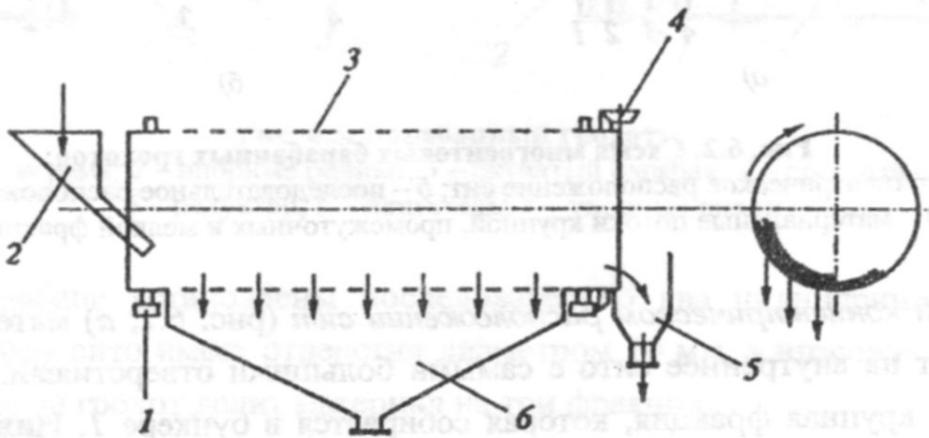


Схема барабанного грохота:

- 1 - опорное устройство;
- 2 - загрузочная воронка;
- 3 - перфорированный барабан;
- 4 - приводной механизм;
- 5 - приемный бункер для отсева;
- 6 - приемный бункер для просева

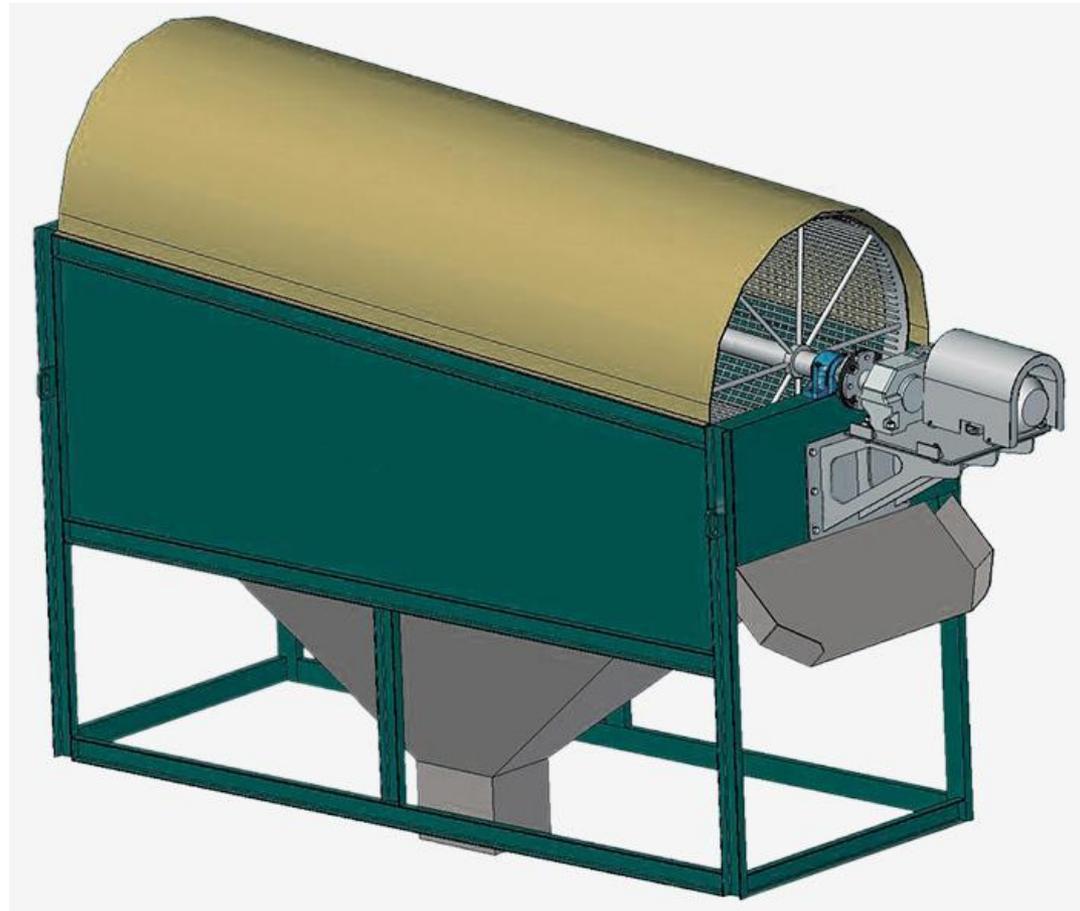
Перфорированный барабан 3 установлен на роликах опорного устройства 1 под углом к горизонту и приводится во вращение от приводного механизма 4. Исходный материал непрерывно загружается через воронку 2. При вращении барабана с частотой 10-15 об/мин грохотимый материал под действием силы трения поднимается по стенке барабана на некоторую высоту и затем сползает вниз. Одновременно частицы материала двигаются к разгрузочному нижнему концу барабана. В результате при таком движении происходит разделение материала на классы по крупности.

## Барабанные грохоты

*Барабанные грохоты,* в зависимости от формы барабана, могут быть *цилиндрическими* или *коническими*. Боковая поверхность барабана, образованная перфорированными стальными листами или сеткой, служит просеивающей поверхностью грохота. Ось цилиндрического барабана наклонена к горизонту под углом от 1 до 14° (чаще от 4 до 7°), а ось конического - горизонтальна.



Неподвижный конический грохот  
КМ КГГ-1500 с перфорированным  
конусом



Барабанный грохот

Барабанные грохоты изготавливают также для грохочения материала на несколько классов. При этом сито на барабане собирают по длине из нескольких секций с отверстиями, увеличивающимися в размерах по направлению к разгрузочному концу, или сита собираются концентрическими поверхностями - внутренние с наибольшими, а наружные с наименьшими отверстиями.

Многоситовые грохоты с концентрическим расположением сит по своему устройству сложнее, чем с последовательным, и более трудоемки в эксплуатации, так как наблюдение за работой грохотов, осмотр и смена внутренних сит затруднены. Единственное их преимущество - компактность.

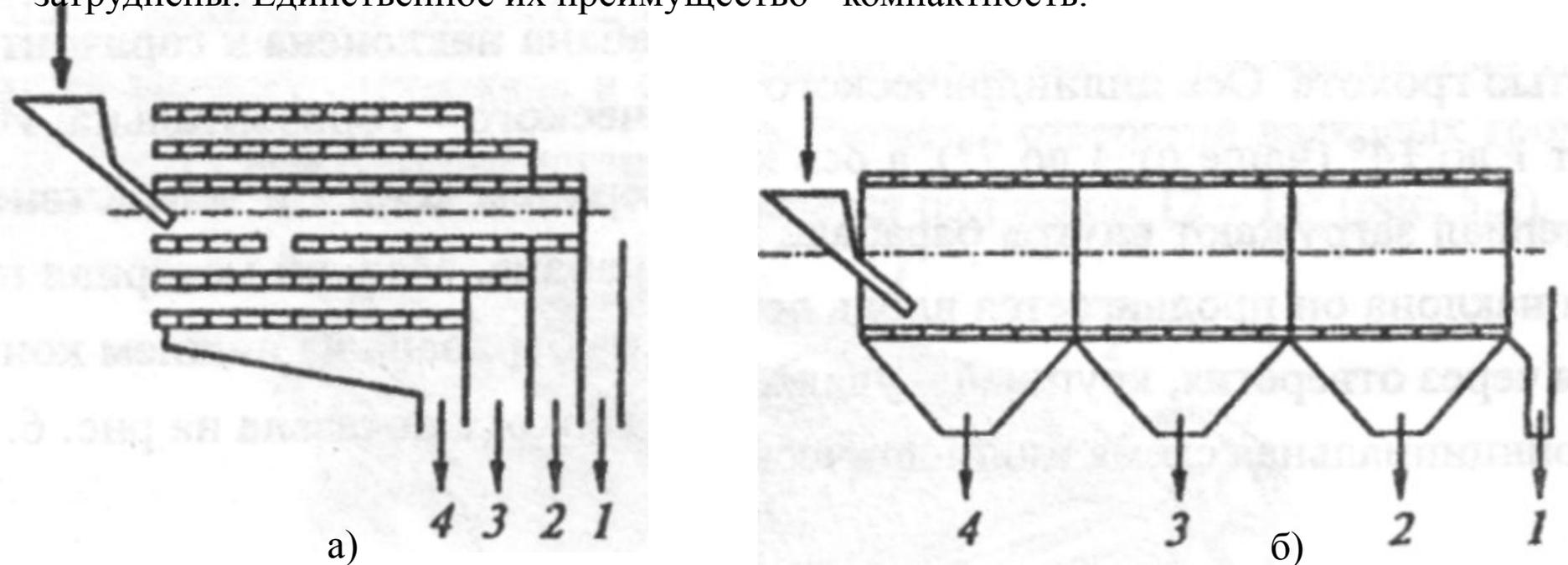
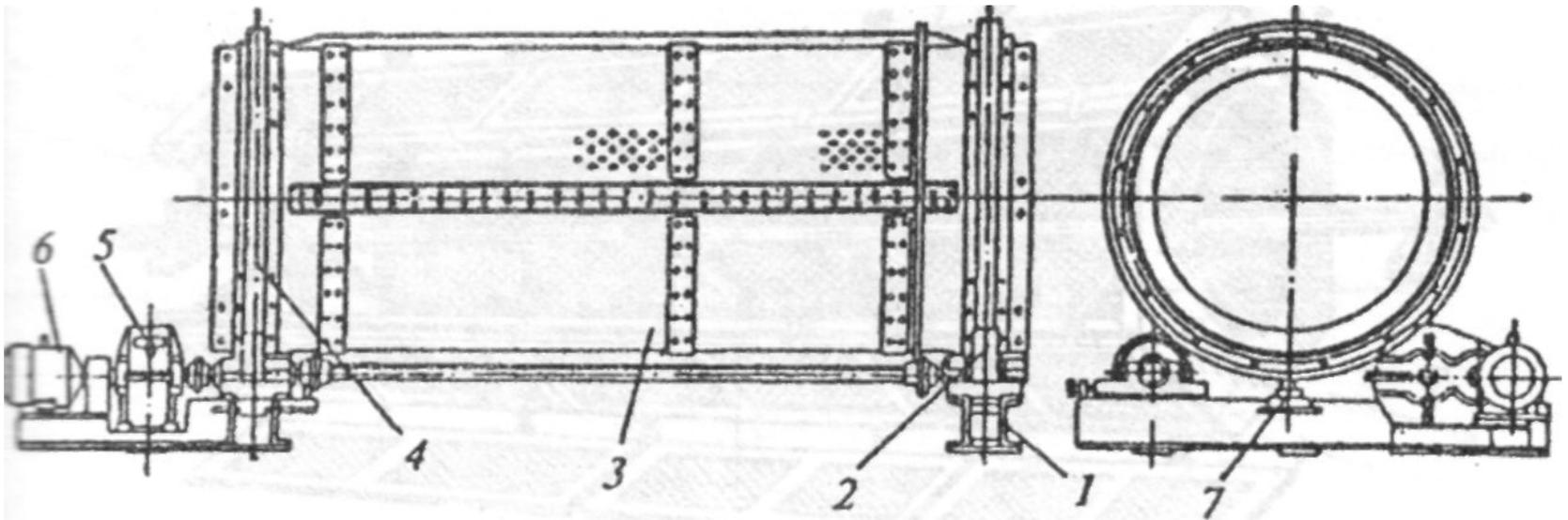


Схема многоситовых барабанных грохотов:

*а* - концентрическое расположение сит; *б* - последовательное расположение сит.;  
1, 2, 3, 4- материальные потоки крупной, промежуточных и мелкой фракций продуктов

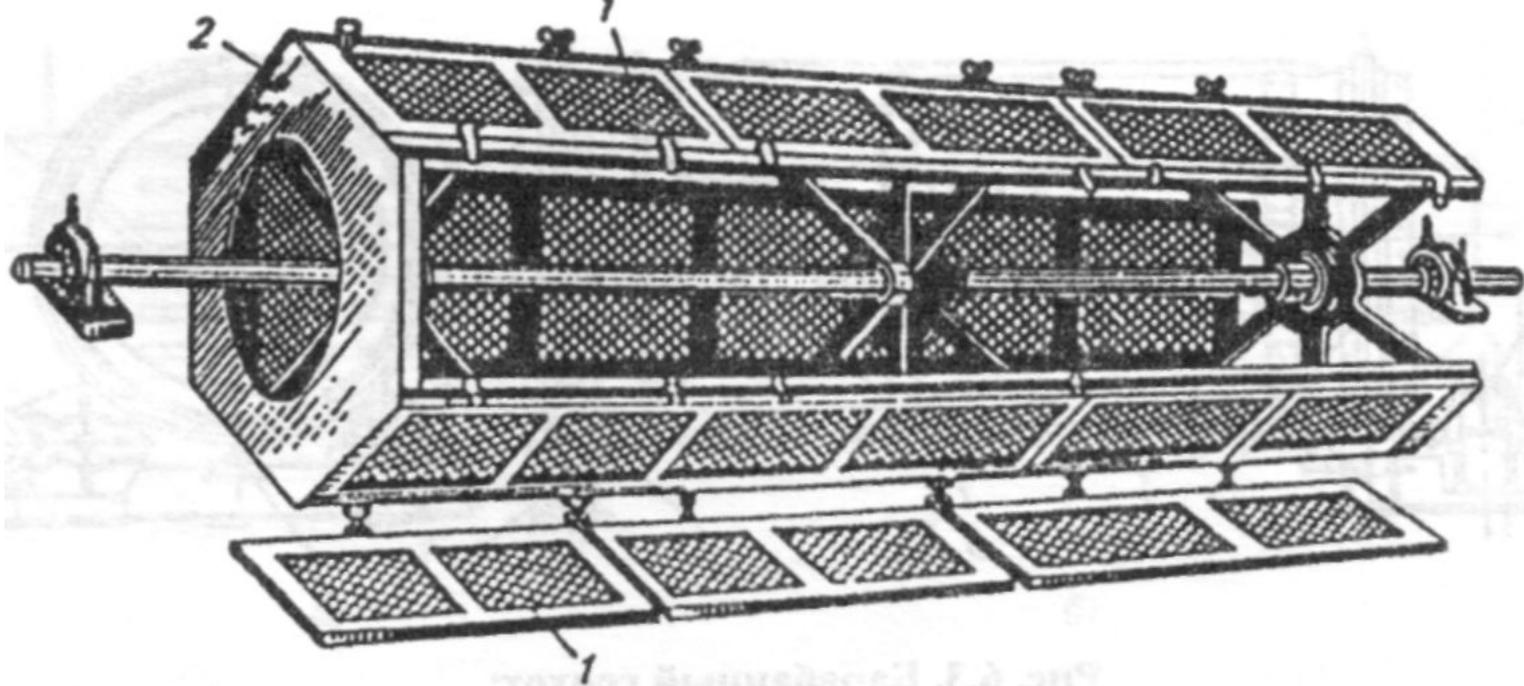
Барабанный грохот с последовательным расположением сит состоит из опорной рамы 1, опорных роликов 2, установленных на раме, ситчатого барабана 3 с опорными бандажами 4 и двигателя 6 с редуктором 5. Двигатель приводит во вращение одну пару роликов, которые под действием сил трения вращают барабан, установленный под углом к горизонту. Чтобы исключить его сползание под уклон, предусмотрен упорный ролик 7.



### Барабанный грохот:

1 - опорная рама; 2 - опорные ролики; 3 - ситчатый барабан; 4 – опорный бандаж;  
5 - редуктор; 6 - двигатель; 7 - упорный ролик





### **Многогранный барабанный грохот (сито-бурат):**

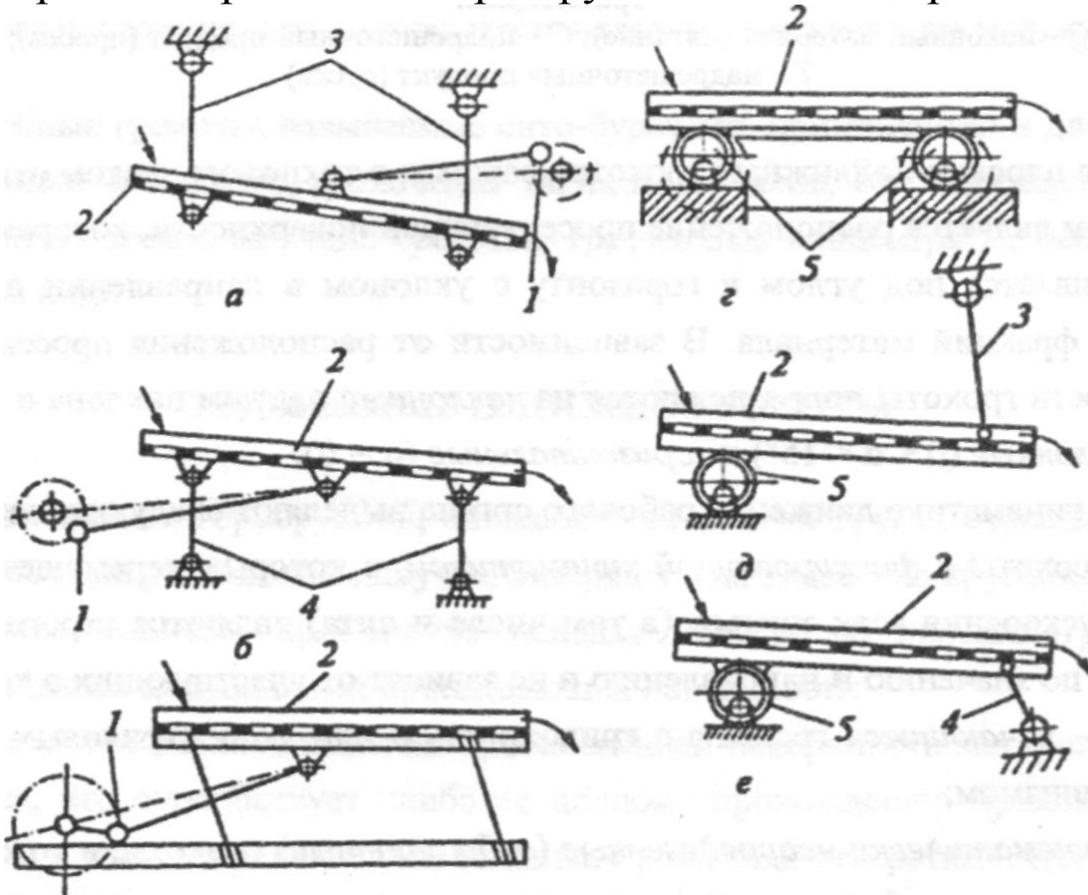
1 - сменные плоские сита; 2 - торец грохота, где установлен лоток для загрузки

Повышенной эффективностью обладают грохоты, которые имеют не цилиндрическую, а многогранную призматическую рабочую поверхность, состоящую из 6 - 8 плоских сит .

Подобные грохоты, называемые сито-буратами, применяются и для сухого, в том числе и мелкого, грохочения таких материалов, как полимерные порошки, синтетические моющие средства, графитовые концентраты, неорганические соли и др.

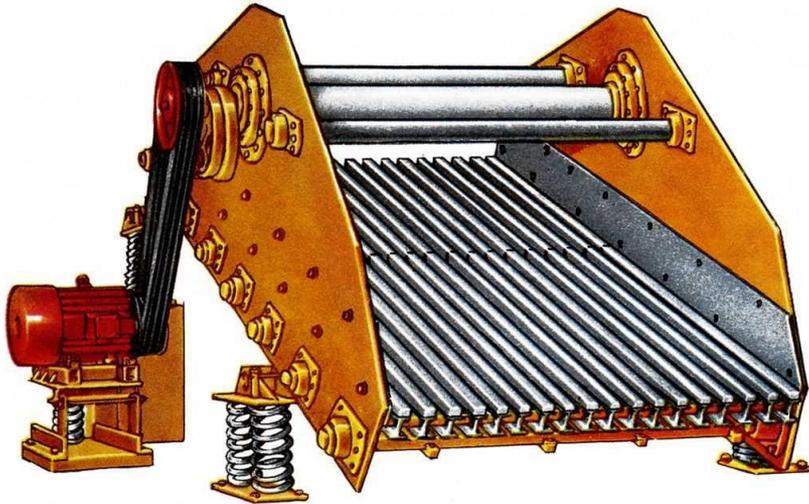
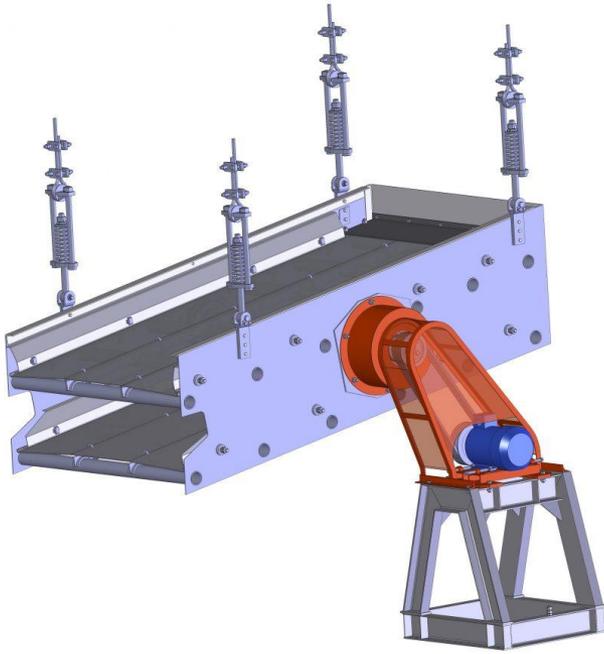
# Подвижные плоские грохоты

**Качающиеся грохоты.** Просеивающая поверхность в них с помощью приводного механизма совершает возвратно-поступательное движение (принудительные качания), обусловленное жесткой кинематической связью приводного эксцентрика 1 с коробом 2, закрепленным либо на шарнирных подвесках 3 (*а*), либо на шарнирных опорах 4 (*б*), либо на пружинных опорах (*в*), либо на кривошипных опорах 5 (*г-е*). Во всех случаях материал движется по сити и разделяется на фракции: нижний продукт просеивается, а верхний сбрасывается разгрузочного конца грохота.



## Конструктивно-кинематические схемы качающихся грохотов:

*а* - наклонный на шарнирных подвесках; *б* - наклонный на шарнирных опорах; *в* - горизонтальный на пружинных опорах; *г* - наклонный на кривошипных опорах; *д* - наклонный на кривошипной опоре и шарнирной подвеске; *е* - наклонный на шарнирной и кривошипной опорах.



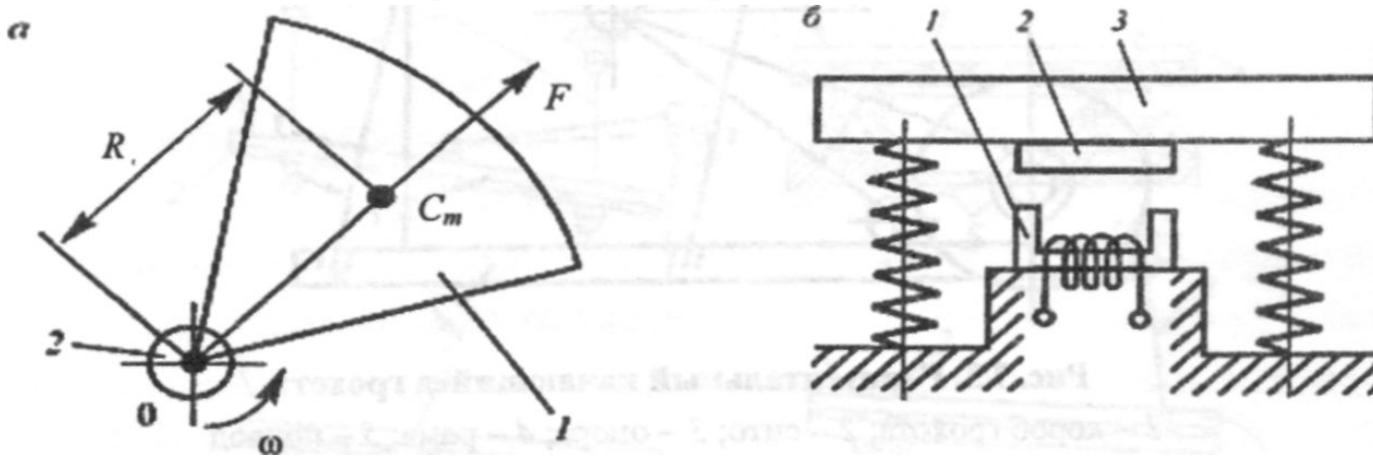
Достоинствами плоских качающихся грохотов являются высокая произвольность и эффективность грохочения, компактность, удобство обслуживания и ремонта (в частности, смены сит).

Основной недостаток этих сит – в применении кривошипного привода, который не позволяет уравновесить силы инерции качающихся масс (короб, сита, стойки и т.д.), в результате чего на фундамент или на строительные конструкции передаются знакопеременные динамические нагрузки. Кроме того, малая частота колебаний не позволяет достигать высокой эффективности при грохочении мелких материалов.

## **Вибрационные грохоты**

В вибрационном грохоте характер колебательного движения, амплитуд и форма траектории рабочего органа определяются исключительно динамическими факторами - силовым воздействием, генерируемым приводом, числом и массой движущихся элементов, а также числом, расположением и характеристиками упругих элементов.

Вибрационный (динамический) привод называют *вибровозбудителем*. В большинстве конструкций грохотов используют дебалансные вибровозбудители с вращающейся неуравновешенной массой (инерционным элементом) значительно реже - электромагнитные.



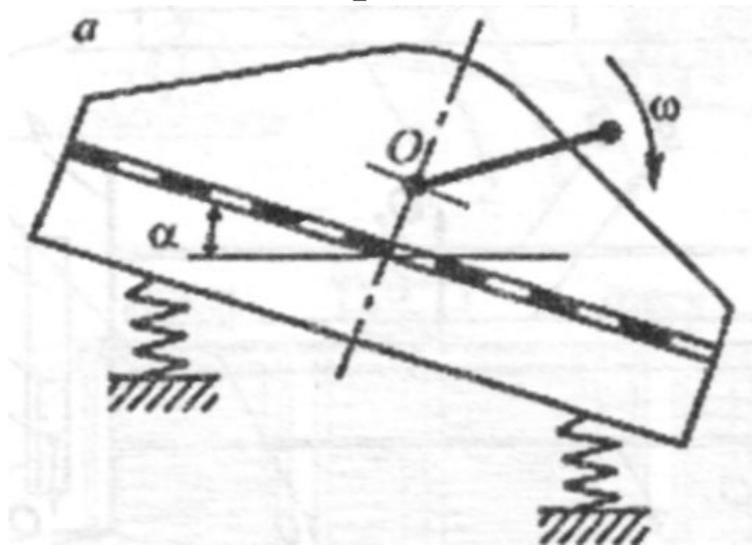
Схемы вибровозбудителей колебаний:

*а - дебалансного; б - электромагнитного*

Одновальный дебалансный статически неуравновешенный вибровозбудитель (а) имеет дебаланс 1, центр массы которого расположен в точке  $C_m$ . Он жестко связан с валом, вращающимся вокруг оси  $O$  в подшипниках, соединенных с корпусом 2.

В электромагнитных вибровозбудителях (б) силы, вынуждающие колебания, создаются в результате воздействия переменного во времени магнитного поля на ферромагнитные тела. При протекании по обмотке сердечника переменного тока в нем наводится магнитное поле с замкнутыми силовыми линиями. Возникающие между торцевыми сечениями сердечника 1 и якорем 2 поверхностные силы изменяются во времени и возбуждают колебания якоря и связанного с ним тела 3.

Вибрационные наклонные грохоты с круговыми или эллиптическими колебаниями, с одновальным дебалансным вибровозбудителем двухподшипниковые получили наименование *инерционных*.

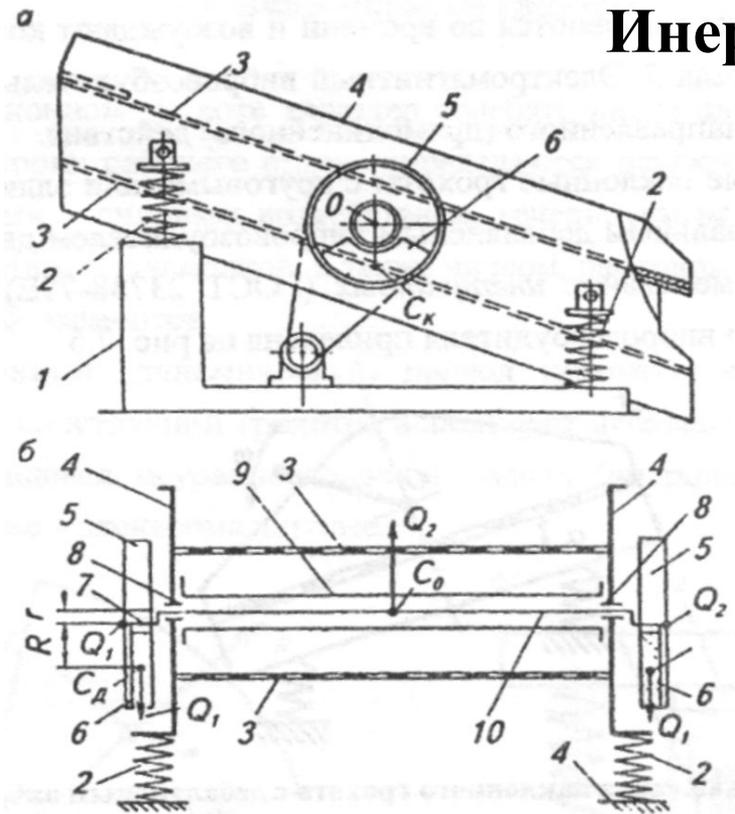


Динамическая схема наклонного грохота с дебалансным вибровозбудителем с круговыми колебаниями

При установке его в центре тяжести грохота  $O$  создается однородное поле колебаний. Для нормального вибрационного транспортирования материала грохот этого типа должен иметь значительный наклон ( $\alpha = 15\text{—}30^\circ$ ) просеивающей поверхностей к горизонту.

Выпускаются инерционные наклонные грохоты в широком диапазоне типоразмеров: с рабочей площадью  $3 - 12 \text{ м}^2$ , с углом наклона просеивающей поверхности от  $10$  до  $30^\circ$ , с размерами отверстий или щелей в них от  $2$  до  $200 \text{ мм}$ , амплитудой вибрации  $2,5 - 8 \text{ мм}$  при частоте  $900 - 1440 \text{ мин}^{-1}$ . Промышленные грохоты обеспечивают грохочение материалов с максимальной крупностью от  $25$  до  $1000 \text{ мм}$ . Производительность составляет от  $1,5$  до  $1500 \text{ т/ч}$  по грохотимому материалу, мощность привода -  $7 - 30 \text{ кВт}$ .

# Инерционный грохот



Конструктивно-кинематическая схема инерционного грохота :

*a* - общий вид; *б* - разрез по оси вибровозбудителя;

1 - опорная рама; 2 - амортизаторы; 3 - сита;

4 - короб; 5 - шкив; 6 - дебалансы;

7 - эксцентриковые концы вала;

8 - подшипники; 9 – труба вибровозбудителя;

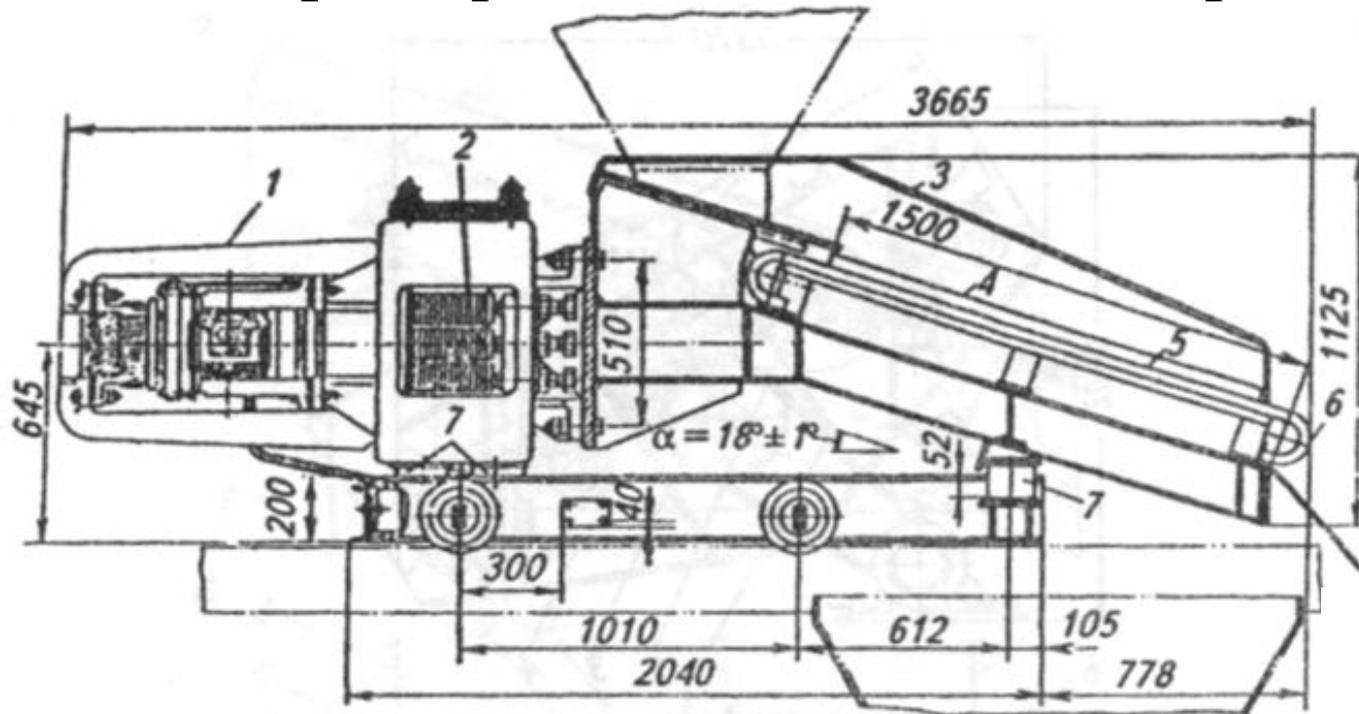
10- вал

Грохот содержит короб 4 с укрепленными в нем ситами 3, установленный посредством амортизаторов 2 на опорной раме 1. Амортизаторы - упругие элементы, представляющие собой цилиндрические витые пружины.

Короб приводится в колебательное движение дебалансным вибровозбудителем . К коробу приварена труба вибровозбудителя 9; внутри нее - рабочий вал 10, вращающийся в подшипниках 8. Концы вала 7 выточены эксцентрично по отношению к его геометрической оси, и на них насажены шкивы 5, на которые укреплены дебалансы 6.



# Электровибрационный наклонный грохот



Электровибрационный наклонный грохот: 1 - электромагнитный вибровозбудитель; 2 - упругая связь; 3 - короб; 4 - колосники, жестко укрепленные на коробе; 5 - упругие резонирующие колосники; 6 - рессорные концы упругих резонирующих колосников; 7 - резиновые амортизаторы

В коробе 3 установлен ряд колосников 4 и 5, четные 4 укреплены жестко, а нечетные 5 - на рессорах, что создает возможность для их резонансных колебаний. Короб установлен на резиновых амортизаторах 7, прикрепленных к раме. Электромагнитный вибровозбудитель 1 передает колебания коробу через упругую связь 2. Вектор направления колебаний совпадает с углом установки просеивающей поверхности ( $\alpha = 18^\circ$ ).



# Гиравционные грохоты

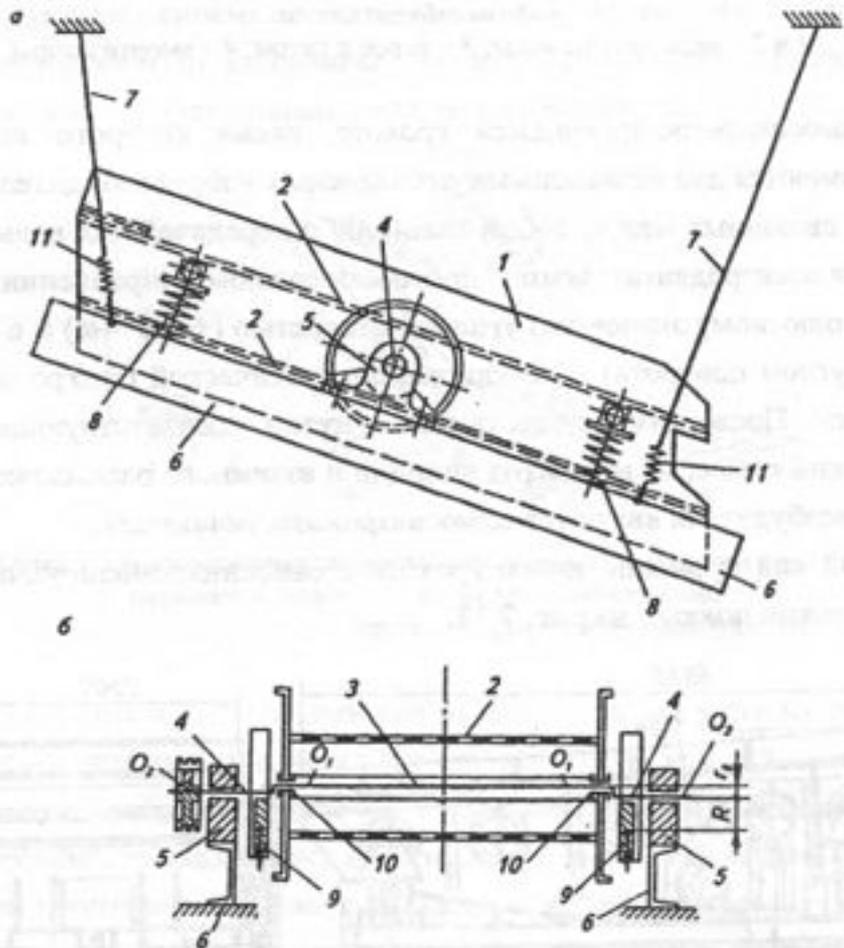
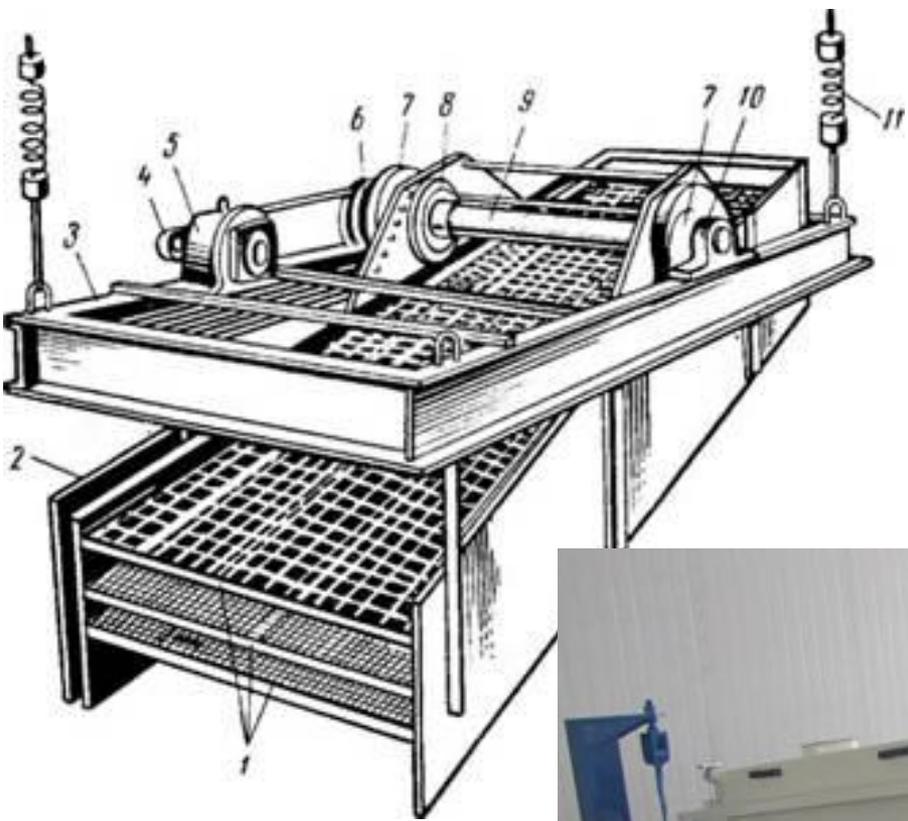


Схема гиравционного наклонного грохота:  
а - общий вид; б - разрез по оси эксцентрикового вала; 1 - короб; 2 - сита; 3 - вал; 4 - эксцентриковые концы вала; 5, 10- подшипники; 6 - рама; 7 - тяги; 8 - пружинные амортизаторы; 9 - контргрузы; 10 - амортизирующие вставки

Короб 1 грохота с ситами 2 приводится в круговые колебательные движения эксцентриковым (или кривошипным) валом 3. Концы вала 4 находятся в подшипниках 5, укрепленных на неподвижной раме 6. Последняя установлена на фундаменте или подвешена на тягах 7. Для предотвращения самопроизвольного поворота концы его опираются на амортизаторы 8. На концах вала 3 имеются диски, на которых помещены контргрузы 9, уравнивающие короб. Вал вращается в подшипниках 10, установленных в коробе.

Возникающие при круговых возвратно-поступательных движениях короба центробежные силы инерции компенсируются контргрузами 9, которые, в отличие от дебалансных грузов инерционных грохотов, не предназначены для возбуждения вынужденных колебаний упругой системы, а служат только для динамического ее уравнивания



# Вибрационные просеиватели

Вибрационные просеиватели применяются для классификации сравнительно мелких материалов (зерно, крупа, мука, синтетические смолы, порошкообразные химические продукты и т.п.).



Вибрационные просеиватели отличаются круглой формой и горизонтальным расположением просеивающих поверхностей и называются **виброситами типа СВ**.

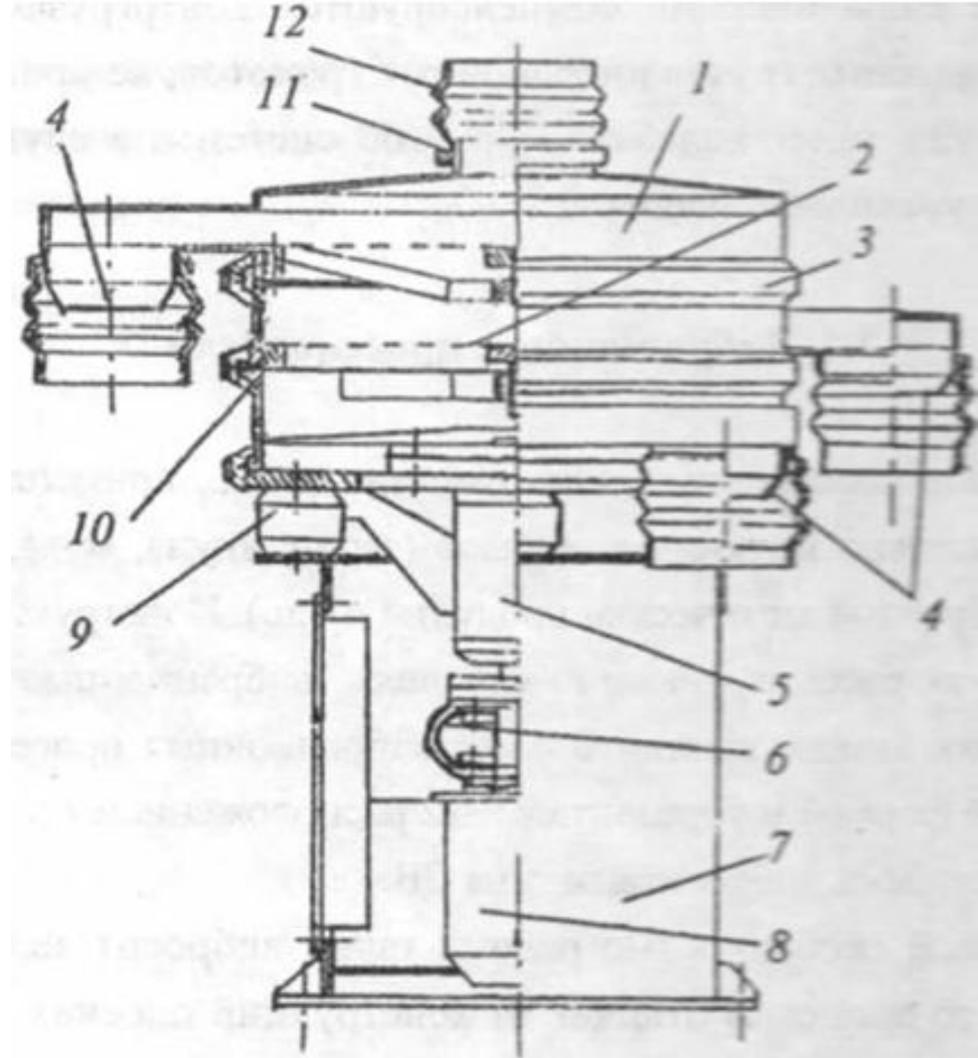
Отличительной особенностью работы таких вибросит является характер колебаний рабочего органа. В отличие от конструкций плоских грохотов, в которых используются круговые или направленные траектории колебаний, в виброситах применяется пространственная (трехкомпонентная) вибрация просеивающих поверхностей по траектории, близкой к винтовой линии.

Подобный характер колебаний обеспечивает непрерывное изменение по величине и направлению инерционных нагрузок, что позволяет получить оптимальные условия отсева, особенно для мелких материалов.

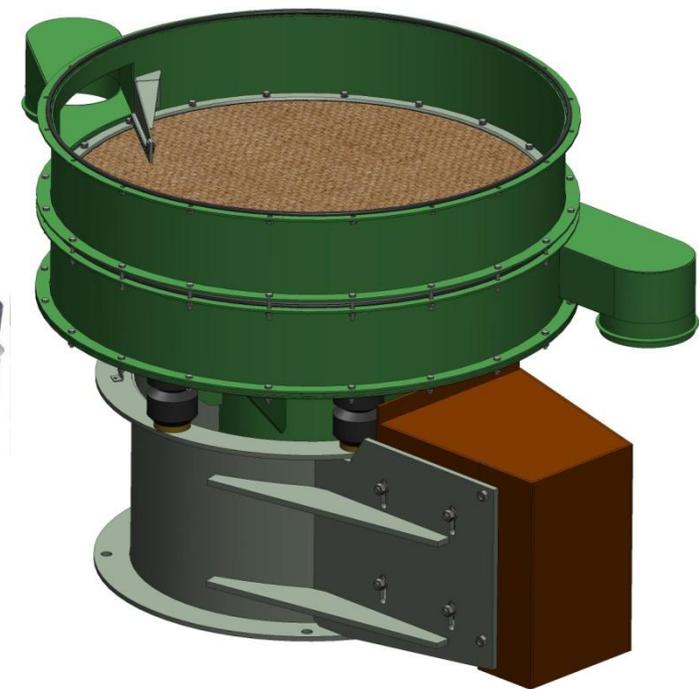
Корпус 1 вибросита выполнен из цилиндрических обечаек, собирающихся при помощи быстросъемных хомутов 3. Сетки 2 крепятся на каркасах 10, которые устанавливаются между обечайками корпуса.

Резиновые герметизаторы 12 на загрузочном 11 и разгрузочных 4 патрубках, а также уплотнение в местах стыковки обечаек обеспечивают непылящую работу сита. Вращение вибровозбудителя 5 передается от двигателя 8 через упругую лепестковую муфту 6. Колеблющиеся части (корпус и вибровозбудитель) опираются на цилиндрическую опору 7 при помощи резиновых амортизаторов 9.

Вынуждающие силы вибровозбудителя создаются двумя вращающимися на вертикальном валу дебалансами верхним и нижним. Колебание сита происходит с частотой, равной числу оборотов



Вибрационное сито СВ:  
1 - корпус; 2 - сито; 3 - хомут; 4 - разгрузочные патрубки; 5 – вибровозбудитель; 6 - лепестковая муфта; 7 - опора; 8 - электродвигатель; 9 – амортизатор; 10 – каркас; 11 - загрузочный патрубков; 12 – герметизатор.



# Пневматические грохоты

Машины, осуществляющие выделение мелких классов в потоке газозвеси, называются *пневматическими грохотами*. Принцип их работы заключается в просасывании частиц нижнего класса через сетку потоком воздуха. Застрявшие в ячейках частицы выдуваются встречными локальными струями воздуха. Ситовая поверхность может быть выполнена плоской или цилиндрической в зависимости от конструкции грохота.

Исходный материал просасывается сквозь плоское сито 4 потоком воздуха, создаваемого встроенным в пневмогрохот вентилятором 1, и в виде газозвеси отводится в тракт пылеулавливания. Для предотвращения забивания сита крупными частицами оно продувается локальными струями воздуха высокого давления, подаваемого через вращающийся коленчатый патрубок 2. Грохот применяется для разделения пластмассовых порошков.

Выпускают струйные пневматические грохоты производительностью по исходному продукту от 60 до 1060 кг/ч в зависимости от материала и требуемой границы разделения. Минимальный размер ячейки сита 25 мкм.

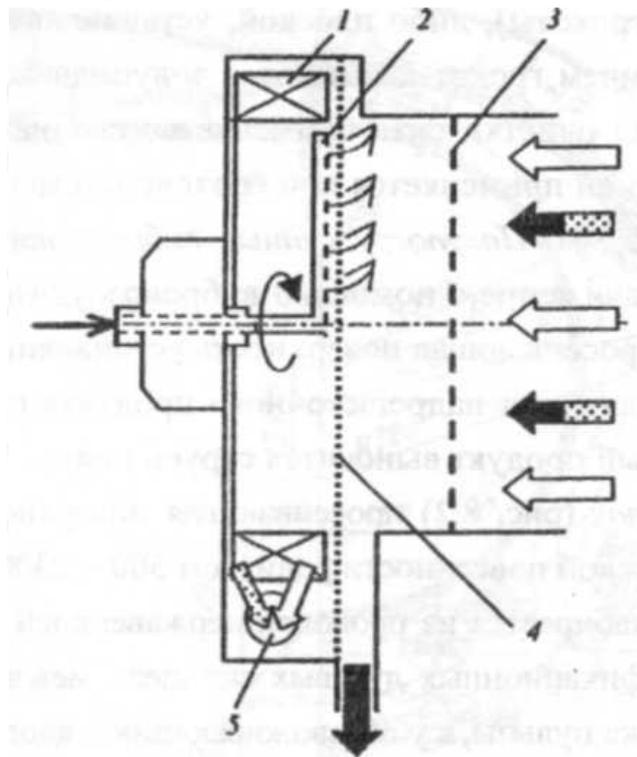


Схема пневматического грохота:  
1 - лопасти вентилятора;  
2 - вращающийся коленчатый патрубок; 3 - предохранительное сито; 4 - основное сито; 5 - выход мелкого продукта

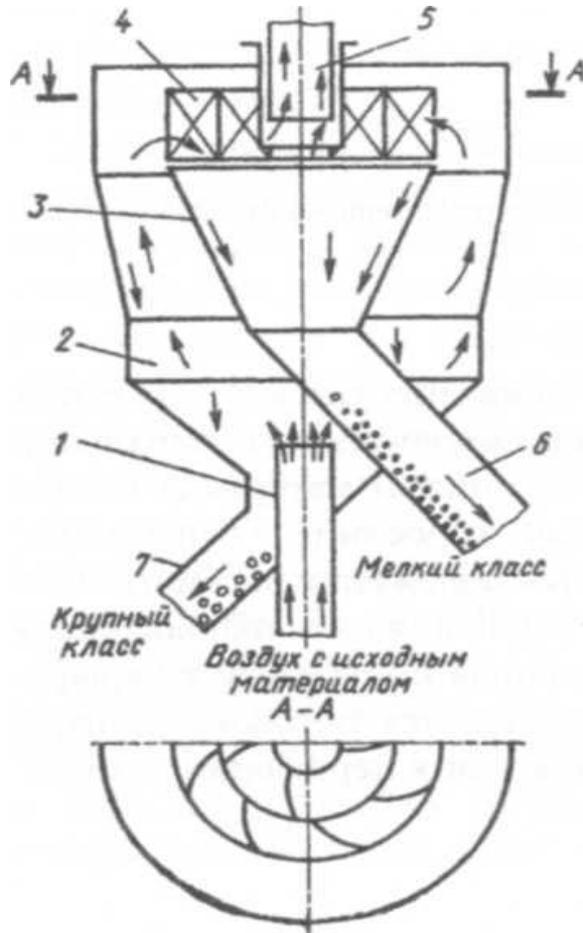
# Воздушные сепараторы

Сущность пневматической (воздушной) классификации заключается в разделении сыпучего материала за счет различных скоростей движения крупных и мелких частиц в воздушном потоке.

Классификацию материалов с размером частиц менее одного миллиметра нецелесообразно проводить в грохотах, так как их удельная производительность при этом весьма низкая. Такие мелкозернистые сухие материалы рациональнее разделять в *воздушных классификаторах*, в которых при определенных условиях более крупные частицы выпадают из потока воздуха под действием сил тяжести или центробежных сил, а мелкие выносятся потоком воздуха в осадительные устройства. Регулированием скорости и траектории движения воздушного потока можно варьировать крупность разделяемых частиц.

В реальных условиях точное разделение частиц по заданной границе обеспечить невозможно, так как скорость движения непрерывно колеблется из-за изменения концентрации частиц, их формы, размеров, местных завихрений газового потока и т. д. Вследствие этого мелкая фракция оказывается загрязненной крупными частицами и наоборот.

# Проходной сепаратор



В химической промышленности применяют проходные и циркуляционные сепараторы. Проходной сепаратор представляет собой статический аппарат, в котором материал разделяется только за счет энергии сжатого воздуха. Исходный материал вместе со сжатым воздухом поступает по патрубку 1 в корпус 2 сепаратора. Из-за расширения канала, по которому движется смесь, скорость потока уменьшается и крупные частицы выпадают из смеси под действием сил тяжести. Воздушный поток с мелкими частицами проходит по направляющим лопастям 4 во внутренний корпус 3. В корпусе поток закручивается, и из него под действием центробежных сил выпадают мелкие частицы. Крупные частицы выводятся из сепаратора по патрубку 7, мелкие по трубе 6, а отработанный воздух направляется по трубе 5 в пылеочистительные аппараты. Граница разделения регулируется дросселированием потока воздуха и изменением угла установки направляющих лопастей 4.

Недостатком проходных сепараторов является высокий расход сжатого воздуха, и их целесообразно применять в установках, в которых сжатый воздух используется для транспортирования материала.

Схема проходного сепаратора:

- 1 - патрубок; 2 - корпус;
- 3 - внутренний корпус;
- 4 - направляющие лопасти;
- 5 - труба; 6 - труба; 7 - патрубок

## Циркуляционные сепараторы

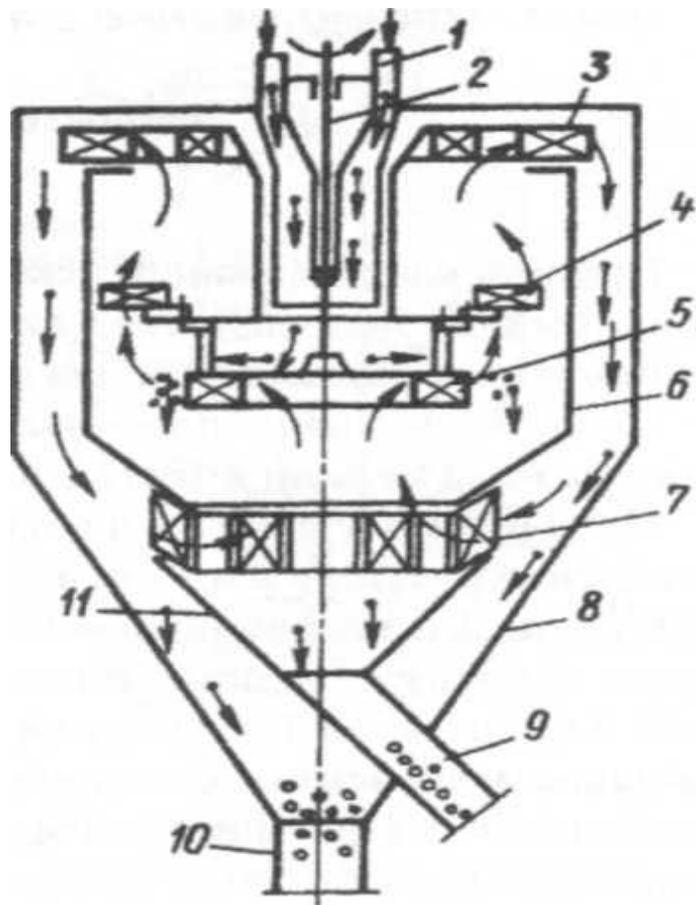


Схема циркуляционного сепаратора.

- 1 - патрубок; 2 - вал;
- 3 - вентилятор; 4 - крыльчатка;
- 5 - диск; 6 - внутренний корпус;
- 7 - жалюзи; 8 - корпус;
- 9 - патрубок; 10 - труба;
- 11 - воронка

диск 5, установленный на вращающемся валу 2. Под действием центробежных сил материал движется к периферии диска и стекает с него. Крупные частицы под действием сил тяжести падают вниз в воронку 11, и выводятся из сепаратора по патрубку 9. Вентилятор 3 и крыльчатка 4, вращающиеся вместе с диском 5, засасывают воздух из нижней зоны внутреннего корпуса 6, который, проходя сквозь материал, сбрасываемый с диска, захватывает средние и мелкие частицы и выносит их в зону вращающейся крыльчатки 4. Здесь под действием центробежных сил средние частицы отбрасываются к стенкам корпуса 6 и стекают вниз, где расположены крупные частицы. Мелкие частицы вместе с воздухом вентилятором 3 направляются в пространство между стенками наружного 8 и внутреннего корпусов, где воздух движется вниз по спирали. Окружная скорость потока в этой зоне наибольшая, вследствие чего мелкие частицы отбрасываются центробежной силой к стенкам наружного корпуса, теряют скорость и стекают вниз по трубе 10. Воздух снова через жалюзи 7 поступает во внутренний корпус. Граница разделения частиц регулируется изменением радиуса

# Гидравлические грохоты

Машины, осуществляющие выделение мелких классов в потоке суспензии (пульпы), получили наименование *гидравлических грохотов* или *грохотов тонкого грохочения*. Применяются они для разделения материалов на узкие классы крупности в интервале от 0,5 до 0,04 мм.

В зависимости от состояния просеивающей поверхности различают три основных вида гидравлических грохотов: с неподвижной поверхностью, полуподвижной поверхностью и поверхностью, частично погруженной в пульпу.

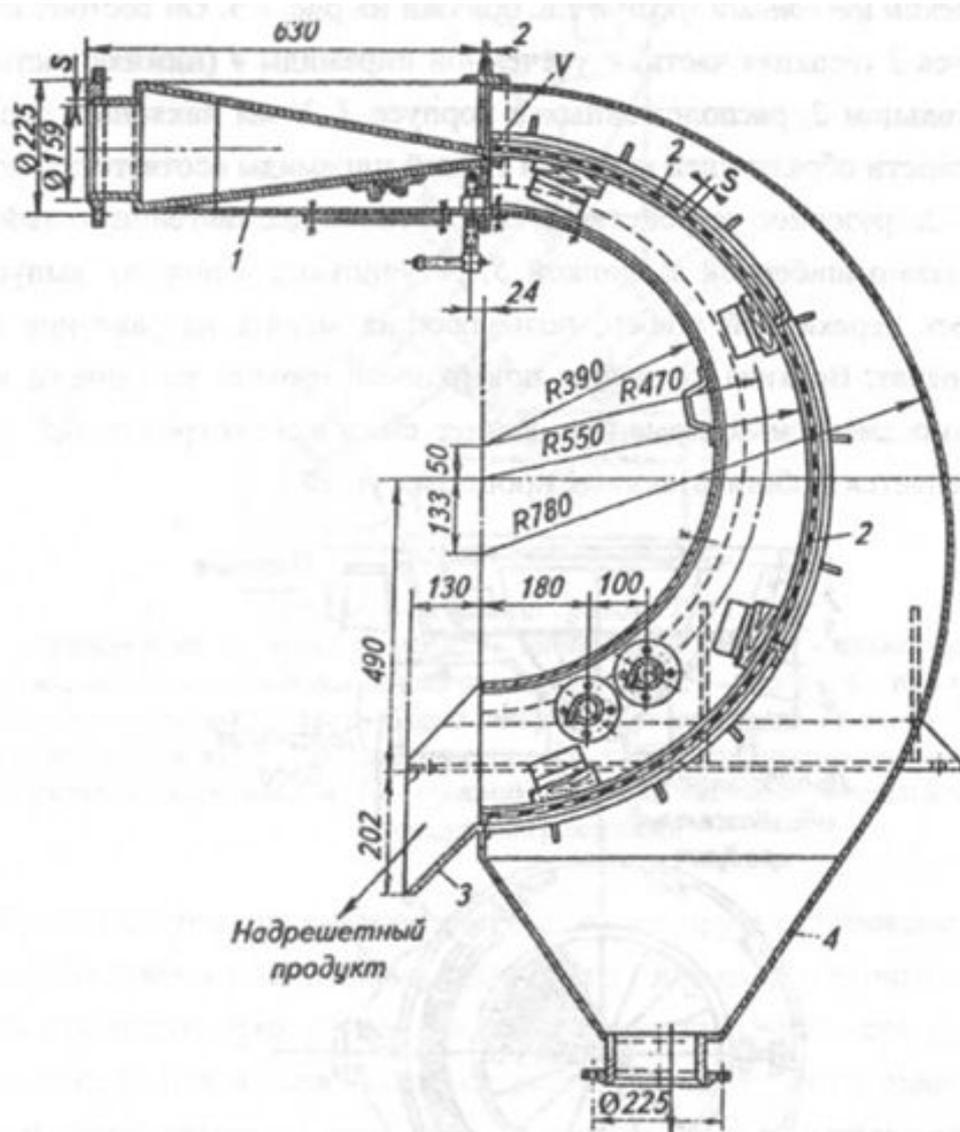
В гидравлических грохотах с *неподвижной* и *полуподвижной просеивающей поверхностью* последняя выполняется либо криволинейной, в виде дуги окружности (дуговые грохоты), либо плоской, устанавливаемой под большим углом к горизонту. Причем грохот называют с полуподвижной просеивающей поверхностью, если для очистки сита применяется специальный встряхивающий механизм. Обычно он применяется при грохочении материалов по *граничному* размеру ниже 0,5 мм.

*Полупогруженные вибрационные* гидравлические грохоты приводятся в движение с помощью вибровозбудителей, как и «сухие» *виброгрохоты*. Но их просеивающая поверхность устанавливается с небольшим подъемом в сторону разгрузки надрешеточного продукта с целью его обезвоживания, подрешеточный продукт выносится струей воды.

# Дуговой гидравлический грохот

В дуговых грохотах просеивающая поверхность 2 представляет собой часть цилиндрической поверхности радиусом 500 - 2300 мм с центральным углом 30 - 180°. Сито набирается из проволок нержавеющей стали трапецевидного сечения. У классификационных дуговых сит щели между проволоками расположены поперек потока пульпы, а у обезвоживающих - вдоль потока.

Пульпа подается на сито в верхнем конце из питающего патрубка 1 тангенциально и подвергается воздействию центробежной силы инерции и силы тяжести. В результате давления, вызванного этими силами, часть потока проходит через отверстия сита, унося мелкие частицы материала. Дуговые грохоты могут работать с самотечной подачей пульпы (начальная скорость от 0,5 до 3 м/с) и с подачей питания насосами (со скоростью потока на входе до 6-10 м/с).



Дуговой грохот СД2Л:

- 1 - питающий патрубок; 2 - дуговая решетка;
- 3 - желоб для надрешетного продукта;
- 4 - сборник для подрешетного продукта

# Плоский гидравлический грохот

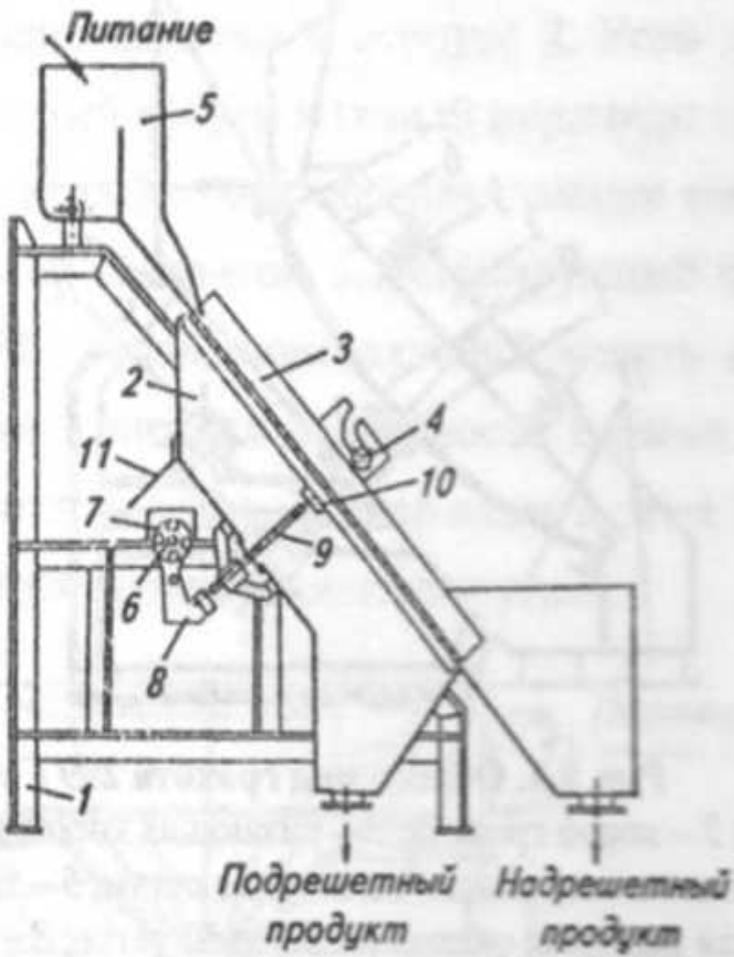


Схема гидравлического грохота :  
1- рама; 2 - короб; 3 - решето;  
4 - зажим для крепления сита;  
5 - коробка для питания ;  
6 - приводной вал; 7 - водило;  
8 - ударник; 9 - боек;  
10- поперечная планка сита;  
11 - защитный козырек

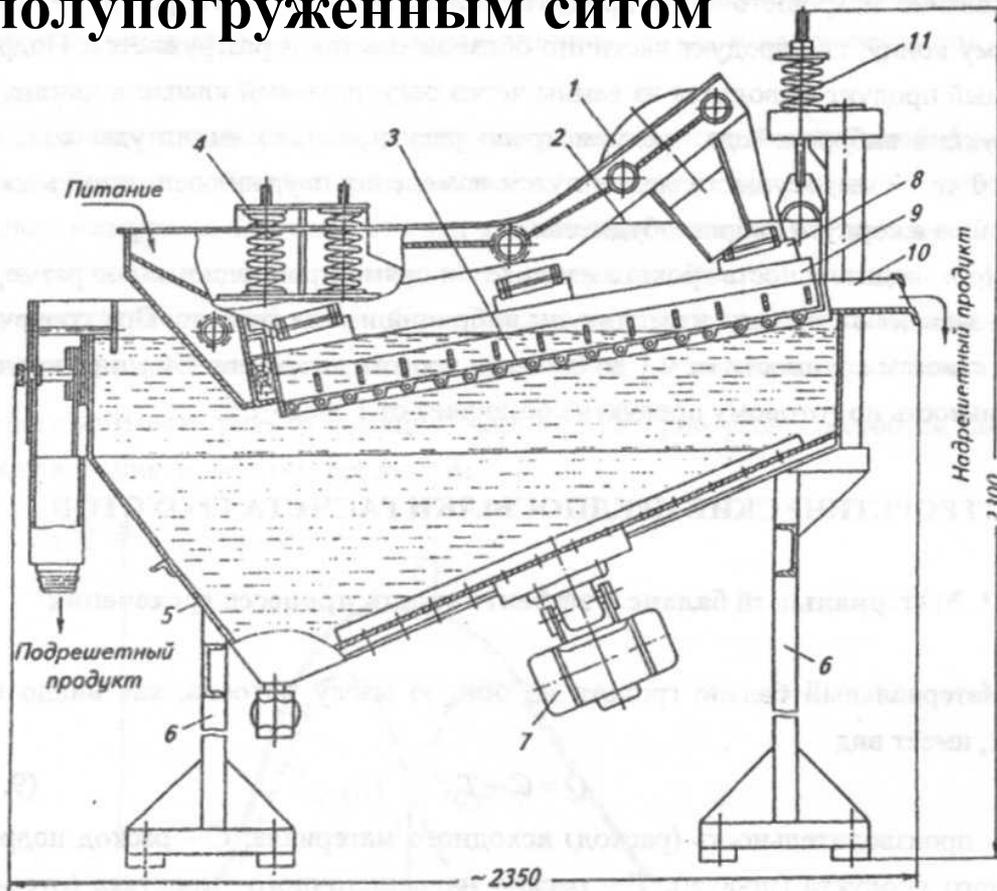
наклонной просеивающей поверхности за счет начальной скорости пульпы и касательной составляющей силы тяжести.

Грохот состоит из рамы 1, на которую крепится короб 2 с приемными воронками для надрешеточного и подрешеточного продукта. На короб помещается сито 3, включающее в себя непосредственно сетку и сварную рамку. Сито к коробу крепится с помощью быстродействующих зажимов 4.

С целью упрощения установки сита на короб грохота и облегчения его переворачивания на 180° в своей плоскости предусмотрена возможность опрокидывания на определенный угол питающей коробки 5.

Для очистки сетки на грохоте помещен встряхивающий механизм, состоящий из горизонтального вала 6 с сектором 7. При вращении вала сектор 7 вращающимися пальцами в зацепление с выступами молотка 8 и поднимает последний на определенную высоту. При выходе из зацепления молоток под действием гравитационной силы падает и ударяет по бойку 9, один конец

# Грохот вибрационный с полупогруженным ситом



Грохот вибрационный с  
полупогруженным ситом:

- 1 - дебалансный вибровозбудитель;
- 2 - короб; 3 - сито; 4 - пружина; 5 - ванна;
- 6 - опорная рама; 7 - моторный вибровозбудитель;
- 8 - клин; 9 - брус; 10 - лоток;
- 11 - пружина

закреплено в коробе при помощи клиньев 8 и деревянных брусьев 9. Для повышения жесткости сито скрепляется продольными и поперечными планками. Сито наклонено под углом  $10^\circ$  к горизонтальной плоскости и на  $2/3$  погружено в ванну 5 с пульпой. Короб грохота опирается со стороны загрузки на четыре пружины и подвешен со стороны разгрузки на две пружины. Для предотвращения скопления материала на днище ванны на ней закреплен моторный вибровозбудитель, включаемый периодически.

Под воздействием дебалансных вибровозбудителей грохот совершает прямолинейные колебания, направленные под углом  $30-40^\circ$  к поверхности сита. Под действием вибраций происходит просеивание мелких частиц и транспортирование надрешеточного продукта вдоль грохота к его разгрузочному верхнему концу, где

# Гидравлические классификаторы

Принцип гидравлической классификации основан на разной скорости осаждения частиц в жидкости, зависящей от размера, формы и плотности частиц и свойств жидкости.

Гравийно-песчаная смесь потоком воды вводится в классификатор снизу и через диффузор 4 поступает в корпус 2. Скорость потока в корпусе уменьшается, и вследствие этого крупные частицы направляются вниз в классификационную камеру 1, в которую по коллектору 5 вводится чистая вода. Восходящий поток воды захватывает мелкие частицы и выносит их через верхний сливной коллектор 3 в обезвоживающие установки. Крупные частицы, выпавшие из потока в классификационной камере, выводятся по разгрузочному патрубку 6, обезвоживаются и транспортируются на склад. Граница разделения в пределах 0,5...3,0 мм регулируется количеством воды, подаваемой в классификационную камеру, и площадью её сечения путем установки сменных насадок.

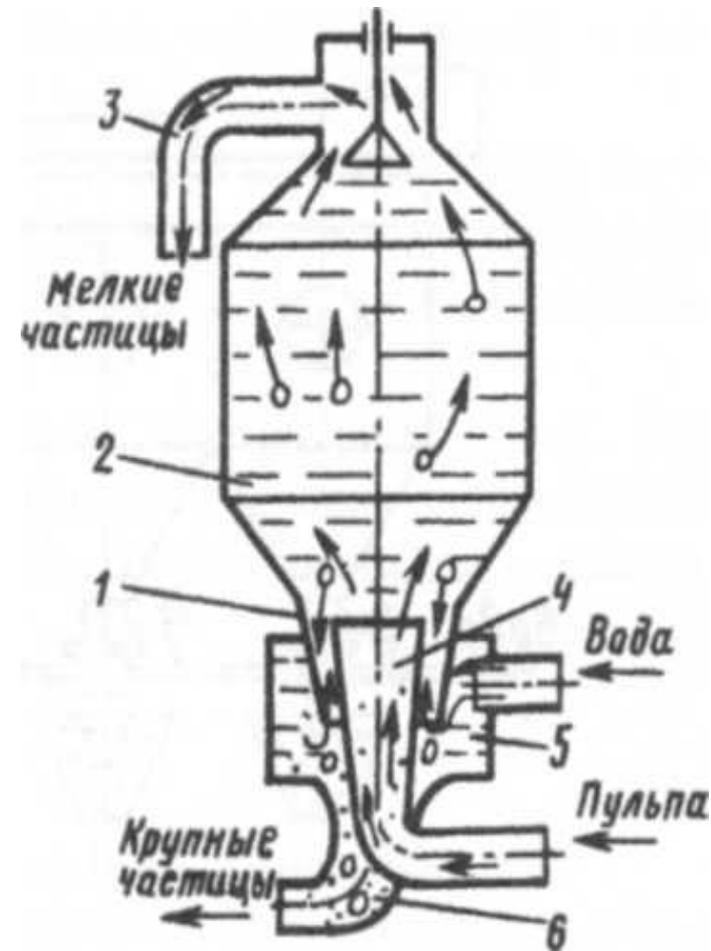


Схема вертикального классификатора с восходящим потоком жидкости:  
1 - камера; 2 - корпус; 3 - сливной коллектор; 4 - диффузор;  
5 - коллектор; 6 - патрубок

# Гидроциклоны

Для фракционирования мелких песков с границей разделения менее 0,5 мм применяют центробежные классификаторы - гидроциклоны. Водно-песчаная смесь подается под давлением 0,1...0,2 МПа по патрубку 2 по касательной к внутренней поверхности цилиндрической части корпуса 1, вследствие чего поток движется по винтовой спирали с большой скоростью. Под действием центробежных сил инерции более крупные частицы отбрасываются к периферии, выпадают из потока и выгружаются через насадок 5. Мелкие частицы подхватываются вихревым потоком в центре циклона и по центральной трубе 3 выводятся в сливной коллектор 4.

Мелкие частицы подхватываются вихревым потоком в центре циклона и по центральной трубе 3 выводятся в сливной коллектор 4.

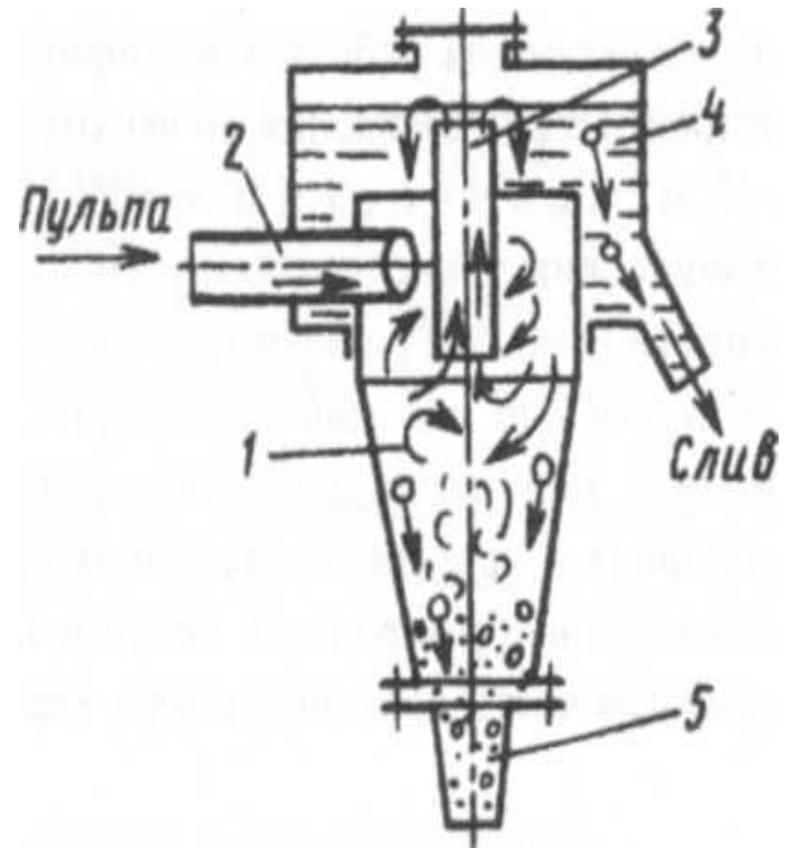


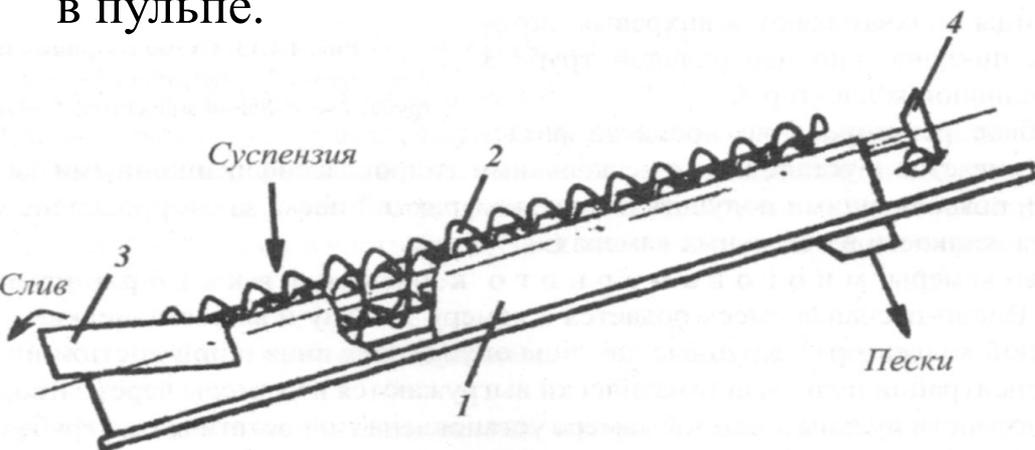
Схема гидроциклона:

- 1 - корпус; 2 - патрубок;
- 3 - центральная труба;
- 4 - сливной коллектор;
- 5 - патрубок

# Механические гидравлические классификаторы

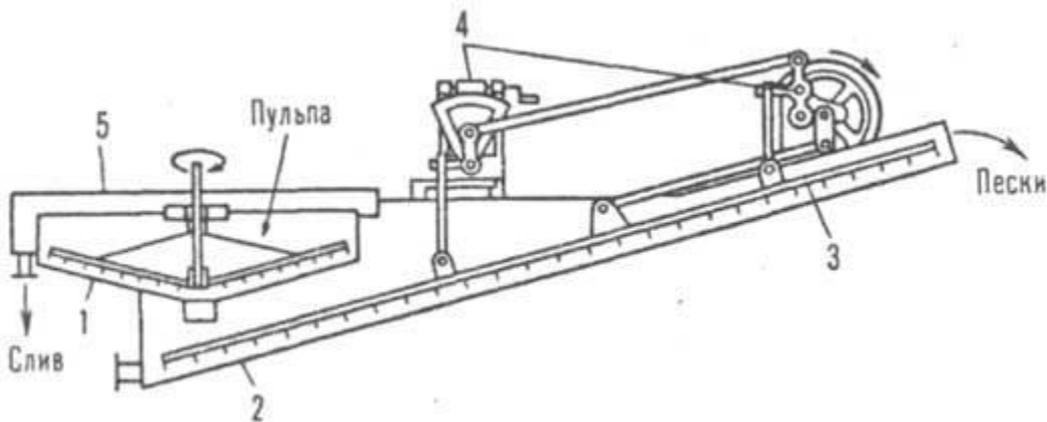
К механическим классификаторам относятся аппараты, снабженные механическим транспортным устройством для непрерывного удаления песков. В промышленности наиболее распространены спиральные, речные и чашевые классификаторы.

*Спиральный классификатор* состоит из наклонного (под углом 12...18) корыта 1 полуцилиндрического сечения, внутри которого со скоростью 1,5...20 мин<sup>-1</sup> от привода 4 вращаются одна или несколько спиралей 2, частично погруженных в жидкость и транспортирующих пески в верхнюю часть корыта для выгрузки. Слив удаляется из нижней части классификатора через высокий порог 3. Эффективность классификации и производительность аппарата зависят от угла наклона корыта, числа оборотов спиралей и концентрации твердой фазы в пульпе.



Спиральный классификатор: 1 - корыто;  
2 - спираль; 3 - сливной порог; 4 - привод

В отличие от пневмоклас-  
сификаторов проходного типа в  
гидроклассификаторах часть несущей  
жидкости выводится с крупным  
продуктом. Из-за сложнос-ти вывода  
песков эффективность  
гидравлической классификации низка  
и, например, для спиральных  
классификаторов составляет 35...65  
%.



Чашевый классификатор:

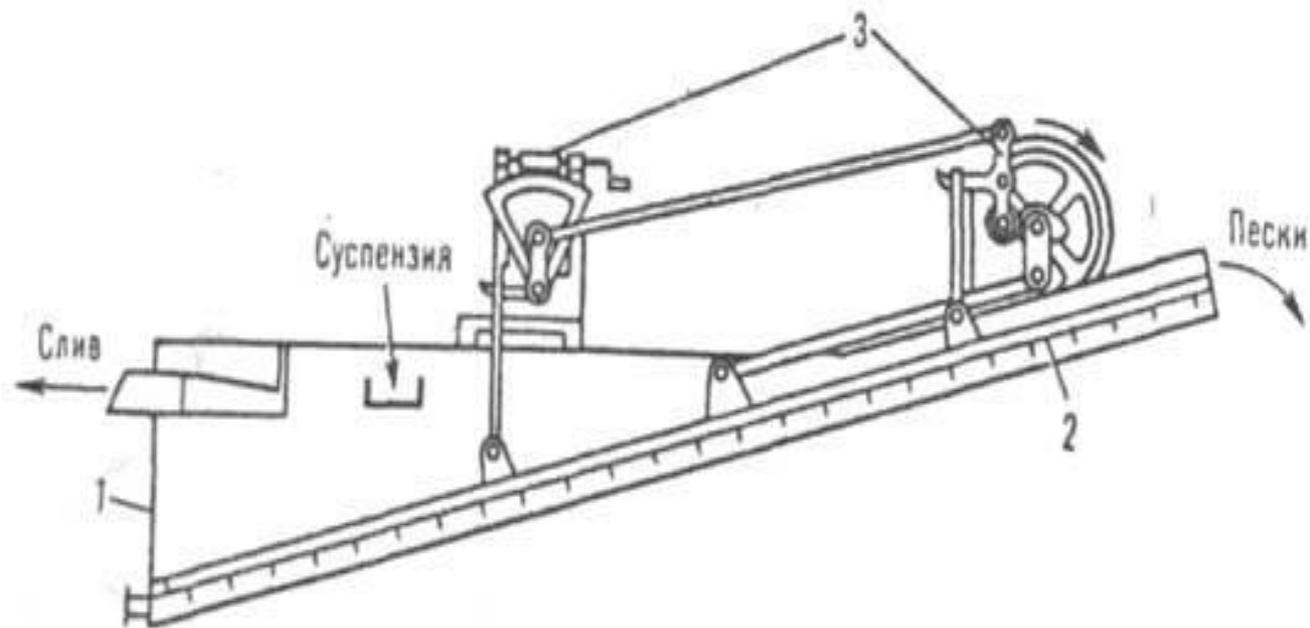
- 1 - чаша с гребками;
- 2 - корыто;
- 3, 4 - гребковая рама и механизм ее движения;
- 5 - кольцевой желоб (карман).

Чашевые классификаторы, обеспечивающие высокий выход слива, состоят из двух фракционирующих устройств: верхнего - конусной чаши-отстойника с медленно вращающимися гребками, нижнего - реечного аппарата.

Разделяемый материал поступает в чашу, где крупные частицы оседают на дно, сгребаются гребками к центру, через отверстие в дне попадают в корыто реечного классификатора и далее выводятся из его верхней части. Мелкая фракция, увлеченная песками, отмывается движущейся противотоком водой, направляется в чашу, откуда вместе с накапливающимися в ней мелкими частицами уходит через край корыта и кольцевой желоб (карман) в слив.

В *речных классификаторах* нижний продукт перемещается вверх по наклонному корыту и сбрасывается через его открытый торец с помощью движущейся возвратно-поступательно рамы, снабженной гребками.

При течении суспензии по корыту и качаниях гребков верхний продукт выносится потоком жидкости через сливной лоток. Эти аппараты менее производительны, чем спиральные, и поэтому применяются обычно в малотоннажных производствах.



Речной классификатор: 1 - корыто; 2, 3 - соответственно рама с гребками и механизм ее возвратно-поступательного движения.