

## Теория процесса дробления

**POP100**

Версия 1 июня 2015г.

# Цели курса

Это первый из трех обучающих курсов (модулей), которые необходимо пройти для того, чтобы работать на участке измельчения. Данные три модуля/курса включают в себя следующие материалы:

- Теория процесса дробления
- Описание процесса дробления
- Управление процессом дробления

В данном курсе рассматриваются общие принципы дробления без учета специфических характеристик участка дробления на данной обогатительной фабрике.


Подробные характеристики процесса дробления представлены в следующем курсе - "Описание процесса дробления".

# Принципы дробления

Прежде чем перейти к подробному изучению специфики процесса дробления необходимо иметь общее понимание следующих аспектов:

- Этап переработки – зачем он нужен, что должно быть достигнуто или какой продукт получен;
- Механика или принципы работы и функционирования процесса дробления и разных типов оборудования.



- 
- Дробление - это начало процесса измельчения руды до размера, достаточно малого для эффективной флотации и извлечения минералов меди и молибдена.
  - Для того, чтобы в процессе флотации отделить медь и молибден от ненужных минералов крупность руды должна быть не более 180 мкм (микрон).



- Исходная руда из карьера может иметь размер до 1000 мм.
- Исходная руда изначально перерабатывается в цикле дробления технологического процесса, однако здесь ее крупность уменьшается в среднем от 1000 мм до около 150 мм.
- Окончательное измельчение происходит на участке измельчения, откуда руда поступает в цикл коллективной и молибденовой флотации.





Дробление - это первая важная стадия измельчения исходной руды, в результате которой должен быть получен продукт размером 150 мм и менее.

Большой размер дробленой руды снижает эффективность измельчения руды в мельнице ПСИ и ведет к уменьшению производительности и повышению износа внутренних компонентов мельницы.

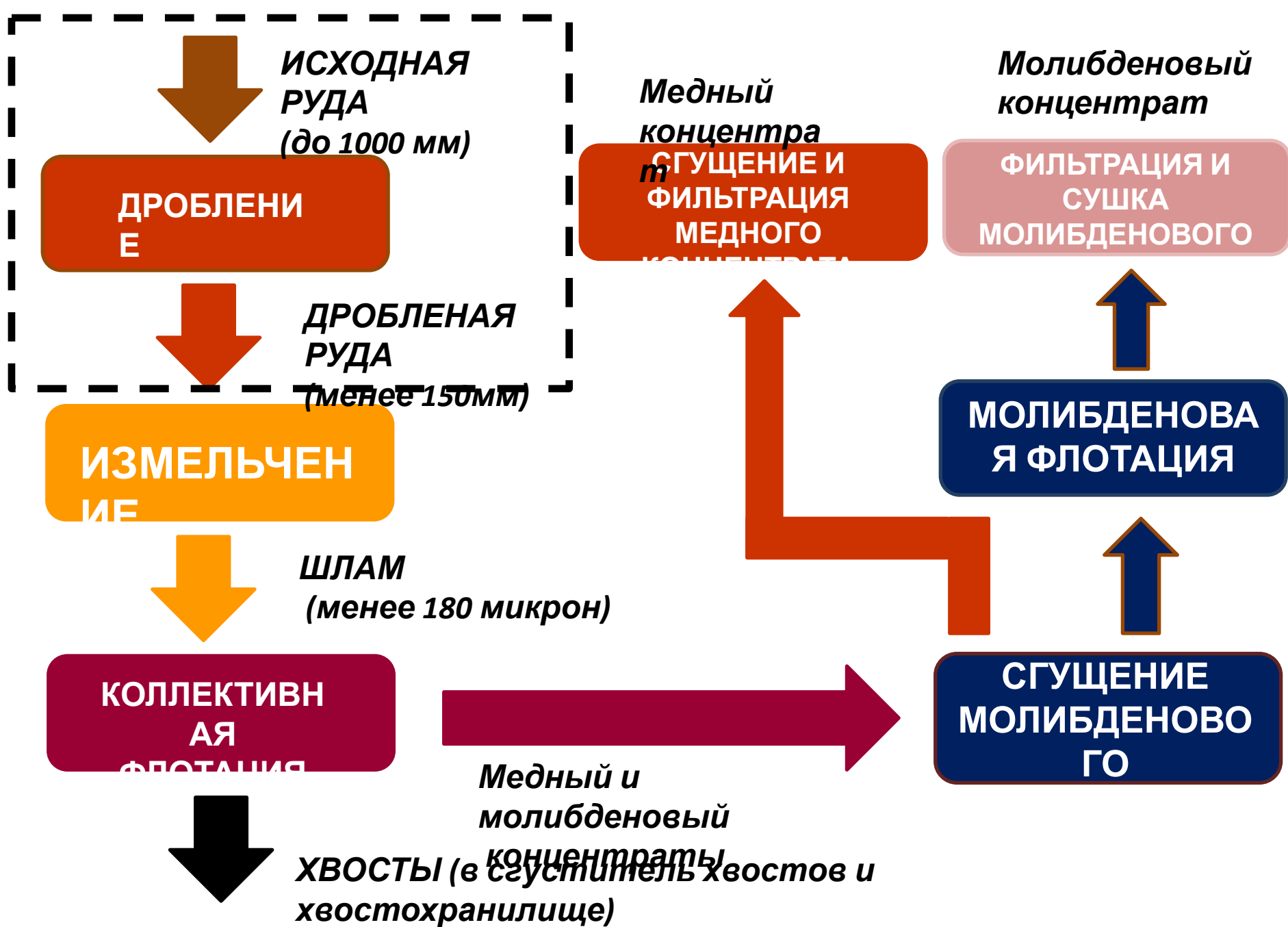


В основном используются два типа дробилок:

- Щековые дробилки;
- Жираторные дробилки (или похожие на них конусные дробилки).

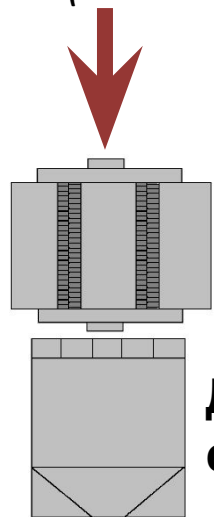


В технологическом процессе фабрики месторождения Бозшаколь используются только жираторные и конусные дробилки.



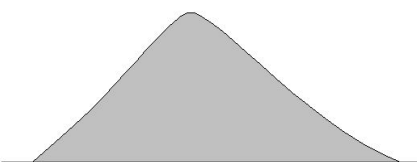


Руда (до 1000 мм)



Дробление

Дробленая руда  
(менее 150мм)

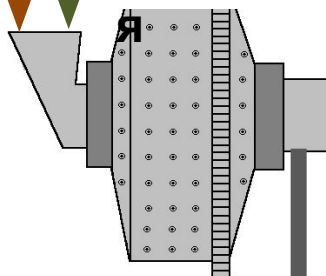


Склад дробленой руды

Известь

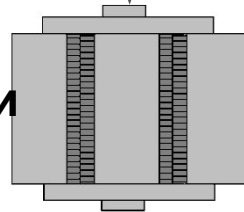
Вода

Первая стадия  
измельчения



Галька  
(+10 мм)

Галечная  
дробилка и  
ВПВД



Шлам

Шлам (180  
микрон и  
менее)

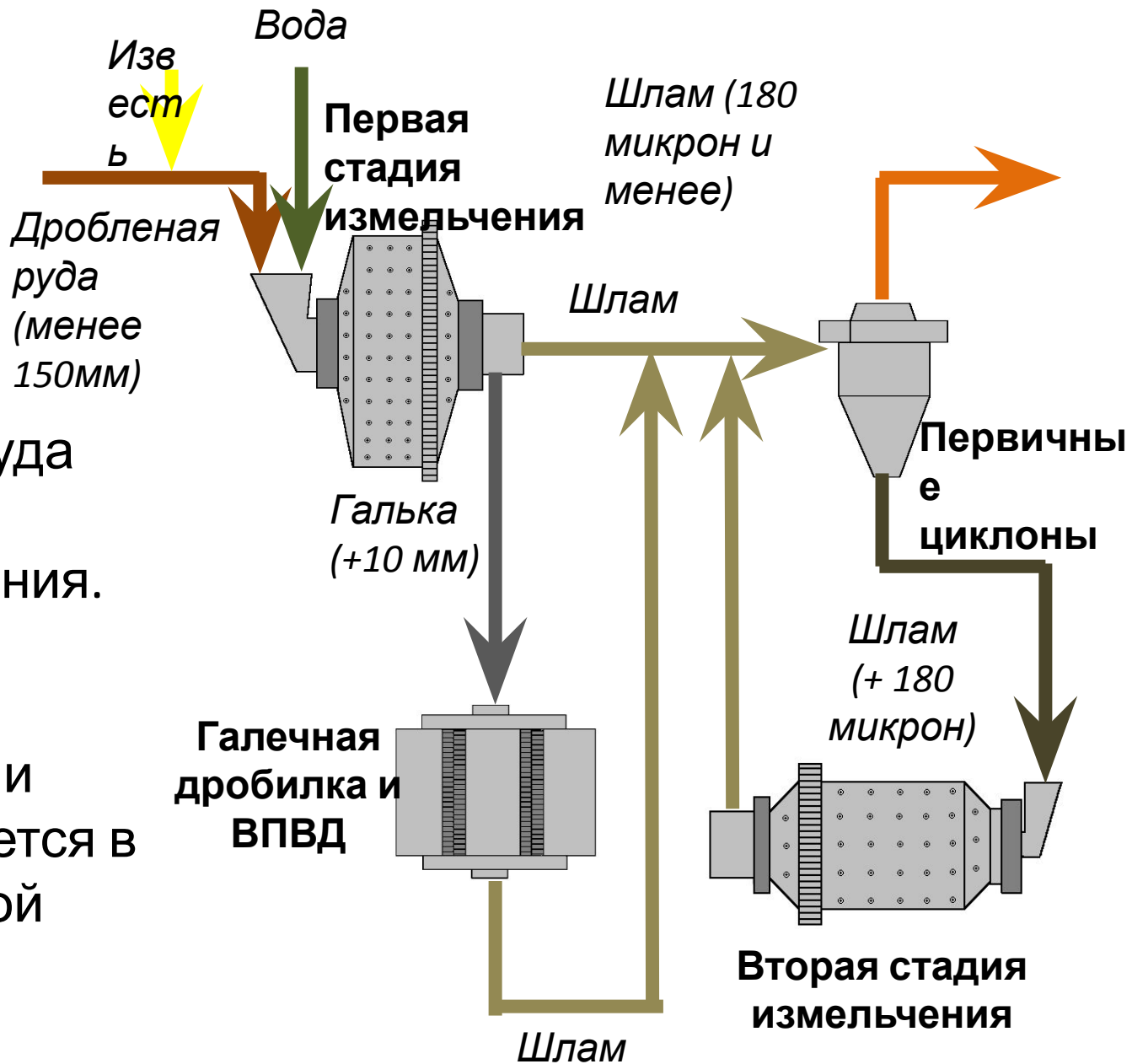
Первичные  
циклоны

Шлам  
(+ 180  
микрон)

Вторая стадия  
измельчения

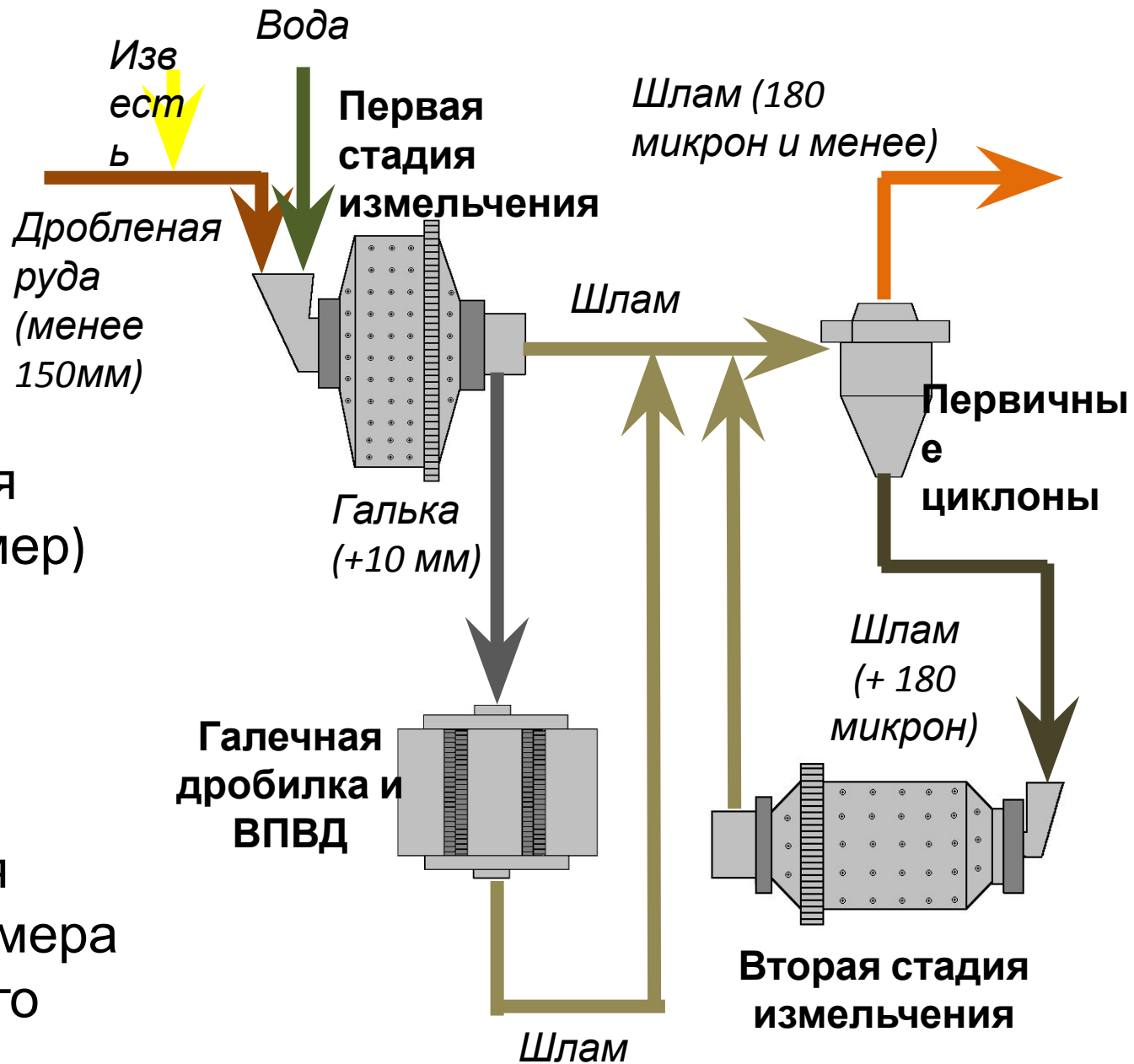
Шлам

Дробление, первая и вторая  
стадии измельчения



Вся дробленая руда проходит первую стадию измельчения.

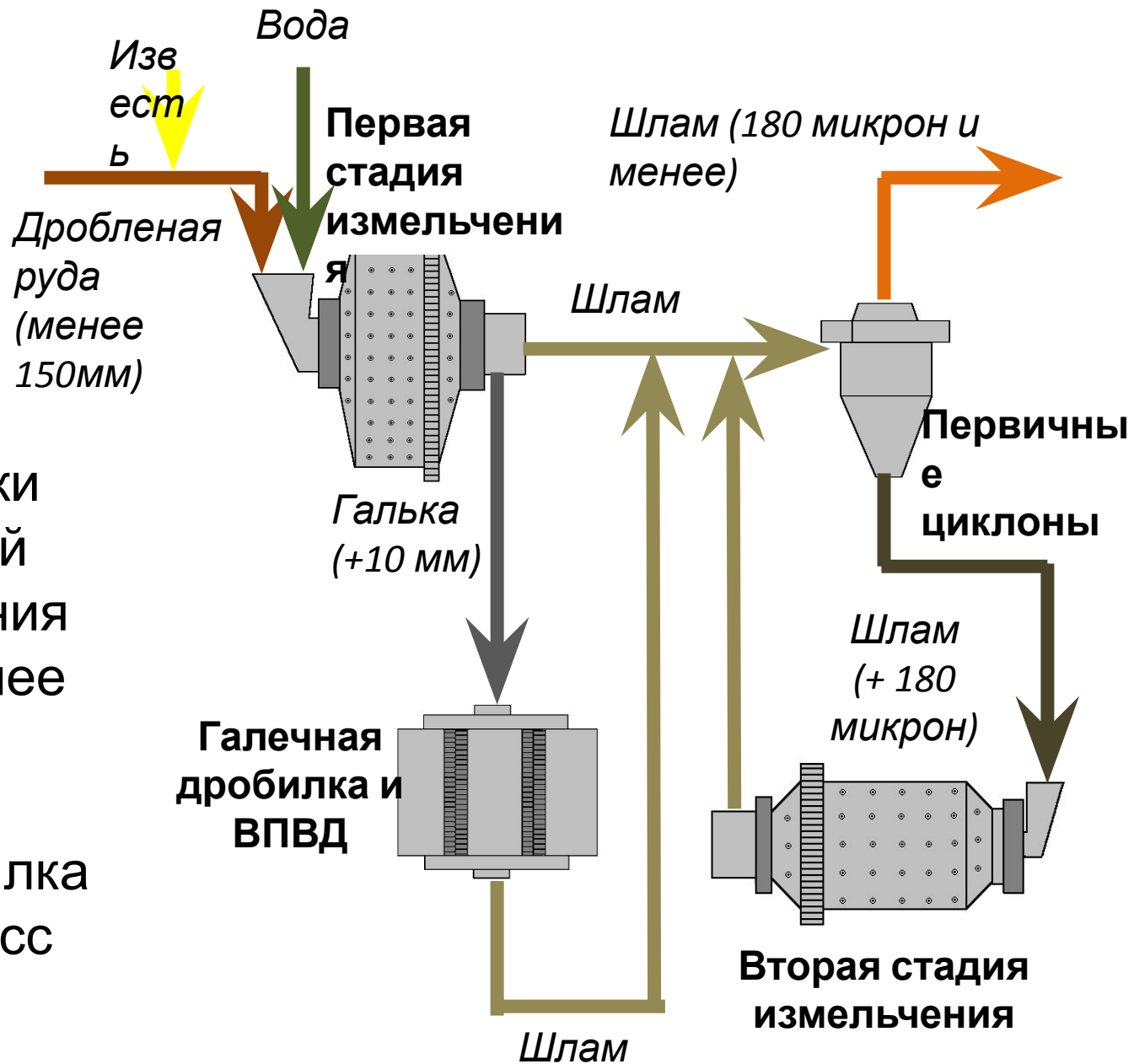
Продукт нужного размера (180мкм и менее) отправляется в цикл коллективной флотации.



Крупная фракция (микронный размер) первой стадии измельчения проходит через вторую стадию измельчения для уменьшения размера частиц до нужного размера.



Для переработки продукта первой стадии дробления крупностью более 10 мм также используется галечная дробилка и валковый пресс высокого давления.

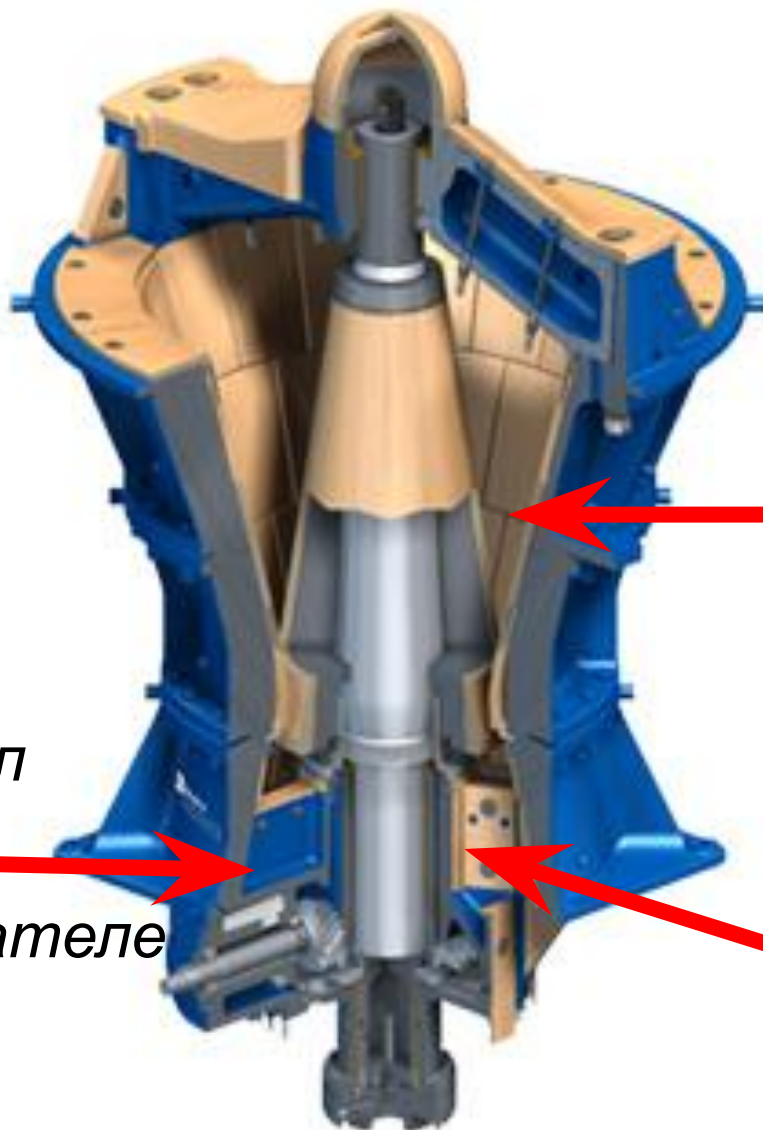


# Жираторная дробилка



Жираторная дробилка состоит из литого корпуса, в нижней части которого заключен приводной механизм.

Дробилка приводится в действие электродвигателем, напрямую соединенным с ведущей шестерней.



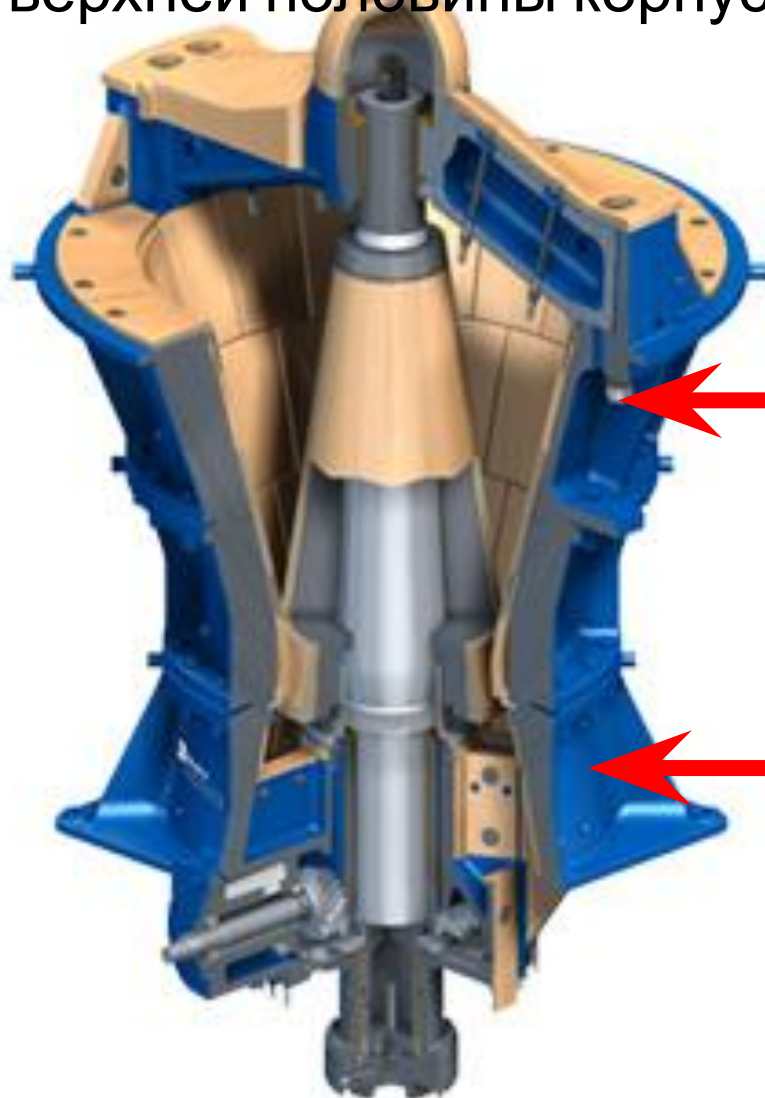
Ведущая шестерня

Ведущая шестерня

Приводной вал (соединен с электродвигателем)



Верхняя половина корпуса дробилки образует неподвижную дробящую поверхность, состоящую из конической камеры дробления, образованной верхним и нижним отделом верхней половины корпуса.

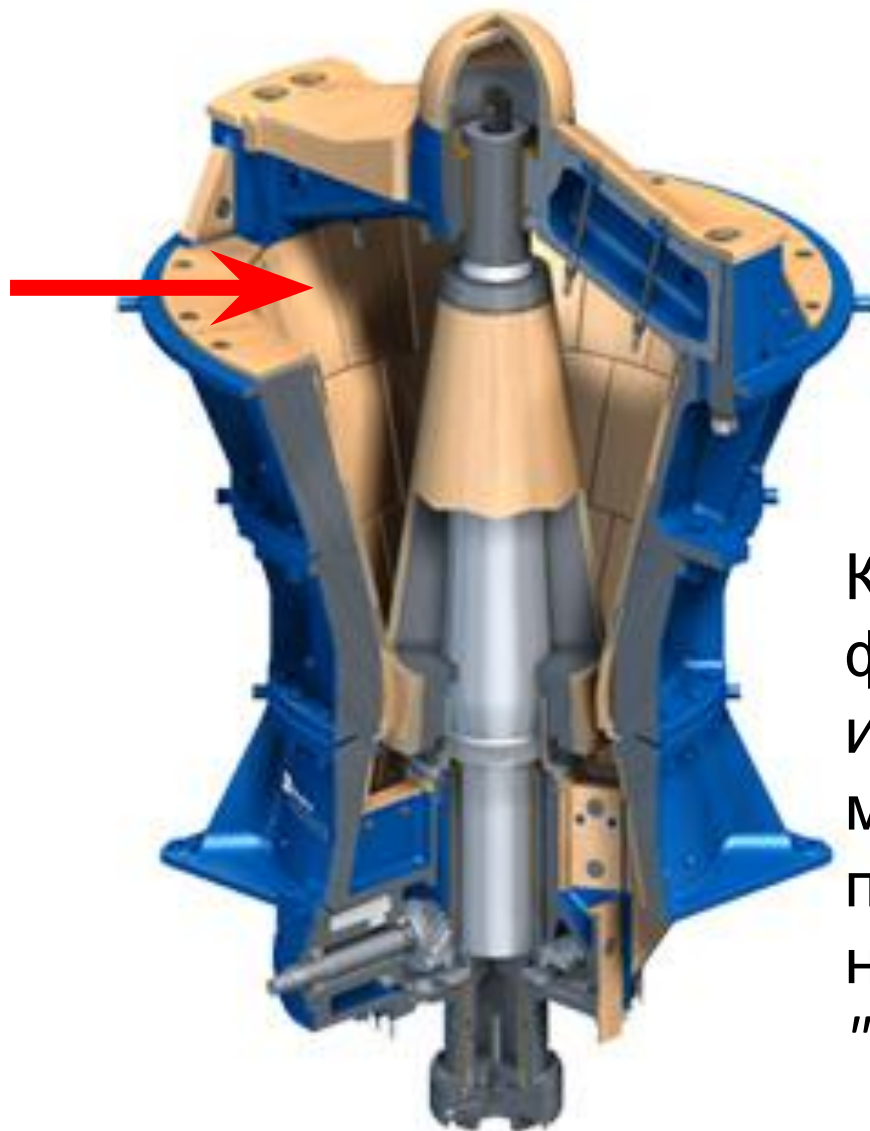


*Верхняя  
половина  
корпуса*

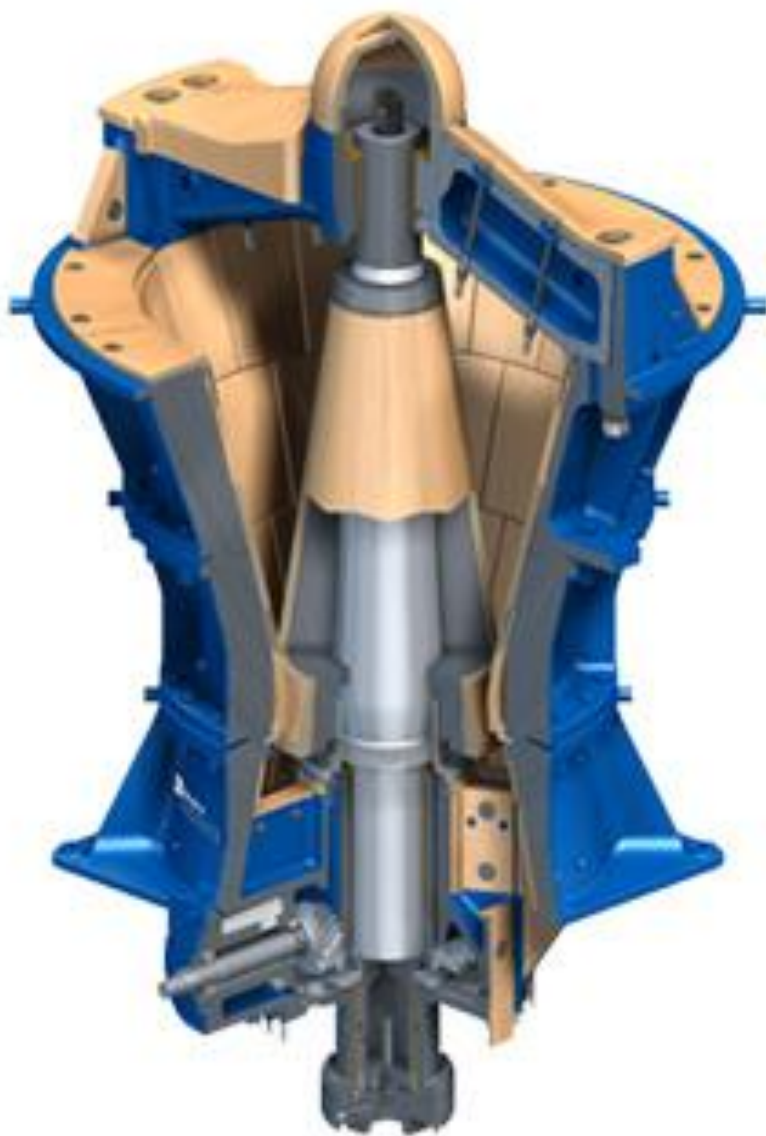
*Нижняя  
половина  
корпуса*

Внутреннее пространство верхней половины корпуса образует камеру дробления.

*Броня  
корпуса*



Камера футерована износостойкими металлическими пластинами, называемыми "броня".



Приводной механизм состоит из двигателя и вала с ведущей шестерней, обеспечивающих качающееся или *вращательное* движение главного вала и подвижного конуса.

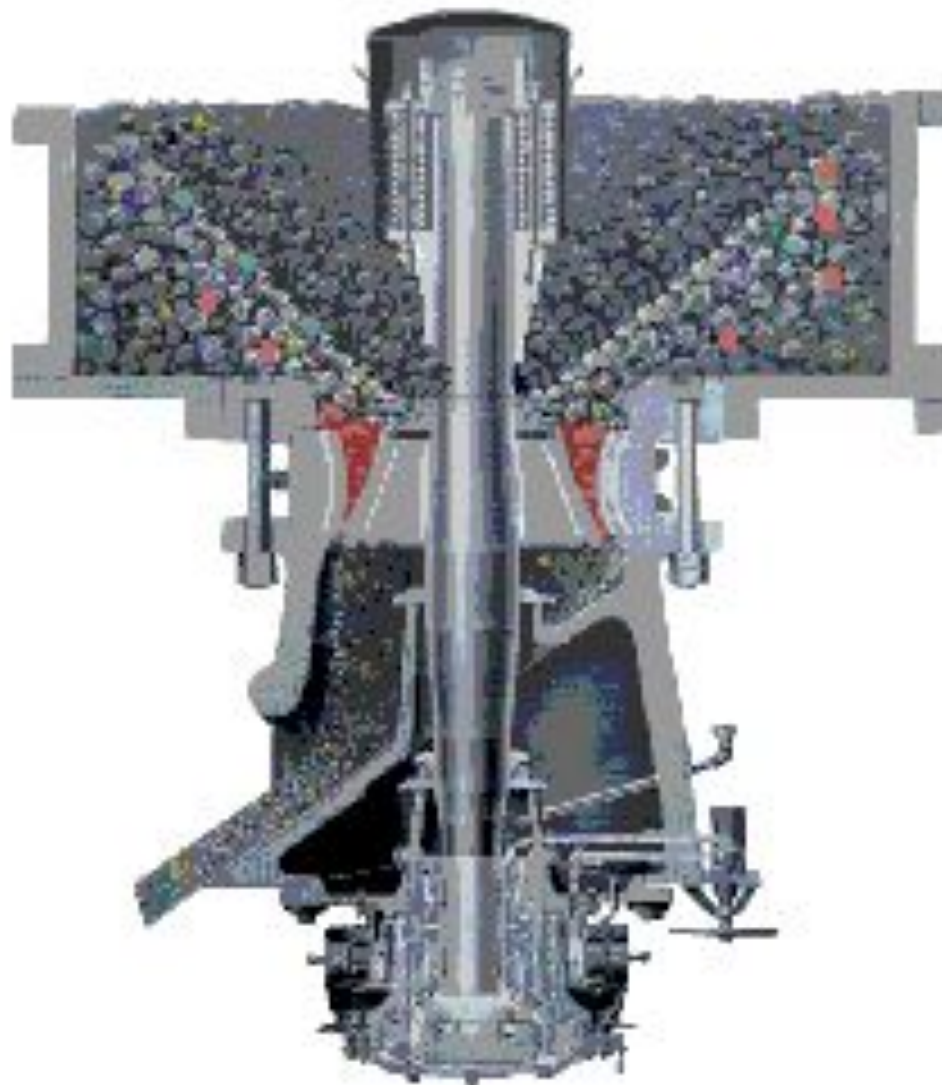
Нижний конец главного вала проходит через эксцентрический подшипник.



Главный вал установлен со смещением от оси дробилки.

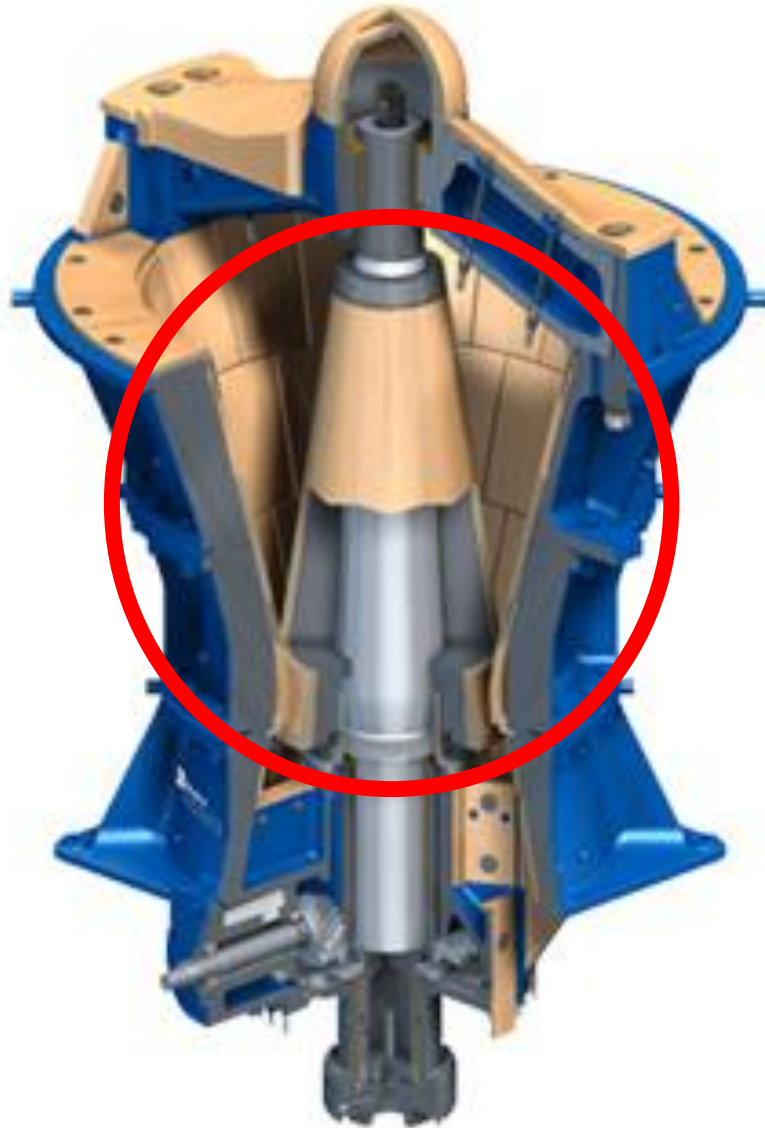
Такое смещение, а также вращение эксцентрика обеспечивает возвратно-поступательное движение нижнего конца вала по малой окружности.

Это движение приводит к раскрытию или закрытию щели между броней корпуса и подвижным конусом.



Главный вал дробилки проходит вертикально через корпус дробилки.

Вал закрыт конусом из литой марганцовистой стали, состоящим из двух сегментов - нижнего и верхнего.



Конус закрывает вал со всех сторон, как мантия.

Это дробящий конус жираторной дробилки.

Эксцентрический подшипник - смещенный от центра подшипник - обычно называется *"эксцентриком"*.

Эксцентрик имеет вкладыш.

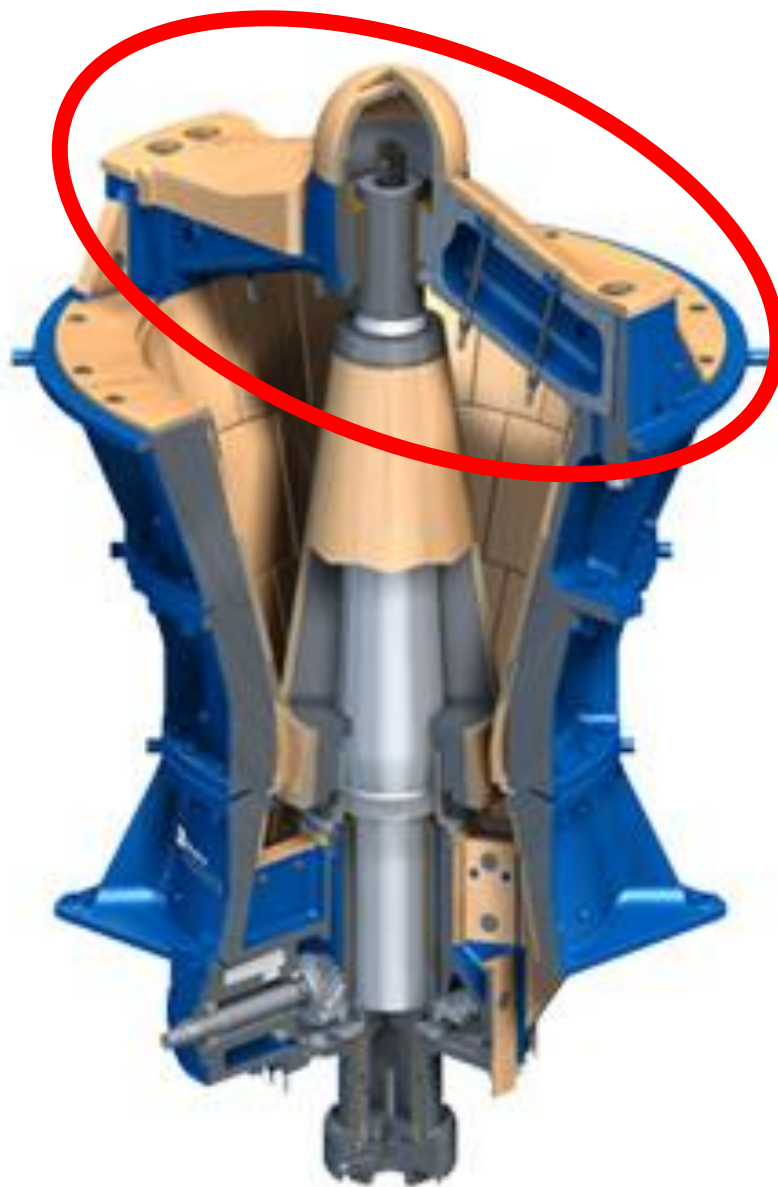




В верхней части вал  
удерживается траверсой.

Траверса - это литая  
деталь с втулкой  
посередине.

Лапы траверсы  
составляют цельный узел  
с наружным кольцом,  
которое болтами  
присоединяется к  
верхнему корпусу.



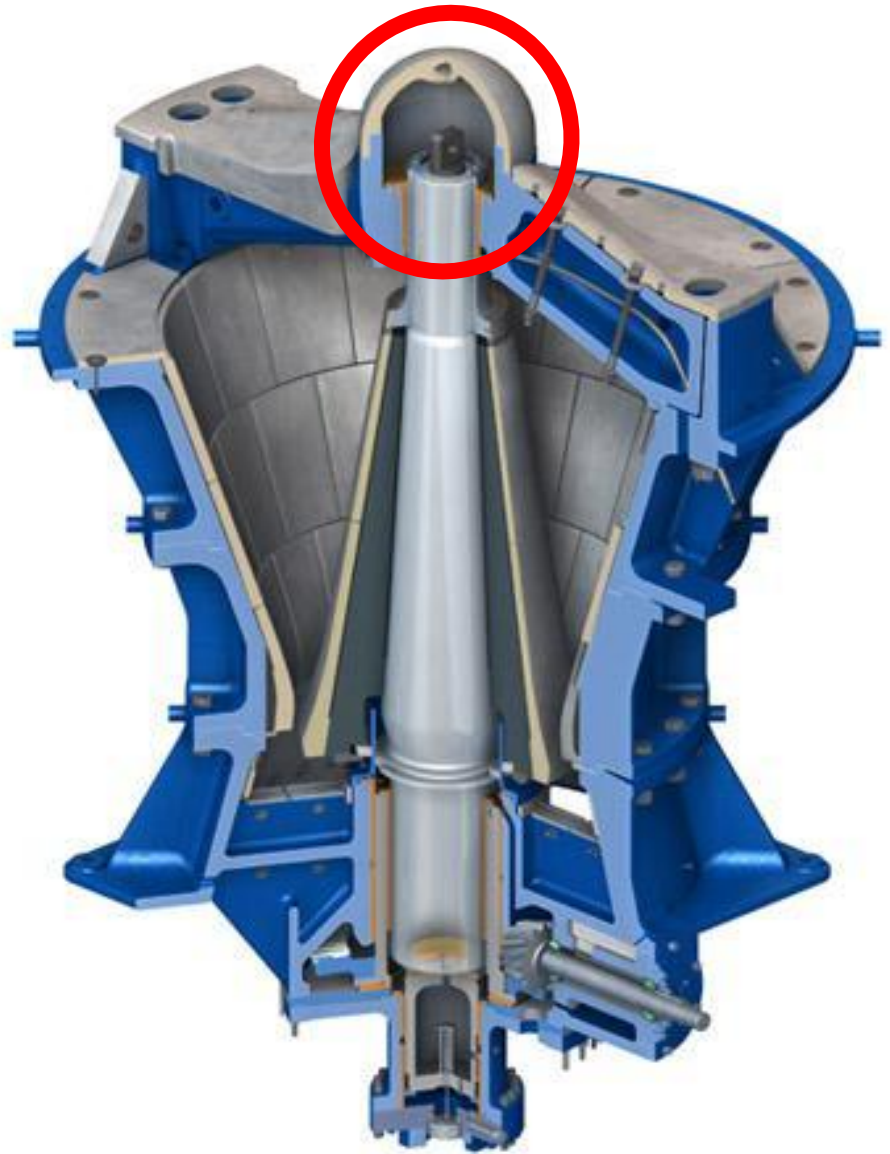
Лапа траверсы проходят поперек загрузочной щели. Они закрыты тяжелой броней.

Броня прикреплена к траверсе пружинно-болтовыми соединениями.

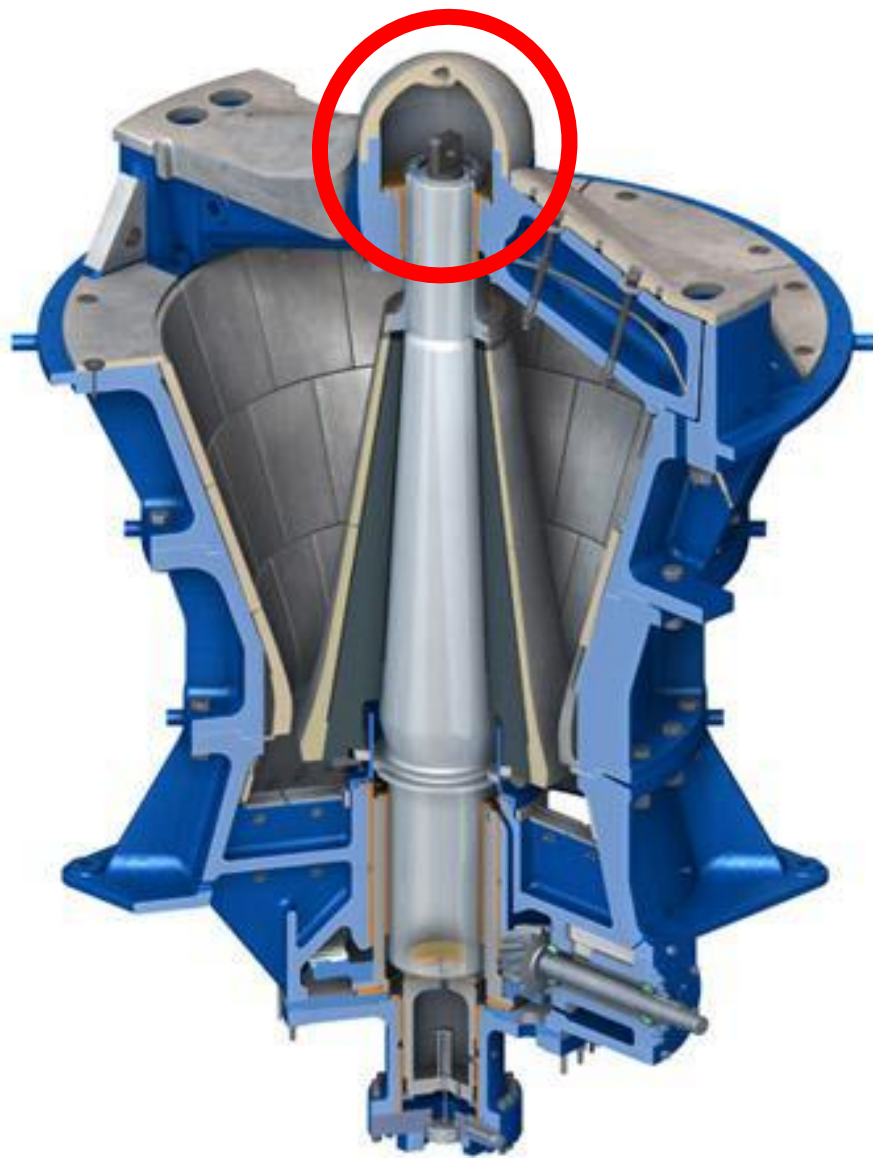


В узле траверсы предусмотрена выточенная опора, которая регулирует положение верхнего конца главного вала и предотвращает его поперечное смещение.

Опора оснащена сменной *втулкой траверсы*, которая изнашивается раньше, чем более прочный главный вал.



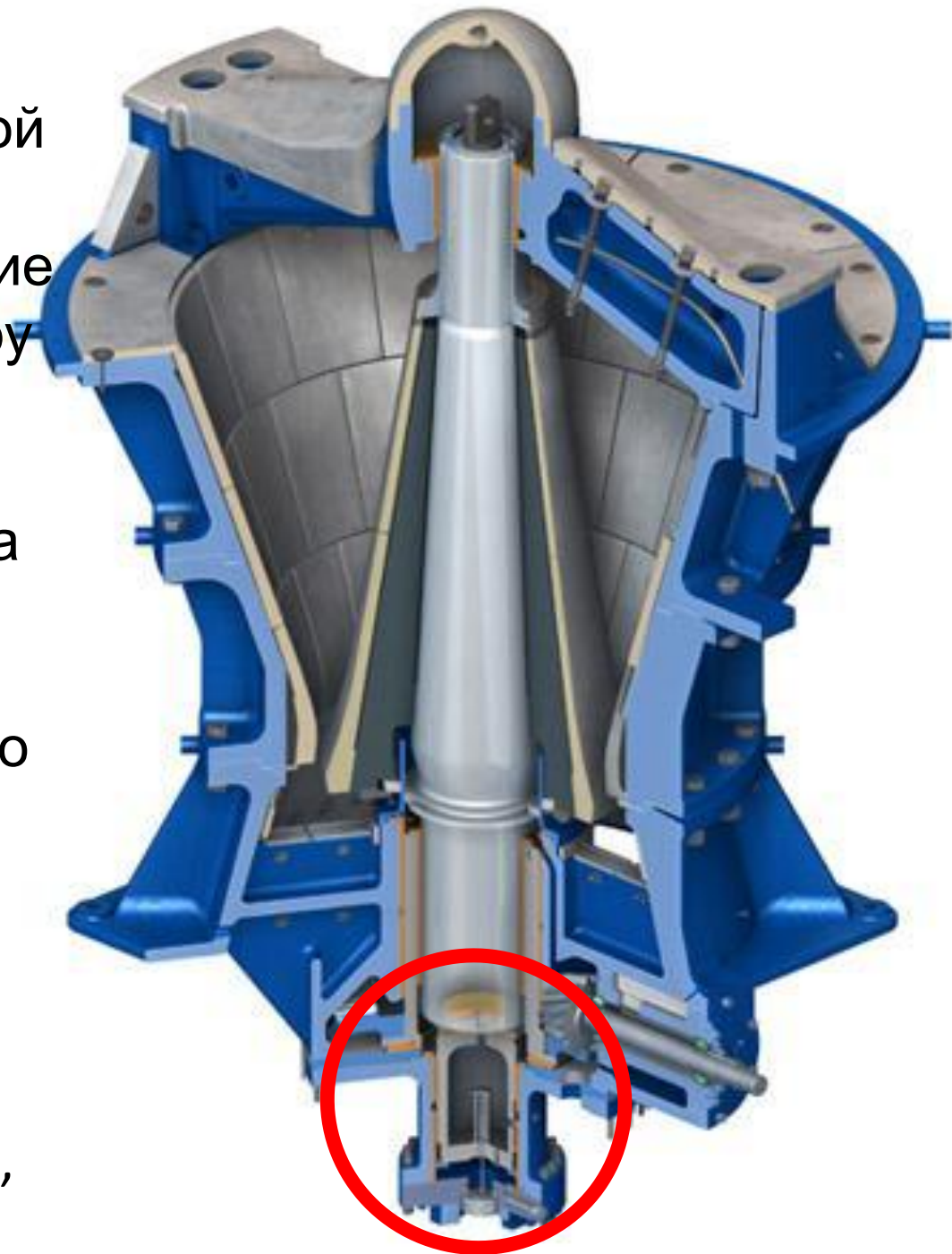
Цилиндр втулки имеет чуть утолщенную верхнюю и нижнюю часть по сравнению со средней, что обеспечивает небольшое колебание вала в этой точке по мере вращения в нижней части.



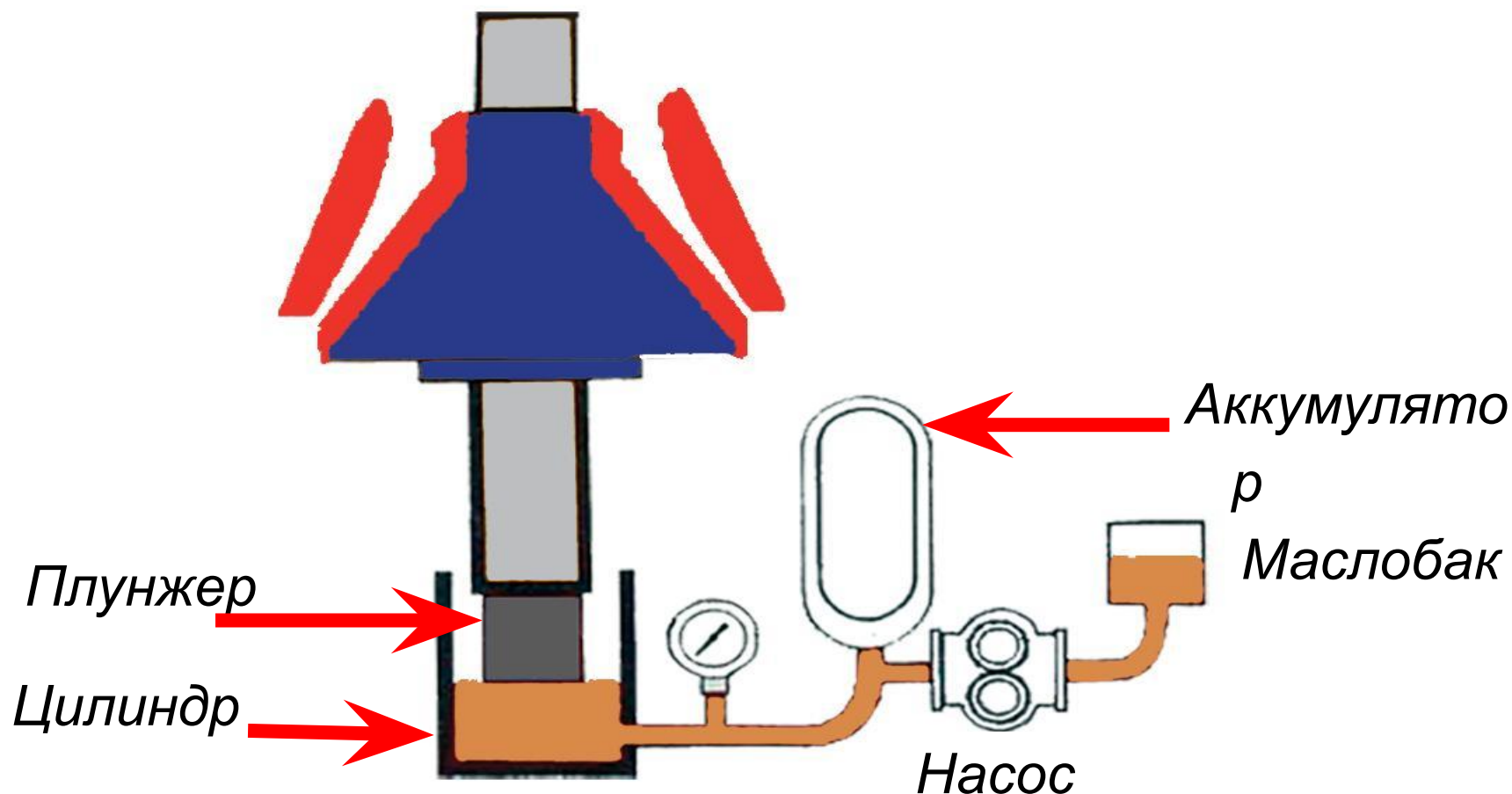


Дробилка оборудована гидравлической системой регулировки, регулирующей положение и обеспечивающей опору главного вала.

Гидравлическая система регулировки состоит из гидравлического плунжера, размещенного внутри цилиндра в нижней части узла дробилки, который поднимает и опускает узел главного вала, изменяя, таким образом, ширину разгрузочной



Основные компоненты системы включают гидравлический цилиндр и плунжер, систему подачи гидравлического масла и гидроаккумулятор.

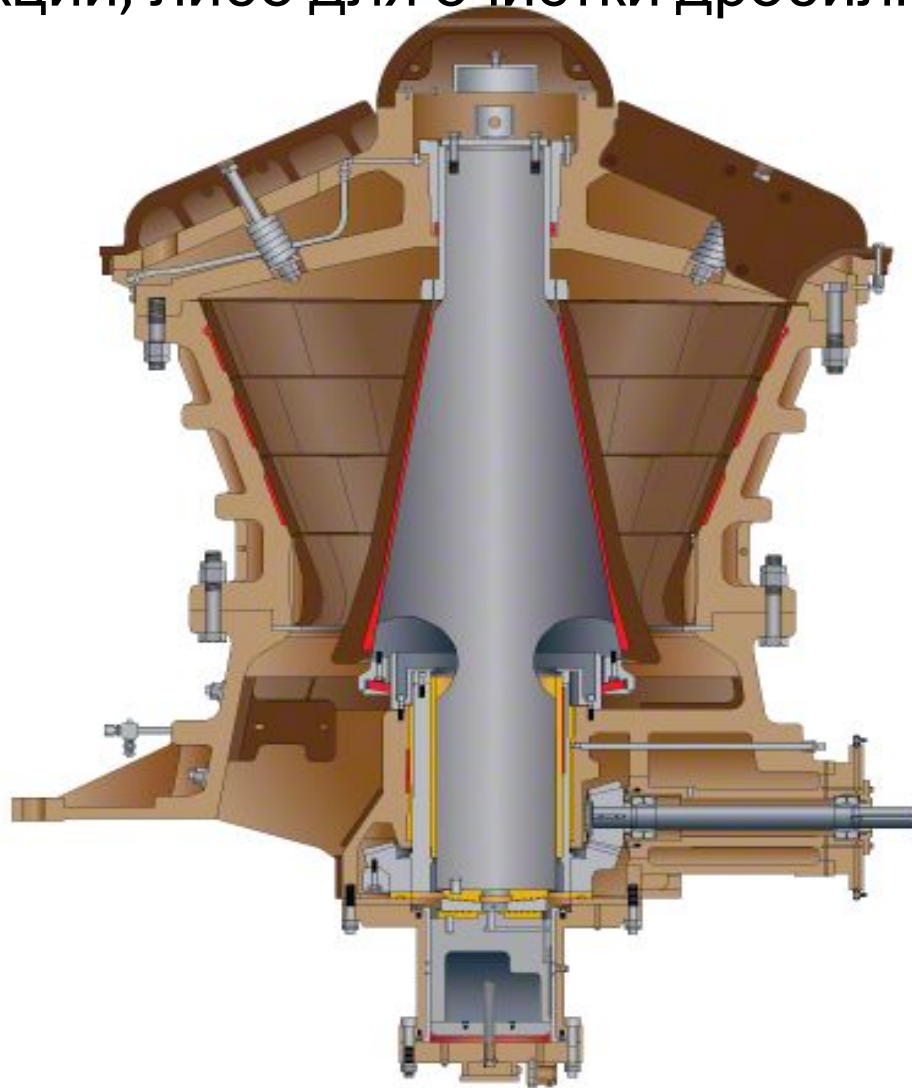


Гидравлическая система регулировки выполняет три важные функции:

- Поднимает или опускает подвижный конус по мере необходимости для регулировки ширины разгрузочной щели или очистки дробилки.
- Амортизирует ударные нагрузки при помощи гидравлического аккумулятора по мере увеличения и снижения нагрузок на дробилку.
- Увеличивает максимальную ширину разгрузочной щели при попадании в дробилку недробимого предмета.

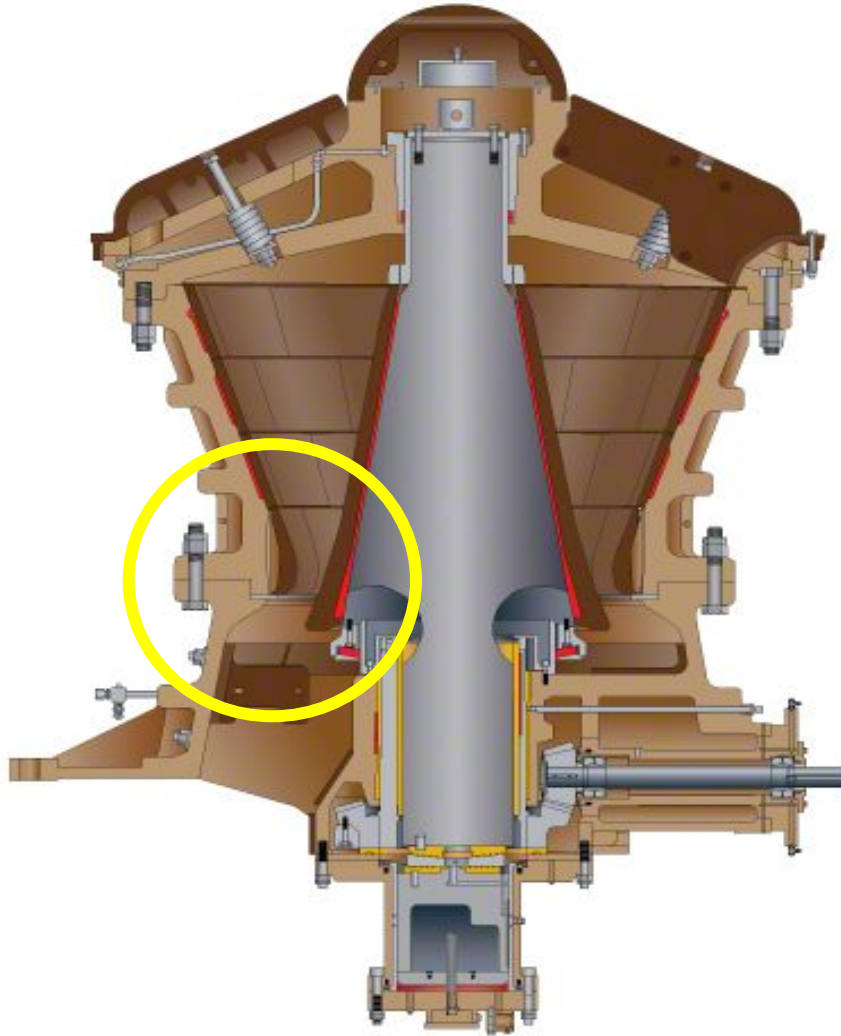


Подвижный конус поднимается или опускается, регулируя ширину разгрузочной щели либо для изменения размера готовой фракции, либо для очистки дробилки.

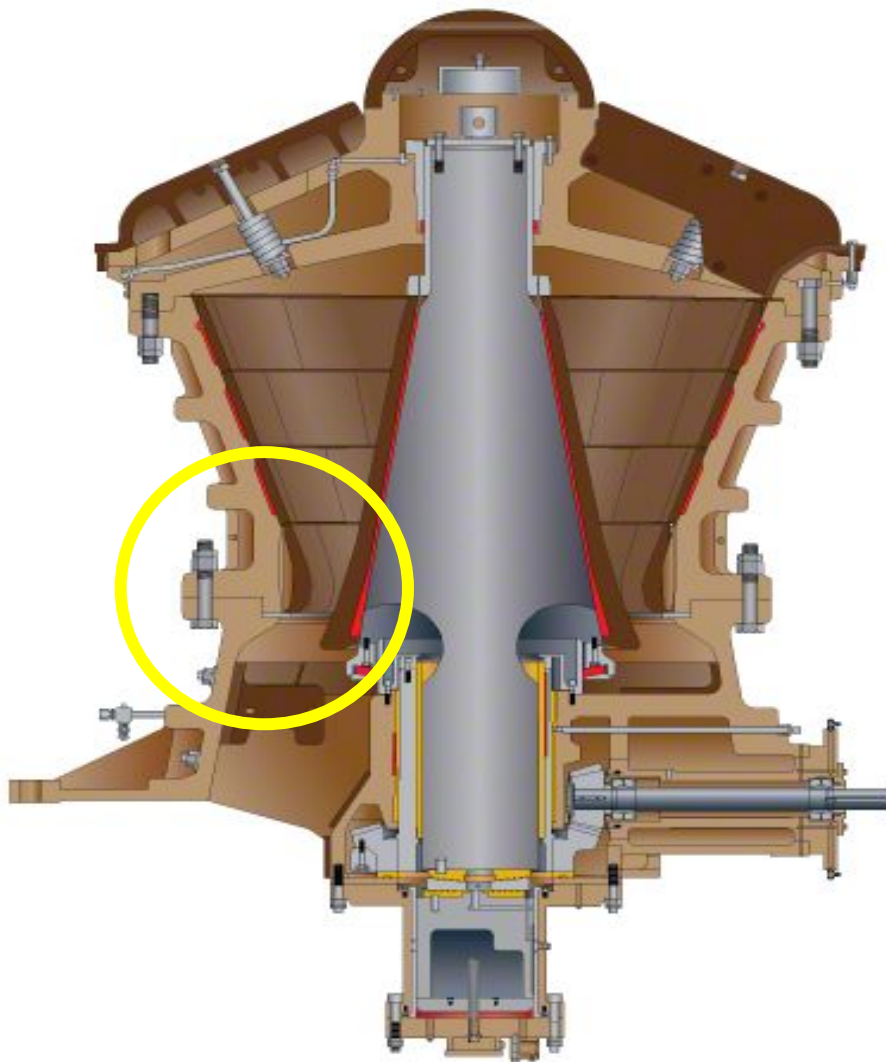




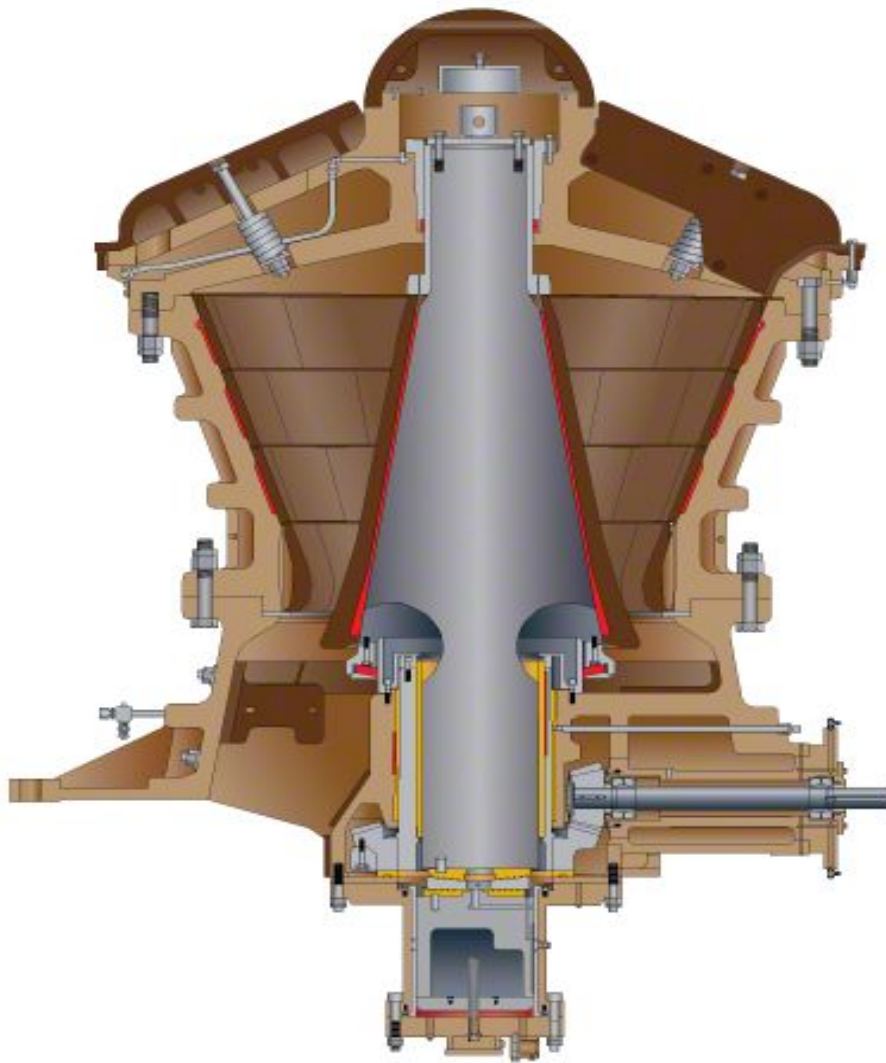
По мере подъема подвижного конуса расстояние между конусом и броней корпуса дробилки уменьшается, что в свою очередь уменьшает размер готовой фракции.



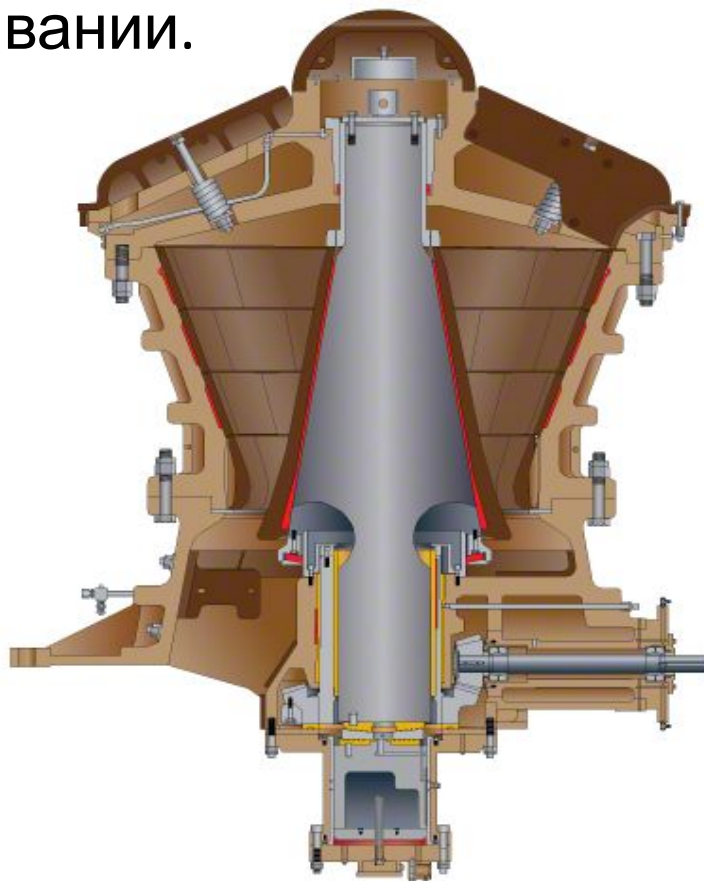
По мере опускания подвижного конуса расстояние между конусом и броней корпуса дробилки увеличивается, что в свою очередь увеличивает размер готовой фракции.



Высота подвижного конуса контролируется элементом определения положения (магнитным датчиком), расположенным в нижней части регулирующего плунжера.



Иногда подвижный конус необходимо опустить для того, чтобы очистить дробилку после сбоя в системе питания или при ее забивании.



Не рекомендуется эксплуатация дробилки при высоте конуса менее чем 50 мм от крайнего нижнего положения, так как необходимо обеспечить место для хода конуса.

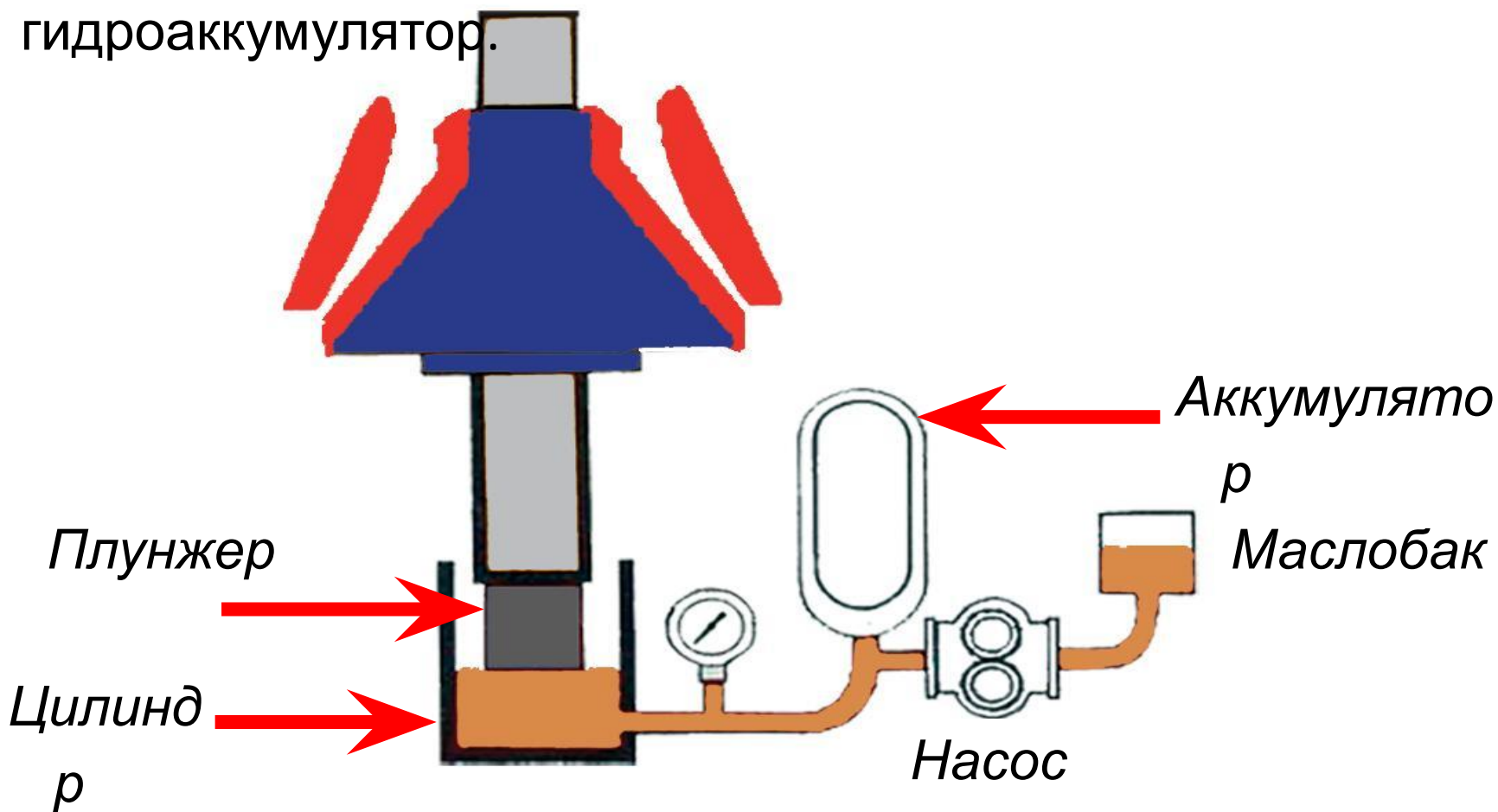




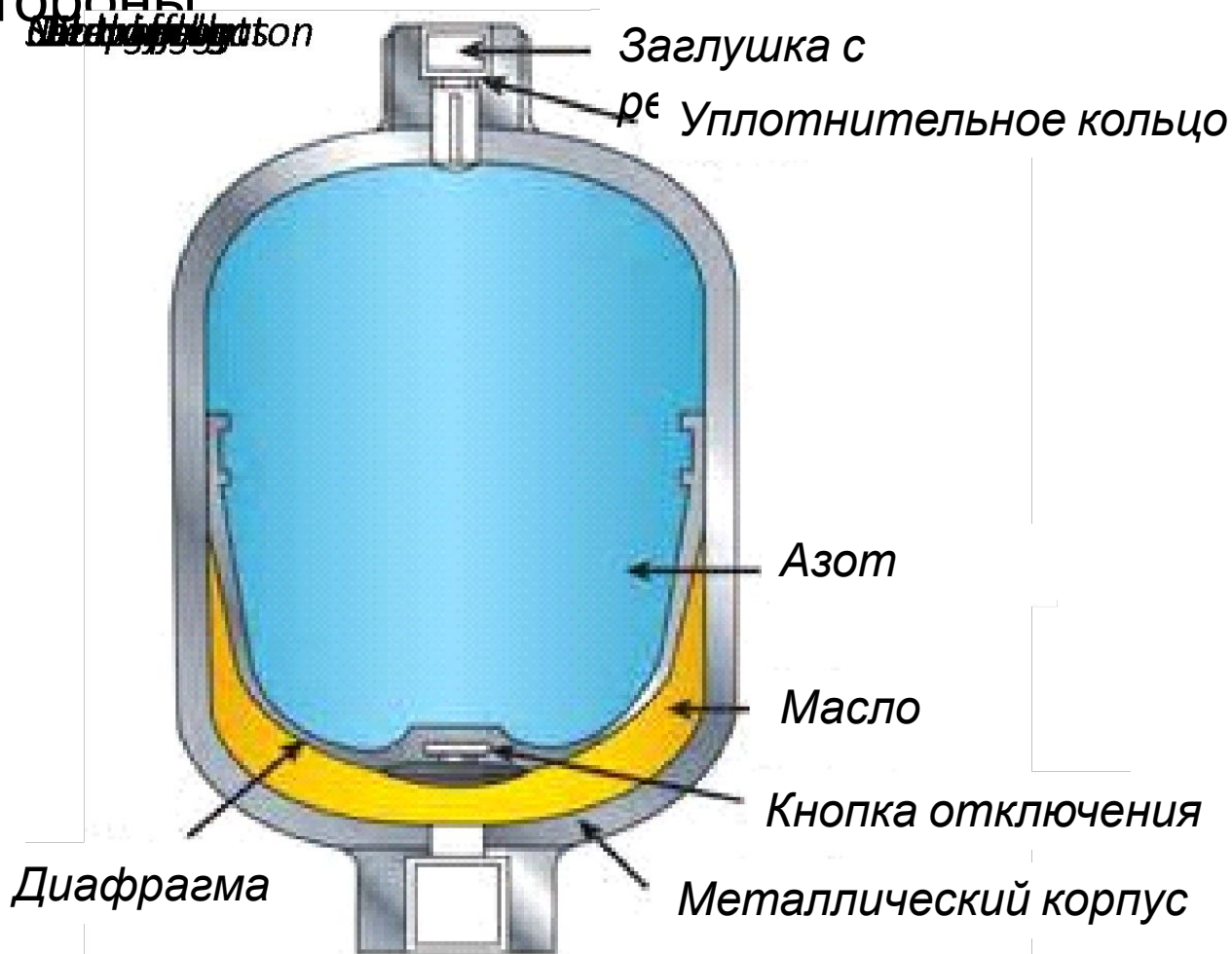
Индикатор высоты конуса оснащен средствами аварийной сигнализации, предупреждающими оператора о том, что высота конуса достигла минимального или максимального допустимого значения.

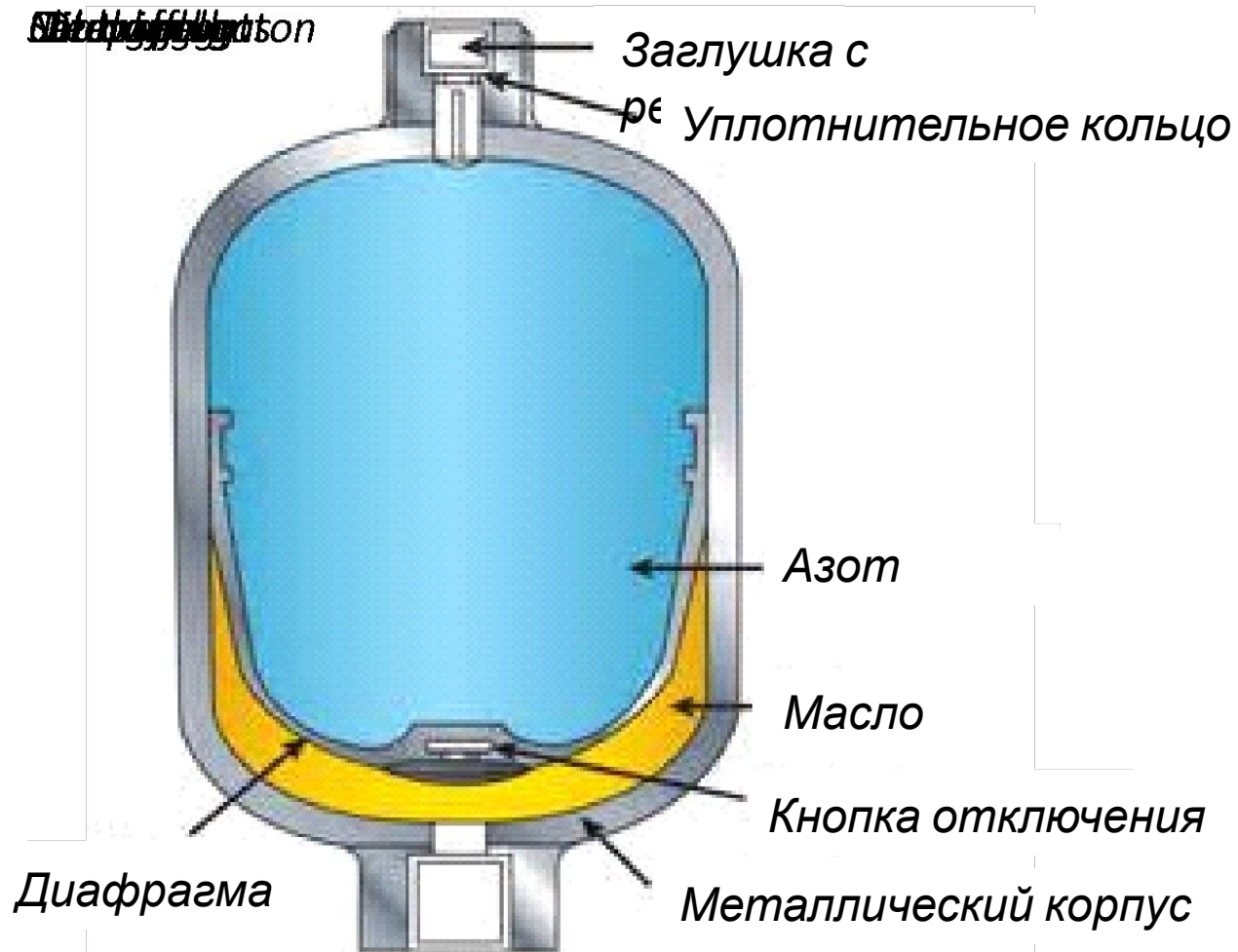
Достижение конусом значения сигнализации высокого уровня и слишком большая крупность дробленой руды является очевидным признаком износа и необходимости замены футеровки конуса и/или корпуса дробилки.

Во время дробления силы, действующие на гидравлическую систему регулировки, колеблются. Для смягчения воздействия больших скачков давления в гидравлической системе регулировки предусмотрен гидроаккумулятор.



Аккумулятор - это сосуд под давлением, внутри которого находится резиновая камера со сжатым азотом с одной стороны и маслом гидравлической системы регулировки с другой стороны.

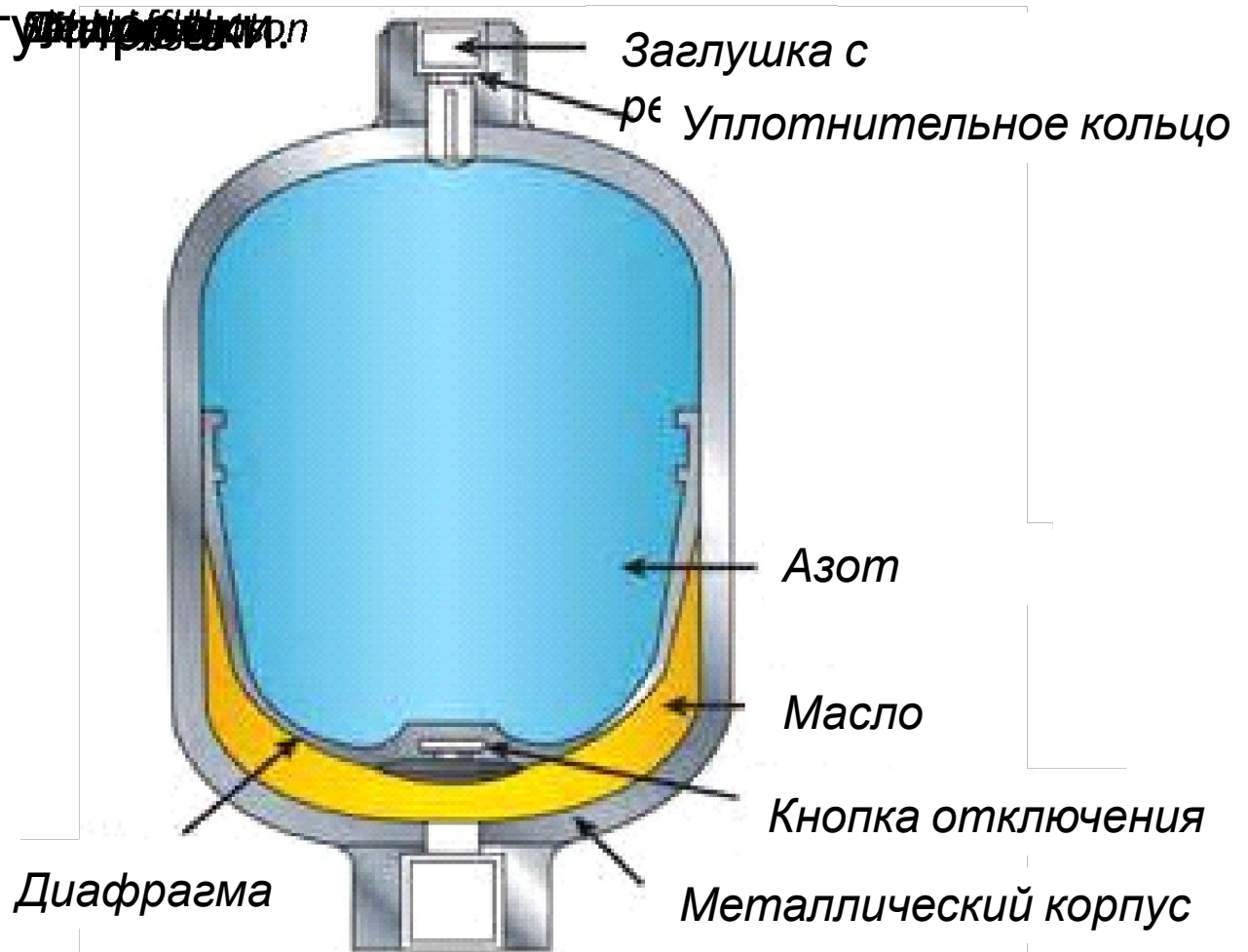




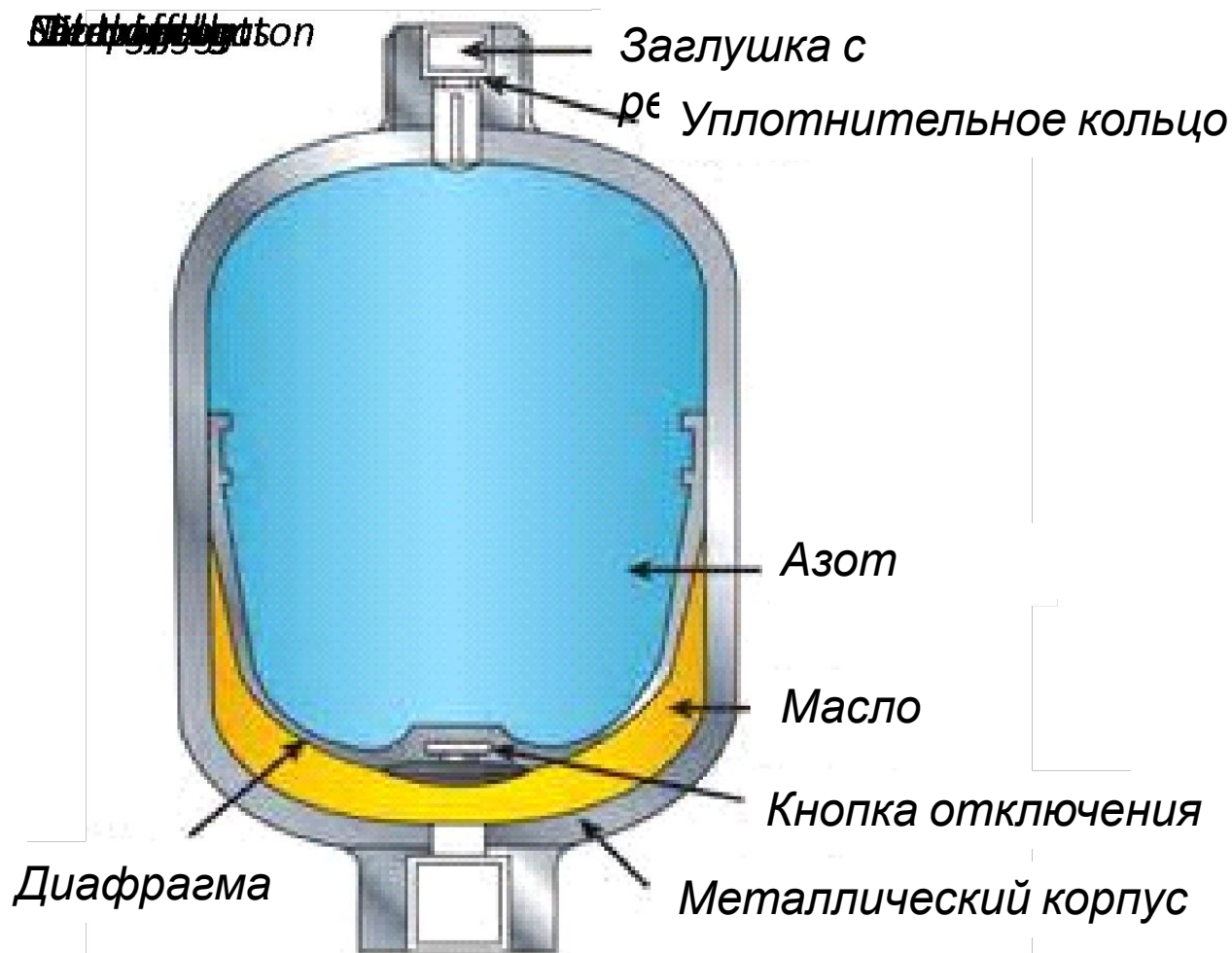
Аккумулятор предварительно заряжен азотом до значения давления, которое допускает сжатие азота до определенной степени, когда вес конуса повышает давление масла на другой стороне плунжера.



Пиковые значения давления превышают значение давления внутри аккумулятора, при этом в аккумулятор под давлением попадает масло, амортизируя воздействие, вызванное скачками давления. При снижении скачков давления масло вытекает из аккумулятора обратно в цилиндр поршня гидравлической регулировки.



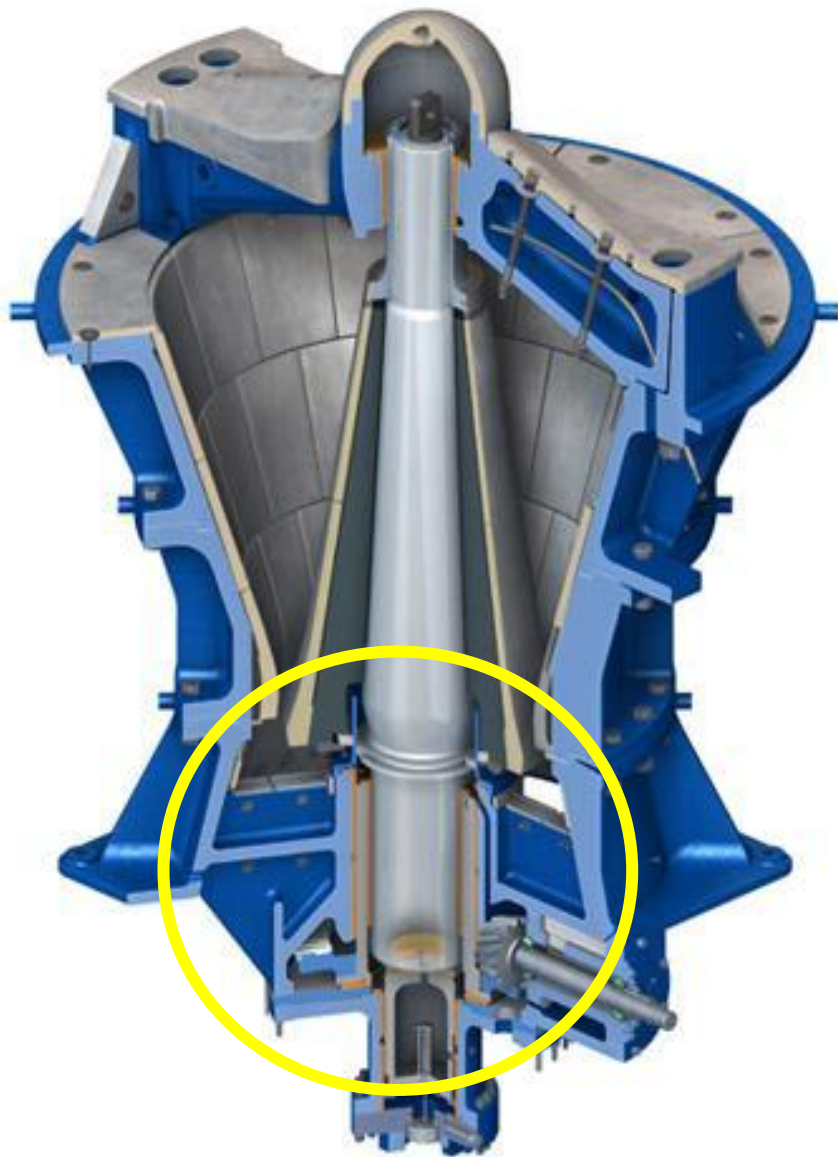
Если индикатор положения подвижного конуса дробилки показывает, что конус слишком сильно опустился, это является очевидным признаком срабатывания клапана сброса давления в результате заклинивания или прохождения недробимого предмета.





При попадании  
недробимого предмета  
подвижный конус резко  
опускается до нижнего  
положения и остается  
там.

При утечке масла из  
гидравлической системы  
подвижный конус  
опускается постепенно  
со временем.



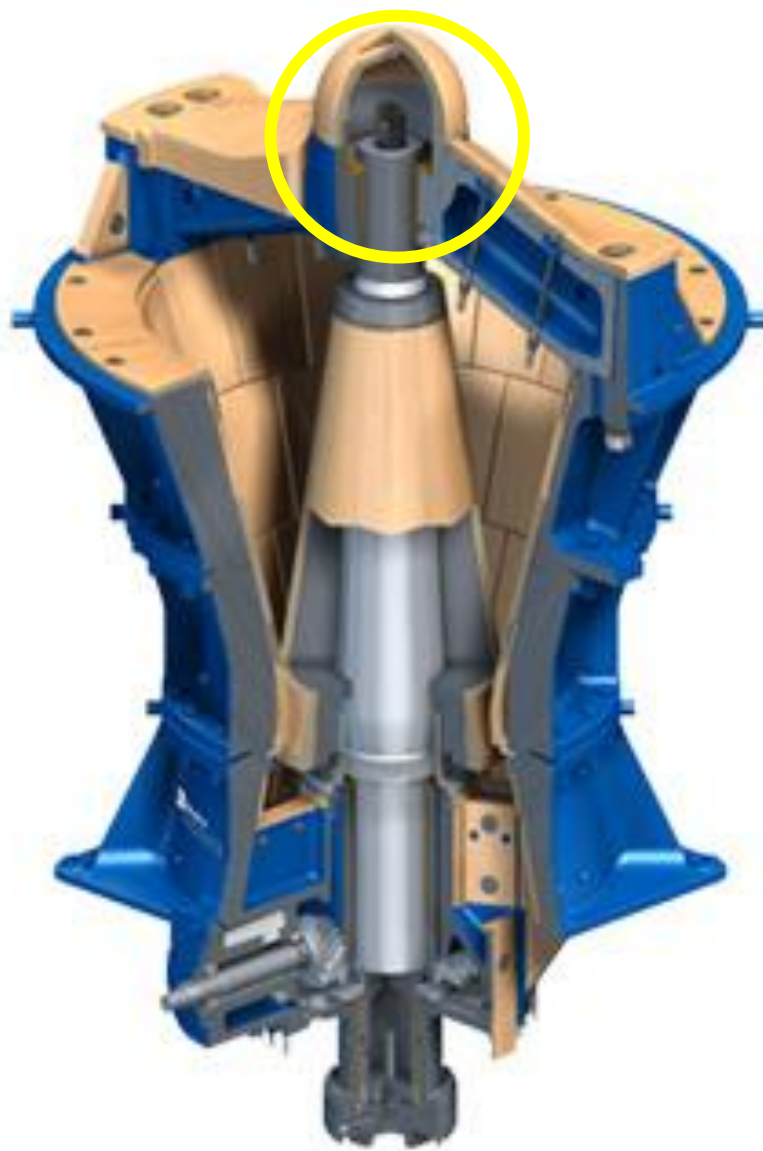
Жираторная дробилка оснащена системой циркуляции смазки, подающей фильтрованное и охлажденное масло для смазки втулок и шестерен эксцентрикового привода дробилки.

Система смазки состоит из маслобака, маслонасосов (рабочего и резервного), фильтров и теплообменников.

Масло подается насосом в определенные точки



Втулка траверсы смазывается консистентной смазкой.



# Практическое занятие

Сейчас инструктор проведет вас на участок дробления и покажет основные (внешние) детали и принцип работы жираторной дробилки.

Инструктор может задавать вам вопросы, чтобы проверить, насколько вы усвоили информацию, представленную в настоящей презентации.

# ВИБРАЦИОННЫЕ ГРОХОТА

Вибрационные грохота - это еще один тип оборудования, используемого для разделения материала разного размера. Грохота могут быть однодечными или двухдечными



Двухдечный гравитационный виброгрохот предназначен для поддержания материала на поверхности грохочения в движении, вызывая вибрацию каждой частицы на ситах грохота. В двухдечном грохоте предусмотрено верхнее и нижнее сито.

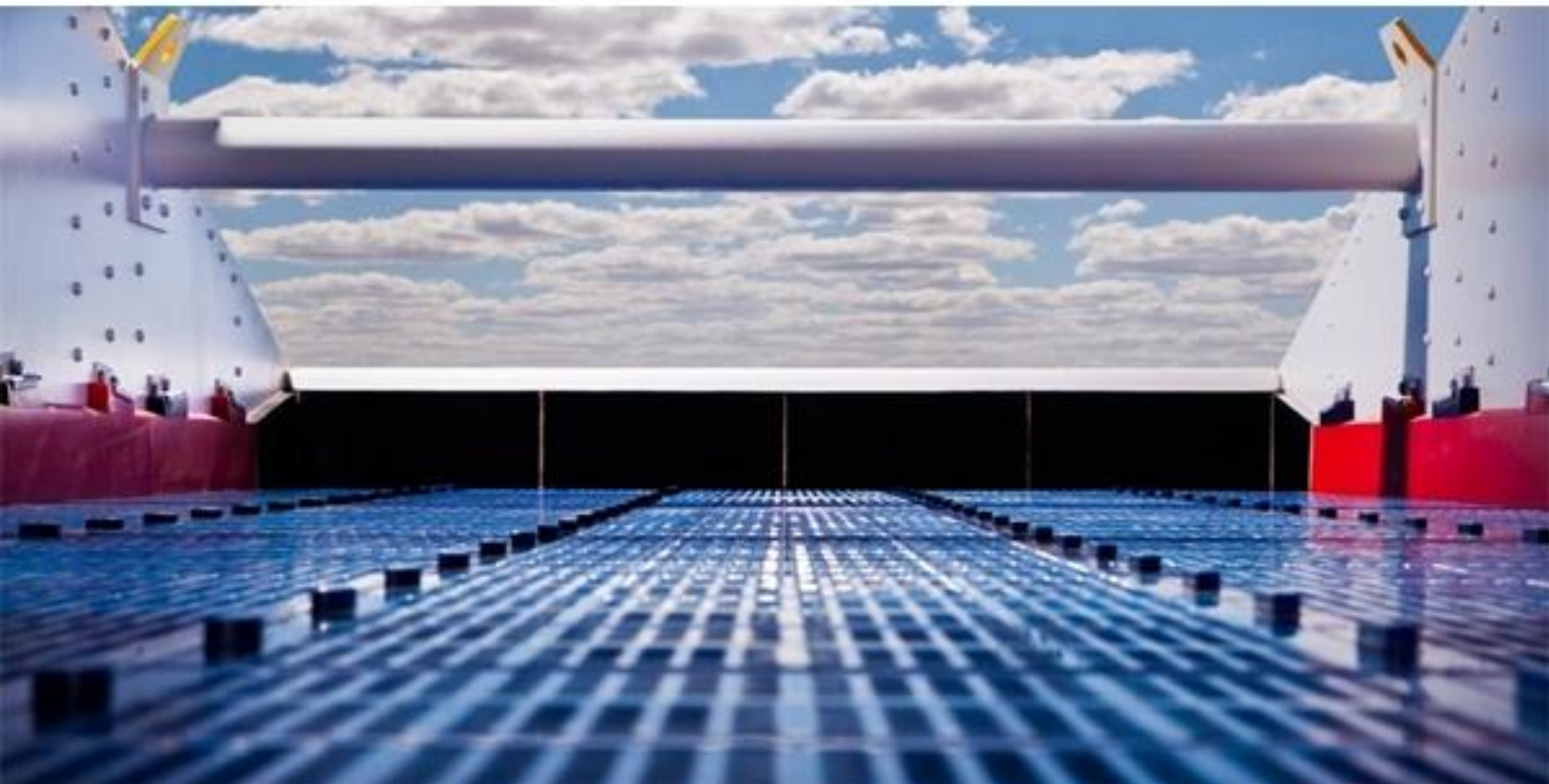






Оба сита имеют квадратные перфорированные отверстия. Большая часть материала размером меньше, чем отверстия, в конечном итоге проходит через сита грохота и попадает в емкость или бункер.





Сита грохота выполнены в виде съемных полиуретановых панелей с отверстиями, устанавливаемых на брусья, покрытые резиной. В двухдечном грохоте верхнее (*обдирочное*) сито имеет отверстия большего диаметра, чем нижнее сито.

Крупные частицы остаются на поверхности сита и в конечном итоге проходят через край грохота в отдельный желоб и бункер. Несмотря на то, что грохота называются горизонтальными, фактически они установлены под углом около 5 градусов.



Таким образом слой материала поддерживается в движении, что способствует разделению частиц и эффективной классификации.





Обычно над грохотом устанавливаются распылители для вымывания мелочи и грязной воды через сита, оставляя чистый крупный материал, проходящий через край грохота.

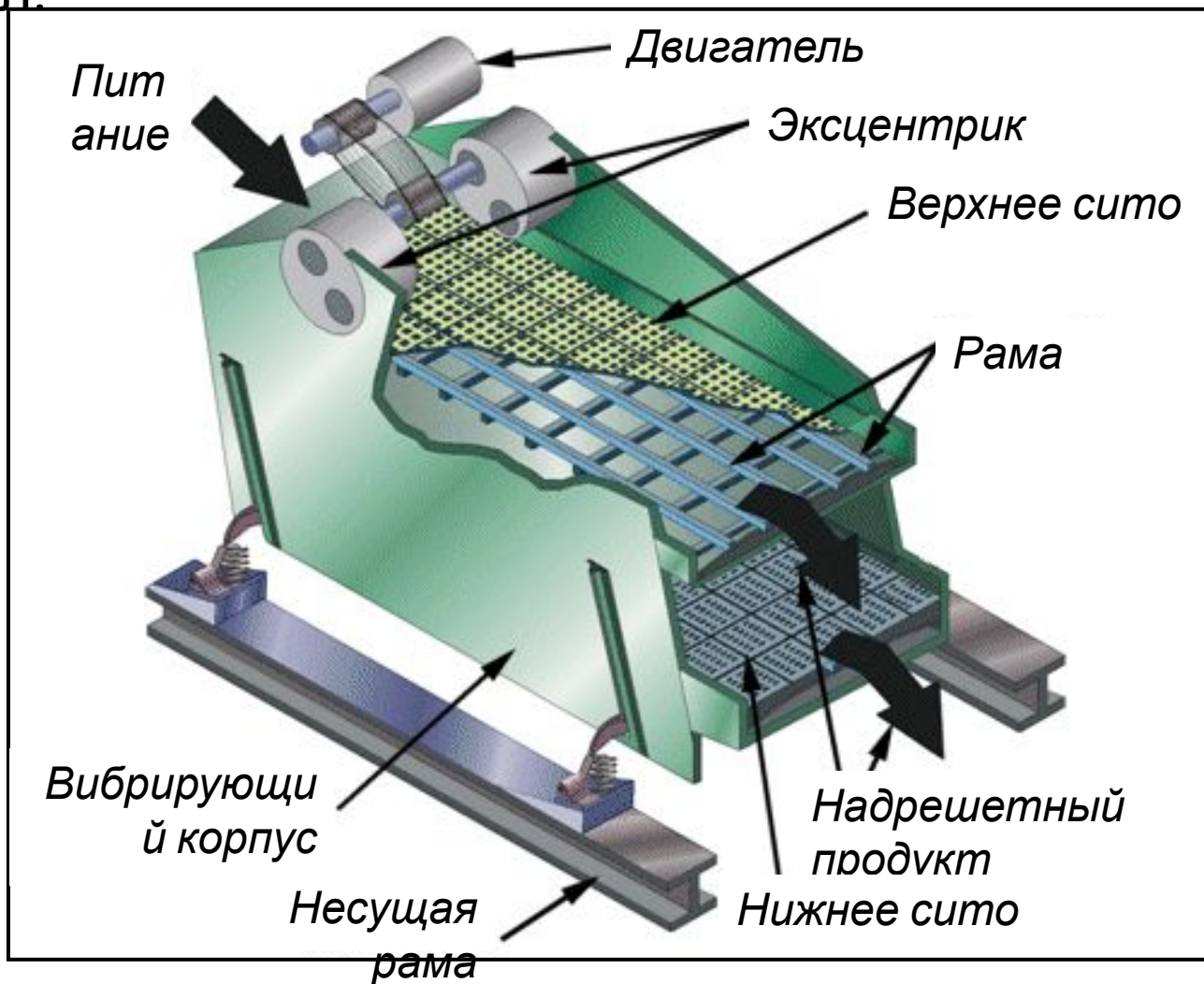


Каждый грохот опирается на пружины и вибрирует за счет вращения противовесов эксцентрика, приводимых в движение электродвигателем. Противовесы предназначены для передачи резкого движения вперед и вверх материалу, проходящему через грохот.



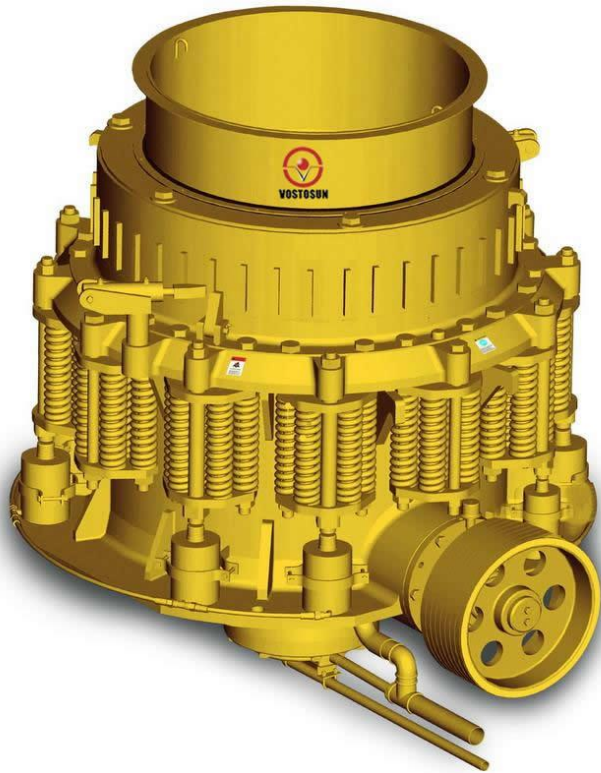


Верхнее сито удаляет большую часть крупного материала, способствуя прохождению более мелкого материала на нижнее сито. Нижнее сито разделяет более мелкий материал.

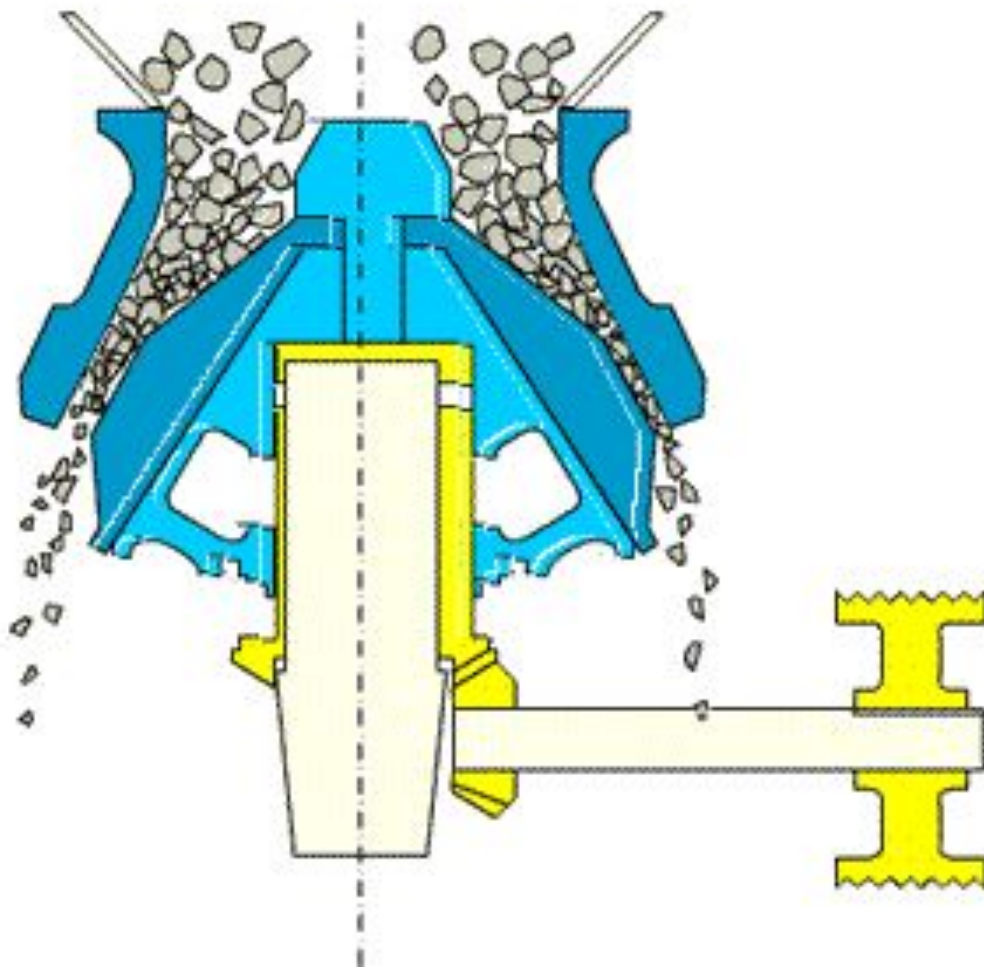


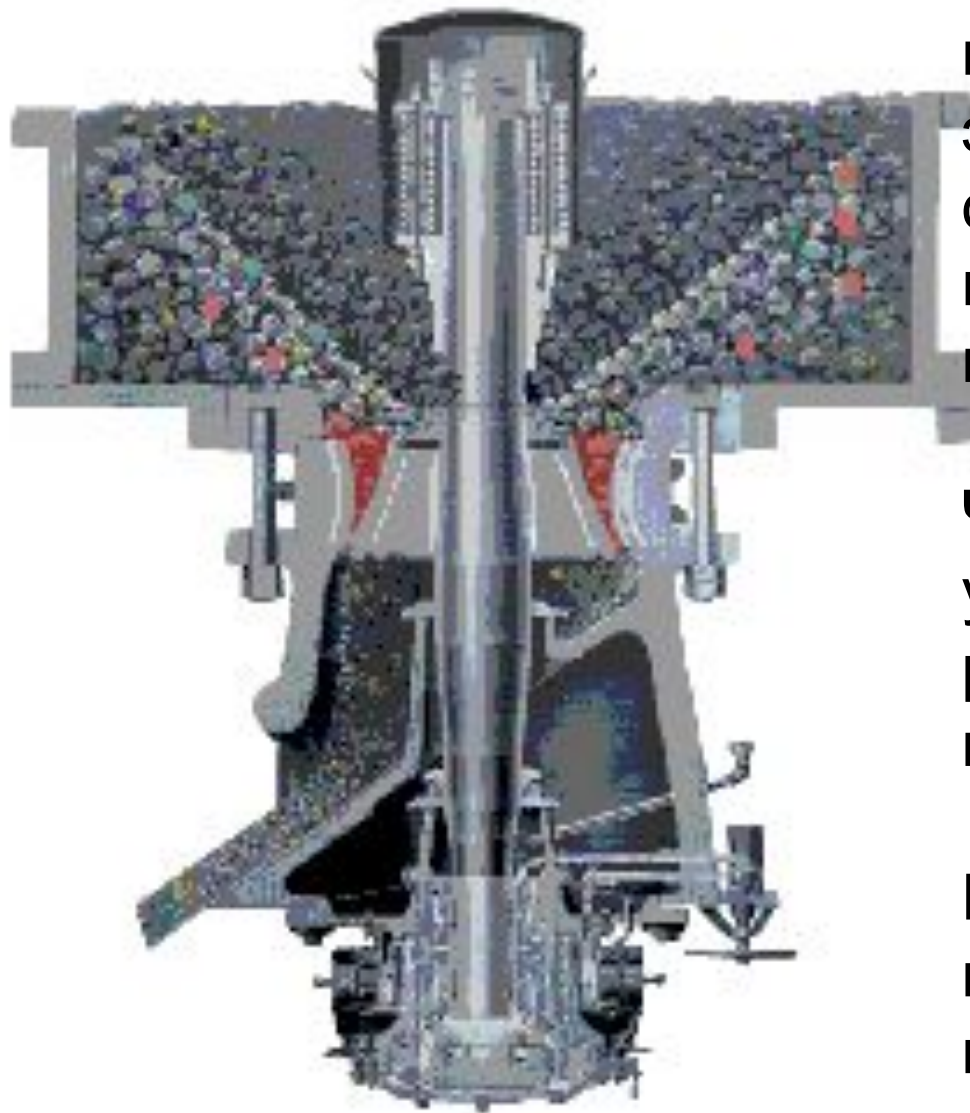
# Конусная дробилка

Конусная дробилка работает по такому же принципу, как жираторная дробилка, но конусная дробилка обычно меньшего размера. Конусные дробилки обычно используются для дробления не крупного, но твердого



В конусной дробилке материал дробится междудвигающимся назад-вперед конусом и неподвижной изогнутой чашей. Основными компонентами дробилки являются главная рама, узел чаши, узел главного вала и приводная





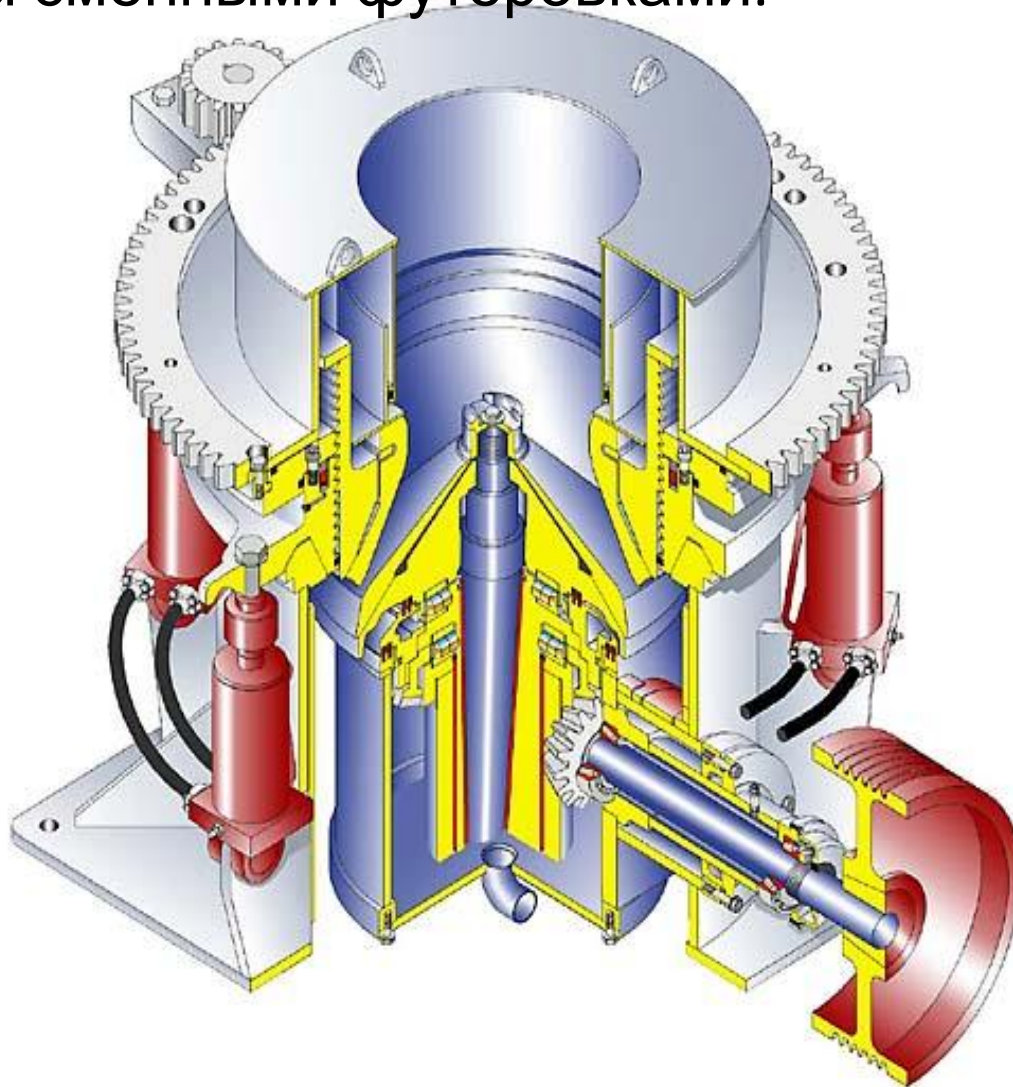
Чаша с футеровками образуют верхний неподвижный дробящий элемент. Подвижный конус с футеровкой дробят материал, ударяя его о неподвижную чашу.

Чаша с футеровкой удерживаются в регулировочном кольце при помощи резьбы.

Приемный бункер опирается на чашу. Он обеспечивает пространство для того, чтобы материал образовал неподвижный слой,



Конус защищен сменной футеровкой, которую называют *броней*. Чаша защищена своей собственной футеровкой. Внутренняя поверхность главной рамы и открытые элементы также защищены сменными футеровками.

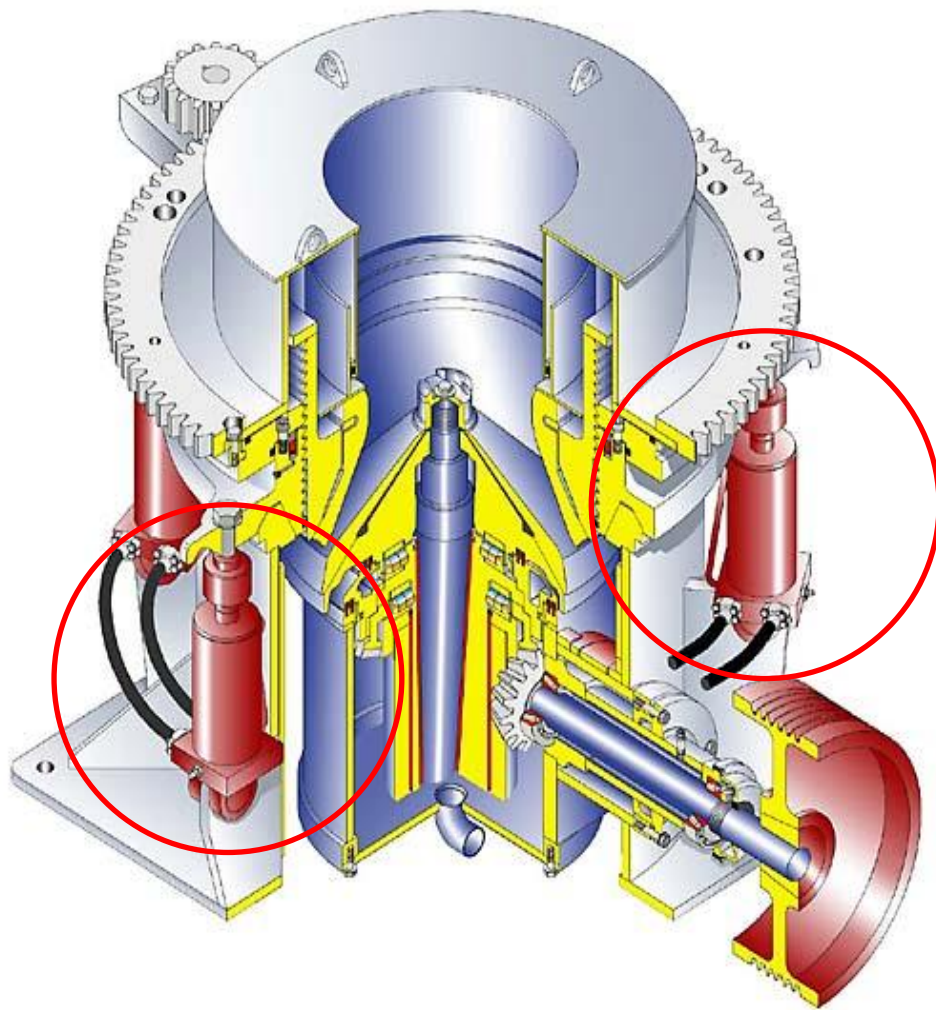




Если бы чаша была жестко сцеплена с рамой, она могла бы получить повреждение, возможно, серьезное, при попадании недробимого предмета, например, обломка

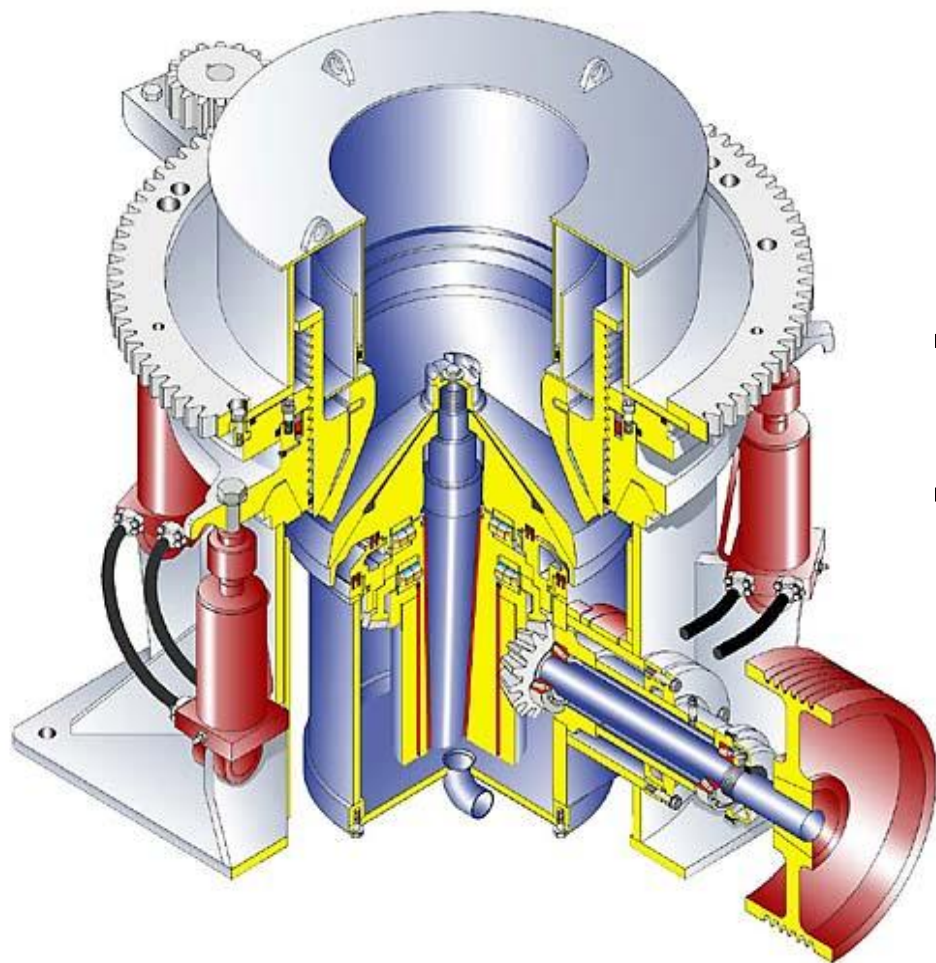
шей.

Для обеспечения податливости чаши, узел чаши и регулировочного кольца удерживается на главной раме при помощи нескольких гидравлических плунжеров, оснащенных клапанами сброса давления.



При попадании постороннего металла между конусом и чашей гидравлическое масло выдавливается из плунжеров обратно в маслобак.

Постепенно увеличивающееся в результате этого сопротивление амортизирует ударную нагрузку. В то же время отток масла позволяет поднять чашу на высоту, достаточную для расширения зазора и выхода



предмета. После того, как посторонний металлический предмет выйдет из дробилки и дробящее усилие придет в норму, гидравлическое давление прижимает кольцо, возвращая его в исходное положение.

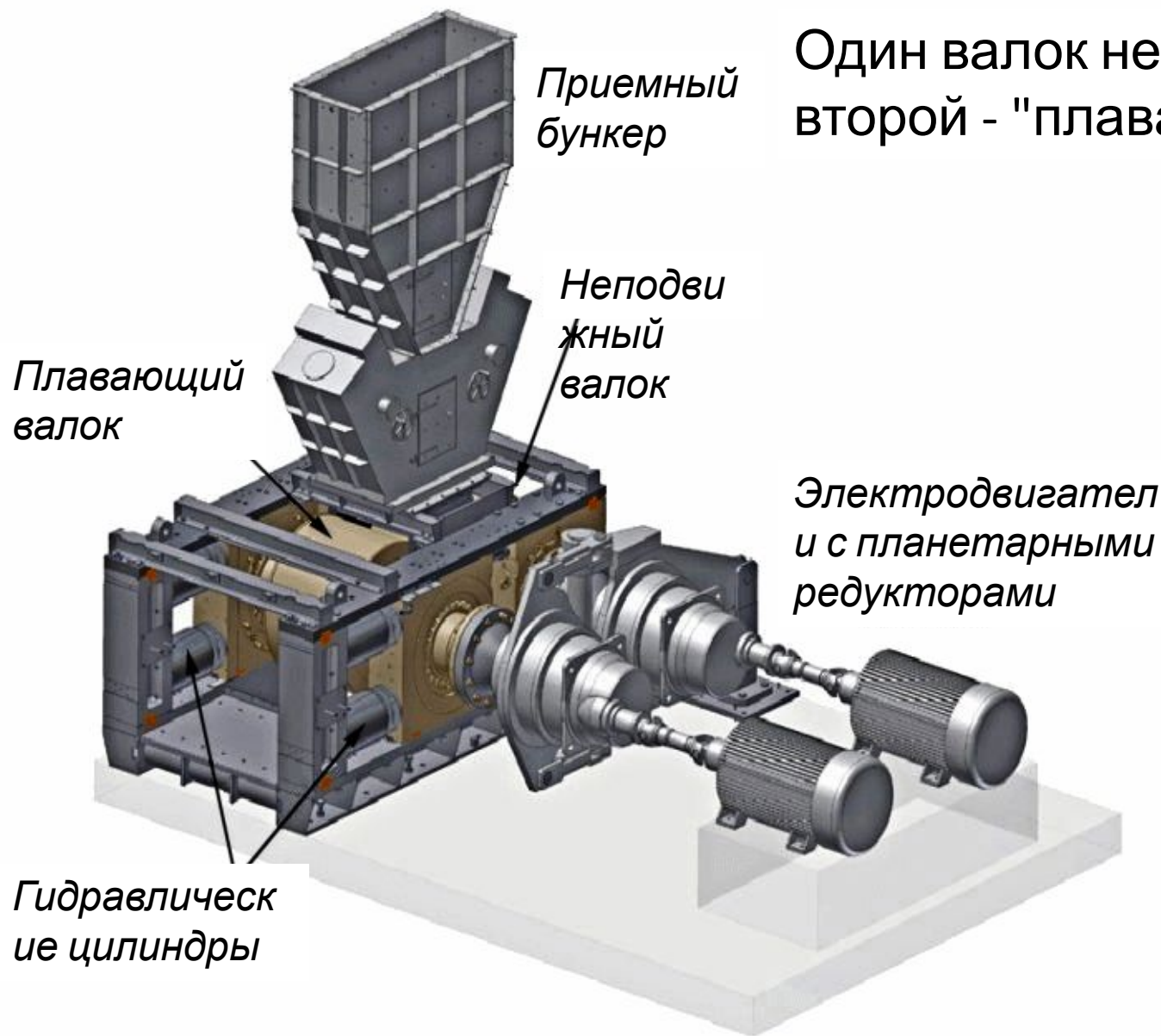
После этого дробилка продолжает работать в прежнем режиме.

# Валковый пресс высокого давления

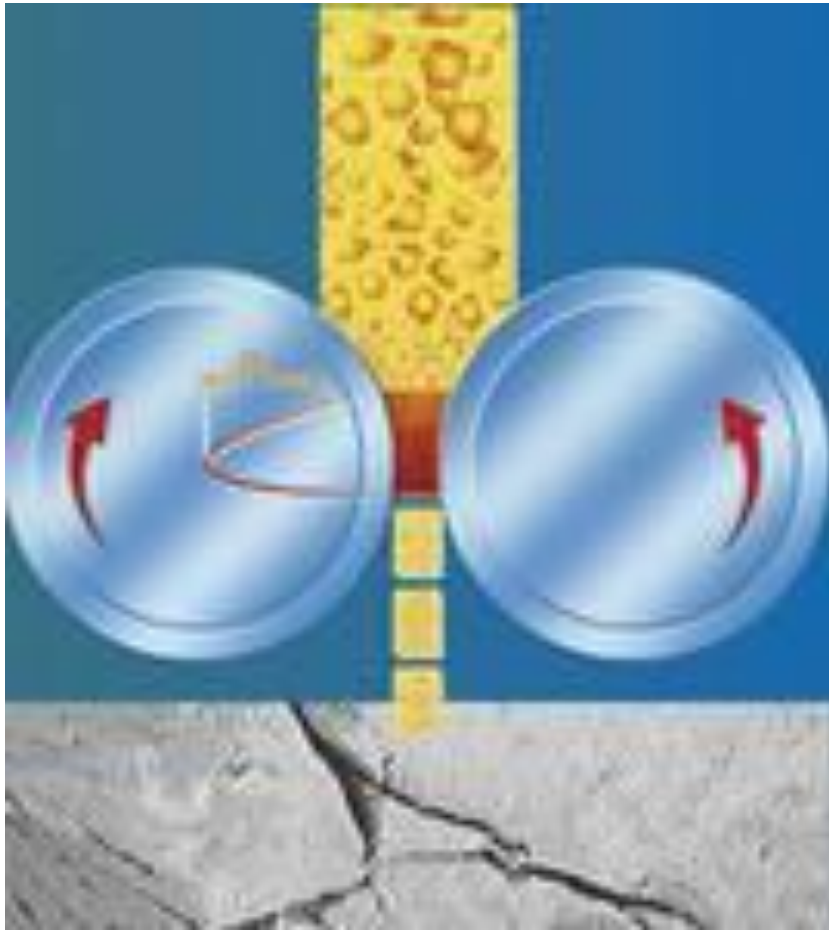


Валковый пресс высокого давления состоит из двух цилиндров (или валков), установленных на горизонтальных осях, которые двигаются в противоположных направлениях так, чтобы поверхности цилиндра вращались навстречу друг другу.





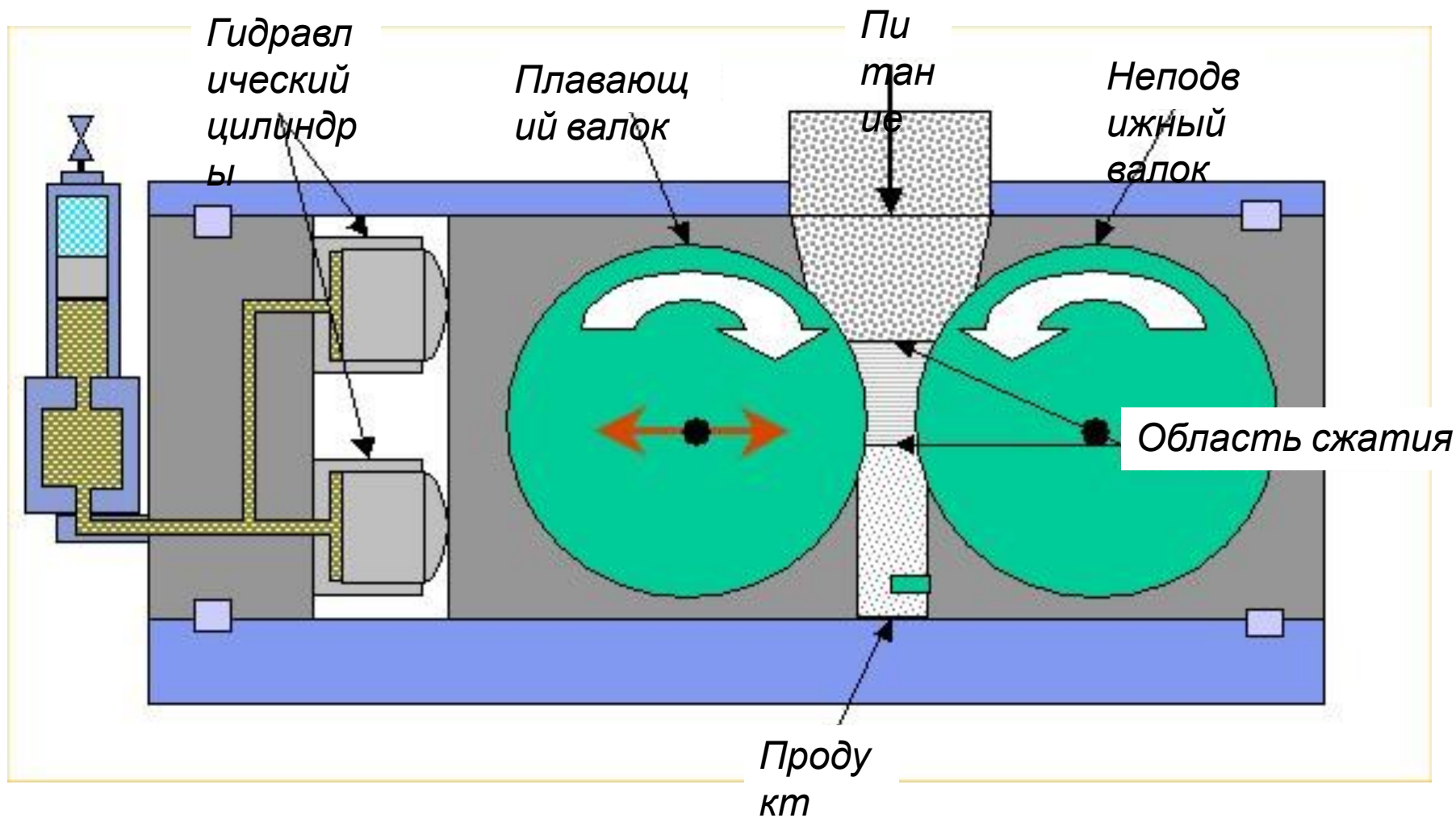
Один валок неподвижный, а второй - "плавающий".



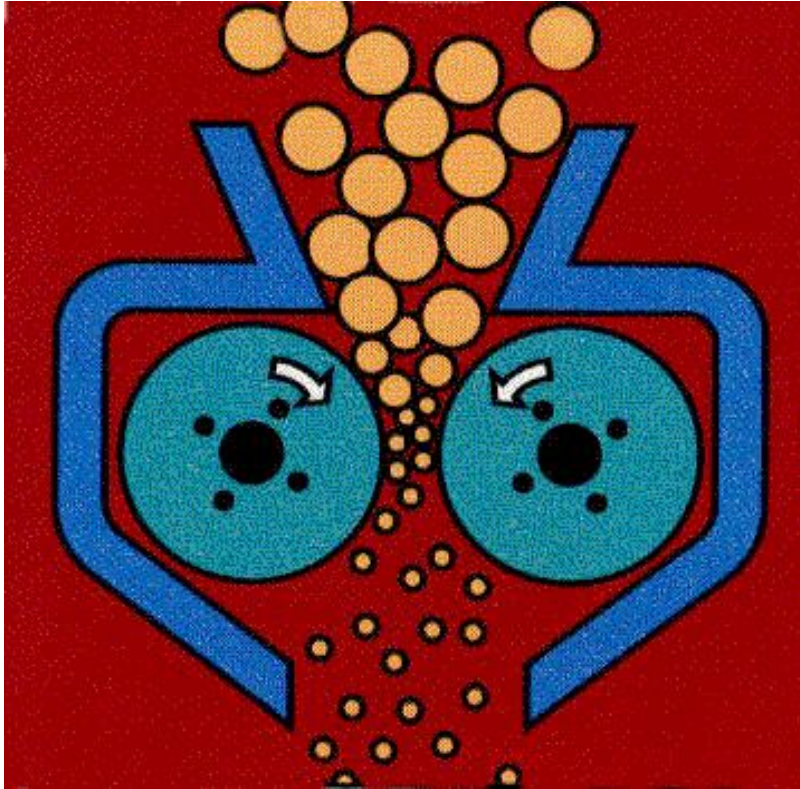
Во время работы материал попадает в зазор между валками за счет вращающегося движения и трения, создаваемого между валками и частицами материала.

Два валка проталкивают частицы между своими вращающимися поверхностями в зазор, который уменьшается по мере приближения к середине.



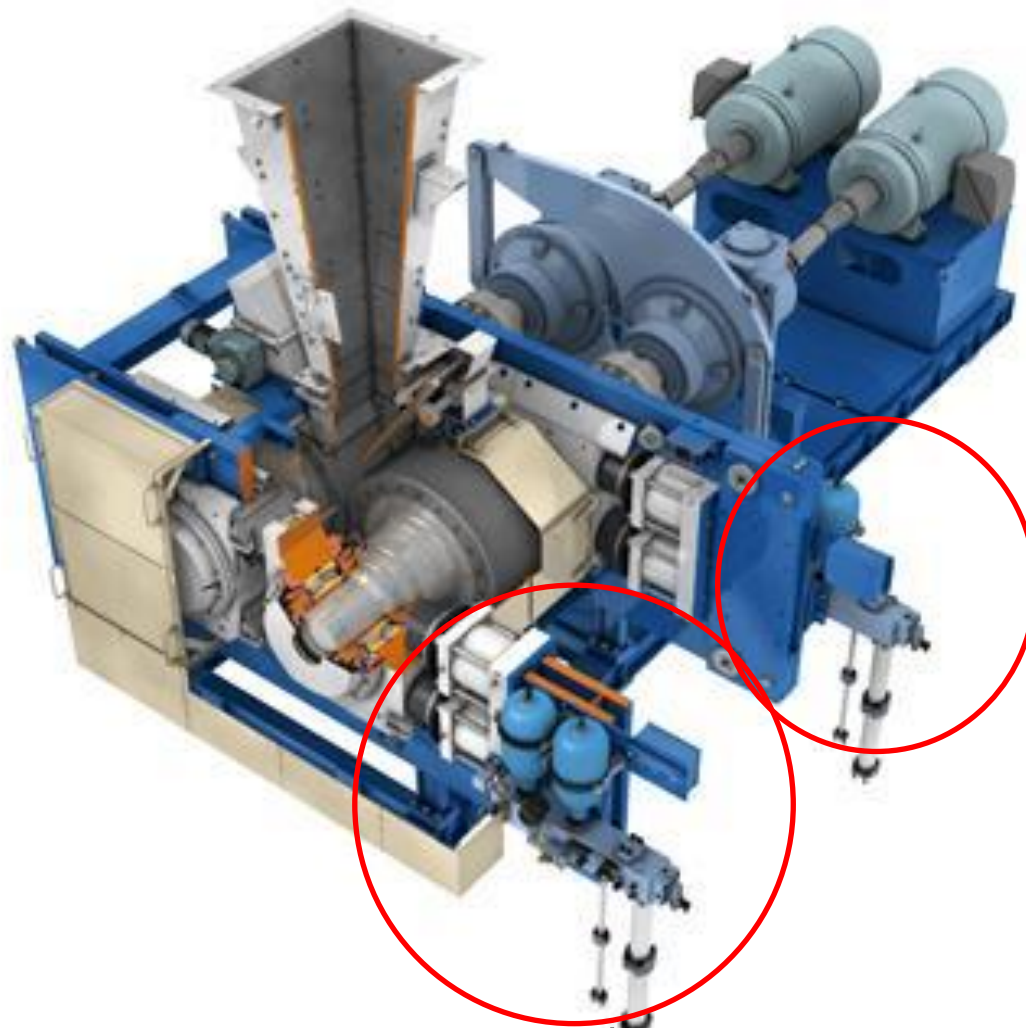


Измельчающая сила передается на *плавающий валок* посредством гидравлических цилиндров. Размер продукта зависит от ширины зазора между валками.



Материал дробится за счет сжимающей силы, образуемой вращающимися валками.

Когда частицы материала становятся меньше ширины зазора между валками (10 мм), они выходят через днище ВРВД и выгружаются на грохот или в бункер.



Плавающий валок приводится в действие системой сброса давления, обеспечивающей движение плавающего валка и возможность прохождения недробимых материалов. После выхода недробимого материала плавающий валок автоматически возвращается в исходное положение.



# Реверсивный импульсный пылеуловитель



При пересыпке сухой дробленой руды с конвейера в бункер или в другую часть технологического процесса выделяется пыль (в виде мелких частиц дробленой руды). Без улавливания и сбора эта пыль будет попадать в атмосферу.



Пылеуловитель удаляет запыленный воздух из верхней части желоба через трубопровод и поддерживает отрицательное давление (вакуум) в разгрузочном желобе.

В противном случае поток дробленой руды в разгрузочный желоб привел к повышению давления в желобе, вытесняя пыль и воздух из всех возможных отверстий в атмосферу и на соседнее





Для улавливания выделяемой пыли используются реверсивные импульсные пылеуловители. Они как правило устанавливаются над разгрузочным желобом конвейера или пластинчатого питателя.

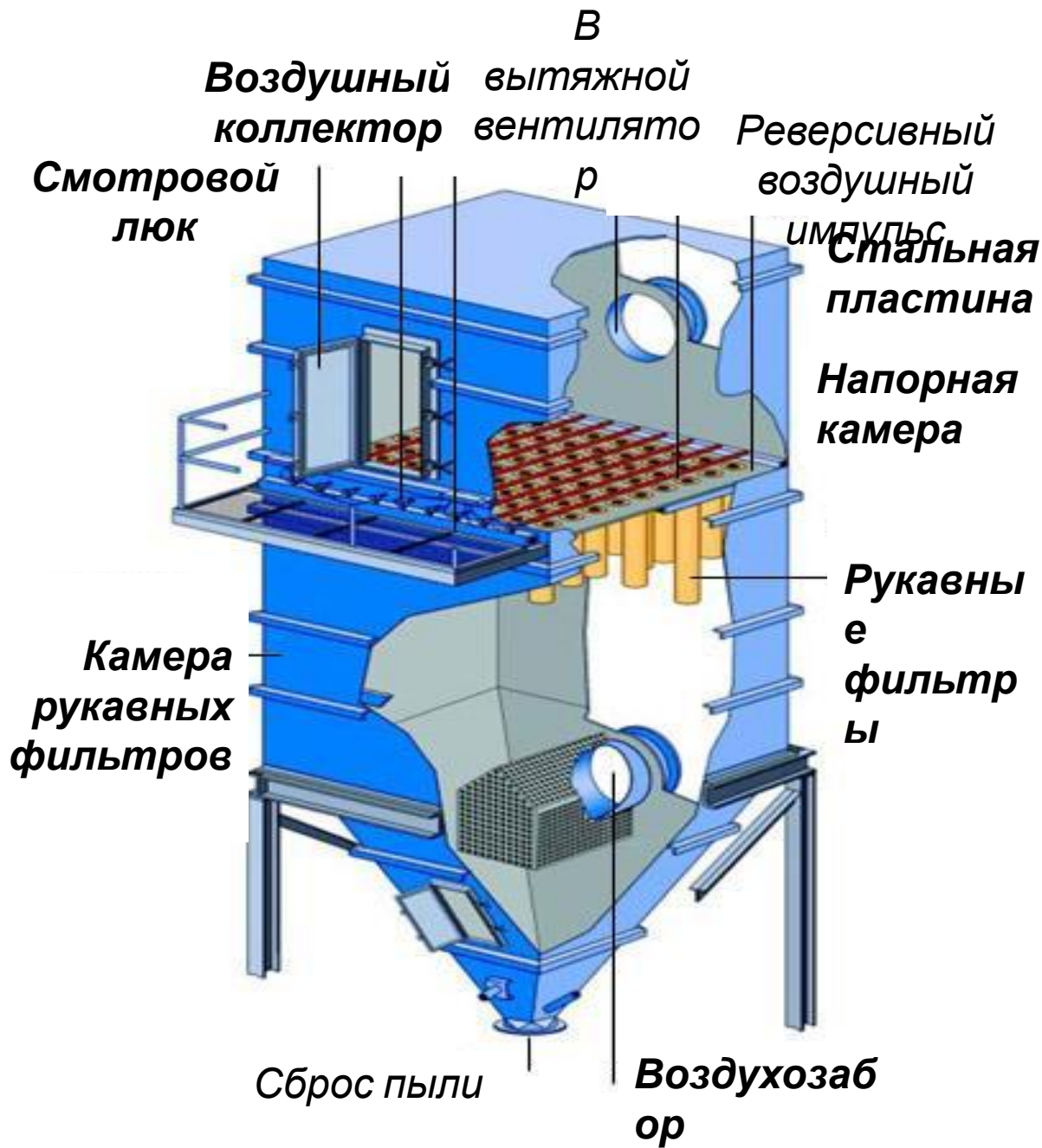


С наружной стороны пылеуловителя установлен вытяжной вентилятор, приводимый в действие электродвигателем. Именно вытяжной пылеулавливающий вентилятор создает отрицательное давление или разрежение, необходимое для



Пылеуловитель состоит из закрытого металлического корпуса рукавных фильтров и нагнетательной камеры.

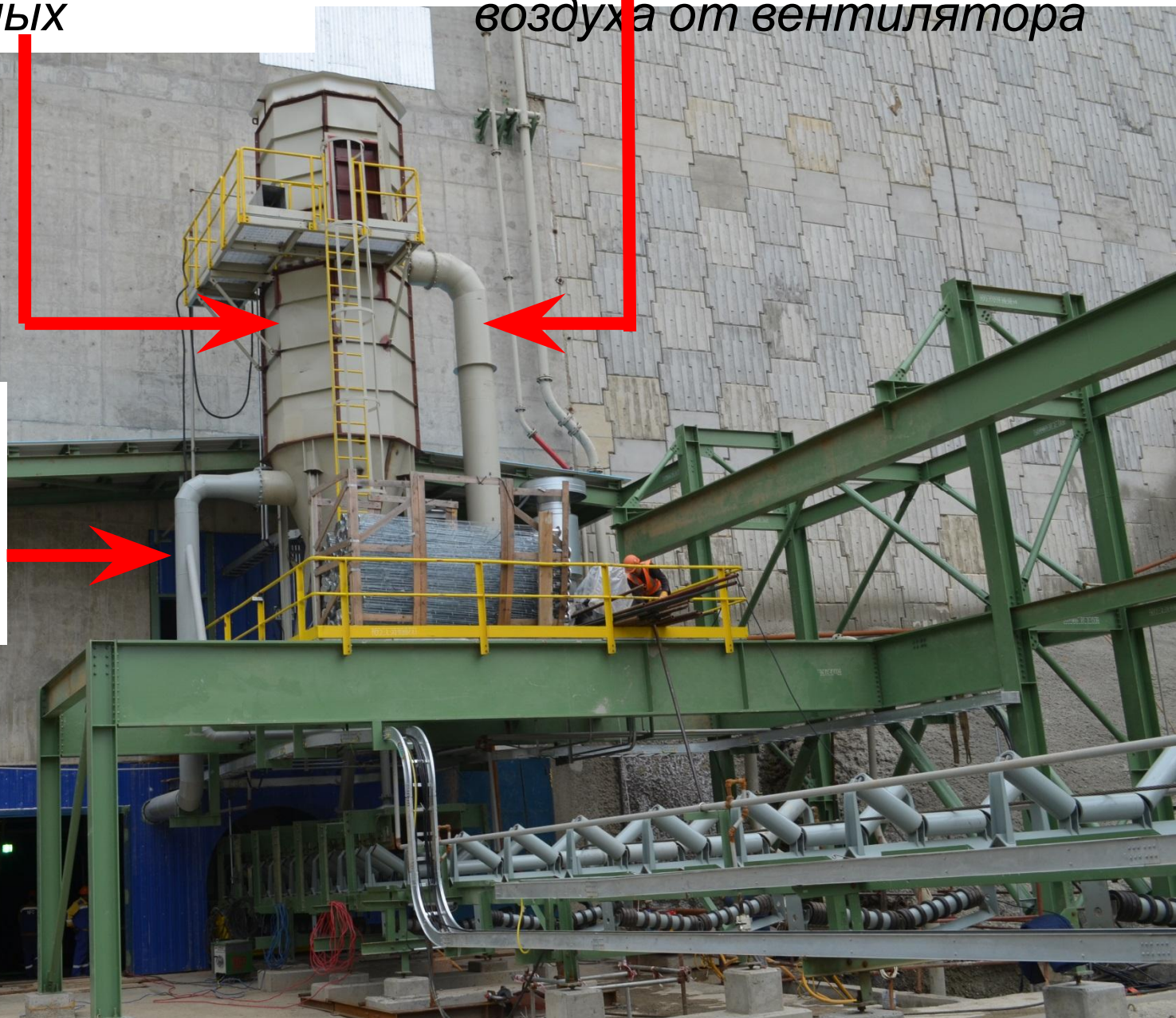
Они отделены друг от друга металлической пластиной.



*Закрытая металлическая  
камера рукавных  
фильтров*

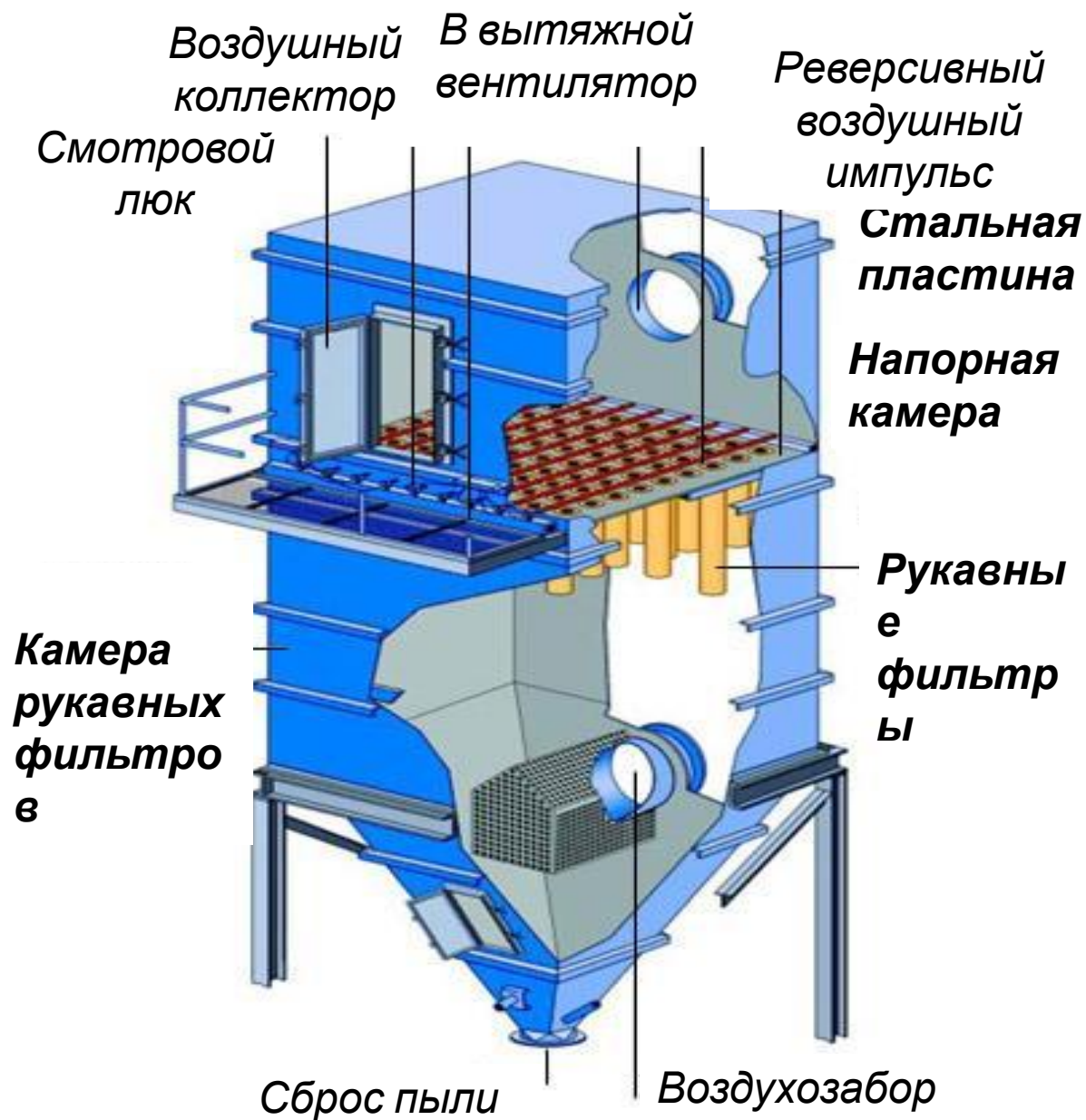
*Трубопровод подачи  
воздуха от вентилятора*

*Пылесборная  
труба в  
камеру  
фильтров*





Внутри камеры размещены несколько рукавных фильтров.



Рукавные фильтры (иногда называемые "носками") изготовлены из плетеного синтетического фильтрующего волокна. Плетение обеспечивает прохождение воздуха, не пропуская твердые частицы.



Рукавные фильтры надеты на каркасы и закреплены кольцами, которые прикрепляются к горизонтальной трубной решетке.

Решетка отделяет камеру рукавных фильтров от напорной камеры.





Рукавные фильтры надеваются на каркас для того, чтобы при создании внутреннего разрежения рукава не сплющивались.

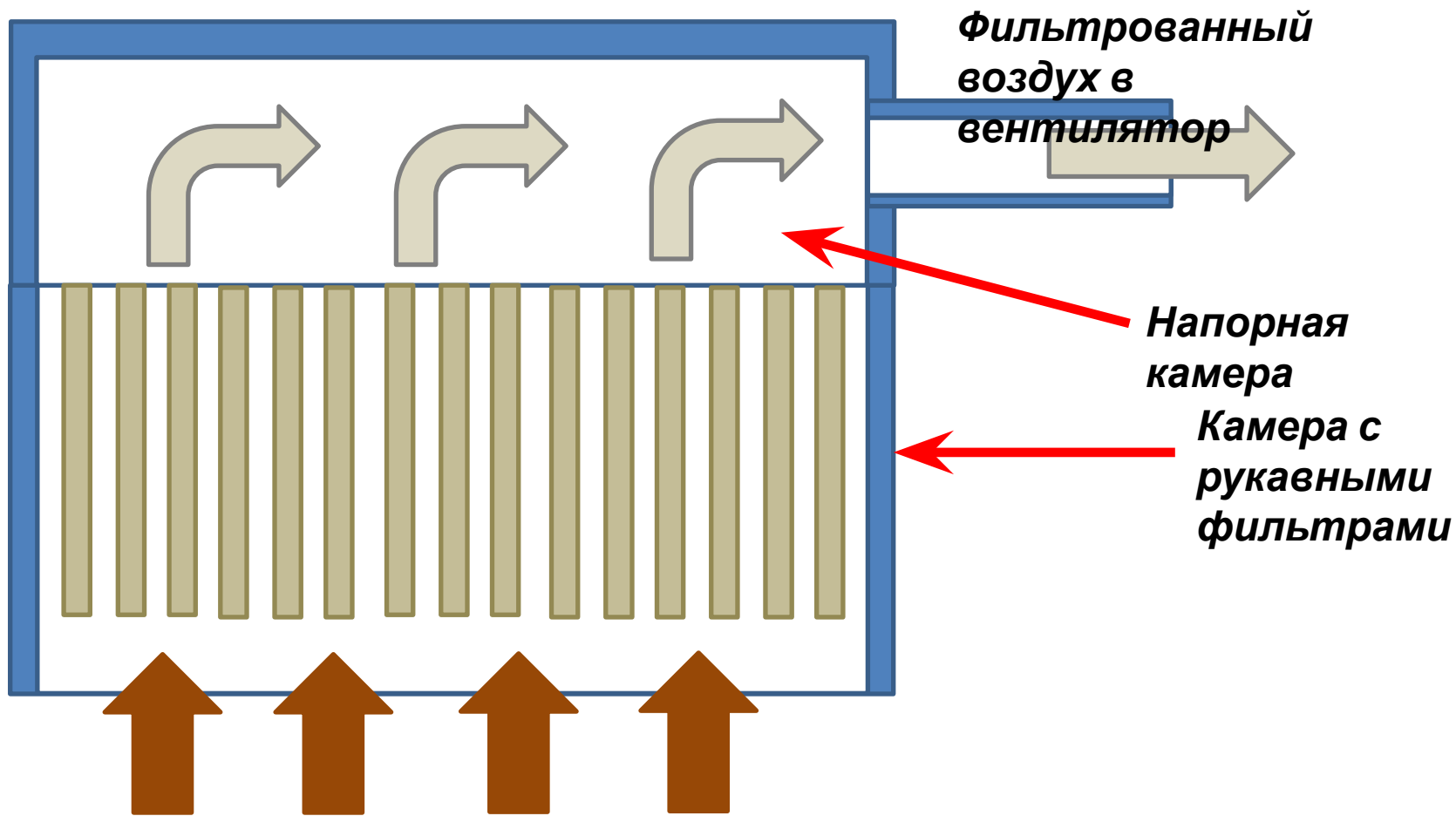




Рукавные фильтры установлены рядами или "группами".

По мере создания вентилятором разрежения или отрицательного давления, запыленный воздух втягивается в корпус рукавных фильтров.

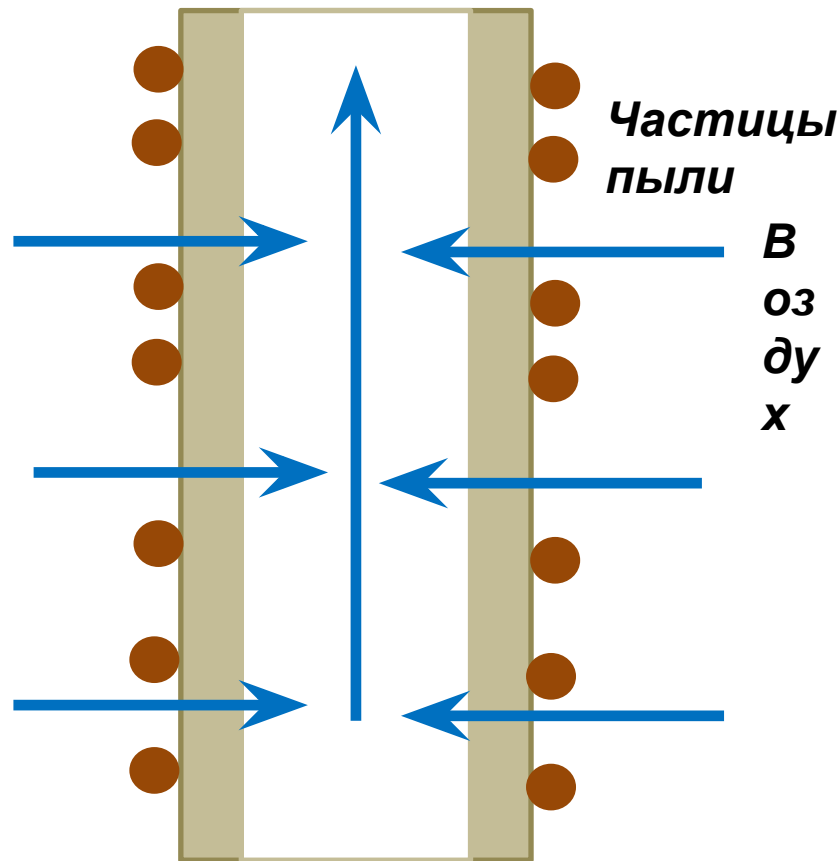




**Зачищенный  
воздух**

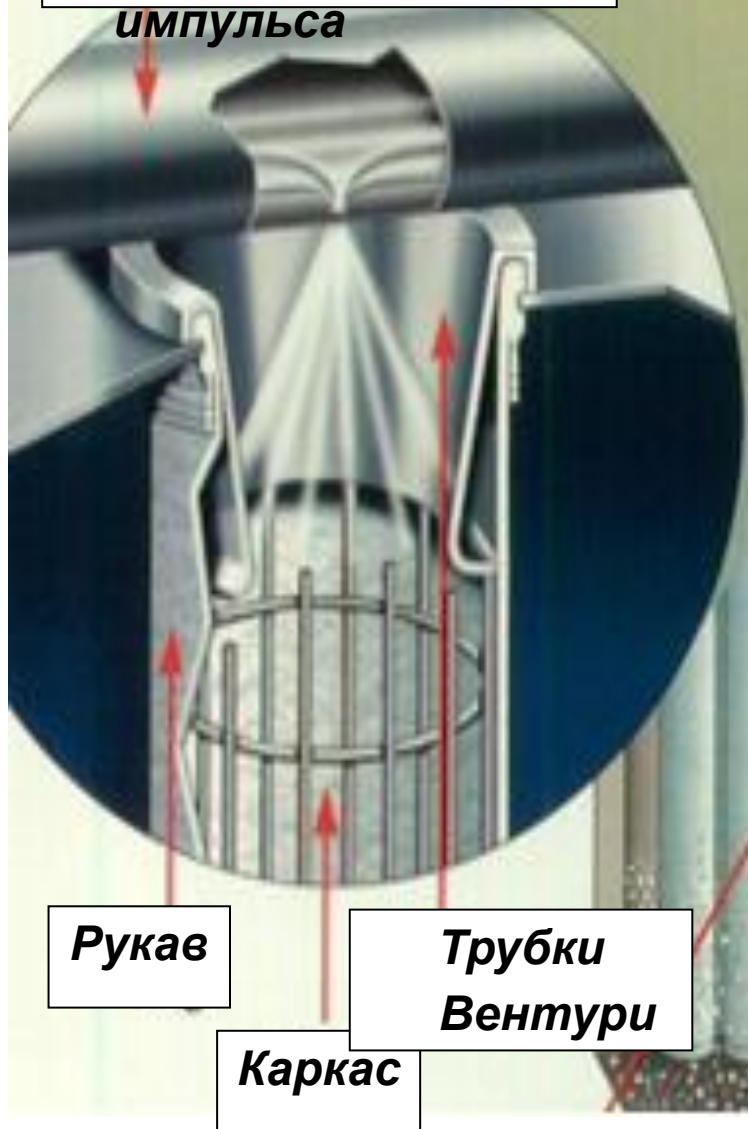
Воздух втягивается через стенки рукавных фильтров, проходит через напорную камеру и попадает в вентилятор, откуда в конечном итоге выходит в атмосферу.

Со временем мелкие частицы пыли забивают поры рукавных фильтров, снижая их проницаемость. В конце концов всас воздуха через тканевый материал фильтра затрудняется.



**Рукав фильтра в разрезе**

**Труба подачи  
воздушного  
импульса**



**Рукав**

**Трубки  
Вентури**

**Каркас**

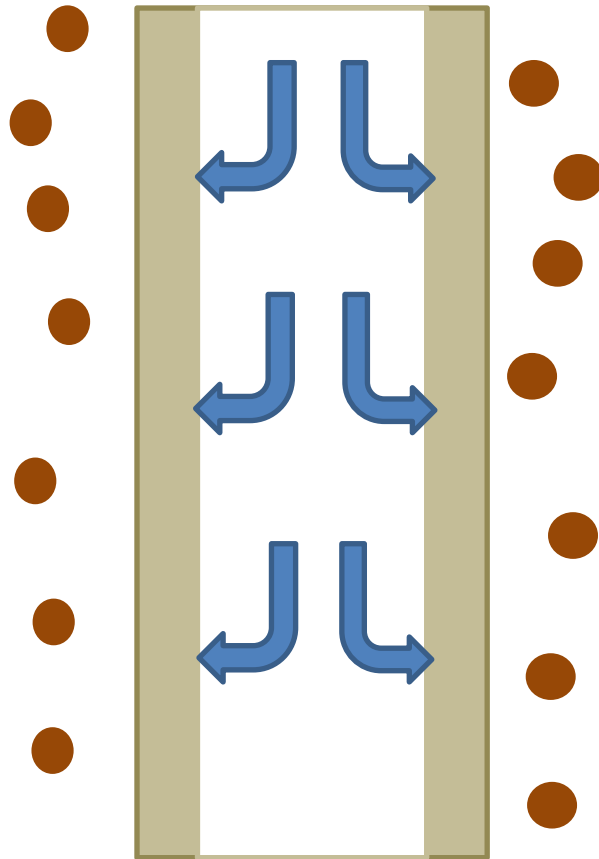
В центре над каждым рукавным фильтром внутри напорной камеры установлена насадка Вентури.

Эти насадки немного заходят в верхнюю часть каждого рукава.

Порция воздуха под высоким давлением (сжатый технический воздух) выходит через верхнюю часть выходного отверстия насадки Вентури



По мере продвижения воздуха вниз и выхода через горловину насадки Вентури меньшего диаметра, воздух быстро расширяется, образуя ударные волны вдоль поверхности рукавных фильтров со стороны чистого воздуха. При этом частицы пыли, собранные на стенки рукавов, удаляются.






Удаленное реле времени открывает электромагнитный клапан каждой группы фильтров на заданный период времени. Поочередное приведение в действие электромагнитных клапанов позволяет поддерживать работу пылеуловителей, переключая на другие ряды рукавов, не задействованные в

Собранная пыль,  
отделенная  
обратным  
воздушным  
импульсом,  
падает в  
пылесборник.





A close-up photograph of an industrial dust collector assembly. At the top is a large, light-colored conical hopper. Below it is a square metal flange with several bolts. The main body of the collector is a light-colored, cylindrical unit with a fan-like structure. To the left, an orange electric motor is connected to the assembly. The entire unit is mounted on a metal grating floor. Three white labels with black text are overlaid on the image, pointing to different parts of the machinery.

*Пылесборник*

*Приводной  
электродвигатель*

*Лопастно  
й дозатор*

В нижней части пылесборника установлен лопастной шлюзовый дозатор, приводимый в действие электродвигателем.



Лопастной дозатор выполняет роль шлюза между пылесборником и трубой сброса пыли.



Если дозатор не будет герметично закрыт, разрешение внутри отсека рукавных фильтров исчезнет и фильтрация не произойдет.

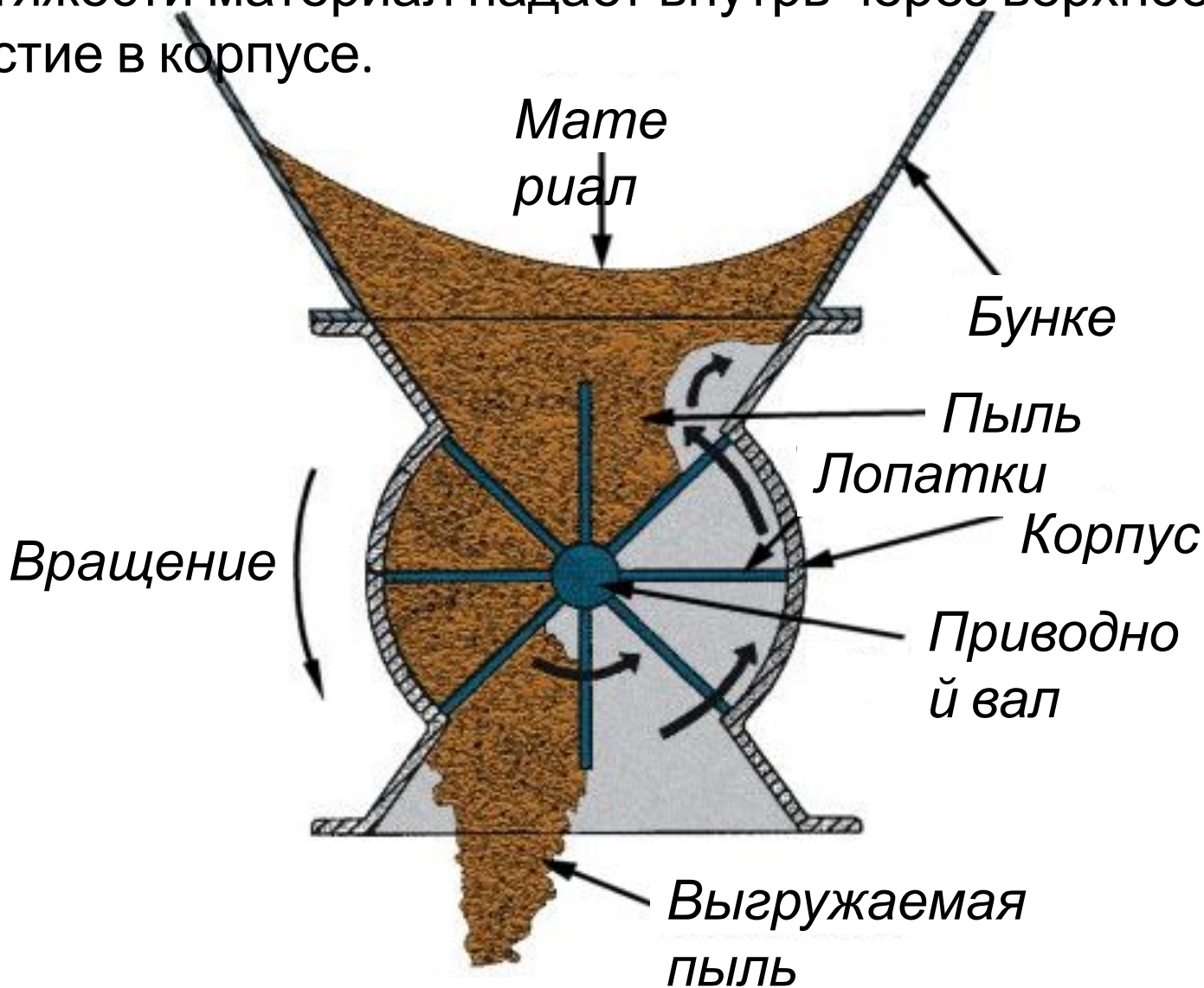


Ротор дозатора состоит из главного приводного вала и группы лопаток. Пространство между лопатками образует карман, который захватывает, перемещает и выгружает материал.

Минимальный зазор между кромками лопаток и внутренней поверхностью корпуса образует прецизионное подвижное уплотнение.

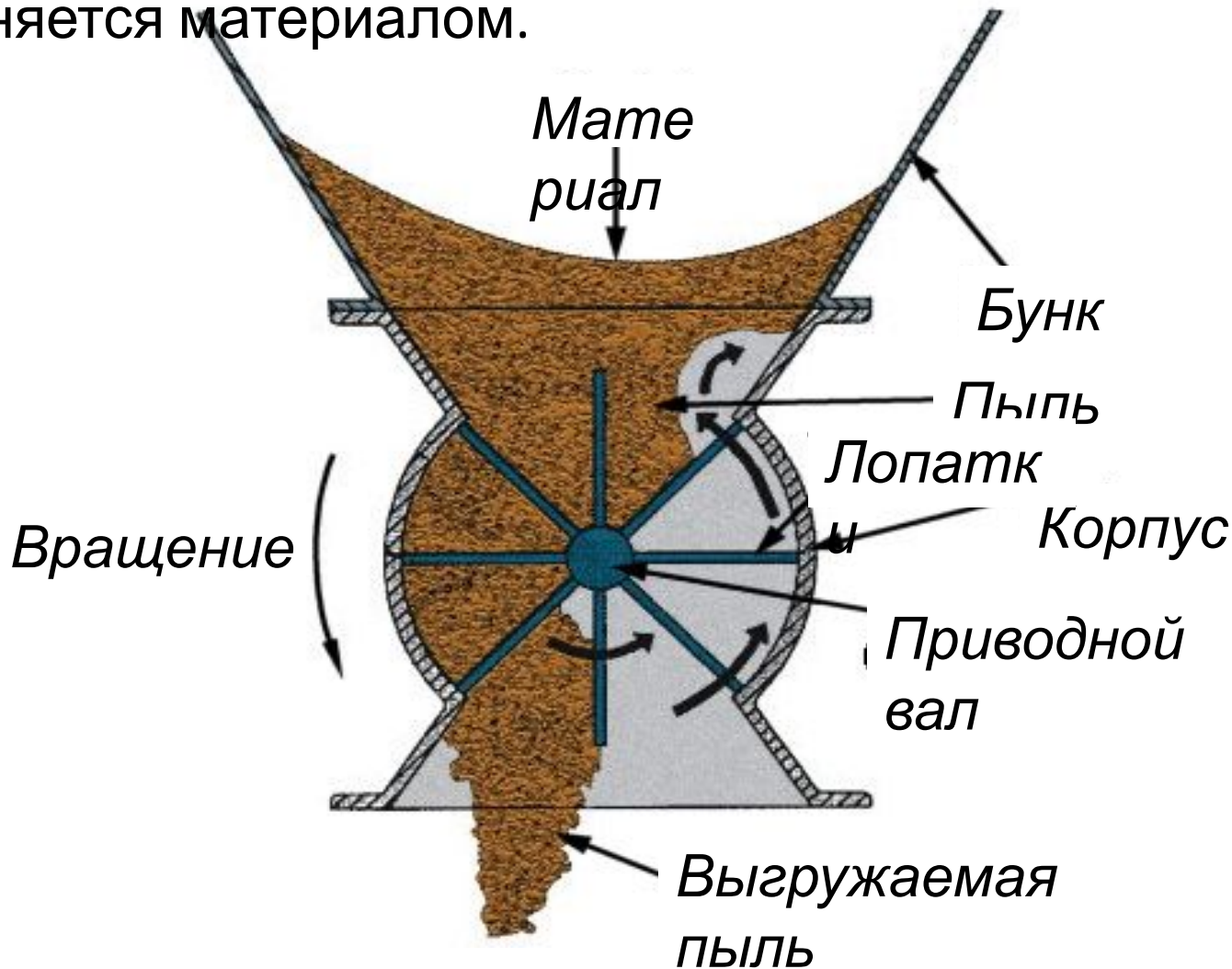


По мере вращения ротора дозатора каждый карман, достигая верхней точки, заполняется материалом. Под действием силы тяжести материал падает внутрь через верхнее отверстие в корпусе.

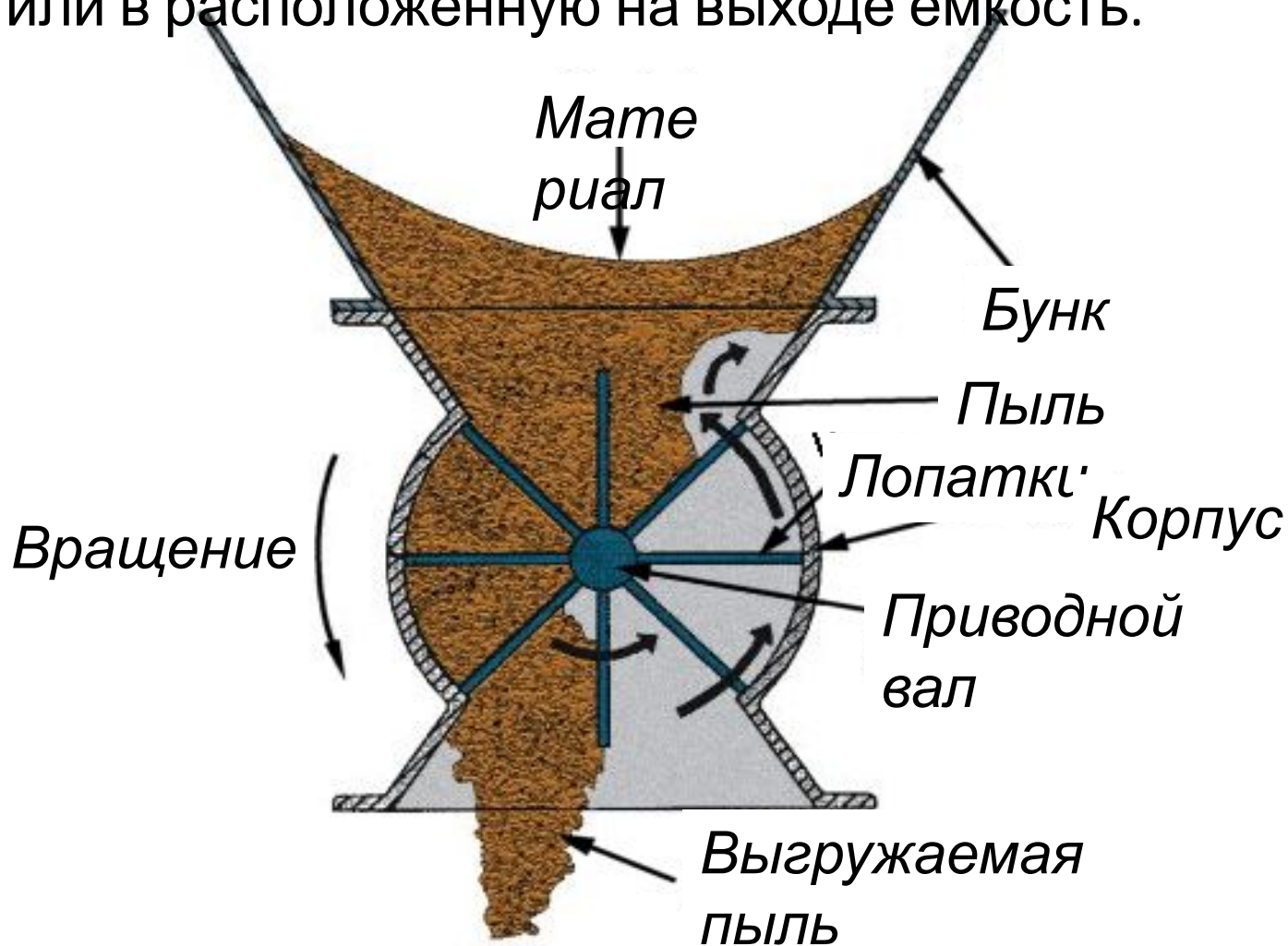




Заполненный карман движется дальше и изолируется от емкости за счет минимального зазора между кромками лопаток и корпусом. Одновременно с этим под емкостью появляется следующий пустой карман, который также заполняется материалом.



По мере вращения клапана заполненный карман достигает нижней точки. Затем материал падает через отверстие в днище корпуса и попадает в разгрузочный желоб или в расположенную на выходе емкость.

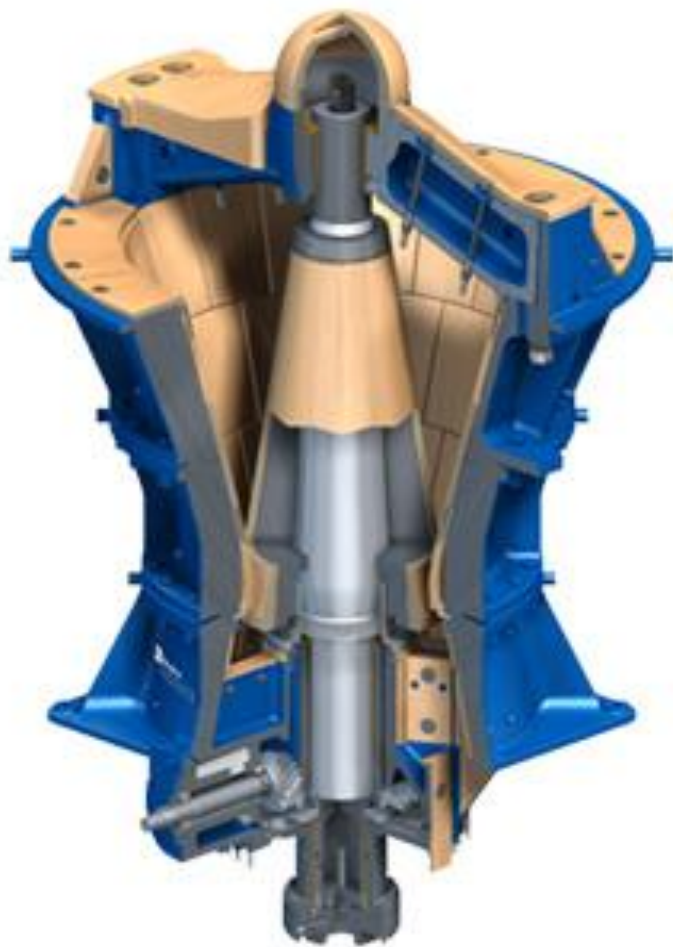


# Практическое занятие

Сейчас инструктор проведет вас на участок дробления, галечного дробления и измельчения под высоким давлением и покажет основные (внешние) детали и принцип работы вибрационных грохотов, конусной дробилки, валкового пресса высокого давления и пылеуловителя.

Инструктор может задавать вам вопросы, чтобы проверить, насколько вы усвоили информацию, представленную в настоящей презентации.

# Заключение



Дробление - это первая стадия измельчения исходной руды до размера, позволяющего выполнить флотацию.

Дробление предназначено для измельчения руды до 150 мм.

На участке измельчения дробленая руда измельчается до 180 мкм.

На участке дробления фабрики Бозшаколь





Твердая крупная фракция размером более 10 мм, выходящая из мельницы первой стадии измельчения (ПСИ) направляется на галечное дробление и измельчение под высоким давлением. На этом участке используется конусная дробилка и валковый пресс высокого давления.

# Тестирование

- Вам предстоит пройти письменное тестирование.
- На выполнение задания дается **60** минут.
- Мы проверим ответы, когда все завершат выполнение задания.