

**Презентация к уроку по
дисциплине «Строительные машины и средства малой
механизации» для 3 курса
по теме «Машины и оборудование для дробления, сортировки и
мойки каменных материалов»
Специальность: 08.02.01 «Строительство и эксплуатация
зданий и сооружений».**

Т. 10.1. Машины и оборудование для дробления, сортировки и мойки каменных материалов

Разработала преподаватель Конева Л.

М.

Верхняя Пышма 2018

- **Машины для дробления каменных материалов**
- В строительстве ежегодно потребляется большое количество каменных материалов: щебня, гравия и песка. Большая часть этих материалов используется на приготовление бетона. Добыча песка и гравия производится в естественных отложениях механическим или гидравлическим способом, а щебня из естественного камня путем дробления взорванных скальных пород. Добываемые каменные материалы перерабатываются на камнедробильных и промывочно-сортировочных заводах, а затем в виде готового продукта стандартного качества доставляются потребителю.
- Качество щебня характеризуется сортовым

- В зависимости от крупности зерен щебень разделяют на фракции 5...10; 10...20; 20...40 и 40...70 мм. Кроме того, для дорожного строительства допускаются фракции 3...10; 10...15; 15...20 мм и для балластного слоя железнодорожного пути 25...50 мм. Для массивных бетонных сооружений верхний предел крупности может достигать 120...150 мм. По форме зерен их классифицируют на лещадные, у которых ширина в три раза и более меньше длины, и кубообразные. Действующие ГОСТы не допускают содержание в щебне и гравии зерен лещадной формы более 15 %. Щебень из гравия получают дроблением гравия и валунов. Требования к щебню, полученному из гравия, в основном такие же, как к щебню, полученному из взорванных каменных пород. Механическая прочность щебня определяется прочностью горных пород, из которых он получен. Различают породы малой прочности 30...80 МПа, средней прочности 80...150 МПа и высокой прочности более 150 МПа.

- Пески по степени крупности разделяют по модулю крупности и другим показателям на крупные, средние и мелкие. В процессе переработки нерудных материалов для освобождения песка и в отдельных случаях щебня от глинистых и других вредных частиц применяют промывку и обезвоживание. Обезвоживание производят для снижения влажности до уровня, допускающего его транспортирование, и предотвращения смерзания в зимнее время.
- Дробление каменных материалов осуществляется приложением статических и динамических нагрузок. Материалы измельчают раздавливанием, разрушением ударом, истиранием, раскалыванием, а также разрушением взрывом. Во многих случаях дробление происходит при одновременном действии раздавливания и истирания.
- *Степенью дробления* называют отношение размера наиболее крупных, загружаемых в дробилку камней к размеру максимальных зерен в продукте дробления:

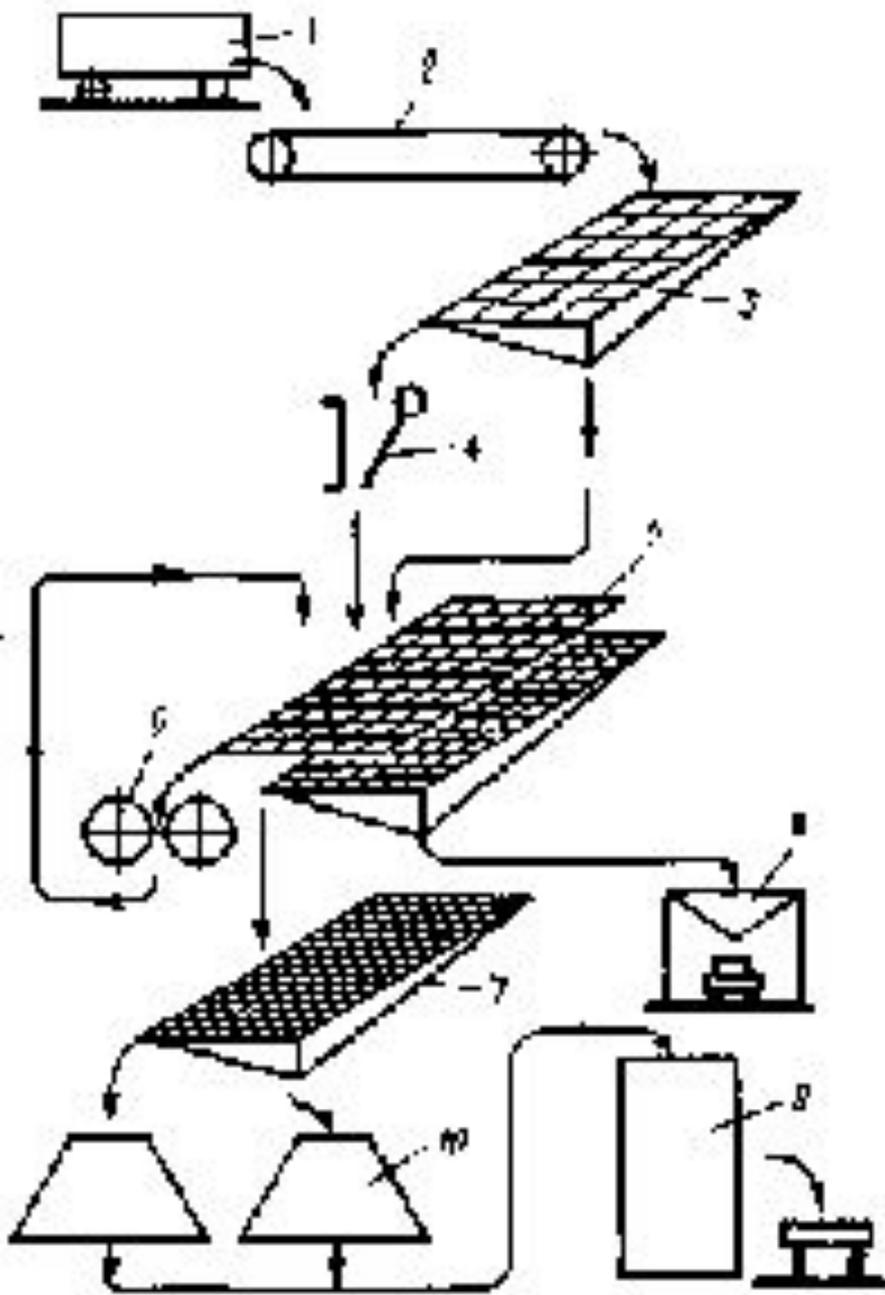
$$I = D_{\max} / d_{\max},$$

- Дробление разделяют на крупное ($D_{\max} = 1200 \dots 1500$ мм, $d_{\max} = 100 \dots 300$ мм), среднее ($D_{\max} = 100 \dots 300$ мм, $d_{\max} = 30 \dots 100$ мм), мелкое ($D_{\max} = 30 \dots 100$ мм, $d_{\max} = 5 \dots 30$ мм) и тонкое (помол).
- Дробление пород высокой и средней прочности осуществляют раздавливанием, раскалыванием и ударом; помол — истиранием

- В зависимости от степени измельчения материалов дробильные машины разделяют на дробилки и мельницы. Некоторые машины могут работать как дробилки и как мельницы (например, валковые дробилки, бегуны).
- По принципу действия и конструктивным признакам **дробилки делят на:**
 1. щековые,
 2. конусные,
 3. валковые,
 4. молотковые,
 5. роторные дробилки;
 - **мельницы** — на:
 1. барабанные,
 2. шаровые,
 3. бегунковые,
 4. вибрационные.

- Различные типы дробилок позволяют получить определенную, присущую данной конструкции, степень дробления: щековые — 2...8; валковые — 1,5...10; конусные — 3...8; молотковые — 5...30; мельницы — 10...20.
- Выбор типа дробильного оборудования осуществляют в зависимости от максимальной крупности кусков исходного материала, его прочности, необходимой степени дробления и требуемой производительности.

- Дробление материалов ведут в одну или несколько стадий. Преимущественное распространение получило стадийное дробление, при котором материал дробят в 2...3 приема на дробилках разных типов. Уже на каждой стадии дробления получают материал с требуемыми размерами кусков. Такие куски отсеиваются на грохоте, установленном перед дробилками разных стадий. Дробилки последних стадий работают, как правило, в замкнутом цикле с виброгрохотом, при этом материал крупнее заданного размера возвращается в ту же дробилку для повторного дробления (рис. 1).



- 1 – вагонетка;
- 2 – пластинчатый конвейер;
- 3 – колосниковый грохот;
- 4 – щековая дробилка;
- 5 – виброгрохот;
- 6 – валковая дробилка;
- 7 – виброгрохот;
- 8 – бункер для песка и пыли;
- 9 – расходный бункер;
- 10 – склады товарного щебня

Рисунок 1. Типовая схема дробильно-сортировочной

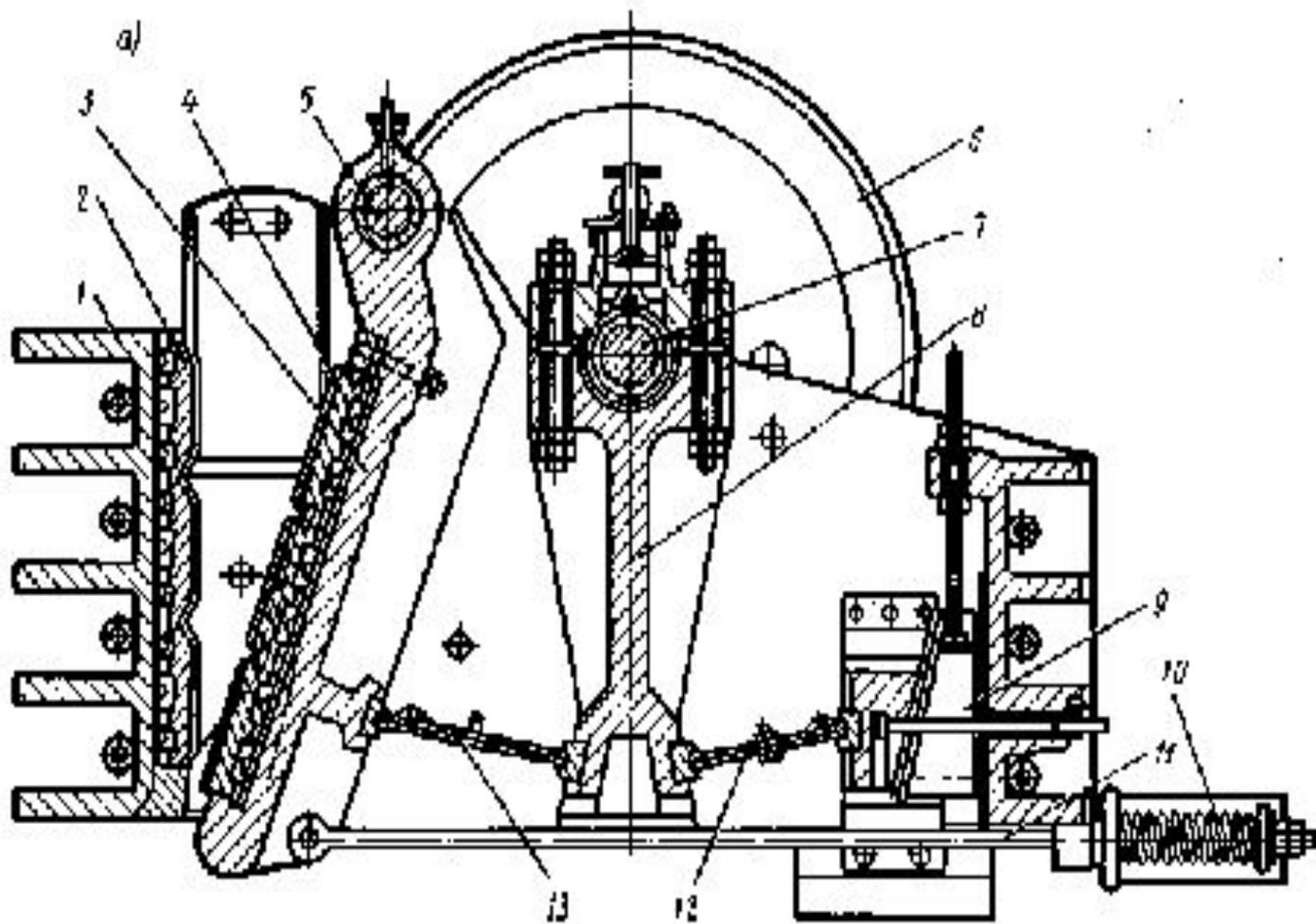


Рисунок 2. Щековая дробилка с простым качанием щеки:
а — конструктивная схема;

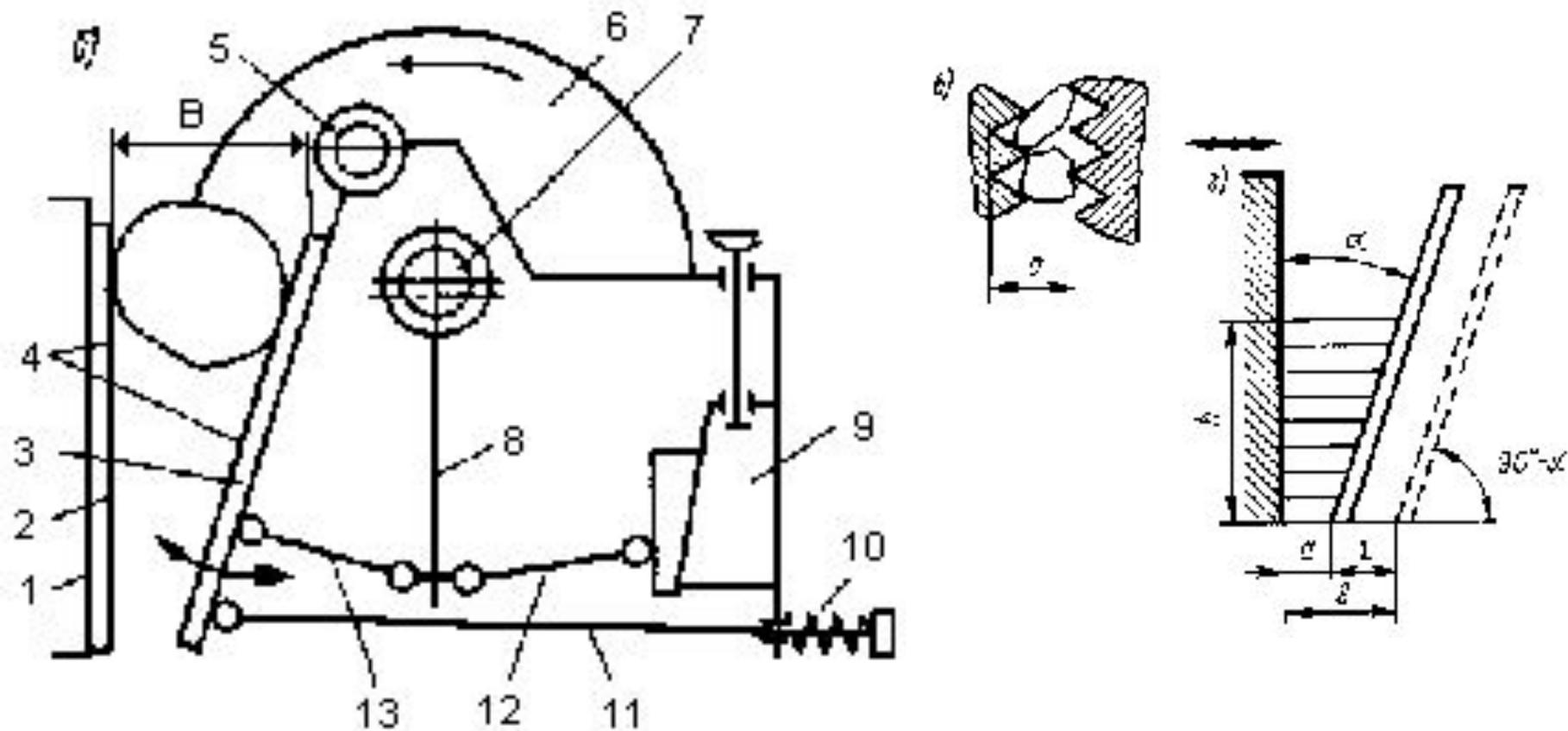


Рисунок 2. Щековая дробилка с простым качанием щеки:
 б — кинематическая схема;
 в — схема прохождения материала через разгрузочную щель;
 г — схема для определения производительности щековой

- Состоит из сварного корпуса 1, в котором в подшипниках установлен эксцентриковый вал 7 с подвешенным к нему шатуном 8. Нижний конец шатуна имеет специальные гнезда, в которых свободно вставлены концы распорных плит 12 и 13. Противоположный конец распорной плиты 13 вставлен в гнездо подвижной щеки 3, подвешенной на оси 5. Конец плиты 12 упирается в клиновой упор регулировочного устройства 9. Тяга 11 и пружина 10 обеспечивают обратное движение подвижной щеки и удерживают от выпадения распорные плиты. К неподвижной 2 и подвижной щекам крепятся дробящие плиты 4 с вертикальным рифлением, являющиеся основными рабочими органами щековых дробилок.

- Рабочие поверхности дробящих плит и боковые стенки корпуса дробилки образуют камеру дробления. Дробящие плиты устанавливают так, чтобы выступы одной располагались против впадин другой (рис. 2, в). Привод дробилки состоит из электродвигателя и многорядной клиноременной передачи с массивным шкивом-маховиком 6.
- Для обеспечения пуска дробилок, а также пуска дробилок под завалом в последних конструкциях дробилок применен вспомогательный привод (рис 3).

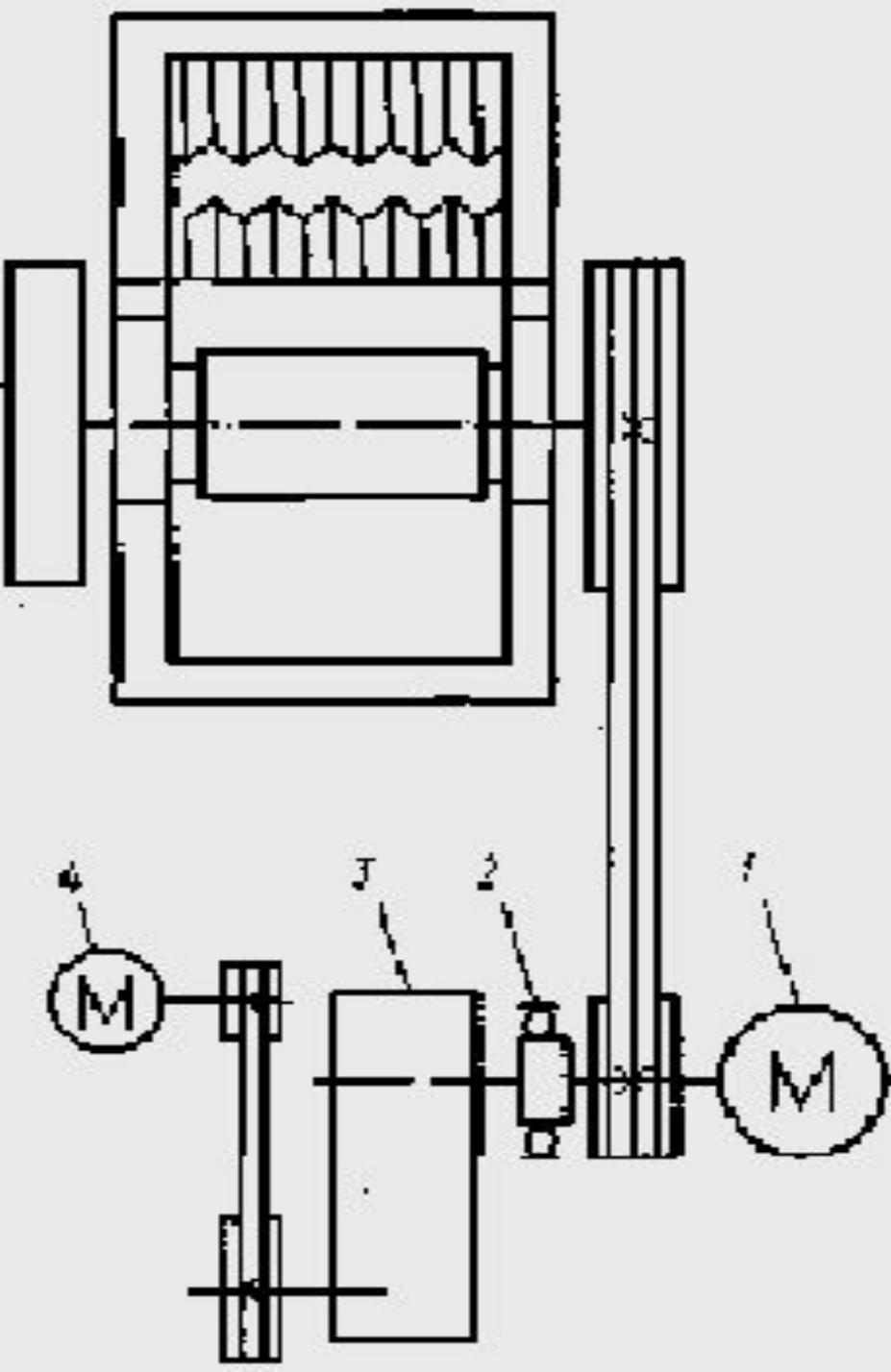


Рис. 3. Схема
вспомогательного
привода

- Он состоит из электродвигателя меньшей мощности 4, зубчатого редуктора 3 с большим передаточным числом, обгонной муфты 2, соединенной с валом главного электродвигателя 1. Трогание с места осуществляется вспомогательным приводом. После этого включается главный двигатель, а вспомогательный привод автоматически отключается.
- Режим работы дробилки изменяется регулировкой выходной щели с помощью клинового или иной конструкции регулировочного устройства. Выходную щель измеряют между вершиной и впадиной дробящих плит в момент наибольшего удаления подвижной щеки. Ширина разгрузочной щели составляет 40...120 мм для дробилок среднего дробления и 100... 250 мм для крупного дробления. При вращении эксцентрикового вала подвижная щека проводится в качательное, подобно маятнику,

- За один оборот эксцентрикового вала подвижная щека, приближаясь к неподвижной, совершает рабочий ход (дробление) и холостой ход, при котором продукт дробления выпадает через разгрузочную щель. Для щековых дробилок с простым качанием щеки наиболее характерным видом разрушения материала является раздавливание, раскалывание и излом. Поэтому их применяют для крупного и среднего дробления высокопрочных пород на первичной стадии дробления.

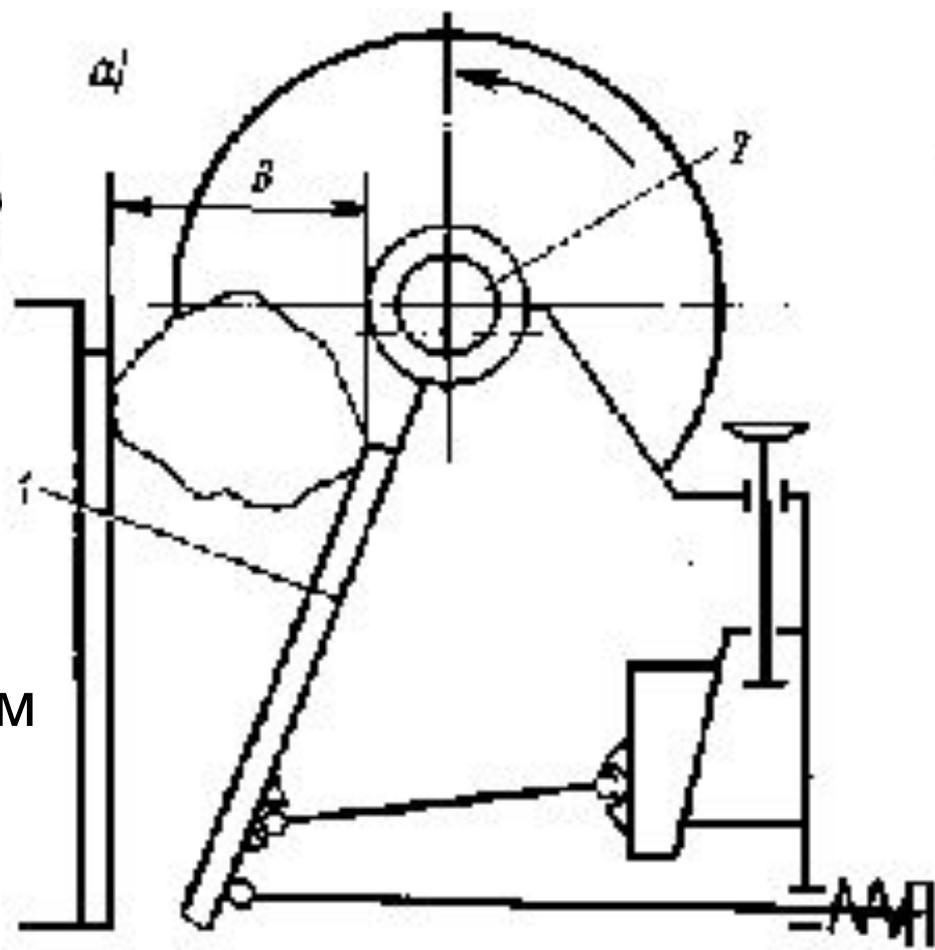
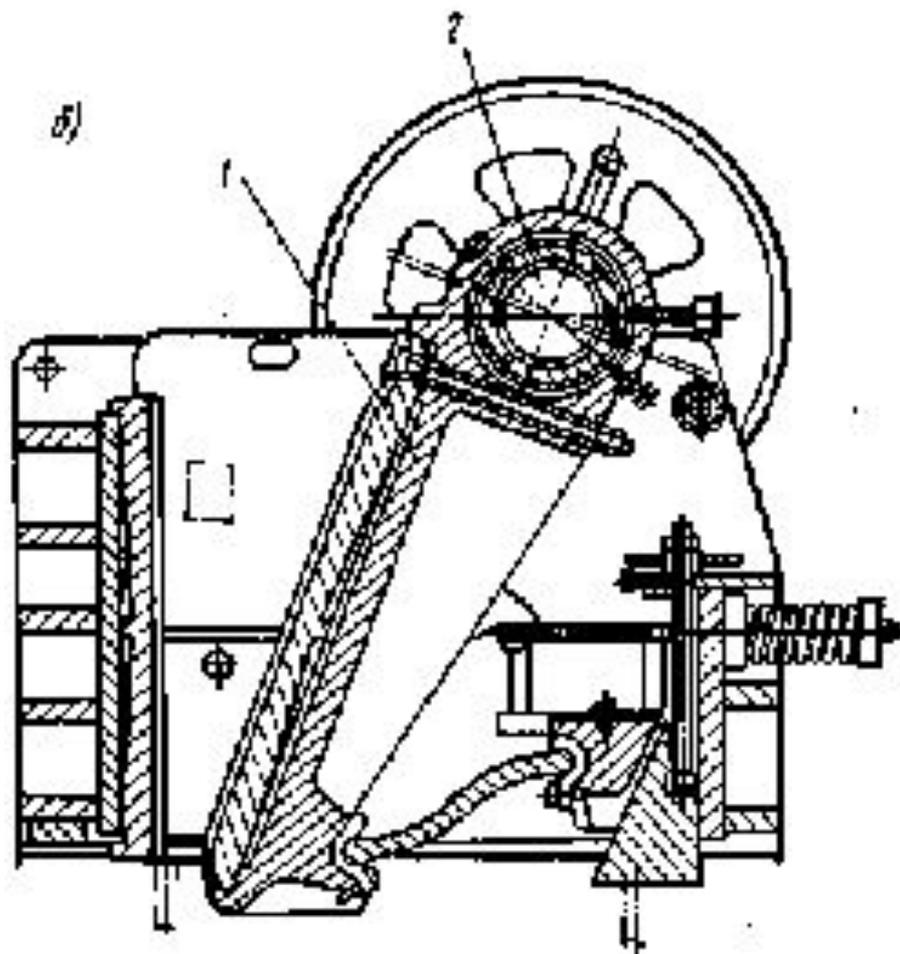


Рис. 4. Кинематическая схема щековой дробилки со сложным качанием щеки: (а), ее конструктивная схема (б)

- По конструкции проще, чем с простым качанием, и имеет меньшую массу. В ней отсутствует шатун, а подвижная щека 1 подвешена непосредственно к эксцентриковому валу 2, в результате чего точки подвижной щеки движутся по эллиптическим траекториям с минимальной разностью осей эллипса вверху и максимальной внизу. Дробление материала происходит в результате раздавливания, раскалывания, излома и истирания материала. Дробилки со сложным качанием щеки применяют для среднего и мелкого дробления пород средней крепости. Сложное движение подвижной щеки приводит к более интенсивному износу дробящих плит и более частой их замене.
- Недостатками щековых дробилок являются циклический характер их работы и высокая энергоемкость процесса разрушения. Удельная мощность [кВт/(м³/ч)] при минимальной ширине разгрузочной щели достигает у дробилок с простым качанием 1,2...4,6 и со сложным качанием щеки — 0,8...1,6.

- **Конусные дробилки** применяют для дробления пород с прочностью $\sigma_{сж}$ до 300 МПа с высокой степенью абразивности.
- В таких дробилках материал раздавливается в камере дробления рабочим конусом, совершающим пространственное качение внутри неподвижного конуса (рис. 5, а, б).

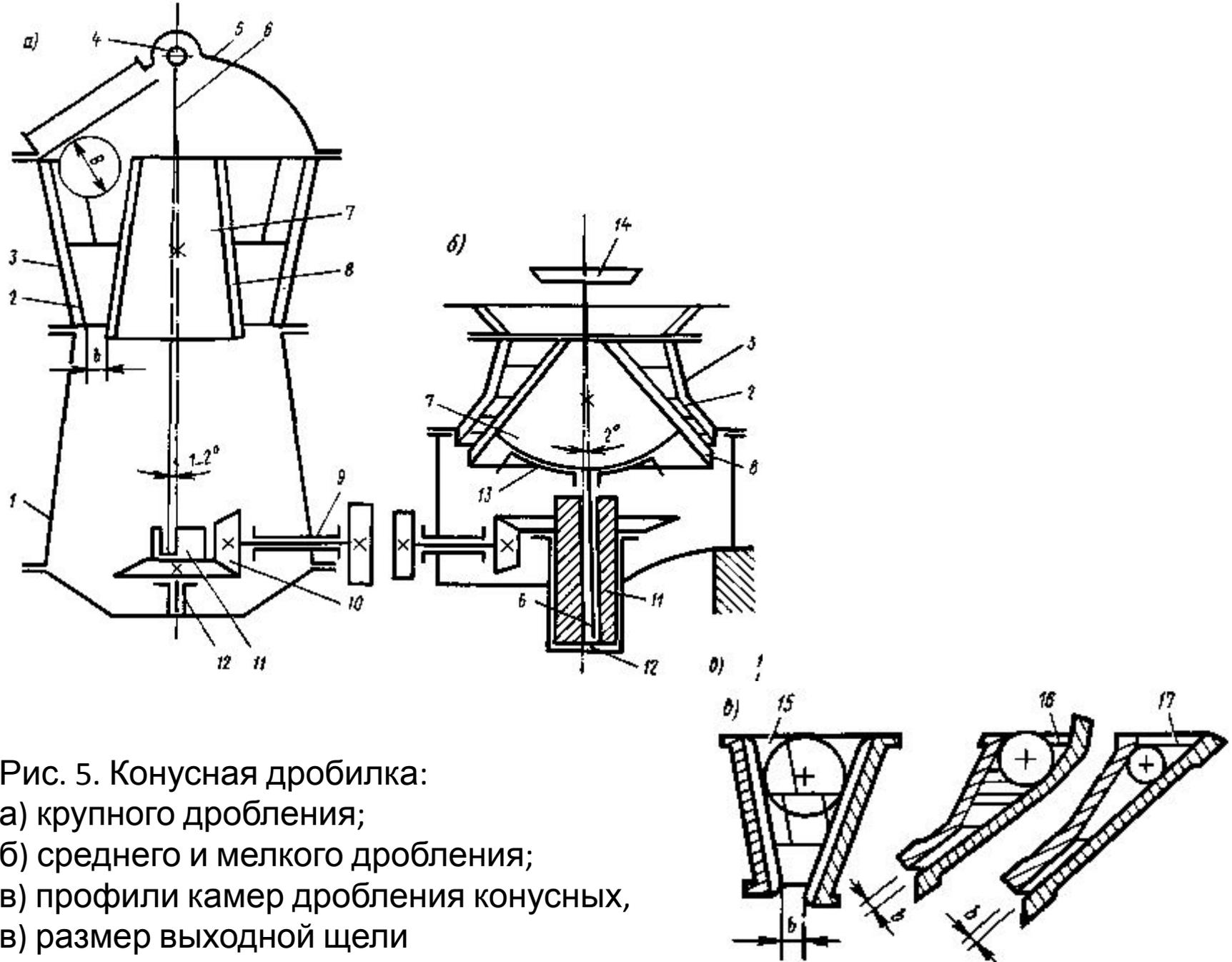


Рис. 5. Конусная дробилка:
а) крупного дробления;
б) среднего и мелкого дробления;
в) профили камер дробления конусных,
в) размер выходной щели

- В каждый момент одна из образующих дробящего конуса оказывается наиболее приближенной к внутренней поверхности неподвижного конуса, а противоположная ей образующая — наиболее удаленной. Таким образом, в любой момент поверхности дробящих конусов, сближаясь, производят дробление материала, а в зоне удаления этих поверхностей ранее раздробленный материал под действием собственной массы разгружается через кольцеобразную выпускную щель.
- Процесс дробления в конусных дробилках, в отличие от щековых, происходит непрерывно при последовательном перемещении зоны дробления по окружности конусов, что способствует более равномерной нагрузке механизма и двигателя дробилки. Размер наибольших кусков, которые могут быть загружены в дробилку, определяется радиальной шириной загрузочного отверстия. Характеристика крупности дробления и производительность дробилки зависят от радиальной ширины загрузочного отверстия.

- Различают конусные дробилки для крупного, среднего и мелкого дробления. Они отличаются между собой способом установки и углами конусности дробящих конусов.
- В конусных дробилках для крупного дробления (рис. 5, а) измельчение материала производится в кольцевом рабочем пространстве, образованном двумя конусами: неподвижным 2 и подвижным — дробящим 7. Первый закреплен к основанию дробилки 1. Дробящий конус плотно насажен на вал 6, верхний конец которого шарнирно с помощью подвесного подшипника 4 крепится к траверсе 5, а нижний — свободно входит в стакан-эксцентрик 11. Последний может вращаться в вертикальном подшипнике 12 станины дробилки. Вращение стакану-эксцентрику передается от электродвигателя через горизонтальный вал 9 и коническую передачу-10. Дробящие конусы бронированы плитами 3 и 8 из износостойкой стали. Геометрические оси подвижного и неподвижного конусов образуют угол до $2...3^{\circ}$. При вращении эксцентрикового стакана геометрическая ось подвижного конуса описывает коническую поверхность с вершиной в точке подвеса вала, а сам конус совершает круговые качания внутри неподвижного. Дробление материала происходит в зоне, где поверхности конусов сближаются, а разгрузка — там, где эти поверхности расходятся.

- Максимальная крупность кусков, загруженных в дробилку при $B = 900, 1200$ и 1500 мм, составляет соответственно $750, 1000$ и 1200 мм, а ширина разгрузочной щели — $125...225$ мм.
- Конусные дробилки для среднего и мелкого дробления (рис. 5, б) значительно отличаются от дробилок для крупного дробления прежде всего очертанием профиля рабочего пространства. Подвижный дробящий конус 7 имеет угол при вершине $80...100^\circ$ «пологий конус», у дробилок крупного дробления этот угол составляет $20...30^\circ$ («крутой конус»). Неподвижный дробящий конус 3 также расширяется книзу, образуя с подвижным «параллельную зону» (рис. 5, в), при движении по которой материал подвергается неоднократному сжатию и дроблению до размера, равного выходной щели.

- Поэтому крупность продукта дробления определяется шириной закрытой, а не открытой, как у дробилок крупного дробления, разгрузочной щели. Камеры дробления этих дробилок принимают меньшие по размеру куски и выдают более мелкий продукт.
- Наибольший размер загружаемого куска в дробилки среднего дробления 60...300 мм при размере разгрузочного отверстия 12...60 мм; у дробилок мелкого дробления соответственно 8...170 мм при размере разгрузочного отверстия 5...20 мм.

- **Валковые дробилки.** Рабочими органами валковой дробилки (рис. 6) являются два параллельных цилиндрических валка 2 и 4, вращающиеся навстречу один другому. Попадающий в рабочую зону кусок материала увлекается трением о поверхность валков и затягивается в рабочее пространство, где подвергается дроблению в результате раскалывания, излома и истирания. Поверхности валков изготовляют гладкими и рифлеными. Валки монтируются на станине 1 в подшипниках 3 и 6. Подшипники одного либо двух валков имеют пружинные опоры 5, которые могут перемещаться в направляющих при попадании в дробилку не дробимого предмета. Вращение валка сообщается от электродвигателя через клиноременную передачу с частотой 75...190

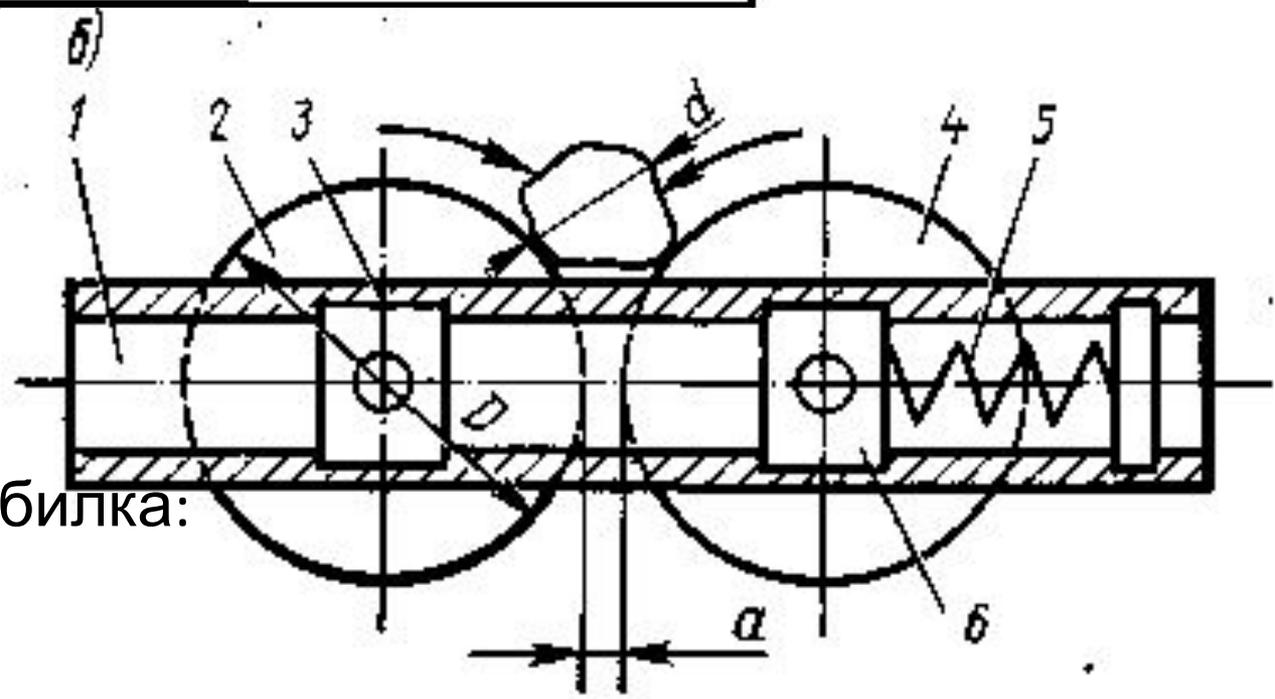
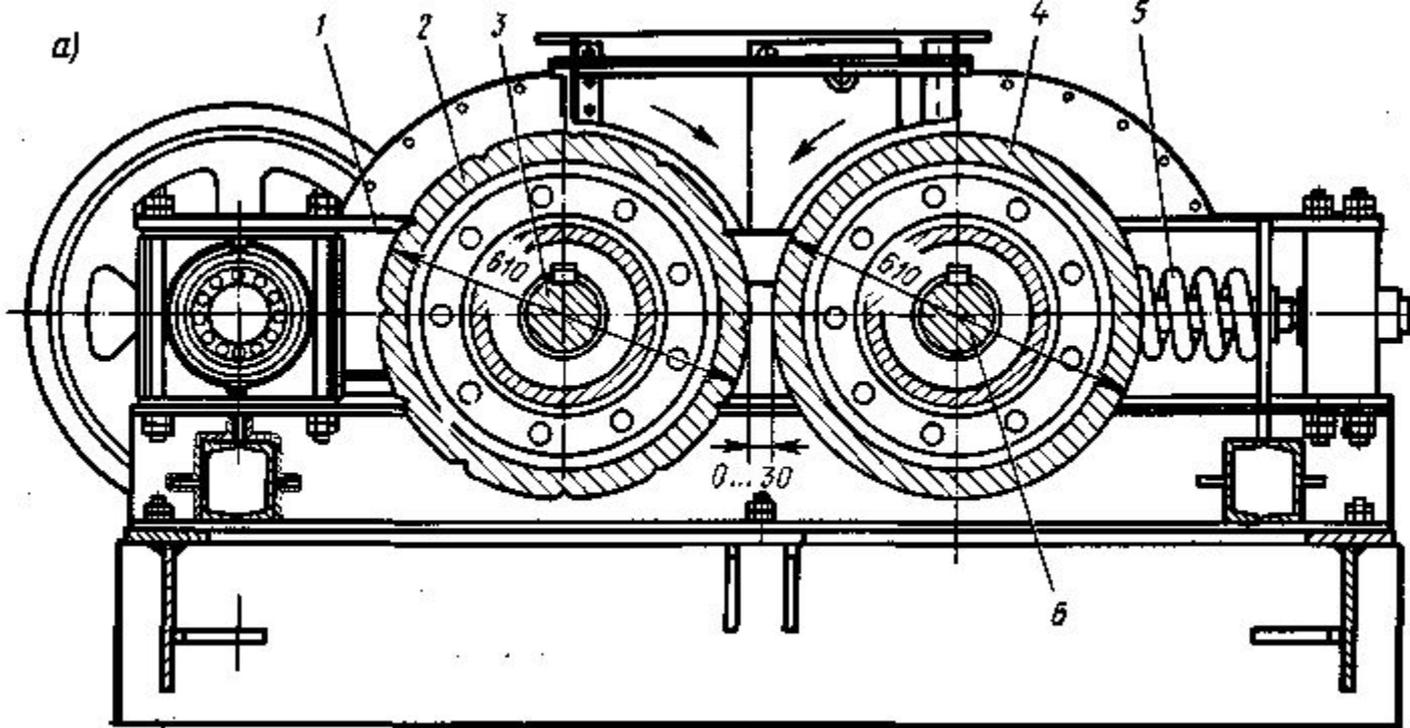


Рис. 6. Валковые дробилка:
 а) Конструкция;
 б) Схема дробилки.

- **Роторные и молотковые дробилки.** Роторные дробилки применяют для дробления известняка, доломита, руд, мрамора и других подобных им материалов, обладающих малой абразивностью. Их выпускают двух типов: для крупного дробления, которые используют на первичной стадии дробления; для среднего и мелкого дробления, используемые на заключительных стадиях дробления. Работа таких дробилок основана на принципе разрушения пород ударными нагрузками. Роторные дробилки обеспечивают получение щебня высокого качества, преимущественно кубообразной формы, с одновременным обогащением продукта дробления, так как более слабые составляющие пород подвергаются значительному измельчению и отсеиванию от основных фракций.
- Роторная дробилка представляет собой коробчатый корпус 3, в котором размещены вращающийся с большой скоростью ротор 1 с жестко закрепленными на его внешней поверхности билами 2 (рис. 7.).

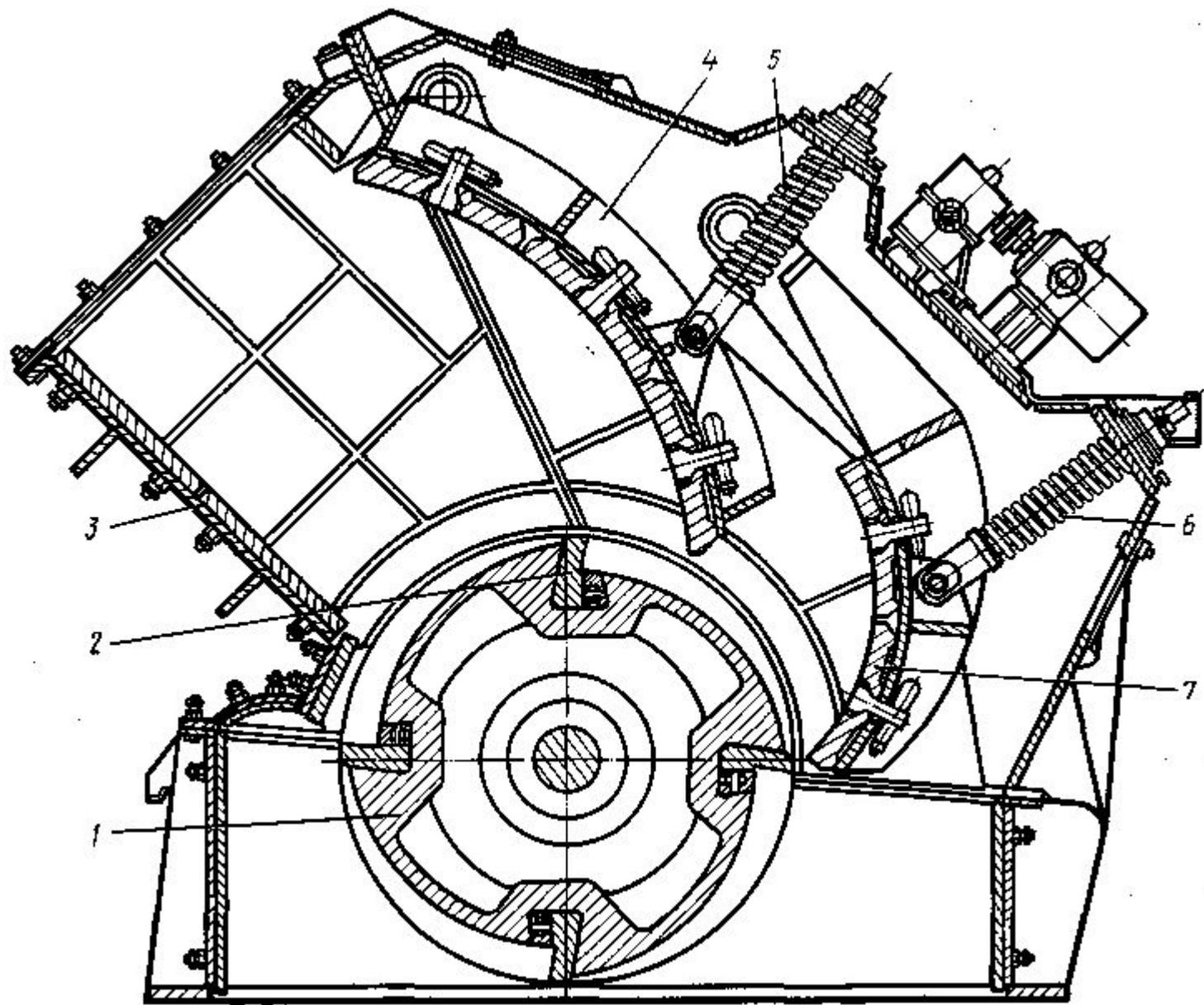


Рис. 7. Роторная дробилка.

- Вращение ротору сообщается от электродвигателя через клиноременную передачу. Внутри корпуса подвешены отражательные плиты 4 и 7, нижняя часть которых опирается на пружинно-регулирующее устройство 5 и 6, позволяющее регулировать ширину выходной щели, а также пропускать не дробимое тело при его попадании в камеру дробления. Дробление материала осуществляется в результате удара по нему бил и удара кусков об отражательные плиты, чем достигается высокая (10...20) степень дробления. В сравнении с другими типами дробилок роторные дробилки имеют меньшую металлоемкость, небольшие габариты, что в сочетании с высокой степенью дробления обусловило применение их в передвижных дробильных установках. Размер наибольшего куска, загружаемого в дробилки крупного дробления, 800...1000 мм, среднего — 400...600 мм при окружной скорости 20...35 м/с.
- Для дробления пород средней прочности, а также мягких материалов, таких как шпек, биде, медь, белиш

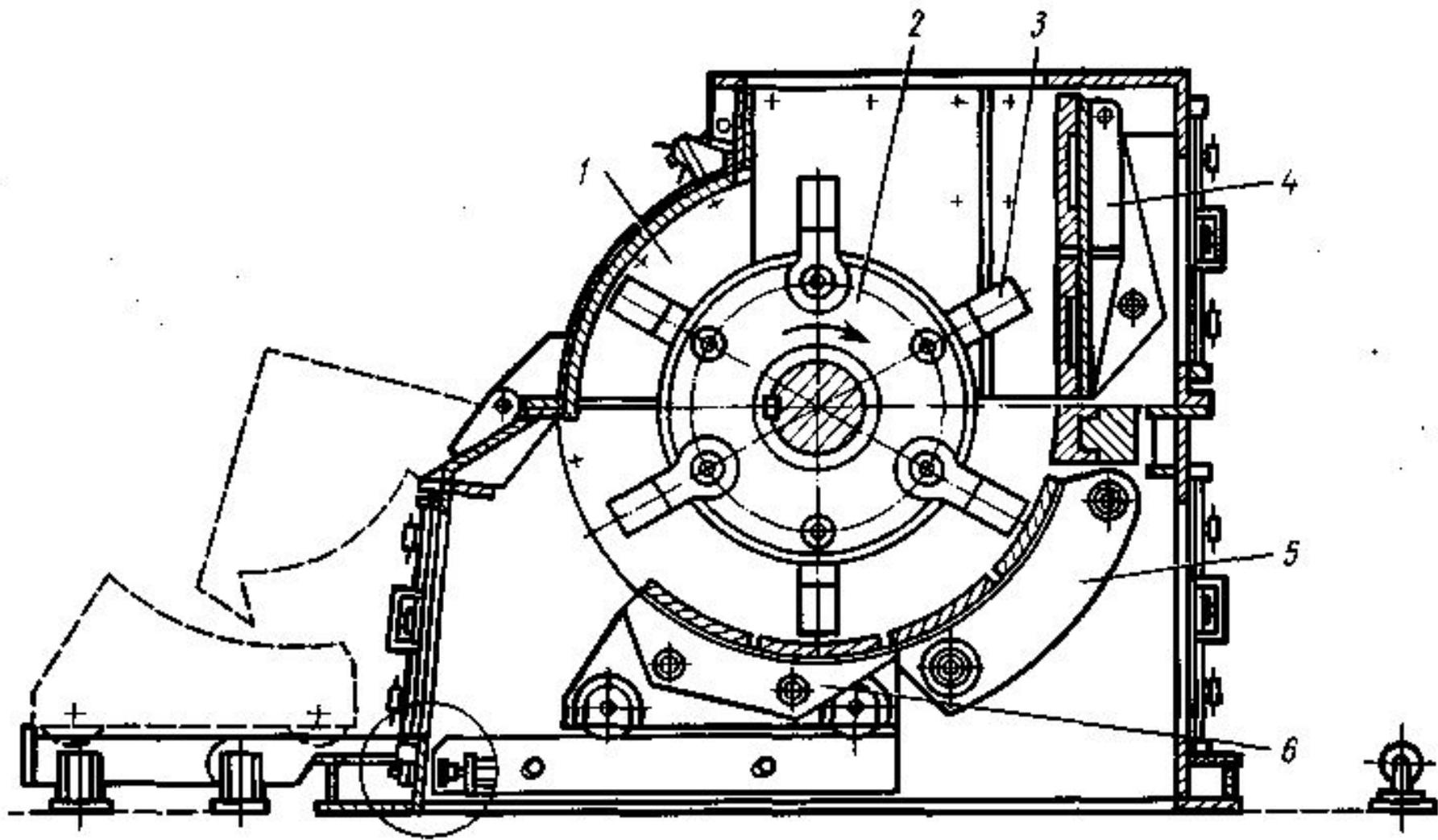


Рис. 8 Молотковая дробилка

- **Машины для сортировки каменных материалов**
- Процесс разделения массы или смеси зерен природного происхождения на классы по крупности называется *грохочением* или *сортировкой*.
- Грохочение осуществляют механическим, гидравлическим, воздушным и магнитным способами. Наиболее распространен механический способ, при котором дробленую массу разделяют путем просеивания на грохотах. Основной частью грохота является просеивающая поверхность. Она выполняется в виде сита из плетеной или сварной сетки, а также решета, штампованного из листовой стали, или литого из резины. Сита и решета должны быть прочными, сохранять в процессе работы

- Различают грохочение предварительное, промежуточное, товарное (окончательное). Предварительное грохочение применяют для грубой сортировки на крупные и мелкие куски перед дробилками первичного дробления. При промежуточном грохочении из дробленого материала отделяются более крупные куски для направления в дробилки последующих стадий дробления. При окончательном грохочении материал разделяют на фракции в соответствии с требованиями стандарта. Разделение материала по крупности на фракции осуществляется в результате придания поверхности грохочения определенных по частоте и амплитуде колебаний, обеспечивающих эффективное встряхивание материала и прохождение зерен через просеивающие поверхности. На грохотах можно устанавливать до трех сит. Сита располагают в одной плоскости (грохочение от мелкого к крупному) или

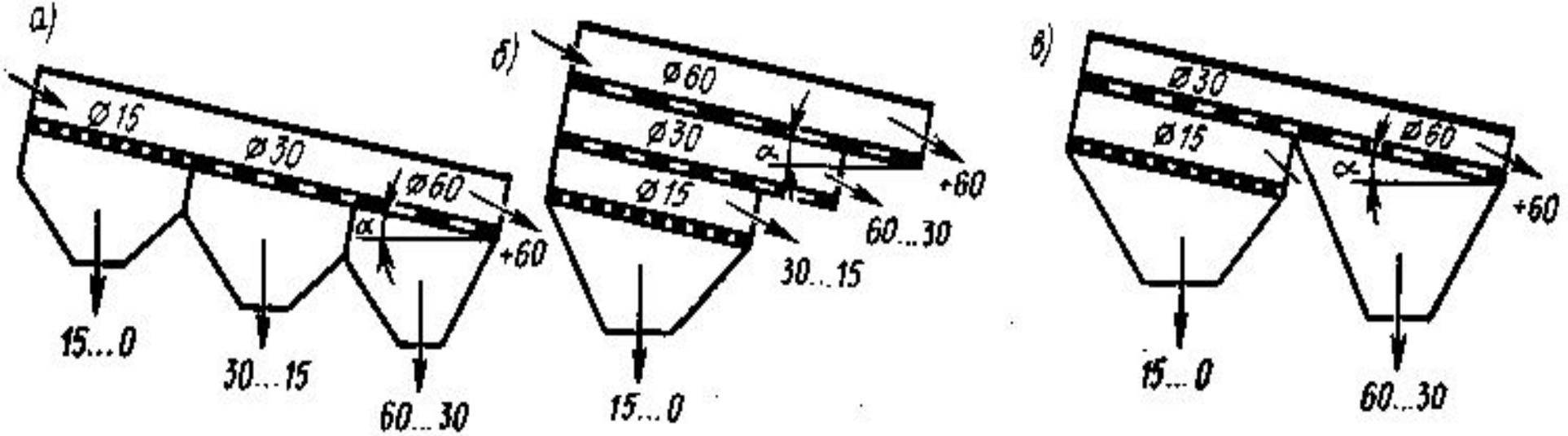


Рис. 9

Схемы расположения сит на грохотах:

- а) от мелкого к крупному
- б) от крупного к мелкому
- в) комбинированное

При грохочении от мелкого к крупному (рис. 9) грохот имеет конструкцию простую, удобную для осмотра и ремонта сит. Недостатками такой схемы являются большая длина грохота, интенсивный износ первого сита, низкое качество грохочения, так как мелкие частицы увлекаются более крупными.

- При грохочении от крупного к мелкому достигаются высокое качество сортирования, более равномерный износ сит, однако ухудшается возможность наблюдения за работой грохота. Комбинированная схема по сравнению с другими занимает промежуточное положение и является наиболее распространенной.
- При перемещении по просеивающей поверхности сит материал разделяется по крупности. Зерна материала, превышающие размер отверстий сит, сходят с поверхности грохочения, образуя верхний класс. Зерна материала, прошедшие через отверстия, называются *нижним классом*. Нижний класс каждого предыдущего сита является исходным материалом для следующего расположенного за ним сита. При движении материалов по ситам не все зерна размером меньше отверстия сита могут пройти через него.

- В результате верхний класс оказывается засоренным зернами нижнего класса. Отношение (в процентах) массы зерен, прошедших сквозь сито, к количеству материала такой же крупности, содержащегося в исходном материале, называют *эффективностью грохочения*. Эталонное значение эффективности грохочения в зависимости от материала и типа грохотов составляет 86...91 %.
- По исполнению и типу привода грохоты делят на неподвижные колосниковые, барабанные вращающиеся, эксцентрикковые и

- **Неподвижные грохоты.** Такие грохоты представляют собой колосниковые решетки из износостойкой стали с высоким ударным сопротивлением. Их применяют для предварительного грохочения.
- **Барабанные грохоты.** Они имеют наклонный, под углом $5...7^\circ$, вращающийся барабан, состоящий из секций с различными размерами отверстий. Загрузка осуществляется в секцию с меньшими размерами отверстий. При трех секционном барабане получают четыре фракции щебня. Диаметры барабанов таких грохотов 600...1000 мм при длине 3...3,5 м. Частота вращения грохота зависит от его диаметра и составляет $15...20 \text{ мин}^{-1}$. При большей частоте грохочение прекращается. Производительность их $10...45 \text{ м}^3/\text{ч}$ при мощности двигателя 1,7...4,5 кВт. В связи с низким качеством грохочения и большим расходом энергии барабанные грохоты имеют

- **Эксцентрикковые грохоты.** Грохот (рис. 10, а) состоит из наклонного под углом $15...25^\circ$ короба 1 с ситами 6 и 8; шарнирно подвешенного к шейкам приводного эксцентриккового вала 7 с дебалансами 5 и опирающегося на пружины 2. Вращение вала передается от электродвигателя 3 через клиноремennую передачу 4. При такой подвеске короба материал на его просеивающей поверхности получает круговые колебания с постоянной амплитудой, равной двойному эксцентриситету вала, при любой нагрузке. Эксцентрикковые грохоты изготовляют с двумя ситами размером 1500×3750 мм и амплитудой колебаний $3...4,5$ мм и частотой колебаний $800...1400$ в минуту.

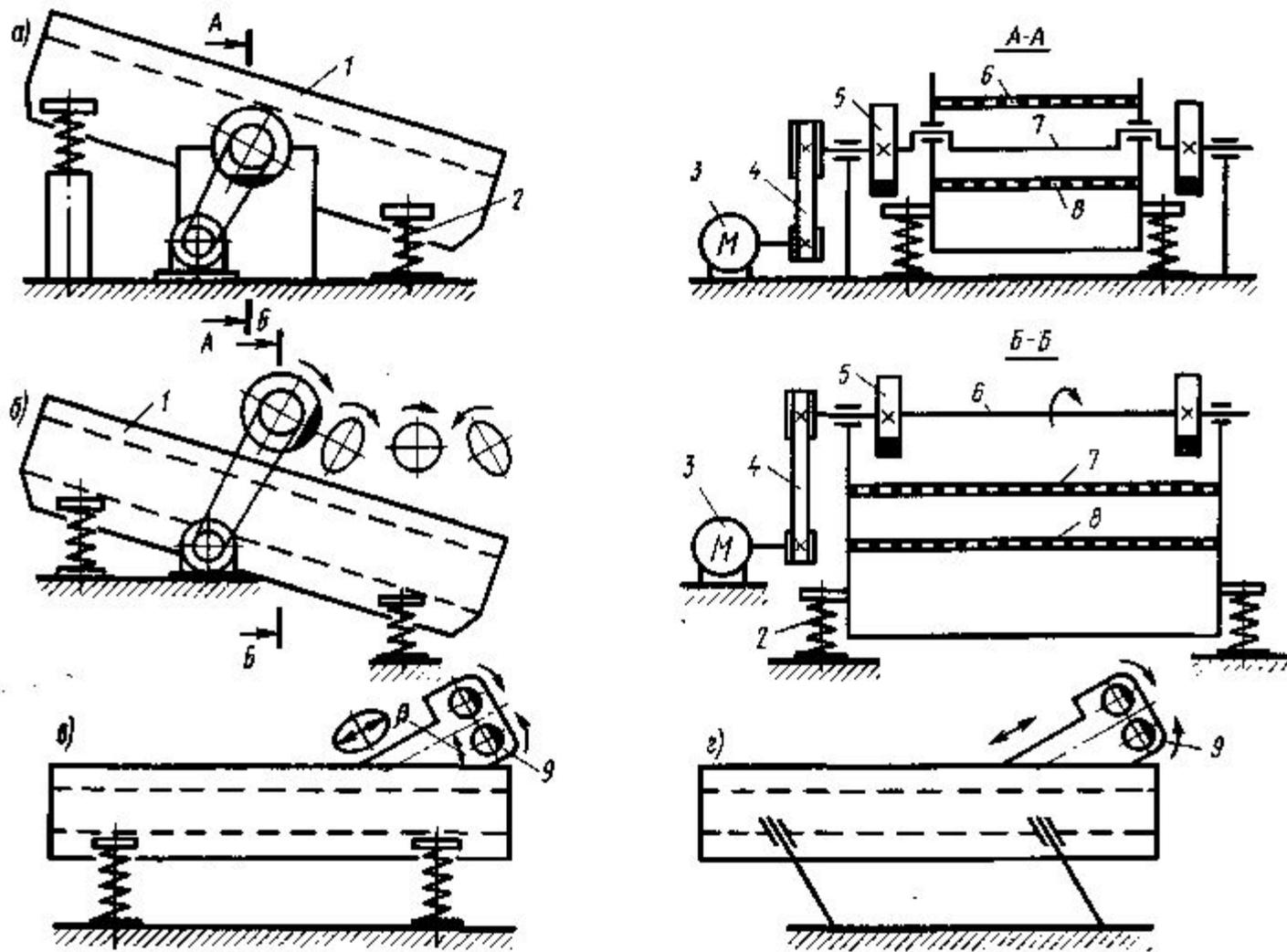


Рис.10 Схемы плоских грохотов:
 а) эксцентрикый
 б) инерционный наклонный
 в, г) инерционный горизонтальный

- **Машины для мойки каменных материалов**

- Заполнители бетона промывают для удаления глинистых и органических примесей и пыли. Для этого используют различные способы. Если крупность заполнителя не превышает 70 мм, а загрязненность мала и примеси легко отделимы, то промывку совмещают с сортировкой. На грохот по трубам из сопел подается вода под давлением 0,2...0,3 МПа. Расход воды 1,5... 5 м³ на 1 м³ промываемого материала.

- Материалы крупностью 300...350 мм промывают в цилиндрических гравиемойках-сортировках, состоящих из наклонного барабанного вращающегося грохота с дополнительной моещей секцией с глухой (без отверстий) поверхностью. Вода на промывку подается вместе с материалом. Расход воды до 2 м³ на 1 м³ промываемого материала. Для сильно загрязненного гравия и щебня, содержащих глинистые включения, применяют моечные барабаны с лопастями, закрепленными на внутренней поверхности барабана. Вода подается навстречу движению материала. Диаметры барабанов — 1,5..2,0 м при длине до 4,0 м, производительность установок — до 100 м³/ч.

- Для мойки песка, отделения от него частиц менее 0,15 мм и последующего обезвоживания применяют гидромеханические и гидравлические классификаторы.
- Гидромеханический классификатор представляет собой короб, внутри которого размещена спираль. При вращении спирали взвешенные в воде мелкие частицы отводятся в нижнюю часть короба, а крупные направляются спиралью к верхнему разгрузочному окну. Короб устанавливают под углом 16...18°. Диаметр спирали 1000...1500 мм при частоте вращения 8...14 мин⁻¹. Производительность классификатора до 200 т/ч.

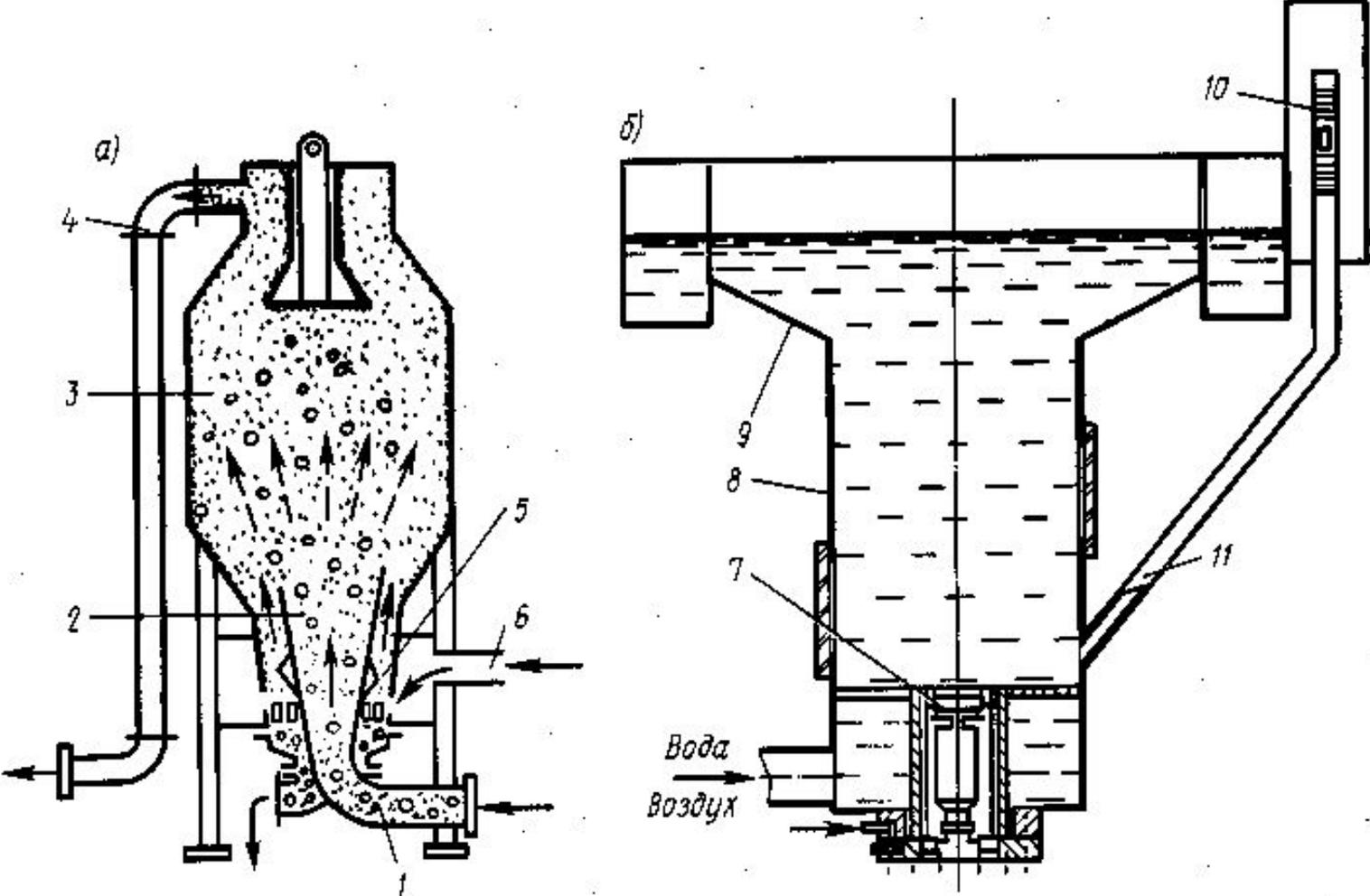


Рис.11 Гидравлические классификаторы:
 а) вертикальный
 б) горизонтальный многоканальный

- Гидравлические классификаторы (рис. 11, а) применяют для промывки и разделения песка на две фракции. В таких установках песок, предварительно смешанный с водой в виде пульпы, вводится в вертикальный классификатор через патрубков 1 и диффузор 2 в обогательную камеру 3, где скорость потока смеси значительно уменьшается и крупные частицы выпадают в классификационную камеру 5. По патрубку 6 в классификационную камеру подается чистая вода, образуя в камере винтовой восходящий поток. Частицы песка (до 0,5 мм) уносятся выходящим потоком воды к верхнему сливному коллектору 4, а крупные частицы выпадают из классификационной камеры, обезвоживаются и поступают потребителю. Гидроклассификаторы являются напорными аппаратами, давление на уровне сливной трубы достигает 0,3 МПа. Производительность их по грунту — 20... 300 м³/ч.

- При необходимости промывки и разделения зернистого материала на несколько фракций используют горизонтальные многокамерные гидроклассификаторы (рис. 11, б).
- Исходный материал в пульпообразователе смешивается с водой и поступает в пирамидальный лоток 9, а оттуда — в прямоугольное корыто 8, разделенное вертикальными перегородками на четыре камеры.
- Разделение на фракции получается путем регулирования количества воды, подаваемой в классификационные камеры снизу и образующей восходящие потоки.

- Вода, поднимаясь по камере, выносит частицы песка, скорость выпадения которых меньше скорости движения восходящих потоков. По мере накапливания взвешенных частиц в камере плотность пульпы увеличивается, вследствие чего уровень воды в гидростатической трубке 11 вместе с поплавком 10 поднимается. Как только поплавок упрется в верхний датчик, автоматически открывается разгрузочный клапан 7. По мере разгрузки поплавок опускается и касается нижнего датчика, сигналы которого передаются механизму закрытия клапана. Затем цикл работы камеры повторяется. Производительность по исходному материалу—

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. <http://xreferat.com/70/245-1-mashiny-dlya-drobleniya-sortirovki-i-moiyki-kamennyh-materialov.html>
2. Строительные машины: Учеб. для вузов по спец. Д. П. Волков, Н. И. Алешин, В. Я Крикун, О. Е. Рынсков/ Под ред. Д. П. Волкова.—М.: Высш. шк., 1988.
3. Волков Д. П., Николаев С. Н. Повышение качества строительных машин.- М., 1984.
4. Домбровский Н. Г., Гальперин М. И. Строительные машины.- М., 1985.
5. Фиделев А. С., Чубук. Ю. Ф. Строительные машины.- Киев, 1979.