

Тема 9. Способи дроблення. Механізми руйнування корисних копалин.

Ступінь дроблення.

1. Способи дроблення.
2. Механізми руйнування корисних копалин
3. Ступінь дроблення.

□ **Дроблением и измельчением называют** процессы уменьшения крупности кусков полезного ископаемого под воздействием внешних механических усилий, создаваемых рабочими органами дробильного или измельчительного агрегата.

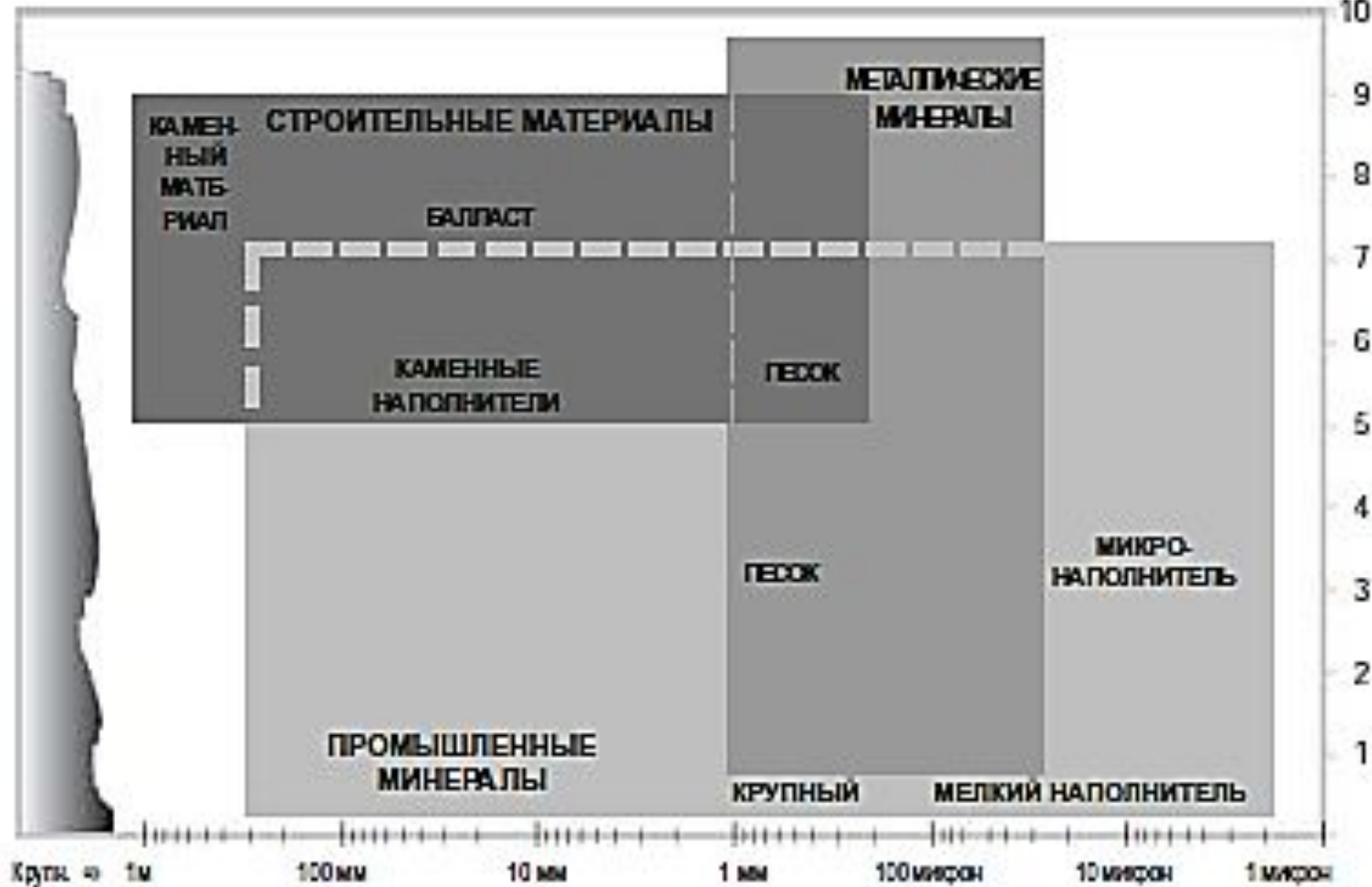
□ Принципиальной разницы между процессами дробления и измельчения нет. Условно принято понимать под дроблением область крупности до 5 мм, измельчением – менее 5 мм.

- Операции дробления и измельчения предназначены для раскрытия зерен различных минералов, составляющих горную породу. Чем полнее раскрыты минералы, тем эффективнее будет их дальнейшее обогащение.
- Иногда процессы дробления и измельчения могут иметь значение обогатительной операции. В этом случае переработке подвергается материал, содержащий минералы, резко контрастные по своим физико-механическим свойствам.

- Конечная крупность продуктов дробления или измельчения зависит от размера вкрапленных зерен полезного минерала и определяется при исследовании на обогатимость полезного ископаемого.
- Все операции протекают в разных технологических средах, определяемых твердостью минералов и их вкрапленностью. Важно знать, в каком «диапазоне» происходит работа, так как это будет оказывать влияние на множество параметров процесса (скорость износа, время эффективной работы, технологические издержки и т.п.).

та Россия приват в собственности, для интересной информации.

Твердость
по Моссу
10





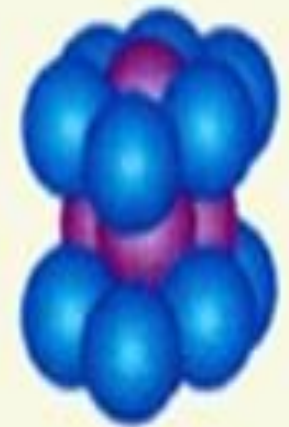
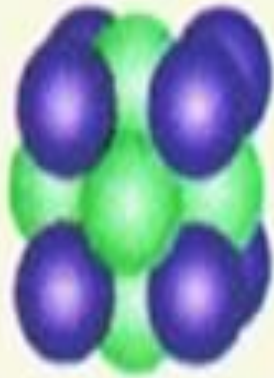
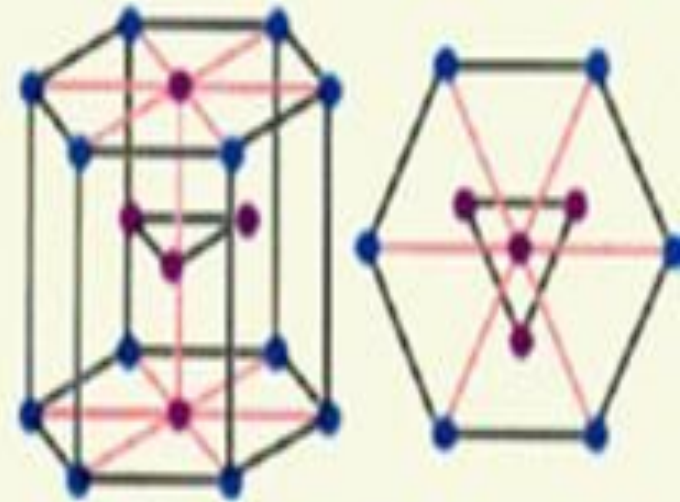
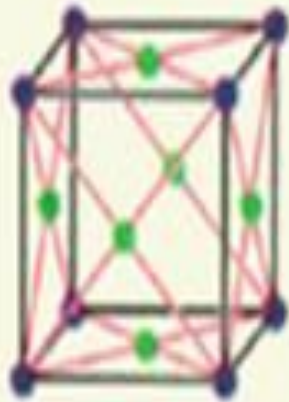
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОБРАЗОВАНИЯ МИКРОТРЕЩИН

- Все реальные кристаллические тела не идеальны. В них в огромных количествах существуют нарушения структуры, называемые несовершенствами или дефектами. Дефекты структуры оказывают сильное влияние на прочность и твердость минералов.



Типы кристаллических решеток

- Кристаллическая решетка представляет собой пространственную сетку, в узлах которой располагаются молекулы, атомы или ионы, образующие кристалл.
- По физической природе сил, действующих между частицами решетки, различают ионные, металлические, межмолекулярные и ковалентные связи (атомные).



(1)

(2)

(3)

(4)

- Если в узлах кристаллической решетки расположены разноименные ионы, то кристаллы называются ионными.
- В атомных кристаллах атомы в узлах кристаллической решетки взаимодействуют со своими ближайшими соседями за счет ковалентной химической связи. Последняя носит направленный характер: возникает между одинаковыми атомами при образовании общей пары валентных электронов - по одному от каждого атома. Наиболее характерные атомные (ковалентные) кристаллы образуются элементами четвертой группы периодической таблицы: углеродом (алмаз), кремнием, германием и др.

- По аналогии с атомными кристаллами в узлах пространственной решетки металлических кристаллов размещаются положительные ионы металлов, а структурные связи обусловлены свободно перемещающимся облаком электронов (электронный газ), которое удерживает вместе положительные ионы.
- Металлическая связь возникает в том случае, если число валентных электронов невелико и при этом они слабее связаны с ядрами


□ Молекулярные кристаллы представляют собой достаточно сложную систему из взаимодействующих, плотноупакованных, устойчивых молекул, расположенных в узлах кристаллической решетки. В таких кристаллах молекулы (H_2 , N_2 , C_{12} , Br_2 , CaO , H_2O и др.) сохраняют свою «индивидуальность» в газообразной, жидкой и твердой фазах и удерживаются в узлах решетки сравнительно слабыми ван-дер-ваальсовыми силами.

□ С целью определения особенностей подготовки руды к обогащению приведем алгоритм кристаллографических дефектов:

- – тепловые колебания;
- – точечные дефекты: вакансии, атомы внедрения, включения-примеси;
- – линейные дефекты – дислокации;
- – поверхностные дефекты: наружная поверхность твердого тела, границы зерен и другие внутренние границы.

□ Тепловые колебания атомов твердого тела имеют большое значение, но они не приводят к серьезным нарушениям идеальной структуры кристаллов, где каждый атом находится на своем месте. Невыполнение условия идеальной системы приводит к образованию дефектов кристаллической решетки: точечных, линейных и поверхностных.

Точечными дефектами являются вакансии, атомы внедрения и включения-примеси. Вакансии представляют собой узлы решетки, в которых нет атомов, атомы внедрения – это лишние атомы, поместившиеся в промежутках между атомами, расположенными в узлах решетки, а включения-примеси – инородные атомы, занимающие места в решетке. Отметим, что размеры этих дефектов примерно равны атомному диаметру и являются центрами зарождения микротрещины



□ И вакансии и атомы внедрения – хотя и являются дефектами атомных размеров, оказывают существенную роль при дроблении и измельчении, когда рассматриваются причины зарождения микротрещины и возможности уменьшения энергозатрат на данные процессы

Сначала рассмотрим вакансии

- Формально схему образования такого дефекта можно проследить следующим образом. Внутренний атом может сорваться со своего узлового положения в решетке и перейти на поверхность.

□ Физические причины происхождения этой энергии следующие. Когда срывается со своего места внутренний атом в двухмерном кристалле, разрываются четыре связи, а когда он занимает место в углу на поверхности, восстанавливаются только две связи. Следовательно, работа, необходимая для образования вакансии равна энергии двух связей.


□ Второй важный момент зарождения дефекта кристаллической решетки на атомно-молекулярном уровне – это атомы внедрения – примеси. Например, небольшие атомы водорода, углерода, кислорода и азота, которые при подходящих условиях занимают почти все междоузлия решетки. Итак, внедренная примесь возникает при проникновении инородного атома в межузлие кристаллической решетки. Энергия образования такого внедрения частично связана с упругой деформацией решетки.

- Для создания избыточных дефектов на микроуровне необходимо создание условий возникновения дополнительной энергии на макроуровне. При этом, хотя решетка, по-прежнему, в основном будет сохранять свою кристаллическую природу, однако внутри будут возникать многочисленные дефекты структуры.
- Более сложным дефектом структуры в отличие от точечных дефектов являются дислокации, которые помогут объяснить качественную сторону проблемы.

- Дислокации с общих позиций – это возможный тип несовершенства кристаллической структуры. Возможны два предельных вида дислокаций – краевая и винтовая. Любая конкретная дислокация представляет собой сочетание этих двух видов.
- В случае краевой дислокации вектор Бюргерса перпендикулярен линии дислокации, а в случае винтовой дислокации – вектор, направлен вдоль линии дислокации,

- Вектор Бюргерса дислокации, определяющий одновременно и величину и направление жесткого смещения – смещения тела как единого целого
- Основная особенность винтовой дислокации заключается в новом характере атомных плоскостей. Здесь уже нет полностью застроенных атомных плоскостей, перпендикулярных к дислокации – все атомы находятся в одной поверхности, которая является винтовой; она начинается у одного края кристалла и кончается у другого. Направление винта может быть как право-, так и левосторонним, а шаг винта составляет от одного до нескольких межатомных расстояний на один оборот винта. В противоположность искажениям при краевой дислокации вблизи центра винтовой дислокации возникают не дилатации, а скручивание или сдвиг решетки.

- Значения плотности дислокаций зависят в основном от механической обработки кристалла. А, следовательно, механическая прочность твердых тел зависит главным образом именно от дислокаций.
- Предел прочности твердых тел зависит от сложных взаимодействий дислокаций друг с другом и с другими дефектами твердых тел.



□ Известны пять основных способов дробления:

□ раздавливание,

□ раскалывание,

□ изгиб (сдвиг),

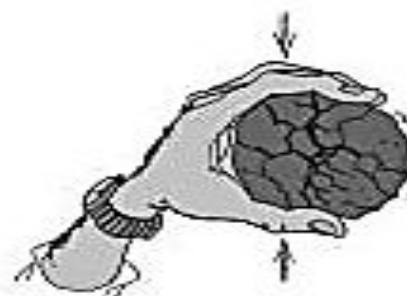
□ истирание,

□ удар

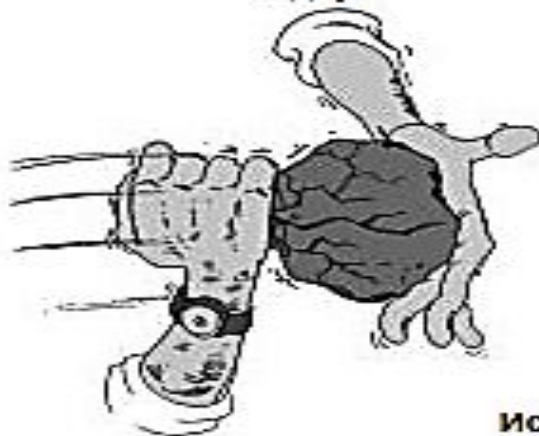
Раскалывание



Раздавливание



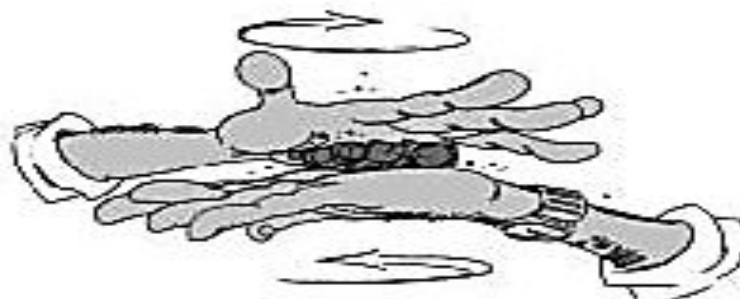
Удар



Сдвиг



Истирание



1. Раздавливание. При этом происходит плавное наращивание внешних сил, при этом в куске возрастает внутреннее напряжение. Достигая критического значения напряжение способствует тому, что в куске возникают микротрещины. Которые при дальнейшем увеличении перерастают в макротрещины, а затем в зоны разлома. Удельная поверхность дробимого материала всегда больше, чем исходного.

2. Раскалывание. При раскалывании поверхности внешние силы сближаются плавно, происходит внедрение остриев в кусочек и по сечению остриев происходит разрыв куска на две половины.

3. Излом. Сближение поверхностей происходит плавно, но при этом на кусок действия сил изгибающее, что способствует тому, что кусок ломается. Применяется для материала платковой формы. Не является основным способом дробления.

4. Истирание в дробилках в чистом виде не встречается (только в мельницах)

□ Выбор способа дробления зависит от физических свойств руды, исходной и конечной крупности продуктов. Наиболее предпочтительные способы разрушения:

- - для твердых руд – удар, раздавливание;
- - для хрупких – раскалывание и излом;
- - для вязких – раздавливание и истирание.
- Разрушение руды при крупном дроблении производят раздавливанием и раскалыванием, при среднем и мелком – ударом и истиранием.

□ Степенью дробления или измельчения

называют отношение размера кусков исходного материала к размеру кусков продукта дробления или измельчения.

□ Данная величина является мерой сокращения крупности материала в процессах дробления и измельчения.

□ Чаще всего степень дробления определяют как отношение размера максимального куска материала до дробления к размеру максимального куска материала после дробления.

- Для характеристики дробилок используют так называемую конструктивную степень дробления

$$i = B/b \text{ или}$$

$$i = 0,85 B/b,$$

- где B – ширина загрузочного отверстия дробилки, мм; b – ширина выпускной щели, мм.

Наиболее корректно вычислять степень дробления как отношение средне взвешенного диаметра кусков материала до и после дробления, т.е. с учетом гранулометрической характеристики исходного материала и продукта дробления.

Иногда для вычисления степени дробления используют формулу, в которой взято отношение размеров отверстий сит через которые проходит $t\%$ исходного материала или продукта дробления.

- Для дробления принимают $t=80\%$, а для измельчения – 95% . Выбор значений данной величины не случаен. Практические данные показывают, что размеры наиболее крупных кусков имеющих выход не более 20% для дробленого продукта и 5% для измельченного не характеризуют его крупность.



- По крупности кусков материала до и после дробления условно различают следующие стадии дробления:
 - крупное - от 1500–350 до 350–100 мм;
 - среднее - от 350–100 до 100–40 мм;
 - мелкое - от 100–40 до 40–5 мм.
- Измельчение:
 - грубое – от 40–5 до 6–2;
 - тонкое – от 6–2 до 1–0,5 (и менее).
- Степень дробления в каждой стадии дробления называется частной, а во всех стадиях – общей.

- Последовательность операций обработки руды изображенная графически. Дробление может осуществляться в открытом – когда руду дробим один раз; замкнутый - все время крупный класс возвращается на додраблывание.
- **Схема А** – не соблюдается принцип Чечета и используется тогда, когда в материале готового материала менее 12%.
- **Схема Б** – с предварительным грохочением с дроблением в открытом цикле (такая схема позволяет соблюдать принцип чечета и применяется когда готового класса в готовом исходном материале 15%).
- **Схема В** – с контрольным грохочением и замкнутым циклом дробления. Применяется аналогична схеме А, но такая схема позволяет достигать более мелких размеров материала.
- **Схема Г.** – с предварительным грохочением, контрольным грохочением и замкнутым циклом дробления.
- **Схема Д** – с совмещенным предварительным и контрольным грохочением и замкнутым циклом дробления.

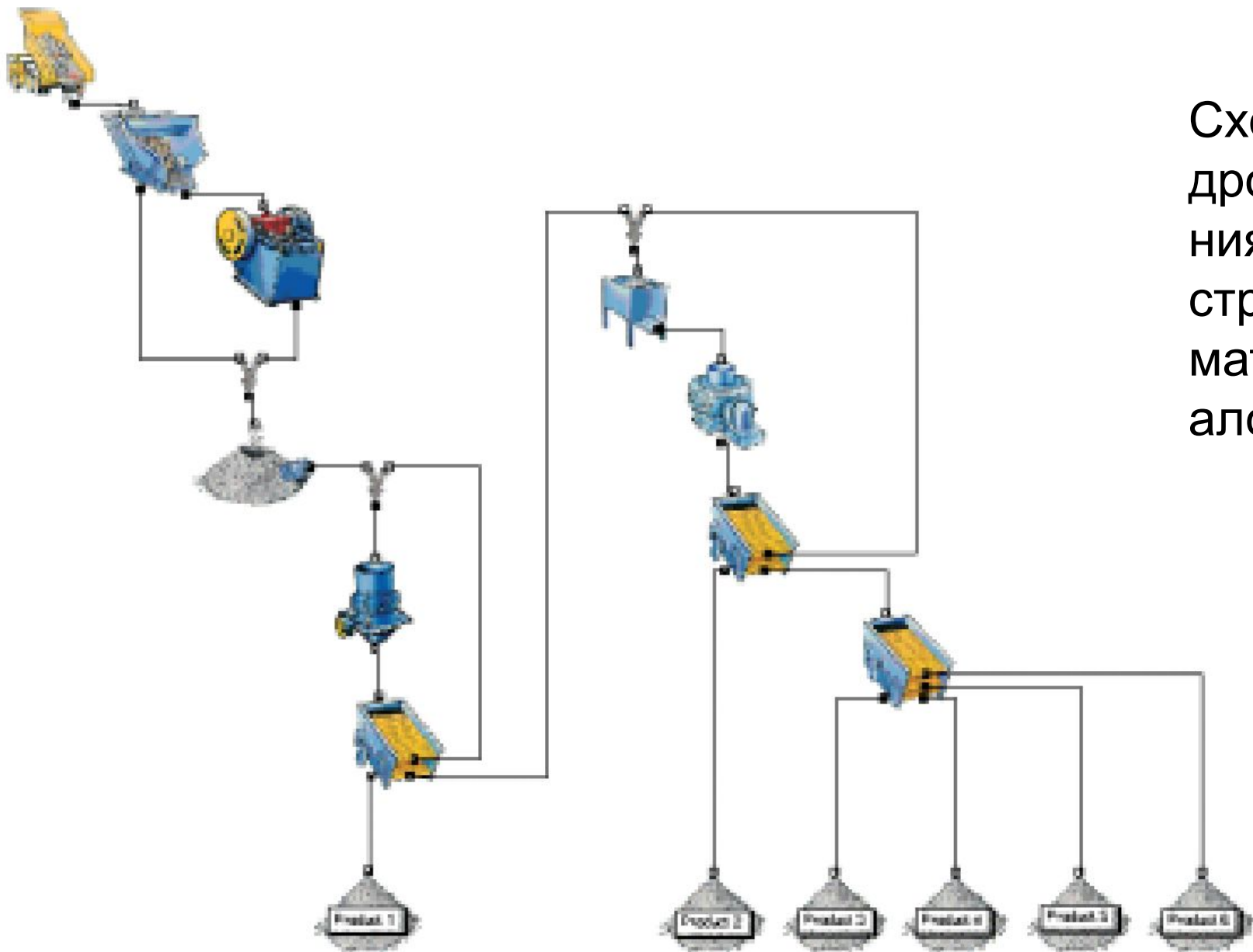


Схема
дробле
ния
строй
materi
алов

«Классическое», трехстадийное дробление руды перед стержневой мельницей



Типичное 1-2 стадийное дробление руды перед мельницей самоизмельчения (AG) - мельницей полусамоизмельчения (SAG)

