

Тема 10 Обогащение полезных ископаемых (2 часа)

План лекции:

1. Общие сведения об обогащении полезных ископаемых
2. Дробление и грохочение
3. Методы обогащения

Общие сведения об обогащении полезных ископаемых. Обогащением полезных ископаемых называют совокупность процессов первичной обработки минерального сырья, добытого из недр, в результате которых происходит отделение полезных минералов от пустой породы. В результате обогащения получают один или несколько продуктов, называемых концентратами. Так как большая часть ценного компонента переходит в один продукт (концентрат), другой продукт, получаемый в процессе обогащения и называемый отходами, обедняется. В отходах обогащения содержатся главным образом минералы пустой породы и незначительная доля ценных компонентов. Промежуточным продуктом (промпродуктом) называется продукт переработки, содержание полезного компонента в котором больше, чем в отходах, но меньше, чем в концентрате. Вредными примесями называют элементы или природные соединения, присутствие которых в полезном ископаемом ухудшает его качество (например, присутствие серы и фосфора в железных рудах и коксующихся углях резко снижает их качество).

Процессы переработки полезных ископаемых по назначению в технологическом цикле фабрики разделяются на подготовительные, собственно обогатительные и вспомогательные. К подготовительным операциям относят дробление, измельчение, грохочение и классификацию, а также операции усреднения полезных ископаемых, которые могут проводиться на рудниках, карьерах, в шахтах и на обогатительных фабриках. К основным обогатительным процессам относят те физические и физико-химические процессы разделения минералов, при которых полезные минералы выделяются в концентраты, а пустая порода — в отходы. К вспомогательным процессам относят процессы удаления влаги из продуктов обогащения. Такие процессы называются обезвоживанием, которое проводится с целью доведения влажности продуктов до установленных норм. К вспомогательным процессам относят очистку сточных производственных вод для повторного их использования или сброса в водоемы и процессы пылеулавливания.

Технология обогащения полезного ископаемого состоит из ряда последовательных операций, осуществляемых на обогатительной фабрике. Обогатительными фабриками называют промышленные предприятия, на которых перерабатывают полезные ископаемые и выделяют из них один или несколько товарных продуктов с повышенным содержанием ценных компонентов и пониженным содержанием вредных примесей. Фабрики по территориальному расположению подразделяются на: индивидуальные обогатительные фабрики (ОФ), предназначенные для обогащения углей одной

шахты и расположенные на ее территории; групповые фабрики (ГОФ), предназначенные для обогащения углей группы шахт и расположенные на территории одной из шахт; центральные обогатительные фабрики (ЦОФ), предназначенные для обогащения углей группы шахт и территориально не связанные ни с одной из шахт.

Дробление и грохочение. Дробление и измельчение — процессы разрушения полезных ископаемых под действием внешних сил до заданной крупности, требуемого гранулометрического состава или необходимой степени вскрытия минералов. Процессы дробления и измельчения принципиально не различаются между собой. Условно принято считать дроблением такой процесс разрушения, в результате которого получают продукты крупностью более 5 мм, измельчением — менее 5 мм. Первый вид разрушения осуществляется в дробилках, второй — в мельницах.

Дробление может быть подготовительным (например, на обогатительных фабриках перед обогащением полезного ископаемого) или иметь самостоятельное значение (дробильно-сортировочные фабрики, дробление и измельчение угля перед коксованием, перед пылевидным его сжиганием и т. д.).

При дроблении и измельчении применяют следующие способы разрушения: раздавливание, раскалывание, излом, срезывание, истирание и удар. Тот или иной способ разрушения выбирается в зависимости от физико-механических свойств дробимого материала и крупности его кусков.

На обогатительных фабриках для дробления различных полезных ископаемых применяют почти исключительно механические дробилки раздавливающего и раскалывающего (щековые, конусные, валковые), и ударного (молотковые, роторные, дезинтегральные) действия.

Грохочением называется процесс разделения кусковых и зернистых материалов на продукты различной крупности, называемые классами, с помощью просеивающих поверхностей с калиброванными отверстиями (колосниковыми решетками, листовыми и проволочными решетками и другими).

В результате грохочения исходный материал разделяется на надрешетный (верхний) продукт, зерна (куски) которого больше размера отверстий просеивающей поверхности, и подрешетный (нижний) продукт, зерна (куски) которого меньше размеров отверстия просеивающей поверхности.

На обогатительных фабриках используются следующие виды грохочения: предварительное, предусматривающее отделение из основной массы исходного материала крупных кусков для последующей их обработки, например, дробления; подготовительное, при котором исходный материал разделяют на несколько классов крупности, предназначенных для последующей раздельной обработки в различных обогатительных машинах; окончательное, при котором исходный материал разделяют на классы крупности, размеры и зольность которых регламентируют; полученные классы являются готовой продукцией; обезвоживающее, предусматривающее

удаление содержащейся в продукте мокрого обогащения основной массы воды.

Количественное распределение частиц по классам крупности называют гранулометрическим составом. Одним из способов его определения является ситовый анализ, заключающийся в рассеивании пробы материала с помощью набора сит.

Применяются грохоты следующих конструкций: неподвижные — колосниковые, прямоугольные, конические и дуговые; подвижные — механические (барабанные и вибрационные, инерционные и самобалансные).

Методы обогащения. Гравитационные методы обогащения. Гравитационные методы обогащения заключаются в разделении частиц под действием собственного веса и сопротивления среды и основаны на различии в плотности минеральных зерен. Разделяющими средами при гравитационном обогащении могут быть водные суспензии, вода и воздух. К гравитационным методам обогащения относятся: разделение в суспензиях плотностью $1,5—2 \text{ г/см}^3$ (обогащение в тяжелых средах); разделение в потоке воды или воздуха, пульсирующем в вертикальном направлении (гидравлическая и пневматическая отсадка); разделение в потоке воды, текущем по наклонной плоскости (обогащение на концентрационных столах, в желобах, крутонаклонных сепараторах). Наиболее широко используют отсадку и обогащение в тяжелых средах.

Колебания воды в машинах создаются движениями поршня, сжатым воздухом, периодически впускаемым с помощью пульсатора, с помощью эластичной диафрагмы, расположенной в перегородке между двумя последовательно работающими секциями и связанной штоком с эксцентриковым приводом, за счет вертикальных движений самого решета вместе с находящимся на нем материалом.

Обогащение в тяжелых средах заключается в разделении минеральных зерен в суспензии с плотностью, промежуточной между плотностями разделяемых зерен. При этом зерна, плотность которых больше плотности суспензии, опускаются вниз, а более легкие всплывают на ее поверхность. Суспензии состоят из взвешенных в воде тонких частиц тяжелых минералов, которые называют утяжелителями. В качестве утяжелителей используют в основном магнетит, а также специальный сплав — ферросилиций, состоящий из кремния и железа.

Флотационный процесс основан на избирательном закреплении частиц минералов на границе раздела фаз: жидкость (вода) и газ (воздух). Способность частиц удерживаться на межфазной поверхности определяется их смачиваемостью, зависящей от химического состава и строения кристаллической решетки. Если сила притяжения между молекулами минерала и воды больше, чем сила взаимного притяжения между молекулами воды, то происходит смачивание поверхности минерала водой и вытеснение с поверхности воздуха. В противном случае поверхность минерала не смачивается водой. Несмачиваемые минеральные частицы, находящиеся в воде, при контакте (столкновении) с пузырьком воздуха прилипают к нему и

поднимаются (всплывают) на поверхность пульпы. Если обеспечить условия, чтобы пузырьки воздуха, поднявшиеся на поверхность, не разрушились (не лопнули), то образуется устойчивая пена, в которой будут сконцентрированы минералы, обладающие в данных условиях флотации несмачиваемой поверхностью (пенный продукт).

Смачиваемые частицы не прилипают к воздушным пузырькам и поэтому остаются в объеме пульпы, образуя камерный продукт.

Таким образом, для реализации процесса флотации необходимо придать поверхности разделяемых минералов различную смачиваемость, перемешивать минеральную пульпу с воздушными пузырьками, предотвратить быстрое разрушение минерализованной пены и удалить из флотационного аппарата полученные продукты.

Магнитные методы обогащения. Нашли широкое применение для обогащения руд цветных металлов, при доводке концентратов редких и цветных металлов, для регенерации сильномагнитных утяжелителей при тяжелосредном обогащении, для удаления железных примесей из фосфоритовых руд, кварцевых песков и других материалов.

Промышленностью выпускаются сепараторы со слабым и сильным магнитными полями для сухого и мокрого обогащения. Сухая магнитная сепарация обычно применяется для материала крупностью более 6 (3) мм, мокрая — для материала менее 6 (3) мм.

При магнитном обогащении используются только неоднородные магнитные поля. Такие поля создаются соответствующей формой и расположением полюсов магнитной системы сепаратора. Магнитные системы разделяются на открытые и замкнутые.

В сепараторах с сильным магнитным полем, применяемых для обогащения слабомагнитных руд, обычно используют замкнутые магнитные системы, а в сепараторах со слабым магнитным полем, применяемых для обогащения сильномагнитных руд, — открытые многополюсные магнитные системы. Системы могут состоять или из электромагнитов и тогда сепараторы называются электромагнитными или из постоянных магнитов — сепараторы называются магнитными.

Основная литература 1, 2

Дополнительная литература 12