

УДК 622.7.75/.77

В.Б. Кусков, Я.В. Кускова

ДЕНСИМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МЕЛКИХ ЧАСТИЦ*

Разделение частиц по плотности в тяжелых жидкостях (денсиметрический анализ) широко применяется для оценки результатов гравитационного обогащения. Денсиметрический анализ мелких частиц весьма трудоемкая операция. Предложено устройство, значительно упрощающее денсиметрический анализ мелких частиц.

Ключевые слова: тяжелые жидкости, денсиметрический анализ, мелкие частицы.

Для оценки результатов гравитационного обогащения и эффективности работы обогатительных аппаратов широко применяется расслоение частиц по плотности, в частности денсиметрический (фракционный) анализ.

Денсиметрическим анализом называют разделение полезного ископаемого на фракции различной плотности с целью определения характеристики его обогатимости. Под характеристикой обогатимости обычно понимают количественное и качественное соотношение фракций различной плотности в полезном ископаемом.

Денсиметрическому анализу подвергают различные классы крупности. В качестве разделительных сред используют тяжелые жидкости, иногда тяжелые суспензии.

Анализ материалов крупнее 1 мм проводят в статических условиях, а материалов крупностью менее 1 мм – в динамических условиях разделения с применением центрифуг (т.е., в центробежном поле).

Для расслоения угля и сланца обычно используют раствор хлористого цинка либо органические жид-

кости. Для руд используют более плотные жидкости (Жидкость Рорбаха, Клеричи и др), либо также органические жидкости.

Недостатками неорганических жидкостей (кроме хлористого цинка) является их высокая токсичность, высокая стоимость и большая чем у органических жидкостей вязкость. Раствор хлористого цинка не пригоден для анализа руд, т.к. его плотность не позволяет вести их расслоение. Из-за большей вязкости неорганических жидкостей, для денсиметрического анализа мелких частиц лучше использовать органические жидкости.

Недостатками органических жидкостей является их резкий неприятный запах, также они обладают токсическим и наркотическим действием. Кроме того, они не растворимы в воде и для их отмывки от частиц руды необходимо применять органические растворители (спирт, эфир, бензин, бензол и т.д.), т.е. вещества достаточно дорогостоящие и огнеопасные. Растворители приходится регенерировать по достаточно сложным схемам (выпаривать, конденсировать и т.д.). Т.к. эти жидкости летучи, то

* Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации по поддержке ведущих научных школ.

приходится изолировать аппараты, работающие с ними.

В принципе денсиметрический анализ похож на ситовой. В ситовом анализе пробу материала при помощи ситок различной крупности делят на ряд классов (фракций) различной крупности. В денсиметрическом анализе при помощи жидкостей различной плотности пробу материала делят на ряд фракций различной плотности.

Анализ крупных частиц (+1 мм) заключается в последовательном погружении пробы, помещенной в бачок с сетчатым дном в баки с жидкостями соответствующих (и известных) плотностей, обычно начиная с наименее плотной. Всплывшие фракции помешают в бачки с сетчатым дном, дают жидкости стечь, промывают частицы, сушат и взвешивают. Бачок с частицами, утонувшими в самой тяжелой жидкости извлекают, дают жидкости стечь, также промывают и сушат и взвешивают частицы. Таким образом, используя n тяжелых жидкостей, получают $n + 1$ фракцию частиц с известной плотностью и массой. Далее можно сделать, например, химический анализ для определения содержания интересующих нас компонентов в каждой фракции.

После этого производится обработка полученных данных (строятся кривые обогатимости и распределения, вычисляются распределительные числа и т.д.), позволяющая, например, оценить обогатимость данного сырья гравитационным методом, оценить результаты гравитационного обогащения и т.п.

Анализ крупных частиц не представляет существенных трудностей.

Рекомендуемая в настоящее время методика проведения фракционного анализа частиц размером зерен менее 1 (0,5) мм заключается в их разделе-

нии в тяжелых жидкостях различной плотности в центрифуге.

Пробу массой 80—240 г поровну распределяют в пробирки центрифуги.

В пробирки с пробой заливают жидкость наименьшей плотности в количестве не менее объема твердого топлива и тщательно перемешивают. Затем пробирки взвешивают отдельно на лабораторных весах, доливают жидкость так, чтобы пробирки имели одинаковую массу и были заполнены не более чем на $2/3$ объема.

После уравнивания пробирки помешают в гильзы держателя центрифуги и производят центрифугирование.

Всплывшую фракцию сначала вычерпывают ложечкой, не допуская перемешивания ее с потонувшей фракцией, а затем вместе с жидкостью осторожно сливают на бумажный фильтр. Налипшие на стенках пробирки частицы осторожно счищают кисточкой, фильтрат отфильтровывают в колбу.

Оставшийся на фильтре материал вместе с фильтром переносят на противень для подсушивания, затем взвешивают.

Потонувшую фракцию разрыхляют в пробирке, после испарения жидкости наливают жидкость большей плотности, и процесс расслоения повторяют. Таким же способом расслаивают пробы угля последовательно во всех жидкостях установленной плотности.

Фракцию, потонувшую в жидкости наибольшей плотности, переносят на фильтр, сушат, и взвешивают.

Расслоение зерен крупностью до 1 (0,5) мм допускается производить одновременно в жидкостях, имеющих различные плотности. В этом случае пробу делят на столько частей, сколько

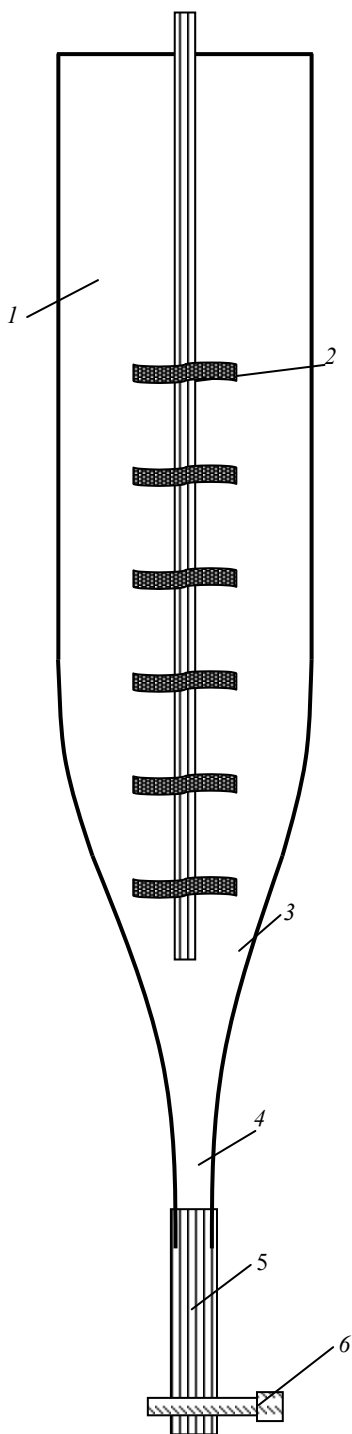


Рис. 1 Устройство для фракционного анализа

принято использовать жидкостей различной плотности для расслоения. В каждую пробирку помещают часть пробы и заполняют жидкостью соответствующей плотности.

На практике такая методика вызывает существенные затруднения.

При анализе угля его расслоение происходит без особых проблем. Но при разгрузке возникают существенные затруднения, в частности:

При разгрузке всплывшей фракции частицы налипают на стенки пробирки, кисточкой снимаются весьма плохо, при наклоне пробирки может произойти взаимное засорение тяжелой и легкой фракций. Кроме того, если использовать тяжелые органические жидкости работать приходится под тягой.

При разгрузке утонувшей фракции, если использовать хлористый цинк, то тяжелую фракцию приходится выгружать из пробирки, отфильтровывать раствор хлористого цинка, промывать частицы, сушить их, и только после этого подвергать анализу со следующей жидкостью, что весьма трудоемко. Если использовать органические жидкости, то их, по действующей методике, необходимо выпарить. Т.к. эти жидкости токсичны, то выпаривание необходимо вести под тягой, испарения могут нарушать санитарные нормы. Далее, если выпаривание вести при комнатной температуре, то процесс продолжается очень долго, если при внешнем нагревании, то необходимы специальные приспособление для удержания пробирок. Кроме того, не бесплатная жидкость при выпаривании безвозвратно теряется.

В случае анализа руд, кроме вышеназванных проблем с разгрузкой, в ходе самого центрифугирования стеклянные пробирки постоянно разбиваются под воздействием центробежной силы.

Ниже предлагается простое устройство, позволяющее упростить проведение фракционного анализа мелких частиц (рис. 1).

Устройство имеет цилиндрический корпус 1, оснащенный мешалкой 2. Цилиндрический корпус заканчивается плавно суживающийся зоной 3 с разгрузочным патрубком 4. На разгрузочный патрубок надевается резиновая трубка 5, с зажимом 6.

Работа устройства осуществляется следующим образом: в него заливается от 30 до 50 % требуемого количества тяжелой жидкости, затем засыпается анализируемая проба и перемешивается. Затем доливаются остаточное количество жидкости и перемешивается еще раз. (Суммарный объем жидкости и пробы обычно составляет 70–80 % от объема устройства). Через некоторое время проба расслаивается на тяжелую и легкую фракции. Причем между этими фракциями оказывается достаточно высокий слой чистой жидкости. После этого зажим открывается и производится выпуск тяжелой фракции в предназначенную для нее емкость. Затем сливается основное количество чистой жидкости в свою емкость и производится разгрузка легкой фракции в третью емкость. Для облегчения разгрузки легкой фракции и ее полного удаления из устройства можно в ходе разгрузки смывать частицы легкой фракции, налипшие на стенках, тяжелой жидкостью либо водой.

В случае забивания разгрузочного патрубка, резиновая трубка может пережиматься на различной высоте и путем надавливания на нее материал

выталкивается либо в разгрузочную емкость, либо в нижнюю часть корпуса, при этом материал взвешивается и затем легко выливается из устройства.

Экспериментальный образец устройства был изготовлен из стекла и имел диаметр цилиндрической части корпуса 50 мм, высоту 150 мм, плавное суживающийся зона имела высоту 65 мм, диаметр разгрузочного патрубка 10 мм, высота 30 мм, длина резиновой трубки 70 мм.

Экспериментальная проверка проводилась на искусственных смесях кварц — ферросилиций, кварц — металлический вольфрам различной крупности и на кварц — кальцит — флюоритовой руде также различной крупности. В опытах использовалась жидкость Порбаха ($BaI_2 + HgI_2$) с плотностью 3300 кг/м^3 , жидкость М — 45 с плотностью 3000 кг/м^3 .

Анализ не вызвал каких либо существенных затруднений. Единственным недостатком было значительное время расслоения проб.

В делительной воронке разгрузка вызывает большие проблемы, т.к. постоянно происходит забивание разгрузочного патрубка без возможности оперативной его очистки. **ПИАБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Кусков Вадим Борисович — кандидат технических наук, доцент, orikvb@mail.ru,
Кускова Яна Вадимовна — аспирант, ledizet@rambler.ru,
Национальный минерально-сырьевой университет «Горный».

