

Технический отчёт

Об измерении влажности аглоруды Яковлевского ГОК микроволновым методом

12.12.2018

Минск

Измерения: И.Г. Киселёв

Руководитель: И.И. Ренгарт

Аннотация

Для измерения влажности аглоруды Яковлевского ГОК был применён фазовый микроволновой метод. Полученные данные сравнивались с влажностью, измеренной стандартным методом сушки. Исследованная аглоруда проявила себя как сильно связывающий воду материал со средне-высокой диэлектрической проницаемостью. Результаты эксперимента показали эффективность фазового микроволнового метода для определения влажности в требуемом диапазоне.

Ключевые слова: *влажность, фазовый микроволновой метод, сыпучие материалы, железнорудный концентрат, Яковлевский ГОК, железнослюдко-мартитовая аглоруда, гидрогематито-мартитовая и гидрогётито-гидрогематитовая аглоруда.*

Введение

Измерение влажности аглоруды является важным для контроля качества технологического процесса, в частности, эффективности работы линии сушки. Для ответа на вопрос о применимости того или иного микроволнового метода влагометрии и выбора соответствующего прибора необходимо изучить поглощающие и диэлектрические свойства материала на доступных длинах волн СВЧ-диапазона, а также динамику его механических, плотностных и структурных характеристик в зависимости от влажности. Известно, что перечисленные свойства в случае железнорудных концентратов могут радикально отличаться для руд различного типа и из различных месторождений. Так, например, задача по измерению влажности магнетитовых руд представляет чрезвычайную сложность, но успешно решается для других железных руд.

Основная цель данной работы – оценить возможность и эффективность применения фазового или иного микроволнового метода для определения влажности в требуемом диапазоне для аглоруды Яковлевского ГОК двух сортов: железнослюдко-мартитовой рыхлой и полурыхлой (сорт I) и гидрогематито-мартитовой и гидрогётито-гидрогематитовой (сорт II).

Методика работы

Начальная влажность образцов определена стандартным методом сушки (3 ч при 105 °С) и составила 0.2 % для обоих сортов. В ходе измерений полный объём материала увлажнялся до требуемой влажности (последовательное увлажнение).

Исследованная аглоруда представлена в виде порошка с включениями руды до 10 мм, хорошо и однородно пересыпанными основной массой материала. Оба сорта материала сильно связывают воду и остаются визуально сухими до 3 %, а хорошо сыпучими как минимум до 5 % влажности. Слабовыраженные грануляция и слипание материала наблюдаются при влажности 9 % и выше.

Насыпка в измерительную ёмкость производилась с соблюдением приблизительно одинакового количества сухой массы. Для выравнивания особенностей насыпки ёмкость простукивалась несколько раз. При этом достигалась плотность исходного материала 2.85 г/см³ (на конвейере может отличаться). При последующем увлажнении до 3% происходит разрыхление материала с плавным уменьшением плотности до 2.5 г/см³, затем между 3 и 3.5% плотность падает до 2.3 г/см³ и далее остаётся практически постоянной до 9 %.

В ходе эксперимента проба аглоруды засыпалась в радиопрозрачную измерительную ёмкость и помещалась между антеннами блока сенсоров фазового влагомера МР-112, работающего на частоте 2.2 ГГц и измеряющего ослабление радиоволны и фазовый сдвиг, вносимые материалом. Слой материала составлял 5.5–7.5 см. Измерения производились при температуре +24 °С.

Результаты и обсуждение

Предварительные эксперименты показали, что рассматриваемые материалы слоем 6–7 см вносят на длине волны 2.2 ГГц незначительное ослабление (+6 дБ относительно пустого пространства), практически не зависящее от влажности.

Оценка диэлектрической постоянной по зависимости фазового сдвига от толщины слоя материала дала величины 10–15 для обоих сортов, что соответствует фазовому сдвигу 6–8 град/мм.

Полученные в эксперименте зависимости фазового сдвига от влажности для обоих сортов материала показаны на рисунке 1. Измеренная крутизна в диапазоне 1.5–2.5 % составила 24–27 град/% для обоих сортов.

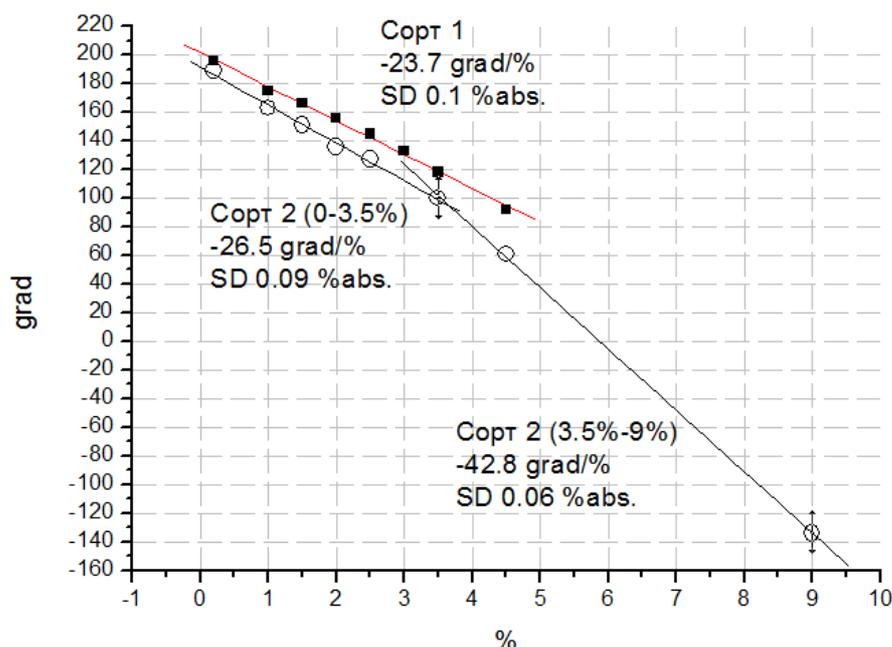


Рисунок 1. Графики зависимости фазового сдвига от влажности. Крутизна и стандартное отклонение указаны в подписях к графикам

Заключение

Исследование показало, что фазовый влагомер МР112К13К, работающий на частоте 2.2 ГГц, подходит для измерения влажности рассматриваемой аглоруды железослюдко-мартитовой рыхлой и полурыхлой и смеси аглоруды гидрогематито-мартитовой и гидрогётито-гидрогематитовой в диапазоне влажности 0.5–.5 % абс. с точностью не хуже 0.25 % абс.

Для обеспечения указанной точности необходимо формировать слой толщиной не менее 100 мм и поддерживать его толщину с точностью не хуже 1-2 мм. Измерение возможно как на конвейерной ленте, так и в бункере. На конвейерной ленте измерение происходит бесконтактно, необходимый для измерения слой поддерживается специальным формирователем слоя, выполненным из износостойкой резины.