

К ВОПРОСУ ИЗМЕРЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ ЖЕЛЕЗНЫХ РУД

С. П. Калюжный, В. Г. Кутуза, Л. В. Трубецков, В. А. Усков

Харьков

Измерение влажности железных руд необходимо для создания рациональных систем управления технологическими процессами, связанными с первичной переработкой и подготовкой сырья для доменного производства.

Существующие методы измерения влажности обладают рядом недостатков: так, одни методы имеют весьма невысокую точность, другие — требуют значительного времени для получения результата, третьи — небезопасны для обслуживающего персонала.

Использование сверхвысоких частот для измерения влажности железных руд удобно тем, что разработанные до настоящего времени влагомеры, основанные на этом принципе, успешно применяются в ряде стран [1, 2] для измерений в материалах, не имеющих ярко выраженных магнитных свойств.

Авторами в условиях лаборатории кафедры «Промышленная электроника» проведены предварительные эксперименты по определению влагосодержания железных руд Криворожского бассейна — магнетитовой, окисленной и обожженной (востановленной).

1. Экспериментальная часть. Как известно, амплитуда и фаза электромагнитных колебаний, прошедших через образец и отраженных от него, зависят от влагосодержания исследуемого материала.

Пробные наблюдения показали, что наиболее приемлемо для технических целей измерение амплитуды и фазы проходящего потока электромагнитной энергии.

Исследование по определению влажности железных руд методом поглощения энергии СВЧ проведены на экспериментальной установке, блок-схема которой приведена на рис. 1. В качестве источника СВЧ энергии 1 был применен клистронный генератор, модулятором для которого служил импульсный генератор типа 26И. Измерения проводились на частоте 9400 мГц ($\lambda = 3,2$ см) при частоте модуляции 5 кГц. Уровень высокочастотной мощности на выходе генератора составлял несколько десятков милливатт. Клистронный генератор в установке развязан с основным волноводным трактом аттенюатором 3 до 15 дБ. Передающая 4 и приемная 6 антенны рупорного типа имеют окно раскрытия 135×90 мм. Испытуемый образец 5, помещенный в контейнер из полистирола, устанавливался между антеннами. В приемный тракт входят (кроме антенны) измерительный аттенюатор 7, кристаллический детектор 9, усилитель частоты модуляции 10 и индикатор 11.

При изменении влагосодержания руды рупоры антенн, обращенные друг к другу в горизонтальной плоскости, устанавливаются на рас-

стоянии, равном толщине контейнера с исследуемым образцом. Измерительный attenuator регулировался таким образом, чтобы отсчет получался примерно в середине шкалы индикатора. Затем в зазор между рупорами вводится образец, и регулировкой attenuатора вос-

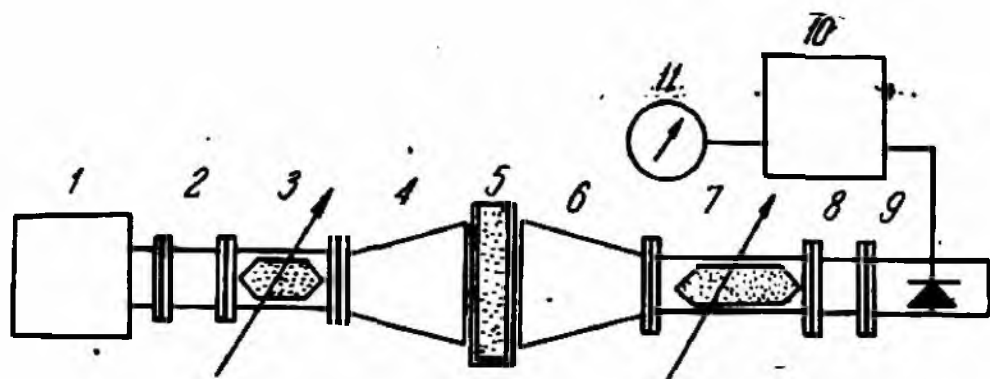


Рис. 1.

станавливаются прежние показания индикатора. Затухание в образце находим как разность показаний attenuатора.

Влажность железной руды определялась с помощью градуировочных кривых, построенных на основании вышеприведенной методики для образцов, влажность которых определялась способом высушивания.

Для уменьшения влияния дифракции на краях контейнера размеры последнего (160×220 мм) выбирались больше раствора рупорных антенн.

В связи с тем, что размеры частиц исследуемых руд были на два порядка меньше длины волны, рассеянием энергии образца пренебрегали.

2. Результаты экспериментальных исследований.

На рис. 2 показаны зависимости поглощения для различных железных руд от их

содержания. Полученные зависимости практически можно считать линейными. Разрешающая способность этого метода измерения для окисленных руд составляет $2,5 \text{ дБ/}\%$, для обожженной руды $3,7$, для магнитной руды $3,6 \text{ дБ/}\%$. Таким образом, влажность магнетитовых руд можно определять с большей разрешающей способностью.

При проведении измерений способом замещения теоретическая точность, как известно, определяется только точностью измерительного attenuатора, которая очень высока. Преждевременно говорить о реальной точности этой методики измерения влажности, так как на погрешность измерений оказывает большое влияние ряд факторов: большое затухание СВЧ-колебаний в железных рудах, независимо от их влажно-

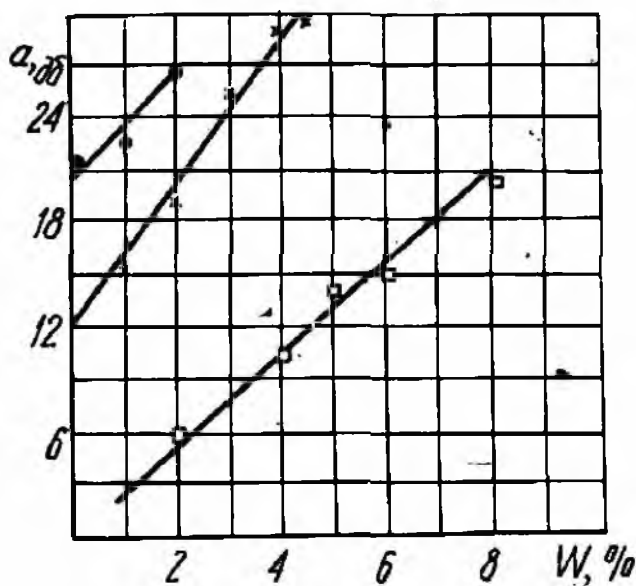


Рис. 2.

содержания; изменение магнитных свойств в различных типах руд; влияние посторонних примесей и т. д. В последующих исследованиях большее внимание было уделено амплитудно-фазовому методу.

ЛИТЕРАТУРА

1. De Hond A. J., Microwaves measure water in oil, Control Engineering, 1962, № 5.
 2. Sasaki Shinichi, Патент США, класс 324—58.5. № 3034046, 8/V, 1962.
 3. М. А. Берлинер. Электрические измерения, автоматический контроль и регулирование влажности. Изд-во «Энергия», 1965.
 4. В. И. Аксенов. Методика измерения диэлектрических свойств пищевых продуктов. Сб. «Теория и методика измерения электрических свойств пищевых продуктов» ГОСИНТИ, 1958.
-