

ОТЧЕТ
Исследование возможности измерения влажности
шихты, применяемой в стекольной промышленности, полученной от
ООО «РУСДЖАМ СТЕКЛОТАРА ХОЛДИНГ»,
с помощью анализаторов влажности
(влагомеров) FIZEPR-SW100

Для определения возможности измерения влажности шихты для стекольного производства (подробный состав в примечании 1) применялся влагомер варианта исполнения FIZEPR-SW100.30.2. Данный лабораторный влагомер по своим метрологическим характеристикам соответствует поточным влагомерам сыпучих материалов серии FIZEPR-SW100.1х.х.

Датчик влагомера FIZEPR-SW100.30.2 выполнен в виде кюветы с размерами 200 x 100 x 100 мм. По принципу действия влагомеры серии FIZEPR-SW100 представляют собой измерители диэлектрической проницаемости (диэлькометры).

Для нахождения влажности влагомер вычисляет коэффициент замедления ($k_{зам}$) электромагнитной волны в контролируемом материале. Для нахождения $k_{зам}$ влагомер вычисляет отношение резонансной частоты датчика в воздухе к его резонансной частоте в контролируемом материале.

$$k_{зам} = F_{калиб} / F_{рез}$$

По найденному значению коэффициента замедления процессор влагомера на основе калибровочной таблицы рассчитывает содержание воды.

Перед началом испытаний была измерена фактическая влажность полученного образца шихты. Контрольное измерение влажности образца выполнялось с помощью анализатора влажности AND ML-50. Метод измерения - термогравиметрический. В результате получено значение влажности, равное 2,7%. Это значение учитывалось в дальнейших измерениях.

При дальнейших экспериментах в пробы материала добавляли отмеренные дозы воды, полученную смесь тщательно перемешивали и таким способом получали образцы шихты с разными значениями влажности.



Датчик влагомера FIZEPR-SW100.30.2 с шихтой

Результаты серии таких экспериментов приведены в таблице. Отметим, что при измерениях параметр $k_{зам}$ определялся для двух значений насыпной плотности: когда материал засыпан в кювету без утрамбовки и после утрамбовки.

Влажность, W, %	$K_{зам}$ (материал в кювете не утрамбован)	$K_{зам}$ (материал в кювете утрамбован)
2,7	1,609	1,62
4,3	1,607	1,611
6	1,595	1,602

По полученным данным мы видим, что чувствительность на данном материале на изменение количества в нем воды (в диапазоне влажности от 2% до 6%) необычайно низкая. Необычайные специфические свойства контролируемого материала выражаются в том, что при увеличении влажности материала коэффициент $k_{зам}$ уменьшается, хотя он должен увеличиваться. Коэффициент $k_{зам}$ представляет собой корень квадратный из диэлектрической проницаемости, а у воды она выше, чем у обезвоженного материала.

Наблюдаемый эффект, по нашему мнению, обусловлен двумя факторами:

- в контролируемом материале вода при небольших объемах является «связанной», т.е. вода физически или химически удерживается твердым веществом, а у «связанной» воды в отличие от «свободной» воды диэлектрическая проницаемость мала (см. примечание 2);
- при добавлении воды в материал, этот материал сильно увеличивается в объеме, из-за чего в контролируемом датчиком объеме пространства количество материала и, соответственно, воды становится меньше.

Заключение

В результате проведенных экспериментов установлено, что диэлькометрические влагомеры, принцип измерения которых основан на измерении диэлектрической проницаемости материалов, не могут быть применены для измерения влажности шихты, применяемой в стекольной промышленности, в диапазоне содержания воды от 0 до 7%.

Примечание 1.

Состав шихты, применяемой в стекольной промышленности для изготовления бесцветной стеклотары: песок кварцевый - 52%, сода кальцинированная - 22%, доломитовая мука - 11%, мраморная крошка - 11%, полевой шпат - 3,5%, сульфат натрия – 0,5%.

Размер фракции: от 0,01 до 3 мм. Основная масса, около 90% находится в пределах от 0,1 мм до 0,5 мм.

Примечание 2.

Вода становится «связанной» в следующих случаях:

1. когда молекулы воды входят в состав молекул смеси в результате химической реакции с твердым веществом;
2. при адсорбции на поверхностях твердых частиц в виде тонких молекулярных плёнок;
3. вследствие капиллярных сил, которые возникают при наличии поверхности раздела сред вода-воздух.