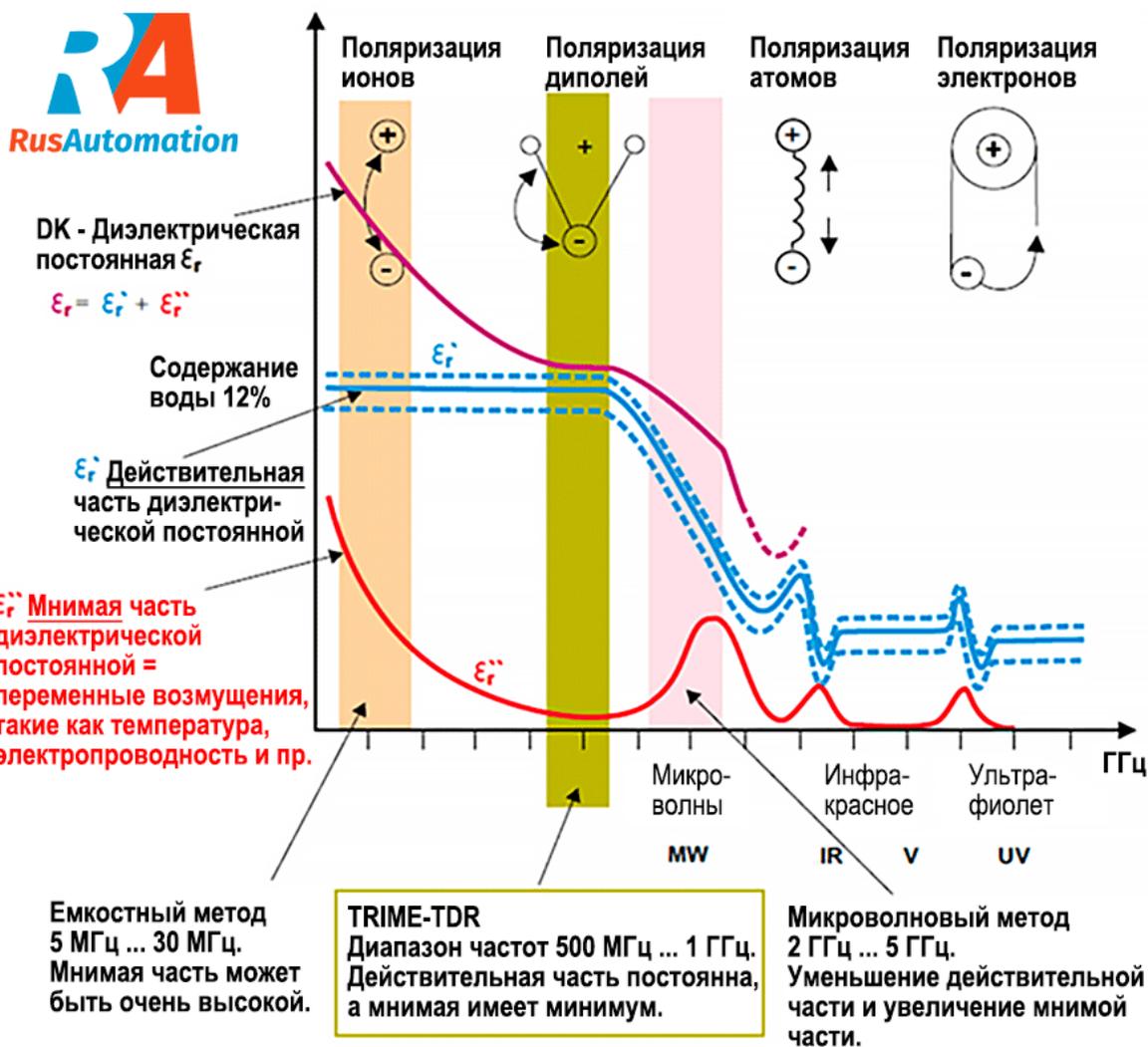


Сравнение различных методов измерения влажности на основе принципа измерения диэлектрической проницаемости материала

Диэлектрическая проницаемость воды при 20°C постоянна и равна 80, в то время как диэлектрическая проницаемость сыпучих материалов, требующих контроля влажности, находится в диапазоне 3...30. Такой контраст в значении диэлектрической проницаемости позволяет использовать показатель диэлектрической проницаемости как показатель количества воды в материале и соответственно влажности материала.

В действительности, постоянная диэлектрической проницаемости конкретного материала состоит из реальной и мнимой. На графике ниже реальная выделена **синим** цветом, а мнимая **красным**. Суммарная, состоящая из реальной и мнимой, изображена **фиолетовым**.



Реальная диэлектрическая проницаемость зависит от содержания воды и собственной диэлектрической проницаемости материала.

Мнимая диэлектрическая проницаемость будет меняться в зависимости от температуры, минерального состава, структуры воды (лед, снег, пар, жидкость), гранулометрического состава материала и его химической однородности. Мнимая часть не является постоянной, а зависит от перечисленных факторов, искажая реальные значения диэлектрической проницаемости, и, соответственно, результаты измерения влажности.

Известные методы измерения влажности на основе принципов контроля диэлектрической проницаемости, такие как емкостной метод, микроволновый метод и TRIME® не способны различать реальную и мнимую диэлектрические проницаемости.

«Хорошей новостью» в данном случае будет факт того, что показатели суммарной диэлектрической проницаемости, как и реальной и мнимой её частей, различаются в зависимости от частоты, причем эти зависимости не идентичны.

Емкостные методы измерения

Емкостные методы измерения, в зависимости от устройства и производителя, работают в метровом диапазоне частот от 5 до 180 МГц. На значение постоянной диэлектрической проницаемости в этом частотном диапазоне частично влияет практически идентичная степень реальной части (фактическое содержание воды) и мнимой части (содержание минералов, химический состав и температура). Выделение этих двух влияющих переменных невозможно. По этой причине точное измерение влажности невозможно под воздействием переменных параметров, таких как температура и содержание минеральных веществ, переменный гранулометрический состав, неоднородность материала.

Микроволновая технология

Микроволновые измерительные системы работают на высоких частотах >1 ГГц. Однако в этом частотном диапазоне реальная часть постоянного тока снова уменьшается. Это приводит к снижению разрешения измерения. Кроме того, проблемная доля мнимой части или вклада ошибки постоянной диэлектрической проницаемости, переменной возмущения при измерении влажности, снова увеличивается. Поэтому микроволновые методы, в меньшей степени по сравнению с емкостными, реагируют на отклонения температуры и электропроводности самого материала.

Зато в отличие от емкостного метода, это можно скорректировать программной обработкой отраженного сигнала, однако за это приходится платить.

Микроволновый метод является технически и физически сложным методом измерения, при котором различные параметры, такие как температура, форма зерна или гранул и размеры, могут влиять на результат измерения.

TDR - рефлектометрия во временной области (TRIME®)

Радарный метод TRIME-TDR работает в идеальном диапазоне частот от 500 МГц до 1 ГГц. Реальная часть (синяя кривая) находится на максимуме и (все еще) постоянна в этом диапазоне частот. Мешающая мнимая часть (красная кривая) на минимуме! Это означает, что определенное распределение реальной части к содержанию воды является оправданным, и мешающим воздействием мнимой части можно пренебречь в значительной степени. Среди всех этих методов измерения технология TRIME-TDR предлагает идеальные физические предпосылки для точного измерения влажности от 0 до 100%!!! ... и это при температурах измеряемого материала до 150°C.



Выводы:

Для простых применений, если влияние внешних факторов, например, температуры, будет отсутствовать, состав и минерализация материала всегда неизменна, фаза воды неизменна и не требуется высокой точности измерения влажности. Достаточно влагомеров на емкостном методе измерения.

Если высока вероятность влияния внешних и внутренних факторов, способствующих увеличению в измеренной влажности «мнимой» части, особенно если соотношение реальной и мнимой частей близко к единице, а также требуется высокая точность стабильных измерений, следует остановить свой выбор на микроволновых методах.

Применение инновационной технологии TRIME® это самый современный на сегодняшний день метод измерения влажности через измерение диэлектрической постоянной, причем в расчет принимается именно реальная проницаемость, а влияние мнимой части сведено к минимуму.

Поэтому данный метод применим к широкому кругу материалов и технологических процессов, в особенности там, где требуется высокая точность при нестабильных факторах, таких как температура процесса, непостоянство гранулометрического состава, переменные соотношения химического состава материала, присутствие влаги в различных фазах, а также когда очень важно измерение влаги не только между частицами материала, но и непосредственно в них. К тому же, данная технология позволяет контролировать влажность в большом объеме около зонда (до 10 литров в зависимости от конструкции зонда).

