

# Электрические методы контроля

Электрические методы основаны на создании в контролируемом объекте электрического поля либо непосредственным воздействием на него электрическим возмущением (например, электростатическим полем, полем постоянного или переменного стационарного тока), либо косвенно с помощью воздействия возмущениями неэлектрической природы (например, тепловым, механическим и др.). В качестве первичного информативного параметра используются электрические характеристики объекта контроля.

К числу этих характеристик относятся электрическое сопротивление  $R$ , электрическая проводимость  $g$ , электрическая емкость  $C$ , относительная диэлектрическая проницаемость  $\epsilon$ , тангенс угла диэлектрических потерь  $\operatorname{tg} \delta$ , электродвижущая сила  $E_t$ , электрический ток  $I$  и т.п.

# Классификация электрических методов

Электрические методы классифицируются в зависимости от используемого первичного информативного параметра, способа получения первичной информации и характера взаимодействия электрического поля с объектом. Прежде всего, следует выделить группы *электропараметрических и генераторных* методов.

К электропараметрическим, согласно ГОСТ 25315, относятся методы, основанные на регистрации электрических характеристик объекта контроля (их еще называют методами, использующими внешние источники электрического сигнала). Наиболее распространенными методами этой группы являются:

- *электроемкостный метод* – метод электрического неразрушающего контроля, основанный на регистрации емкости участка объекта контроля;
- *электропотенциальный метод* – метод электрического неразрушающего контроля, основанный на регистрации распределения потенциалов по поверхности объекта контроля;
- *электроискровой метод* – метод электрического неразрушающего контроля, основанный на регистрации возникновения электрического пробоя и (или) изменений его параметров в окружающей объект контроля среде или на его участке;
- *метод контактной разности потенциалов* – метод электрического неразрушающего контроля, основанный на регистрации контактной разности потенциалов на участках объекта контроля, через который пропускается электрический ток;
- *метод электрического сопротивления (электрорезистивный метод)* – метод электрического неразрушающего контроля, основанный на регистрации электрического сопротивления участка объекта контроля.

К группе генераторных относятся методы, основанные на регистрации электрических сигналов, формируемых самим объектом контроля (их еще называют методами, использующими собственные источники электрических сигналов). Наиболее распространенными методами этой группы являются:

- *термоэлектрический метод* – метод электрического неразрушающего контроля, основанный на регистрации величины термоэлектродвижущей силы, возникающей при прямом контакте нагретого образца известного материала с объектом контроля;
- *трибоэлектрический метод* – метод электрического неразрушающего контроля, основанный на регистрации величины электрических зарядов, возникающих в объекте контроля при трении разнородных материалов;
- *метод рекомбинационного излучения* – метод электрического неразрушающего контроля, основанный на регистрации рекомбинационного излучения *p-n* переходов в полупроводниковых изделиях;
- *метод экзополупроводниковой эмиссии* – метод электрического неразрушающего контроля, основанный на регистрации экзополупроводников, эмитированных поверхностью контролируемого объекта при приложении к нему внешнего стимулирующего воздействия.

Каждый из методов обладает определенными преимуществами и недостатками, имеет специфику применения и области наиболее эффективного использования. В совокупности электрические методы успешно применяются при решении задач дефектоскопии, толщинометрии, структуроскопии, термометрии объектов из электропроводящих и диэлектрических материалов.

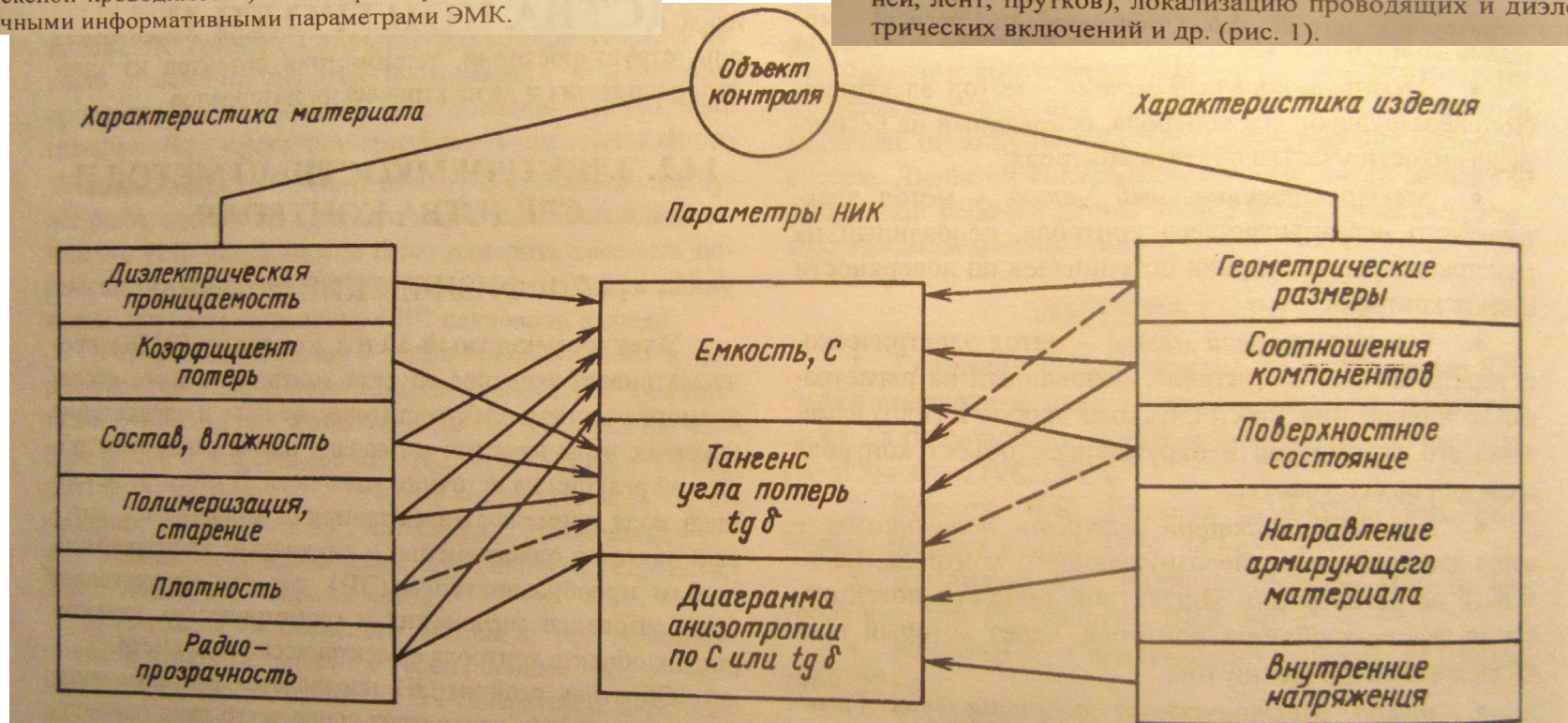
# Электроемкостный метод контроля

Электроемкостный метод контроля (ЭМК) предусматривает введение объекта контроля или его исследуемого участка в электростатическое поле и определение искомым характеристикам материала по вызванной им обратной реакции на источник этого поля. В качестве источника поля применяют электрический конденсатор, который является одновременно и первичным **электроемкостным преобразователем (ЭП)**, так как осуществляет преобразование физических и геометрических характеристик объекта контроля в электрический параметр.

Обратная реакция ЭП проявляется как изменение его интегральных параметров, чаще всего двух параметров, из которых один характеризует «емкостные» свойства ЭП, а другой – диэлектрические потери (например,

емкость и тангенс угла потерь – составляющие комплексной проводимости). Эти параметры являются первичными информативными параметрами ЭМК.

Информативность ЭМК определяется зависимостью первичных информативных параметров ЭП от характеристик объекта контроля – непосредственно от электрических характеристик (например, диэлектрической проницаемости и коэффициента диэлектрических потерь) и геометрических размеров объекта контроля. Косвенным путем с помощью ЭМК можно определять и другие физические характеристики материала: плотность, содержание компонентов в гетерогенных системах, влажность, степень полимеризации и старения, механические параметры, радиопрозрачность и пр. К наиболее информативным геометрическим параметрам объекта контроля следует отнести толщину пластин, оболочек и диэлектрических покрытий на проводящем и непроводящем основаниях, поперечные размеры линейно-протяженных проводящих и диэлектрических изделий (нитей, стержней, лент, прутков), локализацию проводящих и диэлектрических включений и др. (рис. 1).



## Особенности электроемкостного метода контроля

Применение ЭМК характеризуется следующими основными особенностями:

а) информация, получаемая от объекта контроля, многопараметрическая, что, с одной стороны, свидетельствует в пользу этого метода, так как позволяет получить более подробные сведения (совокупность сведений) об объекте контроля, а с другой, – создает дополнительные трудности при разделении параметров контроля. Так, при измерении одного из параметров на результат контроля оказывают влияние другие параметры, являющиеся мешающими факторами;

б) возможность проведения бесконтактных измерений в динамическом режиме, что играет важную роль при автоматизации процесса контроля;

в) ЭМК позволяет получить информацию о средних значениях контролируемых параметров в сравнительно больших объемах материала или локализовать поле в определенном участке, а также на определенной глубине исследуемого материала.