

# СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЕМКОСТНЫХ ДАТЧИКОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

**В. А. Хананов**

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научные руководители: В. А. Карпов, А. В. Ковалев

Цель работы: обобщение существующей номенклатуры первичных преобразователей емкостных датчиков, позволяющее существенно уменьшить число классов схем измерительных преобразователей.

Емкостный преобразователь представляет собой конденсатор, электрические параметры которого изменяются под действием входной величины. Конденсатор состоит из нескольких электродов, пространство между которыми заполнено диэлектриком. При изменении взаимного положения электродов или при изменении диэлектрической проницаемости среды, заполняющей межэлектродное пространство, изменяется емкость конденсатора [1].

В литературе [2]–[4] выделяют отличительные особенности емкостной технологии:

- высокая чувствительность к перемещениям (способность детектировать перемещения до  $10^{-14}$  м);
- высокое разрешение на уровне первичных преобразователей (до  $10^{-18}$  Ф);
- малое время срабатывания;
- отсутствие гистерезиса;
- малая инерционность измерений;
- температурная стабильность;
- практически полное отсутствие сигнальных шумов;
- малое энергопотребление и отсутствие потерь мощности вследствие самонагрева;
- бесконтактность;
- простота и компактность конструкций;
- малый размер и вес;
- способность функционировать в широких рабочих пределах (включая детектируемый диапазон рабочего хода объекта, рабочий частотный и температурный диапазон и т. д.);
- низкая цена.

В то же время нижеперечисленные особенности требуют особого внимания к схемотехнике измерительных преобразователей:

– подверженность интерферирующим электромагнитным помехам (но к магнитным полям датчики нечувствительны);  
 – низкие уровни первичного сигнала;  
 – необходимость схемы обработки сигнала с высоким входным импедансом и выходным сигналом в виде пропорционального аналогового напряжения, импульсов тока (ШИМ) или частоты.

Следует отметить, что схемотехника емкостных датчиков не систематизирована, а публикации на эту тему носят фрагментарный характер. Поэтому данная работа посвящена сравнительному анализу емкостных датчиков, а именно анализу различных типов первичных преобразователей и способу их подключения к измерительным схемам.

На рис. 1 представлены все возможные подключения первичного преобразователя емкостного датчика, начиная с простейшей схемы с одним заземленным электродом, заканчивая мостовым включением.

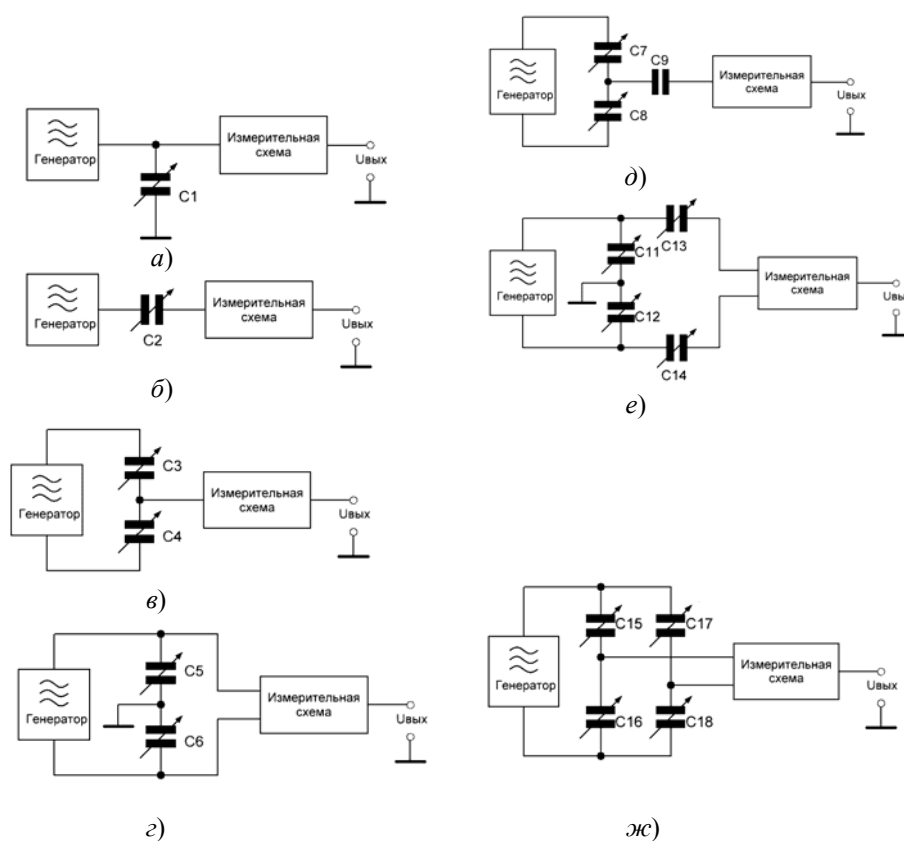


Рис. 1. Подключение емкостных преобразователей:

*а* – недифференциальный с одним заземленным электродом; *б* – недифференциальный с двумя незаземленными электродами; *в* – дифференциальный с незаземленным средним электродом; *г* – дифференциальный с заземленным средним электродом; *д* – дифференциальный емкостный преобразователь с бесконтактным съемом с незаземленным средним электродом; *е* – дифференциальный емкостный преобразователь с бесконтактным съемом с заземленным средним электродом; *ж* – мостовое включение емкостных преобразователей

На рис. 2 представлены примеры [1]–[4], поясняющие схемы, изображенные на рис. 1. Обозначение схем на рис. 2 соответствует рис. 1.

Таким образом, можно сделать вывод, что все возможные типы первичных преобразователей можно подключить к измерительной схеме 7-ю разными способами. Из чего следует, что для преобразования сигнала с любого датчика достаточно 7-ми различных измерительных схем.

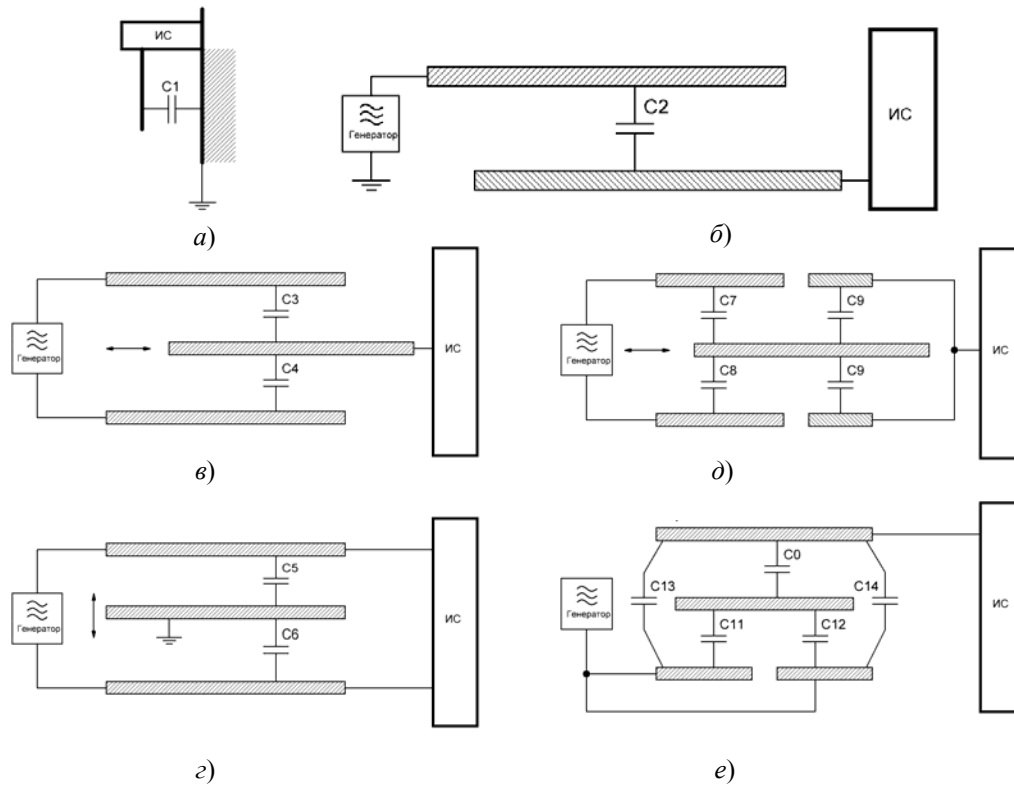


Рис. 2. Примеры подключения первичных преобразователей к измерительной схеме

**Заключение.** В работе была предложена классификация емкостных датчиков по способу подключения первичного преобразователя к измерительной цепи. По мнению авторов, данный подход позволяет четко разделить конструктивные особенности первичных преобразователей и схемотехнику измерительных цепей, тем самым существенно уменьшить число предлагаемых разработчику структурных схем.

#### Литература

1. Евтихий, Н. Н. Измерение электрических и неэлектрических величин : учеб. пособие для вузов / Н. Н. Евтихий [и др.]. – М. : Энергоатомиздат, 1990. – 352 с.
2. Ацюковский, В. А. Емкостные дифференциальные датчики перемещения / В. А. Ацюковский. – М. : Госэнергоиздат, 1960. – 104 с.
3. Baxter, Larry K. Capacitive Sensors: Design and Applications / Larry K. Baxter. – IEEE Pres, 1997.
4. Осадчий, Е. П. Проектирование датчиков для измерения механических величин / Е. П. Осадчий. – М. : Машиностроение, 1979. – 480 с.