

**ЗАВОД НИЗКОВОЛТНОГО И ВЫСОКОВОЛТНОГО  
ОБОРУДОВАНИЯ**

---

**БИБЛИОТЕКА ПО АВТОМАТИКЕ**

Выпуск 12

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО**

**МОСКВА 1960 ЛЕНИНГРАД**

Редакционная коллегия: И. В. Антик, С. Н. Вешеневский,  
В. С. Кулебакин, А. Д. Смирнов, Б. С. Сотсков, Е. П. Стефани,  
Н. Н. Шумиловский

ЭЭ-5(4)-3

В книге рассматриваются принцип работы, основные типы и области применения емкостных

# ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

---

дифференциальных датчиков перемещения, приводятся примеры расчета емкостных датчиков, даются некоторые

рекомендации по построению следящих систем переменного тока с емкостными датчиками перемещения и их

элементов.

Книга рассчитана на инженеров и техников, работающих в области автоматического регулирования и измерения неэлектрических величин электрическими методами.

Владимир Акимович Ацкоковский

# ЗАВОД НИЗКОВОЛТНОГО И ВЫСОКОВОЛТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

---

ЕМКОСТНЫЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ ДАТЧИКИ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ

Редактор Д. В. Свечарник

Техн. редактор К. П. Воронин

Сдано в набор S8/XII 1959 г.

Подписано к печати 16/III 1960 г.

T-04012

Бумага 84x108»/»

5,3 печ. л.

Уч.-изд. л. 5,7

Тираж 12000 экз.

Цена 2 р. 85 к.

Заказ 671

Типография Госэнергоиздата. Москва, Шлюзовая наб., 10.

Содержание книги **Емкостные дифференциальные датчики перемещения**

Предисловие

Введение

Глава первая. **Некоторые сведения из теории емкостных датчиков**

Глава вторая. **Двухлучевые емкостные датчики**

Датчики с переменным  $d$

Датчики с переменной  $S$

Исправление нелинейностей в следящих системах с емкостными датчиками

# ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

---

Влияние линии связи на точность дистанционной передачи

Глава третья. **Трехлучевые емкостные датчики**

Описание и расчет

Исправление нелинейностей в следящей системе с трехлучевым датчиком

Влияние линии связи на точность дистанционной передачи

Глава четвертая. **Емкостные фазовращатели**

Двухфазные фазовращатели

Трехфазные фазовращатели

Глава пятая. **Некоторые рекомендации**

Рекомендации по конструированию емкостных датчиков и их включению

Рекомендации по построению многокаскадных усилителей низкой частоты к следящим системам переменного тока

Рекомендации по построению и отладке следящих систем переменного тока

Глава шестая. **Примеры построения приборов с дифференциальными емкостными датчиками**

Заключение

Литература

## ПРЕДИСЛОВИЕ

В предлагаемой книге рассмотрены принцип работы, основные типы и области

# ЗАВОД НИЗКОВОЛТНОГО И ВЫСОКОВОЛТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

---

применения емкостных дифференциальных датчиков перемещения, входящих в состав

следающих систем переменного тока высокой точности, работающих на повышенной (~400 гц)

частоте.

Наряду с теоретической частью л выводом формул, позволяющим производить расчет

собственно емкостных датчиков, усилителей к следающим системам, а также

# ЗАВОД НИЗКОВОЛТНОГО И ВЫСОКОВОЛТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

---

наиболее существенных их погрешностей, в каждом разделе приведены примеры

расчета с тем, чтобы читатель-инженер мог использовать материал в своей непосредственной

работе.

В книге приведены рекомендации по практическому построению и наладке как

самых датчиков, так и усилителей переменного тока с большим коэффициентом усиления

# ЗАВОД НИЗКОВОЛТНОГО И ВЫСОКОВОЛТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

---

и следящих систем переменного тока. При этом отдельные рекомендации могут быть

использованы не только в следящих системах переменного тока с емкостными датчиками, но

и в любых следящих системах, а также в некоторых узлах электро- и радиоаппаратуры.

Предлагаемый материал проверен автором экспериментально в тесном контакте с инженером Весландом Д. М. и электромехаником Максимовым В. А., которым автор выражает глубокую признательность.

Автор

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в промышленности и для различных специальных целей

# ЗАВОД НИЗКОВОЛТНОГО И ВЫСОКОВОЛТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

---

широко применяются дистанционные измерения всевозможных величин. Многие из

этих величин преобразуются в перемещение, и тогда задача сводится к дистанционному

измерению величины хода измерительного органа (чувствительного элемента). Так,

например, для замера давления достаточно измерить прогиб anerоидной коробки, а для

определения ускорения достаточно знать величину перемещения массы, закрепленной на



# ЗАВОД НИЗКОВОЛТНОГО И ВЫСОКОВОЛТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

---

пружине. Кроме того, очень часто нас интересует непосредственно относительное

перемещение отдельных частей механизма, например угол поворота оси.

Для дистанционного измерения перемещений широкое распространение получили

следящие системы, включающие в себя соответствующие датчики. Задачей такого датчика

является преобразование величины хода чувствительного элемента (расстояния, угла

# ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

---

поворота) в электрический сигнал, который и воспринимается следящей системой [Л. 1 - 4].

Существует большое количество типов датчиков перемещения. Наиболее

распространены реостатные и индуктивные датчики, менее распространены емкостные,

фотоэлектрические и некоторые другие специальные датчики, например лампы с механическим

управлением и т. д.

Во многих случаях к датчикам перемещения предъявляются повышенные требования как в

# ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

---

отношении точности, так и в отношении малого механического момента и пр. Эти

требования возникают в приборах, от которых требуется высокая точность

работы — в акселерометрах, гироскопических, мембранных приборах и других устрой

ствах. Всем этим требованиям удовлетворить с помощью реостатных, индуктивных или

фотодатчиков затруднительно, а емкостные датчики до последнего времени разрабатывались в

# ЗАВОД НИЗКОВОЛТНОГО И ВЫСОКОВОЛТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

---

совершенно недостаточных масштабах.

Однако дальнейшее повышение требований в отношении точности, стабильности, малой

величины механического момента, широкой регулировки заставляют конструкторов вновь

обратиться к разработке емкостных датчиков.

До недавнего времени конструкторы относились с предубеждением к емкостным датчикам,

# ЗАВОД НИЗКОВОЛТНОГО И ВЫСОКОВОЛТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

---

полагая, что схемы с емкостными датчиками не обеспечивают ни достаточной

точности, ни стабильности работы приборов. Считалось обязательным для получения

устойчивого сигнала на выходе емкостного датчика питать его напряжением высокой

чистоты, достигающей сотен килогерц, а иногда даже десятков мегагерц [Л. 5, стр. 47; Л. 18].

Наличие такой высокой частоты в свою очередь приводило к потерям в паразитных емкостях,

# ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

---

соединительных проводах и т. п. [Л. 1, стр. 70]. Для того чтобы повысить амплитуду сигнала,

снимаемого с емкостного датчика, и улучшить стабильность показаний, некоторые авторы

разработок применяли в первом каскаде усилителя электрометрические лампы, допускающие

включение сотен мегом в цепь управляющей сетки [Л. 21] и т. д., однако все эти меры

мало улучшали стабильность систем с емкостными датчиками и в то же время значительно

# ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

---

усложняли конструкцию приборов.

Проведенные, в настоящее время работы показали, что причина нестабильности работы

систем с емкостными датчиками лежит в неправильном подходе конструкторов

к проектированию датчиков, в частности, в неправильном расположении

изолирующих элементов конструкции, нестабильность свойств которых и приводит к

# ЗАВОД НИЗКОВОЛТНОГО И ВЫСОКОВОЛТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

---

ошибкам в работе систем. Эти трудности оказались преодолимыми, и уже созданы

приборы с емкостными датчиками, обеспечивающие высокие точности и стабильность

работы, выдерживающие тяжелые режимы эксплуатации (см. гл. 6).

В настоящее время установлено, что емкостные датчики перемещения обладают

целым рядом преимуществ по сравнению с другими датчиками перемещения. К их достоинствам



# ЗАВОД НИЗКОВОЛТНОГО И ВЫСОКОВОЛТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

---

относятся:

- 1) потребность весьма малых усилий для перемещения подвижной части (ротора) емкостного датчика;
- 2) малое потребление энергии;
- 3) простота изготовления;
- 4) использование дешевых материалов;
- 5) отсутствие контактов (в некоторых отдельных случаях — один токосъем с помощью кольца и щетки);
- 6) высокая точность и стабильность работы систем с емкостными датчиками;
- 7) возможность широкой регулировки приборов с некоторыми типами емкостных датчиков.

К недостаткам емкостных датчиков следует отнести высокое внутреннее

сопротивление, достигающее десятков и даже сотен мегом, высокие требования к

# ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

---

сопротивлению крепежных изолирующих деталей и необходимость работы на повышенной (по

сравнению с 50 Гц) частоте. Однако в большинстве случаев крепления емкостных датчиков мо

гут быть выполнены и из обычных материалов, а практика показывает, что емкостные

датчики дают хорошие результаты на широко распространенной частоте 400 Гц.

Ценные качества емкостных датчиков — малая величина механического усилия,

# ЗАВОД НИЗКОВОЛТНОГО И ВЫСОКОВОЛТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

---

необходимого для перемещения его ротора, возможность регулировки выхода следящей

системы и высокая точность работы — делают емкостные датчики перемещения

незаменимыми в приборах, в которых допускаются погрешности лишь в сотые и даже тысяч

ные доли процента, а поэтому необходимо емкостные датчики перемещения развивать и

осваивать.

[Скачать книгу](#) Ацюковский В. А. Емкостные дифференциальные датчики перемещения, Москва, 1960