

Лабораторная работа №6

Измерение параметров схемы замещения электромагнитного датчика расхода

Цель работы: составление электрической эквивалентной схемы замещения электромагнитного датчика расхода.

Используемое оборудование: Электромагнитный датчик расхода; прибор для измерения изоляции (до 200 МОм) типа Е6-13А; мост переменного тока Е7-8.

1 Общие теоретические сведения

Под эквивалентной схемой понимается такая электрическая схема в которой элементы с распределенными параметрами (сопротивлениями изоляции, паразитными емкостями и паразитными магнитными связями) заменяются сосредоточенными. При этом физическую модель электромагнитного датчика, представленную на рис. 1 [1], где:

$R_{иЭ1}, R_{иЭ2}$ – сопротивление изоляции индуктор-электрод;

$C_{иЭ1}, C_{иЭ2}$ – паразитная емкость индуктор-электрод;

$R_{Э1}, R_{Э2}$ – сопротивление изоляции между электродом и корпусом ЭМ датчика;

$C_{Э1}, C_{Э2}$ – паразитная емкость между электродом и корпусом ЭМ датчика;

$R_{вн}$ – выходное сопротивление среды относительно электродов;

$r_{ср1}, r_{ср2}$ – электрическое сопротивление измеряемой среды между электродом и точкой заземления среды;

ИН – индуктор, представляющий собой магнитопровод с катушкой возбуждения питаемой напряжением $E_{ин}$;

$E_{ЭХ1}, E_{ЭХ2}$ – электрохимический потенциал возникающий на соответствующем электроде;

$E_{пол}$ – полная составляющая, пропорциональная расходу.

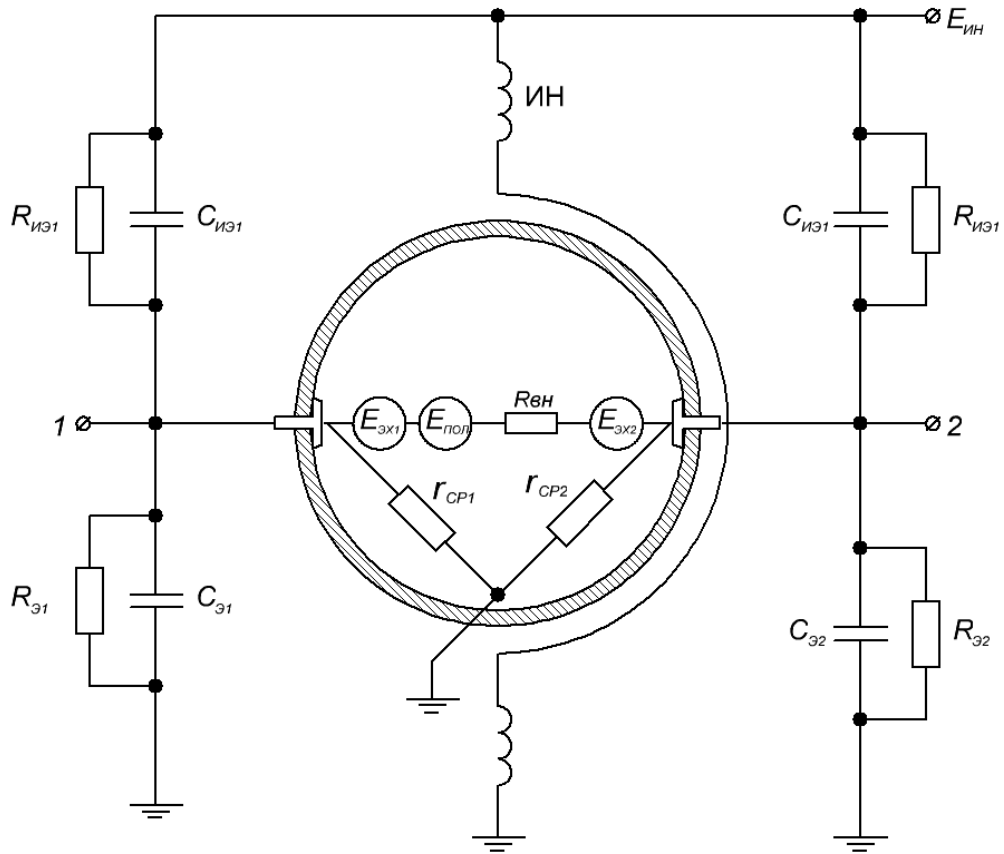


Рисунок 1 – Физическая модель электромагнитного датчика с представлением элементов эквивалентной схемы

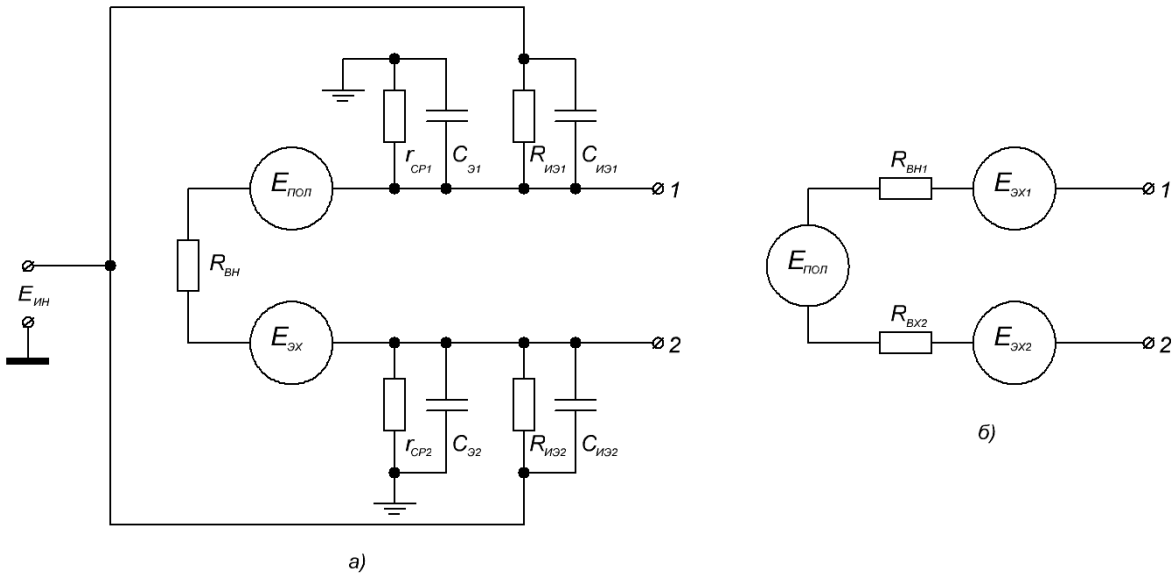


Рисунок 2 – Эквивалентная схема ЭМ датчика, где: а) упрощенная схема ЭМ датчика заполненного средой, $E_{ЭХ} = E_{ЭХ1} + E_{ЭХ2}$; $r_{СР1(2)} \approx R_{Э1(2)} // r_{СР1(2)}$

Полезное напряжение, и пропорциональное расходу находится из выражения:

$$E_{\text{ПОЛ}} = v \cdot d \cdot B \cdot k,$$

где v – средняя скорость потока; d – расстояние между электродами; B – индукция магнитного поля; k – конструктивный коэффициент, принимающий значение (0,7 – 0,9) в зависимости от конструктивного исполнения датчика. Электрохимическая ЭДС $E_{\text{ЭХ}}$ имеет характер медленного дрейфа со спектром частот (0,1—0,001 Гц) и напряжения находящимся в интервале от 0,1 до 200 мВ.

Внутренне сопротивление $R_{\text{ВН}}$ определяется характером среды, условиями ее эксплуатации и степенью чистоты поверхности электродов. Внутренне сопротивление среды принято измерять удельной электрической проводимостью. Для большинства сред, измеряемых в промышленных условиях, удельная электрическая проводимость χ находится в пределах от 10^{-3} до 10 Ом/м. В заполненном средой датчике внутреннее сопротивление находится на таком же уровне, что и сопротивление среды $R_{\text{ВН}} \approx r_{\text{СП1}} \approx r_{\text{СП2}}$.

Параметры эквивалентов схемы замещения необходимы для правильного проектирования измерительного преобразователя (ИП) к ЭМ датчику расхода. Ключевым элементом ИП является входной усилитель с симметричным входом. Схема подключения ЭМ датчика расхода к усилителю представлена на рис. 3.

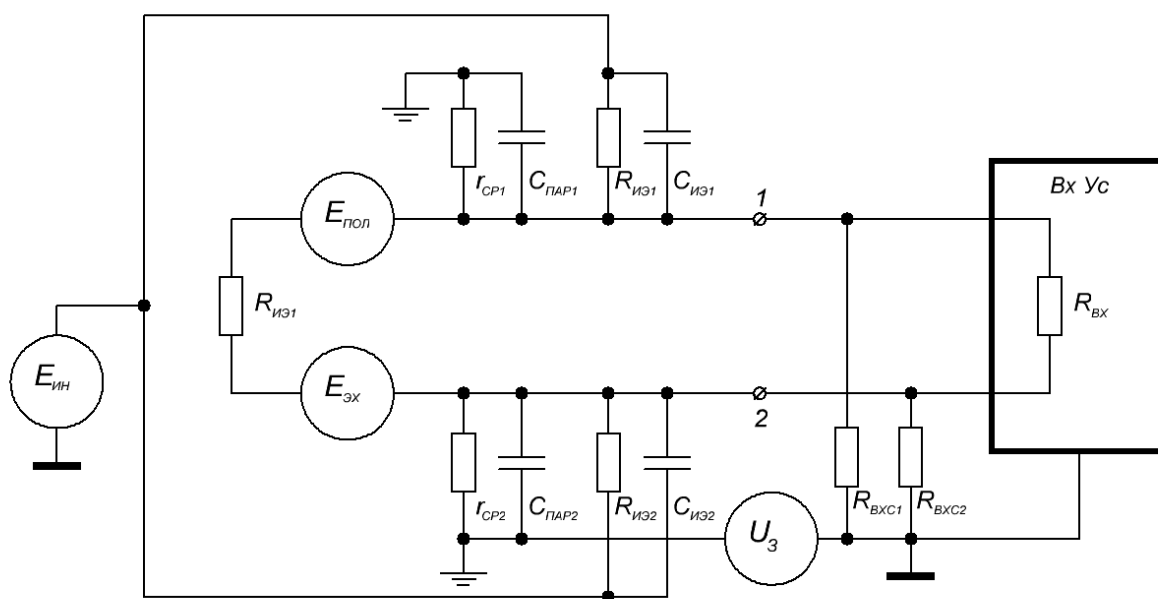


Рисунок 3 – Схема подключения Вх Ус к ЭМ датчику расхода

На рисунке даны дополнительные обозначения:

Вх Ус – входной усилитель ИП с симметричным входом;

$R_{ВХ}$ – входное сопротивление Вх Ус;

$R_{ВХС1}$, $R_{ВХС2}$ – входное синфазное сопротивление Вх Ус соответственно по первому и второму входам;

U_3 – напряжение между землями. Напряжение помехи, возникающее между точками заземления ЭМ датчика и ИП.

2 Ход выполнения работы

1. Используя ЭМ датчик, с помощью тераомметра Е6-13А измерить сопротивление изоляции между электродами датчика и корпусом, а также между электродами датчика и обмоткой возбуждения индуктора. Полученные значения заносим в таблицу 1

Таблица 1

	$R_{иЭ1}$, МОм	$R_{иЭ2}$, МОм	$R_{Э1}$, МОм	$R_{Э2}$, МОм
Измеренное значение				

2. Используя мост переменного тока Е7-8, измерить паразитные емкости между электродами, корпусом ЭМ датчика и обмоткой возбуждения индуктора. Полученные данные занесем в таблицу 2.

Таблица 2

	$C_{иЭ1}$, пФ	$C_{иЭ2}$, пФ	$C_{Э1}$, пФ	$C_{Э2}$, пФ
Измеренное значение				

3. Для измерения сопротивления среды $r_{СП1}$, $r_{СП2}$ ЭМ датчик необходимо заполнить водопроводной водой и с использованием моста переменного тока Е7-8 измерить сопротивление между электродами и

корпусом ЭМ датчика. Полученные данные зафиксировать в отчете.

4. Составить и начертить эквивалентную схему ЭМ датчика сухого и заполненного водопроводной водой.

5. По заданному преподавателем значению напряжением между землями и с использованием полученной эквивалентной схемы, найти напряжение между электродами от действия этого напряжения. Составить расчетную схему для нахождения искомого напряжения.

6. По заданному преподавателем напряжению $E_{\text{ПОЛ}}$, найти выходное напряжение ЭМ датчика. Составить расчетную схему для нахождения искомого напряжения.

7. Используя данные измерений, определить требования к входному усилителю по $R_{\text{ВХ}}$, $R_{\text{ВХС1}}$, $R_{\text{ВХС2}}$ для погрешности измерения $\delta \leq 0,1\%$.

Результаты пунктов 1÷7 оформить в виде отчета.

3 Контрольные вопросы

1. Как связаны между собой средняя скорость потока v и объемный расход Qv ?
2. Чем обуславливается наличие напряжения $E_{\text{ЭХ}}$. Какой вид имеет это напряжение?
3. Чем обуславливается сопротивление изоляции $R_{\text{ИЭ}}$?
4. Чем обуславливается сопротивление изоляции $R_{\text{Э}}$?
5. От каких факторов зависит сопротивление $R_{\text{ВН}}$, $\Gamma_{\text{СР1}}$, $\Gamma_{\text{СР2}}$. Почему в заполненном датчике сопротивление $R_{\text{Э}} \approx \Gamma_{\text{СР}} \approx R_{\text{ВН}}$?
6. Объяснить принцип действия электромагнитного метода измерения расхода?
7. Почему электромагнитный метод расхода не применяется для измерения расхода газов и углеводородов?
8. Чем определяются сопротивление $R_{\text{ВХС}}$ во входном усилителе для ЭМ датчика расхода?
9. Составить эквивалентную схему замещения для расчета напряжения на электродах от паразитного прохождения питающего напряжения на

вход ЭМ датчика?

10. Что произойдет, если в схеме усилителя будут отсутствовать резисторы $R_{ВХС1}$, $R_{ВХС2}$?
11. Составить эквивалентную схему замещения для расчета напряжения на электродах от действия напряжения между землями.

Литература

1. Каржов В.А. Электромагнитные расходомеры: Учебное пособие. Гомель: ГПИ, 1998.-70с
2. Измерение в промышленности. Кн.2. Способы измерения и аппаратура. Пер. с нем./Под ред. П.Профоса. 2.с под.-М.: Металлургия, 1990.
3. Кремлевский П.П. Расходомеры и счетчики количества справочник/П.П. Кремлевский. -4-с изд. перераб. и доп.-Л.:Машиностроение,1989.
4. Шерклиф Д.А. Теория электромагнитного измерения расхода/Д.А. Шерклиф.-М.: Мир, 1985.
5. Фрайден, Дж. Современные датчики: справочник/Дж.Фрайден.-М.: Техносфера, 2003.
6. Кремлевский П.П. Расходомеры и счётчики количества вещества. / П.П. Кремлевский. – СПб: Политехника, 2004. – 412с.