



Терещенко А. Е.
Бабин А. И.

ЕМКОСТНОЙ СИГНАЛИЗАТОР УРОВНЯ И ЕГО
ПРИМЕНЕНИЕ ПРИ АВТОМАТИЗАЦИИ НАСОСА

Екатеринбург
2003

Печатается по рекомендации методической комиссии лесо-
инженерного факультета, протокол № 8 от 20.05 1985г.

Редактор РКО Пивагина О.Ю.

Подписано в печать 18.05.90. формат 60x84 1/16
Плоская печать Объем 0,7 л.л. Тираж 100 экз.
Заказ № 661 Бесплатно

Редакционно-издательский отдел УЛТИ
Ротавриет УЛТИ

Редакционно-издательский отдел УГЛТУ

Министерство образования Российской Федерации
Уральский государственный лесотехнический университет

Кафедра «Автоматизация производственных процессов»

Терещенко А. Е.
Бабин А. И.

**ЕМКОСТНОЙ СИГНАЛИЗАТОР УРОВНЯ И ЕГО
ПРИМЕНЕНИЕ ПРИ АВТОМАТИЗАЦИИ НАСОСА**

Методические указания к лабораторной работе по курсу
«Автоматизация технологических процессов и
производств»

Екатеринбург 2003

Принцип работы емкостных датчиков

Работа емкостных приборов основана на изменении величины электрической емкости конденсаторных датчиков. Под конденсаторными или емкостными датчиками понимается два электрических проводника специальной формы, изолированные друг от друга диэлектриком.

Если в качестве проводника принять две металлические пластины, то величина емкости между ними будет равна

$$C = \epsilon \frac{S}{\rho}, \quad (1)$$

- где C - величина емкости;
 ϵ - коэффициент диэлектрической проницаемости вещества, находящегося между пластинами;
 S - площадь пластин;
 ρ - расстояние между пластинами.

Эквивалентная расчетная электрическая схема емкостного датчика имеет вид

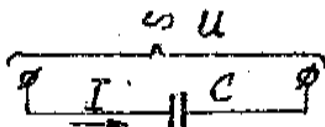


Рис. 1. Расчетная электрическая схема емкостного датчика

Ток в этой цепи определяется

$$I = \frac{U}{Z} = \frac{U}{\sqrt{R^2 + X_c^2}}, \quad (2)$$

- где I - ток цепи;
 U - напряжение питания;
 Z - полное сопротивление переменному току;
 R - активное сопротивление цепи;

$$X_c = \frac{1}{2\pi f C}$$

- где X_c - емкостное сопротивление цепи.

Для принятия эквивалентной схемы $R \ll X_c$ при этом ток в цепи с достаточной точностью определяется:

$$I = \frac{U}{X_c} = 2\pi U f C. \quad (3)$$

Из выражений (1) и (3) следует:

$$I = 2\pi f \frac{S}{d} \epsilon. \quad (4)$$

Для применения емкостного датчика величина

$$2\pi U f \frac{S}{d} = Const.$$

При этом ток в цепи будет зависеть от диэлектрической проницаемости вещества, находящегося между пластинами.

Диэлектрическая проницаемость в относительных единицах для воздуха равна 1, для воды - 80. Данное обстоятельство определяет преимущественное применение емкостных датчиков для целей измерения влажности вещества, измерения и сигнализации уровней жидких сред в различных сосудах и баках. При этом величина тока в цепи будет функционально зависеть от влажности испытуемой среды или измеряемого уровня. Для повышения чувствительности и точности измерения питание емкостных приборов осуществляется переменным напряжением повышенной частоты ($1 \times 10^5 - 6 \times 10^5$ Гц).

Емкостный электронный сигнализатор уровня типа ЧЭСУ-1М

Малогобаритный электронный сигнализатор уровня (ЧЭСУ-1М) предназначен для сигнализации и позиционного регулирования фиксированного уровня жидких, сыпучих и гранулированных веществ с различными физическими свойствами.

Работа прибора основана на принципе изменения емкости между электродом датчика и корпусом бака. Приближение среды к электроду датчика вызывает изменение емкости электронного генератора, при этом происходит срыв высокочастотных колебаний генератора, значительное увеличение анодного тока лампы и срабатывание электромагнитного реле, включенного в дисплей

цепь.

Электрическая схема емкостного сигнализатора уровня (рис. 2) состоит из силового трансформатора T_p , выпрямителя В и высокочастотного генератора, собранного на базе электронной лампы 6Н16В. Емкостный датчик представляет собой металлический стержень, изолированный виниладостовой оболочкой, который помещается в бак на определенном уровне. Параметры высокочастотного генератора рассчитаны таким образом, что индуктивность L с конденсаторами С1 и С2 и емкость между датчиком и стенкой бака (при условии, что датчик не затит водой) составляют контур с положительной обратной связью, обеспечивающей высокочастотные колебания анодного тока лампы. Анодной нагрузкой лампы является реле постоянного тока Р, которое для высокочастотных электрических колебаний является большим индуктивным сопротивлением. При этом ток, протекающий через обмотку реле, будет меньше его срабатывания и все его контакты останутся в исходном состоянии.

В случае, если жидкость достигнет уровня датчика и затит его, то вследствие изменения диэлектрической проницаемости, электрическая емкость между датчиком и баком увеличится в десять раз. При этом произойдет резкое уменьшение емкостного сопротивления датчика, который вместе с конденсаторами С1 и С2 и вместе с ними представляет емкостный делитель напряжения обратной связи генератора. Это приводит к уменьшению сигнала обратной связи, поступающего на сетку лампы, и в конечном итоге к прекращению генерации высокочастотных колебаний (орыв колебаний). Сопротивление R , соединенное с сеткой электронной лампы, обеспечит ее открытие для протекания постоянного тока. В связи с тем, что активное сопротивление нити обмотки реле незначительно (оцени 0м), величина постоянного тока, протекающего на обмотке реле и электронной лампе, будет больше тока срабатывания этого реле, при этом все его контакты переключатся (нормально открытые - замкнутся, нормально закрытые - разомкнутся). Такое положение контактов реле будет сохраняться до тех пор, пока датчик затит водой.

Зеленая сигнальная лампочка Л8 показывает включенное состояние прибора. Загорание её говорит о том, что сигнали-

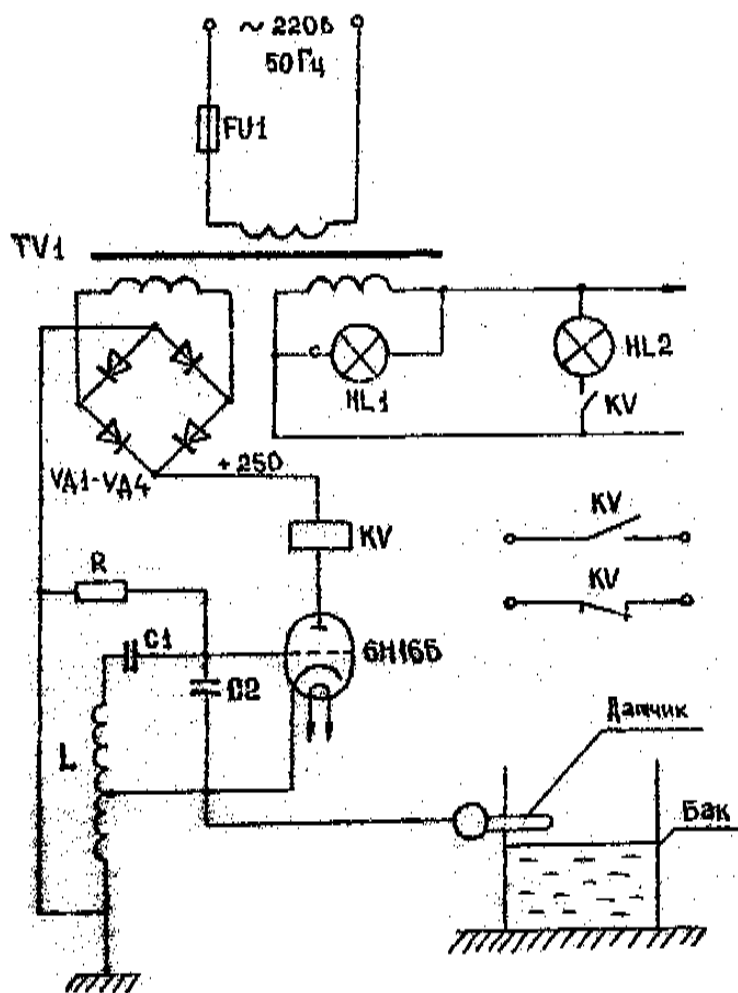


Рис. 2. Схема электронного сигнализатора уровня
типа МЭСУ-1М

затор включен. Красная лампочка ЛК сигнализирует положение уровня жидкости по отношению к датчику: ЛК не горит - уровень ниже датчика, ЛК горит - уровень достиг датчика, и он заливает водой.

Способность емкостного сигнализатора уровня переключать контакты реле Р при достижении жидкостью датчика и возвратить их в исходное положение при понижении уровня ниже датчика используется при автоматизации насосных установок и других производственных процессов.

Автоматизация насосных установок

А. Схема откачки жидкости из бака

На рис. 3 представлена технологическая схема работы насоса и принципиальная схема его автоматизации. Жидкость с производительностью Q_1 , которая в общем случае может быть переменной, поступает в бак. Центробежный насос Н способен откачивать жидкость из бака с производительностью Q_2 .

Необходимо откачивать жидкость из бака таким образом, чтобы её уровень в баке не превышал уровня h_2 и не опускался ниже уровня h_1 .

Если принять, что площадь бака составляет величину S , то нарастание уровня от величины h_2 до h_1 при включенном насосе будет составлять время

$$t_H = \frac{(h_2 - h_1) \cdot S}{Q_1} \quad (5)$$

При условии, что производительность насоса $Q_2 > Q_1$, время откачки жидкости насосом от уровня h_2 до h_1 при ее одновременном поступлении с производительностью Q_1 будет составлять

$$t_P = \frac{(h_2 - h_1) \cdot S}{Q_2 - Q_1} \quad (6)$$

При выборе насоса его производительность должна быть равна

$$Q_2 \approx (1,2 + 1,4) Q_1,$$

что обеспечивает хорошую надежность откачки и достаточно бы-

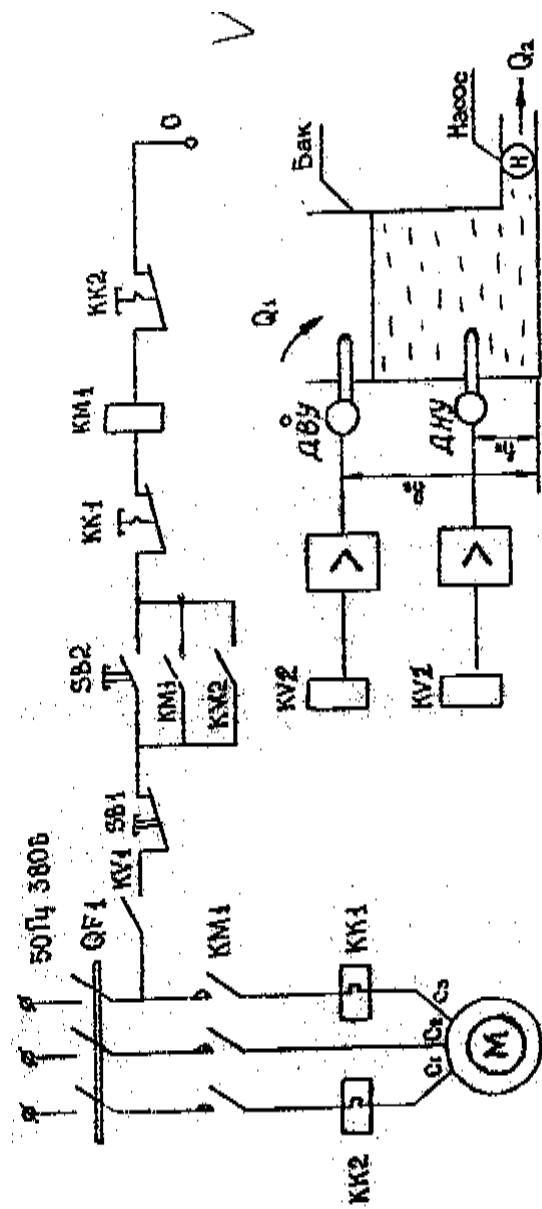


Рис. 3. Принципиальная схема автоматизации насоса при отключке задросности в баке

ский коэффициент продолжительности включения установки (ПВ%).

$$ПВ\% = \frac{t_p}{t_p + t_n} \cdot 100 \approx 80\% \quad (7)$$

Принципиальная схема автоматизации насоса представлена на рис.3 Она обеспечивает следующие технологические условия:

1. Возможность работы насоса в ручном и автоматическом режиме.

2. В автоматическом режиме насос включает сам при достижении уровня в баке равном h_B ("ДУ" - датчик верхнего уровня запит водой), а выключается при откачке жидкости до уровня h_H ("ДНУ" - датчик нижнего уровня освобождаясь от воды).

3. Ручное включение насоса кнопкой SB2 возможно только в том случае, если жидкость в баке выше датчика нижнего уровня. В случае понижения уровня ниже датчика нижнего уровня после ручного включения насос должен выключиться автоматически.

4. Ручное выключение насоса кнопкой SB1 возможно как после автоматического, так и после ручного включения насоса при любых уровнях жидкости.

Б. Схема заправки жидкости в бак

Составление схемы заправки жидкости в бак студент осуществляет самостоятельно и, после проверки ее преподавателем, производят ее монтаж на стенде и отработку.

Технологическое задание на схему автоматизации насоса при заправке жидкости в бак

1. Центробежный насос с производительностью Q_2 подает жидкость в бак, из которого она самотеком вытекает с расходом Q_1 , причём $Q_2 > Q_1$.

2. Необходимо автоматизировать насос таким образом, чтобы жидкость в баке не поднималась выше датчика верхнего уровня "ДУ" и не опускалась ниже датчика нижнего уровня "ДНУ".

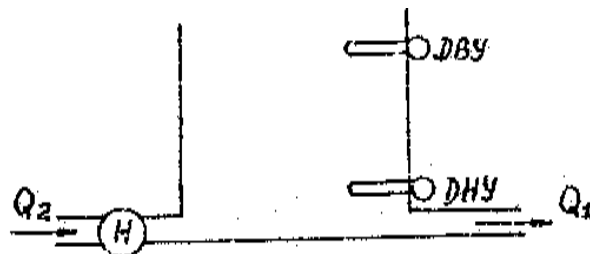


Рис. 4 Технологическая схема на закачку жидкости в бак

3. Схема должна иметь ручной и автоматический режим работы.
4. В случае, если уровень жидкости в баке выше "ДВУ", ручное выключение насоса кнопкой SB2 должно быть невозможно.
5. Ручное выключение насоса кнопкой SB1 должно быть возможно в любом режиме и при любом уровне жидкости.

Порядок выполнения лабораторной работы

1. Ознакомиться с принципом работы емкостных датчиков.
2. Вычертить схему, ознакомиться с принципом работы и конструкцией емкостного сигнализатора уровня ИЭСУ-1М. Включить и опробовать два сигнализатора уровня, при этом отключив датчик жидкости иитигировать прикосновением руки человека (диэлектрическая проницаемость человека близка к диэлектрической проницаемости воды).
3. Ознакомиться с методами автоматизации насосов при помощи емкостных датчиков уровня на примере схемы откачки жидкости из бака.
4. Вычертить схему откачки жидкости из бака, собрать ее, проверить ее работу в соответствии с поставленными технологическими условиями.
5. На основании технологического задания составить схему автоматизации насоса при закачке жидкости в бак, собрать ее и опробовать в соответствии с поставленными условиями.

6. Произвести анализ возможных неисправностей в работе схемы автоматизации насосов (характер неисправностей определяется преподавателем).

Содержание отчета

1. Дать описание принципа работы емкостных датчиков.
2. Вычертить и описать принцип работы емкостного сигнализатора уровня МСУ-1И.
3. Вычертить и описать работу схемы автоматизации насоса при откачке жидкости из бака.
4. Вычертить и описать работу схемы автоматизации насоса при закачке жидкости в бак.
5. Привести примеры возможного использования описанных схем автоматизации насосов в технологических процессах Вашей специальности.

Контрольные вопросы

1. Какой основной параметр изменяется в емкостном датчике при погружении его в воду?
2. Для какой цели предназначены реле КИ1, КИ2?
3. Какие типы зашит используются в системе автоматизации?
4. В чем заключается принцип работы МСУ-1И?