

МТІК⁶'G01 F23/2S

ВЫСОКОЧАСТОТНЫЙ УРОВНЕМЕР

Изобретение относится к измерительной технике и может быть использовано для контроля уровня, влажности и концентрации различных жидких и мелких сыпучих материалов.

Известен резонансный уровнемер типа РДУ-2Д (см. Викторов В.А. Резонансный метод измерения уровня. М. "Энергия", 1969), состоящий из датчика в виде однородной длинной літкїї, -e^рліор высокой частоты, амплитудного детектора, усилителя постоянного тока с нелинейной обратной связью и источника питания.

В данном устройстве, об измеряемом уровне судят по изменению резонансной частоты датчика при различном (обусловленном уровнем исследуемого материала) заполнении пространства между проводниками однородной длинной линии.

Однако, напряжение на выходе амплитудного детектора будет также пропорционально активным потерям в объекте исследования, которые вносят большую погрешность.

Известен высокочастотный уровнемер (см. авторское свидетельство СССР № 451914 МКНГ01F 23/28, Б.И. №44, 1974), содержащий генератор высокой частоты, подключенный через фазовращатель к одному из входов первого фазового детектора, и через ответвитель к коаксиальному датчику, а также генератор низкой частоты, подключенный ко второму входу пq^Воро фазового детектора, выход которого соединен с одним из входов второго фазового детектора, у которого второй вход подключен к ответвителю, а выход, через усилитель с автоматической регулировкой усиления, к одному из входов синхронного детектора.

на другой вход которого подключен выход генератора низкой частоты, а к выходу синхронного детектора подключен индикатор.

В известном устройстве, усилитель с автоматической регулировкой усиления, поддерживает на выходе постоянную амплитуду сигнала, которая является суммой низкочастотной и высокочастотной составляющих. При контроле значительных уровней, составляющие суммарного сигнала становятся соизмеримыми, что ведет к снижению амплитуды сигнала, несущего информацию об уровне исследуемого материала.

Известно устройство определения концентрации водных растворов спирта (см. авторское свидетельство СССР №544917, МКИ G01N33/14, Б.И. №4, 1977), содержащее генератор высокой частоты, подключенный через направленный ответвитель и соединительную линию к коаксиальному датчику, фазоизмерительный блок, один вход которого подключен к выходу направленного ответвителя, а другой - к выходу генератора высокой частоты через фазовращатель, к выходу фазоизмерительного блока подключен индикатор.

В данном устройстве, об измеряемой концентрации судят по фазовому сдвигу между падающим сигналом высокочастотного генератора и сигналом, отраженным от поверхности контролируемого материала.

Длина соединительной линии и длина незаполненной части датчика поддерживаются постоянными в процессе измерения, а фазовый сдвиг, вносимый ими, учитывается фазовращателем. В результате этого становится невозможным измерение концентрации при изменении уровня исследуемого материала в резервуаре.

Известен также высокочастотный уровнемер (см. авторское свидетельство СССР №523297 МКИ G01 F 23/28, Б.И. №28, 1976) -

прототип, содержащий генератор высокой частоты, подключенный через направленный ответвитель к коаксиальному датчику и индикатор. Кроме того, устройство содержит фазовращатель, входом подключенный к выходу генератора высокой частоты, а выходом - к одному из входов первого фазового детектора, генератор низкой частоты, подключенный к другому входу первого фазового детектора, выход которого соединен с одним из входов второго фазового детектора, на другой вход которого подключен коаксиальный датчик через направленный ответвитель, выход второго фазового детектора, через заградительный фильтр низкой частоты, подключен к входу первого усилителя, выход которого подан на управляющий вход управляемого второго усилителя, на рабочий вход которого, через заградительный фильтр высокой частоты, подключен выход второго фазового детектора, выход управляемого второго усилителя соединен с одним входом синхронного детектора, на другой вход которого подключен генератор низкой частоты, а на выход - индикатор.

Данный уровнемер имеет высокую точность измерения как при малых так и при больших уровнях контролируемого материала благодаря тому, что из напряжения на выходе второго фазового детектора, отдельно выделяют низкочастотную (информативную) и высокочастотную составляющие, а затем усиливают информативную составляющую в соответствии с изменением высокочастотной составляющей, что дает возможность изменению напряжения, несущего информацию об уровне контролируемого материала в широких пределах.

Данное устройство не может обеспечить изменение влажности и концентрации исследуемого вещества, важных в технологическом процессе.

В основу изобретения поставлена задача создать высокочастотный уровнемер, в котором введение новых узлов обеспечило бы измерение уровня, влажности, концентрации исследуемых материалов с использованием одного электронного блока с коаксиальным датчиком.

Поставленная задача достигается тем, что высокочастотный уровнемер, содержащий генератор высокой частоты, подключенный через направленный ответвитель к коаксиальному датчику и индикатор, согласно изобретению, снабжен тремя усилителями мощности, преобразователем фазовый сдвиг-напряжение, микро-ЭВМ, детектором действующего значения напряжения, цифровым миллиамперметром, блокировочным конденсатором, потенциометром и пятью трехпозиционными переключателями, один из которых входом подключен к выходу генератора высокой частоты, а первый, второй и третий его выходы соединены, соответственно, со входами первого, второго и третьего усилителей мощности, входы второго и третьего усилителей мощности замкнуты накоротко, выход первого усилителя мощности подключен ко входу балансного моста и первому входу второго трехпозиционного переключателя, второй и третий входы последнего соединены с выходом третьего усилителя мощности, выход балансного моста подключен к первому входу третьего трехпозиционного переключателя, второй и третий входы последнего соединены с выходом второго усилителя мощности, соединенным так же с вторым и третьим входами четвертого трехпозиционного переключателя, первый вход которого включен между балансным мостом и первым электродом на входе коаксиального датчика, причем, первый вход четвертого трехпозиционного переключателя подключен к балансному мосту, а выход четвертого

трехпозиционного переключателя соединен с первым электродом в начале коаксиального датчика, конец последнего подключен ко входу потенциометра и детектора действующего значения напряжения, выход потенциометра соединен с первым входом пятого трехпозиционного переключателя, второй и третий входы последнего заземлены, выход пятого трехпозиционного переключателя подключен ко второму электроду на конце коаксиального датчика, последний соединен так же с одним из входов цифрового миллиамперметра, выходом блокировочного конденсатора и землей, вход блокировочного конденсатора, а также другой вход цифрового миллиамперметра подключены к выходу детектора действующего значения напряжения, выходы второго и третьего трехпозиционных переключателей соединены со входами преобразователя фазовый сдвиг-напряжение, цифровой выход которого подключен ко входу микро-ЭВМ, выход которой соединен с индикатором.

Введение согласующего устройства, преобразователя фазовый сдвиг-напряжение, пяти трехпозиционных переключателей и микро-ЭВМ, включенных указанным выше образом, и воздействие их на направленный ответвитель, коаксиальный датчик и индикатор приводит к тому, что отраженный и зондирующий сигналы генератора высокой частоты непосредственно сравниваются по фазе в преобразователе фазовый сдвиг-напряжение при измерении уровня (в положении 1 переключателей), чем обеспечивается точность при измерении больших и малых уровней, кроме того, согласующее устройство обеспечивает точное измерение сдвига фаз на эквивалентном конденсаторе коаксиального датчика, а микро-ЭВМ позволяет исключить погрешность при различном уровне контролируемого материала введением соответствующих поправок в выходное напряжение преобразователя фазовый сдвиг-напряжение

при измерении влажности и концентрации (в положениях 2 и 3 переключателей), чем обеспечивается измерение уровня, влажности и концентрации исследуемых материалов с использованием одного электронного блока с коаксиальным датчиком.

На фиг.1 показана структурная схема высокочастотного уровнемера.

Устройство содержит генератор высокой частоты 1, балансный мост 2, коаксиальный датчик 3, индикатор 4, первый трехпозиционный переключатель 5, первый усилитель мощности 6, второй усилитель мощности 7, третий усилитель мощности 8, второй трехпозиционный переключатель 9, третий трехпозиционный переключатель 10, четвертый трехпозиционный переключатель 11, преобразователь фазовый сдвиг-напряжение 12, микро-ЭВМ 13, пятый трехпозиционный переключатель 14, потенциометр 15, детектор действующего значения напряжения 16, миллиамперметр 17, блокировочный конденсатор 18, первый электрод коаксиального датчика 19, второй электрод коаксиального датчика 20.

Первый трехпозиционный переключатель 5 входом подключен к выходу генератора высокой частоты 1, а первый, второй и третий его входы соединены, соответственно, со входами первого усилителя мощности 6, второго усилителя мощности 7 и третьего усилителя мощности 8, входы второго усилителя мощности 7 и третьего усилителя мощности 8 замкнуты накоротко, выход первого усилителя мощности 6 подключен ко входу балансного моста 2 и первому входу второго трехпозиционного переключателя 9, второй и третий входы последнего соединены с выходом третьего усилителя мощности 8, выход балансного моста 2 подключен к первому входу третьего трехпозиционного переключателя 10, второй и третий входы последнего соединены с выходом второго усилителя мощности 7,

соединенным так же с вторым и третьим входами четвертого трехпозиционного переключателя 11, первый вход которого подключен к балансному мосту 2, а выход четвертого трехпозиционного переключателя 11 соединен с началом первого электрода коаксиального датчика 19, конец последнего подключен ко входу потенциометра 15 и детектора действующего значения напряжения 16, выход потенциометра 15 соединен с первым входом пятого трехпозиционного переключателя 14, второй и третий входы последнего заземлены, выход пятого трехпозиционного переключателя 14 подключен к концу второго электрода коаксиального датчика 20, последний соединен так же с одним из входов цифрового миллиамперметра 17, выходом блокировочного конденсатора 18 и землей, выход блокировочного конденсатора 18, а так же другой вход цифрового миллиамперметра 17 подключены к входу детектора действующего значения напряжения 16, выходы второго трехпозиционного переключателя 9 и третьего трехпозиционного переключателя 10 соединены со входами преобразователя фазовый сдвиг-напряжение 12, цифровой выход которого подключен ко входу микро-ЭВМ 13, выход которой соединен с индикатором 4.

Измеритель параметров веществ работает следующим образом.

Выбор режима работы измерителя параметров веществ осуществляется с помощью переключателей 8, 9, 10, которые переключаются синхронно. В положении 1 переключателей осуществляется измерение уровня, в положении 2 - измерение влажности, в положении 3 - измерение концентрации.

В положении 1 переключателей, при измерении уровня, сигнал от высокочастотного генератора 1 $U = U_m \cos at$, через усилитель мощности поступает на вход балансного моста 2, соединенного с

коаксиальным датчиком 3. Падающая волна напряжения высокочастотного генератора в коаксиальном датчике отражается от границы раздела сред воздух-исследуемый материал. Отраженная, через балансный мост, подается на один вход преобразователя фазовый сдвиг-напряжение 12, на другой вход которого подается падающая волна напряжения высокочастотного генератора. Эквивалентная структурная схема измерителя параметров материала, в этом случае, изображена на фиг. 2,а. Амплитуда отраженной волны на выходе коаксиального датчика равна:

где n - коэффициент отражения;

Φ - фазовый сдвиг отраженной волны относительно падающей.

Коэффициент отражения определяют по формуле:

$$\frac{P}{P}$$

где p - волновое сопротивление коаксиального датчика;

ϵ - диэлектрическая проницаемость исследуемого материала.

Фазовый сдвиг отраженной волны относительно падающей определяется выражением:

где k - расстояние от входа коаксиального датчика до границы раздела воздух - исследуемое вещество;

D - постоянная распространения, зависящая от погонных параметров коаксиального датчика.

Таким образом, контролируемый уровень определяется выражением:

$$h^{-1}$$

где h_r - измеряемый уровень;

k_x - коэффициент пропорциональности, определяемый при градуировке.

В положениях 2 и 3 переключателей, сигнал от высокочастотного генератора 1, через согласующее устройство 2, поступает на вход балансного моста с коаксиальным датчиком, а также на один вход преобразователя фазовый сдвиг-напряжение 5.

Размеры коаксиального датчика подобраны таким образом, чтобы на определенной частоте высокочастотного генератора, выходное сопротивление коаксиального датчика было емкостным.

Эквивалентная схема коаксиального датчика, в этом случае, изображена на фиг. 26, где R^{\wedge} - выходное сопротивление согласующего устройства; C - эквивалентная емкость коаксиального датчика; Z_n - сопротивление активных потерь коаксиального датчика.

Эквивалентную емкость коаксиального датчика, изображенного на фиг. 3, определяют из выражения:

$$,$$

где l - общая длина коаксиального датчика;

ϵ_r - относительная диэлектрическая проницаемость воздуха; ϵ_0 - абсолютная диэлектрическая проницаемость;

ϵ - диэлектрическая проницаемость исследуемого материала; d_x - внешний диаметр внутреннего электрода;

d_2 - внутренний диаметр внешнего электрода.

При измерении влажности (в положении 2 переключателей), сначала измеряют уровень исследуемого вещества в коаксиальном датчике, затем переводят его в память микро-ЭВМ и переключают переключатели в положение 2.

В процессе проведения измерения, в выходной сигнал преобразователя фазовый сдвиг-напряжение, пропорциональный измеряемой влажности, вводится поправочный коэффициент, устраняющий погрешность измерения, вызванную колебаниями уровня исследуемого материала в коаксиальном датчике.

Используя эквивалентную схему, изображенную на фиг. 2,6, можно определить влажность исследуемого материала или вещества по формуле:

$$R_{\text{ж}} = \frac{2\pi f \epsilon_0 \epsilon_r (d_2^2 - d_x^2) \ln \left(\frac{d_2}{d_x} \right)}{1 - h}$$

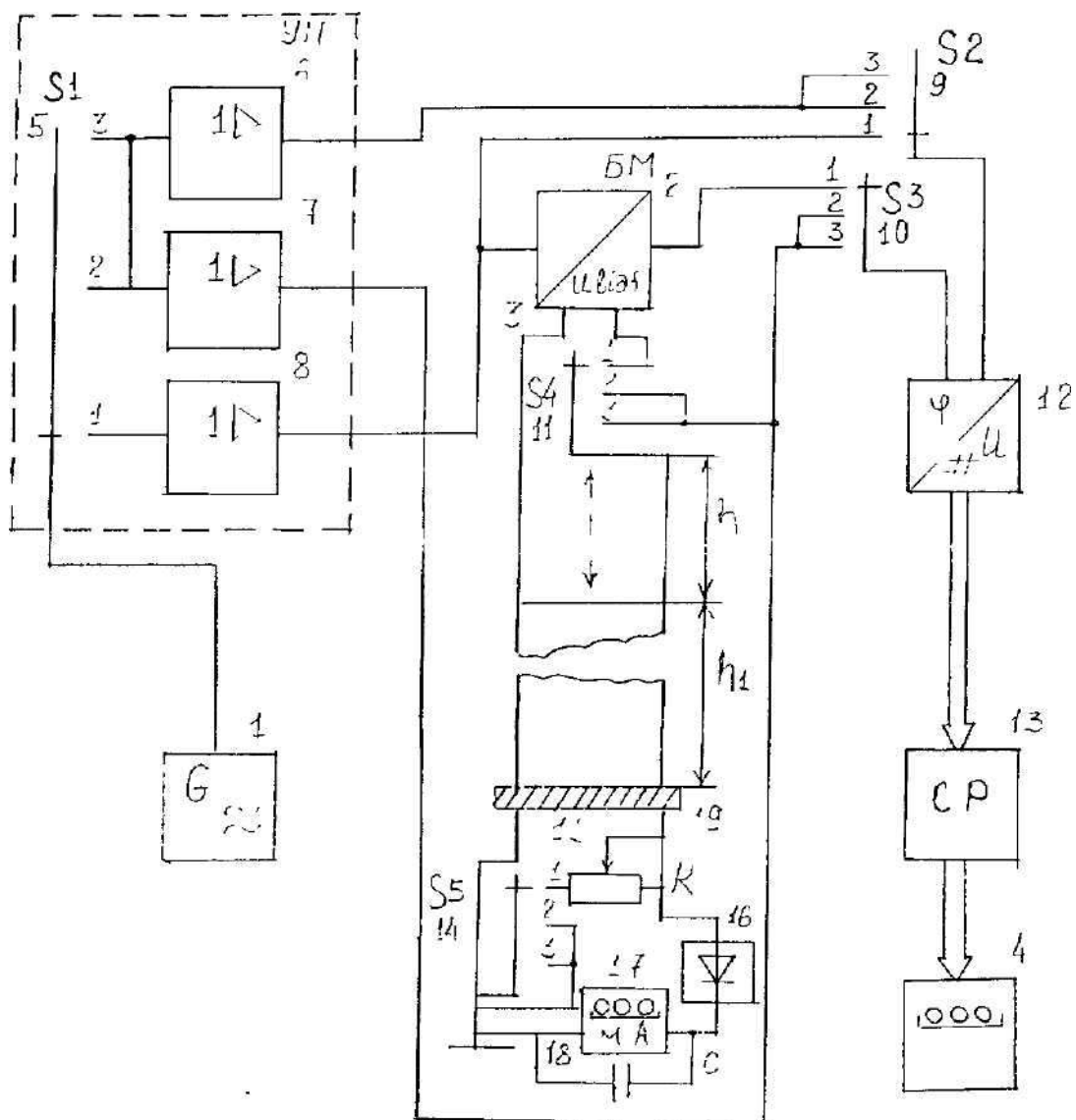
где $R_{\text{ж}}$ - выходное сопротивление согласующего устройства при измерении влажности;

f - частота высокочастотного генератора 1;

k_2 - коэффициент пропорциональности, определяемый при градуировке.

В положении 3 переключателей, при измерении уровня, вначале также измеряют уровень исследуемого материала или вещества, переводят его в память масштабирующего

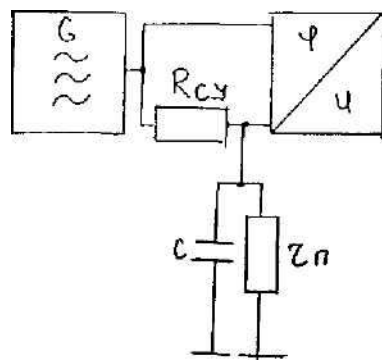
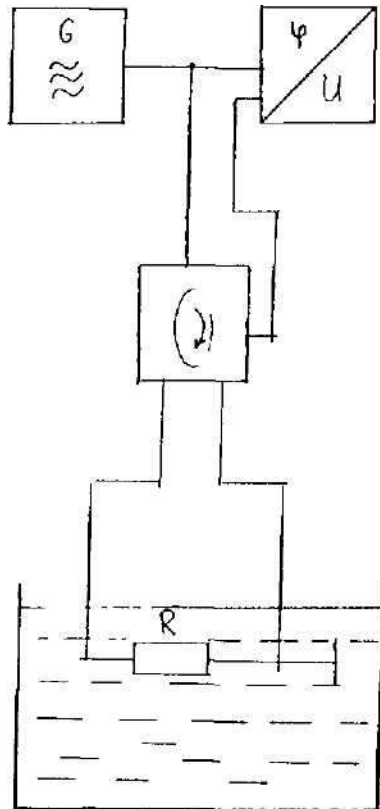
ВЫСОКОЧАСТОТНЫЙ УРОВНЕМЕР



ФИГ. i

Авторы:
 Пятин СИ.
 Пятин И.С.
 Письменюк А.Н.
 Мишан В.В.

ВЫСОКОЧАСТОТНЫЙ УРОВНЕМЕР



Б)

ФИГ.2

Авторы:
 Пятин СИ.
 Пятин И.С.
 Письменюк А.Н.
 Мишан В.В.

преобразователя, затем переводят переключатели 8 - 10 в положение 3. Эквивалентная схема коаксиального датчика при измерении концентрации, изображена на фиг. 26. Сигналы с выходов направленного ответвителя и высокочастотного генератора падаются на входы преобразователя фазовый сдвиг-напряжение. На его выходе выделяется сигнал, пропорциональный концентрации исследуемого материала или вещества в коаксиальном датчике, определяемый выражением:

$$\&OЛШ^*, \text{ ,100\%} \\ \bullet R_2 \blacksquare \pounds \blacksquare \pounds_0 \bullet (l-h)$$

где κ_b - коэффициент пропорциональности, определяемый при градуировке;

R_2 - выходное сопротивление согласующего устройства при измерении конденсации.