

2. РД 92-0249-89. Порядок проведения работ по метрологическому обеспечению нестандартных средств измерений.
3. ГОСТ 8.508-84. Метрологические характеристики средств измерений и точностные характеристики средств автоматизации.
4. ГОСТ 27333-87. Контроль неразрушающий. Измерение удельной электрической проводимости

мости цветных металлов вихрековым методом

К.т.н., доцент Дмитриев С.Ф., магистр Маликов В.Н. - Алтайский государственный университет; д.т.н., профессор Ишков А.В., ст. преп. Лященко Д.Н., тел. (3852)-49-00-85, e-mail: oig168@rambler.ru - Алтайский государственный аграрный университет (г. Барнаул).

УДК 681.2.084

СПОСОБ КОНТРОЛЯ УРОВНЯ ЖИДКОСТИ НА ОСНОВЕ ГЕНЕРАТОРА ХАОТИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ

Т.В. Патрушева, Е.М.Патрушев

В статье рассматривается способ помехоустойчивого контроля уровня жидкости вибрационным методом. Предлагается колебательную систему вибрационного сигнализатора уровня включить в цепь неавтономного генератора хаоса для повышения помехоустойчивости на физическом уровне. Предложенный способ контроля апробирован на лабораторном макете

Ключевые слова: сигнализатор контроля уровня, генератор хаоса, бифуркации, субгармонические колебания.

Введение

В настоящее время для нужд промышленности выпускается большое разнообразие сигнализаторов уровня жидкости. Наибольшее распространение получили сигнализаторы основанные на ёмкостном, акустическом, вибрационном и микроволновом методе контроля. Условия эксплуатации сигнализаторов в промышленном производстве являются тяжёлыми. К тяжёлым факторам относятся следующие: вибрации и промышленные шумы, высокие температуры, механическое воздействие на чувствительный элемент, агрессивные среды [1].

Задачу контроля уровня в тяжёлых условиях, не удается решить на должном уровне. Так, например, сигнализаторы контроля вибрационного типа, обладающие высокой чувствительностью, не обеспечивают надёжный контроль в условиях сильной вибрации и промышленных шумов.

Для решения подобных технических задач существуют разнообразные подходы, состоящие в особой схемной обработке основного рабочего сигнала датчика, вплоть до применения сигнальных микропроцессоров с цифровой обработкой сигналов.

Использование высокочастотных механических колебательных систем чувствительных элементов в тяжёлых условиях также является причиной их недолговечности.

Применение для таких условий датчиков использующих шумоподобные сигналы, генерируемые низкочастотными колебательными

системами должно обеспечить повышение помехоустойчивости. Применение широкополосной несущей для связи в радиотехнике давно известно, также отмечены достоинства данного подхода.

Предлагаемый сигнализатор уровня обладает помехоустойчивостью на физическом уровне за счёт использования в нём неавтономного генератора хаоса.

Принцип предлагаемого способа

В основу устройства положен импедансный сигнализатор, схематично представленный на рисунке 1. Чувствительным элементом является тонкий биморфный пьезоэлемент, точно закреплённый на узловой окружности. Пьезоэлемент осуществляет возбуждение изгибных колебаний биморфа. Наличие контакта биморфа с контролируемой жидкостью существенно повышает импеданс излучения на частотах вблизи механического резонанса.

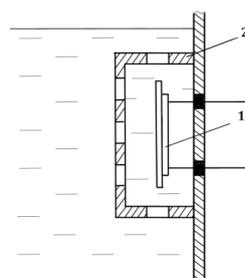


Рисунок 1 - Импедансный сигнализатор уровня жидкости. Условно обозначены: 1 – биморфный пьезоэлемент; 2 – защитная решётка

РАЗДЕЛ IV. ПРИБОРЫ И МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ

Среди множества уникальных свойств генераторов детерминированного хаоса стоит выделить их устойчивость к внешним шумоподобным воздействиям. Это их свойство может быть использовано для обнаружения гармонических сигналов на фоне многократно превосходящих их шумов [2,3,4].

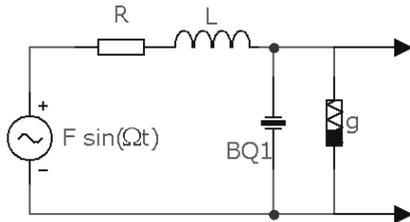


Рисунок 2 - Схема генератора хаоса на основе MLC-цепи. В схеме обозначены: g – диод Чуа; BQ1 – пьезоэлемент

Предлагаемый подход состоит в использовании чувствительного элемента непосредственно в генераторе хаоса (рисунок 2). За основу был взят неавтономный генератор хаоса – MLC-цепь [5]. Статическая ёмкость пьезоэлемента в заторможенном состоянии учитывалась для выбора параметров схемы таким образом, чтобы достигался режим генерации хаоса. В случае, если вибратор не имеет контакта с жидкостью, импеданс излучения пьезоэлемента существенно уменьшается и MLC-цепь переходит в состояние генерации периодических колебаний. Хаотический сигнал имеет широкополосный спектр шумоподобного вида, в то время как периодические колебания имеют главный максимум на частоте колебания и на частотах высших гармоник. По состоянию спектра выходных колебаний MLC-цепи определяется присутствие жидкости.

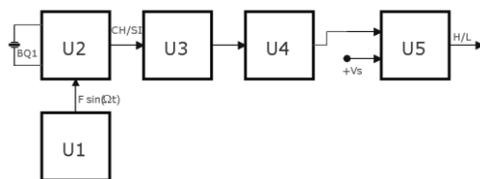


Рисунок 3 - Структурная схема сигнализатора. В схеме обозначены: BQ1 – пьезоэлемент; U1 – генератор синусоидальных сигналов; U2 – генератор хаоса; U3 – фильтр; U4 – амплитудный детектор; U5 – компаратор

Общая структурная схема сигнализатора приведена на рисунке 3. Она включает генератор синусоидальных колебаний U1, являющийся источником для генератора хаоса U2. Выходной сигнал генератора хаоса подвергается прохождению через узкополосный фильтр U3, в котором выделяются только

частота, соответствующая режиму периодических колебаний генератора U2. Таким образом, выходной сигнал фильтра будет минимальным если MLC-цепь работает в хаотическом режиме и максимальным, если в периодическом. Далее, сигнал пропускается через амплитудный детектор U4 и компаратор напряжения U5, выходной сигнал которого соответствует логическим уровням цифровых устройств.

Расчёт параметров устройства

Первым этапом конструируется чувствительный элемент и обеспечивается надёжное изменение импеданса в нём на лабораторной установке в статичных условиях. Входная частотная характеристика пьезоэлемента представлена на рисунке 4. Также определяются параметры эквивалентной электрической схемы замещения (рисунок 5).

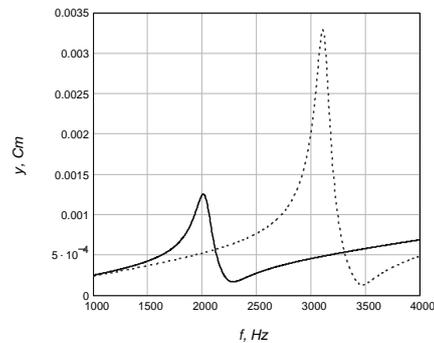


Рисунок 4 - Зависимость полной проводимости Y от частоты f . На рисунке сплошной линией показана зависимость для пьезоэлемента, совершающего колебания в воде, штриховой – в воздухе

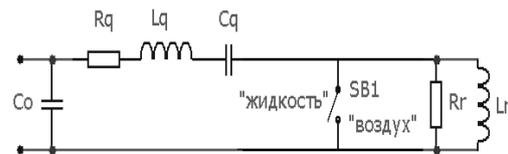


Рисунок 5 - Эквивалентная электрическая схема замещения пьезоэлемента. На рисунке обозначены Rq, Cq, Lq – динамические параметры пьезоэлемента; Co – статическая ёмкость пьезоэлемента; Rr, Lr – импеданс излучения в жидкость. В случае, если пьезоэлемент нагружен жидкостью SB1 – разомкнут, если совершает колебания в воздухе – замкнут

Следующим этапом идёт выбор частоты Ω . Предполагается, что основные параметры MLC-цепи должны выбираться таким образом, чтобы соответствовать границе бифуркации «хаос - период 3». Хаотические колебания имеют шумоподобный спектр, быстро спадающий с ростом частоты. Наибольший уровень имеют составляющие с частотой не превышающей $\Omega/3$. При этом, существование

ПОЛУНОВСКИЙ ВЕСТНИК № 3/2, 2012

хаоса возможно лишь при достаточно равномерной частотной характеристике ВQ1, т.е. при его акустической нагрузке жидкостью. Иначе, возможен лишь периодический режим.

С другой стороны, колебания периода 3 характерны преобладанием третьей субгармоники генератора U1 в спектре установившихся колебаний, т.е. MLC-цепь в этом режиме превращается в делитель частоты на 3.

Исходя из этих соображений частота генератора U1 выбирается в 3,5 - 4 раза больше резонансной частоты пьезоэлемента ВQ1 в воздухе. Выбранная частота синусоидального генератора задаёт все остальные величины элементов MLC-цепи для достижения детерминированного хаоса.

Третьим этапом определяются абсолютные величины номиналов элементов MLC-цепи. Для MLC-цепи (рисунок 2) справедливы следующие соотношения, связывающие безразмерные величины с реальными значениями:

$$C = \frac{\omega}{RQ},$$

$$\beta = \frac{CR^2}{L},$$

где R, L – элементы MLC-цепи;

C – статическая ёмкость пьезоэлемента ВQ1;

ω – безразмерная циклическая частота синусоидального генератора;

β – бифуркационный параметр системы.

На основании работы [6] задаются следующими значениями в безразмерных единицах для хаотического режима: $\omega=1$; $\beta=0,95$ и для периодического режима 3Т: $\omega=1$; $\beta=0,85$, из которых и найдём все реальные значения.

Если в результате расчёта, значение C оказалось далёким от статической ёмкости пьезоэлемента C_0 , выполняют подключение корректирующих ёмкостей (последовательно и параллельно) к пьезоэлементу для получения требуемой величины. Образованный таким образом, ёмкостный делитель, хоть и уменьшает чувствительность, но также снижает влияние ухода статической ёмкости C_0 от разных внешних факторов, в частности от температуры.

Для реализации диода Чуа можно воспользоваться известной схемой [7].

Постановка эксперимента

Был реализован лабораторный макет сосуда со съёмным фланцем. Биморфный пьезоэлемент FML-35T-3.0A1-100 обеспечивал резонансные колебания на частоте 3200Гц в воздухе и 2050Гц в воде. Были

определены параметры эквивалентной электрической схемы замещения пьезоэлемента.

Частота синусоидального генератора составила 12000Гц, Частота третьей субгармоники и центральная частота фильтра U3 составили 4000Гц.

Вся электрическая часть согласно структурной схеме (рисунок 3) предварительно была опробована на PSPICE-модели, в которой был осуществлён окончательный подбор элементов электрической схемы.

Практическая реализация схемы подтвердила высокую степень соответствия эксперимента и результатов вычислений на моделях.

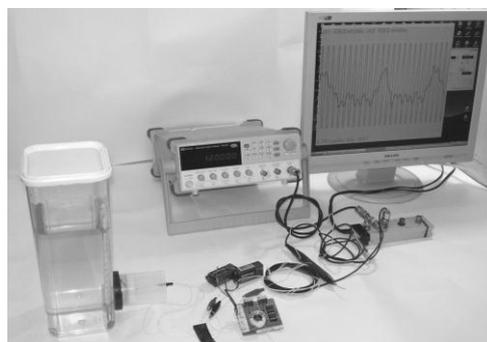


Рисунок 6 – Внешний вид экспериментальной установки

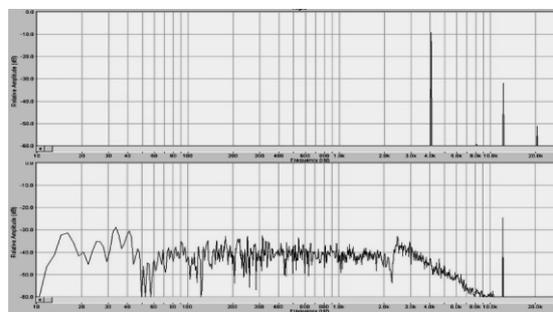


Рисунок 7 – Экспериментально полученные спектральные характеристики сигнала в полосе 10Гц - 20кГц генератора хаоса при колебаниях пьезоэлемента в воздухе и в воде. Частота дискретизации 192кГц, окно Блэкмана - 131072 точки

Была проведена проверка соответствия расчётной модели генератора хаоса экспериментальным данным. Спектральные диаграммы на выходе генератора хаоса показаны на рисунке 7. Также, была осуществлена проверка устойчивости показаний в течении 60 дней без изменения амплитуды и частоты синусоидального генератора. Способность к работе в условиях вибраций проверялась созданием сильной вихревой кавитации в непосредственной близости от быстро вращающегося гребного винта. Была отмечена

РАЗДЕЛ IV. ПРИБОРЫ И МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ

устойчивость хаотического режима, а также некоторое повышение стохастичности при работе в воде и сохранение периодического режима при работе в воздухе.

Вывод

Проведённые исследования показали возможность создания сигнализатора уровня на основе генератора хаоса. В качестве чувствительного элемента использовался биморфный пьезоэлемент. Основным техническим результатом является повышение помехоустойчивости. Была осуществлена практическая реализация в виде лабораторного макета и проведены испытания на долговременную стабильность и в условиях сильной вихревой кавитации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жданкин, В.К. Сигнализаторы изменения уровня [Текст] / В.К. Жданкин // Современные технологии автоматизации, №2. -М: СТА-ПРЕСС, 2002.-С.6-19.
2. Патрушев, Е.М. Исследование механизма чувствительности измерительных преобразователей, основанных на использовании неавтономных генераторов хаоса [Текст] / Е.М. Патрушев, Т.В. Патрушева // Измерение. Контроль. Информатизация : материалы двенадцатой Международной научно-технической конференции. – Барнаул: АлтГТУ, 2011. - С.139-143.
3. Yue, L. Chaotic system for the detection of periodic signals under the background of strong noise [text] / Yue Li, Baojun Yang // Chinese Science Bulletin, Vol. 48, № 5. – [China]: Science China Press, 2003. - P.508-510.
4. Chen, H.Y. Chaos weak signal detecting algorithm and its application in the ultrasonic Doppler bloodstream speed measuring [text] / H. Y. Chen, J. T. Lv , S. Q. Zhang , L. G. Zhang , J. Li.// J. Phys. Conf. Ser.13. – London: IOP Publishing, 2005. - P.320-324.
5. Murali, K. The simplest dissipative nonautonomous chaotic circuit [text]/ K. Murali, M. Lakshmanan, L.O. Chua // IEEE Trans. Circuits Syst., Vol.41. – [s.l.]: IEEE Circuits and Systems Society, 1994. - P.462-463.
6. Патрушева, Т.В. Двухпараметрический анализ динамики измерительного преобразователя на основе детерминированного хаоса [Текст] / Т.В. Патрушева, Е.М. Патрушев // Ползуновский альманах, №1.- Барнаул: АлтГТУ, 2011.- С.37-40.
7. Kennedy, M.P. Robust Op-Amp Realization of Chua's Circuit [text]/ M.P. Kennedy // Frequenz, Vol. 46, №3-4.-Berlin: Fachverlag Schiele & Schön, 1992.- P.66-80.

Ст. преп. Патрушева Т.В.; к.т.н., доц. Патрушев Е.М. тел. (3852) – 290913, attractor@list.ru – каф. «Информационные технологии» Алтайского государственного технического университета

УДК 536.521:614.841.47

ТРЕХКАНАЛЬНЫЙ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫЙ ПРИБОР ОБНАРУЖЕНИЯ ОЧАГА ВОЗГОРАНИЯ НА РАННЕЙ СТАДИИ В ГАЗОДИСПЕРСНОЙ СРЕДЕ

Н.Ю. Тупикина, Е.В. Сыпин, Е.С. Повернов, М.А. Альгин, М.Н. Горбенко

Статья посвящена вопросам проектирования трёхканального оптико-электронного прибора обнаружения очага возгорания на ранней стадии в газодисперсной среде. Приведены сведения, касающиеся разработки оптической и электронной частей прибора.

Ключевые слова: оптико-электронный прибор, очаг возгорания, оптическая система.

Введение

Оптико-электронные приборы нашли широкое применение в различных областях для дистанционного определения и контроля температуры [1, 2]. В том числе, оптико-электронные приборы могут использоваться для обнаружения очага возгорания на ранней стадии на угледобывающих предприятиях [3, 4]. Нами было предложено [5] для повышения достоверности принятия решения о наличии и отсутствии очага возгорания в производ-

ственных условиях использовать метод двух спектральных отношений, заключающийся в контроле и анализе отношений сигналов, получаемых в трёх различных участках спектра. Для реализации данного метода был спроектирован и изготовлен трёхканальный оптико-электронный прибор.

Принцип работы прибора

Структурная схема прибора приведена на рисунке 1. Пунктиром показаны компоненты, относящиеся к оптической части прибора.