

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ АВТОКОЛЕБАТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ С ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ САМООРГАНИЗУЮЩИХСЯ СИСТЕМ

$$\times (1000 \text{ мкс} \cdot 1 + 1988 \cdot 1 \text{ мкс}) \approx 0,06 \text{ Гц}.$$

Порог чувствительности разработанного метода контроля определяется инструментальной погрешностью видеокамеры, которая в настоящее время может быть на порядки меньше представленного значения в эксперименте, значит, на порядки уменьшиться и порог чувствительности Δf_0 .

Вывод

Разработан высокочувствительный метод контроля частоты гармонической вибрации, основанный на применении утечки спектра дискретного преобразования Фурье. Для этого необходимо получить изображение тест-объекта для заданной частоты видеокамеры fTV, обработать его с помощью дискретного преобразования Фурье для различных значений N до тех пор, пока значение m в (4) не будет целым. При этом значения спектра для двух соседних дискретных отсчетов, между которыми находится контролируемое значение частоты гармонической вибрации, будут равны. Отклонение частоты от контролируемого значения приведет к появлению разности между значениями спектра, по кото-

рой производится контроль частоты гармонической вибрации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пронин С.П. Программно-аппаратный комплекс для измерения размаха и частоты гармонических вибраций / С. П. Пронин, Е. А. Зрюмов, А. В. Юденков, П. А. Зрюмов // Приборы и техника эксперимента – М.: Изд-во МАИК Наука. – 2010. – №2. – С. 151-152.
2. Гребенников О.Ф. Основы записи и воспроизведения изображения / О. Ф. Гребенников. – М.: Искусство, 1982. – 240 с.
3. Каули Дж. Физика дифракции / Дж. Каули. – М.: Мир, 1979. – 432 с.
4. Лайонс Р. Цифровая обработка сигналов / Р. Лайонс. – М.: Бином-пресс, 2006. – 656 с.
5. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов / А.Б. Сергиенко. – СПб.: Питер, 2003. – 604 с.
6. Биргер И.А. Техническая диагностика / И.А. Биргер. – М.: Машиностроение, 1978. – 240 с.

Е.А. Зрюмов - к.т.н., доцент, АлтГТУ им. И.И. Ползунова, e.zrvmov@mail.ru. С.П. Пронин - д.т.н., профессор, АлтГТУ им. И.И. Ползунова, spronin@mail.ru. П.А. Зрюмов, АлтГТУ им. И.И. Ползунова, pzrvmov@yandex.ru.

УДК 621.317.18

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ АВТОКОЛЕБАТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ С ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ САМООРГАНИЗУЮЩИХСЯ СИСТЕМ

Д.Е. Кривобоков

Предложено использовать в качестве элементов самоорганизующейся системы автогенераторы с дополнительными внутренними обратными связями между их колебательными параметрами. Представлены результаты применения. Введение дополнительной обратной связи позволяет обеспечить направленность и повысить эффективность взаимодействия автогенераторов.

Ключевые слова: автогенератор, связанные колебания, активный элемент, самоорганизация, обратная связь, взаимодействие

Введение

Всё чаще интеллектуальные методы обработки информации и управления находят применение в измерительной технике, в том числе в аналитических приборах контроля. Во многом этому способствует повышение сложности решаемых задач или неопределённость состояния объекта измерений, для которого сложно, а иногда и невозможно, построить адекватную математическую модель, и поэтому применение детерминированных алгоритмов весьма затруднительно. Но использование классических методов создания интеллектуальных систем, на основе нейро-

сетей, в приборах контроля во многих случаях малоэффективно. Причиной тому является необходимость обеспечить огромный объем экспериментальных данных для обучения и тестирования подобных систем. В условиях производства, в технологических циклах которого применяются подобные приборы контроля, весьма затруднительно проводить «широкомасштабные» эксперименты для «адаптации» средства измерений к изменившимся или новым свойствам объекта измерений. В результате возникает ситуация «недостаточности» информации для применения интеллектуальных возможностей приборов

РАЗДЕЛ II. КОМПОНЕНТЫ И МЕТОДЫ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

контроля. В связи с этим все большее развитие получают адаптивные системы, способные обучаться в условиях ограниченного количества информации.

Целью работы является показать:

- изменение свойств взаимодействий в системе связанных колебаний на основе активных элементов, по сравнению с аналогичной системой на основе классических автогенераторов;
- возможность применения новых свойств для создания самоорганизующихся систем.

В качестве составных элементов адаптивной или интеллектуальной системы выбраны колебательные элементы, реализованные на основе автогенераторов, поскольку имеют ряд важных свойств, к которым относятся с одной стороны стремление сохранить свои базовые параметры такие как частоту и амплитуду колебаний, при внешнем воздействии, с другой стороны - способность к взаимодействию, то есть возможно повлиять на состояние автогенераторов этим же внешним воздействием. Иными словами, автогенератор можно представить как элемент, который откликается лишь на «знакомые» или «узнаваемые» для него воздействия, причем отклик сопровождается изменением частоты и амплитуды колебаний. Но как только воздействие извне исчезает, автогенератор возвращается в исходное - индивидуальное для него состояние. Очевидно, что количественные и качественные характеристики отклика зависят от степени близости частоты колебаний внешнего воздействия к частоте собственных колебаний автогенератора, а также от соотношения амплитуд колебаний:

$$S \approx \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{1}{\mu \cdot \Delta} \cdot \left(\frac{\omega \cdot B}{2 \cdot A} \right)^2}}, \quad (1)$$

где μ - параметр, характеризующий степень возбуждения автогенератора;

Δ - абсолютная разность собственных частот колебаний автогенератора и внешнего воздействия;

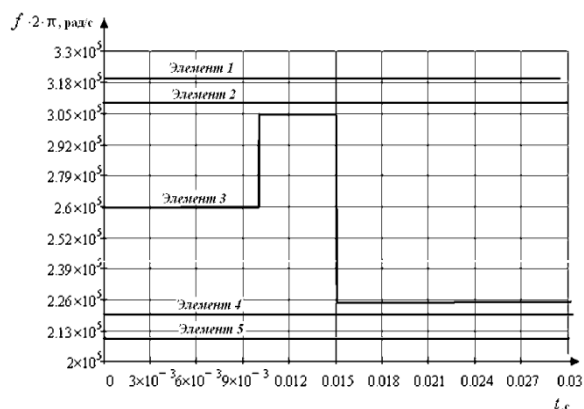
ω - средняя частота колебаний автогенератора и внешнего воздействия;

A, B - соответственно, амплитуды колебаний автогенератора и внешнего воздействия.

Автогенератор является открытой системой, стремящейся сохранить или восстановить свои индивидуальные параметры при внешнем воздействии. Если взять несколько автогенераторов и позволить им взаимодействовать, то есть отдавать часть своей энер-

гии друг другу, то образуется система связанных колебаний, причем распределение по частоте и амплитуде колебаний отдельного автогенератора будет определяться индивидуальными параметрами всех автогенераторов и характером линии связи.

На рисунке 1 представлены частоты свободных колебаний пяти автогенераторов без взаимодействия между ними, причем сформированы две пары автогенераторов, различающиеся частотой колебаний. Первая пара - элемент 1 и элемент 2, вторая пара - элемент 4 и элемент 5. Отсутствие взаимодействия означает невозможность для элементов обмениваться энергией между собой. Установление связи между элементами должно способствовать появлению коллективов с ярко выраженными колебательными характеристиками.



Условные обозначения: «Элемент i » - частота колебаний « i -го» автогенератора; f - частота колебаний; t - время.

Рисунок 1 - Частоты собственных колебаний автогенераторов

Результат представлен на рисунке 2, откуда видно, что взаимодействия в системе происходят, но говорить об образовании устойчивых коллективов сложно, поскольку графики как частот, так и амплитуд колебаний для каждой из пар сильно зашумлены. Результат вполне очевиден и заключается в том, что эффективно взаимодействовать могут элементы, расположенные достаточно близко друг относительно друга (1). Применение дополнительного, «раскачивающего» систему элемента 3, не изменило качественно картину взаимодействия между элементами групп. Поскольку последние не способны перемещаться между группами, пассивно реагируют на воздействие, оказываемое колебательным элементом 3, так как условия, в которых находятся элементы 1, 2, 4, 5 задают

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ АВТОКОЛЕБАТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ С ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ САМООРГАНИЗУЮЩИХСЯ СИСТЕМ

характер их поведения, и сами элементы менять эти условия не способны.

В основе самоорганизующейся системы должна лежать возможность перемещения элементов друг относительно друга. Поэтому было решено внести изменения в колебательный элемент, путем реализации внутренней обратной связи, а именно введением дополнительной зависимости между его амплитудой и частотой колебаний:

$$\ddot{x} + \mu \cdot (1 + \delta \cdot \dot{x}^2) \cdot \dot{x} - (\omega_{\text{стац}} + (A_{\text{тек}} - A_{\text{стац}}) \cdot k)^2 + \gamma \cdot X = 0 \quad (2)$$

где $\omega_{\text{стац}}$ – циклическая частота свободных колебаний автогенератора;

k – коэффициент обратной связи;

δ – коэффициент, определяющий амплитуду стационарных колебаний автогенератора;

γ – коэффициент связи автогенератора с другими элементами системы;

X – воздействие других элементов на автогенератор;

$A_{\text{тек}}$ – текущая амплитуда колебаний автогенератора;

$A_{\text{стац}}$ – собственная амплитуда свободных колебаний автогенератора

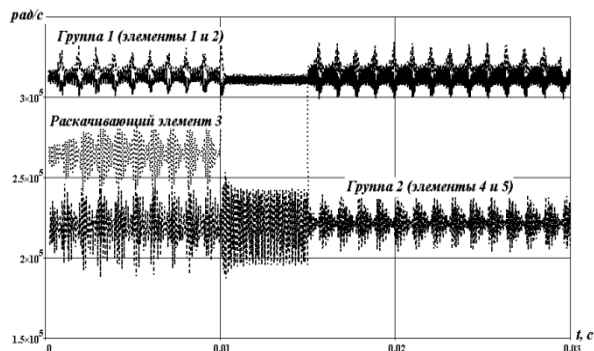


Рисунок 2 – Частоты колебаний автогенераторов при взаимодействии

Коэффициент обратной связи k (2) позволяет также определять поведение элемента в системе. Так, на рисунке 3 представлен результат взаимодействия трех элементов, два из которых расположены в непосредственной близости в частотной области. При этом абсолютная разность частот между вторым элементом и третьим приблизительно в пять раз больше, чем между первым. В интервале времени от 0 до 0,01 сек. внутренняя обратная связь элементов отключена. Наблюдается взаимодействие элементов между ними, но без синхронизации колебаний. Начиная с момента времени от 0,01 сек., включается внутренняя обратная связь, и элемент 2 сближается по частоте с элементом 3, при-

чем элемент 2 отделяется от близкого к нему по частоте элемента 1.

Стоит также отметить, что амплитуды стационарных колебаний всех элементов одинаковы. Подобное поведение не является типичным для классических автоколебательных систем (рисунок 2), которое строго определяется соотношением их колебательных параметров (1). Поэтому элементы с внутренней обратной связью решено было называть *активными колебательными элементами* [1], то есть элементами, способными не только к взаимодействию, но и к самостоятельному изменению собственных колебательных параметров, для достижения поставленной цели, определяемой внутренней зависимостью, к примеру (2)

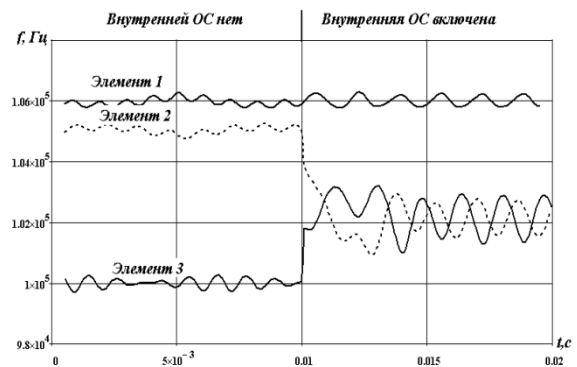


Рисунок 3 – Частоты колебаний трёх взаимодействующих элементов с внутренними обратными связями

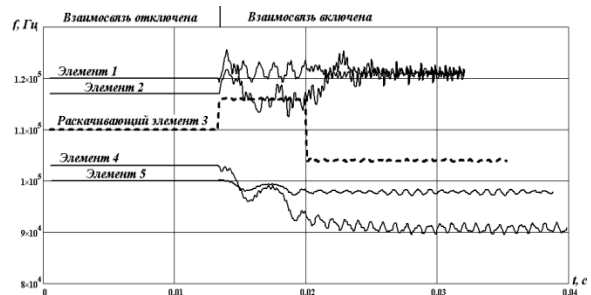


Рисунок 4 – Частоты колебаний пяти взаимодействующих элементов с внутренней обратной связью

На рисунке 4 система состоит из пяти элементов. Элемент 3, как и в случае, представленном на рисунке 1, является раскачивающим систему, при этом наблюдается как процесс образования группы элементов 1, 2, 3, так и «отдаления» частот колебаний элементов 4 и 5. Стоит отметить, что для образования групп между активными элементами требуется взаимообмен колебательной энергии, приблизительно на порядок меньшей, чем для пассивных элементов (классических автогенераторов) при прочих равных услови-

РАЗДЕЛ II. КОМПОНЕНТЫ И МЕТОДЫ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

ях, что свидетельствует о большей эффективности элементов с внутренней обратной связью.

В случае, если параметры дополнительной обратной связи активного элемента будут определяться внешним воздействием, то возможно изменять структуру колебательной системы в целом.

Практическое применение активных элементов заключается в том, что если каждый из элементов одним из своих колебательных параметров связать с одной из составных частей общей функциональной зависимости, то возможно изменять эту функцию преобразования, управляя лишь внешним воздействием, к примеру, ошибкой (погрешностью) работы преобразователя, рисунок 5.

Заключение

Показано, что одним из способов получения активных колебательных элементов является введение дополнительной обратной связи между колебательными параметрами автогенератора – амплитудой и частотой колебаний. Что в результате позволяет, как повысить эффективность взаимодействия элемента с другими элементами, так и управлять этим взаимодействием, позволяя им передвигаться в частотной области и образовывать устойчивые коллективы и, соответственно, определять поведение системы в целом.

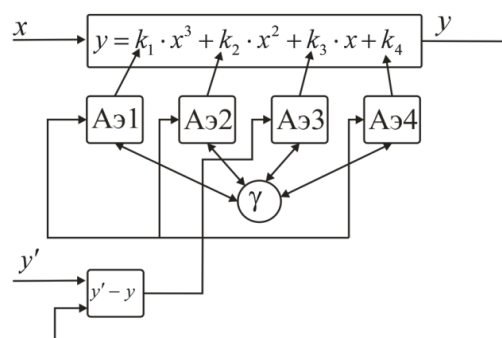


Рисунок 5 – Применение системы активных взаимодействующих элементов для изменения функционального преобразования

Условные обозначения: Аз – активный элемент; x – аргумент (результат измерений); y – результат функциональных преобразований; y' – требуемое значение результата функциональных преобразований; k_i – изменяемые коэффициенты; γ – элемент связи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Д.Е. Кривобоков Использование связанных колебаний в интеллектуальных приборах контроля [Текст] / Д.Е. Кривобоков // Ползуновский вестник, 2006. – №4 – стр. 42-44.

К.т.н., доц. **Д.Е. Кривобоков**, тел. (3852) 26-04-92, krivobok@ab.ru - Алтайский гостехуниверситет

УДК 678.01:543.42

СТАТИСТИКА НАКОПЛЕНИЯ И ЛИНЕЙЧАТЫЕ СПЕКТРЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ МИКРОТРЕЩИН В КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛАХ

Т.М. Черникова, В.В. Иванов, Е.А. Михайлова

Проведено теоретическое изучение накопления микротрещин и частоты следования импульсов электромагнитного излучения при механическом нагружении композиционных материалов. Линейчатые спектры радиоизлучения трещин возникают вследствие рождения трещин в зоне очага разрушения с определенной частотой, зависящей от стадии формирования очага. Определена основная частота электромагнитного излучения трещин, построены линейчатые спектры излучения.

Ключевые слова: композиционные материалы, разрушение, пуассоновское распределение, электромагнитное излучение, спектры излучения, частота, микротрещины.

Композиционные материалы, как и другие твердые тела, в процессе деформирования излучают электромагнитные сигналы, источником которых служат электрические процессы, возникающие при образовании трещин [1]. Это явление нашло применение при контроле процесса разрушения и определении долговечности композиционных ма-

териалов [2-5].

При этом предполагается, что процесс разрушения имеет двухстадийный характер [6]. Рост числа трещин в единице объема ограничен предельной величиной, которая в соответствии с работами [6, 7] определяется концентрационным критерием разрушения