

УДК 621.317

ПЕРВИЧНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО МЕТОДА НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ ИЗДЕЛИЙ

Баженов В.Г., Ивицкая Д.К.

Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»
Киев, Украина

Современное развитие микроэлектроники (в частности, появление уникальных микросхем усилителей заряда) даёт предпосылки для широкого развития электростатического метода неразрушающего контроля, который при решении некоторого класса задач является достойной альтернативой ультразвукового метода контроля. Суть электростатического метода заключается в искажениях электрического поля при взаимодействии с контролируемым объектом. Эти искажения фиксируются путём измерения электрического заряда, который индуцируется этим полем на измерительных пластинах.

К достоинству этого метода следует отнести простоту конструкции первичного преобразователя, представляющего собой набор проводящих пластин. Главным недостатком такого метода является низкая помехоустойчивость к электронаводкам, что требует специальных мер для экранировки первичных преобразователей или использование специальных помещений при проведении подобных типов контроля.

Авторами предложен способ повышения помехоустойчивости электростатического метода контроля, представленный на функциональной схеме (рисунок 1), защищённый патентами Украины [1,2].

Суть метода заключается в том, что в первич-

ном преобразователе вместо одной пары измерительных пластин используется две пары, сигналы с которых усиливаются в усилителях заряда и потом подаются на дифференциальный усилитель, где происходит вычитание этих сигналов. Поскольку источник помех находится на значительном удалении от первичного преобразователя, а преобразователь соизмерим с размерами дефекта, то можно считать, что амплитуда и фаза мешающего (паразитного) сигнала на обеих парах измерительных пластин преобразователя будет идентичной и, следовательно, в дифференциальном усилителе произойдёт вычитание паразитных сигналов. А полезный сигнал от дефекта (если этот дефект находится не посередине между измерительными пластинами) будет обнаружен с определённой амплитудой и фазой.

С помощью программной среды *COMSOL Multiphysics* авторами проведено исследование трёх типов предлагаемых первичных преобразователей, имеющих форму как на рисунке 2.

Площадь первого преобразователя – 4 см^2 , площадь второго – 3.14 см^2 , и третьего – 4 см^2 . Материалом для исследования был выбран полиэтилен с диэлектрической проницаемостью 2,5. Материал дефекта заполнен воздухом, расстояние от первичного преобразователя до дефекта составляет 0,5 мм. Объект контроля представляет

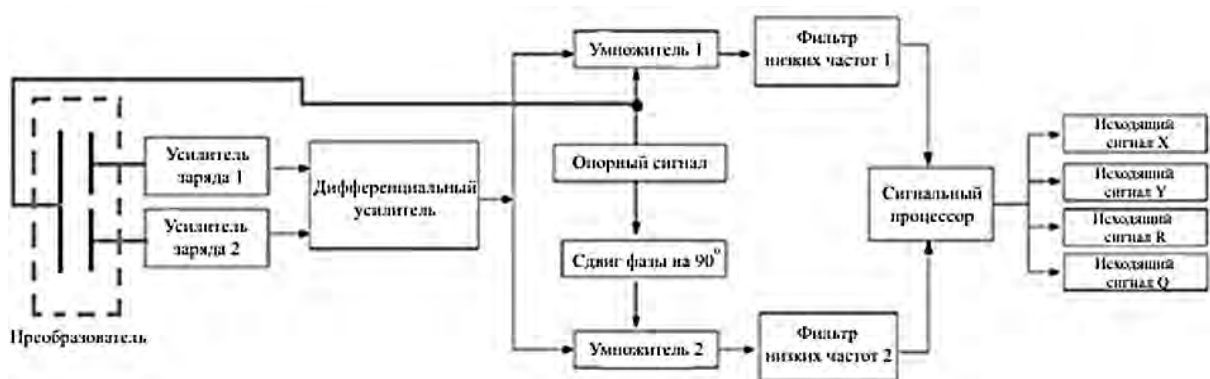


Рисунок 1 Способ повышения помехоустойчивости электростатического метода

собой параллелепипед высотой 3см. Для исследования распределения электрического потенциала в пространстве использовался метод конечных элементов, встроенный в *COMSOL Multiphysics*. Размеры ребра разбиения на элементарные частицы-тетраэдры составлял 0,2 мм. Это позволило получить результаты расчётов с достаточно высокой точностью. Результат моде-

лирования для первого первичного преобразователя с дефектом в объекте в виде отверстия заполненного воздухом диаметром 0,5 см на расстоянии от поверхности 0,3 см показан на рисунке 3.

В результате приведенных исследований были определены возможности электростатического метода контроля.

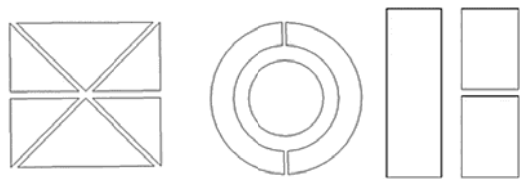


Рисунок 2 – Различные типы первичных преобразователей

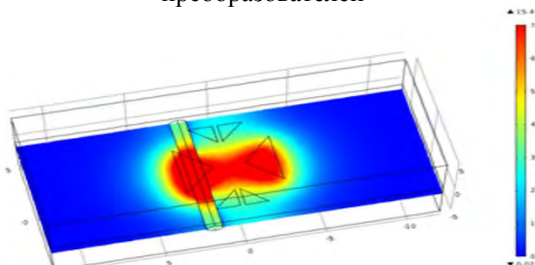


Рисунок 3 – Результат моделирования

Были рассчитаны чувствительности метода для различных типов дефектов (отверстие, шар и полость, заполненные воздухом) как по изменению амплитуды измерительного сигнала, так и по изменению его фазы.

1. Баженов В.Г., Ивицкая Д.К., Грузин С.В., патент Украины на изобретение №107893 «Елек-тростатичний спосіб неруйнівного контролю», от 25.02.2015, бюл. №4.
2. Баженов В.Г., Ивицкая Д.К., Овчарук С.А., Муненко В.Л., патент Украины на изобретение №109357 «Електростатичний амплітудно-фазовий спосіб неруйнівного контролю», от 10.08.2015, бюл. №15.

УДК 621.317.39

МИКРОВОЛНОВЫЕ ДАТЧИКИ ИЗМЕРЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ЦЕЛЛЮЛОЗНОЙ МАССЫ В СОСТАВЕ ВОДНО-БУМАЖНОЙ ПУЛЬПЫ ДЛЯ БУМАЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Белячиц А. Ч., Титовицкий И. А., Сердюк В. М.

*Институт прикладных физических проблем им. А. Н. Севченко БГУ
Минск, Республика Беларусь*

Качество производимых бумажных материалов в значительной степени определяется концентрацией водно-бумажной пульпы, которая подается на сетку бумагоделательной машины. Поэтому на производстве большое внимание уделяется точному контролю и стабилизации твердого вещества в исходной целлюлозно-водной суспензии на разных этапах технологического процесса. Традиционные механические датчики концентрации, использующие измерение вязкости бумажной массы, не удовлетворяют современным требованиям. Здесь более эффективными оказываются микроволновые датчики, принцип действия которых основан на изменении диэлектрической проницаемости суспензии в зависимости от концентрации твердой фазы. В данной работе описаны серийные микроволновые датчики концентрации бумажного материала в водных суспензиях, которые разработаны для нужд целлюлозно-бумажной промышленности.

Основное преимущество микроволнового метода измерения концентрации целлюлозы в суспензии – отсутствие механических деталей, препятствующих движению суспензии. Микроволновой датчик нечувствителен к турбулентности потока, цвету суспензии, давлению в трубопроводе, сортности целлюлозы, длине волокон, отражательной способности. В отличие от механических и оптических методов измерения, в мик-

роволновом методе при увеличении концентрации поглощение излучения уменьшается, а не увеличивается. Данное обстоятельство позволяет применять данный метод даже при больших концентрациях, используя значительные расстояния между излучателем и приемником. Это уменьшает ошибку измерения, а также уменьшает влияние засоренности стенок трубопровода и окон чувствительных элементов. Указанные преимущества особенно предпочтительны при работе в тяжелых условиях производства бумаги и картона из макулатурной массы.

Принцип работы микроволнового датчика концентрации сводится к следующей простой модели. Если диэлектрический материал поместить между двумя излучателями, один из которых подключен ко входу СВЧ усилителя, а другой – к его выходу, то в такой системе могут возникать автоколебания. Условием их появления является совпадение фаз колебаний на входном и выходном излучателях, т.е. возникает генерация, которая возможна на любой частоте, кратной основной. Если нашей задачей является определение физических параметров диэлектрика, помещенного между излучателями по измерению частоты автоколебаний, то необходимо осуществлять возбуждение системы только на одной выбран-