

ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 7456

(13) U

(46) 2011.08.30

(51) МПК

G 06G 7/48 (2006.01)

(54) ЭЛЕКТРОМОДЕЛИРУЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ КОНТАКТНЫХ ЗАДАЧ

(21) Номер заявки: u 20101064

(22) 2010.12.24

(71) Заявитель: Учреждение образования
"Гомельский государственный техни-
ческий университет имени П.О.Сухо-
го" (ВУ)

(72) Авторы: Тариков Георгий Петрович;
Комраков Владимир Викторович;
Станкевич Петр Федорович (ВУ)

(73) Патентообладатель: Учреждение обра-
зования "Гомельский государственный
технический университет имени П.О.Су-
хого" (ВУ)

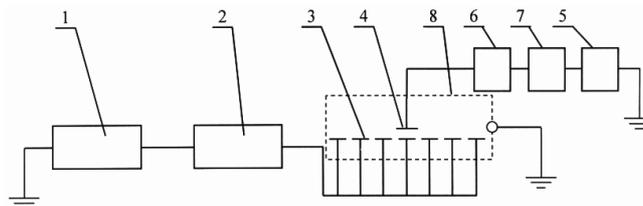
(57)

Электро моделирующее устройство для решения пространственных контактных задач, содержащее источник питания, выход которого подключен ко входу распределителя, выходы которого соединены с выводами токопроводящего элемента, над которым установлен зонд, защитный экран, окружающий зонд и токопроводящий элемент, блок индикации, отличающееся тем, что устройство содержит усилитель электрического сигнала, аналого-цифровой преобразователь, включенные последовательно между зондом и блоком индикации, при этом в качестве блока индикации использована персональная электронно-вычислительная машина.

(56)

1. А.с. СССР 1791829 А1, 1993.

2. Патент РБ 3295, 2007.



Полезная модель относится к аналоговой вычислительной технике и может быть применена для решения пространственных контактных задач, часто встречающихся в инженерной практике.

Известна конструкция электро моделирующего устройства для решения пространственных контактных задач, содержащая источник питания, распределитель, токопроводящий элемент, над которым установлен зонд, подключенный к измерительному устройству [1].

При использовании в качестве измерительного устройства вольтметра возникают значительные затраты времени на запись результатов экспериментальных исследований и их математическую обработку. Кроме того, точность измерений с помощью вольтметра недостаточна при решении задач о контакте двух упругих тел.

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому результату к заявляемой полезной модели является устройство для решения пространственных контактных задач [2], содержащее источник питания, распределитель, защитный экран, установленный вокруг токопроводящего элемента и зонда, подключенного к блоку индикации - аналогово-му вольтметру.

Рассматриваемое устройство обладает рядом недостатков. При использовании вольтметра оператор электро моделирующего устройства вручную записывает показания прибора, что ввиду их большого количества (порядка 1000 показаний) требует значительных затрат времени. Кроме того, это не исключает возможности появления ошибок при записи, которые в дальнейшем отрицательно влияют на результаты эксперимента и в ряде случаев требуют дополнительного его проведения. Кроме того, применение в качестве блока индикации аналогового вольтметра со стрелочным указателем не обеспечивает точности измерений.

Задачей предлагаемой полезной модели является повышение точности экспериментального решения пространственных контактных задач и сокращение времени проведения экспериментальных исследований.

Поставленная задача решается тем, что в известной конструкции электро моделирующего устройства для решения пространственных контактных задач, содержащей источник питания, выход которого подключен ко входу распределителя, выходы которого соединены с выводами токопроводящего элемента, над которым установлен зонд, подключенный к блоку индикации, согласно полезной модели, устройство содержит усилитель электрического сигнала, аналого-цифровой преобразователь и персональный компьютер, который используется в качестве блока индикации.

Использование в качестве блока индикации персонального компьютера и аналого-цифрового преобразователя, позволяющего производить измерение электрических сигналов звуковой частоты, дает возможность записывать значения потенциала электрического поля, измеряемого зондом над поверхностью токопроводящего элемента, на жесткий диск компьютера. В результате значительно уменьшаются время на проведение экспериментальных исследований и вероятность появления ошибок.

Применение усилителя и аналого-цифрового преобразователя с шестнадцатититной дискретизацией позволяет уменьшить абсолютную погрешность измерений с 0,1 В до 0,0003 В при измерении электрического потенциала в 10 В.

На фигуре показана блок-схема электро моделирующего устройства для решения пространственных контактных задач.

Электро моделирующее устройство содержит источник питания 1, выход которого подключен к распределителю 2. Каждый выход распределителя 2 подключен к отдельной токопроводящей дорожке токопроводящего элемента 3, зонд 4 установлен над токопроводящим элементом 3 и соединен с персональным компьютером 5 посредством усилителя электрического сигнала 6 и аналого-цифрового преобразователя 7. Токопроводящий элемент 3 и зонд 4 защищены экраном 8.

Усилитель 6 выполнен на операционных усилителях LM324. В качестве аналого-цифрового преобразователя 7 использована шестнадцатититная звуковая карта (например, Yamaha 754) с частотой дискретизации 48 кГц.

Электро моделирующее устройство для решения пространственных контактных задач работает следующим образом.

Электрический сигнал звуковой частоты подается от источника питания 1 на распределитель 2. Распределителем 2 устанавливаются величины электрических напряжений, подаваемых от его выходов на токопроводящий элемент 3. Электрический потенциал, измеряемый зондом 4 в исследуемых точках электрического поля токопроводящего элемента, подается на усилитель 6, предназначенный для согласования высокого выходного сопротивления зонда 4 с низким входным сопротивлением линейного входа звуковой карты 7, оцифровывающей электрический сигнал звуковой частоты, значение которого по

BY 7456 U 2011.08.30

команде оператора электро моделирующего устройства сохраняется на жестком диске персонального компьютера 5. Используя значения потенциала, определяют значения плотности электрических зарядов $q(x, y)$ в исследуемых точках токопроводящего элемента, являющегося аналогом площадки контакта.

Существующая аналогия между интегральными уравнениями пространственной контактной задачи и задачи электростатики позволяет определять контактное давление $p(x, y)$ в исследуемых точках площадки контакта по формуле:

$$p(x, y) = \gamma_m \cdot q(x, y),$$

где γ_m - масштабный коэффициент, связывающий явления электрической и механической природы.

Для оценки погрешностей экспериментального решения пространственных контактных задач с помощью известного и предлагаемого электро моделирующих устройств были решены задачи для площадки контакта в виде круга и эллипса, аналитическое решение которых известно. Погрешность экспериментального решения пространственных контактных задач известным электро моделирующим устройством достигает 7 % по отношению к аналитическому решению. Результаты решения пространственных контактных задач, полученные с помощью предлагаемого электро моделирующего устройства, а также результаты аналитического решения приведены в таблице. При проведении эксперимента определялись контактные давления $p(x, y)$ вдоль радиуса R круглой площадки контакта и вдоль большей полуоси a эллиптической площадки контакта, которая совпадает с осью x .

ρ_i	p_i/p_{cp}				Погрешность, %	
	Аналитические значения		Экспериментальные значения			
	Круг	Эллипс	Круг	Эллипс	Круг	Эллипс
0	0,500	0,500	0,502	0,500	0,35	0,05
0,1	0,502	0,512	0,503	0,513	0,28	0,26
0,2	0,510	0,521	0,515	0,525	0,94	0,84
0,3	0,524	0,534	0,532	0,542	1,54	1,44
0,4	0,545	0,557	0,554	0,569	1,69	2,12
0,5	0,578	0,588	0,590	0,603	2,02	2,55
0,6	0,625	0,637	0,645	0,655	3,22	2,82
0,7	0,700	0,714	0,725	0,736	3,59	3,14
0,8	0,833	0,850	0,867	0,883	4,05	3,92
0,9	1,147	1,170	1,200	1,223	4,63	4,52

Примечания: $\rho_i = \frac{x_i}{R}$, $\rho_i = \frac{x_i}{a}$ - относительное положение исследуемой точки для площадки контакта в виде круга и эллипса соответственно; x_i - координата исследуемой точки; p_i - контактное давление на поверхности площадки контакта в точке с координатой x_i ;
 $p_{cp} = \frac{P}{S}$ - среднее контактное давление на поверхности площадки контакта; P - сила, действующая на упругие тела; S - площадь поверхности площадки контакта.

Из таблицы следует, что погрешность результатов измерений не превышает 5 %.

Таким образом, по сравнению с известными, заявляемое электро моделирующее устройство повышает точность экспериментального решения пространственных контактных задач и сокращает время проведения экспериментальных исследований.