

# МЕТОД ЗА ОПРЕДЕЛЯНЕ НА СТАТИЧНИЯ КАПАЦИТЕТ НА АКУСТИЧНА АНТЕНА

Атанас Ал .Атанасов

*Институт по Океанология –БАН*

## METHOD FOR DEFINING ON THE STATIC CAPASITY OF THE ACOUSTIC ANTENN

Atanas Al. Atanasov

*Oceanology Institute – Bulgarian Academy of Sciences, Varna*

**Summary:** The mathematical model of the MAKLOOREN valid for defining elektrical energi leis in the root of the method on the defining the static capasiti of the acoustic antenn.Is shown a practical realization of a measurer of the static capacity and time diagrams as a result of the working a tools. Is shown an experimentally and analytic result for the static capacity.

**Key words:** acoustic antennas, staic capacity, model of the MAKLOOREN, piezoceramic transformer.

### 1. Въведение.

Електричните, магнитните и радиоактивните полета установени в морската среда, оказват влияние на акустичните антени, тъй като променят параметрите на градивната им пиезокерамика. Променя се преди всичко електропроводимостта (електронна и йонна) на пиезокерамиката. Ефектът на стареене е в сила, независимо от наличието или **на** отсъствието на постоянни електрични полета. Този ефект води до промяна на ориентацията на домените (първоначалната поляризация), до намаляването на големината на сумарната остатъчна ориентация, предварително заложена в акустичния кристал. Температурните промени, повишеното налягане на средата, присъствието на озон или на други химически реагенти оказват влияние на скоростта на тези структурни изменения [1],[3], [7] .

Намаляването на големината на сумарната остатъчна ориентация води до промяна на статичния капацитет( $C_0$ ) на пиезокерамичната акустична антена .Това налага необходимостта на периодичен контрол на статичния капацитет( $C_0$ ). Установените промени в статичния капацитет( $C_0$ ) на акустичите антени, позволяват въвеждането на съответни корекции във входните и в изходните вериги на акустичните антени с цел елиминиране на настъпилите изменения [2] ,[4].

### 2. Изложение.

Електрическата енергия абсорбирана от акустичната антена излъчвател в работен режим можем да определим от връзката:  $E = (U^2 C_0)/2$  ,  
където : (U) е ефективната стойност на хармоничния електрически сигнал, приложен на полюсите на акустичната антена излъчвател ;  $C_0$  – статичен капацитет на антената.

Предствена тази нелинейна връзка в ред на Маклорен приема вида [1]:

$$E = E_0 + (dE/dU)_0 \Delta U + (d^2E/dU^2)_0 \Delta U \Delta U / 2! \dots + (d^n E/dU^n)_0 \Delta U^n / n!$$

Където: ( $E_0$  и  $U_0$ ) е работна точка определена от характеристиката:

$$E = (U^2 C_0)/2$$

Като отчетем разложението по Маклорен спрямо връзката  $E = (U^2 C_0)/2$  получаваме:

(1)  $E = E_0 + (CU)_0 \Delta U + \dots + (U_0 + \Delta U)^2 \Delta C/2$ .

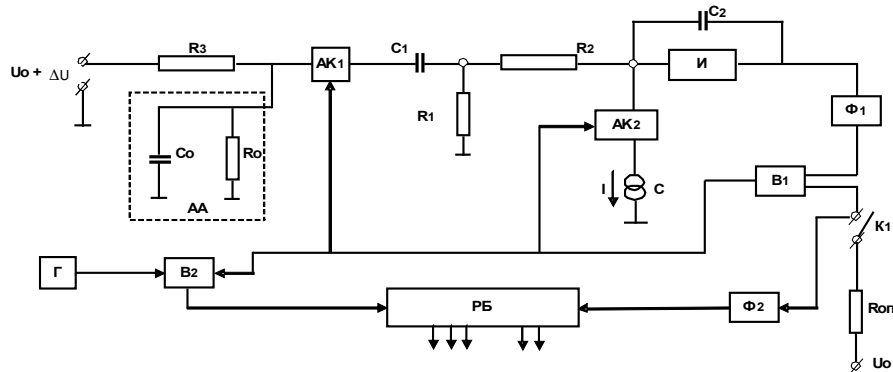
За енергетичното изменение, като реакция на нарастването на работното напрежение ( $U_0$ ) с  $\Delta U$  получаваме:

(2)  $\Delta E = E - E_0 = (CU)_0 \Delta U + C_0 \Delta U^2 / 2 + \dots + (U_0 + \Delta U)^2 \Delta C/2$

В първо приближение уравнение (2) приема вида:

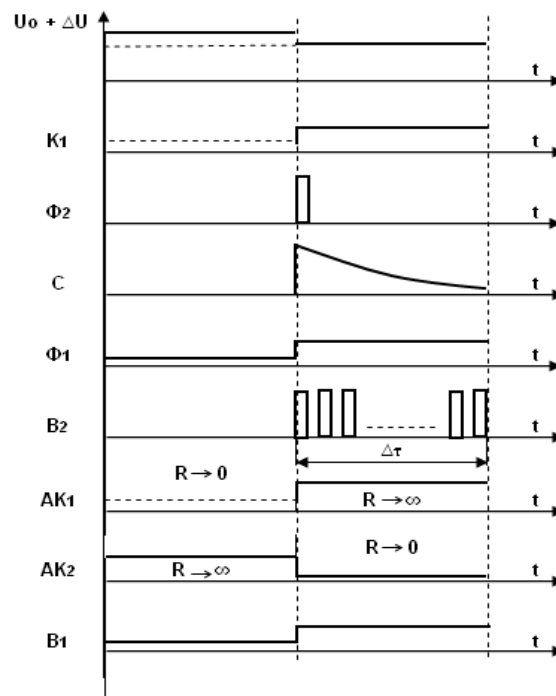
(3)  $\Delta E^1 = (CU)_0 \Delta U$

Примерното изпълнение, като функционална схема за определяне на нарастването на напрежението  $\Delta U$  спрямо работната точка ( $U_0$ ) е показани на фигура 1.



Фиг.1 Функционална схема на устройство за определяне на нарастването ( $\Delta U$ )

В своята структура тя включва: (AA) е акустичната антена; АК<sub>1</sub> и АК<sub>2</sub> са аналогови ключове; И-интегратор; Φ<sub>1</sub> и Φ<sub>2</sub> са формиратели; В<sub>1</sub> и В<sub>2</sub> вентили; Г-генератор; РБ-решаващ блок'.



Фиг.2 Времедиаграми на принципът на действие на функционалната схема

Нагледна представа за принципът на действие на функционалната схема се получава от времедиаграмите показани на фигура 2. Показаната функционална схема позволява прецизна трансформация на нарастването  $\Delta U$  във временен интервал -  $\Delta t$ .

Желателно е да се подържат следните съотношения :

$$\tau_{k1} < (C_1 R_1 R_2) / (R_1 + R_2) < R_2 C_2 ,$$

където:  $\tau_{k1}$  е времекопстанта на ключа ( $K_1$ );  $R_2 C_2 = \tau_{И}$ - времекопстанта на интегратора (И);  $(C_1 R_1 R_2) / (R_1 + R_2) = \tau_{ВХ,И}$  - времекопстанта на входната верига на интегратора (И).

Промяната на работното входно напрежение ( $U$ )<sub>0</sub> с  $\Delta U$  на входа на акустичната антена води до изменение на напрежението установено на полюсите на кондензатора на интегратора  $C_2$ . Времето на разряда на интегратора (И) през аналоговия ключ ( $AK_2$ ) получаваме от връзката :

$$(4) \quad \tau_{AK(2)} = (C_1 R_1) (\Delta U / I) / (R_1 + R_2).$$

$\tau_{AK(2)}$  е време пропорционално на нарастването  $\Delta U$  на електродите на акустичната антена.

На изхода на решаващия блок получаваме число пропорционално на  $\Delta U$ :  $N = f_T \tau_{AK(2)} = M \Delta U$ . Електрическата енергийна разлика е:  $\Delta E^1 = N(UC)_0$ .

### 3. Изводи и предложения.

Абсолютното отклонение на направената апроксимация на енергийната характеристика :  $E = (U^2 C_0) / 2$ , с реда на Маклорен след , като отчетем връзките:  $\Delta E = E - E_0 = (CU)_0 \Delta U + (C)_0 \Delta U^2 / 2 + \dots + (U_0 + \Delta U)^2 \Delta C / 2$  и  $\Delta E^1 = (CU)_0 \Delta U$  е:

$$(5) \quad \Delta E = \Delta E - \Delta E^1 = (C)_0 \Delta U^2 / 2 + \dots + (U_0 + \Delta U)^2 \Delta C / 2.$$

Съответната относителната грешка на апроксимацията е:

$$\delta_E = \Delta U / 2U_0 + \dots + [\Delta C / (C)_0] / (\Delta U / U_0) + [\Delta C / (C)_0] (\Delta U / 2U_0) + \dots + (\Delta C / C)$$

Нормираното натоварване на диелектричната проникваемост на акустичната антена ( $\Delta C / (C)_0$ ) е много по-малка от отношението ( $\Delta U / U_0$ ) От това следва, че относителната грешка в първо приближение можем да представим като:

$$(6) \quad \delta_E = \Delta U / 2U_0$$

Увеличаването на напрежението на избраната работна точка води до намаляване на  $\delta_E$ .

За известно работно напрежение ( $U_0$ ) между енергетичното нарастване ( $\Delta E^1$ ) и кондензатора ( $C$ )<sub>0</sub> е влидна връзката  $\Delta E^1 / N(U)_0 = (C)_0$ . Като отчетем, че  $N = f_T \tau$ , можем да **запишем**:

$$(C)_0 = F[\Delta E^1, f_T, \tau_{AK(2)}, (U)_0] = \Delta E^1 / N(U)_0 = \Delta E^1 / (f_T \tau_{AK(2)}) (U)_0$$

В структурата на функционалната схема (фиг.1) за установени **стойности** на опорното напрежение ( $U$ )<sub>0</sub> и на нарастването ( $\Delta U$ ), на изхода на решаващия блок получаваме  $\Delta E^1$ . Приравняването на  $\Delta E^1 \approx \Delta E$  ни позволява да представим  $(C)_0 = \Delta E^1 / (\Delta U \cdot U_0)$ .

От геометричните размери на пиезокерамичния преобразувател и параметрите на градивната и пиезокерамика е възможно аналитичното определяне на стъпичния кондензатор ( $C$ )<sub>01</sub>, както и на първото приближение на резонансната честота  $w_r = 2 \pi f_r$

Обект на експериментално изследване е плосък пиезокерамичен преобразувател с форма на кръг. Геометричните му характеристики са : (D)диаметър - 4 [mm] и (l) дебелината - 2 [mm]; Той е построен на основата на пиезокерамичния материал - ЦТС -24.

Експериментално определеният кондензатор ( по фигура 1) на плоския пиезокерамичен преобразувател с форма на кръг е :  $C_0 = 1,43$  [nF]

Съответният аналитично определен кондензатор от връзката

$$C = \epsilon (D/2)^2 / 4 [0,9 (l)] [pF] \text{ е : } C_{01} = 1,4 \text{ [nF]}$$

където: ( $\epsilon$ ) е пиезокерамична константа [N/v.m]; (D)- диаметър [mm];

(l) – дебелина [mm].

Пиезокерамичната константа на пиезокерамика ЦТС-24 е  
( $e$ ) =  $(10)^3$  [N/v.m] [5], [6].

Абсолютното отклонение на определения статичен капацитет е:

$\Delta C = C_0 - C_{01} = 0,03$  [nF]. Съответната относителната грешка е  $\delta_c \approx 2\%$ .

За първото приближение на резонансната честота  $\omega_r = 2 \pi f_r$  на плоския преобразувател с форма на кръг е влидно:

$f_r = 2,3 [Y_1 / \gamma (1-G^2)]^{1/2} / (\pi D)$ , където:  $Y_1$  е модул на Юнг [N /m<sup>2</sup>];  $\gamma$  - плътност на пиезкерамиката [kg/m<sup>3</sup>];  $G$  – коефициент на Пуасон ;

$D$  – диаметър на кръга [mm],  $l$  – дебелина [mm].

Модулът на Юнг за пиезокерамика от типа ЦТС- 24 е ( $Y_1$ )=  $0,7(10)^{14}$  [N /m<sup>2</sup>], плътността на пиезокерамиката е ( $\gamma$ )=  $7,4(10)^{13}$  [kg/m<sup>3</sup>], а коефициентът на Пуасон е ( $G$ ) = 0,3 [6].

Аналитично определената резонансна честота на плоския преобразувател с форма на кръг по параметрите на гравивната пиезокерамика и от геометричните му размери е:  $f_r = 416$  [kHz] .

### Използвана литература

1. Атанасов А.А.1996. Метод за определяне на електрическата енергия акумулирана от пиезокерамична акустична антена. Варна. Юбилейна научна сесия на ВВМУ „Н.Й.Вапцаров” – 115 години.с. 289 -293.

2. Атанасов, А.А. 1992. Избор на кристал за пиезокерамичен преобразувател София. Океанология том 1,с.126-129.

3. Гендзель, Г., М. Заезный. 1952. Основы акустики. М. Морской транспорт. С.385.

4. Харкевич, А.А. 1973. Теория электрических преобразователей . М. Наука. с. 33-102.

5. Камп, Л. 1972. Подводная акустика. М., Мир, с147-159.

6. Полацкий А. 1959. Техническая керамика. Л, Гидроэнергоиздат. 579 с.

7. Mason, W.P.1964 Methods and devices. New York, Academic Press, vol.1 part B, p.309-316.

### За контакти:

доц. д-р инж. Атанас Атанасов, e-mail: nasi47@abv.bg  
9000 Варна, ПК 152

Институт по Океанология - Българска Академия на Науките  
тел.: 052 / 710 258 ; 052 / 370 486 (111)