

RADIÁLISAN POLARIZÁLT ÜREGES PIEZOELEKTROMOS KÖRTÁRCSÁK STATIKAI VIZSGÁLATA

STATIC ANALYSIS OF RADially POLARIZED PIEZOELECTRIC HOLLOW CIRCULAR DISC

*Ecsedi István, Professor Emeritus, Miskolci Egyetem, Műszaki Mechanikai Intézet;
Baksa Attila, egyetemi docens, PhD, Miskolci Egyetem, Műszaki Mechanikai Intézet*

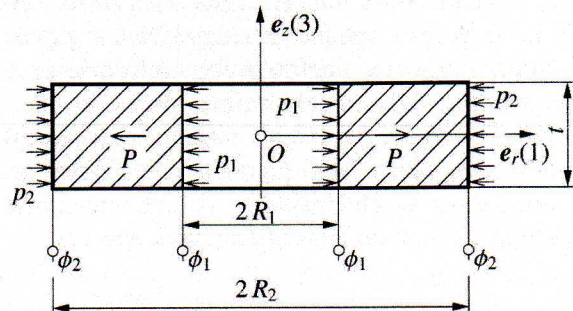
ÖSSZEFOGLALÁS (ABSTRACT). The static linear response of a hollow circular disc of a piezoelectric ceramic poled in radial direction is considered. The applied mechanical loads are uniform pressures acting on the inner and outer cylindrical boundary surfaces. The cylindrical boundary surfaces are electroded with driving voltage across in radial direction. Under the condition of plane stress state and analytical solution is presented to determine the displacements, stresses and electric potential in radially polarized hollow circular disc made of PZT4 ceramic.

1. BEVEZETÉS

A piezoelektromosság olyan elektromos jelenség, amelynek során bizonyos anyagokon, mint például nem centrálisan szimmetrikus kristályokon, bizonyos kerámiákon mechanikai terhelés hatására elektromos tér keletkezik, illetve elektromos tér hatására alakváltozás jön létre.

A piezoelektromos jelenség kezdeti alkalmazási területe a híradástechnika volt, ahol is hangszedőként, rezgőkörök vezérlésére és mikrofonokban került alkalmazásra. Napjainkban a piezoelektromos kerámiák microelektromos-mechanikai szerkezetek fontos elemei. Használják szenzorok és aktuátorok kialakítására kedvező piezoelektromos tulajdonságaik és nagy dielektromos állandójuk miatt. A piezoelektromosság alkalmazási területei elsősorban az intelligens (smart, adaptive) struktúrák, amelyekben kiemelt szerkezeti anyagként különböző piezoelektromos kerámiák nyerne felhasználást.

A piezoelektromos szerkezeti komponensek vizsgálata mechanikai és villamosságtani ismereteken alapul. E tanulmány tárgyát vékony vastagságú üreges körhenger alakú síkfeszültségi állapotban lévő piezoelektromos kerámiák statikai feladatainak megoldása alkotja. A feladat megoldása a lineáris piezoelektromosságtan egyenleteinek felhasználásával történik. A tárcsa radiális irányban polarizált, alakváltozása tengelyszimmetrikus.



1. ábra. Körgyűrű alakú piezoelektromos tárcsa

A vonatkozó forgásszimmetrikus peremérték-feladat megfogalmazására az $Or\phi z$ henger-koordinátarendszer használatával történik. A vizsgált tárcsa meridián metszetét és az alkalmazott mechanikai és villamos terheléseket az 1. ábra szemlélteti.

A tengelyszimmetrikus feladat megoldásához az alábbi egyenleteket használjuk [1,2]:

$$\varepsilon_r = \frac{du}{dr}, \quad \varepsilon_\phi = \frac{u}{r}, \quad (1)$$

$$\frac{d\sigma_r}{dr} + \frac{\sigma_r - \sigma_\phi}{r} = 0, \quad (2)$$

$$\sigma_r = C_{11}\varepsilon_r + C_{12}\varepsilon_\phi - E_{11}E_r, \quad (3)$$

$$\sigma_\phi = C_{12}\varepsilon_r + C_{22}\varepsilon_\phi - E_{12}E_r, \quad (4)$$

$$D_r = E_{11}\varepsilon_r + E_{12}\varepsilon_\phi + K_{11}E_r, \quad (5)$$

$$E_r = -\frac{\partial\phi}{\partial r}, \quad E_\phi = E_z = 0 \quad (6)$$

$$D_\phi = D_z = 0 \quad (7)$$

$$\frac{dD_r}{dr} + \frac{D_r}{r} = 0, \quad (8)$$

$$\sigma_r(R_1) = -p_1, \quad \sigma_r(R_2) = -p_2, \quad (9)$$

$$\phi(R_1) = \phi_1, \quad \phi(R_2) = \phi_2. \quad (10)$$

A fenti egyenletekben

- u a radiális elmozdulás,
- σ_r, σ_ϕ a normálfeszültségek,

