

## İKİ PYEZOELEMENTLİ PYEZOELEKTROMEXANOTRON HƏRƏKƏT ÇEVİRİCİSİNİN YARADILMASININ XÜSUSİYYƏTLƏRİ

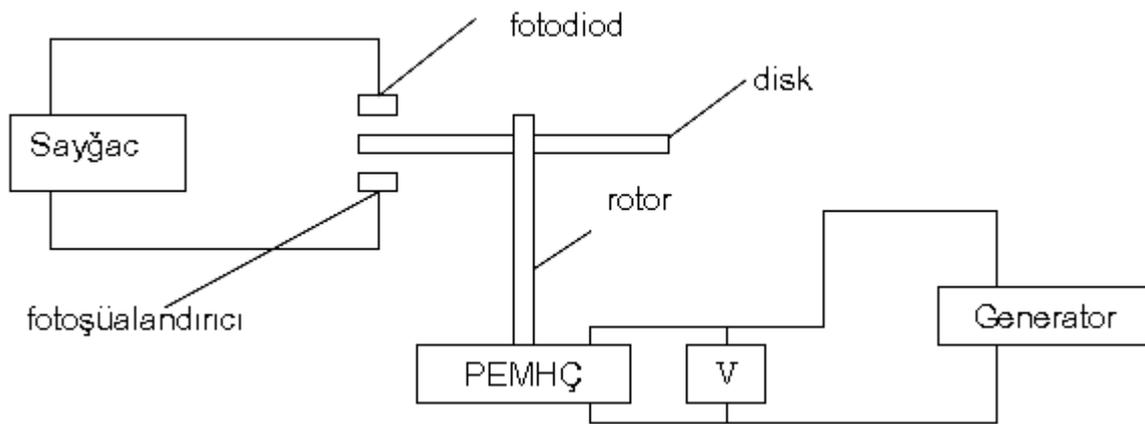
N.E. HÜSEYNOV

Azərbaycan Texniki Universiteti  
370073, H.Cavid küçəsi, 25

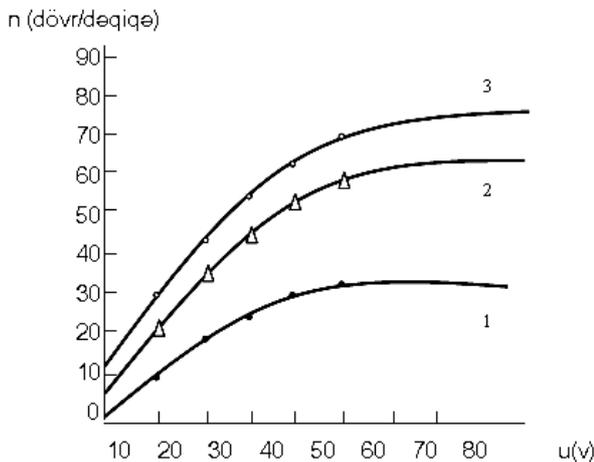
Bu işdə təklif olunan iki pyezoelementli PEMHÇ-nin xarakteristikalarının eksperimental tədqiqinin nəticələri verilmişdir.

Disk formasında pyezoelementlərdən istifadə etməklə hazırlanmış iki pyezoelementli pyezoelektromexanotron hərəkət çeviricisinin (PEMHÇ) işinin keyfiyyətini analiz etmək və parametrlərini uyğunlaşdırmaq

üçün onların dinamik xarakteristikalarının öyrənilməsi vacib məsələlərdən biridir [1]. Dinamik xarakteristikalar PEMHÇ-nin konstruksiyasından, pyezoelementin forma və ölçülərindən asılı olaraq dəyişir.



Şəkil 1. PEMHÇ-nin dinamik xarakteristikalarını tədqiq edən qurğunun struktur sxemi.



Şəkil 2. Rezonans tezliyində ( $f_r$ ) müxtəlif mexaniki keyfiyyətli malik pyezoelementlərdən hazırlanmış PEMHÇ-nin dinamik xarakteristikaları ( $n=f(u)$ ).  
1.  $Q_m=200$ (STQ-24m); 2.  $Q_m=500$ (STQ-24);  
3.  $Q_m=600$ (STQ-35).

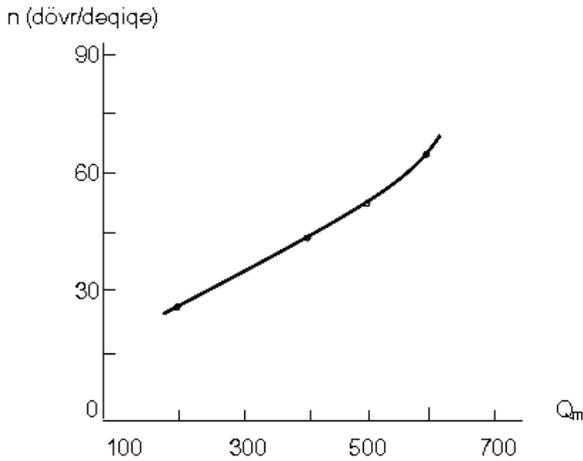
Tədqiqat dəqiqliyini artırmaq üçün əvvəlcə müxtəlif mexaniki keyfiyyətli malik pyezoelementlərdən hazırlanmış PEMHÇ-nin dinamik xarakteristikalarını, məsələn, onun rotorunun dövrlər sayının ( $n$ ) pyezoelementə verilən gərginlikdən asılılığını

öyrəmək. Bunun üçün şəkil 1-də göstərilən qurğudan istifadə olunmuşdur. Qurğunun iş prinsipi aşağıdakı kimidir. Generatordan tezliyi PEMHÇ-nin rezonans tezliyinə bərabər gərginlik verilir. PEMHÇ-nin rotoruna bir nöqtədən dəyişən disk bərkidilmişdir. Diskdəki dəyişən uyğun nöqtədə diskin bir tərəfindən fotoşüaləndirici, digər tərəfindən isə fotoqəbuledici diod dəyişən oxu üzərində qarşı-qarşıya quraşdırılmışdır. PEMHÇ-ə generatordan müəyyən amplitudlu gərginlik verildikdə PEMHÇ-nin rotoru fırlanmağa başlayır. Rotor bərkidilmiş disk fırlandığında, dəyişən hissə fotodiodun qarşısından keçdikdə sayğac bir impuls qəbul edir, bu isə rotorun bir dövr etməsi deməkdir. Nəticədə böyük dəqiqliklə PEMHÇ-nin rotorunun bir saniyədəki dövrlər sayı qeyd olunur. Müxtəlif mexaniki keyfiyyətli malik pyezoelementlər üzərində qurulmuş bir elementli PEMHÇ-nin rotorunun dövrlər sayının ( $n$ ) pyezoelementə verilən gərginlikdən ( $u$ ) asılılığı şəkil 2-də göstərilmişdir. Şəkildən görünür ki, pyezoelementə verilən gərginlik ( $u$ ) artdıqca  $n$  əvvəlcə artır və sonra isə stabilləşir.

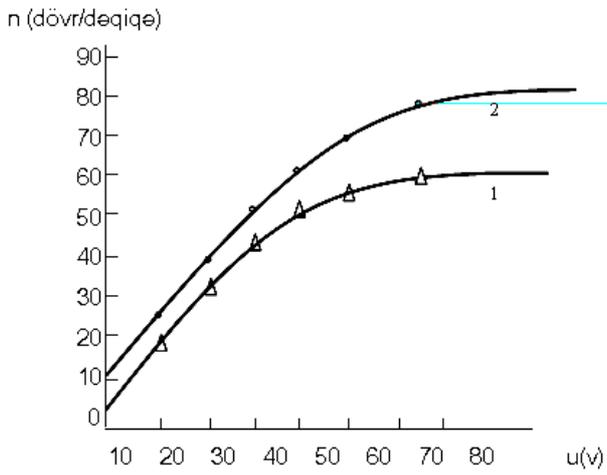
Şəkil 3-də verilmiş sabit gərginlikdə ( $u=const$ ) və rezonans tezliyində  $n=f(u)$  asılılığın stabil hissəsi üçün  $n$ -nin  $Q$ -dən dəyişməsi verilmişdir. Göründüyü kimi mexaniki keyfiyyətli malik pyezoelementdən ibarət PEMHÇ-nin dinamik xarakteristikaları daha yüksəkdir. Mexaniki keyfiyyətli malik pyezoelementdən ibarət PEMHÇ-nin dinamik xarakteristikaları daha yüksəkdir. Mexaniki keyfiyyətli malik pyezoelementdən ibarət PEMHÇ-nin dinamik xarakteristikaları daha yüksəkdir.

İndi isə iki pyezoelementli PEMHÇ-nin xarakteristikalarının tədqiqinə nəzər yetirək. Bu halda aşağıdakı

şərtlər daxilində tədqiqat aparılmışdır: 1)pyezoelementlərin rezonans tezliyi bir-birindən fərqlidir ( $f_{r1} \neq f_{r2}$ ), amma onların mexaniki keyfiyyət əmsalları bərabərdir ( $Q_{m1}=Q_{m2}$ ); 2)pyezoelementlərin rezonans tezlikləri bərabər ( $f_{r1} = f_{r2}$ ), amma onların mexaniki keyfiyyət əmsalları müxtəlifdir ( $Q_{m1} \neq Q_{m2}$ ). Birinci halda iki pyezoelementli PEMHÇ-i üçün iki ədəd generator tələb olunur. İki pyezoelementli PEMHÇ-nin iki ədəd generatordan istifadə etməklə çıxarılmış dinamik xarakteristikası şəkil 4-də göstərilmişdir. Hər iki pyezoelementin qidalanması üçün generatordan 80V qədər gərginlik verilmişdir. Şəkildən görüldüyü kimi 2-ci əyri 1-ci əyriyə nisbətən daha yaxşı dinamik parametrlərə uyğundur və rotorun dövrlər sayı  $u=50V$ -a kimi xətti artır.



Şəkil 3. PEMHÇ-nin rotorunun dövrlər sayının ( $n$ ) pyezoelementin mexaniki keyfiyyətlik əmsalından ( $Q$ ) asılılığı ( $n=f(Q)$ ).  $u=50V$ .



Şəkil 4. İki pyezoelementli PEMHÇ-nin rotorunun dövrlər sayının ( $n$ ) pyezoelementlərə tətbiq olunmuş gərginlikdən asılılığı ( $n=f(u)$ ). 1. Birinci elementə  $f_{r1}$ -də verilmiş gərginlik 70 V-a qədər dəyişdirilir.  $Q_{m1}=200$ ; 2.elementlər ardıcıl birləşdirilir və  $f_{r1}>f_{r2}$ ;  $Q_{m1}=Q_{m2}=200$ ;  $l_1 < l_2$ ; elementlərə verilmiş gərginlik 70V-a qədər artırılıb.

Məlumdur ki, sütun şəkilli çeviricilər üçün mexaniki rezonansın şərti və rezonans tezliyi ( $f_r$ ) uyğun olaraq belə təyin olunur [2,3].

$$l = \frac{C^E}{4f_r} \quad \text{və} \quad f_r = \frac{C^E}{4l}, \quad (1)$$

Burada  $l$  – sütun şəkilli pyezoelementin uzunluğu,  $C$  – elastik moduludur. (1)-dən görünür ki, pyezoelementin elastik modulu və mexaniki keyfiyyətliliyi eyni olduqda, yəni  $C_1 = C_2$  və  $Q_{1r}=Q_{2r}$ ,  $f_r$  – artdıqca elementin uzunluğu ( $l$ ) azalır və bu da əks pyezoelektrik rejimində pyezoelementin ümumi deformasiyasının ( $\Delta l$ ) azalmasına və PEMHÇ-nin rotorunun fırlanma sürətinin kiçilməsinə səbəb olar. Digər tərəfdən məlumdur ki, pyezoelementlərin mexaniki keyfiyyətliliyi ( $Q_m$ ) artdıqca onun rezonans tezliyi ( $f_r$ ) azalır [2,3,4], yəni

$$Q = \frac{1}{2\pi f_r c_k R_k}. \quad (2)$$

Burada  $C_k$  – pyezoelementin deformasiya etmək qabiliyyətidir;  $R_k$  – rezonans müqavimətidir.

(2) - dən görünür ki, mexaniki keyfiyyətliliyi böyük olan pyezoelementlərin rezonans tezliyindəki elektrik müqaviməti kiçik olur, bu da pyezoelementin verilmiş elektrik gərginliyində (tərs pyezoelektrik rejimində) böyük mexaniki enerjiyə malik olmasını göstərir. Pyezoelektrik keramik materialların domen strukturuna malik olması mexaniki rəqslər zamanı onlarda güclü enerji itkilərinə səbəb olur və mexaniki keyfiyyətlilik ( $Q_m$ ) azalır. Ona görə də pyezoelementlər arasında qurulmuş pye-zorezonatorlar adətən xətti elastik sistem rejimində (yəni Huk qanunu çərçivəsində) işləməlidir. Əgər PEMHÇ-ə pye-zorezonator kimi baxsaq, onda onun rotorunun fırlanma sürətinin verilmiş gərginlikdən asılılığının ( $n=f(u)$ ) qeyri-xəttliliyini pyezoelementdəki enerji itkilərilə əlaqələndirmək olar. Ona görə də  $n=f(u)$  asılılığın düzxətli hissəsinin genişliyi PEMHÇ üçün böyük əhəmiyyət kəsb edir və rotorun fırlanma sürətini böyük miqyasda tənzim etməyə imkan verir.

Yuxarıda qeyd etdik ki, PEMHÇ-də pyezoelementlərin uzunluğu  $f_r$  ilə,  $n$  isə  $Q$  ilə sıx əlaqədədirlər. Uzunluğun kiçik götürülməsi rezonans zamanı pyezoelementin rəqs amplitudunun ( $\Delta l$ ) azalması ilə nəticələndiyi üçün  $f_r$  elə seçirlər ki,  $\Delta l$  kəskin azalmasın. Lakin pye-zoelementin uzunluğunun böyük götürülməsi də texnoloji (polyarizasiya) və elektrik parametrləri (böyük tutum müqaviməti və kiçik elektrik tutumu) baxımında pisləşmə ilə nəticələnir. Ona görə də şəkil 1-də göstərilən PEMHÇ pye-zorezonatoru iki elementli seksiyadan ibarətdir. Pyezoelementlərin birləşdirilməsindən asılı olaraq pye-zorezonatorun mexaniki keyfiyyətliliyini dəyişmək olar. Məsələn, ardıcıl birləşdirilmiş pye-zoelementlərdən ibarət pye-zorezonatorun ümumi mexaniki keyfiyyətliliyi ( $Q_{üm.}$ )

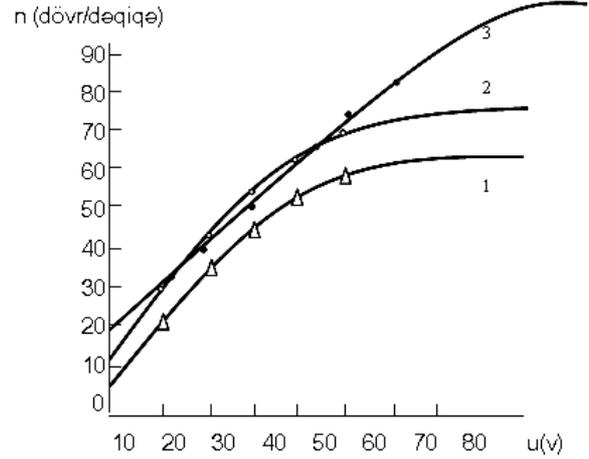
$$\frac{1}{Q_{üm.}} = \frac{1}{Q_{m1}} + \frac{1}{Q_{m2}}$$

kimi təyin oluna bilər. Bizim halda:  $Q_{m1}=500$  və  $Q_{m2}=600$  pye-zoelementlərdən ibarət pye-zorezonator üçün

$$Q_{\text{üm.}} = \frac{Q_{m1} \cdot Q_{m2}}{Q_{m1} + Q_{m2}} \approx 300$$

olacaqdır. Eksperimentlər göstərir ki, pyezoelementlərin  $Q$ ,  $l$  və  $f_r$  parametrlərini tənzim etməklə PEMHÇ-dəki pyezorezonatorun rejimini elə seçmək olar ki,  $n=f(u)$  asılılığın düzxətli oblastı daha çox genişlənsin (şəkil 5).

Şəkildən görünür ki,  $Q_{m1}=500$  olan pyezorezonatorun  $n=f(u)$  xarakteristikasının düzxətli oblastı təqribən 42V (əyri 1),  $Q_{m2}=600$  olan pyezorezonatorun  $n=f(u)$  xarakteristikasının düzxətli hissəsi 50V (əyri 2) və bu pyezoelement ardıcıl birləşdirilməsi nəticəsində alınan PEMHÇ-nin  $n=f(u)$  xarakteristikasının isə düzxətli hissəsi 70V-a qədərdir. Şəkildən görünür ki, ardıcıl birləşmiş iki pyezoelementli PEMHÇ-nin müəyyən gərginliklərdə rotorun dövrlər sayı da yüksəkdir. Beləliklə, pyezorezonatorlardan ibarət PEMHÇ-nin dinamik xarakteristikasını onun təşkil olunduğu pyezoelementlərin  $f_r$ ,  $Q$  və həndəsi ölçülərini dəyişməklə tənzim etmək olar.



Şəkil 5.  $n=f(u)$  asılılığı. 1.  $Q_{m1}=500$ ; 2.  $Q_{m2}=600$ ; 3. elementlər ardıcıl birləşdirilir;  $f_{r1}=f_{r2}$ . Pyezoelementlərə verilmiş gərginlik 70V-a qədər artırılıb.

- [1] A.A. Erofeev. Piyezoelektronniye ustroystva avtomatiki. L.Maşinostroyeniye, 1982, 211s.  
 [2] B.S. Aronov. Elektromexaniçeskiye preobrazovatelı iz piyezoelektriçeskoj keramiki. L. Enerqoatomizdat, 1990.

- [3] Ultrazvukoviye preobrazovatelı. pod red.E.Kikuçi, M.Mir, 1972, 424s.  
 [4] Piyezokeramiçeskiye preobrazovatelı: Spravoçnik pod red. S.İ.Puçaçeva, L.Sudostroyeniye, 1984, 256s.

**N.E. Huseynov**

**THE PECULIARITIES OF CREATION OF TWOPIEZOELEMENT PIEZOELEKTROMECHANOTRON ACTION TRANSISTOR**

Here is presented results of investigation on expanction of the linear area of dependence of the number of turns on voltage  $n=f(u)$  of twopiezoelement piezoelektromechanotron action transistor.

**Н.Э. Гусейнов**

**ОСОБЕННОСТИ СОЗДАНИЯ ДВУХПЬЕЗОЭЛЕМЕНТНОГО ПЬЕЗОЭЛЕКТРОМЕХАНОТРОННОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ**

Представляются результаты исследования по расширению линейного участка зависимости числа оборотов ротора от напряжения ( $n=f(u)$ ) двухпьезоэлементного пьезоэлектромеханотронного преобразователя движения.

Received: 27.03.03