

Ա.Ա. ՂԱՄԲԱՐՅԱՆ

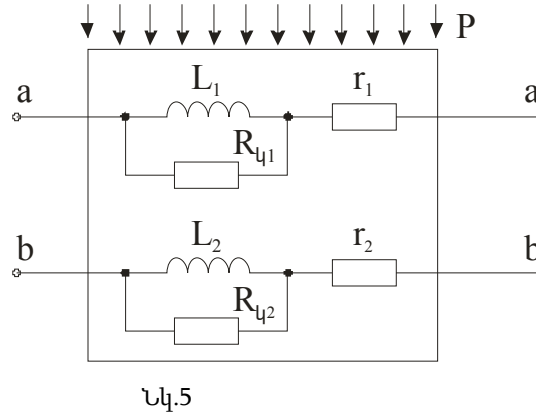
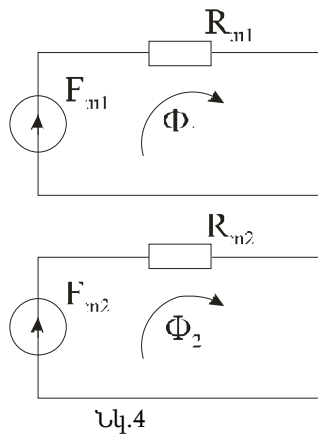
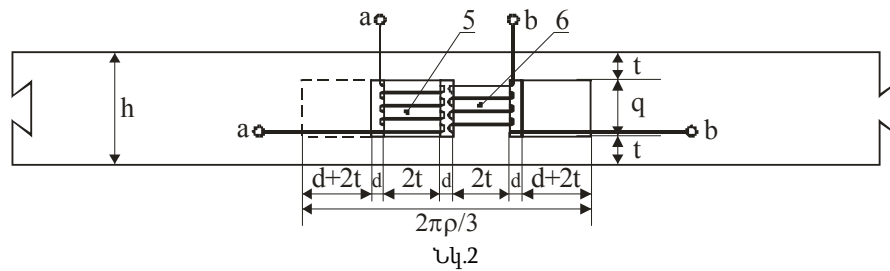
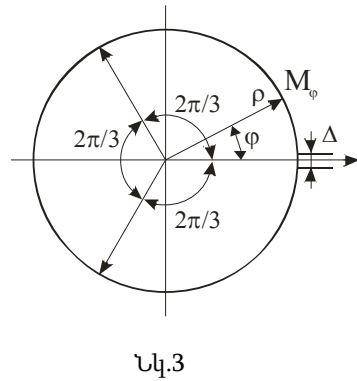
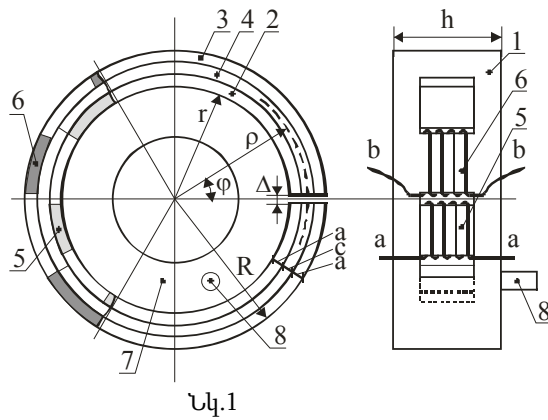
ԱՐՅԱՆ ԶԱՐԿԵՐԱԿԱՅԻՆ ՃՆՇՄԱՆ ՕՂԱԿԱԶԵՎ
ԴԻՖԵՐԵՆՑԻԱԼ ՄԱԳՆԻՍԱՃԿՈՒՆ ԿԵՐՊԱՓՈԽՈՒՄ

Մշակվել է արյան զարկերակային ճնշման մագնիսաձևային կերպափոխիչի ինքնատիպ կառուցվածք, կատարվել է էլեկտրամեխանիկական հաշվարկ, որի հիման վրա պատրաստվել է փորձնական նմուշ: Տեսական և փորձնական հետազոտությունները ցույց են տալիս, որ կերպափոխիչը հաջողությամբ կարող է կիրառվել մարդու մատների վրա զարկերակային ճնշումը չափելու համար:

Առանցքային բառեր. մագնիսաձևային, հագեցման մագնիսաստրիկցիա, սիստոլիկ, դիաստոլիկ, ճնշում, մեխանիկական լարվածություն:

Արյան զարկերակային ճնշման օղակաձև դիֆերենցիալ մագնիսաձևային կերպափոխիչի (ՃՕԴՄԿ) կառուցվածքը երկու պրոյեկցիաներով բերված է նկ.1-ում, իսկ փովածքը՝ նկ.2-ում: ՃՕԴՄԿ-ի 1 միջուկը կազմված է իրար հետ կոշտ ամրացված (զոդում), a հաստության մագնիսաձևային նյութից պատրաստված, 2 և 3 թիթեղներից և դրանց միջև c հաստության ոչ ֆերոմագնիսական նյութից պատրաստված 4 թիթեղից: Այն ունի ծնիչի ուղղությամբ զիզգագաձև Δ լայնության բացակով, r ներքին, $R=(r+2a+c)$ արտաքին, $\rho=(R+r)/2=(r+a+c)/2$ չեզոք մակերևույթի շառավիղներով և h բարձրությամբ գլանի տեսք: 2 և 3 թիթեղների վրա t բարձրության եզրային պատերի միջև բացված են $2(d+t)$ լայնության և $q=(h-2t)$ բարձրության երկուական անցքեր, որոնց միջև $2t$ լայնության, q բարձրության և a հաստության 5 և 6 միջնորմների վրա փաթաթված են aa և bb $W_1=W_2=W$ գալարների թվով մագնիսացման փաթույթները: 4 ոչ ֆերոմագնիսական թիթեղի վրա բացված է q բարձրության և $(3d+4t)$ լայնության կենտրոնական անցք այնպես, որ 1 միջուկի դարսվածքում առաջացել են q բարձրության, d լայնության սիմետրիկ երեք անցքեր, որոնցով էլ 5 և 6 միջնորմների վրա փաթաթված են կերպափոխիչի փաթույթները: Գլանային օղակաձև միջուկի ներքին r շառավիղով մակերևույթին կպած տեղադրվում է էլաստիկ թաղանթից պատրաստված տորոիդալ 7 մանժետը, որը 8 ռետինե խողովակով միանում է օղամղիչ սարքին:

Նկ.3-ում բերված է ՃՕԴՄԿ-ի մեխանիկական համարժեք սխեման, որպես մանժետում ներքին ավելցուկային P ճնշման տակ ձկվող բաց գլանային կառուցվածք, որտեղ ρ - ն, φ - ն գլանի չեզոք մակերևույթի բևեռային կոորդինատներն են, M_φ - ն ձկնող մոմենտն է գլանի Δ լայնության բացակի կենտրոնով անցնող X առանցքի նկատմամբ φ անկյան տակ կտրվածքում: Նկ.4-ում բերված է ՃՕԴՄԿ-ի մագնիսա-կան շղթայի համարժեք սխեման, որտեղ $F_{m1}=i_1W_1$, $F_{m2}=i_2W_2$, aa և bb փաթույթների մագնիսաշարժ ուժերն են, երբ նրանցով հոսում են i_1 , i_2 մագնիսացման հոսանքներ, իսկ R_{m1} -ը, R_{m2} -ը այդ փաթույթները ընդգրկող մագնիսական շղթաների մագնիսական դիմադրություններն են: Նկ.5-ում բերված է ՃՕԴՄԿ-ի էլեկտրական համարժեք սխեման, որտեղ L_1 -ը, L_2 -ը փաթույթների ինդուկտիվություններն են, $r_1=r_2=r$ -ը՝ դրանց ակտիվ դիմադրություններն են, R_{q1} -ը, R_{q2} -ը ակտիվ կորուստները հաշվի առնող դիմադրություններն են:



ՃՕԴՄԿ-ն աշխատում է հետևյալ կերպ. ենթադրենք այն պատրաստված է իդեալական կատարյալ տեխնոլոգիայով՝ ճիշտ սիմետրիկ, միջուկի նյութը ավելցուկային P ճնշման բացակայության դեպքում մագնիսապես համասեռ է, այսինքն՝ 2 և 3 թիթեղների μ սկզբնական մագնիսական թափանցելիությունը բոլոր կետերում բոլոր ուղղություններով ունի միևնույն արժեքը: Այս դեպքում, քանի որ միջուկում մեխանիկական լարվածություններ չկան, միջուկի փաթույթներն ընդգրկող տեղամասերն ունեն միևնույն մագնիսական դիմադրությունները՝ $R_{m1} = R_{m2} = R_{m0}$, իսկ փաթույթները՝ միևնույն ինդուկտիվությունները.

$$L_{1_0} = L_{2_0} = L_0 = \frac{W^2}{R_{m_0}} : \quad (1)$$

Երբ հետազոտվողի մասը մտցնում են տորոիդալ մանժետի մեջ և օդամղիչի օգնությամբ օդ են մղում մանժետի ներքին ծավալ, դրա մեջ առաջացած ավելցուկային P ճնշումը փոխանցվում՝ սեղմում է և մատին, և ՃՕԴՄԿ-ի ներքին զլանային պատին, որի ազդեցությամբ զլանային միջուկը ճկվում-բացվում է, բացակի Δ լայնությունը մեծանում է: Հետևաբար, զլանային չեզոք մակերևույթից ներս կտրվածքով շրջանագծի ուղղությամբ միջուկի 2 թիթեղը ձգվում է, մագ-նիսական թափանցելիությունը մեծանում է՝ $\mu_1 = \mu_{սկ} + \Delta\mu$, մագնիսական դիմադրությունը փոքրանում է՝ $R_{m1} = //\mu_1 S$, aa փաթույթի ինդուկտիվությունը մեծանում է՝ $L_1 = W_1^2 / R_{m1}$: Միաժամանակ զլանային չեզոք մակերևույթից դուրս կտրվածքով շրջանագծի ուղղությամբ միջուկի 3 թիթեղը սեղմվում է, մագնիսական թափանցելիությունը փոքրանում է՝ $\mu_2 = \mu_{սկ} - \Delta\mu$, մագնիսական դիմադրությունը մեծանում է՝ $R_{m2} = //\mu_2 S$, bb փաթույթի ինդուկտիվությունը փոքրանում է՝ $L_2 = W_2^2 / R_{m2}$: Այսպիսով, մանժետում ավելցուկային P ճնշման ազդեցությամբ և դրան համեմատական ՃՕԴՄԿ-ի L_1 , L_2 ինդուկտիվությունները փոխվում են հակառակ ուղղություններով: Նշենք նաև, որ իրականում ոչ կատարյալ տեխնոլոգիայի պատճառով ճիշտ սիմետրիկ կերպափոխիչ պատրաստել հնարավոր չէ, բացի այդ մագնիսապես անհամասեռ է ՃՕԴՄԿ-ի միջուկի 2 և 3 թիթեղների նյութը, հետևաբար, մանժետում ավելցուկային P ճնշման բացակայության դեպքում ՃՕԴՄԿ-ի ինդուկտիվությունները իրար հավասար չեն՝ $L_{1.0} \neq L_{2.0}$: Ուրեմն, մանժետում ճնշման փոփոխություններին համապատասխան թվային արտապատկերում ապահովելու համար անհրաժեշտ ձևափոխություններ կատարելիս պետք է չեզոքացնել L_1 , L_2 ինդուկտիվությունների նախնական (երբ $P=0$) տարբերությունը:

Օգտվելով կերպափոխիչի համարժեք սխեմաներից՝ կապ հաստատենք դրա ինդուկտիվությունների և չափվող ավելցուկային P ճնշման միջև [1]: ՃՕԴՄԿ-ի մեխանիկական համարժեք սխեմայի (նկ.3) համաձայն, որոշում ենք դրա զլանային միջուկի շրջանագծի ուղղությամբ ավելցուկային P ճնշման ազդեցությամբ առաջացած մեխանիկական լարվածությունները չեզոք մակերևույթից ներս և դուրս մակերևույթների վրա, առանցքի նկատմամբ փ անկյան տակ.

$$\sigma_{\varphi} = \sigma_{\varphi}^{+} = \sigma_{\varphi}^{-} = \frac{M_{\varphi}}{W} = \frac{6\varphi\rho^2 \sin(\varphi/2)}{(R-r)^2} P, \quad (2)$$

որտեղ $M_{\varphi} = \varphi b \rho^2 \sin(\varphi/2) P$, $W = b(R-r)^2/6$ -ը դիմադրության մոմենտն է:

Քանի որ միջուկի բացակին մոտ տիրություն ներքին և արտաքին զլանային մակերևույթների վրա ավելցուկային P ճնշման ազդեցությամբ առաջացրած մեխա-նիկական լարվածությունները փոքր են՝ $\varphi=0$ անկյան տակ $\sigma_{\varphi}=0$, իսկ բացակին հանդիպակաց՝ $\varphi=\pi$ անկյան տակ ունեն առավելագույն արժեք՝ $\sigma_{\pi} = (6\rho^2 P)/(R-r)^2$, ուստի ՃՕԴՄԿ-ի փաթույթների համար անցքերը տեղադրում ենք փ անկյան $(-2\pi/3) \div (+2\pi/3)$ ժամսլաքի ուղղությամբ փոփոխության առավել զգալուն տիրություն: Այդ տիրության համար որոշում ենք միջին մեխանիկական լարվածությունը միջուկի ռադիալ կտրվածքում, ընդունելով $a=c$.

$$\sigma_{\frac{2\pi}{3}} = \frac{\pi\rho^2}{(R-r)^2} P; \quad \sigma_{\text{միջ}} = \frac{7\pi\rho^2}{3(R-r)^2} P \cong 1.83 \left(\frac{R+r}{R-r} \right) P, \quad (3)$$

որտեղ միջուկի զլանային չեզոք մակերևույթի շառավիղը՝ $\rho=(R+r)/2$:

Կերպափոխիչի փաթույթների ինդուկտիվությունները մանժետում ավելցուկային P ճնշման առկայության դեպքում՝ կախված առաջացած ճկման մեխանիկական $\sigma_{միջ}^+ = \sigma_{միջ}^-$ լարվածություններից, որոշում են հետևյալ բանաձևերով.

$$L_1 = \frac{W^2}{R_{m_0}} \left(1 + \frac{\Delta\mu}{\mu_{սկ}} K \right) = L_0 \left(1 + \frac{2\lambda_s \mu_{սկ}}{B_s^2} K \sigma_{միջ}^+ \right),$$

$$L_2 = \frac{W^2}{R_{m_0}} \left(1 + \frac{\Delta\mu}{\mu_{սկ}} K \right) = L_0 \left(1 - \frac{2\lambda_s \mu_{սկ}}{B_s^2} K \sigma_{միջ}^- \right):$$
(4)

Տեղադրելով միջին մեխանիկական լարվածությունների (ավելցուկային P ճնշումից կախված) արժեքները ՃՕԴՄԿ-ի փաթույթների ինդուկտիվությունների բանաձևերում, ստանում ենք.

$$L_1 = L_0 \left(1 + \frac{3.7\lambda_s \mu_{սկ}}{B_s^2} K \left(\frac{R+r}{R-r} \right)^2 P \right),$$

$$L_2 = L_0 \left(1 - \frac{3.7\lambda_s \mu_{սկ}}{B_s^2} K \left(\frac{R+r}{R-r} \right)^2 P \right):$$
(5)

K գործակիցը հաշվի է առնում միջուկի մագնիսական դիմադրության՝ մանժետում ավելցուկային P ճնշումից կախված փոփոխվող մասը:

Ինդուկտիվությունների բանաձևերում՝ $\Delta\mu/\mu_{սկ} = (2\lambda_s \mu_{սկ}/B_s^2) \sigma_{միջ}^+$ -ը միջուկի նյութի մագնիսական թափանցելիության հարաբերական փոփոխությունն է՝ մանժետում ավելցուկային P ճնշման առաջացրած $\sigma_{միջ}^+$ մեխանիկական լարվածությունների ուղղությամբ, λ_s -ը հազեցման մագնիսաստրիկցիայի գործակիցն է, B_s -ը հազեցման ինդուկցիան է: $\mu_{սկ}$, λ_s և B_s պարամետրերը տվյալ նյութի համար և փաթույթների մագնիսացման հոսանքների $I_m = \text{const}$ արժեքների դեպքում հաստատուն մեծություններ են [2]: Նշանակում է, որ L_1 , L_2 ինդուկտիվությունների կախվածությունները մանժետում ավելցուկային P ճնշումից գծային են [2]:

Այսպիսով, արտերիալ ճնշման առաջնային կերպափոխման արդյունքում ստանում ենք ՃՕԴՄԿ-ի ինդուկտիվությունների մանժետում ավելցուկային P ճնշմամբ մոդուլացված գծային փոփոխություններ: P ճնշման թվային արտապատ-կերում ապահովելու համար հետագա ձևափոխություններում կարելի է օգտա-գործել ամպլիտուդային, ֆազաժամանակային, հաճախականային կամ ընդլայնա-կան իմպուլսային մոդուլացիաների սկզբունքներից մեկը:

ՃՕԴՄԿ-ի էլեկտրամեխանիկական հաշվարկի համար հիմք են հանդիսանում չափվող զարկերակային ճնշման առավելագույն՝ $P_{սիստ.}$ և նվազագույն՝ $P_{դիաստ.}$ արժեքները, ինչպես նաև մոդուլացիայի սկզբունքը:

Հաշվարկային պարամետրերը որոշում են հետևյալ կերպ. Ընտրում ենք կերպափոխիչի միջուկի չափերը՝ զլանային միջուկի h բարձրությունը, զլանային չեզոք մակերևույթի (շառավիղը, փաթույթների համար անցքերի d լայնությունը, աշխատանքային տեղամասի ընդհանուր $l = 2\pi r/3$ երկարությունը, անցքերի պատերի t բարձրությունը, $q = (h-2t)$ անցքերի բարձրությունը և, օգտվելով առավելագույն մեխանիկական σ_{π} լարվածության բանաձևից, ընդունելով σ_{max} -ի

արժեքը մանժետում առավելագույն, $P_{\max}$ արժեքի համար որոշում ենք միջուկի $\delta=R-r=2a+c$ պատի հաստությունը, ապա ընտրում ենք a -ն և որոշում c -ն:

Ընտրում ենք միջուկի նյութը և տեղակազրքից այդ նյութի համար վերցնում ենք λ_s հագեցման մագնիսատրիկցիայի և B_s հագեցման մագնիսական ինդուկցիայի արժեքները: Մագնիսացման $B=f(H)$ բնութագրից ընտրում ենք մագնիսական լարվածության H_m ամպլիտուդի արժեքը, որի համար ինդուկցիայի B_m ամպլիտուդը առավելագույնն է, և որոշում ենք միջուկի սկզբնական մագնիսական թափանցելիությունը [1]

$$\mu_{սկ} = B_m / H_m : \quad (6)$$

Որոշում ենք մագնիսացման փաթույթների ստեղծած մագնիսական հոսքի ուժագծերի միջին երկարությունը և միջուկի կտրվածքի մակերեսն այդ հոսքի նկատմամբ.

$$l_{սիջ} = 2[h + 2(d + t)]; \quad S_{սիջ} = at : \quad (7)$$

Որոշում ենք մագնիսացման փաթույթների ստեղծած մագնիսաշարժ ուժի ամպլիտուդը, երբ դրանցով հոսում է $I_{L,m}$ ամպլիտուդի սինուսոիդալ հոսանք.

$$F_m = I_{L,m} W_l = H_m l_{սիջ} : \quad (8)$$

Ընտրում ենք մագնիսացման փաթույթների $W_1=W_2=W$ գալ4արների թիվը և որոշում ենք դրանցով հոսող հոսանքի ամպլիտուդը.

$$I_{L,m} = \frac{H_m l_{սիջ}}{W} : \quad (9)$$

Որոշում ենք ՃՕԴՄԿ-ի գլանային չեզոք մակերևույթից ներս 5 և դուրս 6 միջնորմների վրա փաթույթների նկատմամբ միջուկի 2 և 3 թիթեղների մագնիսական դիմադրությունները և կերպափոխիչի ինդուկտիվությունները՝ մանժետում ավելցուկային P ճնշման բացակայության դեպքում.

$$R_{m_{1,0}} = R_{m_{1,0}} = R_{m_0} = \frac{2[h + 2(d + t)]}{\mu_{սկ} at}, \quad (10)$$

$$L_1 = L_2 = L_0 = \frac{W^2}{R_{m_0}} = \frac{W^2 \mu_{սկ} at}{6[h + 2(d + t)]} :$$

Կերպափոխիչի մանժետում ավելցուկային P ճնշման առկայության դեպքում և դրա ազդեցությամբ փոխվում են միջուկի 2 և 3 թիթեղների մագնիսական դիմադրությունների KR_{m0} մասերի մագնիսական դիմադրությունները, որտեղ $K=(3t+2d)/[h+2(d+t)]$, հետևաբար ՃՕԴՄԿ-ի փաթույթների ինդուկտիվությունների փոփոխությունները՝ կախված մանժետում ավելցուկային P ճնշումից, որոշվում են հետևյալ բանաձևերով.

$$L_1 = L_0 \left[1 + \frac{3t + 2d}{h + 2(d + t)} \left(\frac{R + r}{R - r} \right)^2 \frac{3.7 \lambda_s \mu_{սկ}}{B_s^2} P \right], \quad (11)$$

$$L_2 = L_0 \left[1 - \frac{3t + 2d}{h + 2(d + t)} \left(\frac{R + r}{R - r} \right)^2 \frac{3.7 \lambda_s \mu_{սկ}}{B_s^2} P \right] :$$

Որոշում ենք մագնիսացման փաթույթների հաղորդալարի երկարությունը.

$$l_{\omega\eta} = 2.2[2(t+a)+c]W : \quad (12)$$

Տեղեկագրքից փաթույթների համար ընտրում ենք պղնձից հաղորդալար, որն ունի $d_{\omega\eta}$ տրամագիծ, r_0 գծամետրի դիմադրություն, և որոշում ենք փաթույթների ակտիվ դիմադրությունը.

$$r_1 = r_2 = r_0 l_{\omega\eta} : \quad (13)$$

Ընտրում ենք կերպափոխիչի մագնիսացման փաթույթներով հոսող հոսանքի f_m հաճախությունը և որոշում լարման ամպլիտուդը՝ դրանց վրա ճնշման բացակայության դեպքում.

$$U_{L_{om}} = 2\pi f_m L_0 I_{L_{om}} : \quad (14)$$

Որոշում ենք կերպափոխիչի միջուկում հիստերեզիսի և մրրկային հոսանքի նկատմամբ P_k ակտիվ կորուստները, այդ կորուստները հաշվի առնող R_k դիմադրությունը, $I_{R_{km}}$ հոսանքը, փաթույթներով լրիվ հոսանքի I_{W1m} ամպլիտուդը, փաթույթների $r_{1,hամ}$ ակտիվ, $X_{L0,hամ}$ ռեակտիվ համարժեք դիմադրությունները, $U_{r1,hամ,m}$, $U_{L0,hամ,m}$, U_{W1m} լարման անկումների ամպլիտուդներն այդ դիմադրությունների և փաթույթների վրա:

Կատարված հաշվարկի հիման վրա պատրաստվել և հետազոտվում է ՃՕԴՄԿ-ի փորձնական նմուշը, իսկ որոշված մեծությունները հիմք են հանդիսանում հետագա կերպափոխման սխեմաների հաշվարկի համար՝ զարկերակային ճնշման թվային արտապատկերում ապահովելու նպատակով:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Левшина Е.С., Новицкий П.В.** Измерительные преобразователи. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 312 с.
2. **Твердин Л.М., Панченко В.М., Загорюкин В.Б.** Автоматические устройства с магнитоупругими преобразователями. – М.: Энергия, 1974. – 129 с.

ՀՊՃՀ: Նյութը ներկայացվել է խմբագրություն 07.02.2005:

А.А. ГАМБАРИАН КОЛЬЦЕВОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЙ МАГНИТОУПРУГИЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ КРОВИ

Разработана конструкция магнитоупругого преобразователя артериального давления крови. Выполнен электромеханический расчет преобразователя, на основании которого изготовлен опытный образец. Теоретические и экспериментальные исследования показывают, что преобразователь успешно может быть применен для измерения артериального давления на пальцах пациента.

A.A. GHAMBARYAN CIRCULAR DIFFERENTIAL MAGNETOELASTIC TRANSFORMER OF BLOOD PRESSURE

The construction of magnetoelastic transformer of blood pressure is worked out. The electromechanical calculation of the transformer is carried out, the experimental sample is made. The theoretical and experimental investigations show that the transformer can be successfully used for the measurement of blood pressure on the patient's fingers.