

УДК:687.053.7

СИНТЕЗ БАГАТОКРОКОВИХ КУЛАЧКОВИХ ПРОГРАМОНОСІЇВ ШВЕЙНИХ МАШИН-НАПІВАВТОМАТІВ

В.О. ПИЦИКОВ, Б.В. ОРЛОВСЬКИЙ

Київський національний університет технологій та дизайну

Проведен аналіз літературних джерел, присвячених проектуванню кулачкових програмоносіїв швейних машин-напівавтоматів. Надані корективи та доповнення до методики структурного і метричного синтезу багатокрокових і ступінчатих кулачків-програмоносіїв

За ціле століття існування особливих кулачків-програмоносіїв, за термінологією Подольського механічного заводу (ПМЗ, Росія) – «копірних дисків», «копірів» що застосовуються в швейних машинах-напівавтоматах, призначених для пришивання фурнітури, виготовлення закріпок і ін. Їх структура, кінематична сутність та методика проектування залишаються нерозглянутими.

В літературі, що присвячена будові, розрахункам, проектуванню швейних машин [1,2,3], питання структури багатокрокових пазових кулачків, особливостей методу їх розрахунків та проектування, по суті не розглядаються, а в деяких випадках стало предметом дезінформації і навіть профанації [4,5].

В роботах, присвячених проектуванню кулачкових механізмів, їх структурному та метричному синтезу [6-10] розрахунки і побудова профілей пазу багатокрокових кулачкових програмоносіїв не знайшли відображення.

Об'єкт та методи дослідження

Об'єктом дослідження є багатокрокові та кроково-ступінчаті кулачки-програмоносії швейних машин-напівавтоматів, методи їх структурного і метричного синтезу.

Постановка завдання

На відміну від переважної більшості кулачків, що застосовують в техніці кулачкові програмоносії швейних машин відносяться до багатокрокових. Вони містять декілька десятків фаз-кроків, кожна з яких забезпечує штовхачу рух по закону «переміщення-вистій». При цьому у більшості випадків фазові прирощення $\delta = R_i - R_{i-1}$ розташовуються ступінчато мають різні, індивідуальні, значення радіусів їх початкових шайб R_i , що обумовлено рапортом строчки, її конфігурацією, співвідношенням довжини стібків. Саме це робить доцільним (рис.1) застосування в таких кулачкових програмоносіях центрального профілю окресленого двома дугами окружності однакового радіусу та прийняття у якості основоположного **принципу особливого співвідношення** параметрів профілю, що складають *тріаду*:

$$d = 2R = \rho, \quad (1)$$

де d – діаметр ролика коромислового штовхача;

r – радіус дуг окружностей, що утворюють центровий профіль;

ρ – радіус, що окреслює еквідистанти робочого профілю пазу.

Автори цієї статті, в навчальному посібнику [11], визначили деякі засади структурного та метричного синтезу кулачкових програмоносіїв швейних машин. Нижче наведені уточнення, виправлення та розвиток цієї методики, зокрема, стосовно кроково-ступінчатих програмоносіїв.

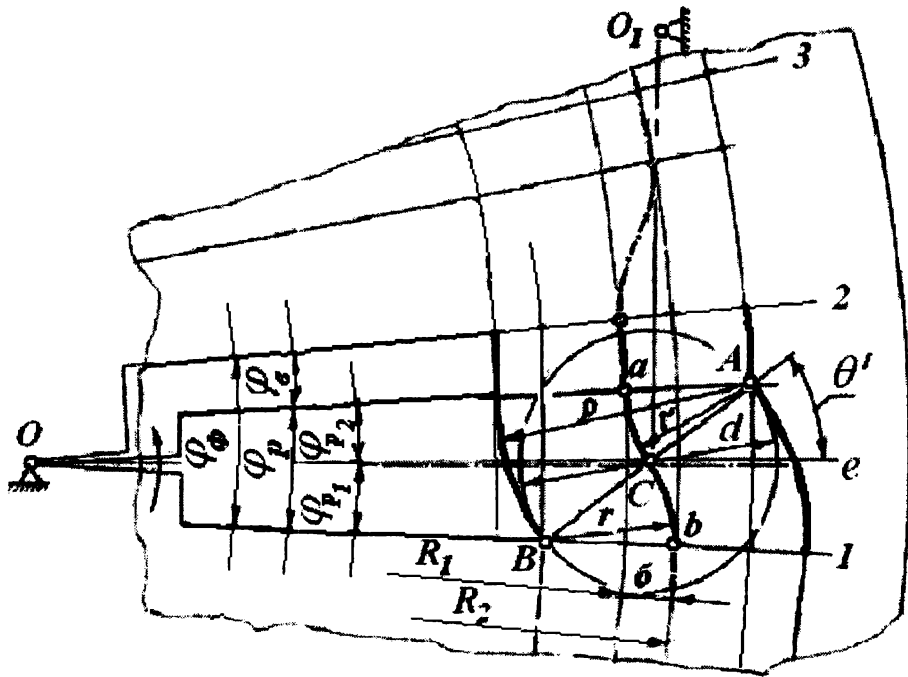


Рис.1. Розрахункова схема фазового кута φ_ϕ кулачка-програмоносія

Результати та їх обговорення

При звичайних для швейних машин-напавтоматів рапортах строчок ($P = 40 \dots 84 \dots$) фазові кути-кроки, ступені, кожен з яких у якості окремого кулачка, забезпечує рух по закону «рух-вистій», виявляються дуже малими, наприклад: $\varphi_\phi \frac{360^\circ}{42} \approx 8,5714285^\circ \approx 8^\circ 34' 17''$.

Переміщення матеріалу вздовж і поперек платформи, або матеріалу-вздовж, а голки-поперек, повинне відбуватися у період, коли голка перебуває «над матеріалом», що становить, приблизно, половину оберту головного валу. Тому активна частина фазового кута – кут руху φ_p , теоретично становить половину φ_ϕ . На практиці, з метою поліпшення динамічних умов роботи механізмів, фази руху приймають значно більшими. Так, наприклад, програмоносій машини 59-А кл. ПМЗ (Росія) при $\varphi_\phi \approx 8^\circ 34'$ має фази руху $\varphi_p \approx 5^\circ 12'$, що становить приблизно 60 % від фазового кута. Програмоносій машини 220-М кл. Оршанського заводу (Білорусь) має $\varphi_p \approx 6^\circ 18'$, що складає 73,5% від φ_ϕ . В цих та інших випадках виходять з допустимості деякої величини Δt переміщення матеріалу або голки на початку входу голки в матеріал та в кінці виходу її з матеріалу.

Усі кулачкові програмоносії швейних машин, що випускалися ПМЗ (Росія), Оршанським заводом (Білорусь) та більшістю інших виробників використовують однакове значення тріади (1): $2r = d = \rho = 12 \text{ мм}$. Що до величини прирощення $\delta = R_2 - R_1$, яке визначає «крутизну» профілю паза і є еквівалентом значення номінального кута тиску θ' , то його беруть в межах $1,5 \dots 3,5 \text{ мм}$, що відповідає $\theta' \approx 28 \dots 45^\circ$.

Слід мати на увазі, що величина $\delta = R_i - R_{i-1}$ не пов'язана безпосередньо з величиною необхідних переміщень голки Z або матеріалу T . Необхідні їх значення забезпечуються передаточним відношенням самого механізму, зокрема, співвідношенням плеч трипарного коромислового (або коромислово-кулісного) штовхача, що конструюється з можливістю зміни (регулювання) довжини вихідного його плеча. Так, наприклад, в машині 220М кл., при $\delta = R_2 - R_1 = 3 \text{ мм}$. Переміщення матеріалу (максимальна довжина стібка $t_i = 8 \text{ мм}$) досягається передаточним співвідношенням K плеч тричленного коромисла-куліси: $K = \frac{t}{\delta} \approx \frac{8}{3} \approx 2,7$.

В крокових та кроково-ступінчатих кулачкових програмоносіях швейних машин центровий профіль a, C, b (див. рис 1) складається з двох спряжених дуг aC, Cb , радіусу r . Конструктивний профіль пазу окреслюють дугами окружності радіусу $\rho = 2r = d$. Основний параметр центрального профілю паза першої, визначальної, фази-кроку $R_1 = R_{\min}$ знаходять з трикутника OAB :

$$(AB)^2 = (OA)^2 + (OB)^2 - 2OA \cdot OB \cdot \cos \varphi_p.$$

Оскільки $AB = d$, $OA = (R_1 + r)$, $OB = (R_1 + \delta - r)$, то це рівняння, після упорядкування, набуває вигляду:

$$2(1 - \cos \varphi_p)R_1^2 + 2\delta(1 - \cos \varphi_p)R_1 - d^2(1 - \cos \varphi_p) - 2r\delta(1 + \cos \varphi_p) + \delta^2 = 0 \quad (2)$$

В узагальненому вигляді рівняння (2) має вигляд

$$\alpha R^2 + bR + c = 0, \quad (3)$$

де $a = 2(1 - \cos \varphi_p)$; $b = 2\delta(1 - \cos \varphi_p)$; $c = \delta^2 - d^2(1 - \cos \varphi_p) - 2r\delta(1 + \cos \varphi_p)$

Корені рівняння (3) знаходять, використавши спеціальну формулу повного квадратного рівняння загального виду: $R = \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$.

З метою перевірки методу, коректності формули (3) виконаний розрахунок по даним: $\varphi_p \approx 6^\circ 18'$; $d = 12 \text{ мм}$; $r = 6 \text{ мм}$; $\delta = 3 \text{ мм}$, які показані на робочому кресленнику копіра машини 220М кл.

Одержана величина $R_1 = 71,105$ мм, що збігається з показаним на кресленнику значенням $R_1 = 71 \pm 0,2$ мм.

З величин R_1 визначають інші характеристики профілю паза першої, визначальної фази-кроку:

$$OA = R_1 + r = 71 + 6 = 77 \text{ мм}; AB = 2r = d = 12 \text{ мм};$$

$$OA = R_1 + \delta - R = 73 + 3 - 6 = 68 \text{ мм}.$$

Визначають положення так званої характеристичної точки C яка є точкою спряження увігнутої aC та опуклої Cb частин центрального профілю. В точці C максимального значення набуває кут θ' , що характеризує «крутизну» профілю і в якій екстремальних значень досягають швидкість та прискорення центра ролика коромислового штовхача. Спочатку визначають величину кута OAB :

$$\arcsin(OAB) = \frac{\sin \varphi_p \cdot OB}{AB} \approx \arcsin \frac{0,10973 \cdot 68}{12} \approx \arcsin 0,62180 \approx 38^\circ 27'.$$

З теореми косинусів визначають довжину радіуса-вектора OC :

$$(OC)^2 = (OA)^2 + (AC)^2 - 2OA \cdot AC \cdot \cos(OAB)$$

Звідки, наприклад, для машин 220М кл.,

$$OC = \sqrt{77^2 + 6^2 - 2 \cdot 77 \cdot 6 \cdot 0,78315} = 72,397 \text{ мм}.$$

Кут φ_p радіусом-вектором OC поділено на два нерівних кута ($\varphi_p = \varphi_{p1} + \varphi_{p2}$):

$$\arcsin \varphi_{p1} = \frac{AC \cdot \sin(OAC)}{OC} = \arcsin \frac{6 \cdot 0,62180}{72,397} = \arcsin 0,05153 \approx 2^\circ 57';$$

$$\varphi_{p2} = \varphi_p - \varphi_{p1} = 6^\circ 18' - 2^\circ 57' = 3^\circ 21'.$$

Значення кута θ' , що при коливанні коромисла на кут $2...3,5^\circ$, мало відрізняється від кута тиску θ знаходять з трикутника OAC :

$$\theta' = OAC + \varphi_{p1} \approx 38^\circ 27' + 2^\circ 57' = 41^\circ 24'.$$

Алгоритм побудови профілю пазу першої, визначальної фази-кроку в основу якого покладена теорема косинусів, передбачає вибір величини δ . Тому необхідно визначити її зв'язок з величиною кута θ' .

При досить малих значеннях фазових кутів ($\varphi_\phi = 3^\circ.30'...9^\circ$), ще менших фазах руху ($\varphi_p = 3...6^\circ$), можна вважати (див. рис.1), що $d \cdot \cos \theta' \approx d - \delta$, звідки:

$$\delta \approx d \cdot (1 - \cos \theta'); \quad \arccos \theta' \approx \frac{d - \delta}{d}. \quad (4)$$

Побудована за залежністю (4) діаграма $\delta = f(d, \theta')$ (рис.2) з достатньою точністю показує зв'язок параметра δ з кутом θ' при різних значеннях тріади $d = 2r = \rho$. Формула (4) та діаграма

$\delta = f(\theta')$ дозволяють, орієнтуючись на бажаний кут тиску, що є важливішою характеристикою кулачкових механізмів, визначити відповідну величину δ притаманну кожному зі значень тріади (1)
 $d = 2r = \rho$.

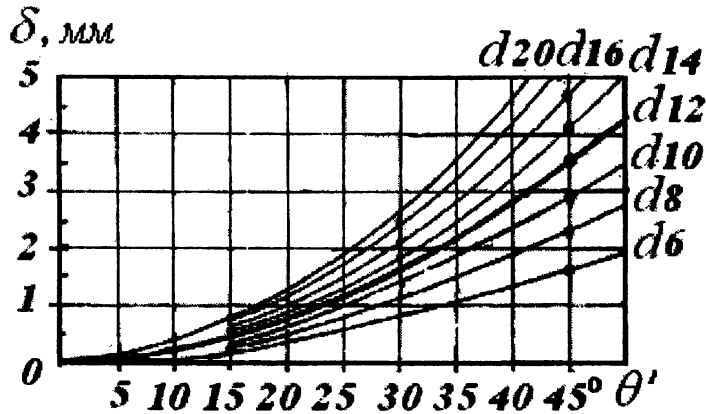


Рис.2. Залежність $\delta \approx R_i - R_{i-1}$ від кута тиску θ при різних значеннях тріади

$$d = 2r = \rho = 6...20 \text{ мм}$$

У випадку, коли кулачок-програмоносій складається з фазових кутів-кроків, що мають однакове значення $R_1 = R_{\min}$ початкової шайби, розрахунок величини R_1 та побудова профілю паза поширюються на всі фази-кроки 1-2, 2-3 (рис.3а) програмоносія, що забезпечують завершені цикли руху штовхача по закону «*рух уверх - верхній вистій - рух униз - нижній вистій*».

Прикладом такого багатокрокового кулачка є програмоносій гудзикових машин. (рис.3). У більшості швейних машин-напівавтоматів використовують кроково-ступінчаті кулачки, які містять фазові кути з різними значеннями радіусів початкової шайби (рис.4).

Прикладом кроково-ступінчатого кулачка-програмоносія є копії закріпочних машин.

Так, кулачок машини 220, 220М кл. ОЗЛМ (Білорусь), який забезпечує переміщення матеріалу вздовж платформи (осі x) окрім фаз-кроків 1-2, 6-7, 11-12, які при заданих значеннях $\varphi_p = 6^0 18'$, $d = 2r = \rho = 12 \text{ мм}$, $\delta = 3 \text{ мм}$ мають, одержаний по формулам (4-6) радіус початкової шайби $R_1 = R_{\min} = 71 \text{ мм}$, містить також фази-ступені: 2-3, 7-8, 12-13, з $R_3 = 74 \text{ мм}$, $\delta = 3 \text{ мм}$; фази ступені 4-3, 9-8 з $R_4 = 75,5 \text{ мм}$, $\delta = 1,5 \text{ мм}$; фази ступені 6-5, 11-10, з $R_1 = 71 \text{ мм}$, $\delta = 1,5 \text{ мм}$; та 26 фаз-ступеней з послідовним зменшенням значення R_i початкової шайби на величину $\delta = 0,23 \text{ мм}$ (від $R_{13} = 77 \text{ мм}$ до $R_{39} = 71 \text{ мм}$).

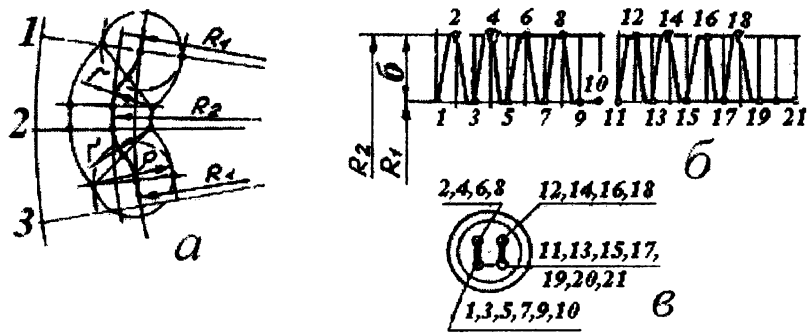


Рис. 3. Кроковий кулачок-програмоносій:
 а – фрагмент кресленника; б – циклограма; в – розташування стібків

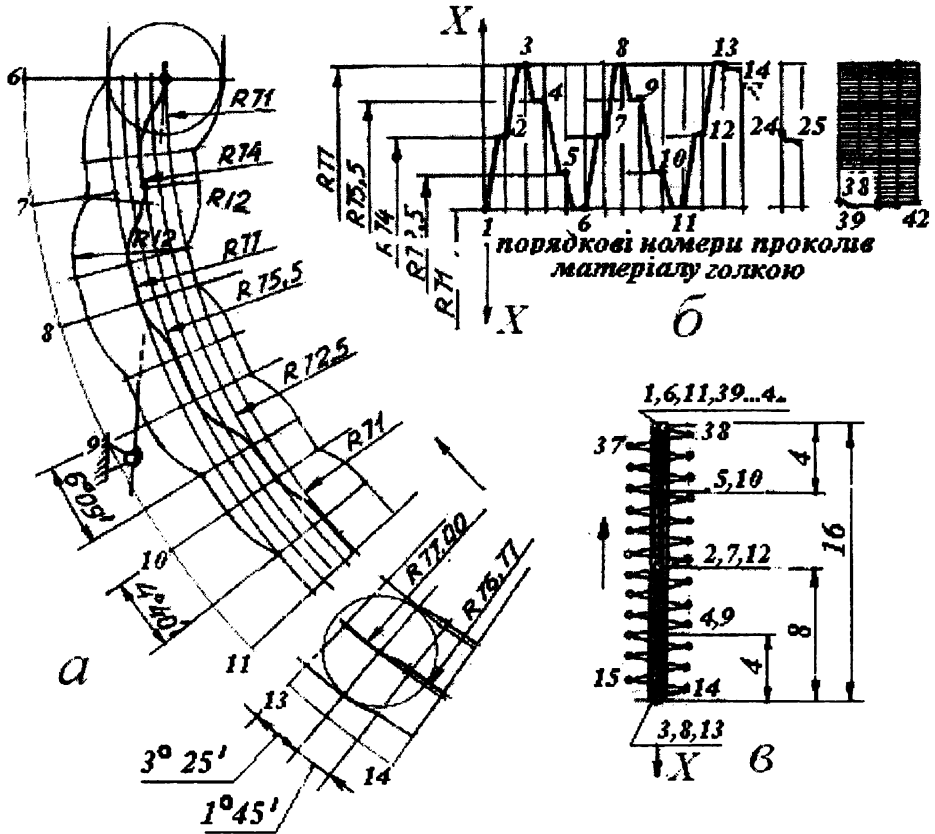


Рис.4. Кроково-ступенчатий кулачок-програмоносій:
 а – фрагмент кресленника; б – циклограма; в – схема великої закріпки

Оскільки прийняті значення тріади та «крутизна» профілю паза не можуть бути зміненими, то для забезпечення спряження дуг радіуса r центрального профілю та можливості побудову еквідистант паза кулачка, для фаз-кроків та фаз-ступенів, що відрізняються значенням початкової шайби R_i та (або) мають іншу величину δ_i , слід визначати необхідну (індивідуальну) величину φ_{P_i} .

Для цього по відповідним значенням R_i , δ_i розраховують параметри ОА, ОВ розрахункової схеми (див. рис. 1) та за теоремою косинусів визначають відповідні кути руху φ_{P_i} для кожного з фазових кутів-кроків або ступеней. Наприклад, для фаз ступенів 3–4, 8–9, що характеризують

радіусом початкової шайби $R_4 = 75,5$ мм та $\delta = R_5 - R_4 = 1,5$ мм:

$$OA = R_4 + \delta - r = 75,5 + 1,5 - 6 = 71 \text{ мм};$$

$$AB = 12 \text{ мм};$$

$$OB = R_4 + r = 75,5 + 6 = 81,5 \text{ мм};$$

$$\arccos \varphi_{34} = \frac{(OA)^2 + (OB)^2 - (AB)^2}{2(OA)(OB)} = \frac{71^2 + 81,5^2 - 12^2}{2 \cdot 71 \cdot 81,5} = \arccos 0,99708 = 4^{\circ} 23'.$$

В таблиці, на прикладі машини 220кл. (див.рис.4), наведені вихідні параметри розрахунків та значення необхідних кутів руху φ_i , фаз-кроків та фаз-ступенів кроково-ступінчатого кулачкового програмоносія

Фази-кроки та ступені	Вихідні параметри, мм					Характеристики фаз	
	R_i	δ_i	OA	OB	AB	φ_{Pi}	$\theta \approx$
1 – 2, 6 – 7, 11 – 12	71,0	3,0	77	68,0	12	6°16'	41°
2 – 3, 7 – 8, 12 – 13	74,0	3,0	80	71,0	12	6°02'	41°
3 – 4, 8 – 9	75,5	1,5	71	81,5	12	4°23'	27°
4 – 5, 9 – 10	72,5	3,0	69,5	78,5	12	6°09'	41°
5 – 6, 10 – 11	71,0	1,5	66,5	77	12	4°40'	27°
13 – 14 ...	76,77	0,23	71	82,77	12	1°45'	11°
24 – 25 ...	74,24	0,25	68,47	80,24	12	1°49'	11°
38 – 39	71,0	0,23	65,23	77	12	1°54'	11°
40, 41, 42	71,0	0,0	65,0	77,0	12	0°001'	0°

Розрахунки свідчать, що головним чинником, що впливає на величину кута φ_{Pi} , порівняно з величиною першого визначального кута руху є значення параметра $\delta_i = R_i - R_{i-1}$. Зменшення величини δ супроводжується не тільки зменшенням потрібного значення фази руху φ_{Pi} , але і призводить до зміни величини кута θ' , згідно з формулою (4) та відповідною діаграмою $\delta(\theta')$ (рис.2).

Висновки

Розглянута методика дозволяє виконувати структурний та метричний синтез багатокрокових та кроково-ступінчатих кулачкових програмоносіїв швейних машин-напівавтоматів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Сергеев И.В., Эппель С.С., Основы проектирования швейных машин., М.,Л.: Гизлегпром, 1946.-290с.
2. Кожевников С.Н., Пруслин М.М., Механика швейных машин., М., Л., 1948.-314с.
3. Маракушев Е.А., Русаков С.И., Эппель С.С., Машины швейного производства, конструкция, расчет и основы проектирования, Київ, Техніка 1967.-320с.
4. Вальшиков И.М., Зайцев Б.А., Вальшиков Ю.Н., Расчет и проектирование машин швейного производства Л., Машиностроение 1973.-342с.
5. Комиссаров и др. Проектирование и расчет машин обувных и швейных производств, М., 1978.-430с.
6. Решетов Л.И., Кулачковые механизмы, М., Машгиз, 1953.-425с.
7. Тир К.В., Комплексный расчет кулачковых механизмов Киев-М., Машгиз, 1958.-308с.
8. Артоболовский И.Н., Левитский Н.И., Черкудинов С.А. Синтез плоских механизмов М., 1959.-1085с.
9. Ротбарт Г.А., Кулачковые механизмы (проектирование, динамика, точность изготовления) Л. 1960.-330с.
10. Левитский И.И., Кулачковые механизмы, М., Машиностроение, 1964.-287с.
11. Пищиков В.О., Орловський Б.В., Проектування швейних машин, Київ.-Формат, 2007.-320 с.

Надійшла 29.06.2010

УДК 620.179.14

**СУМІСНИЙ ВИМІРЮВАЛЬНИЙ БАГАТОПАРАМЕТРОВИЙ КОНТРОЛЬ
СЛАБОФЕРОМАГНІТНИХ ЦИЛІНДРИЧНИХ ВИРОБІВ ЗА ДОПОМОГОЮ
ТЕПЛОВОГО ТРАНСФОРМАТОРНОГО ВИХОРОСТРУМОВОГО ДАВАЧА
(ТВД)**

В.П. СЕБКО, В.В. СЕБКО

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

В.Г. ЗДОРЕНКО

Київський національний університет технологій та дизайну

Досліджено теоретичні положення роботи теплового ТВД під час сумісного вимірювального контролю відносної магнітної проникності μ_r , питомої електричної провідності σ , температурного коефіцієнту магнітної проникності α_μ , та температури t слабоферромагнітних циліндричних виробів

На сьогодні особливе значення набуває розвиток вихорострумівих методів та пристроїв неруйнівного контролю параметрів виробів та середовищ. Наприклад, цілу низку наукових робіт присвячено розгляду параметричного вихорострумівого давача (ПВД) з виробами та середовищами, що контролюються [1, 2]. Роботу ПВД засновано на залежності електричного опору та індуктивності обмотки від фізико-механічних параметрів об'єкту контролю. Однак, слід визначити, що параметричний