

**ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS
TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS
MECHANIKOS INŽINERIJOS KATEDRA**

Deividas Janulis

**ROLAMAITO TIPO MECHANIZMŲ TIESIAEIGIO
JUDESIO ATRAMOS**

Magistro darbas

Vadovas

prof. dr. R. V. Ulozas

ŠIAULIAI 2006

**ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS
TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS
MECHANIKOS INŽINERIJOS KATEDRA**

TVIRTINU

Katedros vedėjas

Z. Ramonas

2006 06

**ROLAMAITO TIPO MECHANIZMŲ TIESIAEIGIO
JUDESIO ATRAMOS
Magistro darbas**

Recenzentas

KTU Panevėžio instituto
Technologijos fakulteto
Mechanikos technologijos
katedra

prof. hab. dr. A. Bražėnas

2006 06

Vadovas

2006 06

prof. dr. R. V. Ulozas

Atliko

2006 06 08

MM4 gr. stud.
D. Janulis

ŠIAULIAI 2006

SUMMARY

Janulis D. Rolamite rectilinear motion supports. Mechanical engineering. Mechanical engineering department. Technological faculty of Siauliai University. – 2006 06 08. Siauliai University. - 54 p.

The goal of research is to investigate rolamite motion supports, their dynamics, to prove possibility of above mentioned mechanism to be controlled precisely and ability to use in everyday practice in field of lifting technics. The object of investigation is rolamite type mechanism, movement of which is controlled by vibrations. As the result of investigation, it was found, that vibration controlled rolamite type motion supports assures smooth, quick and accurate movement of working parts. It is possible to create conditions, which can assure movement of assembly parts with no slipping and no gap between them. It means, that such a mechanisms have the unique precision, which is not possible, using other mechanical drive constructions.

Such a precise mechanisms are on demand in most branches of industry. While investigation took place, author tried to find possibilities to use such a mechanisms in lifting technics.

It was seen, that these mechanisms are able to use in some assemblies, used in lifts and hoists. Especially interesting is possibility to make vibration controlled brake mechanisms for braking the ropes and sliding block-stops. In this case it is possible to create the self controlling system to prevent lifted weights from falling in case of failure in the electrical mains system. It would be excellent decision for changing the basic system of lifts and winches, used nowadays. These mechanisms will assure security, that still was not reached in nowadays technics.

TURINYS

IŽANGA.....	5
1. ROLAMAITO TIPO MECHANIZMŲ KONSTRUKCINĖ ANALIZĖ.....	7
1.1. Rėminiai RTM.....	9
1.2. Nerėminiai RTM.....	27
2. RTM KLASIFIKACIJA.....	30
3. RTM – TIESIALINIJINIO JUDESIO ATRAMOS SU VIBRACIJOMIS VALDOMAIS RITINĖLIAIS.....	34
4. TEORINIS MECHANIZMO TYRIMAS.....	42
5. RTM VIBRUOJANTYS ELEMENTAI.....	46
5.1. RTM Vibruojančių elementų konstrukcijos.....	46
5.2. RTM virpančių elementų klasifikacija.....	47
6. RTM EKSPERIMENTINIŲ TYRIMŲ ANALIZĖ.....	49
IŠVADOS.....	56
LITERATŪRA.....	57

IŽANGA

Kuriant šiuolaikinius prietaisus, technikai vis tobulėjant, atsiranda daug technikos sričių, kuriose seniau niekas nebuvo dirbęs. Stengiantis užtikrinti tikslumą, kurio anksčiau nebuvo įmanoma pasiekti. Prireikė įtaisų, kurie tenkintų šiuos padidinto tikslumo reikalavimus ir kartu galėtų dirbti įvairiuose aplinkose, nepalankiose ligi tol naudotiems mechanizms. Be to, keliami reikalavimai lengvam mechanizmo valdymui, paprastai konstrukcijai, kurią būtų galima pagaminti esant kuo mažesnėms sąnaudoms.

1967 m. inžinierius D.F.Wilkes (D. F. Uilksas), kurdamas greitaeigį mechanizmą atominės bombos sprogdinimui, sukūrė labai paprastą juostinį, ritinį mechanizmą ir pavadino jį Rolamaito tipo mechanizmu (RTM) ROLAMITE (angliškas ž. “roller” – ritinėlis, “mite” – mažas indėlis).

Šiuo metu mūsų ir kitose užsienio šalyse atliekami RTM konstrukcijų tyrimai, šie mechanizmai turi labai plačią praktinio panaudojimo aplinką, kaip: atlieka eilę funkcijų tiksluose mechanizmuose, mažo dydžio mechaniniuose įrengimuose.

RTM pranašumai prieš kitus juostinius – ritinius mechanizmus: paprasta konstrukcija, didelis kinematinis tikslumas, mažas trinties koeficientas (mažiausia gauta trinties koeficiento reikšmė 0,00004), dirba be praslydimo (netgi perduodant didelius sukimo momentus), lengvai miniaturizuojamas, panaudojamas daugelyje elektromechaninių prietaisų. RTM turi labai platų funkcinį pritaikomumą. Jie gali būti panaudoti roboteknikoje, koordinatinėse matavimo mašinose, medicinoje (kaip protezinis sąnarys arba siurblys, tiekiantis skystį tiksliais dozėmis), signalizacijos įrenginiuose, termostatuose (rolamaitinis termostatas 4-5 kartus jautresnis už bimetalinį⁰, perdavimo įtaisuose, juostos pratraukimo mechanizmuose. Juos galima naudoti linijinių ar sukimo virpesių generavimui, lanksčios juostos tempimui, judesio tolygumui pasiekti, stabdymui, pertraukimui ar užlaikymui, sustiprinimui, jėgos arba jėgos funkcijos sukūrimui, greičio ir momento reguliavimui, pavaros funkcijai, tempimui ir gniuždymui. Taip pat juos galima panaudoti matuoklio ir skaitiklio funkcijoms, potenciometro funkcijai, slėgio matavimui, valdymui, sukėlimui. Elektriniuose prietaisuose RTM naudojami elektriniam kontakti sujungti ir nutraukti, kaip įstatomasis elementas, relė ar termostatas. Mechaniškai šis mechanizmas gali dirbti guolio, dempferio, spyruoklės vietuose, puikiai tinka naudoti pjovimo staklėse pjovimo įrankio ir staklių suporto judėjimui valdyti ir daugelį kitų funkcijų.

Rolamaito tipo mechanizmai yra sukurti palyginus neseniai, tačiau atsižvelgiant į šių mechanizmų panaudojimo perspektyvas tiksluose mechanizmuose, matome, kad reikia platesnių tyrimų šioje srityje. RTM gamyba po kol kas dar yra vystymosi stadijoje. Dar ne iki galo yra sukurta

RTM tiesiaėigio judesio atramos. Deividas Janulis MM-4 gr.

RTM dinamikos tyrimo metodika, o ypač mechanizmų, kurių charakteristikos gali būti reguliuojamos. Šie ir kiti faktoriai tiriant šiuos mechanizmus, įtakoja tolimesnius vystymosi ir tyrimo kelius susijusius su Rolamaito tipo mechanizmais:

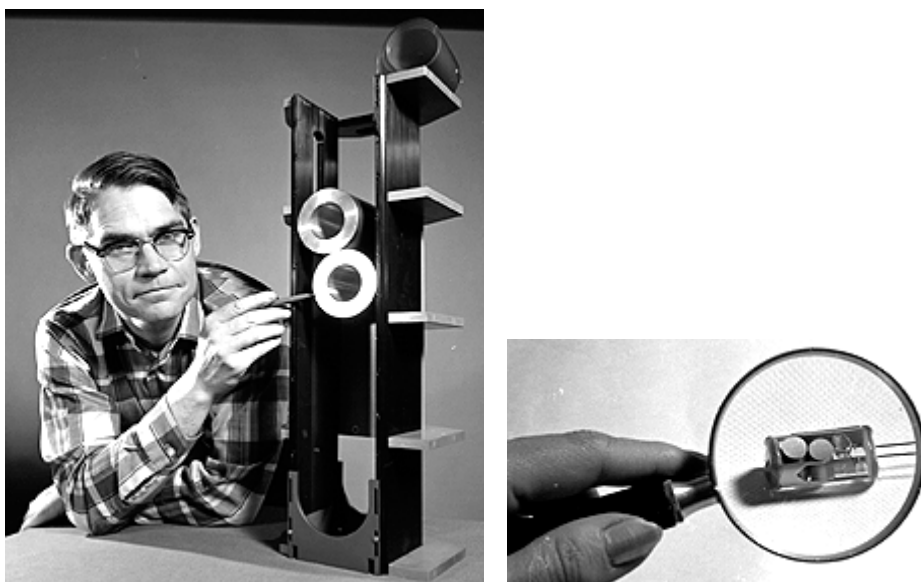
- 1) sukurti pakankamai universalų Rolamaito tipo mechanizmo modelį, kuris leistų visapusiškai jį iširti, atlikti plačius teorinius ir praktinius RTM tyrimus;
- 2) sukurti inžinerinių apskaičiavimų ir konstravimo RTM bendrą metodą, atsižvelgiant į projektuojamo mechanizmo reikalaujamas charakteristikas;
- 3) sukurti RTM su reguliuojamomis charakteristikomis aukšto dažnio virpesių pagalba.

Darbo tikslas – išanalizuoti rolamaitines teisiaėigio judesio atramas, jų dinamiką, patikrinti jų galimybes dirbti ir būti valdomiems labai aukštu tikslumu, o taip pat galimybes pritaikyti šiuos prietaisus šiuolaikinėje gamyboje bei gaminiuose.

Tyrimo objektas – Rolamaito tipo mechanizmas, kurio judesys yra valdomas virpesiais.

1. ROLAMAITO TIPO MECHANIZMŲ KONSTRUKCINĖ ANALIZĖ

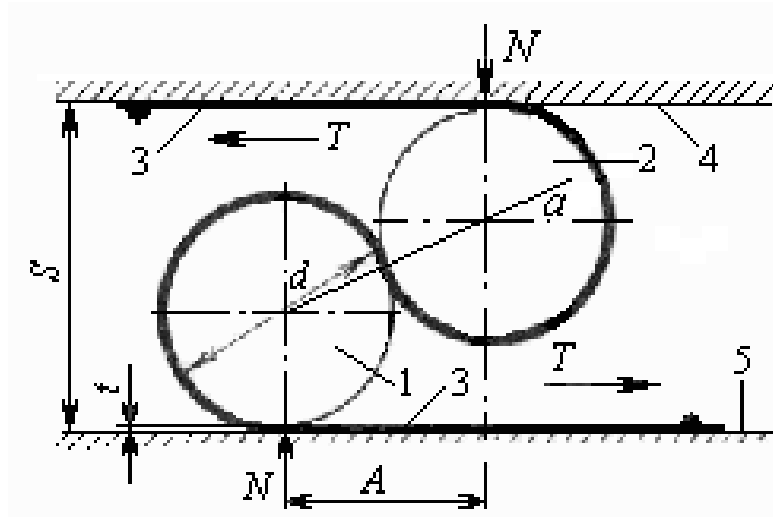
Mokslinio tyrimo centro Sandia (JAV) inžinierius D.F.Wilkes (Donaldas Uilksas), nuo 1960 m. kurdamas greitaeigį mechanizmą atominės bombos susprogdinimui, 1967 m. darbą baigė, sukūręs labai paprastą juostinį ritinį mechanizmą [1, 2]. Jį pavadino Rolamaito tipo mechanizmu (RTM). *ROLAMITE* sudarytas iš dviejų anglų klb. žodžių: *roller* – ritinėlis + *mite* – kuklus įnašas, matyt taip D.Uilksas norėjo pabrėžti savo įnašą į mechanikos mokslą (1 pav.).



1 pav. Donaldas F. Uilksas su sukurtais Rolamaito tipo mechanizmais

Šiuos mechanizmus sukūręs Uilksas nurodė RTM privalumus prieš kitus juostinius ritininius mechanizmus: labai paprasta konstrukcija, didelis kinematinis tikslumas, mažas trinties koeficientas (mažiausia gauta trinties koeficiento reikšmė 0,00004), platus funkcinis pritaikymas, ypač tiksluose prietaisuose, mažagabaritiniuose mechaniniuose ir elektromechaniniuose įrengimuose, robototeknikoje, medicinoje.

Klasikinė RTM konstrukcija (2 pav.) sudaryta iš 2-jų cilindrinų ritinėlių 1 ir 2, kampu, paprastai $>180^{\circ}$, glaudžiai apgaubiamų raidės S formos kilpose lanksčia juosta 3, savo galais pritvirtinta prie kreipiančių paviršių 4 ir 5. Ritinėliai rieda juosta neslysdami, atlieka tiesialinijinį grįžtamąjį su vienalaikiu sukimusi judesį. Lanksti ir atspari tempimui juosta daroma iš plastiškų metalų, ypač berilio ir vario lydinių, plastikų ir austiniu medžiagų. Ritinėliai daromi iš kaprono, politetrafluoretileno su austo stiklo pluošto užpildu, berilinės bronzos, nerūdijančio plieno.



2 pav. Klasikinė Rolamaito tipo mechanizmo schema

Visos RTM konstrukcijos pagal išpildymo būdą skirstomos į dvi grupes:

- 1) su kreipiančiais paviršiais – **rėminiai RTM**;
- 2) be kreipiančių paviršių – **nerėminiai RTM**.

Ritinėliai rėminiuose RTM atlieka sukamąjį (jei RTM korpusas judamas), vienalaikį žengiamąjį ir sukamąjį arba planetinį (jei RTM korpusas nejudamas) judesį.

Nerėminiuose RTM ritinėliai atlieka tik sukamąjį arba sukamąjį su vienalaikiu žengiamuoju išilgai savo ašies judesį. Nerėminiai RTM panaudojami elektromechaniniuose prietaisuose, juostos traukimo mechanizmuose ir kt.

Rėminiai RTM panaudojami kaip atramos, pritaikomos termostatuose, judesio keitikliuose, guoliuose, siurbliuose, manipuliatorių griebtuose ir kt.

Rėminių RTM grupei priskiriami mechanizmai, panaudojami kaip atramos. Paprasčiausia jų – klasikinė RTM konstrukcija [1, 2, 3, 4, 5], parodyta 2 pav. Ritinėliai joje atlieka žengiamąjį – grįžtamąjį su vienalaikiu sukimusi judesį.

Šios rolamaitinės atramos statinė pusiausvyra aprašoma lygtimi [4]:

$$TS = NA \quad (1)$$

čia T - juostos įtempimo jėga;

S - atstumas tarp kreipiančiųjų plokštumų;

N - normalinė jėga;

A - atstumas tarp ritinėlių centrų pagal horizontalą.

Didžiausią leidžiamą ritinėlių skersmenį (t.y. tam, kad ritinėliai 1 ir 2 „neiškristų“ iš juostos 3 kilpų) apsprendžia atstumas tarp kreipiančiųjų paviršių 4 ir 5:

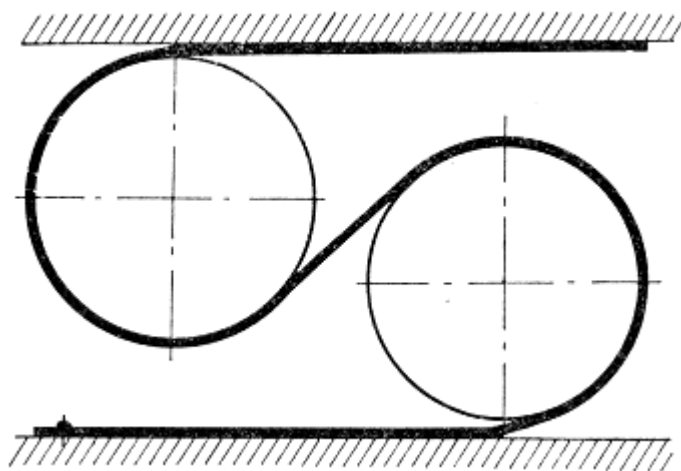
$$(d1 + d2 + 3t) > S; (d1 + 3t) < S \quad (2)$$

kur $d1$ ir $d2$ – ritinėlių skersmenys ($d1$ – didesnio skersmens ritinėlis), t – juostos storis, S – atstumas tarp kreipiančiųjų paviršių.

1.1. Rėminiai RTM

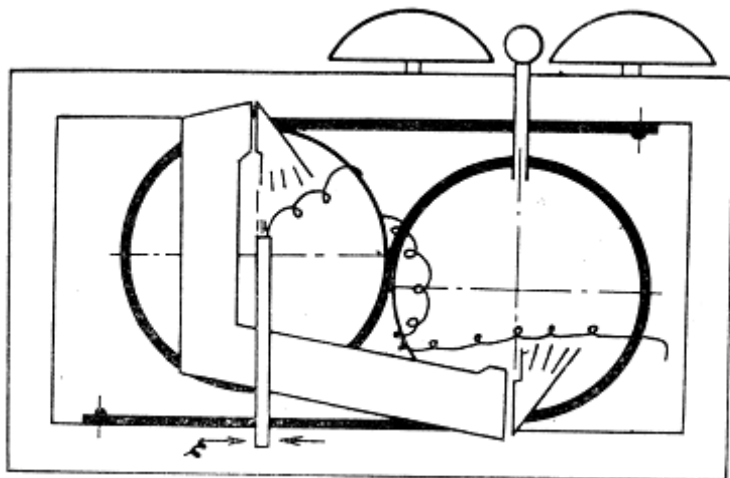
Rolamaito tipo mechanizmas yra tikslus mechanizmas, kurio elementai, kaip pateikia D.F.Uilksas, juda vienas kito atžvilgiu be praslydimo, tačiau kiti mokslininkai kaip Persivalas ir Norvudas, o taip pat Kedmenas savo darbuose nurodo, kad ritinėlių praslydimas egzistuoja prie tam tikrų mechanizmo parametrų, nors teorinio pagrindimo šiam reiškiniui nepateikia. Jie atkreipia dėmesį, kad labai svarbu suprasti praslydimo tarp RTM elementų esmę. Taigi, vienas pagrindinių aspektų, kuriant rolamaitinius mechanizmus, yra praslydimo tarp RTM elementų aspektas.

Praslydimui tarp RTM elementų turi įtakos juostos įtempimo jėgos T dydis ir ritinėlių apgaubimo juosta kampo dydis. *Didinant ritinėlių apgaubimo juosta kampą, įtempimai RTM elementų susilietimo paviršiuose paskirstomi lygiau, ir apkrova, veikianti juostą, pasiskirsto vienodžiau.* Rolamaitiniai mechanizmai pasižymi ne tik dideliu funkciniu pritaikomumu, bet ir konstrukcine įvairove. D.F.Uilksas sukūrė RTM su neįtempta juosta (3 pav.) [1, 2, 6, 7]. Tokiame mechanizme maža trintis, ritinėliai labai judrūs ir gan nejautrūs užterštam ir šiurkščiam paviršiui, kas labai svarbu kuriant mažagabaritinius įrengimus.



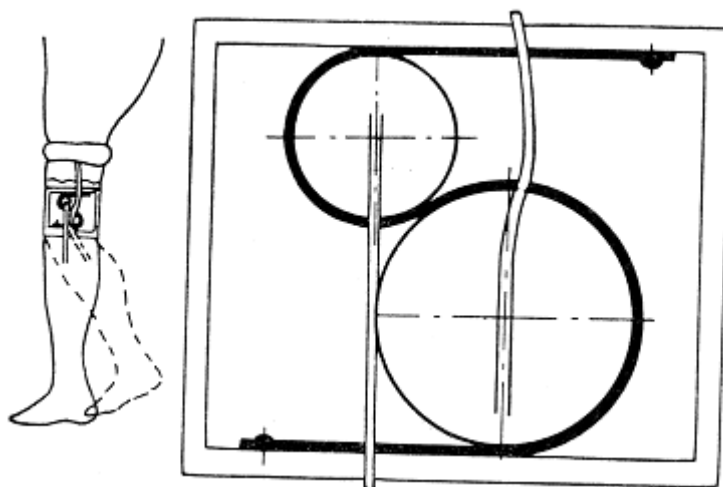
3 pav. RTM su neįtempta juosta

RTM atramas galima pritaikyti ir signalizacijai (4 pav.). Prie RTM ritinėlių prijungti elektromagneto kontaktai. Ritinėliai atlieka žengiamai – sukamąjį judesį, o RTM korpusas nejudamas.



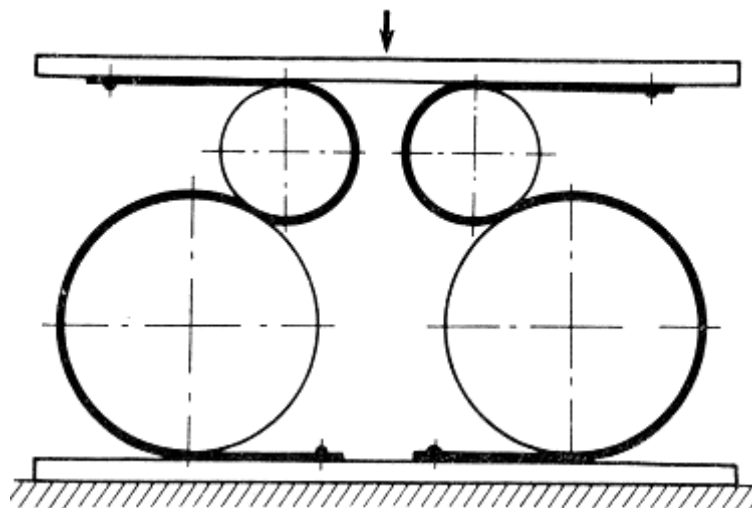
4 pav. RTM – signalizacijos įrenginys [16]

Sukurtas RTM kaip kojos kelio sąnario protezas (5 pav) [8]. Jame panaudojami atitinkamu būdu sujungti su ritinėliais strypai, pritvirtinti prie kojos protezo apatinės ir viršutinės dalių. Šiame RTM korpusas nejudamas, o ritinėliai atlieka žengiamai grįžtamąjį judesį su pasisukimu apie savo ašį.

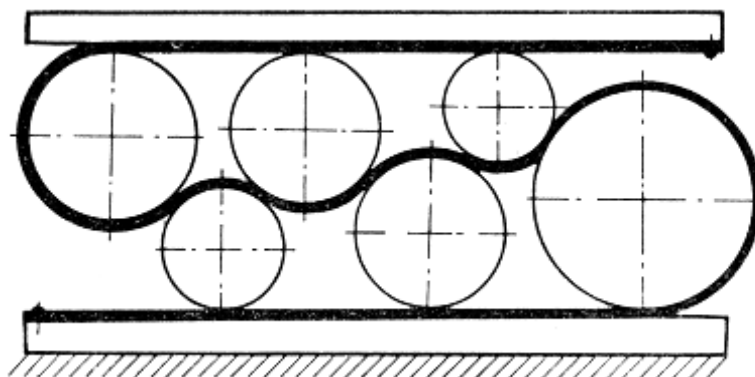


5 pav. RTM – kojos kelio sąnario protezas [17]

Rolamaitiniai mechanizmai gali būti ne tik su dviem ritinėliais, bet ir su didesniu jų kiekiu, priklausomai nuo funkcinės paskirties. 6-ame paveiksle parodytas RTM su dviem poromis ritinėlių [1, 9], o 7-ame – pavaizduota daugiaritininė RTM konstrukcija.

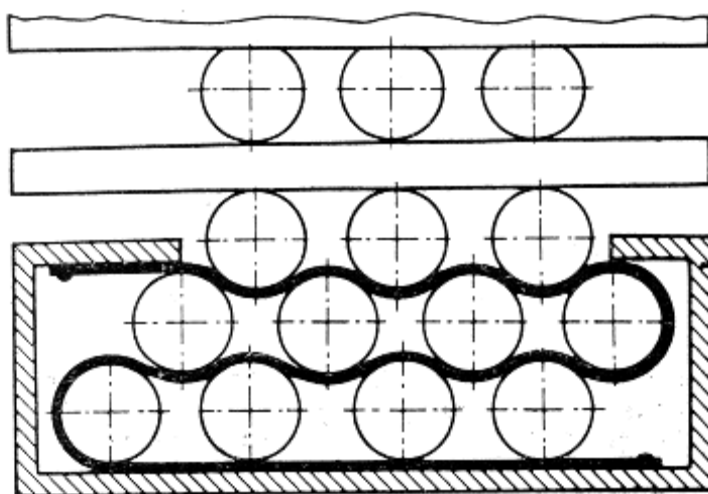


6 pav. RTM atrama su dviem poromis ritinėlių



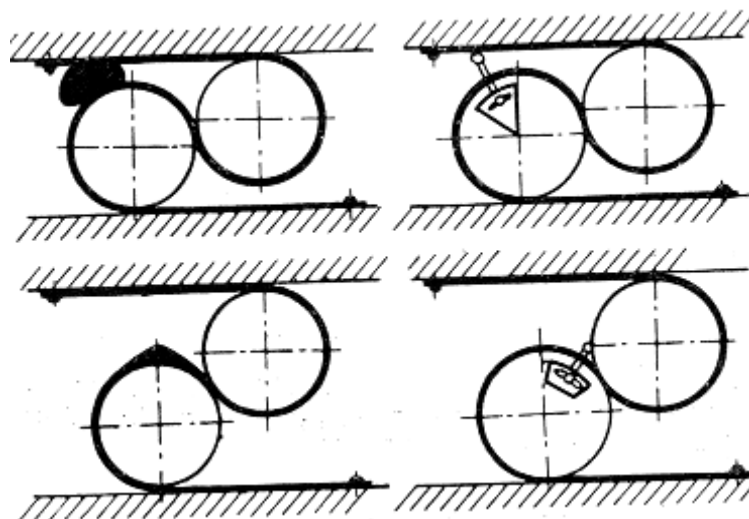
7 pav. Daugiaritininis RTM

RTM sunkaus krovinio palaikymui (8 pav.) susideda iš dviejų rolamaitinių mechanizmų, tarp kurių ritinėlių įstatomas sunkus krovinsys. Apatinis RTM turi keliolika porų ritinėlių ir įtempta lanksčia juosta, galais pritvirtinta prie kreipiančiųjų paviršių, ir palaikomuosius ritinėlius, įstatytus tarp sunkaus krovinio ir lanksčios juostos. Analogiška yra ir viršutinio RTM konstrukcija.



8 pav. RTM, skirtas sunkaus krovinio palaikymui [18]

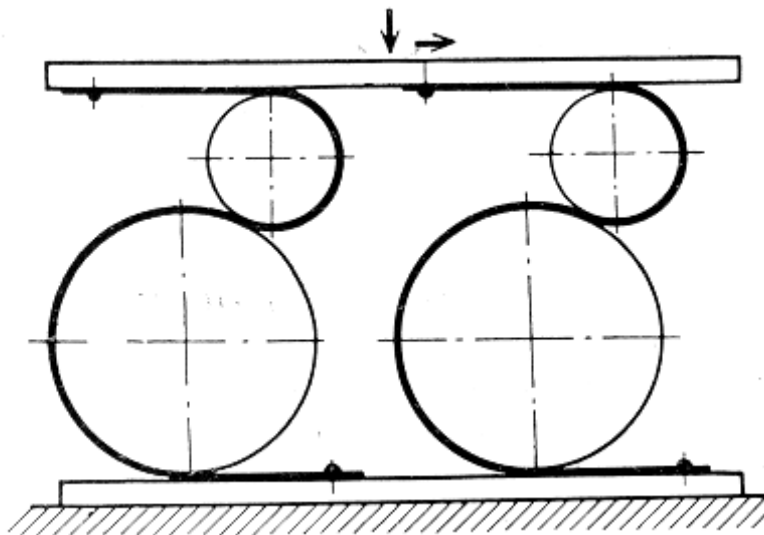
Norint sulaikyti ritinėlius tam tikroje padėtyje yra naudojami stabdžiai, kurie gali būti tvirtinami prie ritinėlių ar juostos (9 pav.) [1,2].



9 pav. RTM su stabdžiais, pritvirtintais prie juostos ar ritinėlių

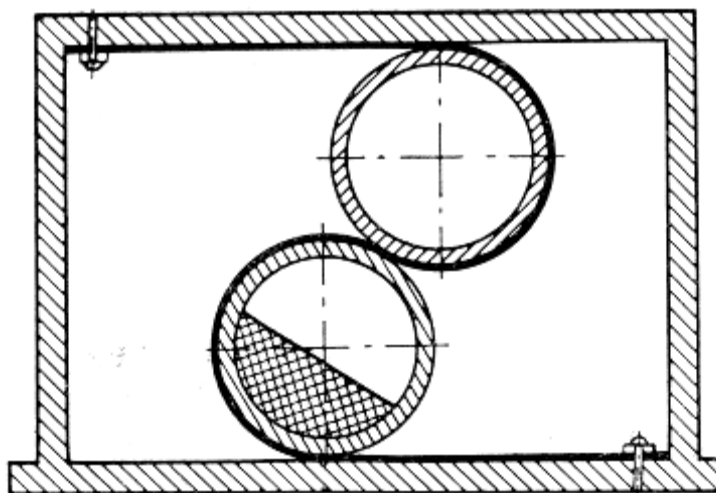
Galima praplėsti RTM funkcines galimybes, įvedus į RTM tamprius elementus ar kitokiu būdu suteikus RTM tampriąsias savybes. Tam tikslui pasiekti yra keletas būdų. Paprasčiausias būdas – RTM konstrukcijoje panaudoti nevienodo skersmens, t.y. nesimetrinius ritinėlius (10 pav.) [1, 2,

10, 11]. Tokiuose RTM susidaro pastovi jėga, nepriklausanti nuo ritinėlių padėties horizontalios ašies atžvilgiu, ir mechanizmas tampa kaip pastovaus veikimo spyruoklė.

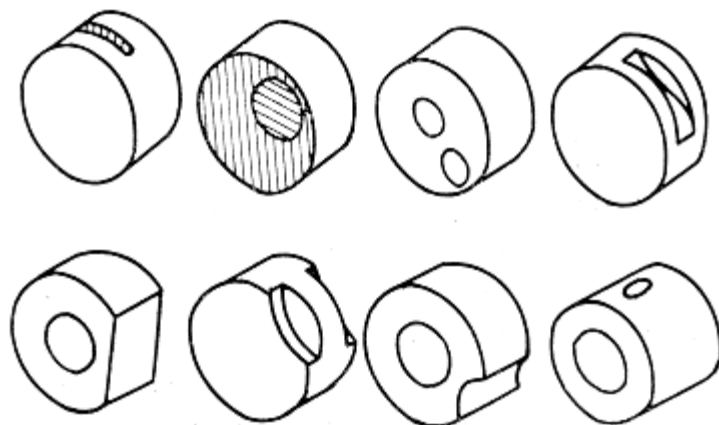


10 pav. RTM su nesimetriniais ritinėliais schema

Kitas būdas gauti tamprioms charakteristikoms – RTM konstrukcijoje panaudoti debalansuotus ritinėlius, t.y. ritinėlius su įvairiausiom išpjovom, nuopjovom, skylėmis, kitos medžiagos įterptimis (11, 12 pav.) [1, 2]. Tokie ritinėliai mechanizme stengiasi grįžti į pusiausvyros padėtį.

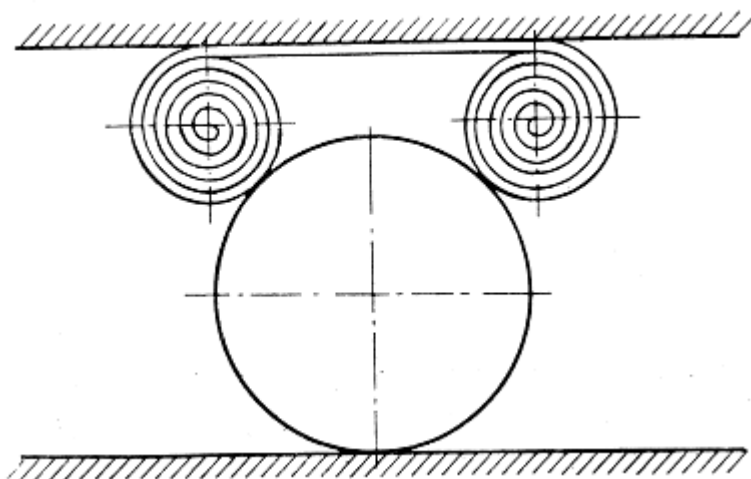


11 pav. RTM su debalansuotu ritinėliu



12 pav. RTM debalansuoti ritinėliai

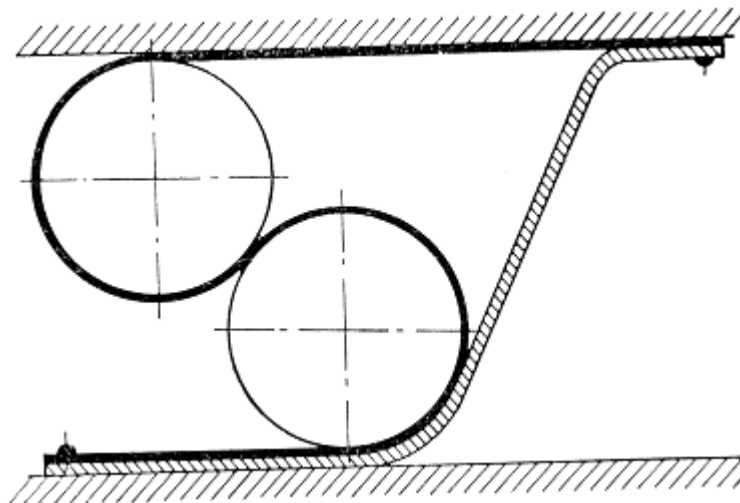
Gan įdomus konstrukcinis sprendimas RTM, kuriame lanksti juosta ne pritvirtinta prie kreipiančiųjų paviršių, o susukta į du ritinėlius, sąveikaujančius su trečiuoju – tikruoju ritinėliu (13 pav.).



13 pav. RTM su juosta, susukta į du ritinėlius [19]

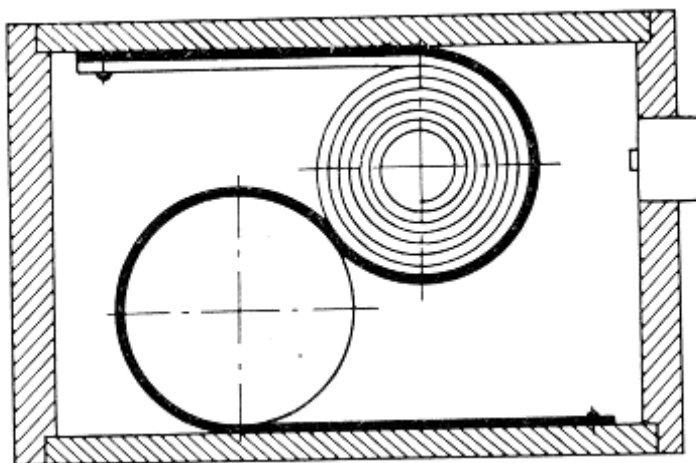
Toks mechanizmas iš tikro turi tik vieną juostą ir vieną ritinėlį. Priklausomai nuo to, kurio juostinio ritinėlio skersmuo didesnis, lanksti juosta „stengiasi“ grįžti į pusiausvyros padėtį, t.y. į mažesnio skersmens juostinio ritinėlio pusę iki to momento, kol abiejų juostinių ritinėlių skersmenys tampa vienodi.

Tampriąsias savybes galima gauti įvedant į RTM konstrukciją papildomą juostą. Tai gali būti „stumianti“ juosta (su užduota tampriąja charakteristika) (14 pav.) [1], arba juosta, susukta į ritinėlių (15 pav.).



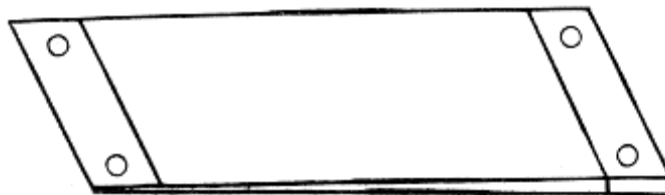
14 pav. RTM su papildoma („stumiančia“) juosta

Pagalbinė juosta „stengiasi“ išsitiesinti, veikia kaip spyruoklė, ir sujungia kontaktą.



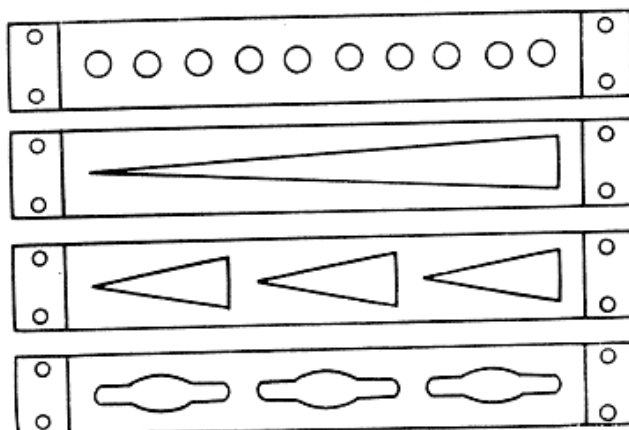
15 pav. RTM su papildoma juosta, susukta į ritinėlių [20]

Gan paplitęs būdas gauti tamprioms charakteristikoms yra RTM lanksčios juostos skerspjūvio keitimas. Galimi du variantai: pirmasis – juostos storio keitimas (16 pav.) [1].

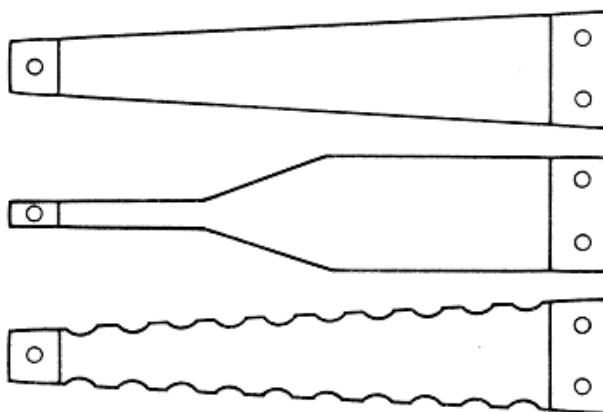


16 pav. RTM kintamo storio juosta

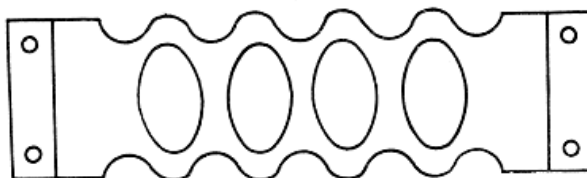
Antrasis variantas – juostos skerspjūvio ploto keitimas išpjovomis. Priklausomai nuo išpjovos formos galima gauti pastovaus ar kintamo dydžio jėgas (17, 18, 19 pav.). Išpjovos juostoje gali būti vidinės (17 pav.) [1, 2, 4, 12], išorinės (18 pav.) [1, 2, 9, 11], kombinuotos (19 pav.) [1, 2].



17 pav. RTM juostų su vidinėmis išpjovomis schema

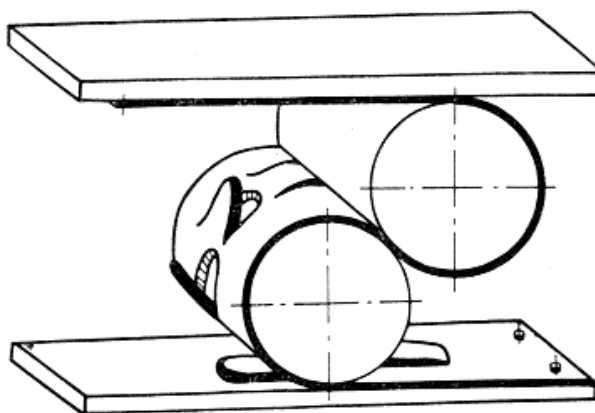


18 pav. RTM juostų su išorinėmis išpjovomis schema

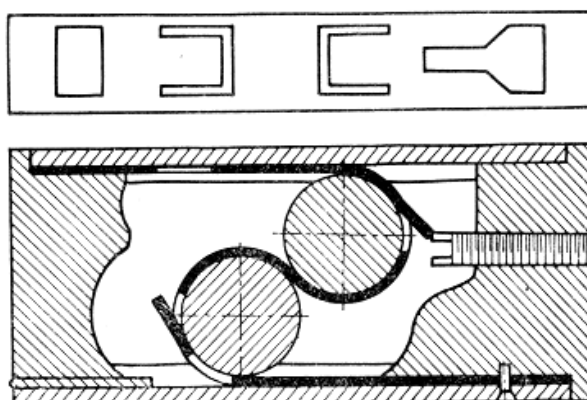


19 pav. RTM juostos su kombinuotomis išpjovomis schema

Žinomi RTM, kuriuose tampriųjų charakteristikų gavimui panaudojami taip vadinami standinimo „liežuvėliai“ [1]. 20-ame paveiksle parodyti RTM su užapvalintais standinimo liežuvėliais, o 21-ame paveiksle – RTM su juosta, kuri pagaminta su išpjovomis bei stačiakampiais standinimo liežuvėliais.

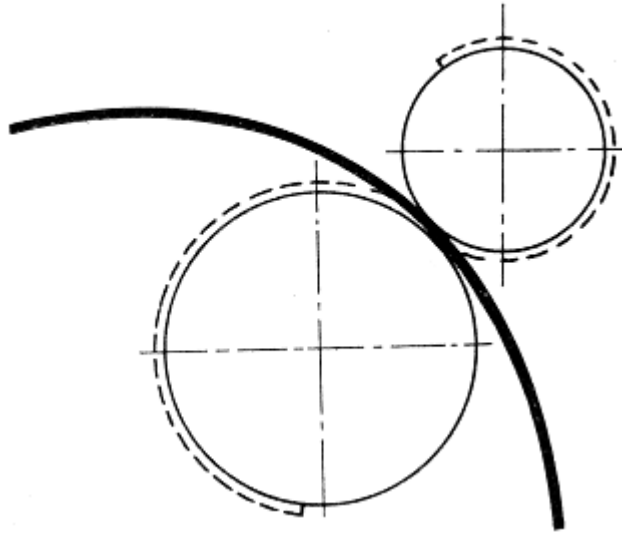


20 pav. RTM su juosta, pagaminta su užapvalintais standinimo liežuvėliais [21]



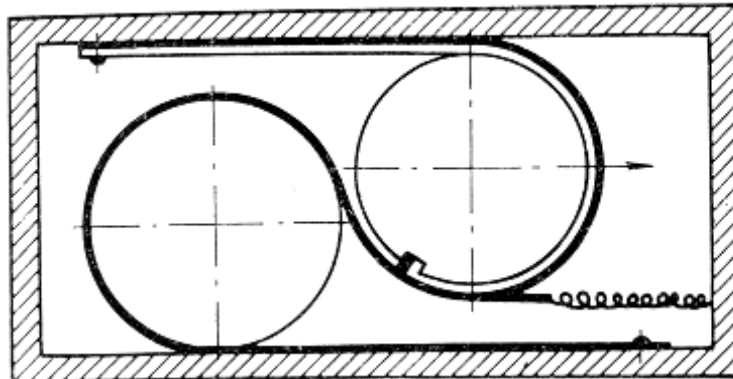
21 pav. RTM su juosta, pagaminta su vidinėmis išpjovomis ir stačiakampio formos standinimo liežuvėliais

Taip pat rolamaito mechanizmuose, norint gauti kintamą tamprią RTM charakteristiką, naudojamos juostos su kintamu (pagal ilgį) pradiniu kreivumo spinduliu (22 pav.) [1, 9].

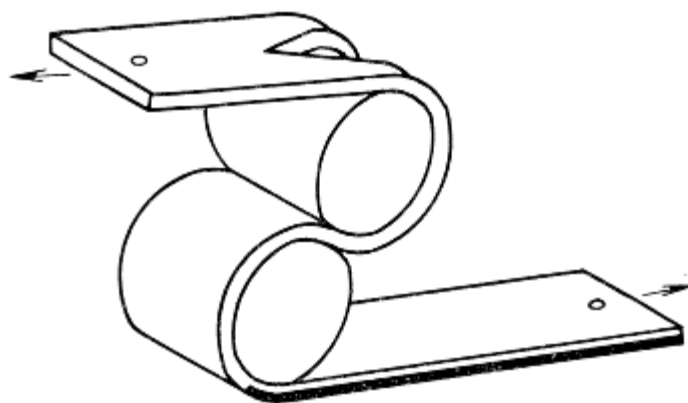


22 pav. RTM juosta su pradiniu kreivumo spinduliu

Jeigu juosta pagaminta bimetalinė, tai RTM tamprioji charakteristika priklausys nuo aplinkos temperatūros. Šiuo atveju RTM galės būti panaudotas kaip termostatas (23 ir 24 pav.) [1, 2].



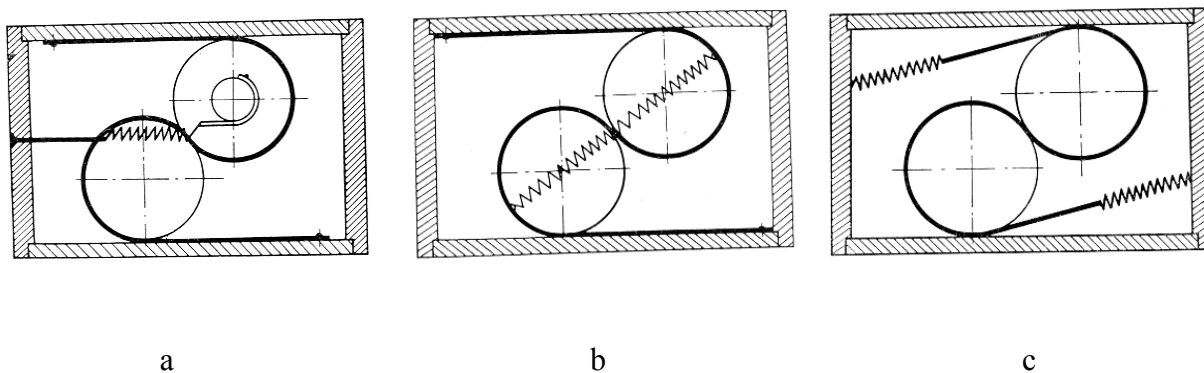
23 pav. RTM – termostatas



24 pav. RTM – termostatas

RTM, pavaizduotame 23 pav., įvesta bimetalinė juosta ir papildoma spyruoklė, pritvirtinta prie pagrindinės juostos, o RTM, pavaizduotame 24 pav., juosta pagaminta iš 2-jų dalių ir su trikampė vidine išpjova. Papildoma spyruoklė ir trikampė išpjova reikalingos gauti atsveriančiai mechanizmo spyruoklinei jėgai. RTM – termostatai 4-5 kartus jautresni už paprastus plokštinius bimetalinius termostatus [1, 12].

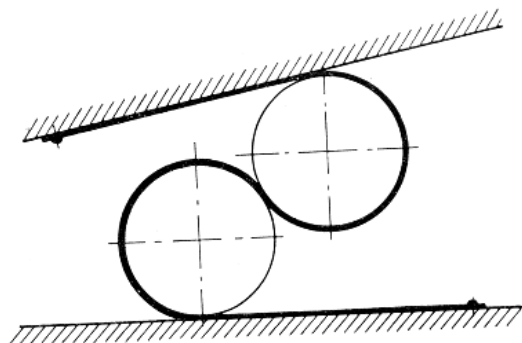
Spyruoklines charakteristikas galima gauti į RTM įvedus spyruokles (25 pav.) [1].



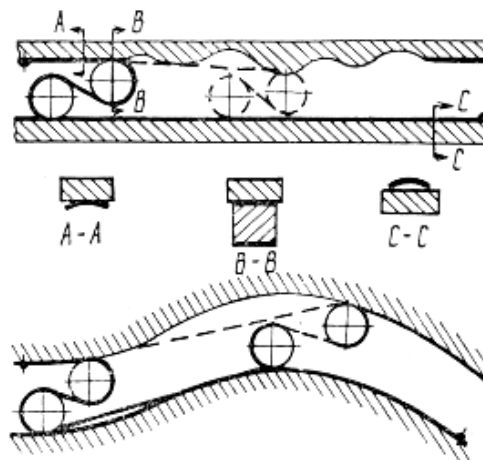
25 pav. RTM su spyruoklėmis [22]

Jeigu rolamaitiniame mechanizme prie ritinėlio pritvirtinsime kumštelį, o prie jo spyruoklę, kitu galu tvirtinamą prie korpuso sienelės, tai priklausomai nuo tvirtinamo kumštelio formos galime gauti skirtingas tamprios jėgos charakteristikas (25 pav., a). Spyruoklė gali būti tvirtinama prie ritinėlių (25 pav., b) arba prie juostos galų ir korpuso sienelių (25 pav., c).

Tampriąsias charakteristikas galime gauti, keičiant kreipiančiųjų paviršių lygiagretumą (26, 27 pav.) [1, 5].



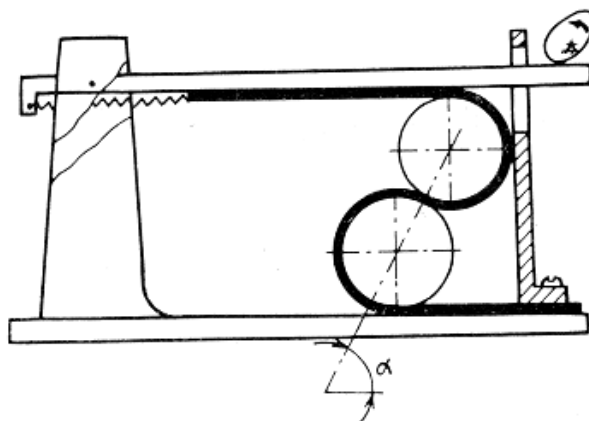
26 pav. RTM su nelygiagrečiomis kreipiančiosiomis



27 pav. RTM su nelygiagrečiomis kreipiančiosiomis

Tokiose RTM juosta neįtempta, „susilpninta“ ir skerspjūvyje išsiritusi lanku. Kreipiantieji paviršiai RTM gali būti banguoti, su įpjovom, barjeriais ir kt. formų, priklausomai nuo funkcinės paskirties. Bet kuriame tokių RTM ritinėliai „stengiasi“ nuriedėti į mažesnio pasipriešinimo zoną ir toks RTM, priklausomai nuo kreipiančiųjų paviršių tipo, tampa panašus į spyruoklę su pastovia ar kintama tampriąja charakteristika.

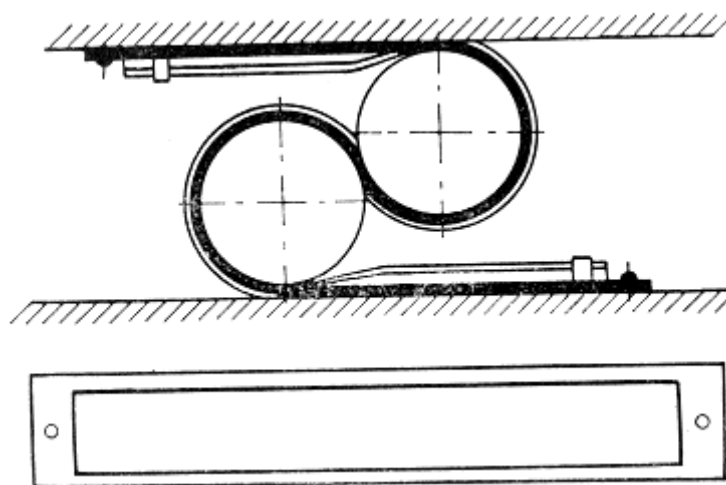
Sukurtas RTM, kuriame vieno iš kreipiančiųjų paviršių lygiagretumas keičiamas kumšteliu, o juostos įtempimą užtikrina spyruoklė (28 pav.).



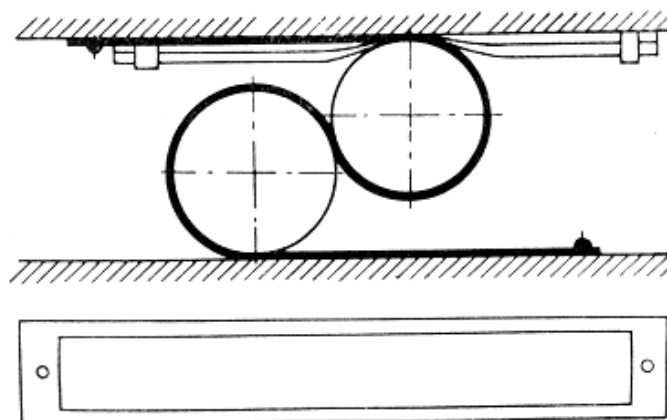
28 pav. RTM su keičiamu kreipiančiųjų paviršių lygiagretumu [23]

Sukantis kumšteliui, keičiasi vieno iš kreipiančiųjų paviršių lygiagretumas kito atžvilgiu, o spyruoklės įtempta juosta verčia ritinėlius riedėti į tą padėtį, kur atstumas tarp kreipiančiųjų didžiausias. Tokį RTM galima priskirti grupei RTM su valdoma tampriąja charakteristika.

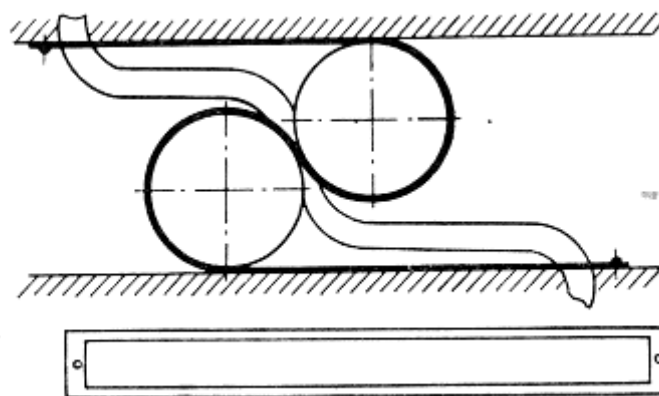
Donaldas F. Uilksas sukūrė rolamaitinius siurblius į RTM įvesdamas papildomą elementą – elastinę perspaudžiamą žarnelę, kuri gali būti pagaminta iš gumos, plastmasės ar metalo [1]. Vienuose RTM - siurbliuose žarnelė, įstatyta į stačiakampio formos juostos išpjovą, gaubia abu ritinėlius (29 pav.), kitose – žarnelė tvirtinama prie kreipiančiosios plokštumos (30 pav.), dar kituose – žarnelė (31 pav.).



29 pav. RTM – siurblys su gaubiančia abu ritinėlius žarnele



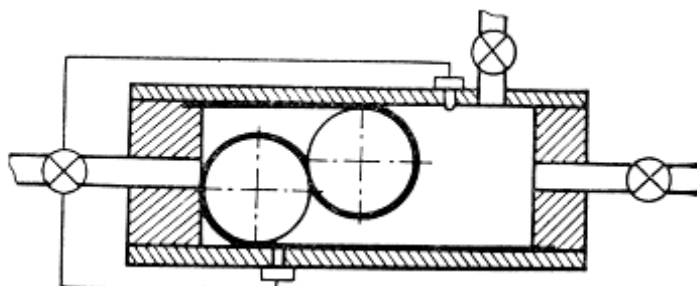
30 pav. RTM – siurblys su tvirtinama prie kreipiančiosios plokštumos žarnele



31 pav. RTM – siurblys su įstatoma tarp ritinėlių žarnele

Visose pateiktose RTM – siurbių konstrukcijose juosta yra gaminama su stačiakampio formos išpjova žarnelei.

RTM gali atlikti ir siurblio stumoklio funkciją (32 pav.) [1].



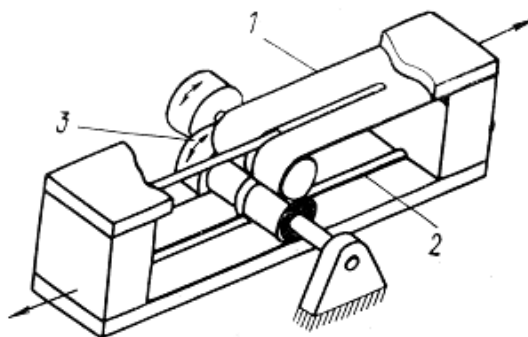
32 pav. RTM – siurblio stumoklis [24]

Šiame siurblyje ritinėlių pora patalpinta juostos S formos kilpose tarp kreipiančių sienelių, kurių tarpusavio atstumas mažesnis už ritinėlių skersmenų sumą; lanksti juosta įtempta ir jos galai įtvirtinti korpuse. Ritinėliai su juosta korpuse sudaro dvi atskiras kameras. Mikrojungėjai yra paveikiami ritinėlių, jiems judant juosta iš vieno korpuso galo į kitą, valdo vožtuvą, įleidžiant darbo skystį į kamerą, o taip pat jo išleidimą į atmosferą. Šio RTM ritinėliai atlieka žengiamąjį grižtamąjį judesį.

Visose anksčiau pateiktose RTM konstrukcijose ritinėliai judami, atlieka sukamąjį ir sukamai žengiamąjį judesį, o RTM korpusas lieka nejudamas.

RTM tiesiaėigio judesio atramos. Deividas Janulis MM-4 gr.

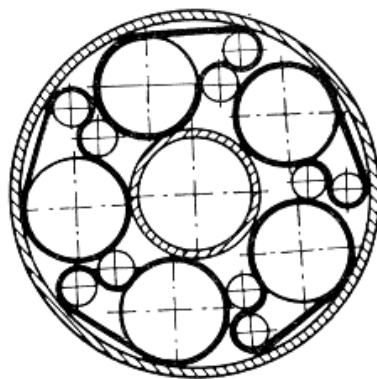
Tam, kad RTM korpusas būtų judamas ir RTM būtų galima panaudoti kaip tiesialinijinę atramą, D. F. Uilksas sukūrė RTM (33 pav.), kuriame ritinėlių ašys nejudamai pritvirtintos prie pagrindo, o ritinėliai atlieka tik sukamąjį judesį, t.y. tik sukasi apie savo ašis, riedėdami juosta ir kabeliu, gaubiančiu ritinėlius iš priešingos nei juosta pusės. Kiekvienas ritinėlis yra gaubiamas juosta ir kabeliu suminiu 360° kampu [1, 2].



33 pav. RTM – tiesialinijinio judesio atrama: 1 – juosta su išpjova kabeliui; 2 – kabelis; 3 – ritinėlis

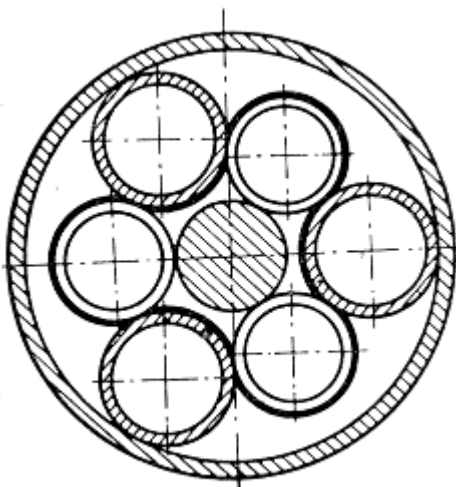
Įdomus konstrukcinis sprendimas RTM, turintys žiedinę kreipiančiąją. Tokiuose RTM ritinėliai atlieka planetinį judesį. RTM su žiedine kreipiančiąja gali būti naudojami kaip guoliai ar guolinės atramos (34 pav.), frikciniai perdavimo mechanizmai (35 pav.), sukamųjų virpesių sužadintojai (36 pav.).

RTM – guolinė atrama (34 pav.) susideda iš išorinės ir vidinės kreipiančiųjų, su kuriomis kontaktuojasi penkios begalinės juostos; jų vidiniame žiede yra du skirtingo skersmens ritinėliai, o išorinė pusė kiekviena iš gretimų juostų kontaktuojasi per ritinėlių, kurio skersmuo parinktas taip, kad juostos nesusiliestu [1, 2, 9].



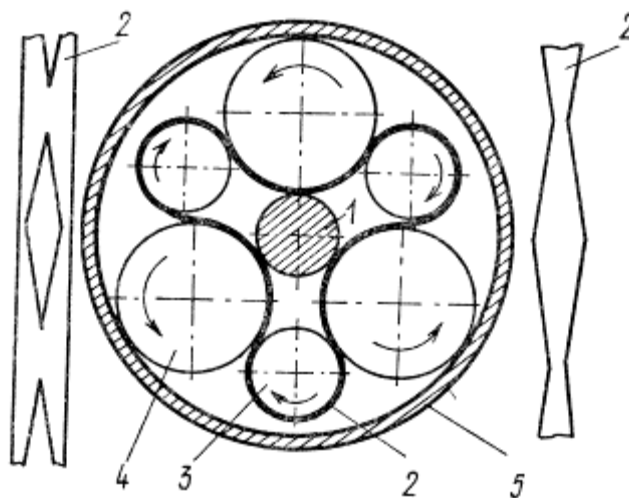
34 pav. RTM – guolinė atrama [25]

RTM – frikcinis perdavimo mechanizmas (35 pav.) susideda iš išorinės ir vidinės sienelių, lanksčios begalinės juostos, kurios vidinėje pusėje yra trys ritinėliai, besikontaktuojantys su vidine sienele – velenu ir besilaikantys dėl juostos įtempimo, o išorinėje juostos pusėje yra trys ritinėliai, besikontaktuojantys su išorine sienele. Šio perdavimo mechanizmo ritinėliai atlieka planetinį judesį. Mechanizmas gali atlikti ir guolio funkcija. Kaip šio mechanizmo trūkumą reikėtų pažymėti žemą kinematinį tikslumą, nes galimi praslydimai tarp ritinėlių ir išorinės sienelės, bei ritinėlių ir vidinės sienelės - veleno dėl kontakto tarp jų mažo ploto.



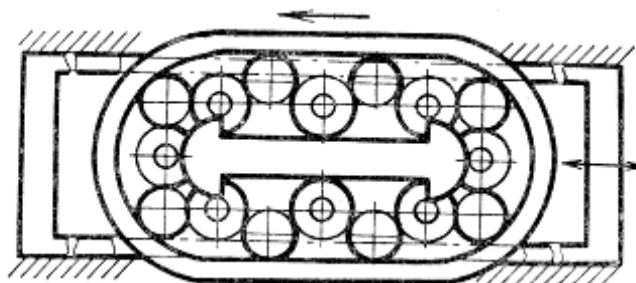
35 pav. RTM – frikcinis perdavimo mechanizmas [26]

Sukamųjų virpesių jutikliu taravimui sukurtas RTM - sukamųjų virpesių sužadintojas (36 pav.). Didesnio skersmens ritinėliai 4 kontaktuoja betarpiškai su cilindrinio korpusu 5 ir per begalinę juostą 2 su velenu 1 ir mažesnio skersmens ritinėliais 3. Begalinė juosta 2 turi tam tikros formos išpjovas ar nuopjovas, charakterizuojančias virpesių formą. Sukant veleną 1, gaunanti judesį nuo tiriamojo mazgo, jėga, reikalinga juostos deformacijai, keičiasi kintant juostos skerspjūviui. Ši kintanti jėga per ritinėlius 3 ir 4 perduodama cilindriniam korpusui 5. RTM ritinėliai atlieka planetinį judesį.



36 pav. RTM - sukamųjų virpesių sužadintojas [27]

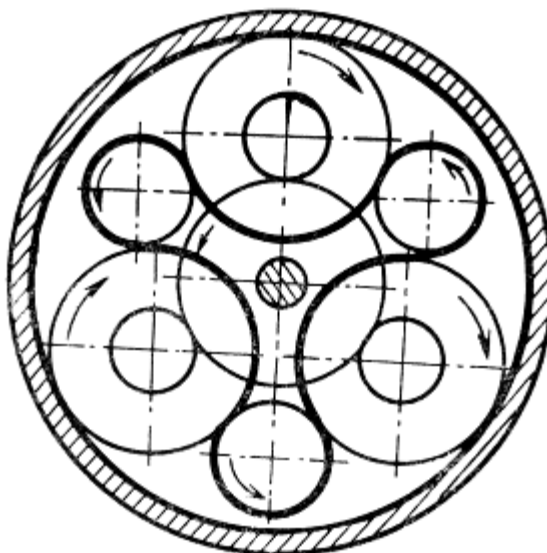
Donaldas F. Uilksas sukūrė konstruktyviniu požiūriu įdomų “žingsniuojantį” guolį (37 pav.) [1].



37 pav. RTM – “žingsniuojantis” guolis

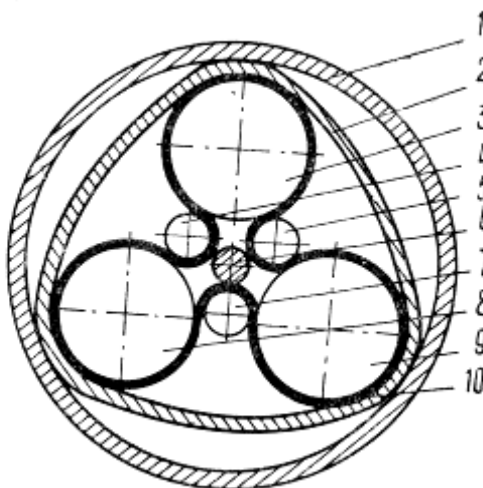
Šis RTM turi rėmelį, kietą vidinę ir lanksčią begalinę išorinę kreipiančiasias, grupę ritinėlių, besikontaktuojančių tarpusavyje per lanksčią begalinę juostą. Paveikus mechanizmą išorine jėga, vieni ritinėliai per juostą rieda tik kietą vidinę kreipiančiąją, o kiti – tik lanksčia išorine kreipiančiąją. Toks guolinis RTM galėtų būti pritaikytas staklių suporte.

Donaldas F. Uilksas naudoja ir laiptuotus ritinėlius kinematinio tikslumo padidinimui. Pavyzdžiui, jie panaudoti RTM, skirtame judesio perdavimui (38 pav.) [1].



38 pav. RTM, skirtas judesio perdavimui

Šiame RTM begalinė lanksti juosta dideliu kampu gaubia mažesnio skersmens ritinėlius ir liečiasi mažesniu kampu su laiptuotais ritinėliais, kurie savo ruožtu kontaktuojasi ir su centriniu velenu. Šio RTM ritinėliai atlieka planetinį judesį. Įtaisą galima naudoti ir kaip guolį.

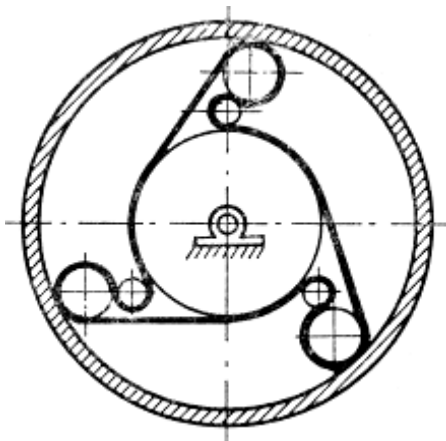


39 pav. RTM – banginis frikcinis perdavimo mechanizmas [28]

Sukurtas RTM – banginis frikcinis perdavimo mechanizmas (39 pav.), užtikrinantis perdavimo santykį virš 10000. RTM susideda iš išorinio kieto žiedo 1, lankstaus žiedo 2, didesnio skersmens ritinėlių 3,8,9, mažesnio skersmens ritinėlių 4,5,7 ir ritinėlius gaubiančios lanksčios

RTM tiesiaėigio judesio atramos. Deividas Janulis MM-4 gr.

begalinės juostos 10, besikontaktuojančios su centriniu vėlu 6. Kadangi judesio perdavimas iš centrinio vėlu 6 lanksčiam žiedui 2 vyksta praktiškai be praslydimo tik per juosta 10, kurios kilpose randasi ritinėliai, tai mechanizmui užtikrinamas aukštas kinematinis tikslumas. Ritinėliai atlieka planetinį judesį. Šis mechanizmas atlieka bangų generatoriaus funkciją ir gali būti panaudotas automatinio reguliavimo sistemų reduktoriuose.



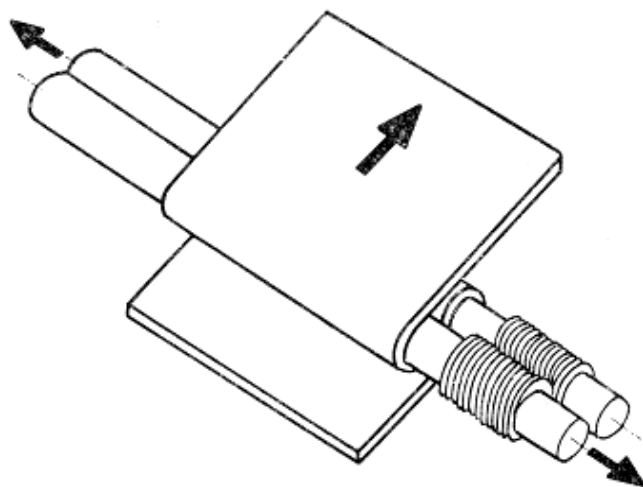
40 pav. RTM, skirtas judesio perdavimui [29]

Kinematiniai tikslūs yra RTM mechanizmai, kuriuose visi elementai liečiasi tik su begaline juosta (40 pav.). RTM, pavaizduotame 40 paveiksle, ritinėliai gaubiami juosta dideliu kampu. Visi RTM elementai liečiasi tik su juosta, ritinėliai atlieka planetinį judesį, o juosta persislenka, atsiremdama į cilindrinį kreipiantįjį paviršių.

1.2 Nerėminiai RTM

Nerėminiai RTM skiriasi nuo rėminių, t.y. turinčių kreipiančiuosius paviršius. Nerėminių RTM ritinėlių ašys nejudamos, ritinėliai atlieka sukamai – žengiamąjį ar sukamąjį judesį, o juosta daugelyje konstrukcijų yra pratraukiama (tempinama) [13].

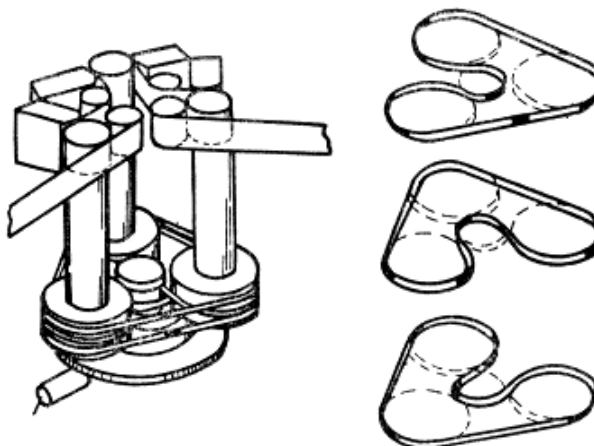
Žinomas elektromechaniniame įrenginyje panaudotas srieginis RTM (41 pav.), kuriame ritinėliai atlieka sukamai – žengiamąjį judesį išilgai savo ašies [1].



41 pav. RTM, kurio elementai atlieka vienaėigį judesį trejomis kryptimis

Traukiant juostą, ritinėliai pradeda sukctis, o sriegis priverčia juos judėti išilgai aėies priešinga kryptimi. Tokiu būdu šio RTM elementai atlieka vienaėigį judesį trejomis kryptimis.

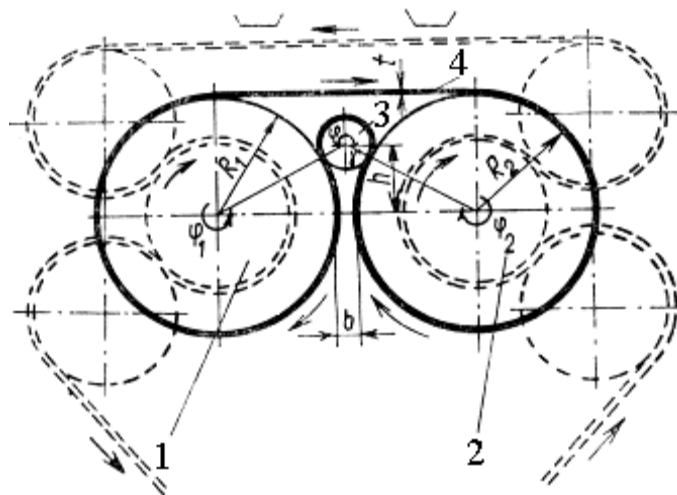
Rolamaitinį darbo principą išvelgiame ir 42-ame paveiksle pavaizduotame juostos traukimo mechanizme (JTM).



42 pav. Juostos traukimo mechanizmas [30]

RTM pavaros mazge yra net trys begaliniai dirėeliai, glaudėiai su įtempimu dideliu kampu gaubiantys variklio veleną ir tris traukianėius juostą – informacijos neėėją velenėlius, gaunanėius judesį nuo variklio veleno per jį gaubianėius dirėelius. Šio JTM privalumas – greitas darbinės eigos reversas bei aukėtas informacijos neėėjo traukimo tolygumas.

Sukurtas rolamaitinis JTM (43 pav.), kurio pavaros mazgas susideda iš dviejų didesnio skersmens ritinėlių 1,2 ir mažesnio skersmens ritinėlio 3, glaudžiai, su įtempimu gaubiamu begaliniu dirželiu 4. Ritinėlių 1,2 gaubimo dirželiu 4 kampas yra virš 270° , ritinėlio 3 – virš 180° . Dideli ritinėlių gaubimo dirželių kampai užtikrina didelį ritinėlių sukimosi sinchroniškumą vienas kito atžvilgiu.



43 pav. Rolamaitinis JTM (TSRS išradimas Nr. 426239)

Reikia pastebėti, kad rolamaitiniai JTM, lyginant juos su kitokiais JTM, pasižymi dideliu juostos – informacijos nešėjo traukimo tolygumu, bei pavaros mazgo elementų sukimosi sinchroniškumu, nes išvengiama praslydimo tarp pavaros dirželio ir ritinėlių [13].

2. RTM KLASIFIKACIJA

RTM klasifikacija pagal jų išpildymo būdą:

1. Su kreipiančiais paviršiais:
 - 1.1 lygiagretūs;
 - 1.2 nelygiagretūs;
 - 1.3 savaimė nusistatantys;
 - 1.4 plokšti;
 - 1.5 žiediniai;
 - 1.6 banguoti;
 - 1.7 barjėriniai;
 - 1.8 šuoliniai.
2. Be kreipiančių paviršių.
3. Su stabdžiais:
 - 3.1 ant juostos;
 - 3.2 ant ritinėlių.
4. Be stabdžių.

RTM klasifikacija pagal ritinėlius:

1. RTM ritinėlių skaičių:
 - 1.1 vieno ritinėlio;
 - 1.2 dviejų ritinėlių;
 - 1.3 su daug ritinėlių.
2. Ritinėlių judėjimo tipą:
 - 2.1 sukamasis;
 - 2.2 slenkamasis;
 - 2.3 sukamasis – slenkamasis;
 - 2.4 planetinis;
 - 2.5 judamas;
 - 2.6 nejudamas;
 - 2.7 nevirpantys;
 - 2.8 virpantys, su PEK;
 - 2.9 persislenkantys ašine kryptimi;
 - 2.10 persislenkantys radialine kryptimi.

3. Ritinėlių skersmenį:

3.1 simetriniai;

3.2 nesimetriniai.

4. Ritinėlių išbalansavimą:

4.1 pusiausvyri;

4.2 nepusiausvyri.

5. Ritinėlių formą:

5.1 sujungti su juosta:

5.1.1 išanksto pritvirtinti prie jos;

5.1.2 pagaminti iš vieno sluoksninės medžiagos sluoksnio.

5.2 sudėtiniai:

5.2.1 ekscentriniai;

5.2.2 koncentriniai;

5.2.3 ašiniai.

5.3 judantys ašine kryptimi:

5.3.1 spyruoklianiai;

5.3.2 kailiniai.

5.4 judantys radiališkai:

5.4.1 C formos;

5.4.2 cilindro formos;

5.4.3 gyvatuko formos;

5.4.4 išsiplečiantys.

6. Paviršiaus judėjimą:

6.1 cilindriniai;

6.2 kūginiai;

6.3 ritės formos;

6.4 su grioveliais.

7. Ritinėlio skerspjūvio formą:

7.1 apskritimo;

7.2 ovalo;

7.3 daugiakampio;

7.4 užapvalinto trikampio.

8. Medžiagą:

8.1 iš vienos medžiagos;

8.2 iš kelių medžiagų.

RTM klasifikacija pagal juostą:

1. Juostos pobūdį:

1.1 vientisa juosta:

1.1.1 begalinė;

1.1.2 nutraukta.

1.2 juosta iš kelių dalių;

1.3 su papildoma juosta;

1.4 su keliomis juostomis.

2. Juostos įtempimą:

2.1 įtempta;

2.2 atlaisvinta.

3. Juostos formą:

3.1 kabelis ar laidas;

3.2 su perspaudžiama žarnele;

3.3 su standinimo liežuvėliais;

3.4 su įrėžomis:

3.4.1 išilgai;

3.4.2 skersai;

3.4.3 įžambiai.

3.5 su išilgine perforacija;

3.6 ritinėlių formos;

3.7 plokščios gyvatuko formos.

4. Juostos skerspjūvį:

4.1 pastovus:

4.1.1 stačiakampio formos;

4.1.2 su įspaustais vingiais.

4.2 kintamas:

4.2.1 pagal storį;

4.2.2 pagal plotį:

4.2.2.1 išorinėmis;

4.2.2.2 vidinėmis;

4.2.2.3 kombinuotomis.

4.2.3 su išpjovomis.

5. Juostos medžiaga:

5.1 iš vienos medžiagos;

5.2 iš keleto medžiagų.

RTM klasifikacija pagal trinties valdymo galimybę:

1. Nevaldomi.

2. Valdomi PEK pagalba:

2.1 įeinantys į juosta;

2.2 įeinantys sukamais ritinėliais;

2.3 įeinantys į nesukamus ritinėlius.

RTM klasifikacija pagal juos veikiančias jėgas:

1. Išorinės.

2. Vidinės, kylančios kinematinėje poroje:

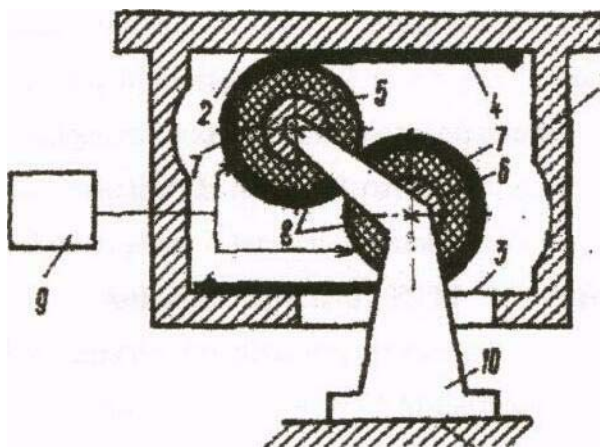
2.1 „rotorius – PEK“;

2.2 „juosta – ritinėliai – VBV“.

3. RTM – TIESIALINIJINIO JUDESIO ATRAMOS SU VIBRACIJOMIS VALDOMAIS RITINĖLIAIS

Klasikinė RTM konstrukcija (2 pav.), naudojama kaip atrama [1, 2], susideda iš keturkampio skerspjuvio korpuso su kreipiančiais paviršiais ir dviejų ritinėlių viduje, S forma apgaubtų lanksčia juosta, kurios galai pritvirtinti prie kreipiančių paviršių. Šioje konstrukcijoje labai paslankūs ritinėliai, tačiau visiškai nejuda mechanizmo korpusas. Kad korpusas galėtų judėti ir RTM taptų tiesialinijinio judesio atrama, D. F. Uilksas sukūrė RTM, kurio ritinėlių ašys nejudamai pritvirtintos prie pagrindo, o ritinėliai sukasi aplink savo ašį, riedėdami juosta (33 pav.). Tačiau šiame mechanizme dėl trinties momento guoliuose atsiranda pasipriešinimo judesiui momentas, kuris yra gerokai didesnis, negu ritinėlių trinties į juostą momentas, bei papildomas netikslumas dėl pozicionavimo paklaidų, kylančių dėl tarpelių riedėjimo guoliuose.

Šių trūkumų neturi RTM – tiesialinijinio judesio atramos [14], kuriuose ritinėlių šerdys nejudamai pritvirtintos prie pagrindo, o korpusas dėl išorinių arba vidinių jėgų, kylančių kinematinėje poroje "lanksti juosta- ritinėlis", atlieka tiesialinijinį judesį.

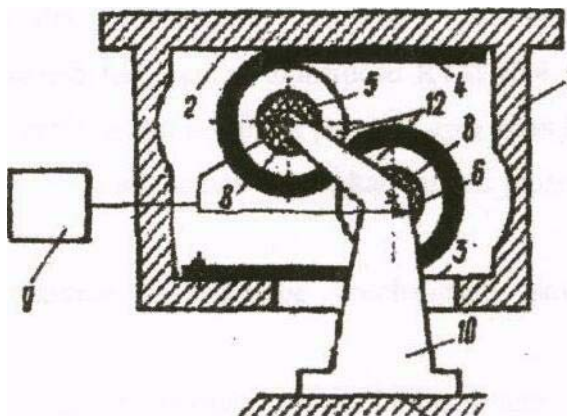


34 pav. RTM su vibruojančiais ritinėliais Nr.1, naudojamo kaip tiesialinijinio judesio atramos [32]

Tiesialinijinio judesio atrama (34 pav.) susideda iš korpuso 1, prie kurio kreipiančių paviršių 2 ir 3 tvirtinasi lanksčios juostos 4 galai. Juosta S forma apgaubia vibruojančius ritinėlius 5 ir 6 (ritinėliai yra pirmojo tipo Nr.1) (42 pav., a). Ritinėliai susideda iš šerdies 7, ant kurios su įvarža

uždėti pjezokeraminiai žiedai 8, kurių elektrodai sujungti su aukštadažnės įtampos šaltiniu 9. Ritinėlių šerdys nejudamai įtvirtintos laikiklyje 10, kuris nejudamai pritvirtintas prie pagrindo 11.

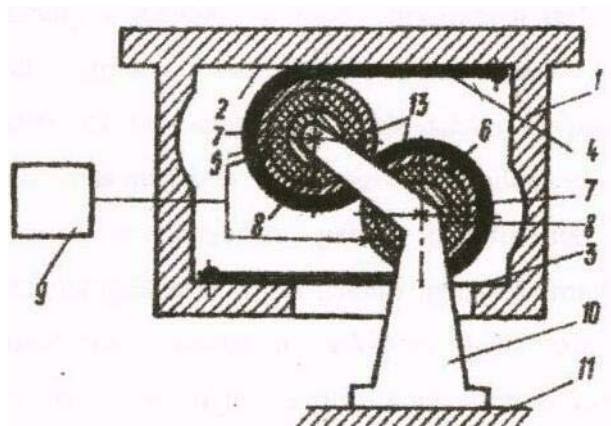
Padavus aukštadažnį elektrinį signalą į pjezokeraminių žiedų 8 elektrodus ritinėliai 5 ir 6 pradeda virpėti. Tarp jų ir lanksčios juostos 4 susidaro VP - sumažėja tikrasis kontakto plotas tarp ritinėlių ir juostos, dėl ko stipriai sumažėja trintis tarp jų ir juosta dėl išorinės jėgos, suteikiamos korpusui 7, praslysta šiais ritinėliais. Atjungus pjezokeraminius elementus 8 nuo aukštadažnės įtampos šaltinio 9, lanksti juosta 4 su įvarža apgaubia ritinėlius 5 ir 6, tuo pačiu tiksliai užfiksuoja korpusą 1 esamoje padėtyje. Užduoto atramos persislinkimo jautrumas ir tikslumas priklauso nuo vibroplėvelės tarp ritinėlių ir juostos parametrų, kuriuos galime keisti, keičiant aukštadažnes įtampos šaltinio 9 signalo parametrus.



35 pav. RTM su vibruojančiais ritinėliais Nr.2, turinčiais bangolaidžius, naudojamo kaip tiesialinijinio judesio atrama [33]

Pagerinti vibroplėvelės, sukuriamos tarp ritinėlių ir lanksčios juostos, parametrus galima, ant pjezokeraminių žiedų 8 uždėjus žiedinius bangolaidžius 12, susidedančius iš dviejų koncentriškų žiedų, sujungtų nuo centro link išorės siaurėjančio storio pertvarėle (35 pav.).

Dėl bangolaidžių 12, esančių tarp lanksčios juostos 4 ir pjezokeraminių žiedų 8, pastarieji nesudyla taip greitai. Svyravimų amplitudžių padidėjimas bangolaidžiuose 12 kryptimi nuo centro link periferijos leidžia prie mažesnių energijos sąnaudų užtikrinti VP parametrus, reikalingus trinčiai tarp bangolaidžių 12 ir lanksčios juostos 4 sumažinti. Šiuose RTM neegzistuoja sukimosi judesys, o tai yra nauja šių mechanizmų savybė.

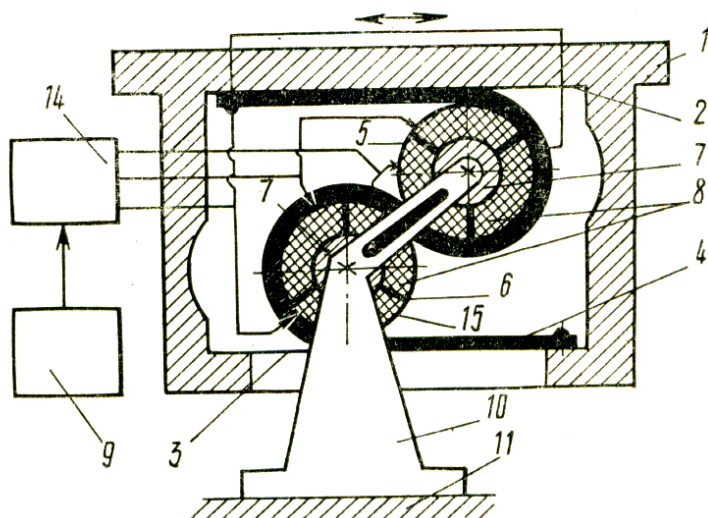


36 pav. RTM su vibruojančiais nejudančiais ritinėliais Nr.4, naudojamo kaip tiesialinijinio judesio atrama [34]

Valdyti trinties nuostolius galime ir be ritinėlių sukimosi išvengimo (36 pav.). Tam naudojami ritinėliai Nr.4 (42 pav., d), kuriuose tarp pjezokeraminio žiedo, sudaryto iš pjezokeraminio elemento 8 ir tampriai ant jo uždėto apvalkalo 13 ir šerdies 7 sukuriama VSDP, kurią, ritinėlyje taip pat galima sukurti tarp surinktos pjezokeraminės šerdies ir su įvarža ant jo užmauto dielektrinio žiedo (ritinėlis Nr.3) (42 pav., c). Pridėjus prie RTM korpuso 1 išorinę jėgą "apvalkalas" 13 arba dielektrinis ritinėlio Nr.3 žiedas ant sukurtos VSDP rieda lanksčia juosta 4. Pažymėtina, kad RTM, kuriuose VSDP sudaroma ritinėlio viduje (36 pav.) yra kur kas jautresni, negu ritinėliai, kuriuose vibroplėvelė sudaroma tarp ritinėlių ir juostos (34 pav. ir 35 pav.). Tai paaiškinama tuo, kad pirmuosiuose RTM (36 pav.) naudojamas visas darbinis pjezokeraminių elementų paviršius, ko negalima pasakyti apie kitas RTM konstrukcijas (34 pav. ir 35 pav.), kuriose VP sukūrimas apsunkinamas dėl to, kad lanksti juosta yra palyginti plona ir lengvai deformuojasi.

Aukščiau apžvelgtų RTM konstrukcijų trūkumas – būtinybė mechaniškai paveikti konstrukcijos korpusą, ir jį perstumti [13].

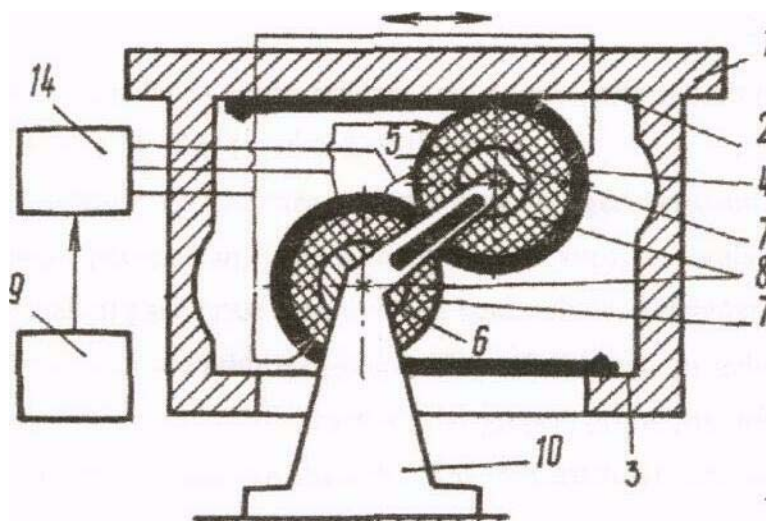
Šio trūkumo neturi RTM tiesialinijinio judesio atramos, kuriose korpusą judinanti jėga sukurama kinematinėje poroje "ritinėliai – lanksti juosta" [13]. Šiuose RTM naudojami ritinėliai – vibrovarikliai.



37 pav. RTM su ritinėliais – vibrovarikliais, naudojamo kaip tiesialinijinio judesio atrama [35]

Atramos korpuso perslinkimo be išorinės jėgos panaudojimo užtikrinimui atramos (37 pav.) valdymui yra naudojama fazių perslinkimo schema 14 ir elastiniai žiedai 15, apspaudžiantys ritinėlius 5 ir 6, pagaminti iš mažiausiai trijų atskirų pjezokeraminių žiedų sektorių 8, prijungti prie aukštadažnės įtampos šaltinio 9 per fazių perslinkimo schemą 14. Pajungus aukštadažnę įtampą prie atskirų pjezokeraminių žiedų 8 sektorių, esant fazių persistūmimui, ritinėlių 5 ir 6 elastiniuose žieduose 15 vyksta banginis deformacijos procesas, be to, deformacijos banga sukasi besisukančio elektrinio lauko kampiniu greičiu, ir juosta 4 kartu su korpusu 1 pradeda slinkti pagrindo 11 atžvilgiu. Keičiant signalo amplitudę ir dažnį, galima keisti korpuso slinkimo greitį. Dėl aukšto (ultragarsinio) maitinimo įtampos dažnio ir mažos elastinių žiedų deformacijos amplitudės užtikrinamas nuoseklus aukštadažnis korpuso pozicionavimas. Šis RTM gali būti sėkmingai taikomas mazguose su precizinėmis judamomis atramomis.

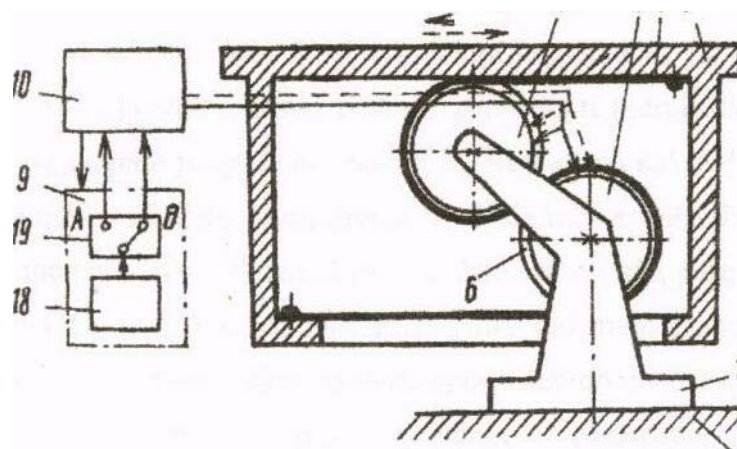
Pernešamosios galios padidinimui, elektros energijos vartojimo sumažinimui bei technologiškumo lygiui pakelti, pjezokeraminiai žiedai 8 tiesialinijinio judesio atramoje (38 pav.) pagaminti ištisiniai su atskirtais elektrodais. Pjezokeraminių elementų išlinkimo virpesiai kelis kartus viršija jų nuosavuosius svyravimus elementų storyje, o tai padidina atramos mechanizmo pernešamąją galią, esant mažesniai energijos sunaudojimui. Be to ištisinių pjezokeraminių žiedų su atskirtais elektrodais gamyba yra kur kas lengvesnė, nei atskirų segmentų tikslus apdirbimas.



38 pav. RTM su ritinėliais – vibrovarikliais, naudojamo kaip tiesialinijinio judesio atrama [36]

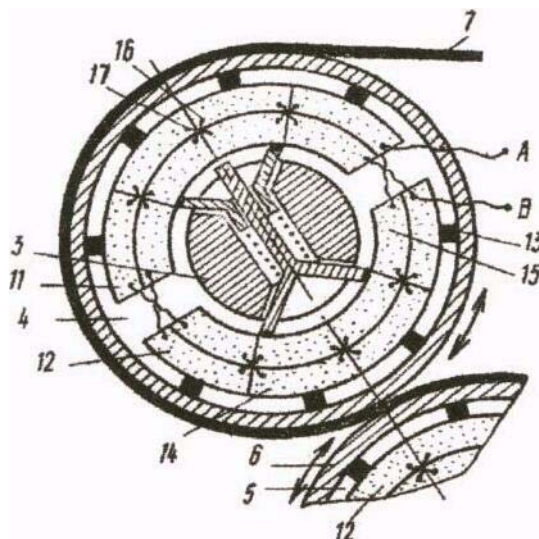
Tačiau šio RTM trūkumai yra: palyginti maža pernešamoji galia ir didelis elektros energijos suvartojimas, nes nėra pilnai išnaudojamas visas pjezokeraminių žiedų darbinis paviršius. Be to, lanksti juosta yra gana plona, o tai trukdo susidaryti banginiam deformacijos procesui tarp jos ir elastinių žiedų, kas įtakoja padidėjusias elektros energijos sąnaudas.

Tiesialinijinio judesio atrama (39 pav.), susideda iš kronšteino *1*, pritvirtinto prie nejudamo pagrindo *2*. Prie kronšteino tvirtinamas centruojantis mechanizmas *3* (40 pav.), ant kurio tvirtinami ritinėliai *4* ir *5*, per standžią apkabą *6* sujungti su jas supanąja S forma plačiu kampu su įvarža lanksčia juosta *7*, kurios galai nejudamai priklijuoti prie judančiojo dėžutės formos skerspjūvio elemento *8*. Į atramą taip pat įeina maitinimo blokas *9*, per elemento *8* persislinkimo valdymo bloką *10* pajungtas prie ritinėlių *4* ir *5* žiedinių pjezokeraminių keitiklių elektrodų, kurių kiekvienas turi žiedinį pjezokeraminį keitiklį, sudarytą iš dviejų pusžiedžių *11* ir *12*, ant kurių išorinio cilindrinio paviršiaus simetriškai pritvirtinti antdėklai *13*, sujungti su kieta apkaba *6*.



39 pav. RTM su ritinėliais – vibrovarikliais, naudojamo kaip tiesialinijinio judesio atrama [37]

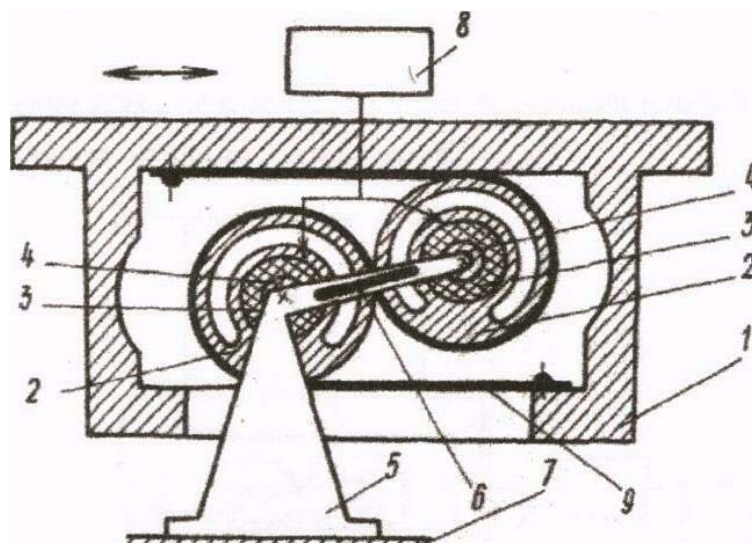
Centruojantis mechanizmas užtikrina tampriai radialinį pjezokeraminių pusžiedžių 11 ir 12 perslinkimą plokštumoje, praeinančioje per ritinėlių 4 ir 5 kontakto liniją ir tarp antdėklų 13. Pusžiedžiai 11 ir 12 padalinti į sektorius ir papildomai koaksialiniu skerspjūviu į atskiras dalis 14 ir 15. Tuo tarpu pjezokeraminių keitiklių elektrodai 16 ir 17 išdėstyti jų galiniuose paviršiuose ir elektriškai sujungti tarpusavyje šachmatine tvarka į dvi grupes, prijungtas prie maitinimo bloko 9. Šis blokas aprūpintas kintamos įtampos generatoriumi 18 nuosekliai sujungtu jungikliu 19.



40 pav. Ritinėlio – vibrovariklio, susidedančio iš dviejų pusžiedžio tipo pjezoelektrinių elementų [38]

Padavus signalą iš valdymo bloko 10 į maitinimo bloką 9, aukštadažnė įtampa iš generatoriaus 18 per jungiklį 19, elektriškai pajungto į padėtį A paduodama į bloką 10, o iš jo ritinėlių 4 ir 5 pusžiedžių 11 ir 12 dalių 15 elektrodus 17. Pusžiedžiuose 11 ir 12 susiformuoja stovinčios bangos, kurios priverčia sukstis elipsine trajektorija antdėklus 13. Jie, kontaktuodami su standžia apkaba 6, priverčia ją sukstis, o tuo pačiu ir perslinkti judrųjį elementą 8. Elemento 8 reversas užtikrinamas perjungiant jungiklį 19 į padėtį B. Šiuo atveju aukštadažnė įtampa maitinami ritinėlių 4 ir 5 pusžiedžių 11 ir 12 dalių 14 elektrodai 16. Tada kieta apkaba 6 sukasi į priešingą pusę, negu pirmuoju atveju, tuo pačiu perslinkdamos judantį elementą 8 į kitą pusę. Atjungus aukštadažnė įtampą nuo elektrodų, antdėklai 13 užfiksuoja apkabą ties tuo metu esama padėtimi, be to taip užtikrinamas atramos veikimo greitaeigiškumas startstopinio režimo metu. Pjezoelektrinių laidininkų išdalijimas į du pusžiedžius 11 ir 12 ir pastovaus tampraus pusžiedžių 11 ir 12 antdėklų 13 prispaudimo prie ritinėlių 4 ir 5 kietų apkabų 6 užtikrinimas sąlygoja aukštą atramos darbo patikimumą net išsinešiojus porai "antdėklai – kieta apkaba", bei padidina jos galingumą.

Prie tiesialinijinio judesio atramų galima priskirti RTM, naudojama dinaminiam virpesiams gesinti (41 pav.). Jis susideda iš korpuso 7, kuriame patalpinti du glotnaus paviršiaus debalansuoti cilindriniai dielektriniai ritinėliai 2, su įvarža užsodinti ant pjezokeraminių įvorių 3, tvirtai užtvirtintų ant ašių 4, kurios per laikiklį 5 su išpjova 6, užtikrinančią standumo sumažėjimą, pritvirtintos prie nejudančio pagrindo 7. Pjezokeraminių įvorių 3 elektrodai prijungti prie aukštadažnės įtampos šaltinio 8. Ritinėlius 2 S forma apgaubia plona spyruokliuojanti juosta 9, savo galais pritvirtinta prie korpuso.



41 pav. RTM, naudojamo dinaminiam virpesiams gesinti [39]

Padavus aukštadažnį elektrinį signalą iš aukštadažnės įtampos šaltinio 8 į pjezokeraminių įvorių elektrodus 3, tarp jų ir dielektrinių ritinėlių 2, pagamintų su debalansu susidaro VSDP ir ritinėliai 2 ant jos pasisuka aplink savo ašį. Kai išorinių korpuso 7 virpesių nėra, ritinėliai 2 dėl jų debalanso pasisuka taip, kad jų sunkio centrai užima žemiausias padėtis, o korpusas 1 užima pradinę padėtį.

Korpusui 1 pasislinkus į kairę, apatinis ritinėlis pasisuka pagal laikrodžio rodyklę, juosta 9 perslenka ritinėliais 2 ir viršutinis ritinėlis pasisuka prieš laikrodžio rodyklę. Dėl ritinėlių 2 sunkio centro poveikio, t.y. dėl ritinėlių debalanso, jie "stengiasi" grįžti į pradinę padėtį ir korpusas pradeda svyruoti aplink pusiausvyros padėtį.

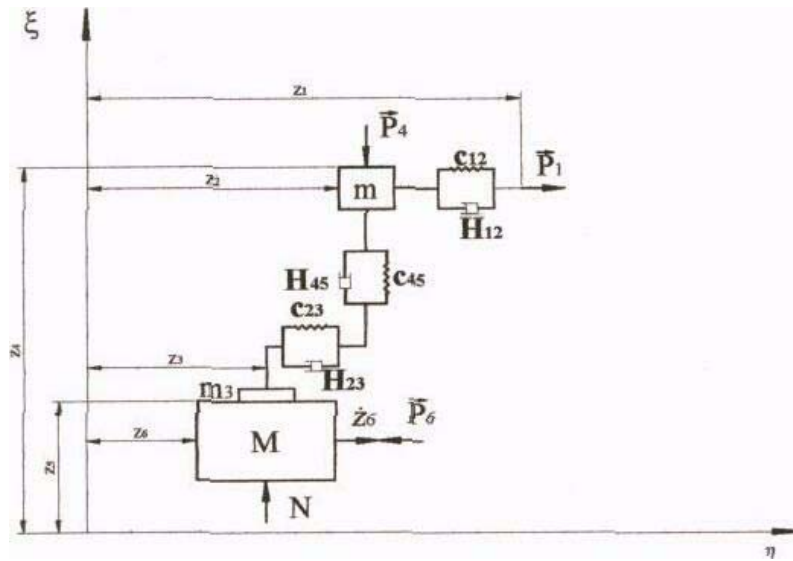
Keisdami VSDP, susidarancios tarp pjezokeraminių įvorių 3 ir jas gaubiančių ritinėlių 2 (t.y. keisdami maitinimo įtampos, paduodamos į pjezokeraminių įvorių 3, amplitudę arba dažnį) galime reguliuoti linijinių korpuso 7 virpesių amplitudę. Šiuo atveju susidaro žadinimo virpesiai, kurie riboja juostos pasisukimą, susidarius VSDP aplink pjezokeramines įvoves 3, o tuo pačiu ir linijiniai korpuso virpesiai.

Atjungus įvorių 3 aukštadažnį elektrinį signalą, fiksuojame korpusą 7. Ši RTM konstrukcija leidžia valdyti linijinių virpesių amplitudes plačiame virpesių diapazone.

4. TEORINIS MECHANIZMO TYRIMAS

RTM ritinėliai 1 ir 2 gaubiami dideliu kampu (180° - 265°) lanksčia juosta 3 su įtempimu (1 pav.). Virpančiais elementais RTM gali būti tiek juosta, tiek ritinėliai. Tačiau rolamaitinių mechanizmų dinaminiai modeliai yra sudėtingi ir jų teoriniai tyrimai nelengvi. Todėl pasinaudojame supaprastintu RTM sistemos "ritinėlis – juosta" dinaminium modeliu, kad galėtumėme išanalizuoti ir kokybiškai įvertinti virpesių įtaką slydimo procesui (42 pav.). Supaprastintą dinaminį RTM modelį ištirsime ir aprašysime diferencialinėmis lygtimis.

Tiriamas masių m ir M tolygusis judėjimas normaline vienas kitam kryptimi.



42 pav. RTM sistemos „ritinėlis – juosta“ dinaminis modelis [13]

42 pav. pažymėta: $z_i (i = 1, \dots, 6)$ – elementų poslinkiai (normaline ir tangentine kryptimis), P_1 – traukiančioji jėga, P_6 – pasipriešinimo judesiui jėga, P_4 – masės m prispaudimo prie masės M jėga, iššaukianti normalinio spaudimo jėgą N . Juosta išreiškiama sutelktaisiais parametrais. Kontakto zonos tarp juostos ir ritinėlio viduryje sutelkta juostos redukuota masė m , likusioji juostos dalis išilgine kryptimi pakeista tampriuoju c_{12} ir dissipatyviniu (sklaidos) H_{12} elementais. Juostos masė m sutelkta betarpiskai ties paviršiumi ritinėlio, išreikšto kaip kūno su mase M .

Diferencialinės judesio lygtys pagal schemą (42 pav.) yra išreiškiamos taip:

RTM tiesiaieigio judesio atramos. Deividas Janulis MM-4 gr.

$$\begin{aligned}
 H_{12}(\dot{z}_1 - \dot{z}_2) + c_{12}(z_1 - z_2) &= P_1, \\
 m\ddot{z}_2 - H_{12}(\dot{z}_1 - \dot{z}_2) - c_{12}(z_1 - z_2) + H_{23}(\dot{z}_2 - \dot{z}_3) + c_{23}(z_2 - z_3) &= 0, \\
 m_3\ddot{z}_3 - H_{23}(\dot{z}_2 - \dot{z}_3) - c_{23}(z_2 - z_3) + [H_{45}(\dot{z}_4 - \dot{z}_5) + c_{45}(z_4 - z_5)] * f_0 \text{sign}(\dot{z}_3 - \dot{z}_6) + \\
 + f(\dot{z}_3 - \dot{z}_6) &= 0, \\
 M\ddot{z}_6 - [H_{45}(\dot{z}_4 - \dot{z}_5) + c_{45}(z_4 - z_5)] * f_0 \text{sign}(\dot{z}_3 - \dot{z}_6) - f(\dot{z}_3 - \dot{z}_6) &= -P_6, \\
 m\ddot{z}_4 + H_{45}(\dot{z}_4 - \dot{z}_5) + c_{45}(z_4 - z_5) &= -P_4,
 \end{aligned} \tag{3}$$

čia: H_{12}, H_{23}, H_{45} – klampiosios trinties koeficientai ;

c_{12}, c_{23}, c_{45} – kietumo koeficientai;

f_0 – sausosios trinties koeficientas;

f – klampiosios trinties koeficientas.

Kai kuriais atvejais klampiosio trinties koeficientas yra proporcingas normalinės reakcijos dydžiui ir galioja lygtis:

$$f = f_1 \cdot N_{45} \tag{4}$$

čia: f_1 – drėgnosios slydimo trinties koeficientas.

Apibrėžiame išorinį trikdymą:

$$\begin{aligned}
 P_1 &= A_1 + B_1\dot{z}_1 + D_1 \sin(\omega t + \alpha_1), \\
 P_4 &= A_4 + B_4\dot{z}_4 + D_4 \sin(\omega t + \alpha_4), \\
 P_6 &= A_6 + B_6\dot{z}_6 + D_6 \sin(\omega t + \alpha_6), \\
 z_5 &= D_5 \sin(\omega t + \alpha_5), \\
 \cdot &= \frac{d}{dt}
 \end{aligned} \tag{5}$$

Kad įvertinti sistemos darbą yra įvertinamos pagrindinės charakteristikos, kaip darbą arba jėgą, judančias jėgas, naudingo pasipriešinimo jėgas ir kt.

Pagal 42 pav. , judančių jėgų darbas:

$$A_{dv} = \int_0^{H_z} P_1 dz_1 = \int_0^T P_1 \dot{z}_1 dt. \tag{6}$$

Naudingas darbas:

$$A_n = \int_0^{H_z} P_6 dz_6 = \int_0^T P_6 \dot{z}_6 dt. \tag{7}$$

Naudingumo koeficientas:

$$\eta = \frac{A_n}{A_{dv}} = \frac{\int_0^T P_6 \dot{z}_6 dt}{\int_0^T P_1 \dot{z}_1 dt} . \quad (8)$$

Jis padeda įvertinti ritinėlių efektyvumą su juostos pagalba.

Greičio netolygumas:

$$\mathcal{G}_z = \frac{\dot{z}_{\max} - \dot{z}_{\min}}{\bar{\dot{z}}}, \quad (9)$$

$$\text{čia: } \bar{\dot{z}} = \frac{\dot{z}_{\max} + \dot{z}_{\min}}{2} . \quad (10)$$

Įsivedame naujus kintamuosius:

$$\begin{aligned} x_i &= \frac{z_i}{l} (i = 1, \dots, 6); p = \sqrt{\frac{c_{12}}{m}}; \tau = pt; \dot{\tau} = \frac{d}{d\tau}; \nu = \frac{\omega}{p}; \\ 2h_{rs} &= \frac{H_{rs}}{pm} (rs = 12, 23, 45); N' = \frac{N}{p^2 ml}; \mu = \frac{M}{m}; \mu_3 = \frac{m_3}{m}; \\ F_j &= \frac{P_j}{p^2 ml} = \frac{P_j}{c_{12} l} (j = 1, 4, 6); a_j = \frac{A_j}{c_{12} l}; b_j = \frac{B_j}{pm}; d_j = \frac{D_j}{c_{12} l}; \\ d_5 &= \frac{D_5}{l}; \delta_{23} = \frac{c_{23}}{c_{12}}; \delta_{45} = \frac{c_{45}}{c_{12}}, \end{aligned} \quad (11)$$

Atsižvelgiant į naujus kintamuosius (11), diferencialines judesio lygtis (3) galime perrašyti tokia išraiška:

RTM tiesiaiegiio judesio atramos. Deividas Janulis MM-4 gr.

$$\begin{aligned}
 2h_{12}(x'_1 - x'_2) + (x_1 - x_2) &= F_1, \\
 x''_2 - 2h_{12}(x'_1 - x'_2) - (x_1 - x_2) + 2h_{23}(x'_2 - x'_3) + \delta_{23}(x_2 - x_3) &= 0, \\
 \mu_3 x''_3 - 2h_{23}(x'_2 - x'_3) - \delta_{23}(x_2 - x_3) + [2h_{45}(x'_4 - x'_5) + \delta_{45}(x_4 - x_5)] \cdot [f_0 \text{sign}(x'_3 - x'_6)] + \\
 + f(x'_3 - x'_6) &= 0, \\
 \mu x''_6 - [2h_{45}(x'_4 - x'_5) + \delta_{45}(x_4 - x_5)] \cdot f_0 \text{sign}(x'_3 - x'_6) - f(x'_3 - x'_6) &= -F_6, \\
 x''_4 + 2h_{45}(x'_4 - x'_5) + \delta_{45}(x_4 - x_5) &= -F_4,
 \end{aligned}$$

čia: h_{12}, h_{23}, h_{45} – dempferiavimo koeficientai.

Lygtį (4) perrašome į pavidalą:

$$f = f_1 [2h_{45}(x'_4 - x'_5) + \delta_{45}(x_4 - x_5)].$$

Išorinis trikdymas neparimetrine išraiška išreiškiamas:

$$\begin{aligned}
 F_1 &= a_1 + b_1 x'_1 + d_1 \sin(v\tau + \alpha_1), \\
 F_4 &= a_4 + b_4 x'_4 + d_4 \sin(v\tau + \alpha_4), \\
 F_6 &= a_6 + b_6 x'_6 + d_6 \sin(v\tau + \alpha_6), \\
 x_5 &= d_5 \sin(v\tau + \alpha_5).
 \end{aligned} \tag{12}$$

Naudingumo koeficientas:

$$\eta = \frac{A_n}{A_{dv}} = \frac{\int_0^{T_i} F_6 x'_6 d\tau}{\int_0^{T_i} F_1 x'_1 d\tau}. \tag{13}$$

Judėjimo greičio netolygumas:

$$\delta x'_s = \frac{x'_{s \max} - x'_{s \min}}{\bar{x}'_s} (s = 1, 2, 6), \tag{14}$$

$$\text{čia: } \bar{x}'_s = \frac{x'_{s \max} + x'_{s \min}}{2}. \tag{15}$$

5. RTM VIBRUOJANTYS ELEMENTAI

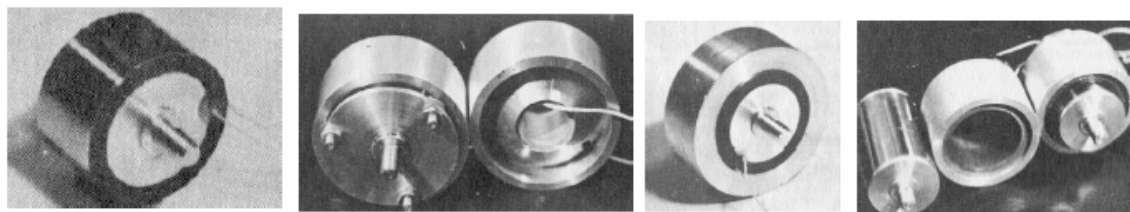
5.1. RTM Vibruojančių elementų konstrukcijos

Klasikiniuose RTM [1, 2] negalima valdyti tokių parametru kaip traukimo jėga arba pasipriešinimo judesiui jėgų momentas, išskyrus tik tampriųjų charakteristikų priklausomybę nuo RTM grandžių padėties.

Įtaisius RTM virpančius elementus, t.y. suteikus kryptingus aukštadažnius virpesius kontaktuojantiems kūnams, buvo praplėstos RTM funkcinės galimybės – atsirado galimybė valdyti juose trintį bei traukimo jėgą, padidinti darbo startstopiniu režimu greitaieigiškumą.

Šiuos trūkumus galime panaikinti, RTM valdymui pritaikę virpesius. Virpesių įvedimui naudojami pjezoelektriniai keitikliai (PEK). Keičiant maitinimo signalo parametrus, galima gauti labai tikslių pozicionavimo režimą, todėl RTM ypač tinka naudoti robototeknikoje, judesio atramos, siurbliuose, juostos traukimo mechanizmuose, griebtuose, tikslaus pozicionavimo mechanizmuose.

RTM su virpančiais ritinėliais nebūdingi nuostoliai dėl trinties guoliuose. Vibroritinėliai, naudojami RTM, pagal savo konstrukciją yra skirstomi į kelis tipus – pasyvius (42 pav.) ir vibrovariklius.



a)

b)

c)

d)

43 pav. RTM ritinėlių su vibroelementais tipai:

a – virpantis nejudamas ritinėlis (Nr.1), b – virpantis nejudamas ritinėlis su bangolaidžiu (Nr.2), c – sukamas ritinėlis su PEK, sumontuotas ant nejudamos ašies (Nr.3), d – sukamas ritinėlis su PEK, įmontuotu į sukamą ritinėlio dalį – išorinį žiedą (Nr.4)

Pirmojo (Nr.1) tipo RTM ritinėlis yra sudarytas iš nejudamai įtvirtintos korpuse – laikiklyje ašies, kurią gaubia pjezoelektrinis žiedas (43 pav., a). RTM su pirmojo tipo ritinėliais tarp juostos ir ritinėlio susidaro virpesių plėvelė (VP). Padavus aukštadažnį elektrinį signalą. PEK elektrodams,

tarp juostos ir ritinėlių susidaro VP – sumažėja kontakto plotas tarp jų, tuo pačiu sumažėja įtempimai tarp šių RTM elementų. Dėl prie juostos pridėtų jėgų ji pradeda praslysti ritinėlių atžvilgiu. Atjungus valdymo signalą, lanksti juosta tampriai apgaubia ritinėlius ir fiksuoja juos esamoje padėtyje, tuo pačiu užfiksuodama ir korpusą. Vibroplėvelės parametrus keisti ir korpuso perstūmimo tikslumą užtikrinti galime keisdami aukštadažnio signalo parametrus.

Antrojo (Nr.2) tipo RTM ritinėlių sudaro virpantis nejudamas ritinėlis, ant kurio nejudamai sumontuotas vibrobangolaidis (43 pav., b), leidžiantis padidinti virpesių amplitudę prie tų pačių energijos sąnaudų. Vibrobangolaidį sudaro du koncentriški žiedai, sujungti pertvarėle, kurios storis kinta nuo centro link krašto. Dėl bangolaidžių panaudojimo sumažėja ritinėlio išsidėvėjimas, pailgėja mechanizmo tarnavimo laikas, sumažėja energijos sąnaudos. VP susidaro tarp juostos ir ritinėlio bangolaidžio.

RTM su ritinėliais Nr.1 ir Nr.2 visiškai nėra sukimosi judesio. Šių ritinėlių trūkumas yra tai, kad juosta dėl konstrukcinių RTM ypatybių negali pilnai apgaubti ritinėlių ir todėl negali būti pilnai išnaudojami sukelti virpesiai, gaunamos sąlyginai didelės energijos sąnaudos.

Trečiojo (Nr.3) tipo RTM ritinėlių sudaro virpantis nejudamas ritinėlis (Nr.1), ant kurio su įvarža užmautas žiedas (43 pav., c). Tarp jų sukuriama vibracinė suspausta dujinė plėvelė (VSDP).

VSDP gali būti sukurta ir ketvirtojo (Nr.4) tipo RTM ritinėlyje (43 pav., d), kuriame ant nejudamos ašies su įvarža užmautas sukamas išorinis žiedas su įmontuotu jame PEK. VSDP susidaro tarp šio žiedo ir nejudamos ašies.

Šių konstrukcijų ritinėliuose (Nr.3 ir Nr.4) gaunama VSDP, išnaudojama visame ritinėlio perimetre, ir išvengiama plėvelės deformacijos dėl jos plonumo.

5.2. RTM virpančių elementų klasifikacija

RTM virpantys elementai klasifikuojami pagal:

1. Funkcinę paskirtį:

1.1 virpesių plėvelės sudarymui:

1.1.1 sujungti su juosta;

1.1.2 įeinantys į ritinėlių sudėtį.

1.2 traukimo jėgos sudarymui:

1.2.1 pagal judesio kryptį:

1.2.1.1 viena kryptimi:

1.2.1.1.1 panaudojant virpančio PEK įžambų smūgį į ritinėlių:

RTM tiesiaieigio judesio atramos. Deividas Janulis MM-4 gr.

1.2.1.1.1.1 stačiakampės plokštelės formos;

1.2.1.1.1.2 vieno ar kelių žiedinių PEK su bangolaidžiu;

1.2.1.1.1.3 trikampės plokštelės formos.

1.2.1.2 su krypties reverse:

1.2.1.2.1 panaudojant “bėgančios bangos” principą ritinėlyje:

1.2.1.2.1.1 iš PEK segmentų;

1.2.1.2.1.2 iš atskirų PEK;

1.2.1.2.1.3 panaudojant PEK su sudalintais elektrodais.

RTM virpantys ritinėliai klasifikuojami pagal varančiųjų ritinėlių skaičių:

1. Vieno varančiojo ritinėlio sukimui:

1.1 pusžiedžių formos;

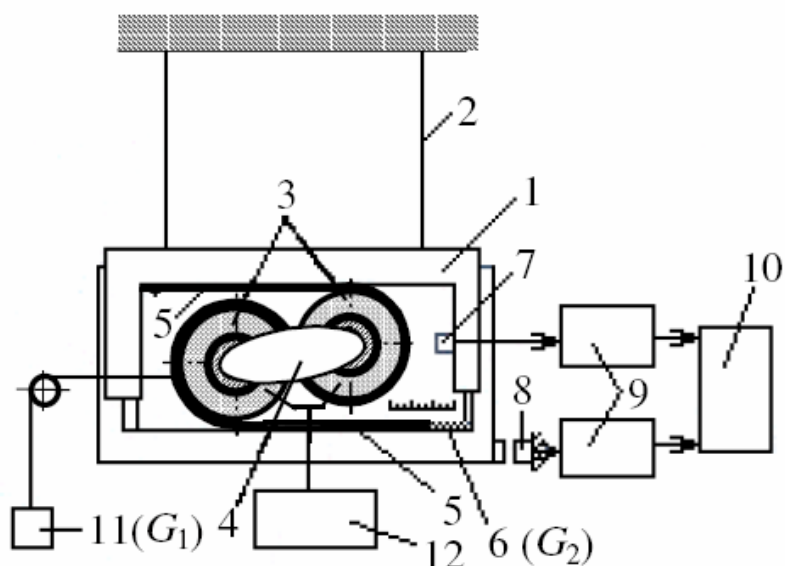
1.2 plokštelės formos.

2. Dviejų varančiųjų ritinėlių sukimui.

6. RTM EKSPERIMENTINIŲ TYRIMŲ ANALIZĖ

Žinoma, kad pridėjus aukštadažnes vibracijas mechanizmuose sumažėja trinties jėga juose [13]. Nors žinoma, neaišku kaip keisis trinties jėga RTM, turinčiuose vibruojančius ritinėlius, priklausomai nuo lanksčios juostos įtempimo jėgos keitimo, ritinėlių apgaubimo kampo, nuo ritinėlių vibracijos amplitudės ir t. t.

RTM su virpančiais elementais tyrimui negalime panaudoti įprastų RTM tyrimų stendų [2, 7, 15]. Kad ištirti RTM su virpančiais elementais, buvo sukurtas specialus prietaisas (44 pav.) [40]. Prietaiso veikimas pagrįstas trinties tarp ritinėlių ir juostos koeficiento reguliavimu, keičiant vibroplėvelės parametrus.



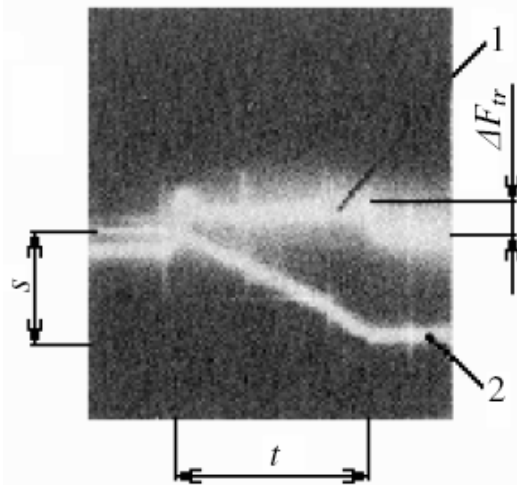
44 pav. RTM su virpančiais ritinėliais tyrimo prietaisas [40]

Eksperimentinis prietaisas (44 pav.) susideda iš korpuso 1, kurio viršutinė dalis, įeinanti į apatinę, pritvirtinama prie dviejų plokščių spyruoklių 2, kurios savo ruožtu pritvirtinamos prie nejudamo pagrindo. Į korpuso 1 vidų įstatomi tiriamo RTM virpantys ritinėliai 3, kurių ašys nejudamai sujungtos plokštėle 4. Kiekvienas ritinėlis dideliu kampu ($180^\circ - 265^\circ$) gaubiamas lanksčia juosta 5, kuri vienu galu įtvirtinama prie viršutinės korpuso 1 dalies, o kitą galą tempia svoris 6 (G_2). Ant korpuso 1 ir nejudamo pagrindo pritvirtinti poslinkio jutikliai 7 ir 8, per signalų stiprintuvus 9 sujungti su registravimo prietaisu 10. Kad ritinėlius 3 veiktų tempimo jėga G_1 , prie plokštelės 4 pritvirtinamas svarmuo 11. Virpančių ritinėlių 3 elektrodai sujungti su aukštadažnės įtampos šaltiniu 12. Korpuso 1 poslinkį, sukelta deformuojantis plokščioms spyruoklėms

2, jas paveikus svarmeniu 11, fiksuoja poslinkio jutiklis 8. Ritinėlių 3 poslinkį korpuso 1 atžvilgiu fiksuoja poslinkio jutiklis 7. Korpuso 1 viršutinės ir apatinės dalių poslinkių (padėties pakeitimu) galima pakeisti ritinėlių 3 apgaubimo juosta 5 kampa.

Veikiant ritinėlius 3 tempimo jėga G_1 , trinties jėga F_{tr} veikia spyruoklių 2 deformacijas, korpusas 1 paslenka, ir jo paslinkimą fiksuoja jutiklis 8, o registruoja prietaisas 10. Davus aukštadažnį elektrinį signalą ritinėlių 3 elektrodams, ritinėliai pradeda virpėti, trinties jėga sumažėja dydžiu ΔF_{tr} , atsiranda slydimas tarp juostos 5 ir ritinėlių 3. Sumažėjus trinties jėgai, spyruoklės 2 grįžta pradinės padėties pusėn ir poslinkio jutiklis 8 tai fiksuoja (45 pav. oscilograma). Išjungus aukštadažnį elektrinį signalą ritinėlių 3 elektrodams, trinties jėga įgauna savo pradinį dydį.

Matuojamas rimties trinties jėgos F_0 dydis, kurį viršijus ritinėliai pradeda judėti neduodant jiems aukštadažnių elektrinių signalų, esant duotiems ritinėlių gaubimo juosta kampams α ir juostos įtempimo jėgos G_2 dydžiams.



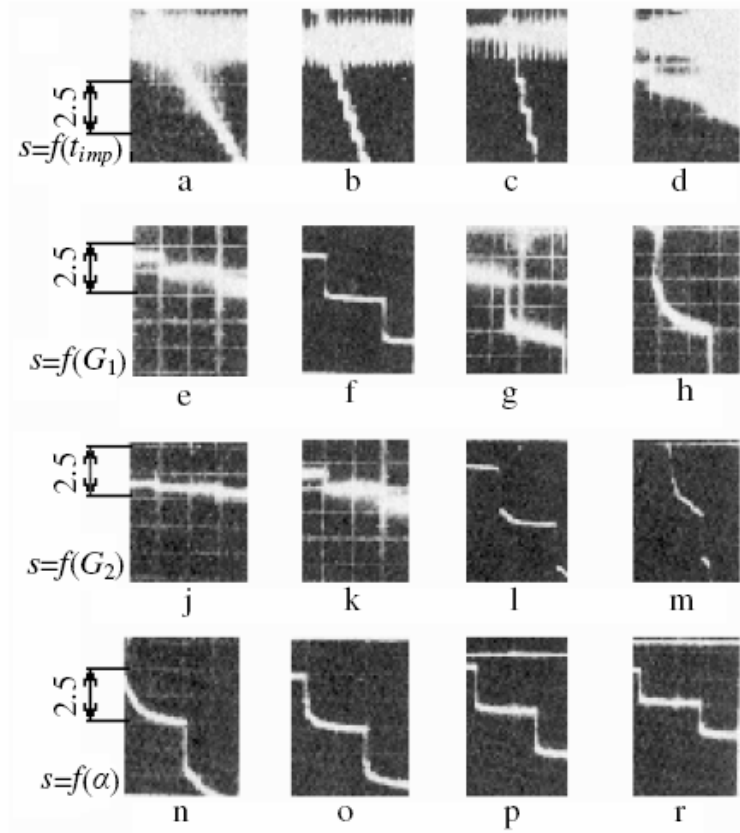
45 pav. Tiriomojo RTM virpančių ritinėlių ir korpuso poslinkių būdingosios oscilogramos [13]

Iš oscilogramos 1, kuri atitinka tiriomojo RTM korpuso poslinkį, galima spręsti apie trinties jėgos F_{tr} sumažėjimą – ΔF_{tr} , o iš oscilogramos 2, atitinkančios virpančių ritinėlių poslinkį, – apie jų nueitą kelią s ir laiką t , per kurį šis kelias nueinamas.

Tyrimai atlikti tiek nepertraukiamame, tiek startstopiniame režimuose.

Nepertraukiamo reguliavimo signalo režimo bandymai atlikti, norint nustatyti trinties jėgos priklausomybes nuo virpesių amplitudės ir ritinėlius maitinančių elektrinių impulsų periodo, nuo ritinėlių gaubimo juosta kampo, nuo jėgos, tempiančios ritinėlius, ir nuo juostos įtempimo jėgos.

Startstopinio reguliavimo signalo režimo bandymai atlikti siekiant išsiaiškinti ritinėlio poslinkio s ilgio (kelio, kurį persislinko ritinėlis per vieną reguliavimo impulso periodą) priklausomybes nuo impulso trukmės t_{imp} , – $s=f(t_{imp})$, nuo ritinėlių tempimo jėgos G_1 , – $s=f(G_1)$, nuo juostos įtempimo jėgos G_2 , – $s=f(G_2)$, nuo ritinėlių gaubimo juosta kampo α , – $s=f(\alpha)$ (46 pav.).



46 pav. RTM virpančių ritinėlių 1 poslinkių oscilogramos esant startstopiniam darbo režimui (parodyta poslinkio atkarpa $s=2.5$ mm) [13]

Analizuojame RTM ritinėlio 1 poslinkius esant startstopiniam darbo režimui ir duotoms reguliavimo impulso trukmės ir sekos dažnių reikšmėms (46 pav., a, b, c, d) šiomis sąlygomis: juostos įtempimo jėga $G_2=2.0$ N=const ; ritinėlių tempimo jėga $G_1=3.0$ N=const ; $f_r=88.5$ KHz; $U=51$ V; suminis dviejų ritinėlių gaubimo juosta kampas $\alpha=530^0$; impulso sekos dažniai: a, b, c atitinka 50 Hz, d – 5 Hz; impulso trukmės: a – 0.5 ms; b – 1.0 ms; c – 1.5 ms; d – 1.0 ms.

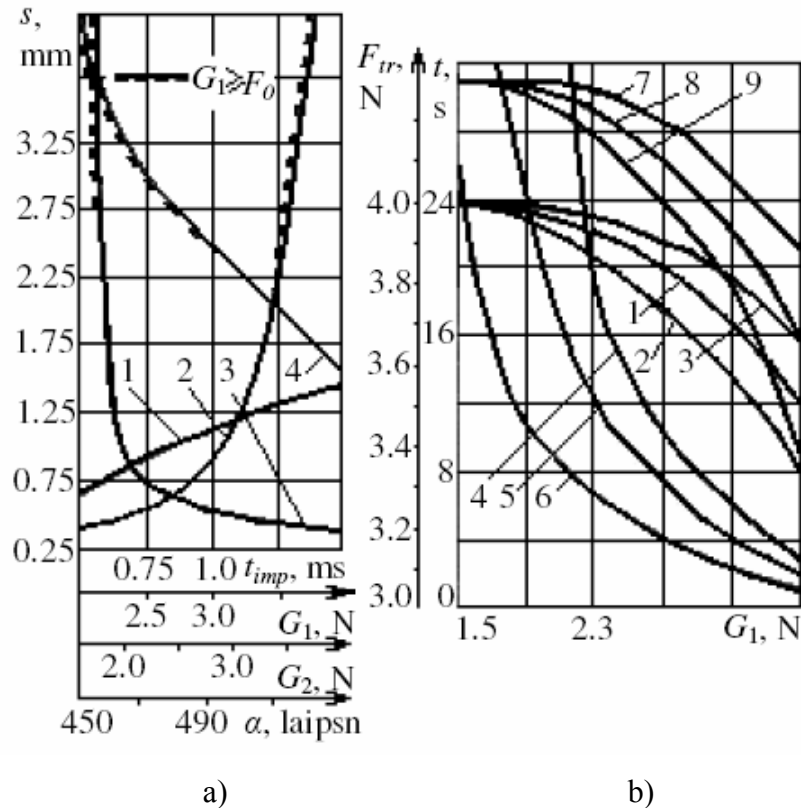
Kaip matyti iš pateiktų (46 pav., a, b, c, d) oscilogramų ir grafiko (47 pav., a, kreivė 1), kuo didesnė impulso trukmė t_{imp} , tuo ilgesnis kelias s , kurį nueina ritinėliai per vieną reguliavimo impulso periodą.

Trinties jėga F_{tr} ir laikas t , per kurį ritinėliai nuslenka reikiama kelią s , kai juostos įtempimo jėga $G_2=const$, sumažėja, jei ritinėliams suteikiama didesnė maitinimo įtampos amplitudė ir jie tempiami didesne jėga G_1 (47 pav., b). Eksperimentas atliktas RTM virpančių ritinėlių 1 nepertraukiamo maitinimo režimu, kai $\alpha=530^\circ$, $G_2=2.0 N=const$.

Per vieną reguliavimo impulso periodą ritinėlių nueitas kelias s pailgėja, padidinus ritinėlių tempimo jėgą G_1 . Tai matyti iš (46 pav., e, f, g, h) pateiktų oscilogramų ir grafiko (47 pav., a, kreivė 2). Jei $G_1 > F_0$, kur F_0 – ribinis rimties trinties jėgos dydis, tai jį viršijus ritinėliai pradeda judėti neduodant jiems aukštadažnių elektrinių signalų (46 pav., g, h).

Zona, kurioje $G_1 \geq F_0$, papildomai pažymėta punktyru (47 pav., a).

Eksperimento sąlygos šios: RTM darbo režimas – startstopinis; $G_2=2.0 N=const$; $\alpha=530^\circ$; $f_r=88.5 KHz$; $U=51 V$; $f_{imp.sek.}=5 Hz$; $t_{imp}=1.5 ms$; e – $G_1=3.0 N$; f – $G_1=3.5 N$; g – $G_1=3.6 N$; h – $G_1=3.7 N$.



47 pav. Priklausomybių kreivės: a – RTM ritinėlio 1 poslinkiai per vieną reguliuojančio impulso periodą: 1 – $s=f(t_{imp})$; 2 – $s=f(G_1)$; 3 – $s=f(G_2)$; 4 – $s=f(\alpha)$; b – priklausomybės $F_{tr}=f(G_1)$ – 1-3; $t=f(G_1)$ – 4-6 (rolamaitiniam mechanizmui su ritinėliais 1); $F_{tr}=f(G_1)$ – 7-9 (RTM su nejudamais ritinėliais, turinčiais bangolaidžius). Maitinimo įtampa U lygi: 3, 4, 7 – 10 V; 1, 5, 8 – 20 V; 2, 6, 9 – 30 V

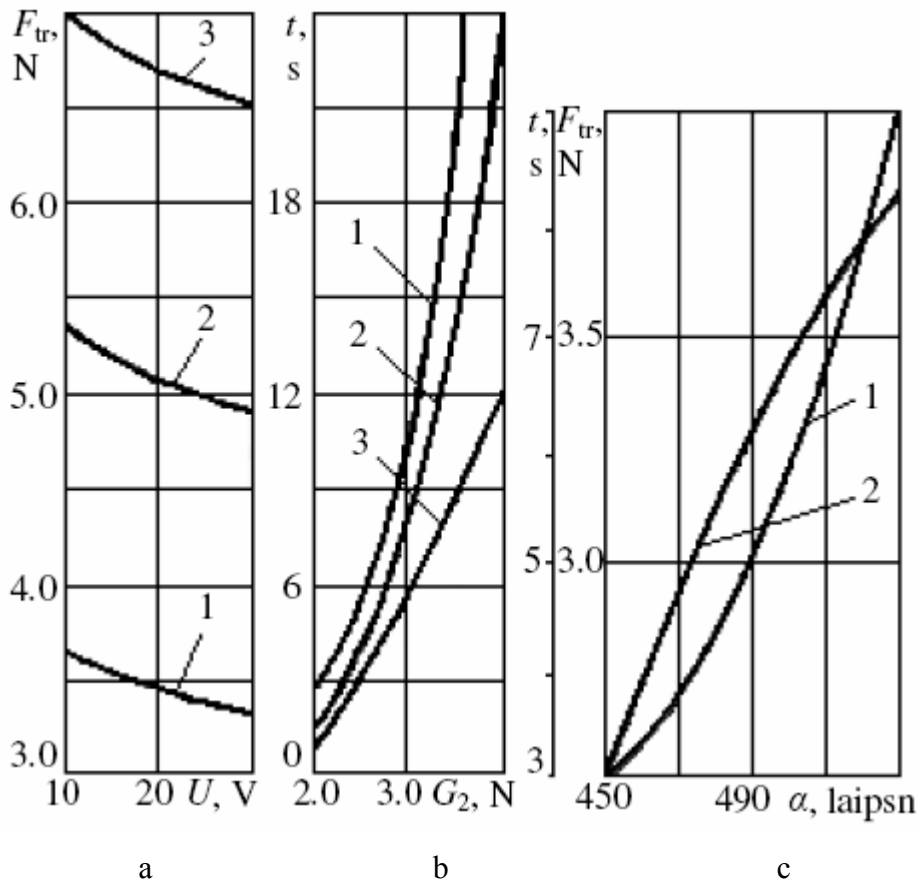
RTM tiesiaieigio judesio atramos. Deividas Janulis MM-4 gr.

Ritinėlių per vieną reguliavimo impulso periodą nueitas kelias s padidėja, mažinant juostos įtempimo jėgą (ritinėlių tempimo jėga $G_1=const$). Tai matyti iš (46 pav., j, k, l, m) pateiktų oscilogramų ir grafiko (47 pav., a, kreivė 3). Kai juostos įtempimo jėga G_2 labai maža, ritinėliai pradeda judėti neduodant jiems aukštadažnių elektrinių signalų (46 pav., l, m). Eksperimento sąlygos šios: RTM darbo režimas – startstopinis; $\alpha=530^0$; $f_r=88.5\text{ KHz}$; $U=51\text{ V}$; $G_1=3.0\text{ N}=const$; $f_{imp.sek.}=5\text{ Hz}$; $t_{imp}=1.5\text{ ms}$; $j - G_2=4.0\text{ N}$; $k - G_2=2.0\text{ N}$; $lg - G_2=1.7\text{ N}$; $m - G_2=1.5\text{ N}$.

Ritinėlių per vieną reguliavimo impulso periodą nueitas kelias s sutrumpėja, didinant ritinėlių gaubimo juosta kampą. Tai matyti iš (46 pav., n, o, p, r) pateiktų oscilogramų ir grafiko (47 pav., a, kreivė 4). Kai gaubimo kampas labai mažas, $G_1 \geq F_0$, ritinėliai pradeda judėti ir negaudami aukštadažnių elektrinių signalų (47 pav., n, o). Eksperimento sąlygos šios: RTM darbo režimas – startstopinis; α lygūs: n – 450^0 ; o – 480^0 ; p – 500^0 ; r – 530^0 ; $G_1=3.0\text{ N}$; $G_2=2.0\text{ N}$; $U=51\text{ V}$; $f_{imp.sek.}=5\text{ Hz}$; $t_{imp}=1.5\text{ ms}$.

RTM nejudami virpantys ritinėliai Nr.2 su bangolaidžiu (43 pav., b) esant tokioms pat maitinimo ir jų poveikio jėgomis sąlygoms, virpa didesne amplitude nei ritinėliai (be bangolaidžiu). Priklausomybės, būdingos ritinėliams su bangolaidžiais, pagal savo pobūdį analogiškos ritinėlių Nr.2 (43 pav., b) priklausomybėms, pavyzdžiui, $F_{tr}=f(G_1, U)$ (47 pav., b, kreivės 7 – 9). Trinties jėgos sumažėjimo dydis ΔF_{tr} tomis pačiomis darbo sąlygomis RTM su ritinėliais Nr.1 (be bangolaidžiu) yra mažesnis nei RTM su ritinėliais Nr.2, turinčiais bangolaidžius.

Trinties jėga F_{tr} ir laikas t , per kurį ritinėliai nueina žinomą kelią s , kai $G_1=const$, mažėja, jei ritinėliai “maitinami” padidintos amplitudės įtampa ir sumažinama juostos įtempimo jėga G_2 . Tai atsispindi grafikuose (48 pav., a, b). Eksperimentas atliekamas nepertraukiamu virpančių ritinėlių Nr.1 maitinimo režimu, $\alpha=530^0$.



48 pav. RTM su ritinėliais 1 priklausomybių kreivės:

a – $F_{tr}=f(U)$, kai $G_1=3.5\text{ N}=\text{const}$; G_2 lygūs: 1 – 2.0 N; 2 – 3.0 N; 3 – 4.0 N;

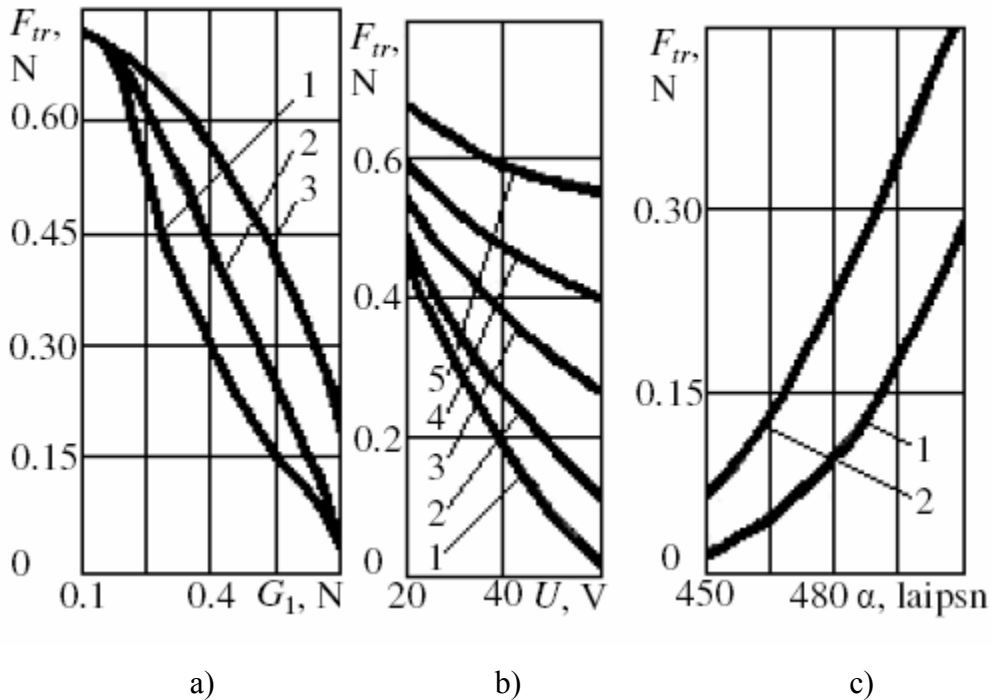
b – $t=f(G_2)$, kai $G_1=3.5\text{ N}=\text{const}$; U lygūs: 1 – 10V; 2 – 20 V; 3 – 30 V;

c – 1 – $F_{tr}=f(\alpha)$; 2 – $t=f(\alpha)$, kai $U=40\text{ V}$; $G_1=G_2=2.0\text{ N}$

Trinties jėga F_{tr} ir laikas t , per kurį ritinėliai nueina kelią s , kai $G_1=G_2=\text{const}$, didėja didinant ritinėlių gaubimo juosta kampą α (48 pav., c). Eksperimentas atliekamas nepertraukiamu virpančių ritinėlių Nr.1 (43 pav., a) maitinimo režimu.

Didelį susidomėjimą kelia sukamų ritinėlių Nr.4 (43 pav., d) panaudojimas RTM. Iš eksperimentinių tyrimų rezultatų (49 pav.), matyti, kad trinties jėga F_{tr} sumažėja, jeigu:

- ritinėliams prijungiama didesnės amplitudės maitinanti įtampa U ,
- ritinėliai veikiami didesne tempimo jėga G_1 (49 pav., a),
- sumažinama juostos įtempimo jėga G_2 (49 pav., b),
- sumažinamas ritinėlių gaubimo juosta kampas α (49 pav., c).



49 pav. RTM su ritinėliais Nr.2 (43 pav., b; 43 pav., c) priklausomybių kreivės: a – $F_{tr}=f(G_1)$, kai $\alpha=530^0$; $G_2=5.0 N$; U lygūs: 1 – 50 V; 2 – 35 V; 3 – 20 V; b – $F_{tr}=f(U)$, kai $G_1=0.5 N$; $\alpha=530^0$; G_2 lygūs: 1 – 4.0 N; 2 – 5.0 N; 3 – 7.0 N; 4 – 8.0 N; 5 – 9.0 N; c – $F_{tr}=f(\alpha)$; $G_1=0.5 N$; $G_2=5.0 N$; U lygūs: 1 – 50 V; 2 – 30 V

Kaip matyti iš pateiktų eksperimentinių rezultatų, RTM su sukamais virpančiais ritinėliais Nr.2 (43 pav., b), palyginti su kitais, pasižymi didesne laikomąja geba ir yra žymiai jautresni. Juos tikslinga naudoti ypač jautriose sistemose. Ritinėliuose Nr.2 (43 pav., b) labai greitai susidaro VSDP, nes panaudojamas visas pjzokeraminio žiedo darbinis paviršius, kas yra neįmanoma RTM su kitokio tipo virpančiais ritinėliais būtent dėl RTM konstrukcijos. Be to, RTM su virpančiais nejudamais ritinėliais (43 pav., a, b), gaubiamais lanksčios juostos, VP susidaryti tarp virpančio ritinėlio ir juostos kliudo tai, kad lanksti juosta yra palyginti plona ir deformuojasi.

IŠVADOS

Iš tyrimų analizės padaryta išvada, kad rolamaitiniai mechanizmai leidžia pasiekti didelį kinematinį tikslumą, o kai kurioms sąlygoms esant - perduoti judesį be nuostolių.

Pažangi rolamaitinio tipo mechanizmų savybė dirbti nereikalaujant tepimo yra labai svarbi ateities ūkiui (neberekalingi dideli kiekiai naftos produktų, plotai jiems laikyti, lėšos žaliavų, gaminių ir atidirbtų produktų sandėliavimui) bei aplinkosaugai (nebėra taršos pavojaus, todėl taupomos lėšos teršalų surinkimui bei nelaimingų pasėkmių likvidavimui).

Darbe apžvelgtos įvairios rolamaito tipo mechanizmų – tiesialinijinio judesio atramų konstrukcijos. Ateityje praktikoje taikyti rolamaitinius mechanizmus rekomenduojama remiantis šių konstrukcijų – analogais.

Tikslinga taikyti vibracijomis valdomus ritinėlius, kadangi gaunamas tolygesnis mechanizmo dalių judesys, pagerėja darbo ilgaamžiškumo charakteristikos.

Remiantis dinaminių procesų, vykstančių rolamaito tipo mechanizme, tyrimais, galima teigti, kad dinaminių procesų parametrai sistemoje priklauso nuo normalinių jėgų tarp ritinėlio ir juostos dydžio, nuo šių detalių tarpusavio sausosios ir klampiosios trinties koeficientų, bei žadinančių ir pasipriešinimo jėgų santykio. Kiekvienam mechanizmui egzistuoja bemačio koeficiento, įvertinančio elementų prispaudimo normalines jėgas, dydis, kurį viršijus elementai tarpusavyje nebepraslysta. Keičiant trikdymo virpesių parametrus, galima keisti nepraslydimo tarp mechanizmo elementų zonos ribas.

Rolamaitinės atramos stiprus juostos įtempimas ir dėl to kylantys žymūs normaliniai įtempimai tarp ritinėlių ir juostos praktiškai leidžia išvengti praslydimo.

RTM tiesialinijinio judesio atramos turi unikalias tikslumo savybes, kurių neįmanoma pasiekti su kitomis mechaninių pavarų konstrukcijomis.

Virpesiais valdomi rolamaito tipo mechanizmai užtikrina tolygų, greitą ir tikslų darbinių dalių judėjimą bei pozicianavimą.

LITERATŪRA

1. Wilkes D. F. Rolamite: A new mechanical design concept. Sandia, 1967. 223 p.
2. Wilkes D. F. Rolamite: A new mechanism. Sandia, 1968. 11-29 p.
3. Biased. Rolamite ousts complex gage mechanism. Machine design, 1972. 121 p.
4. Leslie E. N. The rolamite geometry – a new engineering concept. Ind. and East. Engineering, 1969. 215-219 p.
5. Ogawa K., Funabashi H., Sugimoto K. A study on the rolamite. Bull. JSME, 1972. 122-129 p.
6. Кедмен Р. В. Геометрический и силовой расчёт ролямита. Конструирование и технология машиностроения, 1969. 201-209 с.
7. Percival C. M., Norwood F. R. A. Theoretical and experimental investigation of the dynamic response of rolamite. Trans. ASME, 1969. 235-239 p.
8. Thornton A. W., Predecki P. Design considerations in a rolamite knee joint prosthesis. J. Biomed. Mater. Res. Symposium, 1973. 419-433 p.
9. Memmel M. Rolamite – eine neue technik. Tech. Zbl. Für praktische Metallbearbeitung, 1968. 427-432 p.
10. Brickman A. D. Rolamite revisited. Machine design, 1968. 48 p.
11. Müller H. Bericht über rolamite. Feinwerktechnik, 1970. 26-27 p.
12. Кульбачный О. И., Озеров В. В. Исследование ленточно – роликовых фрикционных механизмов типа „Роламайт“. Москва, 1977. 104-115 с.
13. Рагульскис К. М., Улозас Р. В. К., Бакай Н. Г., Палявичюс А. Механизмы типа роламайт. Вильнюс, 1990. 200 с.
14. Рагульскис К. М., Улозас Р. В. К. Механизмы типа роламайт с виброелементами. Вильнюс, 1980. 143 с.
15. Funabashi H., Ogawa k., Katakura H. On an application of the rolamites to non-uniform motion mechanisms. Bull. JSME, 1978. 309-316 p.
16. RTM – signalizacijos įrenginys. JAV patentas Nr. 3592069.
17. RTM - kojos kelio sąnario protezas. JAV patentas Nr. 3592069.
18. RTM, skirtas sunkaus krovinio palaikymui. Didžiosios Britanijos patentas Nr. 1181636.
19. RTM su juosta, susukta į du ritinėlius. JAV patentas Nr. 3471668.
20. RTM su papildoma juosta, susukta į ritinėlių. JAV patentas Nr. 3471668.

RTM tiesiaieigio judesio atramos. Deividas Janulis MM-4 gr.

21. RTM su juosta, pagaminta su užapvalintais standinimo liežuvėliais. JAV patentas Nr. 3452175.
22. RTM su spyruoklėmis. Didžiosios Britanijos patentas Nr. 1217947.
23. RTM su keičiamu kreipiančiųjų paviršių lygiagretumu. JAV patentas Nr. 3739648.
24. RTM – siurblio stumoklis. JAV patentas Nr. 3452175.
25. RTM – guolinė atrama. VFR patentas Nr. 1750417.
26. RTM – frikcinis perdavimo mechanizmas. Didžiosios Britanijos patentas Nr. 1181636.
27. RTM – sukamųjų virpesių sužadintojas. SSRS patentas Nr. 474360.
28. RTM – banginis frikcinis perdavimo mechanizmas. SSRS patentas Nr. 544791.
29. RTM, skirtas judesio perdavimui. JAV patentas Nr. 3691871.
30. Juostos traukimo mechanizmas. JAV patentas Nr. 3741564.
31. Rolamaitinis juostos traukimo mechanizmas. SSRS patentas Nr. 426239.
32. RTM su vibruojančiais ritinėliais Nr.1, naudojamo kaip tiesialinijinio judesio atrama. SSRS patentas Nr. 550498.
33. RTM su vibruojančiais ritinėliais Nr.2, turinčiais bangolaidžius, naudojamo kaip tiesialinijinio judesio atrama. SSRS patentas Nr. 621909.
34. RTM su vibruojančiais nejudančiais sukamais ritinėliais Nr.4, naudojamo kaip tiesialinijinio judesio atrama. SSRS patentas Nr. 594351.
35. RTM su ritinėliais - vibrovarikliais, naudojamo kaip tiesialinijinio judesio atrama. SSRS patentas Nr. 581336.
36. RTM su ritinėliais – vibrovarikliais, naudojamo kaip tiesialinijinio judesio atrama. SSRS patentas Nr. 634029.
37. RTM su ritinėliais – vibrovarikliais, naudojamo kaip tiesialinijinio judesio atrama. SSRS patentas Nr. 949236.
38. Ritinėlis – vibrovariklis, susidedantis iš dviejų pusžiedžio tipo pjezoelektrinių elementų. SSRS patentas Nr. 1010316.
39. RTM, naudojamas dinaminiam virpesiam gesinti. SSRS patentas Nr. 806930.
40. RTM su virpančiais ritinėliais tyrimo prietaisas. SSRS patentas Nr. 609074.