

სსიპ - საკარტველ ოს სახელმწიფო აგრარული
 უნივერსიტეტი

ედი სერმიდელასვილი

*მეწარმეობის ტექნოლოგიური პროცესებისა
 და ელემენტური ვიბრაციული დანადგარების
 დამუშავება და მათი მუშაობის რეჟიმების ოპტიმიზაცია*

აგროინჟინერიის დოქტორის აკადემიური
 ხარისხის მოსაპოვებლად წარმოდგენილი

d i s e r t ა c i ა

სოფლის მეურნეობის ელემენტური

სამეცნიერო ხელმძღვანელი ე.ბ.

ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი,

*სრული პროფესორი **ა. დიდუბუაძე***

ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი,

*სრული პროფესორი **რ. გოვრიტი***

2009 წელი

სსიპ - საერთაშორისო სახელმწიფო სასწავლო-მეცნიერო
 უნივერსიტეტი

ედი სერმიდელასვილი

*მეწარმეობის ტექნოლოგიური პროცესებისათვის
 ელექტრომაგნიტური ვიბრაციული დანადგარების
 დამუშავება და მათი მუშაობის რეჟიმების ოპტიმიზაცია*

ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატის სამეცნიერო
 ხარისხის მოსაპოვებლად წარმოდგენილი

d i s e r t a c i a

05.20.02 – სწავლის მეცნიერების დარგის ელექტრიფიკაცია

სამეცნიერო ხელმძღვანელი:
 ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი,
 პროფესორი **ა. დიდეულიძე**
 ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი,
 პროფესორი **რ. გოვრილი**

2006 წელი

sarCevi

Sesaval i	4
Tavi I. saki Txis Seswavi s mdgomareoba da kvl evis amocanebi	
1.1. Rvinomasal ebis warmoebis da xarixis gaumj obesebis aspeqtebi	13
1.2. el eqtromagnituri vibroamgznebebis konstruqciebis anal izi	21
1.3. ukuqcevi T-winsvl iTi moZraobis erTtaqtiani el eqtromagnituri vibroamgznebebi	24
1.4. el eqtromagnituri vibroamgznebebi kuTxiT-rxevadi RuziT	28
1.5. sasofl o-sameurneo produqtTa damuSavebisTvis gankuTvnil i el eqtromagnituri vibraciul i bunkerul i danadgarebi	32
1.6. el eqtromagnituri vibraciul i danadgarebis el eqtrokvebisa da marTvis el eqtrul i sqemebis anal izi	37
1.7. kvl evis mizani da amocanebi	43
Tavi II. sacdel i el eqtromagnituri vibraciul i danadgarebi da maTi kvl evis meTodika	
2.1. sacdel i el eqtromagnituri vibraciul i danadgarebis konstruqciul i Taviseburebani	44
2.2. kvl evis meTodika	59
2.3. el eqtromagnituri vibroamgznebebis el eqtrul i parametrebis gazomvis meTodika	61
2.4. meqanikuri parametrebis kvl eva	65

Tavi III. Teoriul i kvl evebi	
3.1. ukuqcevi T-winsvl iTi moZraobis erTtaqtiani el eqtromagnituri vibrodanadgarebis Teoriis sakiTxisaTvis	66
3.2. vibraciul i danadgari kuTxiT-rxevad Ruziani amgznebiT	82
3.3. Rvinomasal ebis dasamuSavebel i vibraciul i danadgarebis Tiristorul i marTva	85
3.4. vibrobunkerSi Rvinomasal ebis vibrireb- aqtivizaciis kanonzomierebani	95
Tavi IV. Rvinomasal ebis warmoebis teqno- logia da eqsperimentul i kvl evis Sedegebi	
4.1. el eqtromagnituri vibraciul i danadgarebis muSaobis reJimebis eqsperimentul i kvl eva	101
4.2. Rvinomasal ebis daZvel ebis al ternatiul i teqno- logia da kvl evebis anal izi	118
4.2.1. sabrende spirtebis warmoebis ZiriTadi wesebi . . .	121
4.2.2. sabrende spirtebze Catarebul i eqsperimentul i kvl evis Sedegebi	125
4.2.3. Rvinomasal ebze Catarebul i eqsperimentul i kvl evis Sedegebi	128
Tavi V. el eqtromagnituri vibraciul i danadgarebis saimedoobis sakiTxisaTvis	
135	
Tavi VI. el eqtromagnituri vibrodanadgarebis energetikul i da ekonomikuri efeqtianobis maCvenebl ebi	
142	
daskvnebi da rekomendaciebi	
147	
gamoyenebul i literatura	
151	
danarTebi	
169	

Sesaval i

Temis aq̄t̄ual oba da unikal oba: Tanamedrove sasofl o-sameurneo teqnikiT uzrunvel yofa, fasebis disparitetis pirobebSi, saqarTvel os agrarul i dargis efeqtianobis amaRl ebis erT-erT ganmsazRvrel faqtors warmoadgens, radgan konkurentunariani sofl is meurneoba warmoudgenel ia maRal i teqniki-ekonomikuri, energetikul i da saeqspl uatacio maCvenebl ebis mqone danadgarebis gareSe, roml ebmac unda uzrunvel yon agrarul i produqciis warmoebisa da gadamuSavebis uaxl esi teqno logiebis aTviseba. Tu gaviTval iswinebT im garemoebas, rom vibraciul ma manqanebma da danadgarebma, agreTve am teqniki saSual ebebze agebul ma teqno logiebma bol o periodSi moaxdines mraVal i warmoebis Zireul i gardaqmna, am mimarTul ebam arsebiTi wli i unda Seitanos qveyanaSi maRal xarixiani da konkurentunariani sasofl o-sameurneo produqciis miRebis saqmeSi. aucil ebel ia aRiniSnos, rom samarko Rvinis da brendis warmoeba tradiciul ad saqarTvel os agrarul i seqtoris prioritets warmoadgenda. yofil sabWoTa kavSiris respubli kebsa da social istur qveynebs Soris (mol dova, somxeTi, azarbaij ani, ungreTi, bul gareTi da a.S.) saqarTvel o Rvinomasal ebis, kerZod ki saSual o da ZviradRirebul i samarko Rvinoebis da brendis msxvil eqsportiorad iTvl eboda. sabazro ekonomikaze gadasvl is rTul periodSi mniSvnel ovnad Semcirda, rogorc Rvinisa da spirtiani sasmel ebis warmoeba, aseve uaxl esi teqno logiebis ararsebobis gamo daeca produqciis xarixi. ukanasknel peridSi pozitiurad Seicval a dargSi arsebul i mdgomareoba. dafuZnda

Rvinomasal ebis mwarwoebel i mraval i kompania, maT Soris, ucxouri kapital is monawil eobiT, roml ebic warmatebiT iyeneben biznesis marTvis da marketingis Tanamedrove midgomebs. warmoebebSi dainerga uaxl esi teqnol ogiebi, rac, Sesabamisad, adekvaturad aisaxa produqciis xarisxze.

ZviradRirebul i Rvinoebisa da brendis warmoebis teqnol ogia iTval iswinebs Rvinisa da sabrende spirtebis mraval wlian daZvel ebas. es xangrZl ivi procesi dakavSirebul ia did danakargebTan, roml ebic ZiriTadad gapirobebul ia aorTql ebiT. es iwvevs Rvinomasal ebis TviTRirebul ebis gazrdas da metad araxel sayrel ia mwarwoebl isaTvis konkurentunarianobis SenarCunebis Tval sazrisiT. daZvel ebis procesis xangrZl ivobis Semcireba amcirebs zemoaRniSnul danakargebs da zrdis brunvis process, rac stimul s miscems mewarmes awarmoos konkurentunariani, maRal i xarisxis produqcia.

vibraciul i rxvebis dadebiTi zegavl ena Rvinisa da sabrende spirtebis daZvel ebaze nakl ebad Seswavl ili da dasabuTebul ia, Tumca, dRemde, xSirad gvxdaba mosazreba imis Taobaze, rom vibraciul i rxvebi SesaZl ebl obas gvaZl even miviRoT bunebrivad daZvel ebul i Rvinoproduqtebis tol fasi masal ebi sakmaod SemWidroebul vadebSi. miuxedavad amisa, mkveTri aqtivizaciis movl ena warmoebaSi dRemde nakl ebad gamoiyeneba, rasac, Cveni azriT, ganapirobebs dRevandel i mewarmis fsiqol ogia, anu swrafad da mcire kapital dabandebebis pirobebSi miRos maqsimal uri sargebel i.

unda aRiniSnos, rom dReisaTvis ar aris damuSavebul i Rvinomasal is vibraciul i daZvel ebis mecniერul ad

dasabuTebul i meTodika, romelic saSual ebas mogvcems sxvadasxva Rvinomasal is SemTxvevaSi davadginot damuSavebis efeqtiani eqspozicia, rxevebis optimaluri sixSire da amplituda. aucil ebel ia agreTve, iseTi vibraciuli danadgaris konstrukciis Seqmna, romelic saSual ebas mogvcems Rvinis qarxnis pirobebSi movaxdinoT Rvinomasal is didi mocul obebiT damuSaveba.

arsebul vibrodanadgarebSi gamoyenebul amgznebebs Soris el eqtromagnituri vibroamgznebebi muSaobaSi sakmaod saimedoni da martivni arian, radgan isini ar Seicaven mbrunav nawil ebs. aseT amZravebSi el eqtromagnituri energia uSual od gardaiqmneba, rogorc ukuqceviT-winsvliT, aseve kuTxiT-rxevad meqanikur moZraobaSi, romel Tac axasiaTebT amuSavebis kargi Sesazl ebl obebi, xmauris dabal i done, ekonomuroba warmoebasa da eqspl uataciaSi, Tumca, amave dros, isini xasiaTdebian el eqtromeqanikuri parametrebis xSiri regul irebis aucil ebl obiT da yvel aze xel sayrel – rezonansis siaxlovis rejimSi arastabiluri muSaobiT. kerZod, adgili aqvs arasasurvel Sejaxebebs statorsa da Ruzas Soris, izrdeba xmauris done, amgznebebi moiTxoven xSir gawyobas.

sadisertacio naSromi aqtual uria imiT, rom igi eZRvneba meRvineobisaTvis energodamzogi el eqtromagnituri vibraciuli danadgarebis damuSavebas, rac uzrunvel yofs danadgaris sadgaris (romel zec moTavsebul i iqneba rezervuari, kasri da a.S.) moZraobas rogorc ukuqceviT-winsvliTi, aseve wriuli traektoriiT. aseve, racional uria danadgarebSi gamoyenebul i axali konstrukciis el eqtromagnituri amgznebi, romelic gamoirCeva el eqtromeqanikuri parametrebis regul irebis

sizustiT da meqanikur rezonansul an rezonansis siaxl ovis reJimSi stabil uri muSaobiT.

zemoaRniSnul is gaTval iswinebiT, Rvinomasal ebis daZvel ebis teqnol ogiuri procesebisaTvis, kerZod sabrende spirtebis daZvel ebisaTvis gankuTvnil i el eqtromagnituri vibraciul i danadgarebis damuSaveba da warmoebaSi gamoyeneba warmoadgens aqtual ur amocanas, emsaxureba ra teqnol ogiuri procesebis intensifikacias, Sromis mwarmoebl obis amaRI ebas da mniSvnel ovani ekonomikuri efeqtis miRebas.

amavdroul ad aRsaniSnavia, rom daCqarebul i tempiT daZvel ebul i Rvinomasal ebi unda inarCunebdes Sesabamis bukets, Seferil obas da yvel a im fizikur-qimiur parametrs, romel ic axasiaTebis bunebrivad daZvel ebul Rvinomasal as. dargSi arsebul i uaxl esi miRwevebi moyvanil i da ganxil ul ia saqarTvel os saxel mwifo sasofl o-sameurneo universitetis sofl is meurneobis el eqtrifikaciis departamentis da meRvineobis ganyofil ebis mier Catarebul kvl ebebSi, rasac ukanasknel periodSi mieZRna mraval i samecniro Sroma.

kvl evis mizani da amocanebi: iTval iswinebs meRvineobis teqnol ogiuri procesebisaTvis el eqtromagnituri vibraciul i danadgarebis racional uri konstruqciebis Seqmnas. dasaxul i miznis misaRwevad saWiroa Semdegi amocanebis gadawyveta:

- damuSavdes el eqtromagnituri vibraciul i danadgarebis axal i konstruqcia;
- SeirCes vibrodanadgarebis marTvisa da kvebis racional uri el eqtrul i sqemebi;
- gamokvl eul iqnes danadgarTa muSaobis reJimebi da SeirCes optimal uri varianti;

- განისაზრვოს რვინისა და საბრუნველ სპირტების დაზველების
stimul ირეაქციების სხვადასხვა ექსპოზიციისათვის
ზემოქმედება და დადგინდეს სასურველი ოპტიმიზაცია;
- დადგინდეს ელექტრომაგნიტური ვიბრაციების
საექსპლუატაციო მანქანების და მოხდეს ტექნიკურ-
ეკონომიკური ეფექტიანობის გაანგარიშება;
- რვინისა და ბრუნვის მუშაობისათვის მომზადდეს
რეკომენდაცია შესაბამისი და დამუშავებული ტექნოლოგიური
ინოვაციის მუშაობისათვის გადასაცემად.

კვლევითი მეთოდოლოგია, მიდგომები: ელექტრომაგნიტური
ვიბრაციების გამოცდის და ექსპერიმენტული კვლევების
უმეტესობა სპეციალური და ცხელბრუნვის ელექტრონიკის მანქანებისა და
აპარატების გამოცდის და კვლევების ანალიტიკური.

ელექტრომაგნიტური ვიბრაციების ექსპერიმენტული
კვლევებისა და გამოცდისათვის მოდერნიზებული ინჟინერული
სახელმწიფო სასწავლო-მეცნიერო უნივერსიტეტის სწავლის
მეცნიერების ელექტრონიკის დეპარტამენტის სემინარული სპეციალური
სტენდი.

კატარების ექსპერიმენტებისათვის, ელექტრომაგნიტური
ვიბრაციებისათვის დადგინდა ინჟინერული, ზაბეების,
სიმკვრივეების, გრავიტაციის იზოლაციის, ინდუქციის და
ინტერფერენციის სიდიდეები. ელექტრონიკის, მაგნიტური და მექანიკური
სიდიდეების გაანგარიშების და ელექტრომექანიკური
ოსცილოგრაფიისათვის. რეაქციის პარამეტრების გამოცდისათვის
გამოყენებული ინჟინერული სხვადასხვა სახის გადამცემები, აგრეთვე
ვიბრაციის გამომწვევი სარეაქციო.

ვიბრაციის დანადგარის სამუშაოების მანქანების და
ტექნიკურ-ეკონომიკური ეფექტიანობის გაანგარიშება კატარის

saimedoobisa da ekonomikuri efeqtianobis gaangari Sebis uaxl esi meTodi kebis gamoyenebi T.

kvl evis obieqti: Rvinisa da brendis warmoebis teqnol ogiuri procesebisaTvis gankuTvnil i el eqtromagnituri vibraciul i bunkerul i danadgarebi da maTi marTvis sqemebi.

mecnierul i siaxle: damuSavebul ia energodamzogi el eqtromagnituri vibraciul i danadgarebi, romel ic uzrunvel yofs danadgaris sadgaris (romel zec moTavsebul ia rezervuari, kasri da a.S.) moZraobas rogorc ukuqceviT-winsvl iTi, aseve xraxnul i traektoriiT. danadgarebSi gamoyenebul i axal i konstruqciis el eqtromagnituri amgznebi arsebul i prototipebisagan gamoirCeva el eqtromeqanikuri parametrebis regul irebis sizustiT da rezonansul an rezonansul Tan axl o reJimSi stabil uri muSaobiT. kerZod, vibrodanadgaris amgznebSi gamoyenebul i magnitogamtari prototipebisagan gansxvavdeba imiT, rom:

- vibroamgznebis Ruzis pol usebi moZraobs satoris Reroebis pol usebs Soris mudmivi sahaero RreCoebiT, riTac gansxvavdeba arsebul i vibroamgznebebisagan;
- vibroamgznebSi mizidvis Zal a damokidebul ia, rogorc mudmivi sahaero RreCoebis sidi deebze, aseve misi pol usebis aqtiuri farTis cvl il ebaze;
- meqanikur rezonansSi muSaobis as, Ruzis gadadgil eba ar iwevs satoris pol usebTan Sej axebas;

el eqtromagnituri vibraciul i danadgarebisatvis Catarebul i Teoriul i da eqsperimentul i kvl evis Sedegad SerCeul ia muSaobis optimal uri reJimi. Seswavl il ia danadgaris zedapirze Rvinomasal ebis vibrireba-aqtivizaciis procesi.

dasabuTebul ia meRvineobis teqno logiuri procesebis intensifikaciisaTvis gankuTvnili el eqtromagnituri vibraciuli danadgarebiT gamowveuli stimuli rebis efeqti Rvinisa da sabrende spirtebis daZvel ebaze.

konstruqciebi da sqema dacul ia GEP2082B da GEP3180B saqarTvel os patentebiT gamogonebaze.

samuSaos praqtikul i Rirebul eba: Tanamedrove pirobekSi, damuSavebuli vibrodanadgarebis konstruqciuli Sesrulebis simartive, momsaxureobis moxerxebuloba, litiTontevadobis Semcireba, sruli avtomatizebis da mravalmxrivi funqciuri SesaZlebioba, maRali energetikuli, kargi saeqspluatacio da ergonomiuli macvenebelibi ganapirobeksimas, rom el eqtromagnituri vibraciuli danadgarebis gamoyenebiT, mniSvelovnad Semcirdeba meRvineobis dargSi arsebuli problemebi da mewarmes miscems mniSvelovan faqtiurwliur ekonomikur efeqtsiseT xangrZliv sawarmoo ciklSi, rogoricaa samarko Rvinisa da sabrende (koniakiseburi) spirtebis daZvel eba.

ekonomikuri efeqtianoba gacil ebiT maRalia axal, damuSavebul el eqtromagnitur vibraciul danadgarSi, romelic sabaziso danadgarze gaweuli danaxarjebis 78,5%-s Seadgens.

samuSaos beneficiarebi (is uwyebebi da pirebi, vincisargebl eben miRebul i Sedegebi T): samuSaos Sedegis potenciuri beneficiaria: kerZo seqtori – Rvinomasal ebis mwarmoebeli kompaniebi; fizikuri pirebi da samecniero-kvl eviTi institutebi, mkvl evarebi – samecniero SedegiT, SemoTavazebuli inovaciis Semdgomi srulyofiT da warmoebaSi gamoyenebiT dainteresebuli pirebi.

samuSaos aprobacia: sadisertacio naSromis ZiriTadi Sedegebi moxsenebul i iqna saqarTvel os saxel mwifo sasofl o-sameurneo universitetis profesor-maswavl ebel Ta samecniero konferenciebze /1996-2004 w.w./; axal gazrda agrarikosTa I respubl i kur konferenciaze /q.Tbil isi, 1998w./; konstantine amiraj ibis saxel obis s.m. meqanizaciisa da el eqtrifikaciis institutis samecniero-praqtikul konferenciaze /q. Tbil isi, 1999w./. damuSavebul i el eqtromagnituri vibaciul i danadgaris eqsperimentul i kvl evis Sedegebze dayrdnobiT Sedga praqtikul i amocana sssu agrosainJinro fakul tetis s.m. el eqtrifikaciis special obis magistrebisaTvis – saganSi `el eqtromeqanika-.

publ ikaciebi: disertaciis ZiriTadi masal ebis mixedviT gamoqveynebul ia 10 samecniero Sroma, romel Tagan 2 warmoadgens saqarTvel os patents gamogonebaze. kerZod:

1. *el eqtromagnituri vibraciul i bunkerul i mowyobil oba meRvineobis teqnol ogiuri procesebisaTvis.* saqarTvel os agrarul i universitetis aspirantTa da xarisxis maZiebel Ta samecniero SromaTa krebul i, II naw. Tbil isi, 1997. gv. 316-320;
2. *el eqtromagnituri vibraciul i bunkerul i danadgaris eqsperimentul i kvl eva.* saqarTvel os agrarul i universitetis aspirantTa da xarisxis maZiebel Ta samecniero SromaTa krebul i. III naw. Tbil isi, 1998. gv. 218-223;
3. *meRvineobisaTvis gankuTvnil i vibraciul i bunkerul i danadgari.* saqarTvel os sofl is meurneobis mecnierebaTa akademi a. samecniero-teqnikuri progresi saqarTvel os agrosamrewvel o seqtoris sainJinro sferoSi. Tbil isi, 1999. gv. 192-195 (Tanaavt.: maWavariani f., qsovreli n.);

4. *vibrაციული მოწყობის* საპატენტო გამოგონება GE P2082B. საპატენტი-ს ბიულეტენი #3, 2000 წ. (Tanaavt.: qsovrel i r., didbul iZe a., qsovrel i z.);
5. *ელექტრომაგნიტური ვიბრაციული დანადგარის დინამიკა*. აგრარული მეცნიერების პრობლემები. სამეცნიერო შრომათა კრებული, ტ. XVII. თბილისი, 2002. გვ. 232-237;
6. *ელექტრომაგნიტური ვიბრობუნკერის საიმედოობის გამოკვლევა*. აგრარული მეცნიერების პრობლემები. აგრარული მეცნიერების პრობლემები. სამეცნიერო შრომათა კრებული, ტ. XVII. თბილისი, 2002. გვ. 238-242;
7. *რვინომასების დასამუშავებელი ვიბრაციული დანადგარი*. საპატენტო მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ.#10. თბილისი, 2002. გვ.225-232 (Tan.: qsovrel i r., didbul iZe a., qsovrel i n.);
8. *ელექტრომაგნიტური ვიბროამგზნები*. საპატენტო გამოგონება GE P3180B. საპატენტი-ს ბიულეტენი #20, 2003 წ. (Tanaavt.: qsovrel i r., j avaxiSvil i g., qsovrel i n.);
9. *კუტიტრეხვადი რუჯიანი ორთაქტიანი ელექტრომაგნიტური ვიბროზრავის ტრისტორული მართვა*. აგრარული მეცნიერების პრობლემები. სამეცნიერო შრომათა კრებული, ტ. XXIV. თბილისი, 2003. გვ. 93-96 (Tanaavt.: qsovrel i r., didbul iZe a.);
10. *კუტიტრეხვადი ელექტრომაგნიტური ვიბროამგზნების დინამიკური პარამეტრების განსაზრვა*. აგრარული მეცნიერების პრობლემები. სამეცნიერო შრომათა კრებული, ტ. XXXII. თბილისი, 2005. გვ. 153-156 (Tanaavt.: qsovrel i r., maisaSvil i l.).

სამუშაოს მოცულობა. სადისერტაციო ნაშრომი სეძგება სესავლის, 6 ტომის, დანაკარგებისა და რეკომენდაციის, გამოყენების ლიტერატურისა და დანართისაგან. ნაშრომი გადმოცემულია 172 ნაბეჭდო გვერდზე და მოიცავს 43 ნახაზს, 13 ცხრილს და 4 დანართს.

**Tavi I. saki Txis Seswavi is mdgomareoba da
kvi evi s amocanebi**

***1.1. Rvinomasal ebis warmoebis da xarisxis
gaumj obesebis aspektebi***

saqarTvel os ekonomikaSi meRvineobas tradiciul ad didi xvedriti wil i eWira. igi qveynis biuj etis Sevsebis erT-erT ZiriTad wyaros warmoadgenda, magram wina saukunis 90-iani wl ebis dasawyisidan qveyanaSi Seqmnil ma mZime politikurma da ekonomikurma pirobebma sagrZnobi zegavl ena moaxdines dargis Semdgom ganviTarebaze. miuxedavad amisa, warmoebul i produqciis asortimenti – TeTri da wiTel i Rvinoebi da brendi (koniakiseburi sasmeli) ar Semcirebul a. arsebul i teqniki potencial is gaTval iswinebit qveyanaSi SesaZl ebel ia 600 aTas tonamde yurZnis gadamuSaveba da 20...30 ml n dekal itri Rvinis Camosxma, paral el urad SesaZl ebel ia 3 ml n dekal itramde brendis warmoeba [58, 82].

unda aRvniSnoT, rom 1996-2001 wl ebSi msofli ioSi yurZnis warmoeba 60...65 ml n tonis zRvrebSi imyofeboda, l iderobdnen italia, safrangeTi, aSS da espaneti. rac Seexeba Rvinis warmoebas, igi 260...270 ml n heqtol itris zRvrebSi meryeobda, da aq, zemoarNiSnuli qveynebi sul ufro naTI ad grZnoben Rvinis axali eqsportiorebis (avstralia, argentiana samxreT afrikis respublika, Cile) aqtiur sabazro intervencias [85, 203, 208]. Rvinis moxmareba msofli ioSi saSual od 230 ml n hl -s Seadgenda, ris gamoc SesamCnevi iyo produqciis siWarbe, amave dros izrdeboda moTxovna maRal xarisxian wiTel Rvinoebze. Seqmnil i situacia naTI ad aisaxa saqarTvel os meRvineobaSi, sadac

mewarmeebi gadadian samarko wiTel i Rvinis warmoebaze, romel ic gansakuTrebul i popul arobiT sargebl obs Cveni qveynisaTvis tradiciul ruseTisa da ukrainis bazrebze (iq ZviradRirebul i samarko Rvinoebis seqtoris or mesamedamde qarTul Rvinoebisa da maT fal sifikatebze modis).

cnobil ia, rom qarTul i Rvino, organol eptikuri TvissebebiT tol s ar udebs evropul produqcias. saqarTvel oSi saukuneebis manZil ze moyavT yurZnis iseTi aRiarebul i j iSebi, rogoricaa: saferavi, kaxuri mwvane, rqawitel i, xixvi, gorul i mwvane, Takveri, cicqa, col ikauri, ocxanuri safere, kraxuna, al adasturi, al eqsandroul i, muj ureTul i, usaxel ouri, Cxaveri da mraval i sxva [24, 37, 198, 199]

sabazro ekonomikaze gadasvl is periodSi Rvinomasal aTa warmoebis da real izaciis sferoSi gaCnda axal i tendenciebi, kerZod, dargSi Seicval a sagadasaxado kanonmdebl oba:

- SemoTavazebul iqna Zal zed dabal i Sesasyidi fasebi;
- saaqcizo gadasaxadiTa da saeqsporto baJiT dabegvras mogebis SesaZl ebl oba TiTqmis nul amde dayavs, rac cxadia zrdis Rvino-produqciis TviTRirebul ebas;
- sistematuri xasiaTi mieca pirvel adi produqciis mwarmoebel TaTvis, ZiriTadaT gl exur da mcire fermerul meurneobebSi dasaqmebul TaTvis, anazRaurebis dagvianebas, rac sakmaod mZime pirobepSi ayenebs maT yofiT cxovrebas da, Tavistavad, qveynis ekonomikaze negatiur gavlenas axdens.

arsebul i maRal i sagadasaxado ganakveTi aiZul ebs mewarmes gayidos warmoebul i produqcia `Sav bazarze-, romel ic fal sificirebul i da dabal i xarisxis Rvinomasal ebiT aris

gaj erebul i. qarTul i Rvinoebis fal sifikacias ewevian ruseTis federaciaSi, ukrainaSi, mol dovaSi. amis simptomebi SeiniSneba azerbaijanSi, rumineTsi, bul gareTsi da TviT amerikis SeerTebul StatebSi, da es ar aris erTeul i SemTxvevebi, igi masobrivi gaxda. cxadia, rom arsebul i mdgomareoba saqarTvel os akargvinebs saerTaSoriso bazars, xolo saxel mwifo biuj ets - real ur Semosavl ebs. aRsaniSnavia, rom Rvino-produqciis gayidvaze aqcizis gadasaxadis done mniSvnel ovnad dabal ia im qveynebSi, romel Tac msofli io bazarze mniSvnel ovani adgil i uWiravT, magaliTad, safrangeTsi igi aris 3%, xolo ungreTsi - 11% [46, 184].

real obas ufro amZimebda warmoebaSi gamoyenebul i nedleulis cval ebadi xarixi, Tanamedrove gadamamuSavebel i, fermentaciis da filtraciis teqnologiuri xazebis, davargebis srul fasovani teqnologiis ararseboba, aseve Camosxmis moZvel ebul i teqlogia (mZime minis tara, Seuferebel i dizaini, plastmasis sacobi, mouwesrigebel i etiketi da a.S.), marketingis wesebis safuZvl iani arcodna, rac saerTaSoriso bazarze didi konkurenciis pirobebSi ukana pl anze ayenebda adgil obrivi warmoebis Rvino-produqcias.

jer kidev 1887 wels, cnobil i sazogado moRvawe, il ia WavWavaZe aRniSnavda, rom `exla Cvens Rvinos sxva bazaric exsneba. eg bazari ruseTia. Cveni gul iTadi rwmena es aris, rom Cveni Rvinoebi am dids bazarSi fexs moikidebs, Tu Cveni Zvel eburi patiosani sagani Rvinis keTebisa ar Sevcval eT. am bazarma gul i unda daajeros rom Cveneburi Rvino marTali Rvinoa; rom Cvens RvinoSi ara aris-ra, garda yurZnis wvenisa. Cveneburs Rvinis keTebas dRevandl amde amis meti sxva sagani ara

hqonia. Tu hsurT, rom ruseTis bazarSi Cvenma Rvinom adgil i daiWiros da evropul s yal bs Rvinoebis aj obos da gza daacl evinos, es marto imiT SesaZl oa moxdes, rom gasamkl avebl ad evropul s yal bs Rvinos Cveni marTal i Rvino pirSi wavuyenoT. aq Cveni gamarj veba ueWvel ia, imitom rom ar aris qveyanazed kaci, romel mac marTal i yal bs ar amj obinos, rac unda es yal bi samacduro iyos. Cvens Rvinoebis sxva imedi ar unda hqondes gauZl os evropiul Rvinoebis cil obasa: yal bis Rvinis keTebaSi Cven evropas ver daveweviT, gaswrebas vinRa ityvis. maSasadame, erTiRa dagvrCenia: marTl is Rvinis keTebas nu vuRal atebT-. il ia WavWavaZe aseve xazgasmiT urCevs im periodis mmarTvel obas, rom unda Camoyal ibdes `azri, romel ic, Cvenis fiqriT, safuZvl ad unda daedos kanons Rvinis Taobazed, Tu hsurT, rom Sinaurma Rvinom gza gaikafos ruseTis bazrisaken da igi auarebel i ful i Sin ruseTSive dahrCes, romel ic evropul s yal bs da mawyinars Rvinoebzed exarj eba dResa, da amasTan uwyinari Rvinoc svas xal xma. am xel samZRvano azrs bevri sxva saWiroebac mosdevs, rom survil i kanonisa uqmad ar darCes. am kanonebis vrcl ad SemuSaveba Cven azrad ara gvqonia da amitomac amit vaTavebT- [38].

viTareba radikal urad Seicval a bol o aTwl eul is ganmavl obaSi. gamococxl da Rvinis da spirtiani sasmel ebis warmoeba, dafuZnda mraval i kerZo kompania: `saqarTvel os Rvinisa da al kohol uri sasmel ebis kompania - `GWS-, `korporacia qinZmaraul i-, `Teliani vel i-, `saraj iSvil i-, `badagoni- da a.S, roml ebmac mniSvnel ovani warmatebebi moipoves Rvinomasal ebis warmoebaSi, misi sazRvargareT gatanisa da imij is Seqmnis saqmeSi. sagul isxmoa, rom Rvinis konkursebze

sistematurad im saxurebs oqros medl ebs qarTul i Rvinoebi "axaSeni", "xvanWkara", "oj al eSi", "mwvane", "tviSi", "qinZmaraul i", "mukuzani", "yvarel i", "saferavi", "kaxeTi", "al aznis vel i" (TeTri da wiTel i). aRsaniSnavia agreTve, rom 2001 wl is dekemberSi, 15-wl iani pauzis Semdeg, oqros medl iT daj il dovda qarTul i brendis (koniakiseburi sasmel i) Semdegi markebi: "varcixe", "Zal ian Zvel i", "enisel i" da "Tbil isi" [26, 27, 37, 201, 202, 204].

cxadad Cans qarTul i Rvinomasal ebs eqsportis zrdis tendenciebi. Tu, 1997-99 wl ebSi Rvinis eqsporti 12...16 ml n aSS dol aris zRvrebSi imyofeboda, 2001 wel s eqsportirebul i produqciis Rurebul ebam 32,2 ml n aSS dol ari Seadgina, rac qveynis mTl iani eqsportis 10%-s aRemateba /ix. cxril i 1.1/. es maCvenebel i gacil ebiT ufro maRal i iqneboda, rom ara, rogorc ukve aRvniSneT, uamravi fal sificirebul i produqcia dsT-s bazarze. saqarTvel o, 2006 wel s ruseTis mier gamocxadebul embargomde, ruseTis Rvinis bazarze samarko Rvinoebis (romel Ta 0,75 l tevadobis erTi boTl is fasi 5 aSS dol ars aRemateba) gayidvis mocul obis mixedviT, win uswrebda iseT qveynebs, rogorc arian safrangeTi, germania, aSS, ungreTi, espaneTi, italia da a.S. sayuradReboa is garemoebac, rom izrdeba saqarTvel odan eqsportirebul i Rvinomasal ebs xarixic Camosaxmel i Rvinis boTl ebSi Camosxmul iT Canacvl ebs Sedegad [51, 60, 68, 187, 200].

amgvarad, venaxebis farTobebis mixedviT saqarTvel o msofli oSi 22-e adgil ze imyofeba, magram Rvinis warmoebis mixedviT ki pirvel i 30 qveynis ricxvs ar miekuTvneba. es ki pirvel rigSi unda miwaweroT Cveni saxel mwifo statistikis

cxrii i 1.1. msofi io mevenaxeoba da meRvineoba

#	qveyana da misi adgil i saerTo warmoebaSi, 1999 w	Rvini s warmoebis mocul oba (ml n hl)	venaxebis saerTo farTobi (aTasi ha)	venaxebis farTobi savargul ebis farTobis %-is saxiT
1	safrangeTi	64	871	4,5
2	italia	54	871	7,9
3	espaneTi	33	1163	6,1
4	aSS	24	350	0,2
5	argentina	13	250	0,9
6	germania	12	102	0,8
7	avstral ia	9	79	0,15
8	samxreT afrika	8	120	0,8
9	portugal ia	7	252	9,8
10	rumineTi	7	255	9,8
11	Cil e	6	122	5,3
12	CineTi	5	193	0,14
13	saberZneTi	4	124	3,2
14	ungreTi	4	99	2,0
16	bul gareTi	2	107	2,4
17	brazil ia	2	57	0,09
18	ruseTi	2	70	0,05
19	xorvatia	2	55	3,5
20	mol dova	1,8	152	7,0
21	uzbekeTi	1,5	102	2,1
30	kviprosi	0,6	20	13,9
31	saqarTvel o	0,2	60	2,0 (an 0,6)
m s o f l i o		283	7426	0,49

გარკვეულ ხარვეზებს: ყურზნის უარმობა საყარტველ ოსი ხომ 1999
 წელს 220 ატას ტონას შეადგენდა, ხოლო სახელმწიფო საბაჟო
 დეპარტამენტის მონაცემებით რვინის ექსპორტმა კვეყანას მისცა 14,6
 მლნ აშშ დოლარი /იხ. ცხრილი 1.2/; 2000 წელს – 28,3 მლნ დოლარი,
 რაც დაახლოებით 0,15 მლნ ჰეტოლიტრის ტოლფასია. გამოდის, რომ
 საყარტველ ოსი ბაზარზე რვინო არ იყიდება და დაახლოებით 180
 ატასი ტონა ყურზენი მიდის ცურცხელას ან ფელამუსის
 დასამზადებლად ან/და გამოიყენება როგორც სუფრის ყურზენი. უნდა
 ვივარაუდოთ, რომ 220 ატასი ტონა ყურზენიდან 1999 წელს მოხდა
 დაახლოებით 1,5 მლნ ჰლ რვინის უარმობა, საიდანაც 1,2 მლნ ჰლ
 გამოიყენებულა იკნა ბაზარზე (24 ლერტ მოსახლეზე, რაც
 საფრანგეთის მოხმარების დონეზეა) [28, 53, 77, 205, 206, 207].

უდავოა, რომ კერძო სექტორში ტანამედროვე ტექნოლოგიებზე
 დაფუძნებული რვინომასალების უარმობა, შესაბამისად, ხელს უწყობს
 მოსწიფო ბაზარზე კარტული რვინისა და ბრენდის არიარებას,
 სახელმწიფოში მზარდი ეკონომიკურ-ფისკალური პოლიტიკის
 გატარებას და, რაც უმნიშვნელოვანესია, მოსწიფად მოსახლეობის
 დამაგრებასა და ფულადი ნიშნების მიმოკცევის ზრდას.

1914 წელს, უდაოდ გენიალურად ბრჯანა ნიკო ნიკოლაძემ – `და
 აი აკ იმარხება ეკონომიკური ზარრვი კოლექტიური ვინიფიკაციისა:
 კარგი რვინის დაყენება, მასზე საგარანტიო აპერაციების შემოღება,
 ცვენებური ყურზნის ვენიდან საიმედო საკონლის მიღება და მისტვის
 ხელსაყრელი ბაზრების მოპოვება, ერთის მხრივ დიდატ შეუწყობს
 ხელს ცენი მოსწიფის კულტურულ-ეკონომიკურ აღორჯინებას [23].

**cxრი i 1.2. saqarTvel os Rvinis eqsporti,
aTasi aSS dol ari**

#	qveyana	1999 wel i		2000 wel i		mateba +/-
		eqsp.	% j amTan	eqsp.	% j amTan	
1	ruseTi	10.114	69,3	22.495	79,4	+12.381
2	ukraina	1.527	10,5	2.850	10,1	+1.323
3	aSS	1.108	7,6	831	2,9	-277
4	niderl andi	806	5,5	-	-	-
5	l itva	273	1,9	231	0,8	-42
6	yazaxeTi	207	1,4	735	2,6	+528
7	estoneTi	190	1,3	86	0,3	-104
8	l atvia	139	1,0	245	0,9	+106
9	TurqmeneTi	105	0,7	29	0,1	-76
10	bel arusi	43	0,3	276	1,0	+233
11	i aponia	36	0,2	121	0,4	+75
12	d/britaneTi	4	0,0	209	0,7	+205
aTi wamyvani		14.522	99,5	28.079	99,1	-
sul		14.602	100,0	28.326	100,0	+13724

wyaro: saqarTvel os sabaJo; qveynebis pirvel i aTeul i ranJirebul ia 1999 wl is eqsportis Sesabamisad.

1.2. el eqtromagnituri vibroamgznebebis konstruqciebis anal izi

sasofl o-sameurneo sawarmoo cikli Si gamoyenebul i el eqtromagnituri vibroamgznebebi Tavisi konstruqciul i Sesrul ebiT el eqtromeqanikurebTan SedarebiT gacil ebiT ufrosrul yofil danadgarebad miicnebian, radgan el eqtromagnituri energia usual od gardaiqmneba meqanikur moZraobaSi. amis gamo, vibroamZravebSi ar gamoiyeneba mbrunavi nawil ebi (debal ansebi, l il vebi, kbil anebi, sakisrebi) da adgili ara aqvs muSa zedapirebis cveTas. Sedegad, el eqtromagnitur vibraciul danadgarebSi saWiro rxeviTi moZraoba miReba winaswari gardaqmnebis aucil ebl obis gareSe, rac saSual ebas izi eva, umetes SemTxvevaSi, erT kompl eqsSi gavaerTianoT Semsrul ebel i organo da vibroamgznebi. amis gamo, aseTi mowyobil obebi xasiaTdebian maRal i m.q.k.-iT [50, 93, 166, 172, 186].

cnobilia sxvadasxva tipisa da daniSnul ebis el eqtromagnituri vibroamgznebebi (emva), romel Ta konstruqciul i Sesrul ebis nairsaxeoba TiToeul konkretul SemTxvevaSi aixsneba maTi gamoyenebis TaviseburebebiT da gansazRvravs maT kl asifikacias.

moqmedebis principis mixedviT el eqtromagnituri vibroamgznebebi iyofian erTtaqtian da ortaqtian meqnizmebad. pirvel Si Ruzis amgznebi Zal a moqmedebs mxol od erT mxares, romelic damokidebul ia magnituri nakadis sidideze. im SemTxvevaSi, rodesac el eqtromagnitis gragnil is mkvebav cvl ad dens periodis ganmavl obaSi gaaCnia denis Zal is ori maqsimumi – dadebiTi da uaryofiTi, xorciel deba magnituri nakadis

სიდიდის ორჯერ ცვლილება, შესაბამისად ნულიდან მაქსიმუმამდე. მაგნიტური ნაკადის ზრდას ელექტრომაგნიტის რუკა მიიზიდავს გულარაზე, ხოლო შემცირებას, დრეკადი სისტემის არმდგენი ზალების მსვლელები, რუკა უბრუნდება საწყის მდგომარეობას, რის გამოც ამგზნები ზალის სიხშირე უტოლდება ვიბროამგზნების გრანილზე მიუძღებულ ცვლილებების გაორმაგებულ სიხშირეს და მისი 50-ზე სიხშირის ცვლილებების გაორმაგებას კვების შემთხვევაში შესაძლებელია 100-მდე.

მოქმედების ხასიათის მიხედვით არცერთ რეზონანსულ მოქმედების შემთხვევაში რეზონანსულ ვიბროამგზნებებს, როდესაც ამპლიტუდა საზღვარს უახლოვდება მეტი სიხშირეა გაცდეს, ადგილი ექნება ვიბროდარტებებს – დაჯახებებს რუკა და სტატორის დანადგარის სიმკვრივის და მუშაობის ნორმალური რეჟიმის ტალღის სიხშირის ასეთი პროცესი არამდგრადია. ასეთი ტიპის ვიბროამგზნებები (რეზონანსული), იქნებიან რა შედეგის აგზნების მიწვევით, გამოიყენებენ ელექტრომაგნიტური ვიბრაციული ბუნებრივად, ტუმკა გასათვალისწინებელია, რომ დანადგარის ელემენტები განიცდიან დინამურ დატვირთვას [1, 47, 115, 117].

კორპუსის კონსტრუქციული შესრულების მიხედვით, ელექტრომაგნიტური ვიბროდანადგარები იყოფიან რიგად, დახურულ, ჰერმეტიული და აფეთქებად უსაფრთხო მანქანებად.

რევიტი მოზრების მიხედვით, ვიბროამგზნებები უარყოფითი ან რეზონანსული, ასევე დიდი სიხშირის (საზღვარს 2-3 მმ-მდე და მეტი) მოქმედების, ურეზონანსული და ურეზონანსული ტრაექტორიის მოზრად დანადგარებად [109, 185, 189].

კვების სასაბუთის მიხედვით ელექტრომაგნიტური ვიბრაციული ამგზნებები სიხშირეა დაიყოს შემდეგ ჯგუფებად [117, 121, 167, 168]:

- დანადგარები გამართლები;

- reaksiuli danadgarebi mudmivi denis agznebis da gammarTvel ebis gareSe;
- danadgarebi mudmivi denis SemagnitebiT;
- danadgarebi, romel Ta agzneba xorciel deba mudmivi magnitit;
- danadgarebi, romel Ta agzneba warmoebs mudmivi denis wyaros impulsebiT.

svadasxava saeqspluaciopi robedan gamomdinare, gansxavdeba emvavis rogorc masa-gabarituli macvenebi, aseve konstruqciuli Sesruleba da, Ziritadat, ganisazRvreba danadgarSi gamoyenebuli drekadi sistemis mraval gvarobiT. arCeven vibroamgznebebs foladis da sxva drekadi masalis furclovani resorebiT; xraxnuli, cilindruli an konusuri foladis zambarebiT. aqve arvniSnat, rom SedarebiT farTo gamoyeneba hpova ori tipis drekadma sistemam – brtyeli resorebiT da xraxnuli zambarebiT.

1.3. ukuqcevi T-winsvl iTi moZraobis erTtaqtiani el eqtromagnituri vibroamgznebebi

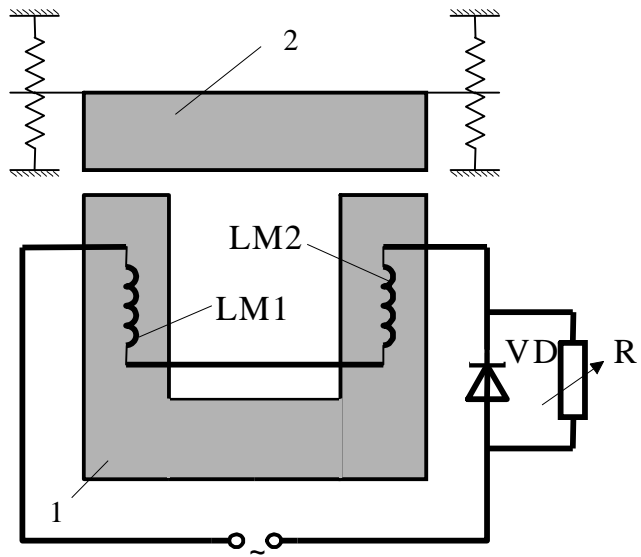
el eqtromagnituri vibroamgznebebis konstruqciaTa umravl esoba farTod gamoiyeneba sofl is meurneobis sxvadasxva dargebSi. Tumca faqtia, rom didi l iTontevadobis emva-bi, miuxedavad maTi maRal i energetikul i maCvenebl ebisa, nakl ebad gamoiyeneba mobil uri manqanebisa da meqanizmebis amZravTa saxiT. isini ZiriTadaT xasiaTdebian, rogorc stacional ur pirobebSi momuSave danadgarebi [1, 30, 124, 125].

naxaz 1.1-ze mocemul i erTtaqtiani emva Sedgeba gul aras 1, Ruzis 2 da gragnil ebisgan LM1, LM2, romel Ta kveba xorciel deba denis impul sebiT cal naxevarperiodiani gammarTvel idan VD. wredSi CarTul i maSuntirebel i winaRobis R regul irebiT SesaZl ebel ia el eqtromagnitis gragnil Si gamaval i denis mdgenel ebs Soris Tanafardobis cvl il eba. amgvarad, winaRobis cvl il ebiT SesaZl ebel ia naxtomiseburad vcval oT amgznebis meqanikuri sixSire 50-dan 100 hc-mde.

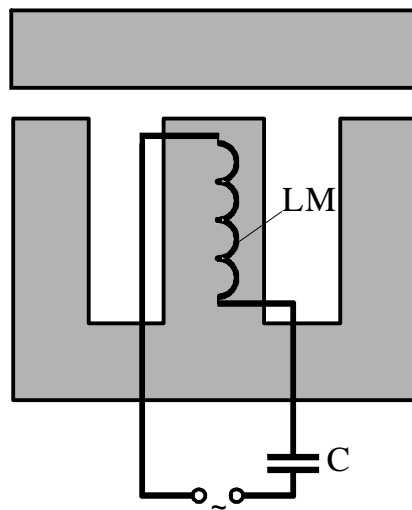
feromeqanikuri emva-s principal uri sqema naCvenebia nax. 1.2-ze. aRniSnul sistemaSi arawrfivi induqciurobis L da wrfivi tevadobis C mimdevrobiTi mierTebiT da maTi sidideTa Sesabamisi SerCeviT miRweul ia rTul i rezonansul i movl enebi – Zabvebis ferorezonansi da rxeviTi sistemis meqanikuri rezonansi. ganxil ul el eqtromagnitur viboramgznebs gaaCnia simZl avris da margi qmedebis maRal i koeficienti.

vibroamgznebTa rig konstruqciebSi, mudmivi deniT Semagnitebis nacvl ad, gamoiyeneba mudmivi magnitebi /ix. nax. 1.3/.

am SemTxvevaSi, emva-is el eqtromagnitis gul araze 1



nax. 1.1

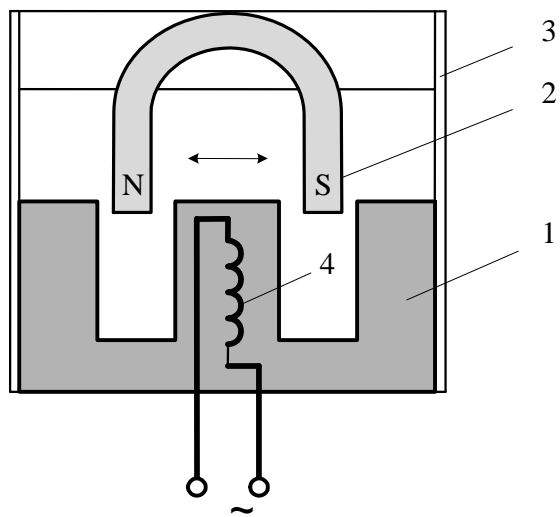


nax. 1.2

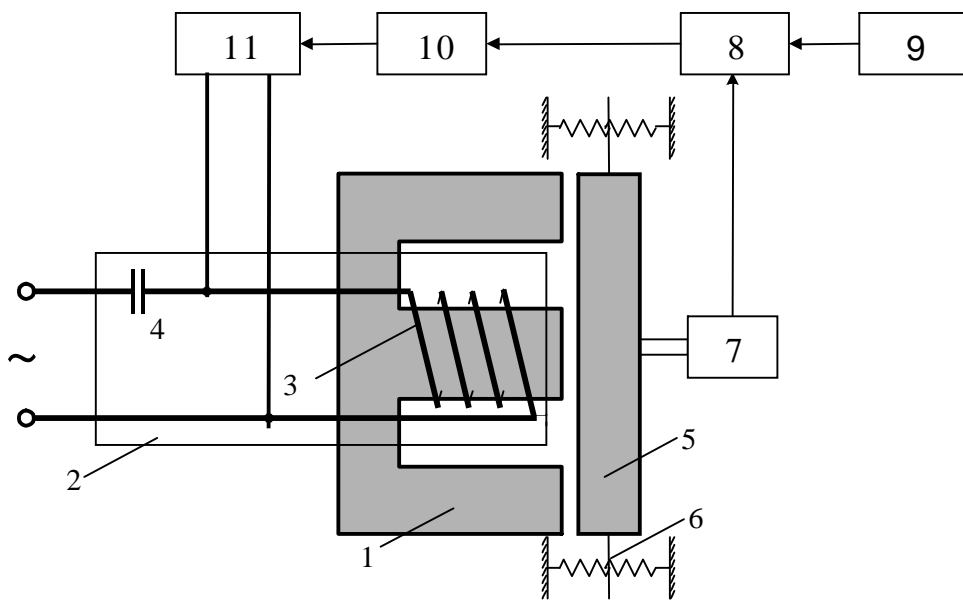
daxveul i gragnil i 4 qmnis cvl ad magnitur vel s. mudmivi magniti 2 drekadi sistemis 3 saSual ebiT dakavSirebul ia el eqtromagnitTan. konstruqciaSi meqanikuri rxevebis sixSiretol ia mkvebavi qsel is cvl adi denis sixSirisa. aqve aRsaniSnavia, rom muSa organos gadaecema aramarto mimarTul i pul sirebul i Zal a, aramed cvl adi momentic [170].

erTtaqtian emva-is rxevis amplitudis regulirebisaTvis SesaZl ebel ia gamoviyenoT marTvis avtomatizebul i sistemebi /nax. 1.4/. vibroamgznebi Sedgeba: el eqtromagnitis 1, kvebis bl okis 2 - gragnil i 3 da masTan mimdevrobiT mierTebul i kondensatoriT 4, feromagnituri Ruzis 5, drekadi el ementis 6 da Ruzis gadaadgil ebis gadamwodisagan 7, romelic dakavSirebul ia mas-is Sedarebis bl okis 8-9 erT-erT Sesasvl el Tan, roml idanac signal i gadaewodeba maZl ierebel s 10 da marTvis bl okis 11 gavl iT ubrundeba kvebis bl oks, riTac miiRweva marTvis ukukavSiriani sistemiT Ruzis rxevis amplitudis cvl il ebis regulireba [166].

aucil ebl ad unda aRiniSnos, rom erTtaqtiani emva-sgan gansxvavebiT ortaqtian vibroamgznebebs gaaCni aT SedarebiT maRal i saeqspl uatacio da energetikul i maCvenebl ebi, Tumca konstruqciul i Sesrul ebiT, wona-gabaritul i maCvenebl ebiT da l iTontevadobiT, xSiri da Sromatevadi gawyobebis Catarebis aucil ebl obiT, sakmarisad CamorCebian erTtaqtian amgznebebs da ramdenadac, Cveni kvlevis sagans ar warmoadgenen ortaqtiani amgznebebi, maT konstruqciaTa anal izs aRar vawarmoebT.



nax. 1.3



nax. 1.4

1.4. el eqtromagnituri vibroamgznebebi kuTxiT-rxevadi RuziT

ukuqceviT-winsvl iTi moZraobis emva-sTan SedarebiT, kuTxiT-rxevad Ruziani amgznebebi gacil ebiT nakl ebad gavr cel ebul ia da, Sesabamisad, maTi konstruqciaTa nairsaxeoba SezRudul ia. miuxedavad amisa, msgavsi amgznebebi farTo gamoyenebas poul oben maTi ZiriTadi dadebiTi efeqtis gamo, rac gamoixateba imiT, rom Ruzis grZivi RerZidan muSa organos gansxvavebul i manZil iT damagrebis SesaZl ebl obis arsebobiT miiReba gadaadgil ebis praqtikul ad nebismieri amplituda. magram, rogorc Catarebul ma sapatento Ziebam gviCvena, dReisaTvis arsebul i vibroamgznebebi mainc gamoirCevian konstruqciul i Sesrul ebis nakl ovanebiT da saWiroeben Semdgom srul yofas warmoebis teqnol ogiur cikl Si maTi intensiuri danergvis mizniT [4, 6, 31, 97].

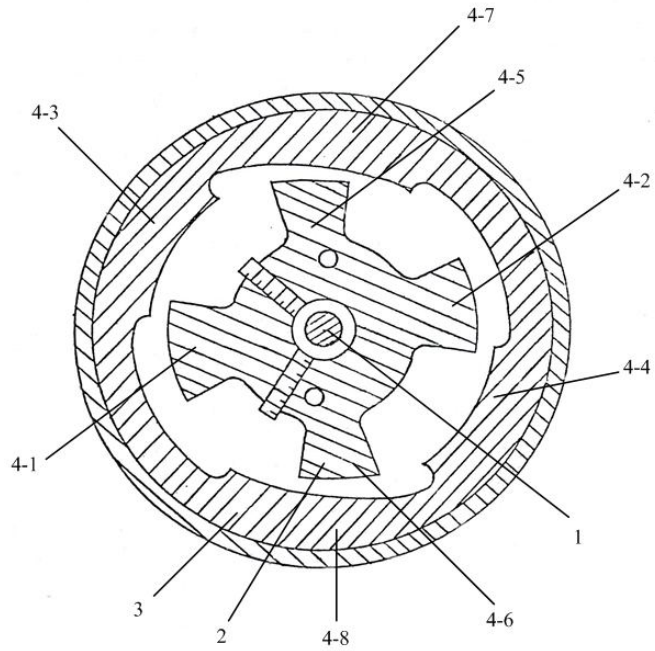
cnobil ia vibroamgznebis konstruqcia, romel ic Ruzis naxevar-rgol ebTan urTierTSej axebis gamo gamoirCeva SezRudul i simZl avriT da rxevaTa gasaqaniT. masSi, sapirispipro pol usebis amgznebi gragnil ebi SeerTebul ia mimdevrobiT, xol o Ruza Sesrul ebul ia ori aSkarad gamoxatul i pol usebiT. Ruzis Tavdapirvel i gadaadgil eba erT-erT ukidures wertil Si miiRweva drekadi el ementebis saSual ebiT, romel Tac Ruzis simetriul i mdgomareobis SemTxvevaSi gaaCniaT aramdgradi wonasworoba [118].

korporacia `The Gillette Co.--s mier, el eqtrosakreWis amZravad, dapatentebul ia reaqtikul i emva, romel sac gaaCnia sapirispipro faziT rxeviTi moZraobaSi moyvanil i ori rotori,

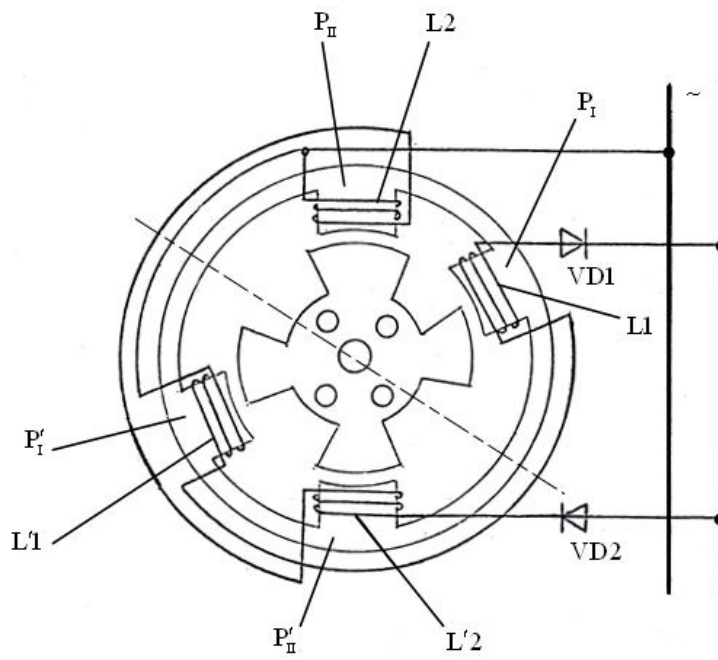
რაც მნიშვნელოვან ზრდის ამგზნების სიხშირეებს და გაბარებულ ვიბრაციებს [54].

რთული კონსტრუქციის სერობები და სერობების სიმკვრივეს ხასიათდება ფირმა "seiko"-ს მიერ შემოთავაზებული კუტირ-რევივი ვიბროამგზნები, რომლის სტატორის გულარე დამზადებულა პერმანენტური მაგნიტის აგზნება უსალოდ ხორციელდება კოვების სასალოები. რუზა სერობებულა მუდმივი მაგნიტისგან, რომლის ერთ-ერთ ბოლოზე მიმაგრებულა მიმუოლი მექანიზმი, დაკავსირებულა ხრუტუნა მექანიზმის კბილებთან. ვიბროამგზნების კოვების მუდმივი დენის გატარებები რუზა ასრულებს რევივი მოზრებობას, ხოლო ხრუტუნას რგოლი უუვეტად ბრუნავს დასახული მიმართულებით. ვარმოდგენილი ვიბროამგზნების ფერომაგნიტურ რუზას შემუშაულია სერობის კუტირის რევივი. უზრავად უოფნის დროს, რუზას აკავებს ზამბარა იმ მდგომარეობაში, როდესაც მაგნიტური გამტარობა არ არის მაქსიმალური. ამასთანავე, რუზის უზრავ მდგომარეობაში უოფნის დროს, ურედი მომართულია რეზონანსის პრინციპზე, რიტაკ მცირდება ენერჯის დანაკარგები [149, 165].

ნახაზ 1.5-ზე ნაჩვენები ელექტრომაგნიტური ვიბროამგზნების ტიპის დამახასიათებელი თავისებურებას ვარმოდგენს რუზის 2 და სტატორის 3 მონაცვლიე პოლებების განსხვავებული ფორმა. ცილინდრული ფორმა აკვთ მხოლოდ 4-1, 4-2 და 4-3, 4-4 პოლებს, ხოლო დანარჩენი ორი უვილი 4-5, 4-6 და 4-7, 4-8 პოლებსა ისეა გატვილილი, რომ რუზის საათის ისრის მიმართულებით მობრუნების დროს შემუნილი მომენტი იზრდება ისეთი კანონზომიერებით, როგორც 4-1, 4-2 და 4-3, 4-4 უვილი პოლებს მიერ შემუნილი მომენტის შემცირების პროცესი. რუზის საუვის მდგომარეობაში დაბრუნება ხორციელდება სპირალური ზამბარის მოქმედების შედეგად [170].



max. 1.5



max. 1.6

vibroamgznebis Semdegi konstruqciul i Sesrul eba /nax. 1.6/, ikvebeba samrewvel o sixSiris cvl adi denis qsel idan. igi, rogorc wesi, Seicavs kuTxiT-rxevad Ruzas, erTi an ori wyvil i pol usebiT, romel Tagan TiToeul i monacvl eobiT aigzneba cvl adi denis cali naxevarperiodis ganmavl obaSi wredSi sapirispitod CarTul i ori naxevargamtarul i el ementis VD1, VD2 xarj ze. vibroamgznebis statorze ganl agebul ia or wyvil ad daj gufebul i oTxil pol usi, raTa gawonasworebul i iqnes radial uri mizidul obis Zal a da darces mxol od tangenciuri [71].

cxadia, rom zemomoyvanil i yvel a el eqtromagnituri vibroamgznebisTvis, roml ebic Seicaven or stacional ur el ements, Ruzas da stators da qmian urTierTsawinaaRmdego mimarTul ebis Zal ebs an momentebis, yovel Tvis arsebobs Sesazl ebl oba uari vTqvaT erT-erT gammarTvel ze, Tu gamoviyenebT Ruzis ukusvl is zambaras an SevqmniT ukusvl is el eqtromagnitur Zal as, im momentSi, rodesac denis Zal is gadineba warmoebs erTaderT naxevargamtarul el ementSi.

kuTxiT-rxevadi emva-s original uri konstruqciebi moyvanil ia sxva literaturul wyaroebSi [33, 36, 64, 66, 69, 76, 91], Tumca zogierTi nakl ovani mxareebis gamo, isini SezRudul ad gamoiyeneba mcire simZl avris danadgarebsa da meqanizmebSi.

**1.5. sasofl o-sameurneo produqtTa damuSavebisTvis
gankuTvnil i el eqtromagnituri vibraciul i
bunkerul i danadgarebi**

ukanasknel periodSi, sasofl o-sameurneo produqtTa warmoebis teqnol ogiur procesebSi, el eqtromagnituri vibraciul i bunkerebis danergva metad aqtual ur amocanas warmoadgens. maTi meSveobiT Sesazl ebel ia sxvadasxva formisa da masis produqtTa transportireba, dozireba, biostimul acia da a.S.

dReisaTvis cnobil i el eqtromagnituri amZravis mqone vibraciul i bunkerebi muSaoben mimarTul i rezonansul i sakidaris principiT. danergil i konstruqciebi gamoirCevian bunkeris j amis zomebis (90...1000 mm) da maT mier moxmarebul i simZl avris (3...300 vt) cvl il ebis farTo diapazoniT.

el eqtromagnituri vibrobunkerebis kl asifikacia warmoebs Semdegi ZiriTadi maCvenebl ebiT [94, 108, 109, 185]:

1. el eqtromagnitების განი აგებისა და ხერხების მიხედვით:
 - vibraciul i bunkerebi vertikal urad ganl agebul i el eqtromagnitit;
 - tangencial urad ganl agebul i ramdenime el eqtromagnitit.
2. drekadi sakidaris formebls მიხედვით:
 - bunkerebi erTi da mraval feniani brtyel i drekadi el ementebiT;
 - cil indrul i Reros mqone mrgval i zambarebiT.
3. Zabvis cvl il ebis saSual ebaTa მიხედვით:
 - vibrobunkerebSi Zabvis regul ireba avtotransformatorის გამოყენებით;

- el eqtromagnitis koWaSi denis Zal is da Zabvis cvl il eba mimdevrobiT CarTul i reostatis meSveobiT;
- wevis Zal vis cvl il eba el eqtromagnitis sahaero RreCos regul irebiT.

4. rezonansul i momarTvis regul irebis mixedviT:

- ganivi kveTis drekad el ementTa inerciis momentis cvl il ebiT;
- vibrobunkerebSi rezonansul i momarTvis regul ireba drekad el ementTa paketis rogorc sisqis, aseve raodenobis cvl il ebiT;
- regul ireba damatebiTi tvirtis gamoyenebiT.

5. bunkeris damagrebis xerxisa da formis mixedviT:

- bunkerebi cil indrul i formis j amiT;
- konusuri j amiT.

el eqtromagnitur vibrodanadgarebSi dasamuSavebel i masal is gadaadgil ebis siCqaris cvl il ebaze zegavl enas axdens:

1. avtotransformatoridan miRebul i Zabvis sxvadasxva mniSvnel obebi;
2. mimdevrobiT CarTul i reostatiT el eqtromagnitis koWebSi gamaval i denis Zal a;
3. magnituri nakadi;
4. fazaTa Soris Zvris kuTxe.

literaturul ma mimoxil vam saSual eba mogvca Cagvetarebina arsebul i el eqtromagnituri vibraciul i bunkerul i danadgarebis konstruqciebis anal izi.

ssip – sofl is meurneobis meqanizaciis da el eqtrifikaciis institutSi Seqmnil ia abreSumis grenis gamaj ansaRebel i vibraciul i bunkeris [114], romelic Sedgeba cil indrul i

rezervuaris meqanikuri rxevebis amgznebi el eqtromagnitis, xisti sayrdenebis, drekadi el ementebis da rezervuaris membranuli Zirisagan, romel zedac xistad mierTebul ia el eqtromagnitis Ruza. vibroamgznebis statorze ganl agebul ia orseqciani muSa gragnil ebi. vibraciuli bunkeris ikvebeba 220V cvl adi denis samrewvel o sixSiris qsel idan, gaaCnia SedarebiT dabal i simZl avris koeficienti da energetikuli maCvenebl ebi. aRsaniSnavia, rom rezervuaris rxevebis intensiuroba xel s uwyobs abreSumis grenis gaj ansaRebis teqnologiuri cikl is Semcirebas.

cnobil ia vibrobunkeris [172], romel Sic el eqtromagnitis koWa damwerebiT damagrebul ia danadgaris sadgarze. Ruza isea Sesrulebuli, rom misi diametri faravs el eqtromagnitis pol usebis mTel farTs. vibroamgznebis gawyobisas gasatval iswinebel ia rxevis amplituda, e.i. bunkeris motavsebuli dasamuSavebeli masalis tyorcnis kuTxe. el eqtromagnitis koWa gadaadgil deba tyorcnis mcire kuTxis mimarTulebiT. danadgaris awyobas awarmoeben im dromde, sanam tyorcnis kuTxe bunkeris yvel a wertil Si ar iqneba erTnairi. am SemTxvevaSi rxevis centri emTxveva bunkeris geometriul centrs, ris saSual ebiTac Tavidan aris acil ebuli danadgaris muSaobis Sesazl o arasasurveლი rejimi.

fxvieri masal ebis transportirebisaTvis gankuTvnil i vibraciuli bunkeris [94] Sedgeba sadgaris, sayrdeni cil indrul i Reroebisagan (zambarebi), romel Ta konusur dabol oebaze dadgmul ia disko bunkeris. diskos qveS damagrebul ia el eqtromagnitis Ruza, romel ic Tavis mxriv ebjineba sadgars. vibrobunkeris Ziritad dadebiT mxared miCneul ia drekadi

el ementebis, kerZod, sayrdeni cil indrul i Reroebis dabol oebis diskos mimarT gadaadgil ebis unari.

aseve, cnobil ia el eqtromagnituri vibrobunkeri [115], romel ic Sedgeba III-seburi el eqtromagnitis gul arasagan, mabruni RerZis, sadgarisa da Ruzisgan. sadgarze damagrebul ia sol enoidi, romel ic Tavis mxriv mierTebul ia el eqtromagnitis gul aras ganapira Reroze, xol o gul aras meore Reroze damagrebul ia ukuqcevis zambara. qsel Si Zabvis cvl il ebis dros adgili aqvs rxevis amplitudis cvl il ebas da miReba stabil uri rxevis amplituda.

sasofl o-sameurneo produqtTa warmoebis teqnologiuri procesebis avtomatizaciis srul yofisaTvis mizanSewonil ad miCneul ia vibrobunkerebTan erTad sxvadasxva daniSnul ebis mqone vibraciul i danadgarebis gamoyeneba.

Seqmnil ia naRebis warmoebisaTvis gankuTvnil i vibrodanadgari [1], romel ic Seicavs cil indrul rezervuars, el eqtromagnitur amgznebTa j gufs, el astiur sakidars, CasatvirTs, sadgars RerZul i misadgmel iT, roml is saSual ebiT SesaZl ebel ia rezervuaris dacl a da garecxva. meqanikuri rxevebis amgznebebi erTmaneTs ukavSirdeba samfaziani bogas sqemis principiT. amasTanave, cil indrul i rezervuaris zedapiris gaswrviv ganl agebul el eqtromagnitur amgznebTa j gufi dasamuSavebel produqts gadascems Semxvedr ukuqceviT-winsvl iT rxeviT moZraobas. aRniSnul i vibraciul i danadgari miekuTvneba inerciul Zal Ta zemoqmedebis Sedegad momuSave teqnikur sistemebis. masSi miRweul ia dasamuSavebel masal aTa intensiuri gadaadgil ebis procesi, Tumca Znel ad xorciel deba

kavitaciis zRvars zemoT intensiuri meqanikuri rxevebis warmoqmna.

gansxvavebuli konstruqciuli Sesrul ebiT xasiaTdeba sasofli o-sameurneo poduqtTa biostimulaciisaTvis gankuTvnilivi vibraciuli danadgari [114], romelic Sedgeba gofrirebuli membranisi Ziriani rezervuarisgan, rac Tavisi mxriv xistad dakavSirebulia el eqtromagnituri vibroamgznebis RuzasTan. danadgari uzrunvel yofs Txevad masal aSi aucil ebeli intensiuri rxevebis ganviTarebas. konstruqciis nakl ovan mxared ganxil eba el eqtromagnitSi mcire sididis sahaero RreCos arseboba, danadgaris rezonansul rejimSi muSaobisas Ruzasa da stators Soris Sejaxebebis Sesazlebloba, agreTve xmauris maRali done.

Catarebulma literaturulma kvlebam gviCvena, rom samrewvel o sixSireze momuSave el eqtromagnituri vibraciuli danadgarebis gamoyeneba xasiaTdeba rigi upiratesobebiT [1, 35, 89, 124, 128, 129, 141]:

- emvas kveba usualod xorciel deba 50 hc sixSiris mqone cvladi denis qselidan erTnaxevarperiodiani gammarTvelis gamoyenebiT;
- danadgarebs gaaCniaT martivi konstruqciuli Sesrul eba da maRali saeqspluatacio saimedooba.

***1.6. el eqtromagnituri vibraciul i danadgarebis
el eqtrokvebisa da marTvis el eqtrul i sqemebis anal izi***

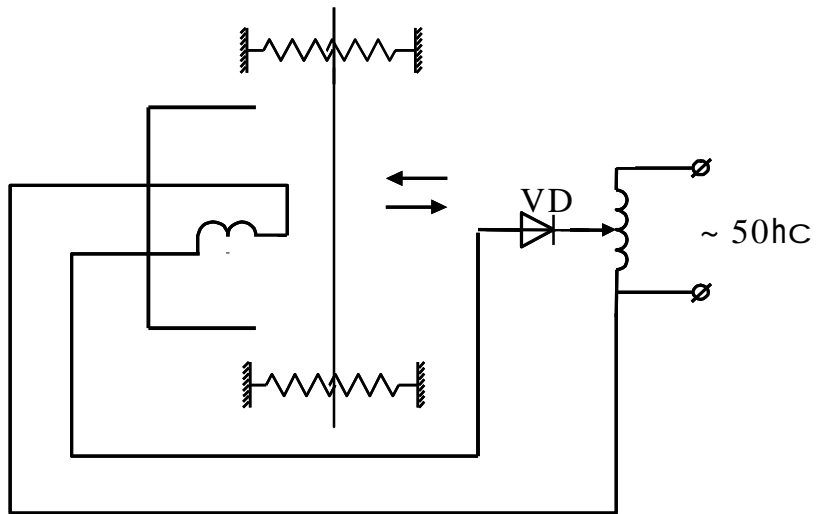
el eqtromagnituri vibrodanadgarebis muSaobis rejimebis da, Sesabamisad, rezervuaris rxevis intensiurobis regul irebis sakiTxi, Rvinisa da sabrende spirtebis daZvel ebis teqnologiuri procesebis warmarTvis srul yofisaTvis, metad aucil ebel ia.

vibraciul i danadgarebis stabil uri da efeqtiani muSaobis maRal xarixiani maCvenebel ebis uzrunvel yofisaTvis vibraciul amgznebTa kvebisa da marTvis el eqtrul i sqemebis damuSaveba erT-erT ZiriTad amocanad miicneva. amJamad, farTod gamoiyeneba erTtaqtiani el eqtromagnituri vibrodanadgarebis rxevebis amplitudis regul irebis sxvadasxva saxis el eqtrul i sqemebi [79, 80, 83, 86, 94, 154, 167, 169].

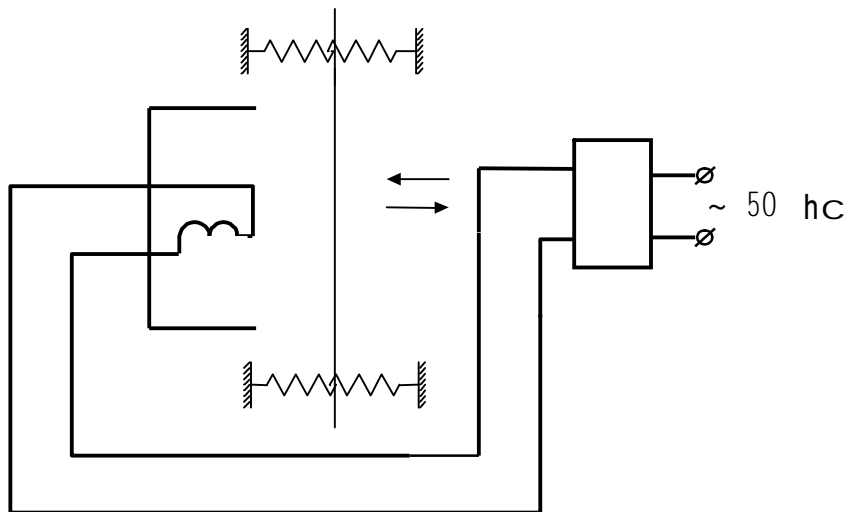
nax. 1.7-ze naCveneb emva-Si el eqtromagnitis gragnilis mimdevrobiT CarTul ia naxevargamtarul i diodi, ris Sedegadac, Ruzis mizidva gul araze xorciel deba erTjer periodis ganmavlobaSi, e.i. Ruzis rxevebis ricxvi utol deba qsel is sixSiris. 50 hc sixSiris qsel idan kvebis dros vibroamgznebi uzrunvel yofs 3000 rxevas wuTSi. emva-s rxevis amplituda regul irdeba gragnil Si denis sididis cvl il ebiT.

emva-is el eqtrul wredSi /nax. 1.8/ CarTul ia cvl adi denis sixSiris regul atori. vibroamgznebis rxevis amplitudis regul ireba Sesazl ebel ia avtotransformatoris an reostatis saSual ebiT.

Tumca, aseTi saxis sqemis gamoyeneba ZviradRirebul i sixSiris regul atoris arsebobis gamo nakl ebad mizanSewonil ia.



nax. 1.7



nax. 1.8

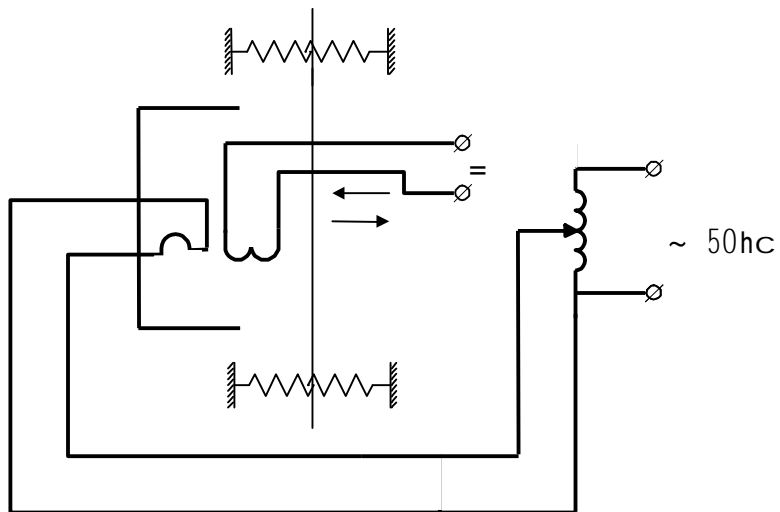
SedarebiT gansxvavebul i marTvis sqema gaaCnia nax. 1.9-ze gamosaxul emva-s, roml is koWa Sedgeba ori seqciisagan: pirvel i seqcia ikvebeba cvl adi denis qsel idan, xol o meore gankuTvnil ia mudmivi magnituri vel is Sesaqmnel ad.

cvl adi da mudmivi magnituri nakadebis urTierTqmedebiT, Zabvis rxevis erTi periodis ganmavl obaSi, maj amebel i magnituri nakadi erTxel aRwevs rogorc maqsimal ur, aseve nul ovan mniSvnel obas. zemoaRweril i danadgarebisagan gansxvavebiT, ganxil ul i emva-is rxevis amplituda regulirdeba avtotransformatoriT, gaaCnia maRal i m.q.k. ($\cos\varphi \cong 1$) da adgil i aqvs mudmivi denis wyaroSi Zabvis transformacias.

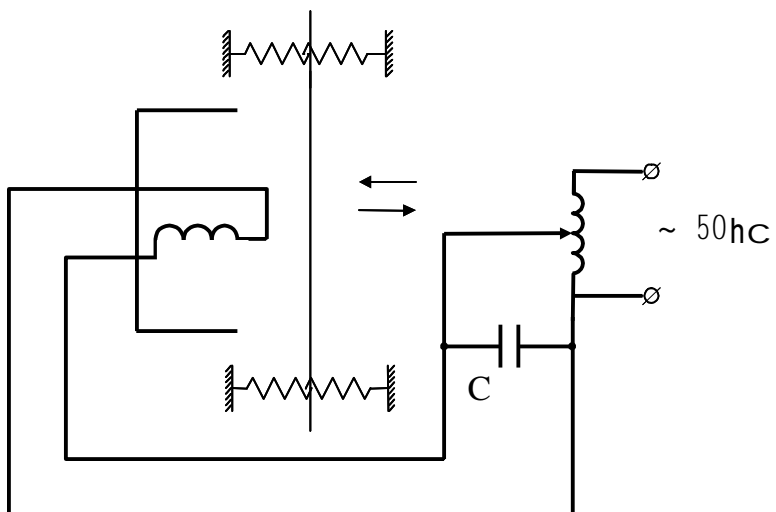
rTul i feromeqanikuri rezonansis movleniT xasiaTdeba nax. 1.10-ze ganxil ul i emva. marTvis sqemaSi cvl adi deniT mkvebavi el eqtromagnitis koWasTan kondensatoris paral el urad CarTvisas warmoiqmneba gansxvavebul i sixSiris avtorxevebi. kondensatoris tevadobis SerceviT, sahaero RreCos mocemul i sididis SemTxvevaSi, myardeba denebis rezonansi da qsel is Zabvis gansazRvrul mniSvnel obaze miRweva Ruzis moZraoba, Tumca misi rxevis sixSire qsel is sixSirisgan gansxvavebul ia.

el eqtromagnitis wredSi Zabvis zemoqmedebis qveS myofi kondensatoris mier dagrovil i energiis amplituduri mniSvnel obis gazrdisa da Semcirebis procesi mimdinareobs mkvebavi qsel is sixSirisagan gansxvavebul sixSireze. energiis cval ebadobis sakuTari sixSire damokidebul ia rogorc tevadobaze, aseve meqanikuri sistemis rxevebis sakuTar sixSireze. amiT aixsneba wredSi CarTul i tevadobis zegavl ena Ruzis rxevis sixSiris cvl il ebaze.

nax. 1.11-ze mocemul ia ortaqtiani emva-s marTvis SedarebiT



nax. 1.9



nax. 1.10

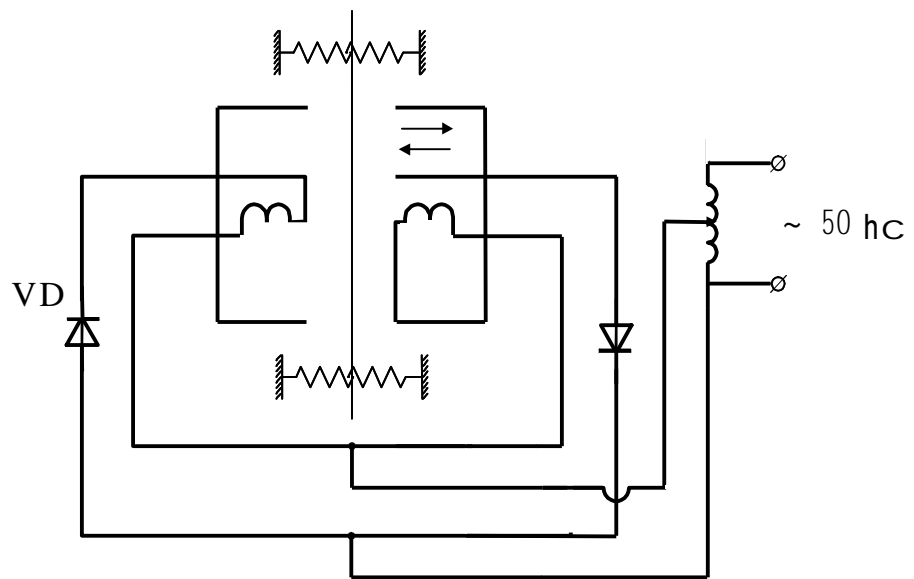
სრული სიხშირის სქემა, რომლის დროსაც გამორიცხულია დენის სიმეტრიული ცვლილებების შესაზღვევად დამახინჯება და საგრძნობად გაზრდილია ვიბროამპლიტუდის სიხშირე. მისი კვება ხორციელდება ცვლილების დენის კვლიდან ცალნახევარპერიოდიანი გამართვით. არის სრული სიხშირის ვიბროამპლიტუდის რევის სიხშირის რეგულირება გატარების ელემენტების, ტუმკის, დასაშვებია მისი ამპლიტუდის ცვლილება ავტოტრანსფორმირების ან რეოსტატის გამოყენებით.

ნახაზ 1.12-ზე გამოსახულია ელემენტების მართვის ტირისტორული სქემა სასაბურთაო გარეშის ფართო სიხშირის მდობრად ვარეგულირებელი ელემენტის ვიბროამპლიტუდის რევის ამპლიტუდას რეგულირების მიზნით, ასევე დიდი სიხშირის შემთხვევაში. სქემა ხასიათდება მარტივი საშუალებებით, სასაბურთაო გარეშის გამოყენებით დისტანციური ავტომატიკის მართვა.

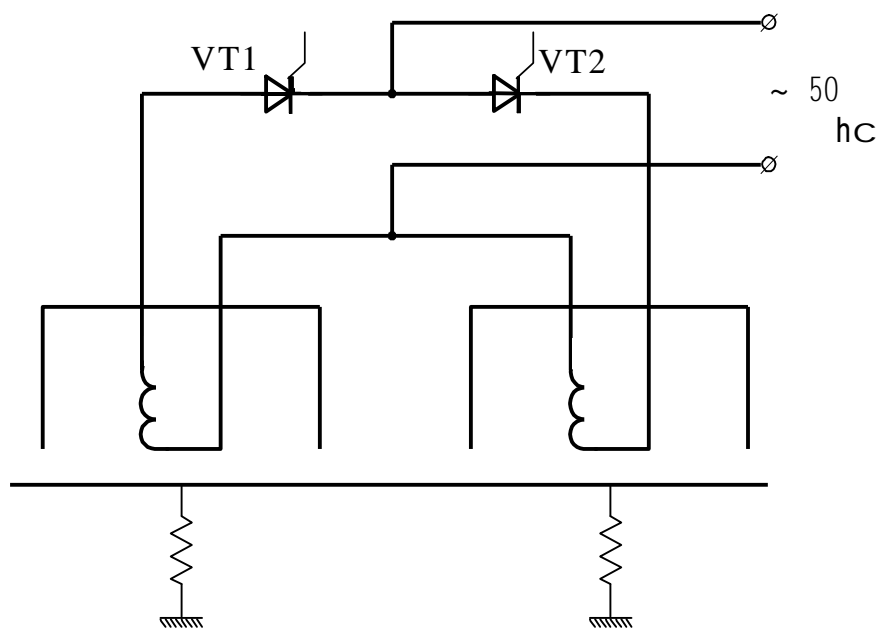
მიუხედავად არსებული სირთულეებისა, ელემენტის ვიბროამპლიტუდის რევის ამპლიტუდის რეგულირების მართვის ტირისტორული სქემების გამოყენება პერსპექტიულია მიმდინარე. კვლევითი სამუშაოები ელემენტების მართვის ტირისტორული სქემების სრული სიხშირის, უაღრესად მუდმივი მეტად აუცილებელი, აქტუალური ამოცანების [95, 96, 102, 104, 112, 134, 178].

ზემოარვერის ელემენტის ვიბროამპლიტუდის რეგულირების სქემების მიმოხილვის მიზნით გამოდინარე შესაზღვევად დასავსება:

- ელემენტის ვიბროამპლიტუდის რეგულირების და მართვის სქემები საშუალებას მოგვცემს სრული სიხშირის მართვის ინდუქციური დავრთვების გატარების მიზნით;
- ვიბრაციული დანადგარების მუშაობის რეჟიმის ეფექტური მართვის მიზნით მისი ტირისტორული სქემა გამოყენება.



nax. 1.11



nax. 1.12

1.7. კვლევის მიზანი და ამოცანები

არსებული ლიტერატურის და საპატენტო წყაროების მიმოხილვიდან გამომდინარე, გამოვლინებული იქნა სასაზღვრო კვლევების მიზნები და ამოცანები.

რამდენადაც, სამუშაოს პირდაპირ მიზანს წარმოადგენს მეტროლოგიური პროცესებისთვის ელემენტარული ვიბრაციული დანადგარების დამუშავება, კვლევები და ამ პროცესების მართვითი ეფექტიანობის დასაბუთება, საკითხის შესახებ სწავლების გატარების მიზნები და სახელი იქნა რეკომენდებული:

1. მეტროლოგიური პროცესების ინტენსიფიკაციისთვის ელემენტარული ვიბრაციული დანადგარების დამუშავება;
2. ვიბრაციული დანადგარებისთვის ელემენტარული და მართვითი ელემენტარული სქემების დამუშავება აგრეთვე ენერგეტიკული მაჩვენებლების მართვითი;
3. ელემენტარული ვიბრაციული დანადგარების მუშაობის რეჟიმების ექსპერიმენტული კვლევა და მართვითი სივრცის ანალიზი;
4. რეკონსტრუქცია და საბრუნავი სივრცის დაზვერვის სტიმულირება ვიბრაციული რეჟიმების ამპლიტუდების, სიხშირეებისა და სხვადასხვა ექსპოზიციის შემთხვევაში შესაბამისი დასაბუთებული ოპტიმური ვარიანტის დადგენა;
5. ვიბრაციული დანადგარის საექსპლუატაციო, ენერგეტიკული და ერგონომიული მაჩვენებლების დასაბუთების გაუმჯობესება;
6. დანადგარის ეკონომიკური ეფექტიანობის დასაბუთება და რეკონსტრუქციის მართვითი და რეკომენდაციების დამუშავება.

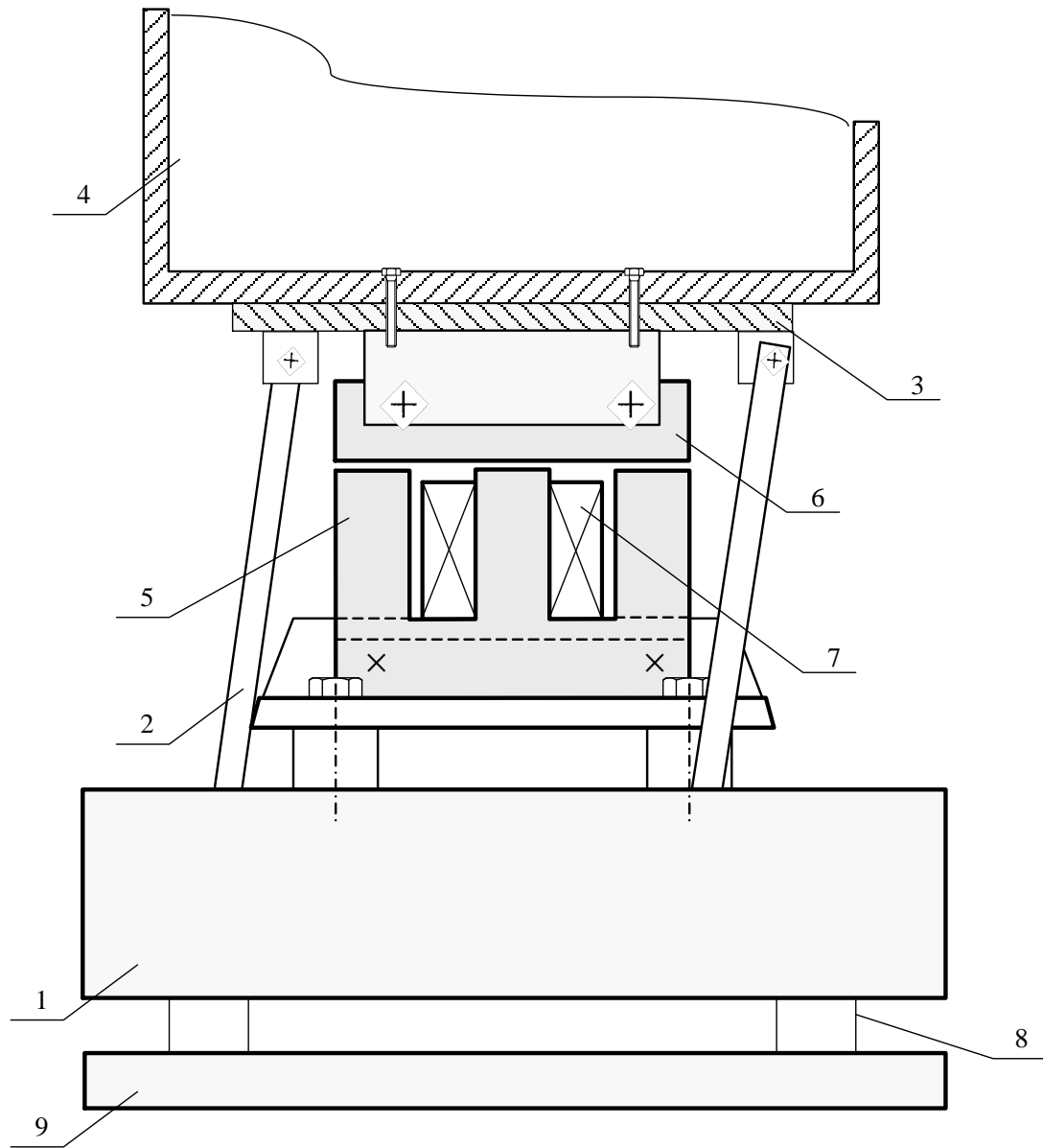
Tavi II. sacdel i el eqtromagnituri vibraciul i danadgarebi da maTi kvI eviS meTodiKa

2.1. sacdel i el eqtromagnituri vibraciul i danadgarebis konstruqciul i Taviseburebani

vibraciul i rxevebis zegavl ena Rvinis da sabrende spirtebis daZvel ebaze Seswavi ilia mraVali avtoris mier; kerZod, dadgenilia amgvari fizikuri zemoqmedebis dadebiTi efeqti daZvel ebis iseTi umniSvnel ovanesi procesebis mimdinareobaze, rogoric aris eTerifikacia, acetal warmoqmna da a.S. samwuxarod, eqsperimentul ma danadgarebma, magal iTad, el eqtromagniturma avzebma, am procesebis gansaxorciel ebl ad dRemde ver naxes praqtikul i gamoyeneba, ZiriTadad vibroamgznebi danadgarebis rxevebis sixSiris da intensiobis regul irebis SeuZI ebl obis gamo [70, 74, 78, 130, 171].

kvI evebis Catarebis dros sacdel obieqtad SerCeul i iqna saqarTvel os saxel mwifo sasofl o-sameurneo universitetis sofl is meurneobis el eqtrifikaciis departamentis mier Seqmnil i ukuqceviT-winsvl iTi moZraobis erTtaqtiani el eqtromagnituri vibraciul i bunkerul i danadgari /nax. 2.4/. aRniSnul i vibrodanadgaris bazaze Seiqmna da damuSavda mTel i rigi axal i konstruqciebisa, roml ebsac ganvixil avT SemdgomSi.

zemoaRniSnul i vibrobunkeris daniSnul ebaa dasamuSavebel Rvinomasal as miawodos mimarTul i rxeviTi moZraoba, kerZod, uzrunvel yos muSa organoSi - rezervuarSi, kasrSi CatvirTul i sabrende spirtebis da Rvinomasal ebis vibraciul i rxeva, erTdroul ad, rogorc ukuqceviT-winsvl iTi, aseve xraxnul i



max. 2.4

traektoriit, rac SesaZI ebl obas iZI eva danadgaris aqtiur masas mieniWos ori Tavisufl ebis xarisxi, gadaadgil des vertikal urad da, amavdoul ad, imoZravos xraxnul ad vertikal uri RerZis garSemo [1, 17, 19, 172].

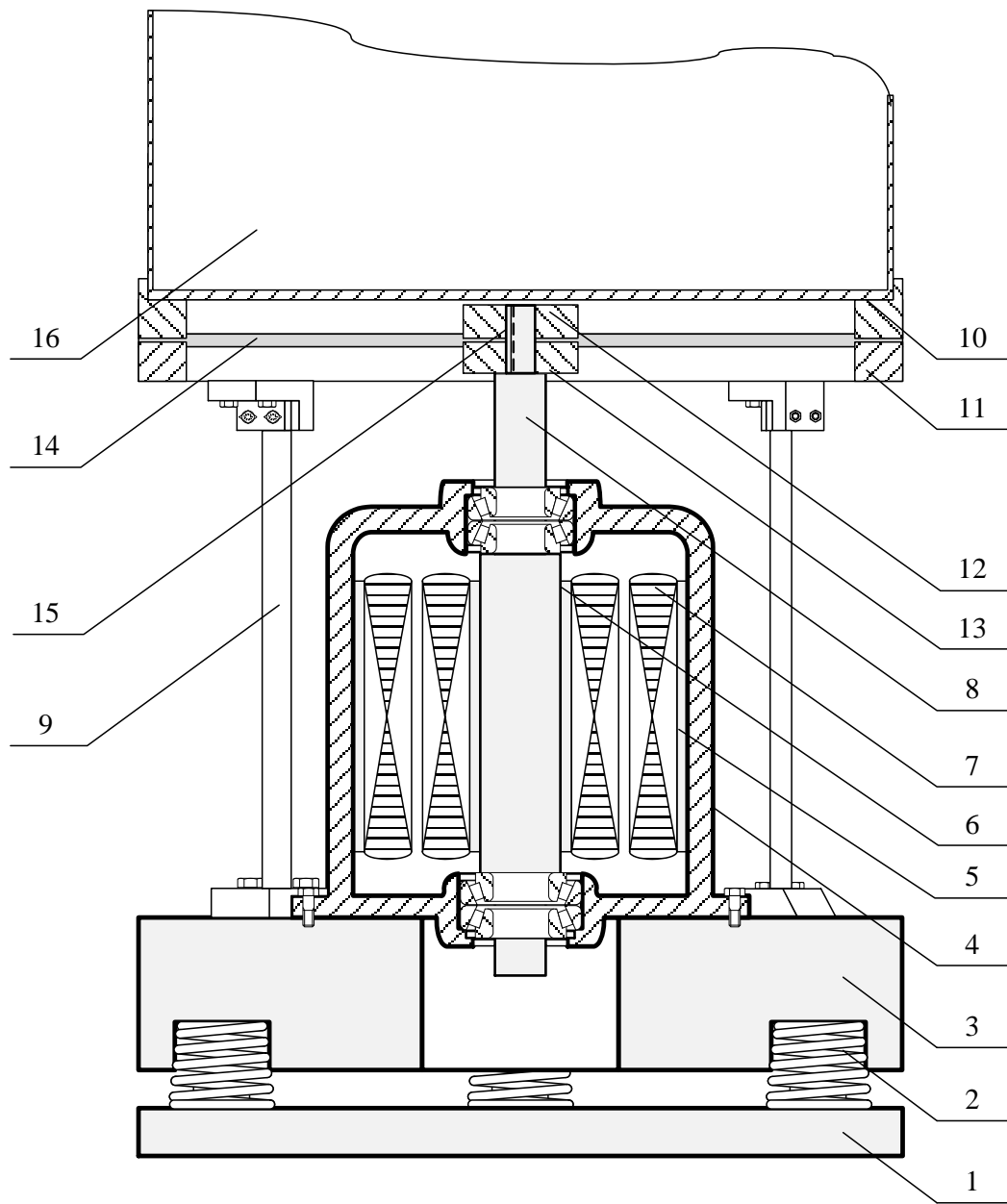
sabazo vibrodanadgari /nax. 2.4/ Seicavs masiur sadgars 1, romel zec 20⁰-iani kuTxiT daxril i sworkuTxa drekadi el ementebis 2 saSual ebiT mierTebul ia muSa organo 3 rezervuariT 4. sadgaris centrSi, Tavis mxriv, damagrebul ia el eqtromagnitis III-seburi gul ara 5, xol o Ruza 6 xistad ukavSirdeba muSa organos. el eqtromagnitis koWa 7 ikvebeba cvl adi denis qsel idan rogorc sinusoiduri, aseve cal naxeparperiodiani deniT. vibraciul i bunkeris sadgari rezinis drekadi sistemis 8 saSual ebiT ebj ibneba sayrdens 9.

warmodgenil el eqtromagnitur vibroamgznebs, rogorc sxva rezonansul manqanas, SeuZI ia muSaobdes rogorc rezonansandel reJimSi $\omega \leq \omega_0$, aseve rezonansis Semdgom, rodesac $\omega \geq \omega_0$. aRsaniSnavia, rom rezonansul reJimSi $\omega = \omega_0$ muSaobis dros, vibraciaSi moyvanil sistemas eniWeba rxevaTa maqsimal uri ampl ituda, ris Sedegad, danadgaris rezervuarSi moTavsebul i siTxe izens maqsimal urad did vibraciis siCqares da adgil i aqvs fontanirebas (vibroduRil s). Tumca, miuxedavad qsel idan moxmarebul i minimal uri energiisa da maqsiml uri wevis Zal isa, warmodgenil i vibrodanadgaris muSaoba am reJimSi aramdgradia, Sedegad, igi xasiaTdeba dabal i energetikul i da saeqspl uatacio maxasiaTebul ebiT, rac ganpirobepul ia imiT, rom gul arasa da Ruzas Soris sahaero RreCo mcire sididisaa, ris gamoc, Ruza ver aviTarebs ukuqceviT-winsvl iTi moZraobis did ampl itudas. ganviTarebul i rxevis maqsimal uri ampl ituda

yovel Tvis nakl ebia sahaero Rreċos sidideze $A_m < \delta_0$. amasTan, rodesac $A_m = \delta_0$ adgil i eqneba el eqtromagnitis Ruzis Sej axebas statorTan, rac iwvevs mowyobil obis muSaobis garkveul i reJimebis aramdgradobas da sabol ood, muSaobis saimedoobis xarisxis Semcirebas. praqtikul ad, ganxil ul i vibraciul i danadgarisaTvis saukeTeso Sedegi miReba, rodesac sistema momarTul ia $f_s = 50,5 \dots 51,5$ hc sakuTari rxevis sixSireze samuSaod.

zemoaRniSnul i nakl ovani mxareebis gaTval iswinebiT, gawyobebis xSirad Catarebebis Tavidan asacil ebl ad, damuSavda el eqtromagnituri vibraciul i danadgaris axal i konstruqcia. kerZod, rxevebis amgznebad gamoviyeneT ssssu-is s.m. el eqtrifikaciis departamentis bazaze Seqmnil i kuTxiT-rxevad Ruziani el eqtromagnituri amgznebi /64/ misi ZiriTadi dadebiTi efeqtis gamo, rac ganpirobetul ia imiT, rom Ruzis grZivi RerZidan muSa organos gansxvavebul i manZil iT damagrebis SesaZl ebl obis arseboiT miReba gadaadgil ebis nebi smieri ampl ituda, aseve vibrodanadgaris rezonansul reJimSi muSaobisas Tanmdevi negatiuri procesebi praqtikul ad gamoricxul ia, gaaċnia funqciuri SesaZl ebl obebis farTo areal i, maRal i saeqspl uatacio da energetikul i maċvenebel ebi [4, 29, 67, 69, 163].

SemoTavazebul i vibrodanadgari /nax. 2.5; danarTi 3/ Seicavs sadgars 1, madempfirebel i zambarebiT 2, romel Ta meSveobiT masze drekadad damagrebul ia fila 3, xol o, Tavis mxriv, fil aze xistadaa dayenebul i kuTxuri rxevebis vibroamgznebis korpusi 4, romel Sic moTavsebul ia uZravi statori 5 da moZravi Ruza 6 agznebis gragnil ebiT 7. Tavis mxriv, moZravi Ruza moTavsebul ia sakisrebian l il vze 8, xol o fil aze xistad



nax. 2.5

damagrebul ia sayrdeni, romel ic Sesrul ebul ia vertikal uri drekadi el ementebis 9, masze horizontal urad damagrebul i, erTmaneTis qveS ganl agebul i, zeda 10 da qveda 11 rgol ebis, zeda 12 da qveda 13 diskoebis da maT Soris moTavsebul i drekadi el ementebis 14 saxiT. sayrdeni dayenebul ia I il vis garSemo garkveul i kuTxiT Semobrunebis SesaZl ebl obiT. zeda da qveda diskoebi sogmanis 15 saSual ebiT xistadaa aseve damagrebul i I il vze, romel ic horizontal uri drekadi el ementebis saSual ebiT ukavSirdeba zeda da qveda rgol ebs. zeda rgol ze dayenebul ia rezervuari 16. qveda rgol ze damagrebul ia vertikal uri drekadi el ementebi, roml ebiC, Tavis mxriv, dakavSirebul ia fil asTan.

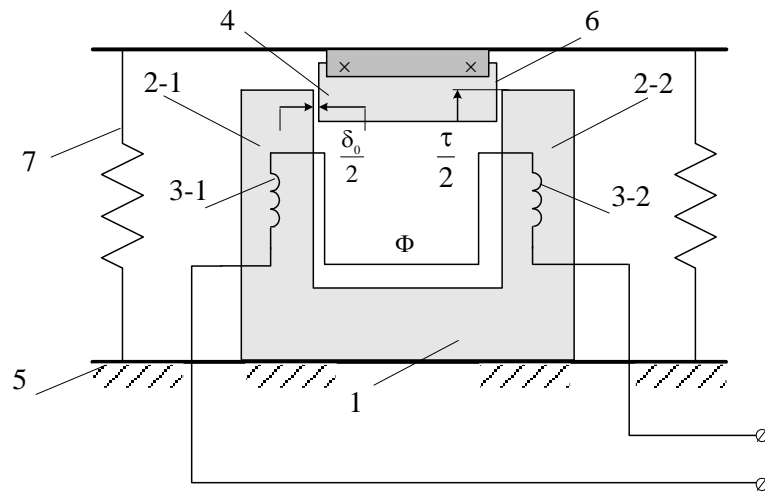
emva muSaobs Semdegi Tanmi mdevrobiT: winaswar rezervuarSi tvirTaven dasamuSavebel masal as. CarTaven kuTxuri rxevebis el eqtromagnitur amgznebs, ris Semdegac moZrav Ruzas, I il visa da sayrdenis saSual ebiT, moZraobaSi mohyavs rezervuari da, Sesabamisad, masSi CatvirTul i Rvinomasal ebi. rezervuaris xraxnul -rxeviTi moZraoba miReba agznebis gragnil ebSi cvl adi an impul suri denis gavl is SemTxvevaSi, romel sac, cxadia, kuTxiT-rxevad moZraobaSi moyavs Ruza da I il vi, rac iwvevs vertikal uri drekadi el ementebis 9 neutral uri (vertikal uri) mdgomareobidan gadaxras garkveul i α kuTxiT, magal iTad marj vniv, da aiZul ebs horizontal ur drekad el ementebis 14 gadaixaros garkveul i β kuTxiT neutral uri (horizontal uri) mdgomareobidan qvemoT. rxevis mimarTul ebis Secvl a, e.i. Ruzis mobruneba marcxniv, ganapirobebs drekadi el ementebis moZraobas sawinaaRmdego mimarTul ebiT; kerZod, rodesac vertikal uri drekadi

el ementebi 9 ubrundeba sawyis mdgomareobas da Semdeg gadaixreba neitral uri mdgomareobidan ($-\alpha$) kuTxiT anu sawinaaRmdego mimarTul ebiT, am dros horizontal uri drekadi el ementebi 14 imoZraveben qvevidan zeviT manZil iT $x = \omega t \ell$, sadac ℓ - vertikal uri drekadi el ementis sigrZea, m; da, Sedegad, drois im momentSi miaRwevs neitral ur mdgomareobas, rodesac vertikal uri drekadi el ementebi 9 daikaveben sawyis - neitral ur mdgomareobas da Semdeg gadaixreba isev qveda mimarTul ebiT β kuTxiT. maSasadame, Ruzis kuTxuri rxevebi marjvena da marcxnena mimarTul ebiT iwvevs horizontal uri drekadi el ementebis, zeda 10 da qveda 11 rgol ebisa da, cxadia, rezervuaris sinqronul rxeviT moZraobas, kerZod, xraxnul moZraobas.

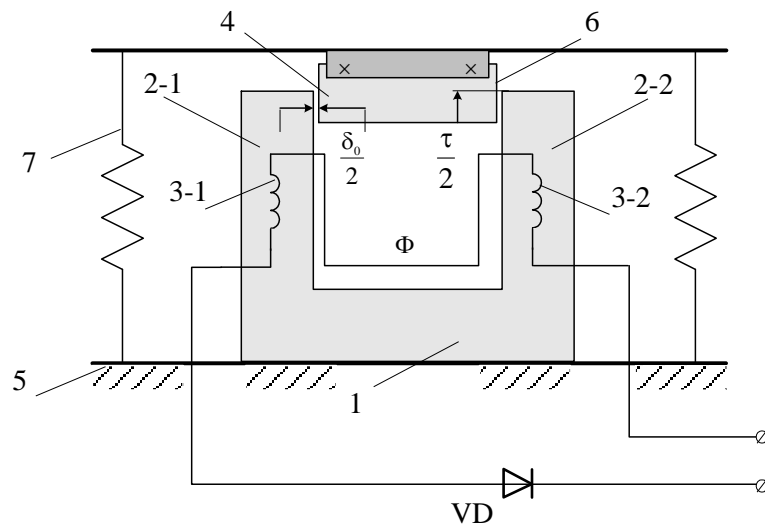
warmodgenil i vibrodanadgari, romelic mraval mxrivi funkciuri da maRal i saeqspl uatacio maxasiaTebi ebiT gamoirCeva, sofl is meurneobasa da kvebis mrewvel obaSi masal ebis maRal efeqtiani da xarisxiani vibraciul i damuSavebis saSual ebas iZl eva, Tumca, mcire simZl avris sawarmoo-teqno logiur cikl Si misi danergva nakl ebad misaRebia danadgaris damzadebaze gaweul i danaxarj ebisa da didi l iTontevadobis gamo [69].

zemoaRniSnul i uaryofiT i mxareebis gaTval iswinebiT el eqtromagnituri vibraciul i danadgarisaTvis damuSavda axal i, nakl ebad l iTontevadi magnitogamtaris konstruqcia /nax. 2.6a, 2.6b; danarTi 1, 4/, romelic xasiaTdeba gaumj obesebul i energetikul i, saeqspl uatacio maxasiaTebi ebiT da, Sesabamisad, mdgradi muSa reJimebiT [32, 34, 57, 59, 84].

magnitogamtari warmoadgens `II--seburi formis marTkuTxa



nax. 2.6 a



nax. 2.6 b

gul ars (stators) 1, roml is Reroebze 2-1 da 2-2 moTavsebul ia denis gragnil ebi 3-1, 3-2. gul aras faravs Ruza 4, romel ic, gansaxvavebiT sabazo vibrodanadgarisagan, dayenebul ia gul aris Reroebs Soris sahaero RreCoTi $\delta_0/2$ da gaaCnia ukuqceviT-winsvl iTi moZraobis SesaZl ebl oba. gul ari damontaJebul ia sadgarze 5, zol o Ruza, Tavis mxriv, xistad mierTebul ia muSa organoze, romel ic drekadi el ementebis 7 saSual ebiT daj avSirebul ia sadgarTan. Ruzis sigrZe gul aris Reroebs Soris manZil ze nakl ebia. muSaobis sawyis periodSi Ruza gul aris Reroebs Soris Ruzis pol usebis simaRl is naxe vriT aris CaSvebul i da misi maqsimal uri rxevis amplituda Ruzis pol usis simaRl is naxe vrs $\tau/2$ utol deba.

unda aRvniSnoT, rom warmodgenil i magnitogamtari sxva `II--seburi prototipi magnitogamtarisgan gansxvavdeba imiT, rom warmodgenil erTtaqtian el eqtromagnitSi Ruzis pol usebi moZraobs statoris Reroebis pol usebs Soris mudmivi sahaero RreCoebiT $\delta_0/2$ da mizidvis Zal a F damokidebul ia rogorc mudmivi RreCoebis sidideze, aseve misi pol usebis farTis S gadafarvis cvl il ebaze, rac iwvevs Ruzis gadaadgil ebas misive pol usis simaRl is naxe vriT $\tau/2$. absol uturi sizustiT gawyobil i vibrodanadgaris Ruzis statoris pol usebs Soris moZraobisas gamoricxul ia maTi Sej axe ba, riTac izrdeba danadgaris aqtiuri masis – rezervuaris, kasris gadadgil ebis SesaZl ebl oba $A_m = \tau/2$, energetikul i maCvenebl ebi da muSaobis saimedoo ba.

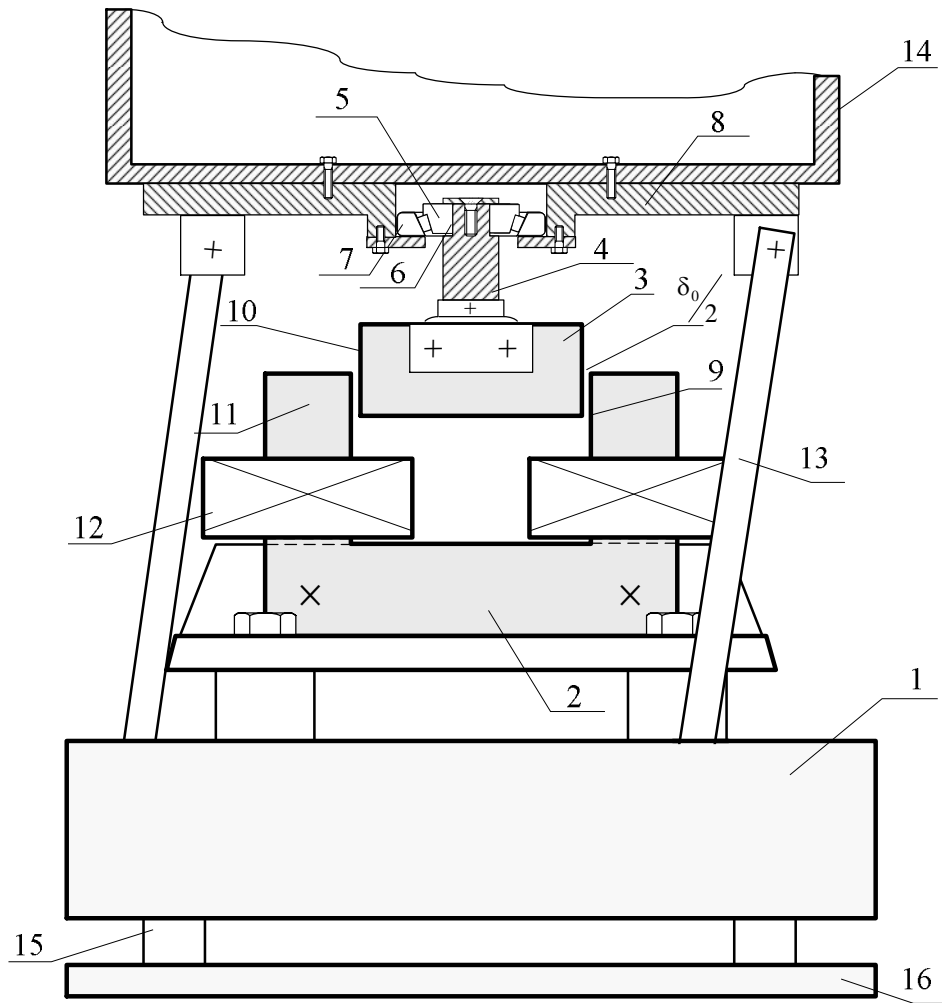
zemoaRweril i axal i magnitogamtaris gaTval iswinebiT, Sei qmna da damuSavda ukuqceviT-winsvl iTi moZraobis erTtaqtiani

el eqtromagnituri vibraciul i danadgaris kidev erTi konstruqcia [35, 108, 112, 125, 130].

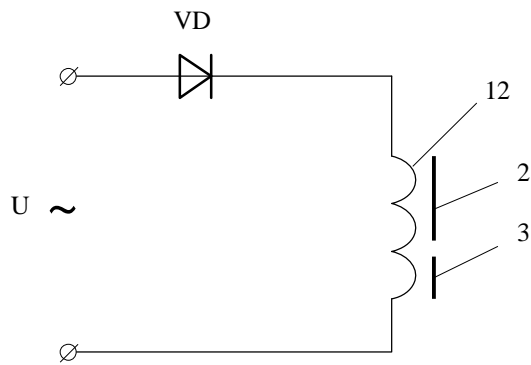
unda aRiniSnos, rom sawyis etapze Catarada misi grafikul i eskizis da detal irebis samuSaoebi kompiuterze «3D-MAX» programul i uzrunvel yofis saSual ebiT /danarTi 2/.

nax. 2.7-ze moyvanilia damuSavebul i el eqtromagnituri vibroamgznebis principul i sqema, romelic Sedgeba sadgaris 1 da masTan dakavSirebul i statorisagan 2, romlis Reroebze 11 xistad damagrebul ia gragnil i 12, igi kvebas Rebul obs cvl adi denis Zabvidan. statoris pol usebi 9, Ruzis 3 TiToeul pol usTan 10 magniturad dakavSirebul ia sahaero RreCoebiT, xolo rezervuaris 14 sayrdeni 8 mierTebul ia sadgarTan drekadi el ementebis 13 daxmarebiT, rac saSual ebas iZi eva vawarmooT vibroamgznebze dayenebul i rezervuaris moZraoba. vibraciul i danadgaris sadgari rezinis drekadi sistemis 15 saSual ebiT ebiT ibneba sayrdens 16.

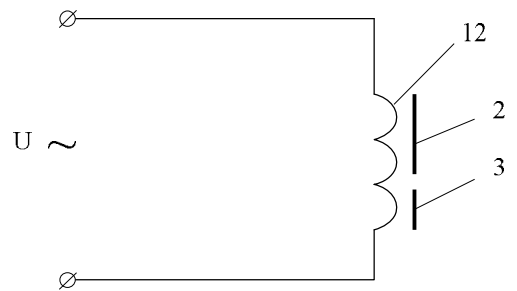
SemoTavazebul i vibraciul i amgznebi arsebul i prototipebisagan [1, 17, 18, 19, 94, 100, 103] gansxvavdeba imiT, rom statori, rogorc ukve aRvniSneT, Sesrul ebul ia Π -seburi magnitogamtariT, romlis Ruza moZraobs statoris SigniT, romelic l il viT 4 xistad mierTebul ia gorvis sakisaris 5 Sida diametrTan 6, es ukanasknel i gare diametriT 7 aseve xistad aris mierTebul i rezervuaris sayrdenTan 8 da mizidvis Zal a damokidebul ia aramarto sahaero RreCos δ_0 sidideze, aramed amgznebis pol usebis 9, 10 zedapi rebis farTebis S_1 da S_2 cvl aze. Sedegad, adgil i aqvs rxevis amplitudis zrdas da statoris da Ruzis erTmaneTTan Sej axebis ararsebobas, rac iwevs vibroamgznebis l iTonis mocul obis Semcirebas da zrdis



max. 2.7



max. 2.8 a



max. 2.8 b

muSaobis saimedoobas.

vibraciul i danadgari muSaobs Semdegnairad: cvl adi denis momWerebze Zabvis miwodebis dros, statoris or mimdevrul - Tanxvedril ad SeerTebul gragnil Si gavi is deni da Sesabamis magnitur konturSi warmoqmnis cvl ad magnitur nakads Φ , romelic Seikvreba magnitur konturSi da moxdeba Ruzis mizidva $F \text{ Zal iT}$ zevidan qveviT, am dros drekadi sistema imozravebs wriul i traektoriiT zevidan qveviT, Semobrundeba gorvis sakisari raime $(+\alpha)$ kuTxiT, xol o mkvebavi Zabvis meore naxevarperiodis dros, rodesac gragnil ebSi deni ar gadis, gorvis sakisari mobrundeba $(-\alpha)$ kuTxiT, drekadi sistema da Ruza imozraveben qvevidan zemoT. daubrundeba ra Ruza sawyis mdgomareobas, Sesrul deba harmoniul i rxewis erTi periodi. meore da Semdeg periodebSi denis gavl a gamoiwvevs Ruzis mizidvas, xol o denis ararsebobis dros ganzidvas da ase harmoniul ad daiwyebis el eqtromagnituri vibroamgznebis rezervuari da, Sesabamisad, masSi moTavsebul i Rvinomasal ebi RuzasTan erTad rxevas cvl adi denis sixSiriT.

kerZod, nax. 2.8a SemTxvevaSi vibroamgznebis rxeebis sixSire, mkvebavi qsel is samrewvel o sixSiris pirobebSi, tol ia 50 hc, xol o nax. 2.8 b-ze mocemul i sqemisaTvis, Ruzis rxewis sixSire $f=100$ hc tol i iqneba.

aqve unda aRiniSnos, rom kvl evis obieqtebi warmoadgenen ori - aqtiuri m_a da reaqtuul i m_r masis mqone rxeviT sistemas. vibraciaSi mosayvani sistemis el eqtromagnitis agzneba xorciel deba rogorc sinusoiduri, aseve cal naxevarperiodiani deniT $f=50$ hc sixSiriT. aseTive sixSiriT mimdinareobs vibrirebadi sistemis rxeebi. rezonansul i reJimis

dasamyarebl ad aucil ebel ia vcval oT danadgaris el eqtromeqanikuri parametrebi – vibraciis sixSire, ampl ituda, drekadi el ementebis sixiste, amasTan, pirveli ori sidide mdored, xolo sixiste – safexurebad. meqanikuri rezonansis dasamyarebl ad, saWiroa Sesrul des piroba, romlis Tanaxmad drekadi el ementebis sixiste

$$c = \omega^2 \frac{m_a \cdot m_r}{m_a + m_r}, \text{ n/m.} \quad (2.1)$$

el eqtromagnituri vibrodanadgarebis sakuTari rxevis sixSire, vibraciuli sistemis masis da drekadi el ementebis – resorebis sixisteze damokidebul ebaSi gamoisaxeba Semdegi formul iT:

$$f_s = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{c}{m}}, \text{ hc,} \quad (2.2)$$

sadac c – resoris sixiste, n/m;

m – vibrirebadi sistemis masa, kg.

sakuTari rxevebis sixSire mowmdeba da ganisazRvreboda bgeriT generatoris saSual ebit. el eqtromagnituri vibroamgznebis Ruzas da gul aras Soris sahaero RreCos SerCevis sizuste ganapirobebs danadgarebis karg funqciur da energetikul macvnebel ebs /cxrii 2.1/. Sedarebit didi sididis RreCos SerCeva araracional uria muSa organos rxevis mcire ampl itudis da qsel idan moTxovnil i gazrdil i simZl avris gamo [18, 104, 180, 196].

vibroamgznebis koWas gragnil ebs izol acia gaxurebaze mowmdeba danadgaris maqsimal uri (oTx saatiani) datvirTvit muSaobis dros. koWis temperaturam ar unda gadaaWarbos 60°C. gamocdit miRebul i Sedegebi akmayofil ebs standart ebs, romlis

Tanaxmad muSa temperaturaze izol aciis winaRoba unda aRematebodes:

$$r_{iz} = \frac{U_n}{1000 + 0,01S_n}, \text{ momi,} \quad (2.3)$$

sadac U_n – gragnil is nominal uri Zabva, v;

S_n – nominal uri srul i simZI avre, va.

**cxრი i 2.1. eqსperimentul i vibrაციul i danადგარის
teqნიკური პარამეტრები**

პარამეტრების დასახელება		პარამეტრები
დანადგარის დიამეტრი, mm	მინიმალური	250
	მაქსიმალური	320
დანადგარის მასა, kg	უმცირესი	5,0
	უდიდესი	8,0
დატვირთვის უდიდესი მასა, kg		8,5
დანადგარის რხევის ამპლიტუდა, mm	უმცირესი	1,5
	უდიდესი	8,0
კარელი რეზერვუარის აქტიური მასა, kg		2,2
სადგარის მასა, kg		22,8
რხევის ამპლიტუდის სიხშირე, hc		48,5...51,5
საბაერო რეცოსიდიდე, mm		0,2...0,8
დრეკადი ელემენტების კვეთის ფორმა		სწორკუთხა
მუშაობის რეგულირების დიაპაზონი, v		60...220
ვიბროამგზნების ნომინალური დენი, a		1,6
დემფირების კოეფიციენტი		5,4

2.2. kvl evis meTodika

eqsperimentul i kvl evis ZiriTad mimaRTul ebebs warmoadgens meRvineobis teqnologiuri procesebisaTvis gankuTvnil i axal i konstruqciis el eqtromagnituri vibroamgznebebis dinamikuri parametrebis Seswavl a misi sxvadasxva muSa reJimebis dros da energetikul i, ekonomikuri da ergonomiul i maCvenebl ebis Tval sazrisiT, maTi muSaobis optimal uri reJimebis dadgena, agreTve, vibraciul i danadgarebis konstruqciul i parametrebis gaangariSebis meTodikis Sesaqmnel ad Teoriul i safuZvl ebis dazusteba.

el eqtromagnituri vibroamgznebebis kvl evisaTvis aucil ebel ia el eqtrul i, magnituri, meqanikuri da Tburi sidiideebis gazomva. Catarebul i kvl evis meSveobiT gani sazRvra, sxvadasxva ZabviT kvebisas, danadgarebis mier moTxovnil i denis Zal ebi, simZl avreebi, gragnil ebis induqciuroba da winaRoba, izol aciis winaRoba. magnituri sidiideebis gazomva damokidebul ia sahaero RreCoSi induqciis gansazRvraze. meqanikuri sidiideebis gazomva warmoebda wevis Zal ebis, Ruzis rxevis sixSireebis, vibrosiCqaris da vibrogadaadgil ebis parametrebis droSi cvl il ebis registraciis pirobebSi sxvadasxva saxis datvirTvis reJimSi [6, 63, 105, 119, 133].

ramdenadac, kvl evis ZiriTad amocanas warmoadgens Rvini sa da sabrende spirtebis warmoebis teqnologiuri procesebis intensifikaciisaTvis el eqtromagnituri vibraciul i danadgarebis racional uri konstruqciis damuSaveba, kvl evisas aqcenti aRebul iqna zemoaRweril rogorc

ukuqceviT-winsvl iTi, aseve kuTxiT-rxevadi moZraobis mqone amgznebebiT aRWurvil vibrodanadgarebze.

Catarda Rvinomasal ebis vibraciul i rxevebiT damuSavebis teqnol ogiis da teqnikuri saSual ebebis gamocda el eqtromagnituri vibrodanadgarebis muSaobis racional uri reJimebis, ekonomikuri efeqtianobisa da mwarmoeblobis gansazRvris da dazustebis mizniT.

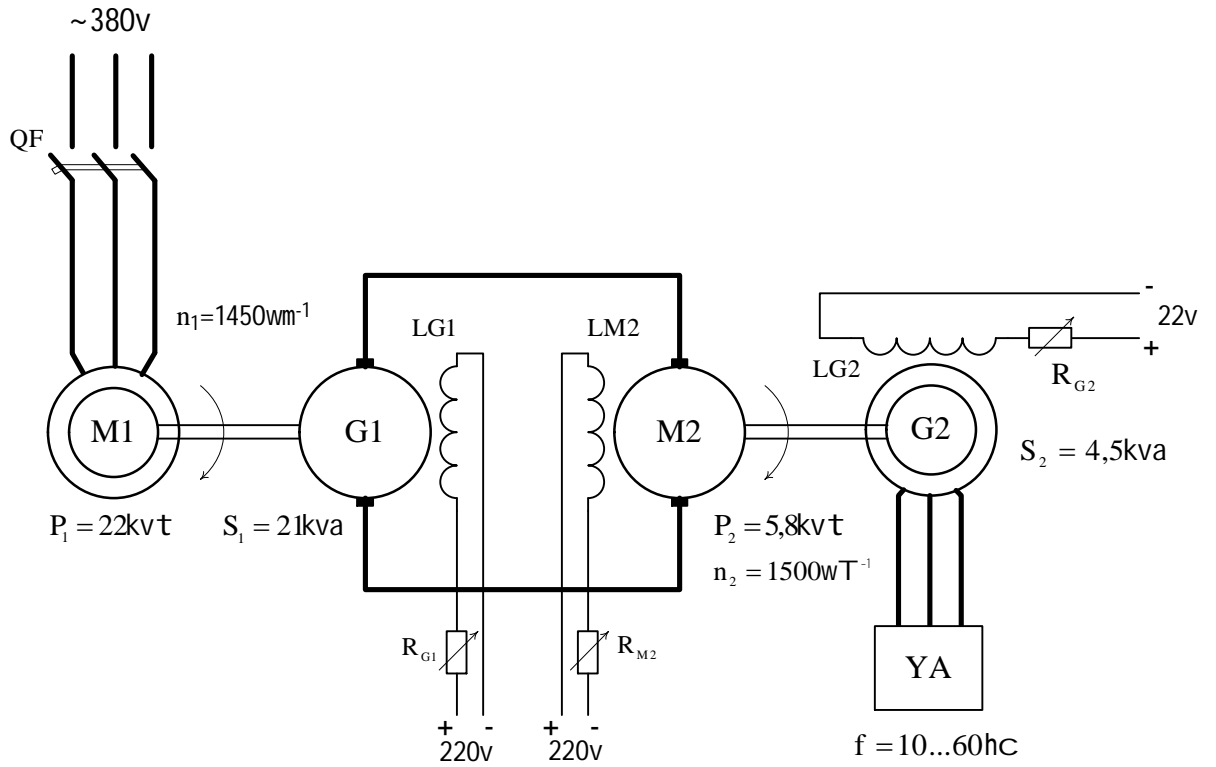
eqsperimentul i kvl ebebisa da gamocdisaTvis damatebiT gamoyenebul iqna special uri da Cveul ebrivi saxis el eqtrul i manqanebisa da aparatebisaTvis cnobil i meTodikebi [15, 16, 56, 61, 131, 133].

2.3. el eqtromagnituri vibroamgznebebis el eqtrul i parametrebis gazomvis meTodika

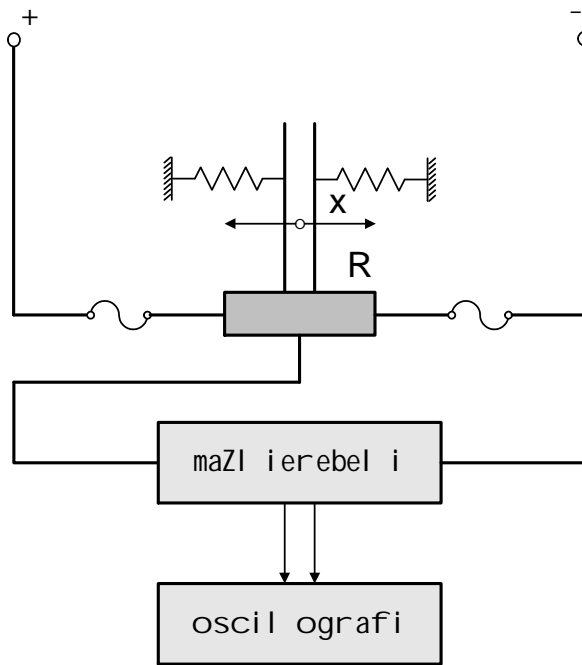
eqsperimentul i kvl evebis dasaxul i miznebidan da amocanebidan gamomdinare Catarebul iqna el eqtromagnituri vibrodanadgarebis gamocda da dadginda rogorc maTi amplitudur-sixSirul i da fazur-sixSirul i maxasiaTebI ebi, aseve vibroamgznebebis maxasiaTebI ebi sixSirul i marTvis sxvadasxva kanonebis realizaciisas [20, 43].

gamocda Catarda saqarTvel os saxel wifo sasofl o-sameurneo universitetis sofl is merneobis el eqtrifikaciis departamentSi Seqmnil special ur stendze /nax. 2.1/; sqemaSi mokl edSerTul rotorian asinqronul Zravas M1 moZraobaSi mohyavs mudmivi denis generatori G1, roml idanac Zabva miwodeba damoukidebel i agznebis mudmivi denis Zravas M2, roml is l il vi xistad dakavSirebul ia sinqronul i generatoris G2 l il vTan. reostatebis winaRobebis R1, R2, da R3 sidi deebis Secvl is gziT, sqemaSi uzrunvel yofil ia sinqronul i generatoris Zabvis U cvl il eba 0-dan 250 v-mde diapazonSi, xolo cvl adi denis sixSiris regul ireba $f=10..60$ hc-mde fargl ebSi. unda aRiniSnos, rom stendSi CarTul i aggregatebis simZl avre, kerZod, sinqronul i generatoris simZl avre SerCeul ia ise, rom uzrunvel yofil ia vibrodanadgarebis mdgradi muSaoba cvl adi denis sixSiris regul irebis mTel diapazonSi.

el eqtromagnituri vibroamgznebebis stendze gamocdisas el eqtrul i da meqanikuri parametrebi dadginda Tanaxmad cnobil i meTodikisa. emva-s muSa organos rxevis amplitudis



nax. 2.1



nax. 2.2

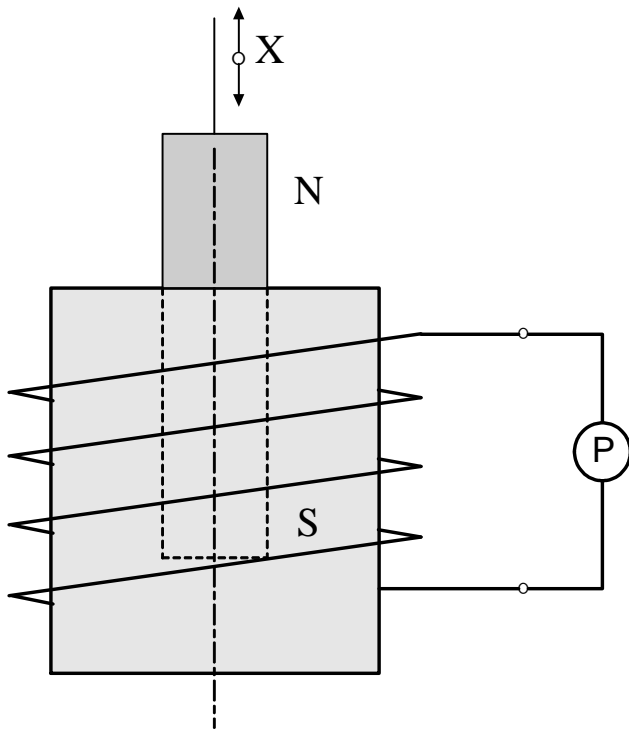
registracia warmoebda nax. 2.2-ze moyvani l i sqemis mixedvi T.

agreTve gamoyenebul iqna induqciuri gardamqmnel i /nax. 2.3/. masSi moTavsebul i mudmivi magnitis rxevis sixSiris sididis gansazRvriT davadgineT vibraciis intensivoba. vobrometris DBG-2E K4-2 da induqciuri gardamqmnel is L21F gamoyenebiT gavzomeT vobrosiCqare diapazonSi 0,1...100 mm/wm da mcire vibrogadaadgil eba 2...200 mkm-mde, amasTan cdomil ebam Seadgina 15% [106, 135, 136, 138, 140].

el eqtromagnituri vibroamgznebebis cvl adi denis Zal is da Zabvis moqmedi mniSvnel obebis, qsel idan moTxovnil i aqtiuri da reaqtul i simZl avreebis gazomva warmoebda kombinierebul i gasazomi kompl eqtebiT R506 da K50. cvl adi denis sixSire gaizoma el eqtronul i sixSirmzomiT XP-34.

dasaxul i amocanebis Sesabamisad, oscil ogramebis gadasarebad SevirCiet oscil ografi H117/1 ul traისferi fotoCaweriT. ZiriTadad, yuradReba eTmoboda im faqts, rom mcire vibraciebi ar gadascemoda gal vanometrebs, risTvisac isini irTvebodnen gaTvl il gare winaRobebze da warmoebda nul ovani xazebis Cawera; amasTan, adgil i ar hqonda nul ovani xazebis gadaxras da tal Riseburobas, risTvisac tardeboda gare vibraciis zemoqmedebis izol irebis RonisZiebebi. statikuri cdomil ebebis Sencirebis mizniT da Caweris xarisxis asamaRl ebl ad gal vanometrebs sawyisi mdgomareoba saSual ebas iZl eoda sxivebis momarTvas Caweris sibrtyis marTobul ad.

Zabvis registraciis oscil ografiul i gal vanometris diapazonis SesarCevad gamoyenebul i iyo zRvrebis amomrCeval i P009 da P010, roml ebic uzrunvel yofdnen gal vanometrebs dacvas denebis gadatvirTvisagan.



max. 2.3

2.4. meqanikuri parametrebis kvl eva

el eqtromagnituri vibroamgznebis Ruzis gadaadgil ebis myisieri mniSvnel obis da amplitudis gazomva xorciel deboda potenciometruli gadawodis saSual ebiT, romelic Sesrul ebuli iyo ortaqtiani diferencialuri boguri sqemiT. vibrodanadgaris muSa organos rxevis procesSi Sesabamisad warmoebda potenciometris mcocis nulovani mdgomareobidan gadaxra, rac saSual ebas gvaZl evda dagvefiqsirebina Ruzis gadaadgil ebis da rxevis amplitudis mniSvnel obebi [40, 44].

rxevaTa sakuTari sixSiris da mil evis koeficientis gazomva warmoebda sistemis sakuTari rxevis mil evis procesis oscilografirebis gziT, mas Semdeg, rac igi gamoirTveboda marTvis sqemidan [160].

ramdenadac vibrodanadgaris amgznebi Zal is sidide an misi wevis Zal va warmoadgens sistemis meqanikuri, el eqtruli da magnituri parametrebis droze damokidebul ebis rTul funqcias, gamartivebis mizniT SevizRudeT vibrodanadgaris wevis Zal vis gazomviT statikaSi sxvadasxva fiqsirebuli RreCoebis pirobebSi. Tumca, rogorc praqtikam gviCvena, wevis Zal vis gazomva da Cawera aucil ebelia warmoebdes mxolod dinamikaSi [5, 92, 126, 138, 176, 194].

Tavi III. Teoriul i kvl evebi

3.1. ukuqcevi T-winsvl iTi moZraobis erTtaqtiani

el eqtromagnituri vibrodanadgarebis

Teoriis sakiTxisaTvis

ukanasknel i periodis ganmavl obaSi sofl is meurneobaSi sxvadasxva teqno logiuri procesebis efeqtianad marTvisa da mniSvnel ovani teqnikur-ekonomikuri efeqtis misaRebad farTo gamoyenebas iZenen el eqtromagnituri vibraciul i danadgarebi. maT dadebiT mxareebis miakuTvneben konstruqciis da eqspl uataciis simartives, mbrunavi da moxaxune nawil ebis uqonl obas, maRal saimedobas, xmauris dabal dones, xangamZl eobas, Tumca maT gaaCniaT agreTve uaryofiTi Tviseba: SezRudul i funqciuri SesaZl ebl oba, kerZod, amplitudis meryeoba datvirTvis cval ebadobisas da sahaero RreCos mcire sididiT gamowveul i SezRudul i amplituda [1, 7, 39, 73, 116].

el eqtromagnituri vibraciul i danadgarebi warmoadgenen iseT rxeviT sistemebis (Cveul ebriv ormasians), romel Sic muSa organos masebis moZraobis xasiaTi ganisazRvreba sistemis geometriul i da dinamikuri parametrebiT. maTi konstruqciul i Taviseburebani damyarebel ia moqmedebis rezonansul i principis gamoyenebaze, rodesac vibroamZravis mcire amgznebi Zal iT SesaZl ebel ia muSa organoze mniSvnel ovani Zal vis modeba. aRsaniSnavia, rom rezonansul reJimSi danadgaris mdgrad muSaobas ganapirobebs rxeviTi sistemis zusti gaangariSeba [48, 61, 62, 87].

meRvineobis teqno logiuri procesebis intensifikaciisaTvis gankuTvnil i sakvl evi el eqtromagnituri vibrodanadgarebi,

kerZod, danadgarebi ukuqcevi T-winsvl iTi moZraobis erTtaqtiani amgznebi T /ixil eT, par. 2.4; nax. 2.4; 2.6; 2.7/, rogorc ukve aRvniSneT, ZiriTadad warmodgenilia Tavisuflebis orixarixis mqone ormasiani sistemis saxiT, sadac m_2 danadgaris sadgaris masaa, da ebjineba mcire sixistis c_2 , n/m, saamortizacio drekad el ementebis, xolo danadgaris zedapirze damagrebuli rezervuari mocemulia m_1 masiT, romelic Tavis mxriv damagrebulia c_1 sixistis mqone drekad resorebze /nax. 3.1a/. aRvniSnavT, rom TiToeul masaze moqmedebis sididiT toli da faziT urTierTsawinaaRmdogo Zalvebi. angariSis gasamartivebl ad rxeviT sistemaSi arsebul winaaRmdegobis Zalebs droebiT ugul ebel vyofT.

Cveul ebrivad, amortizatoris (rezinis drekadi el ementi) sixiste gacilebiT naklebia ZiriTadi drekadi el ementis – resoris sixisteze, ris gamoc harmoniuli amgznebi Zalis $F \sin \omega t$ zemoqmedebis qveS myofi masebis moZraobis diferencialuri gantolebebi Semdeg saxes Rebul oben:

$$\left. \begin{aligned} m_1 \ddot{x}_1 &= -c_1(x_1 - x_2) - F \sin \omega t \\ m_2 \ddot{x}_2 &= -c_2 x_2 + c_1(x_1 - x_2) + F \sin \omega t \end{aligned} \right\}, \text{ kg} \cdot \text{m}/\text{wm}^2. \quad (3.1)$$

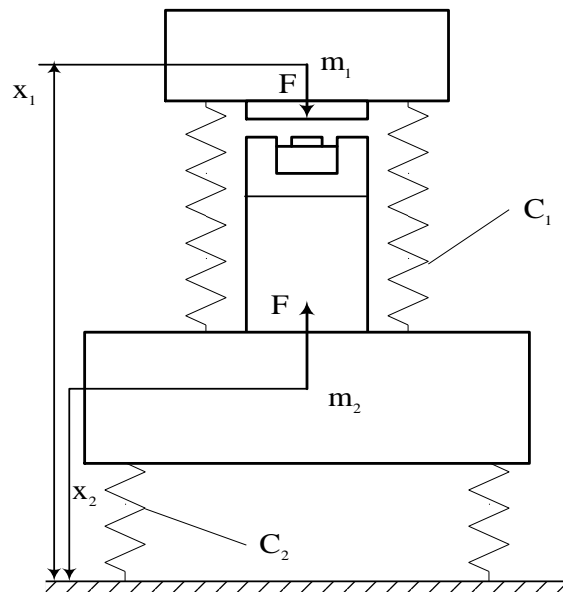
gantolebis gasamartivebl ad SemoviRoT aRniSvnebi:

$$\begin{aligned} \frac{c_1 + c_2}{m_2} &= a; & \frac{c_1}{m_2} &= b; & \frac{c_1}{m_1} &= d, & \frac{1}{\text{wm}^2}, \\ \frac{F}{m_1} &= q_1; & \frac{F}{m_2} &= q_2, & \text{m}/\text{wm}^2. & & \end{aligned} \quad (3.2)$$

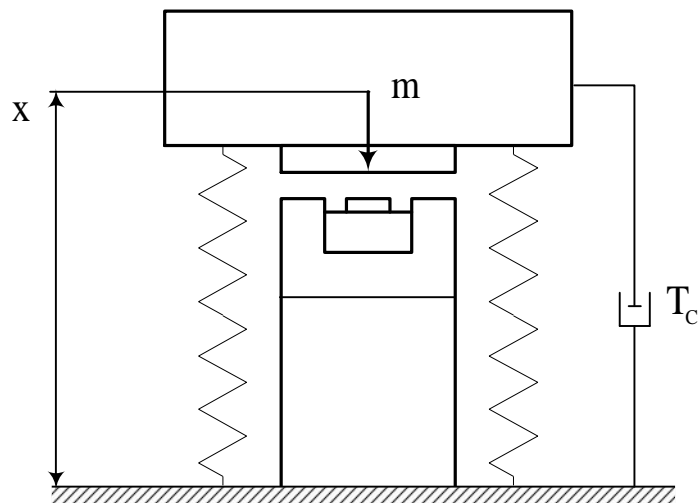
Tu (3.1) gantolebis kerZo amonaxsns

$$\left. \begin{aligned} x_1 &= A_1 \sin \omega t \\ x_2 &= A_2 \sin \omega t \end{aligned} \right\}, \quad (3.3)$$

(3.2) aRniSvnebis gaTvaliswinebiT Sevitant (3.1) gantolebaSi,



max. 3.1a



max. 3.1b

$$\left. \begin{aligned} (a - \omega^2)A_2 - bA_1 &= q_1 \\ A_2d + (d - \omega^2)A_1 &= -q_2 \end{aligned} \right\} . \quad (3.4)$$

misi amoxsniT dgindeba danadgaris aqtiuri da reaqtiul i masebis rxevis ampl itudis Semdegi Tanafardoba:

$$\frac{A_1}{A_2} = \frac{q_2d - (a - \omega^2)q_1}{(d - \omega^2)q_2 - bq_1} . \quad (3.5)$$

am gamosaxul ebaSi (3.2) aRni Svnebis CasmiT da Sesabamisi SekveciT, vRebul obT:

$$\frac{A_1}{A_2} = -\frac{\omega^2 m_2 - c_2}{\omega^2 m_1} . \quad (3.6)$$

rxeviTi sistemis sixSirul i gantol ebis warmosadgenad ugul ebel vyofT amgzneb Zal as, Sedegad, rodesac $q_1=q_2=0$ (3.4) gamosaxul ebidan vRobul obT:

$$\left. \begin{aligned} (a - \omega^2)A_2 - bA_1 &= 0 \\ A_2d + (d - \omega^2)A_1 &= 0 \end{aligned} \right\} , \quad (3.7)$$

da ampl itudebi A_1 da A_2 Rebul obs nul isagan gansxvavebul amonaxsens, im SemTxvevaSic, Tu gantol ebaTa sistemis (3.7) ganmsazRvrel i tolia nul is:

$$\begin{vmatrix} a - \omega^2 - b \\ d + d - \omega^2 \end{vmatrix} = 0. \quad (3.8)$$

misi gaSi iT danul Tan gatol ebiT

$$\omega^4 - \omega^2(a + d) + d(a - b) = 0, \quad (3.9)$$

vRebul obT rxeviTi sistemis bikvadratul sixSirul gantol ebas, romel Sic (3.2)-dan aRni Svnebis SetaniT gamovsaxavT sakuTari rxevis or sixSires:

$$\omega_{1,2} = \sqrt{\frac{m_1(c_1 + c_2) + m_2c_1}{2m_1m_2}} \pm \sqrt{\left[\frac{m_1(c_1 + c_2) + m_2c_1}{2m_1m_2}\right]^2 - \frac{c_1c_2}{m_1m_2}} , \quad \omega m^{-1} . \quad (3.10)$$

radgan $c_2 \ll c_1$, srul iad dasaSvebia davuSvaT, rom $c_2=0$, amitom (3.10) gamosaxul ebidan $\omega_1=0$ da meore sakuTari rxevis sixSire

$$\omega_2 = \sqrt{\frac{(m_1 + m_2) c_1}{m_1 m_2}}, \text{ } \omega\text{m}^{-1}, \quad (3.11)$$

xol o (3.6) gantol eba Semdeg saxes Rebul obs:

$$\frac{A_1}{A_2} = \frac{m_2}{m_1}, \quad (3.12)$$

saidanac naTI ad Cans, rom iZul ebiTi rxevis ampl itudebi A_1 da A_2 sistemis m_1, m_2 masebis ukuporciul ia.

SemoviRoT dayvani l i masi s aRni Svna:

$$m = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2}, \text{ } \text{kg}, \quad (3.13)$$

maSin (3.11) gamosaxul ebas warmovadgenT Semdegnairad:

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{c}{m}}, \quad (3.14)$$

sadac ω_0 – sistemis sakuTari rxevis sixSire, ωm^{-1} ;

c – vibrodanadgaris drekadi el ementis sixiste, n/m.

el eqtromagnituri vibraciis Teoria iTval iswinebs Tavisufl ebis ori xarisxis mqone ormasiani vibrodanadgaris rxevis diferencialuri gantol ebebis dayvanas Tavisufl ebis erTi xarisxis mqone erTmasiani sistemis moZraobis gantol ebaze [172, 179, 190], amitom Semdgomi gaTvl ebi gamomdinareobs vibraciul i danadgaris erTmasiani model idan /naxazi 3.1b/; aqve gasaTval iswinebel ia moqmedi winaaRmdegobis Zal a F_c romel ic pirvel i xarisxis wanacvl ebis siCqaris proporciul ia:

$$F_c = -hx, \text{ } \text{n}, \quad (3.15)$$

sadac h – moZraobis winaaRmdegobis koeficienti, n/m;

x – sistemis masis gadaadgil eba, m.

erTmasiani sistemis iZul ebiTi rxevis diferencial uri gantol eba Caiwereba saxiT:

$$\ddot{x} + 2n\dot{x} + \omega^2 x = \frac{F \sin \omega t}{m}, \quad (3.16)$$

sadac $n = \frac{h}{2m}$ – mil evis koeficienti, n/m·kg.

Tu gamovricxavT rxevis mil evas, romel sac garkveul i mniSvnel oba gaaçnia mxol od vibrodanadgaris agznebis periodSi, maSin rxevadi masis gadaadgil eba damyarebul i iZul ebiTi rxevis pirobebSi gamoisaxeba tol obiT:

$$x = \frac{F}{m\omega_0^2} \frac{1}{\sqrt{\left(1 - \frac{\omega^2}{\omega_0^2}\right)^2 + \frac{4\omega^2 n^2}{\omega_0^4}}} \sin(\omega t - \varepsilon), \quad (3.17)$$

sadac ε – gadaadgil ebase da gare Zal ebs Soris fazaTa Zvris kuTxee, romel ic ganisazRvreba Tanafardobi dan:

$$\operatorname{tg} \varepsilon = \frac{2mn}{\omega_0^2 - \omega^2} = \frac{2 \frac{\omega}{\omega_0} \frac{n}{\omega_0}}{1 - \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2}. \quad (3.18)$$

Tu davuSvebT, rom $x_{st} = \frac{F}{m\omega_0^2}$, maSin (3.17) gamosaxul ebi dan vRebul obT:

$$A = x_{st} \frac{1}{\sqrt{\left(1 - \frac{\omega^2}{\omega_0^2}\right)^2 + \frac{4\omega^2 n^2}{\omega_0^4}}}, \quad (3.19)$$

sadac x_{st} – statikuri wanacvl eba, romel ic miReba Zal is F statikuri modebis SemTxvevaSi.

დამოკიდებულ ება $\frac{A}{x_{st}}$ განსაზრვავს დინამიკობის
 კოეფიციენტს μ , კერძოდ,

$$\mu = \frac{A}{x_{st}} = \frac{1}{\sqrt{\left(1 - \frac{\omega^2}{\omega_0^2}\right)^2 + \frac{4\omega^2 n^2}{\omega_0^4}}} . \quad (3.20)$$

ეს სიდიდე დამოკიდებულ ია ამგზნები ზალის კუთხური
 (იზულებითი) და თავისუფალი რხევის სიხშირეთა ფარდობაზე $\frac{\omega}{\omega_0}$,
 აგრეთვე $\frac{n}{\omega_0}$ -ზე, რომელიც ხსირ შემთხვევაში ზალზე მცირეა.

თუ სისტემაში რხევის მიღება მცირე ნახ. 3.2/, მაშინ ამგზნები
 ზალის სიხშირის ω ზრდასთან ერთად იზრდება, როგორც
 დინამიკობის კოეფიციენტი, ასევე რხევის ამპლიტუდა.
 არსაჩინავია, რომ დინამიკობის კოეფიციენტის მაქსიმუმი
 დაზრულია აბსცისიდან $\frac{\omega}{\omega_0} \approx 1$, თუმცა ეს ზვრა, როგორც უკვე
 ავრჩინებთ, მცირე სიდიდისაა და (3.20) გამოსახულებაში $\omega = \omega_0$ გამოსა
 მიახლოებით განსაზრვავთ $\mu_{\text{მაქს.}}$ -ს:

$$\mu_{\text{მაქს.}} = \frac{\omega_0}{2n} , \quad (3.21)$$

აქედან ნათელია, რომ დინამიკობის კოეფიციენტის მაქსიმუმი
 მიღების კოეფიციენტის n უკუპროპორციულია.

რხევის მაქსიმალური ამპლიტუდა განსაზრვება თქვით:

$$A_{\text{მაქს.}} = x_{\text{მაქს.}} \mu_{\text{მაქს.}} = \frac{x_{\text{მაქს.}} \omega_0}{2n} , \text{ m.} \quad (3.22)$$

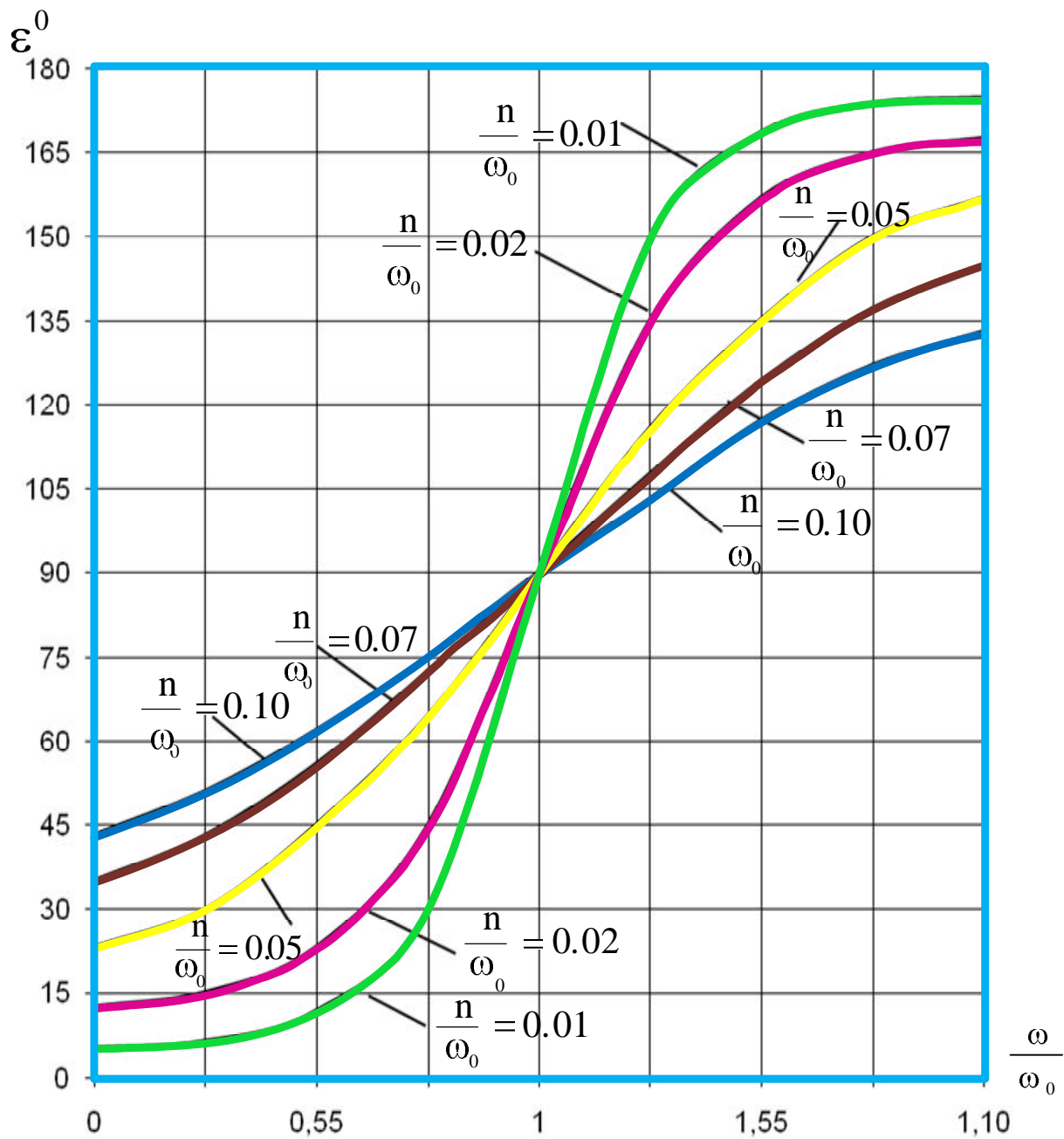
3.2 ნახაზიდან ვხედავთ, რომ როდესაც ამგზნები ზალის სიხშირე
 მნიშვნელოვით მცირეა სისტემის რხევის საკუთარ სიხშირესთან

SedarebiT, maSin dinamikurobis koeficienti $\mu \approx 1$ (rodesac $\frac{\omega}{\omega_0} \rightarrow 0$) da iZul ebiTi rxevebis amplituda miaxl oebiT gautol deba $x_{st} - s$. aseT SemTxvevaSi, amgznebi Zal is $\sin \omega t$ statikuri moqmedebis gaTval iswinebiT, SesaZl ebel ia nebismier dros sakmarisi sizustiT gamovTval oT sistemis masis gadaadgil eba.

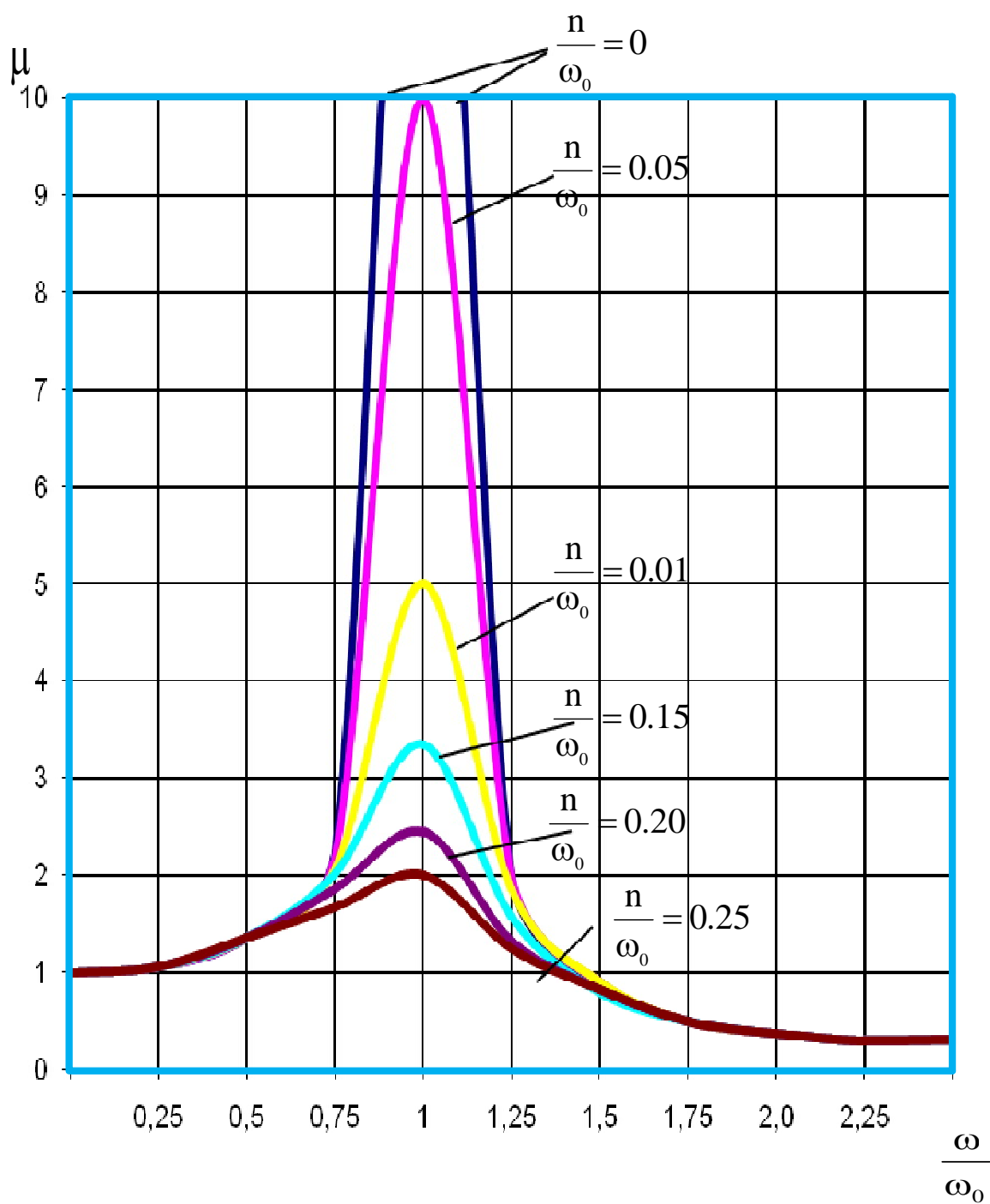
meore zRvrul i SemTxvevisaTvis, rodesac $\omega \gg \omega_0$, rogorc dinamikurobis koeficienti, aseve iZul ebiTi rxevis amplituda xdeba Zal ze mcire da saboloo jamSi nul isken miiswrafis ($\frac{\omega}{\omega_0} \rightarrow \infty$; $\mu=0$).

mil evis sxvadasxva SemTxvevisaTvis agebul i mrudeebi, zemoarNiSnul i orive zRvrul i pirobisaTvis, sakmarisad uaxl ovdebian erTmaneTs. aqedan gamomdinareobs, rom el eqtromagnituri vibrodanadgaris momarTvisas iZul ebiTi rxevis amplitudis gaangariSebisaTvis praqtikul ad ar xdeba demfirebis Zal ebis gaTval iswineba.

naxazze 3.3 naCvenebia fazaTa Zvris kuTxis ε damokidebul eba amgznebi Zal is sixSireze sxvadasxva sididis mil evis koeficientis SemTxvevaSi. (3.18) gamosaxul ebis anal izidan da, Sesabamisad, diagramidan Cans, rom rezonansis reJimSi amgznebi Zal asa da gadaadgil ebas Soris fazaTa Zvris kuTxe udris $\frac{\pi}{2}$, am dros $\frac{\omega}{\omega_0} = 1$, $\operatorname{tg} \varepsilon = \infty$. rodesac $\frac{\omega}{\omega_0} = 0$ da $\frac{\omega}{\omega_0} = \infty$ gamosaxul eba (3.18)–dan vpoul obT $\varepsilon_0 = 0$; $\varepsilon_\infty = \pi$. maSasadame, vibraciul i danadgaris rezonansamdel reJimSi muSaobisas fazaTa Zvris kuTxe ε icvl eba $0 \dots 90^\circ$ zRvrebSi, xol o rezonansis



nax. 3.2



nax. 3.3

Semdgom reJimSi – 90...180°.

aRsaniSnavia, rom sistemis muSa organos rxevis ampl ituda da mwarmoebl uroba meryeobs farTo zRvrebSi, rac gamowveul ia vibrodanadgaris momarTvis siaxl oviT rezonansTan. rxevis maqsimal uri ampl ituda da, Sesabamisad, danadgaris moTxovnil i minimal uri amgznebi Zal va iqmneba sistemis rezonansSi momarTvisas (e.i. rodesac $\omega=\omega_0$). Tumca, rezonansSi danadgaris zusti momarTvis dros rxevis ampl itudis sidideze mniSvnel ovan gavlenas axdens sistemaSi mil evis cvl il eba, romelic damokidebul i iqneba vibrobunkerSi CatvirTul i dasamuSavebel i produqtis masisagan.

zemomoyvanil idan gamomdinare, rezonansul reJimSi momarTul i danadgaris mwarmoebl uroba iqneba aramdgradi, amitomac misi sakuTari rxevis sixSire ω_0 SeirCeva amgznebi Zal is sixSireze ω meti sididis $\frac{\omega}{\omega_0} < 1$, e.i. danadgari, egredwodebul rezonansamdel reJimSi, muSaobs rezonansis mrudis aRmaval Stoze. rxevadi sistemis aseTi momarTva dasabuTebul ia imiT, rom sakuTari rxevis sixSiris rezonansul idan mcire gadaxrisas mkveTrad mcirdeba mil evis cvl il ebaze sistemis mgrZnobiaroba. am gadaxras rezonansamdel i mrudis Stosken gaaCnia Semdegi upiratesobebi: optimal ur reJimSi saimedo muSaoba gamowveul ia zustad gaangariSebul i konstruqciis mqone vibrodanadgariT. sistemis muSaobis optimal uri reJimis parametrebi damokidebul ia sakuTari rxevis sixSireze, rezervuarSi CatvirTul i dasamuSavebel i Rvinomasalis wonasa da moZraobis siCqareze, romel mac unda uzrunvel yos stabil uri mwarmoebl uroba

rogorc uqm svl aze da datvirTvis arsebobis SemTxvevaSi, aseve qsel idan moTxovnil i minimal uri energiis dros. magram, Tu gaviTval iswinebT meRvineobis teqno logiuri procesis moTxovnil ebebs, vibraciul i danadgaris muSaoba uqm svl aze faqtiurad ar xorciel deba.

davazustebT, rom el eqtromagnituri vibraciul i danadgaris rezervuarSi catvirTul i dasamuSavebel i masal a (spirti, yurZnis durdo, yurZeni da a.S.) zemoqmedebas axdens rxeviTi sistemis or parametrze – sakuTari rxevis sixSiresa da mil evis koeficientze. masal is wonis gazrdis dros umniSvnel od mcirdeba danadgaris sakuTari rxevis sixSire, amave dros, Zl ierdeba sistemis mil eva. rezonansandel reJimSi momarTvisas am ori parametris cvl il eba sistemaSi iwvevs urTierTsawinaaRmdego movl enas, kerZod, sakuTari rxevis sixSiris SemcirebiT sistema uaxl ovdeba rezonansis mdgomareobas, rac, cxadia, gazrdis rxevis amplitudas, Tumca, meore parametris – mil evis gazrda gamoiwvevs sawinaaRmdego moqmedebas. maSasadame, masal is wonis zegavl ena vibrodanadgaris muSaobis reJimebze gansakuTrebiT Semcirebul ia. ganvixil avT ra, rezonansis Semdgom reJimSi samuSaod momarTul sistemas, zemomoyvanil i parametrebis cvl il eba, sakuTari rxevis siSiris Semcireba da sistemaSi mil evis gazrda danadgarze moqmedebs erTi konkretul i mimarTul ebiT – amcirebs rxevebis sixSiris intensiurobas da, Sesabamisad, mwarmoebliurobas, romelic ar iTvl eba mkacrad gansazRvrul sidided da SeiZl eba meryeobdes garkveul zRvrebSi [20, 41, 72, 101, 123].

el eqtromagnituri vibraciul i danadgaris rxevadi sistemis sakuTari sixSiris sworad SesarCevad da muSaobis mdgradi

reJimebis uzrunvel sayofad aucil ebel pirobas warmoadgens sistemaSi mil evis procesis kanonzomierebaTa dadgena.

ganvixil oT damyarebul i izul ebiTi rxevis procesSi amgznebi Zal iT $F = \sin \omega t$ warmoebul i muSaoba. amgznebi Zal is modebis wertil is siCqare:

$$\dot{x} = A\omega \cos(\omega t - \varepsilon), \text{ m/wm.} \quad (3.23)$$

rxervis periodis $\tau = \frac{2\pi}{\omega}$ ganmavl obaSi Sesrul ebul i muSaoba

E' gamoiTvl eba gamosaxul ebiT:

$$E' = \int_0^{\tau} F \sin \omega t \cos(\omega t - \varepsilon) dt = \frac{A\omega \tau F \sin \varepsilon}{2} = \pi A F \sin \varepsilon, \quad (3.24)$$

romel ic bl anti winaarmdegobis Zal is T_c moqmedebis Sedegad gabneul i energiis E'' tol i unda iyos drois igive Sual edSi.

Tu gavamravl ebT winaarmdegobis Zal as xdt-ze da movaxdent integrirebas interval Si 0-dan π -mde, miviRebT gamosaxul ebas erT cikli Si gabneul i energiisaTvis:

$$E'' = \int_0^{\tau} hA^2 \omega^2 \cos^2(\omega t - \varepsilon) dt = \frac{hA^2 \omega^2 \tau}{2} = \pi h A^2 \omega. \quad (3.25)$$

E' da E''-is gatol ebiT ganvsazRvravT amgzneb Zal as:

$$F = \frac{hA\omega}{\sin \varepsilon}. \quad (3.26)$$

am gantol ebaSi $h=2mn$ mni Svel obis Casmi T, vRebul obT:

$$F = \frac{2A\omega mn}{\sin \varepsilon}. \quad (3.27)$$

maSasadame, winaarmdegobis Zal ebis dasaZI evad daxarj ul i saSual o energia:

$$W = \frac{E''}{\tau} = \frac{hA^2 \omega^2}{2} = A^2 \omega^2 mn, \text{ joul i.} \quad (3.28)$$

zemoTqmul idan gamomdinare SegviZl ia aRvniSnoT, rom el eqtromagnitur vibraciul danadgarSi saWi ro energiis danaxarjebi damokidebul ia sistemaSi arsebul i winaaRmdegobis Zal ebis sidideze.

davazustebT, rom ukuqceviT-winsvl iTi moZraobis erTtaqtian el eqtromagnitur vibraciul danadgarebSi amgznebi Zal a iqmneba ZiriTadi muSa magnituri nakadiT, romelic warmoiqmneba Ruzisa da gul aras Soris arsebul sahaero RreCoSi damamagnitebel gragnil Si cvladi an pul sirebul i denis gavlisas. procesis analizis ZiriTad sirTul es warmoadgens is garemoeba, rom Ruzis moZraobis SemTxvevaSi icvl eba sahaero RreCos magnituri SeRwevadoba, rac, Tavismxriv, iwevs gragnilis induqciurobis da magnituri nakadis cvlil ebas. amitom TviTinduqciis e.m.Z.-is garda vibroamgznebis gragnil ebSi warmoiqmneba, egreT wodebul i, moZraobis e.m.Z. es ukanasknel i iwevs el eqtromagnitis gragnil Si gamaval i denis sididis da, Sesabamisad, mis mier ganvitarebul i amgznebi Zal is cvlil ebas. [14, 22, 42, 49, 107, 158].

ukuqceviT-winsvl iTi moZraobis erTtaqtiani el eqtromagnituri amgznebis Ruzis moZraoba gamoisaxeba gantol ebiT:

$$m \frac{d^2x}{dt^2} + \left(\alpha + \frac{\mu c}{\omega} \right) \frac{dx}{dt} + cx = F(x, i), \quad (3.29)$$

xolo el eqtromagnitis koWaSi gamaval i denisaTvis i, vwerT:

$$L \frac{di}{dt} + Ri = U(t), \quad (3.30)$$

sadac $U(t) = U_0 \sin \omega t$ – vibroamgznebis gragnil ze modebul i sinusoiduri Zabva, v;

m – Ruzis da masze mierTebul i muSa organos masa, kg;

c – drekadi el ementebis sixiste, n/m;

α – gare winaaRmdegobis koeficienti;

μ – drekadi el ementis Sida winaaRmdegobis koeficienti;

L – el eqtromagnitis gragnilis induqciuroba, hn;

x – statikuri wonasworobis mdgomareobidan Ruzis gadaadgil eba, m;

R – el eqtromagnitis wredis aqtiuri winaRoba, omi.

aRsanisnavia, rom induqciuroba L damokidebul ia gadaadgil ebaze, ramdenadac Ruzis gadaadgil ebisas icvl eba sahaero Rreċos sidide [122, 144, 147]. miaxl oebi T SeiZl eba miviRoT, rom

$$L = \frac{L_0}{1 - \beta \frac{x}{x_0}}, \text{ hn,} \quad (3.31)$$

sadac L_0 – induqciuroba el eqtromagnitis Ruzis Sual eduri mdgomareobis dros, hn;

x_0 – sahaero Rreċos Sual eduri sidide, mm.

histerezisze danakargebis gaTval iswinebis gareSe vibroamgznebis wevis Zal va $F(x, i)$ SeiZl eba miviRoT tol obidan:

$$id\psi = \frac{Li^2}{2} + F \cdot dx, \quad \psi = Li, \quad (3.32)$$

sai danac

$$F(x, i) = \frac{i^2}{2} \cdot \frac{dL}{dx} = \frac{i^2 L^2 \beta}{2L_2} = \frac{\psi^2 \beta}{2L_0}. \quad (3.33)$$

sadac β – induqciurobis modul acis koeficienti,

$$\beta \cong \frac{L_0}{2} \left(\frac{1}{L_{\text{min}}} - \frac{1}{L_{\text{max}}} \right). \quad (3.34)$$

(3.30) gantol ebaSi $\psi = Li$ CasmiT vRebul obT:

$$\frac{d\psi}{dt} + \frac{R}{L}\psi = U(t), \quad (3.35)$$

sadac ψ – nakadTgadabmul oba, vb.

Tu statikuri wonasworobis mdgomareobi dan Ruza daZrul ia manZil iT:

$$x_0 = \frac{F_0}{2\omega^2}, \quad m, \quad (3.36)$$

sadac $\omega^2 = \frac{c}{m\omega^2}$ – axasiaTebis sistemis rezonansul Tvi sebebs, am

SemTxvevisaTvis vibroamgznebi irxeva sixSiriT 2ω .

kvl evebi gviCvenebs, rom denis Zal a, amgznebi Zal a da Ruzis gadaadgil eba damokidebul ia aseve vibroamgznebis momarTvaze, e.i. meqanikuri sistemis amgznebi Zal is sixSiris da Tavisufal i rxevis fardobaze. vibroamgznebis Ruzis gadaadgil ebas gaaCnia mcire sididis ampl itudebis mqone umaRl esi harmonikebi. unda aRiniSnos, rom el eqtromagnituri vibraciul i danadgaris ZiriTad rezonansSi momarTvisas aqtiuri winaRobis gaTval iswineba azrs kargavs [151, 155, 191].

3.2. vibrაციული დანადგარი კუტი-რევად Ruziani ამგზები

მეწარმეობის ტექნოლოგიური პროცესების განხორციელებისას ელექტრომაგნიტური ავზები და ვიბრობუნკერები წარმოდგენს რეალურ საფრთხეს ადამიანის ჯანმრთელობისთვის; კერძოდ, შეზღუდული მართვადობის დიაპაზონის საფრთხის შემთხვევაში და როგორც შედეგი, ხასიათდება არასტაბილური მუსიკის რეზონანსის წარმოქმნა.

როგორც აღვნიშნეთ, საკრებულოს სახელმწიფო სასოფლო-სამეურნეო უნივერსიტეტის სოფლის მეურნეობის ელექტრიფიკაციის დეპარტამენტი დამსავდა ენერგოდამზოგი ელექტრომაგნიტური ვიბრაციული დანადგარი, რომლის ამგზებად გამოყენებულია კუტი-რევად Ruziani ვიბრატორი [იხილეთ პარ. 2.4; ნახ. 2.5] [30, 36, 52, 55], რომლის რუკის კუტი-რევები მარჯვენა და მარცხენა განპირობებს ბუნკერული დანადგარის აქტიური ნაწილის (რეზერვუარის) ხრახნულ-რევიტ მოწყობას. ვიბროდანადგარი უზრუნველყოფს რეზონანსის წარმოქმნის რეჟიმში სტაბილური მუსიკის, ავტომატურ მოწყობის დიდ ამplitudas, გააჩნია ფუნქციური შესაძლებლობების დიდი არეალი, მართვადობის საეკსპლუატაციო, ენერგეტიკული და ერგონომიული მახასიათებლები.

კუტი-რევად Ruzian ელექტრომაგნიტურ ვიბროამგზებს გააჩნია ცვლადი დენის ორი A, B კოორდინატის ხვიატა რიცხვით. მათში გაედინება სიდიდით თითო და ერთმანეთის მიმართ 180° -იანი კუტი-რევიტ დაზრულის დენები $I_A = I_B = I/2$, რომლებიც წარმოქმნიან საინარმდეგო მომართულებების მქონე π ფაზით დაზრულ მბრუნავ ამგზებ momentებს M, რაც განპირობებულია პოლუსების განივი და გრძივი მაგნიტური გამტარების მიხედვით.

vibrodanadgaris moZraobis diferencial uri gantol eba SeiZI eba warmovadginOT gamosaxul ebiT:

$$j\ddot{\varphi} + h\dot{\varphi} + c\varphi = M \sin \omega t, \quad (3.37)$$

sadac j – inerciis momenti vibroamgznebis I il vis mimarT, kgm^2 ;

h – sistemis bl anti winaRobis eqival enturi koeficienti;

c – drekadi el ementebis sixiste, n/m ;

ω – iZul ebiTi kuTxuri sixSire, wm^{-1} .

Tu CavTvl iT, rom vibraciul i danadgaris rxeviTi moZraoba damyarebul reJimSi harmoniul ia,

$$\varphi = \varphi_m \sin(\omega t + \Upsilon), \quad (3.38)$$

xol o

$$\varphi_m = \frac{M/c}{\sqrt{\left(1 - \frac{\omega^2}{\omega_0^2}\right)^2 + \left(2n \frac{\omega^2}{\omega_0^2}\right)^2}}, \quad (3.39)$$

sadac φ_m – iZul ebiTi rxevis ampl ituda zeda da qveda rgol ebs an rezervuaris horizontis mimarT;

$\omega_0 = \frac{c}{j}$ – sistemis sakuTari kuTxuri sixSire, wm^{-1} ;

$2n = \frac{h}{j}$ – mil evis koeficienti;

$\Upsilon = \arctg \frac{2n\omega}{\omega_0^2 - \omega^2}$ – fazaTa Zvris kuTxe mbrunav amgzneb moments M

da φ gadaadgil ebas Soris,

maSin vibrodanadgaris rezervuaris harmoniul i rxeva horizontis mimarT aRiwereba misi material uri N wertil is moZraobiT Semdegi gamosaxul ebiT:

$$x = R \sin \omega t, \quad (3.40)$$

$$y = R \cos \omega t, \quad (3.41)$$

$$z = bt. \quad (3.42)$$

sadac R – rezervuaris radiusia, m;

b – wertil is gadaadgil eba, m;

x, y, z – koordinatTa sistemis $RerZis$ xazebi.

gamosaxul ebidan (3.67) cans, rom rezervuaris N wertil is proeqcia xoy sibrtyeze drois periodSi $\frac{2\pi}{\omega}$, ω , asaxavs garSemoweril obas R da $RerZis$ z mimarT gadaadgil deba sidi iT:

$$\ell = \frac{2\pi}{\omega} b, \text{ m} \cdot \omega \text{m}, \quad (3.43)$$

romelic cilindrul i rezervuaris (bunkeris) xraxnul bij swarmoadgens.

rezervuaris N wertil is moZraobis kanonis misaRebad vTvl iT, rom

$$\begin{aligned} dx &= R\omega \sin \omega t, \\ dy &= R\omega \cos \omega t, \\ dz &= bdt. \end{aligned} \quad (3.44)$$

N wertil is diferencial isaTvis gvaqvs:

$$d\psi = \sqrt{(dx)^2 + (dy)^2 + (dz)^2}. \quad (3.45)$$

tol obis integrireb iT mi vi RebT:

$$\psi = \sqrt{R^2\omega^2 + b^2} \cdot t + c \quad (3.46)$$

sadac c – integrirebis midmi vaa.

ukanasknel i gamosaxul eba asaxavs rezervuaris N wertil is rxevi T moZraobas t droSi.

3.3. Rvinomasal ebis dasamuSavebel i vibraciul i danadgarebis Tiristorul i marTva

swrafad ganviTarebadi teqnikiuri progresis amocanebi iTval iswineben el eqtroteqnikiur sistemaTa da manqanadanadgarebis muSaobis reJimebis regul irebisaTvis efeqturi da energodamzogi marTvis Tiristorul i sqemebis gamoyenebas [31, 101, 168].

el eqtromagnituri vibraciul i danadgaris Tiristorul i marTviT vamcirebT vibroamZravis gragnil Si gamaval i denis impulsis xangrZl ivobas, rac, Tavის მხრივ, შესაზღვრებლად იმის დენის მცირე მნიშვნელობისათვის მივიროთ რევის მაქსიმალური ამპლიტუდა. ეს იმით აიხსნება, რომ დავირთვის აქტიურ-ინდუქციური ხასიათის მიხედვით, რასაც ვაძლევთ კიდევ ელექტრომაგნიტური ვიბროდანადგარი, რევის მაქსიმალური ამპლიტუდის დროს ვიბროამპლიტუდის გრადიენტი დენის გავლის ხანგრძლივობა ვსაზღვრავთ ნახევარ პერიოდზე მეტი სიხშირით. ნისანდობლივია, რომ დენის იმპულსის ხანგრძლივობის შემცირებით მთელი ენერჯია მიმართული იქნება მხოლოდ ვიბროდანადგარის მოზარბასი მოსაყვანად. შესაბამისად, Tiristorul i sqemebiT marTvადი ვიბრაციული დანადგარი უზრუნველყოფს სედარებით მარალ ენერჯეტიკულ და საექსპლუატაციო მანუალურებს [29, 64, 69, 91, 150].

საერთოდაც ოსტრალიის უნივერსიტეტი სეკმნილი კუთხით-რევიდები ელექტრომაგნიტური ვიბროზრავა /ნახ. 3.4/ სედარების კორპუსისაგან (ნახაზზე არ არის ნაჩვენები), სტატორისაგან 1 პოლუსებით 2, სტატორის ინდუქციური კოილბისაგან 3-1, 3-2, როტორისაგან 7 პოლუსებით 8, ლილივისა 5 და სოგმანისაგან 6, რომელზეც ხისტად დამაგრებულია ვიკი 9 დრეკადი ელემენტებით 10,

Titistorebisagan VS1 da VS2. vibroamgznebi muSaobs Semdegnairad: wredze Zabvis modebis Sedegad pirvel da mesame konturebSi Tiristoris VS1 meSveobiT gavi is i_1 deni, xol o მეორე და მეოთხე კონტურებში თიროსტორით VS2 – i_2 deni, rac sabol ood iwvevs vibrozravas kuTxiT-rxeviT moZraobas.

SemoTavazebul i vibrozravasaTvis damuSavebul ia kvebis Tiristorul i sqema /nax. 3.5/.

sadac, $U = U_m \sin \omega t$ – wredze modebul i sinusoiduri Zabva, v;

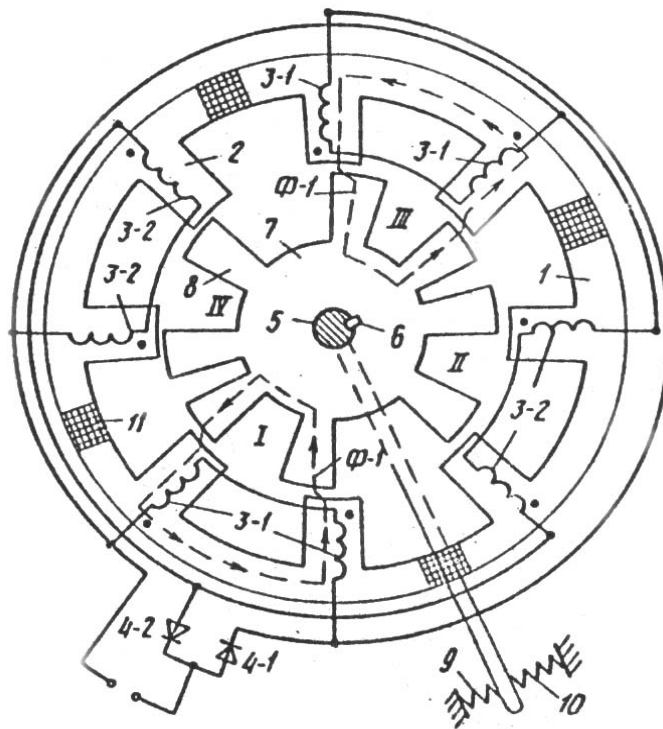
$$U_{1-1} = \frac{2}{\sqrt{2\pi}} U_m \sin \omega t \text{ – pirvel Stoze modebul i Zabva } 0-\pi \text{ Sua-}$$

l edSi, roca StoSi gadis $i_1 = I_m \sin(\omega t - \varphi)$ deni;

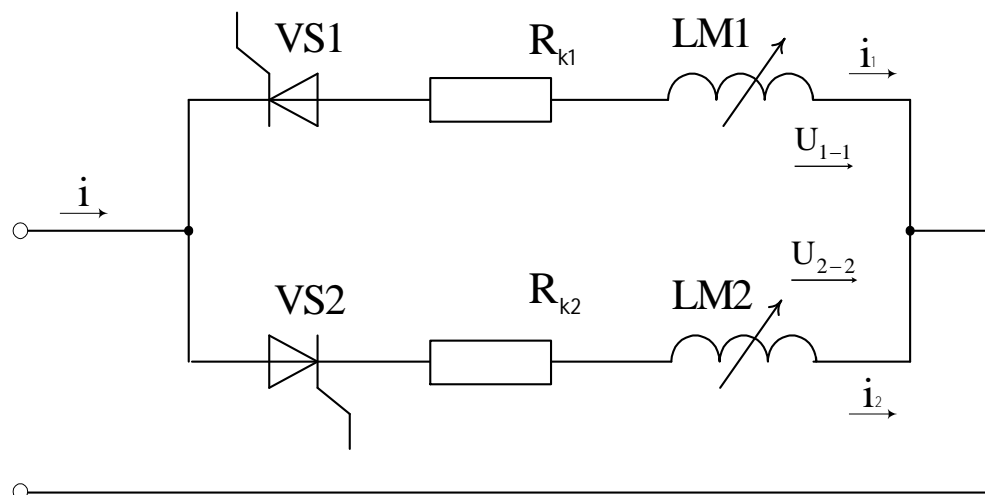
$$U_{2-2} = \frac{2}{\sqrt{2\pi}} U_m \sin \omega t \text{ – meore Stoze modebul i Zabva } \pi-(2\pi+\beta)$$

Sual edSi, roca StoSi gadis $i_2 = I_m \sin(\omega t - \varphi)$ deni.

koWas induqciurobebi L ayovneben denis Zal is i_1 zrdas Tiristoris VS1 gaRebamde kuTxiT $(\varphi + \alpha)$, sadac α aris Tiristorze VS1 impulsis miwodebis kuTxe. gaRebis Semdeg U_{1-1} Zabvis Semcirebisas induqtiuroba xel s uSi is denis Semcirebas, romelic agrZel ebs gavl as Sesabamis TiristorSi kuTxiT β da Semdeg, rodesac Zabva gadava nul ze da miaRwevs $[\pi - (\varphi + \alpha)]$ -s, gaiReba meore VS2 Tiristori, Sedegad, Tiristorebs Soris pauszis xangrZi ivoba Semcirdeba $[-(\varphi + \alpha - \beta)]$ kuTxiT. es ukanasknel i ki, Tavis mxriv, saxes ucvl is Tiristorebze modebul U_{1-1} da U_{2-2} Zabvebs da, Sesabamisad, maTi mrudebis formas:



nax. 3.4



nax. 3.5

$$U_{1-1} = \sqrt{\frac{1}{\pi} \int_{-(\varphi+\alpha)}^{[\pi-(\varphi+\alpha+\beta)]} (\sqrt{2}U)^2 \sin^2 \omega t d\omega t} \quad (3.47)$$

saidanac, Tiristorebze VS1, VS2 Zabvis moqmedi mniSvel oba ganisazRvreba gamosaxul ebiT:

$$U_{1-1} = U_{2-2} = \frac{2}{\pi} U = 0,45U, \text{ v.}$$

TiristorSi datvirTvis deni i_L gamtarebl obis interval Si cal keul i StosaTvis ganisazRvreba gardamaval i reJimis anal izidan ori - izul ebiTi da Tavisufal i Semdgenis jamis saxiT [148, 182, 193].

radgan $L_1=L_2=L$ (koWebi identuria), vRebul obT:

$$i_{1LiZ} = i_{2LiZ} = \frac{\sqrt{2}U}{\sqrt{r_k^2 + \omega^2 L_k^2}} \sin[\omega t - (\varphi + \alpha)]. \quad (3.48)$$

denis izul ebiTi Semdgeni CamorCeba Sesabamis mkvebav Zabvas kuTxiT:

$$\varphi = \text{arctg} \frac{\omega L_k}{r_k} = \text{arctg} \omega \tau, \quad (3.49)$$

sadac $\tau = \frac{L_k}{r_k}$ - drois mudmiva.

denis Tavisufal i Semdgeni ki mcirdeba eqsponencial uri kanoniT:

$$i_{Tav} = A e^{\frac{[\omega t - (\varphi + \alpha)]}{\omega \tau}}, \quad (3.50)$$

drois monakveTSi, rodesac $t=0$,

$$A = -\frac{\sqrt{2}U}{\sqrt{r_k^2 + \omega^2 L_k^2}} \sin(\varphi + \alpha). \quad (3.51)$$

Tu mxedvel obaSi mi vi RebT (3.48) da (3.50) gamosaxul ebebs, vi broZravas koWebSi gamaval i denebisaTvis vRebul obT:

$$i_{1L} = i_{2L} = \frac{\sqrt{2}U}{\sqrt{r_k^2 + \omega^2 L_k^2}} \left[\sin[\omega t - (\varphi + \alpha)] - \sin(\varphi + \alpha) e^{-\frac{[\omega t - (\varphi + \alpha)]}{\omega \tau}} \right]. \quad (3.52)$$

ელ ექტრომაგნიტური ვიბროამგზნების განუყოფელი ნაწილია i_n დენის მრუდი, რომელიც უწყვეტი და სინუსოიდური, რადგან ამ შემთხვევაში:

$$i = i_1 + i_2. \quad (3.53)$$

როდესაც ტირისტორის გაღების კუთხე $\alpha=0$, ზემოთქმულიდან გამომდინარეობს, რომ მოყვანილი სქემით მუშაობის დროს ადგილი ექნება ზაბვის და დენის მრუდების ცვლილებას ტირისტორით მართვის შემთხვევაში [ნახ. 3.6/ [29, 31].

კუთხით-რხევად ვიბროამგზნების ამგზნების ზალი სმნი სწრაფი ობაპოლუსების სიგნალს, სადა ედისტვის $[-(\varphi + \alpha) - (\pi - \beta)]$, შესაძლებელია განისაზღვროს გამოსახულებით:

$$2F_k = \mu_0 \frac{S_p \omega^2}{\delta^2} i^2 = \frac{1}{2} \mu_0 \frac{i^2 \omega^2}{\delta^2} b(d + R \sin \gamma'), \quad (3.64)$$

სადა F_k – კუთხით-რხევადი ვიბროამგზნების ერთი მაგნიტური კონტურის მიზიდვის ზალი, n ,

ხოლო ზალი ურთიერთი

$$M = F \cdot R = \mu_0 \frac{i^2 \omega^2}{\delta^2} R \cdot b(d + R \sin \gamma'), \quad \text{ნმ}. \quad (3.65)$$

სადა μ_0 – საერთო რეცხის მაგნიტური სეგრევიდობა, ჰნ/მ ;

S_p – პოლუსის განივი კვეთი, მ^2 ;

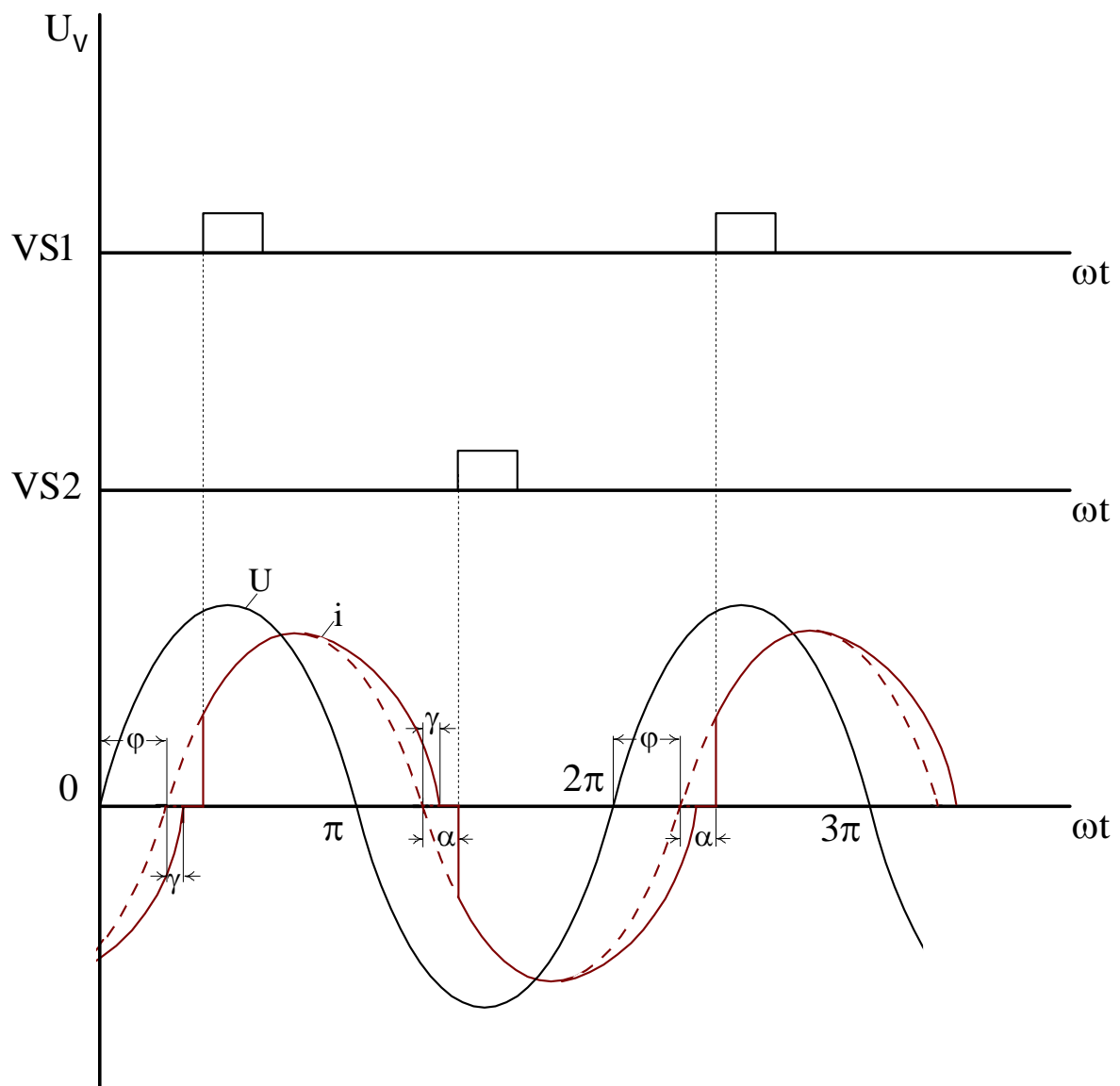
δ – საერთო რეცხის სიღრმე, მ ;

W – გრაფილის ხვიატარიცხვი;

R – რუჯის რადიუსი, მ ;

b – სტატორის და როტორის საანგარიშო სიგანე, მ ;

d – სტატორის და როტორის გადართვის სიგრძე, მ ;



max. 3.6

$x = R \sin \gamma'$ – statoris mīmarT rotoris gadaadgil ebis sidiide, m;

γ' – Ruzis mōbrunebis kuTxē, rad. $\gamma \geq \gamma'$;

γ – statoris da rotoris Sesabamis pol usTa simetriis RerZēbs Soris kuTxis sidiide, rad.

radgan kvebis sqema simetriul ia $i_1 = i_2$, kent Sual edebSi unda Caisvas i_{1L} , xol o wyvil Sual edebSi i_2 –is mniSvnel oba, amitom aseTi formiT gamosaxul ebis Cawera samarTI iania.

vibraciul i amgznebis gragnil is xviaTa ricxvi gamoiTvl eba formul iT:

$$W = \frac{1}{2} \frac{U}{\omega B} \frac{1}{b(d + R \sin \gamma')} \quad (3.66)$$

sadac U – wredze modebul i Zabvis moqmedi mniSvnel oba, v;

B – sahaero RreCoSi saangariSo dasaSvebi induqcia, tI .

rodesac $\gamma' = \gamma = 0$, am SemTxvevaSi, ganivi amgznebi Zal a da Sesabamisi momenti M gautol deba nul s, xol o warmoqmnil i magnituri induqcia B da magnituri nakadi Φ gadal axavs sahaero RreCos δ , Sedegad, statoris da rotoris pol usebs Soris mizidva xorciel deba gadaadil ebis $R \sin \gamma'$ gareSe.

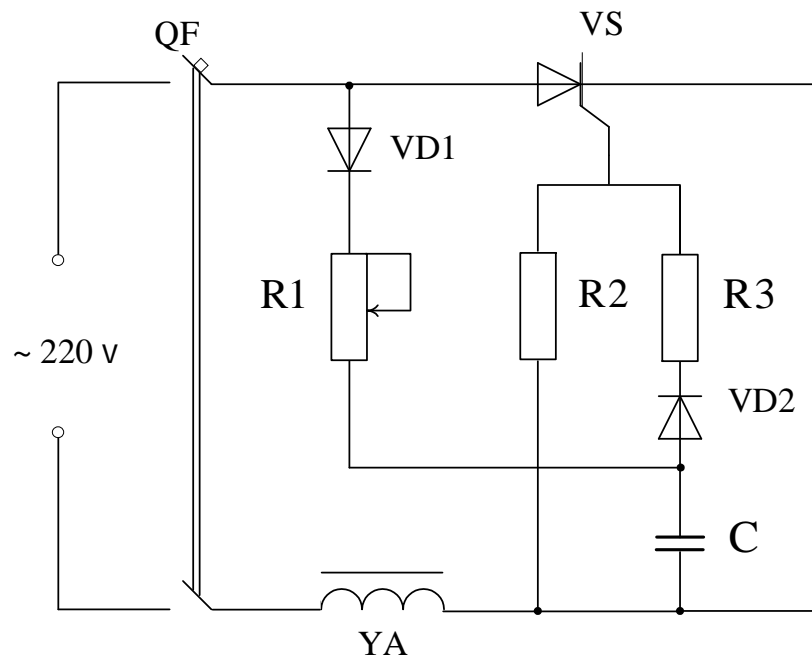
cxadia, rom koWebSi denis gavla gamoiwvevs ganivi amgznebi Zal is F da momentis M warmoqmnas. Sesabamisad, rxvebi iZens harmoniul xasiaTs, sanam vibroamgznebis wredze modebul i iqneba Zabva.

aRniSnul i kvebis sqema gamoicada rogorc samrewvel o, aseve mkvebavi Zabvis sixSiris cvl il ebiT da gamoavl ina muSa unarianoba.

cxadia, Teoriul i kvlevis dros ar Semovifargl ebiT mxol od kuTxiT-rxevadi moZraobis vibroamgznebis marTvis anal iziT.

interess warmoadgens ukuqceviT-winsvl iTi moZraobis erTtaqtiani el eqtromagnituri vibraciul i danadgarebis muSa reJimebis efeqturad marTvisaTvis SemuSavebul iTiristorul i sqemebi [102, 167, 169, 193], roml iTac varegul irebT Tiristoris gaRebis kuTxes da vibroamgznebt koWaSi denis gavl is xangrZl ivobas.

warmodgenil i sqemis saSual ebiT /nax. 3.7/ dadginda mTel i rigi sidideebi el eqtrul i parametrebisa, romel ic naCvenebia eqsperimentul kvl evebSi.



nax. 3.7

sqema muSaobs Semdegnairad: CamrTvel is amoqmedebi T kondensatoris C firfitebze deni daiwyebis wanacvl ebas, damuxtvis impulsi dinistoris VD2 saSual ebiT gadaecema VS Tiristoris marTvis el eqtrods. am dros mimdinareobs

Tiristoris gadarTva mcire gamtarobidan maRal i gamtarobis mdgomareobaSi. Sesabamisad, deni iwyebs gadinebas el eqtromagnituri vibroamZravis koWaSi LM. Zabvis regul ireba Tiristoris marTvis el eqtrodze, rac SeiZl eba ganimartos, rogorc denis gavl is moWris kuTxis regul ireba, xorciel deba cvl adi rezistoriT R1. kondensatoris muxtis mil eva iwvevs TiristorSi denis Semcirebas da mis Caketil mdgomareobaSi gadasvl as. am SemTxvevaSi deni Tiristors da koWas ar miwodeba.

zemomoyvanil i gamosaxul ebebi samarTI iania warmodgenil i sqemis SemTxvevaSi.

gansakuTrebul mniSvnel obas izens danadgaris muSaobis mdgradobis gamokvl eva, romel ic gansazRvravs rxeviTi sistemis mgrZnobiarobas moqmedi gare da Sida winaaRmdegobebis cvl il ebis mimarT, rasac ZiriTadad ganapirobebs qsel Si Zabvis meryeoba.

el eqtromagnituri vibraciul i danadgarebis amgznebTa Ruzis gadaadgil ebis da rxevis amplitudis sidideTa aRricxva kvlevis srul yofisaTvis aucil ebel garemoebad miCneva. am sakiTxis teqnikuri uzrunvel yofisTvis, gamoyenebul i gvqonda potenciometrul i gadamwodi, romel ic uSual od iRebs ra signal ebs vibraciul i danadgaris muSa organos mier Sesrul ebul i meqanikuri moZraobisagan, axorciel ebs maT gadacemas Sesabamis el eqtrogamzom xel sawyoebze Semdgoni registraciisa da analizisTvis. potenciometri irTveba ortaqtiani diferencial uri boguri sqemiT. misi mcocis neutral ur mdgomareobaSi yofnisas Semaval i winaRobebi nul is tolia, amitom mcocis mcire gadaxra gvaZl evs statikur

xazobrivi maxasiaTebels, romelic, Sesabamisad, damokidebulia datvirTvis xasiaTze. im SemTxvevaSi, rodesac potenciometris mcocis faqtiuri gadaxra neitraluri mdgomareobidan mciresididisa, mis statikuri maxasiaTebelis xazobriobas waeyenebamarali motxovnebi da am dros potenciometri SeZleba mierTebuliqnesel eqtronul maZlierebelTan [40, 44, 63].

Rvinisa da brendis warmoebis teqnologiuri procesebis amocanebidan gamomdinare, Rvinomasal ebis dasamuSavebl ad gamoyenebuli farTo speqtris eqspoziciaTa optimizaciisaTvis wayenebuli pirobebis uzrunvel sayofad, raSic, ZiriTadad, moiazreba siTxeze gadasacemi rogorc mcire, aseve didi zRvrebis mqone rxevebis sixSiris SerCeva, zemomoyvanieli eqtromagnituri vibrodanadgarebis sixSiriT martva SesaZlebelia warmoebdes cnobil tranzistoruli avtorxevitimul tivibratoris saSual ebit, romlis impulsebi, sixSiruli regulirebis Semdgomi uzrunvel yofisaTvis, miwodebavibroamgznebis mkvebav Tiristorebs [95, 102].

3.4. vibrobunkerSi Rvinomasal ebis vibrirea-aqtivizaciis kanonzomierebani

Rvinisa da sabrende spirtebis daZvel ebis stimuli irebis procesis warmarTvas mTI ianad gansazRvravs el eqtromagnituri vibraciul i danadgaris moZraobis xasiaTi [19, 65, 81, 120, 172].

dasamuSavebel masal aze moqmedi Zal ebis gaTval iswinebiT pirobiTad davyoT sistemis rxeviTi moZraobis mTI iani periodi or naxevarperiodad /nax. 3.8a; 3.8b/:

a) rodesac inerciis Zal is Semdgeni J_1 mimarTul ia zevi T –

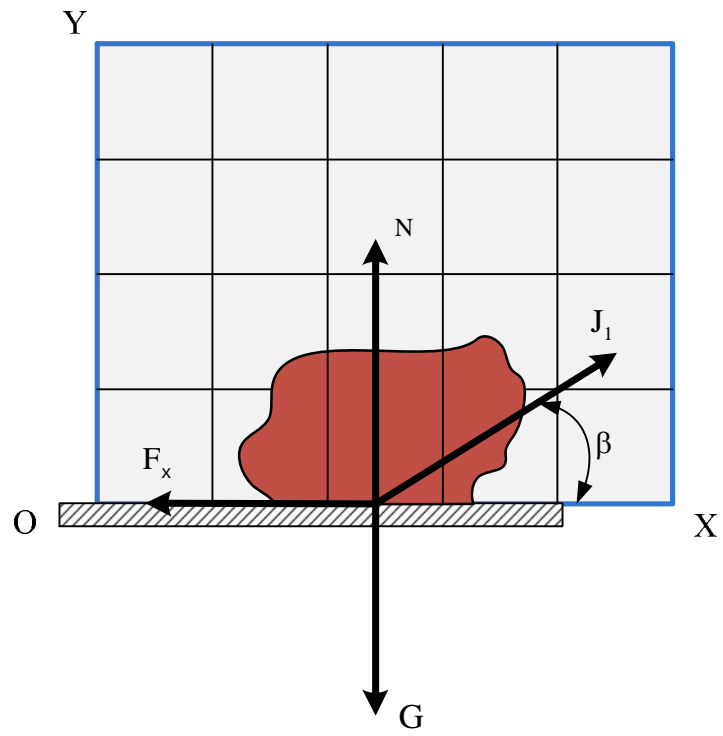
$$0 < t_1 < \frac{\pi}{\omega};$$

b) rodesac inerciis Zal is Semdgeni J_2 mimarTul ia qevi T –

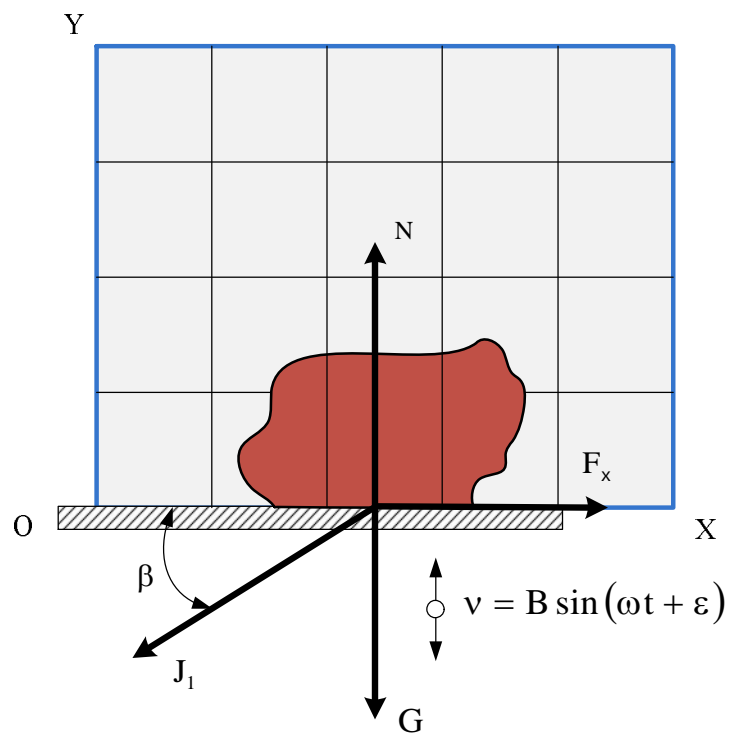
$$\frac{\pi}{\omega} < t_2 < \frac{2\pi}{\omega};$$

pirvel i naxevarperiodis ganmavl obaSi inerciis Zal is Semdgeni J_1 cdil obs mierTebul i masis marjvniv mobrunebas, rasac xel s uwyobs Zal is Semdgeni J_2 , romel ic amcirebs bl anti xaxunis da normal uri reaqciis Zal ebs. meore naxevarperiodSi Semdgeni J_1 iwvevs masis mobrunebas sawinaaRmdgego mimarTul ebiT, rasac ewinaaRmdgeba J_2 – igi am SemTxvevaSi zrdis bl anti xaxunis da normal uri reaqciis Zal ebs.

CaTval oT, rom el eqtromagnituri vibraciul i danadgaris aqtiuri masis rxeviTi moZraoba srul deba erTdroul ad vertikal ur da horizontal ur sibrtyeSi. am dros rxevebs Soris fazaTa Zvris kuTxe $\varepsilon=0$ da vertikal uri A da horizontal uri B rxevaTa amplitudis Tanafardobidan gamomdinare icvl eba mimarTul i rxevebis – vibraciis kuTxe β .



nax. 3.8 a.



nax. 3.8 b.

Tu ganvixil avT, xoy sibrtyeze, masal is vibrirebul zedapirze moZraobas, diferencial ur gantol ebas eqneba Semdegi saxe:

$$\left. \begin{aligned} m\ddot{x} &= mB\omega^2 \sin \omega t + F_x \\ m\ddot{y} &= mA\omega^2 \sin \omega t - mg + N \end{aligned} \right\} \quad (3.67)$$

sadac m – masal is masa, kg;

A da B – Sesabamisad vertikal uri da horizontal uri rxevebis amplituda, m;

ω – sibrtiyis kuTxuri rxevebis sixSire, wm^{-1} ;

g – Tavisufali vardnis aCqareba, m/wm^2 ;

N – normal uri reaqciis Zal a, $\text{kg} \cdot \text{m}/\text{wm}^2$;

F_x – masal is moZraobis winaarmdegobis Zal a, n.

vibraciaSi moyvani zedapirze dasamuSavebeli masal is moZraobisas ($y=0$)

$$F_x = \begin{cases} -\mu N, & \text{rodesac } \dot{x} > 0; \\ \mu N, & \text{rodesac } \dot{x} < 0, \end{cases} \quad (3.68)$$

sadac μ – srialis xaxunis koeficienti.

normal uri reaqciis Zal a muSa organos zedapiris zeviT moZraobis dros:

$$N = mg + mA\omega^2 \sin \omega t, \quad (3.69)$$

xolo zedapiris qeviT moZraobisas:

$$N = mg - mA\omega^2 \sin \omega t. \quad (3.70)$$

el eqtromagnituri vibrodanadgarisTvis mizansewonilia masal is moZraobis iseTi uwyveti rejimi, romelic iTvaliswinebs nivTierebis gansazRvruli mimarTulebit gadaadgil ebis uzrunvel yofas.

am SemTxvevisaTvis:

$$\frac{A\omega}{g} < 1; \quad N > 0.$$

unda aRiniSnos, rom mTI iani periodis dros jamuri Zal ebis moqmedebis Sedegad warmoqmnili inerciis Zal a, faqtiurad, gansazRvravs vibrobunkerSi moTavsebuli masalis moZraobis xasiaTs, romelic damyarebul rejimSi xorciel deba kanoniT:

$$x = vt + \varphi(t), \quad (3.71)$$

sadac v – siTxis moZraobis saSualo siCqare, m/wm;

$\varphi(t)$ – perioduli funqcia $T = 2\pi/\omega$ periodiT.

cxadia, rom el eqtromagnituri vibrodanadgaris rezervuarSi siTxis vibrireba–aqtivizaciis procesi emyareba rTul fizikur-qimiur movlenebs, gamowveuli sxvadasxva saxis Zal ebis arsebobiT, da saWiroebs maTematikur anal izs [1, 105, 192].

siTxis wveTebis moZraobis traqtoriis xasiaTs horizontalur da vertikalur sibrtyeebSi Ziritadad gansazRvravs wveTebze moqmedi sxvadasxva sididis dinamikuri Zal ebi, kerZod, inerciis Zal a – $J = m_k \frac{dv_k}{dt}$, simZimis Zal a – $m_k g$, siTxis winarobis Zal a – $R = f(v_k)$.

sadac v_k – wveTis siCqare, m/wm;

m_k – masa, kg.

Tu gaviTval iswinebT yvela am Zal as, Sesazl ebelia daiweros siTxis wveTis moZraobis zogadi gantol eba:

$$m_k \frac{dv_k}{dt} = R + m_k g. \quad (3.72)$$

siTxis winarobis Zal a gamoisaxeba Semdegnairad:

$$R = C_x \rho_n \cdot F_k \frac{u_k^2}{2}, \quad (3.73)$$

sadac C_x – winaRobis koeficientia;

ρ_n – siTxis simkvrive, kg/m^3 ;

F_k – wveTis ganivkveTi, m.

(3.2) gantol ebis (3.1)-Si Casmi T mi vi RebT:

$$m_k \frac{dv_k}{dt} = C_x \rho_n \cdot F_k \frac{u_k^2}{2} + m_k g. \quad (3.74)$$

Tu gaviTval iswinebT, rom $m_k = \rho_k \cdot u_k$, sadac u_k - wveTis

mocul obaa da $u_k = \frac{\pi d_k^3}{6}$, da gantol ebis (3.3) yvel a wevrs gavyofT

$\frac{\rho_k \pi d_k^3}{6}$ si di deze, mi vi RebT:

$$\frac{dv_k}{dt} = \frac{3}{4} C_x \frac{\rho_n}{\rho_k} \cdot \frac{u_k^2}{d_k} + g \quad (3.75)$$

mocemul gantol ebaSi C_x siTxis wveTis siCqaris funqciaa, romel ic Semdegnairad SeiZI eba gamovsaxoT:

$$C_x = \frac{24}{R_1} + \frac{4}{\sqrt[3]{R_1}}, \quad (3.76)$$

sadac R_1 – reinol dis ricxvi, $R_1 = \frac{d_k u_k}{\gamma}$;

γ – siTxis kinematikuri sibl ante.

(3.75) da (3.76) gantol ebebis gaTval iswinebiT vRebul obT:

$$\frac{dv_k}{dt} = \frac{3}{4} \left(\frac{24}{R_1} + \frac{4}{\sqrt[3]{R_1}} \right) \cdot \frac{\rho_n}{\rho_k} u_k^2 + g. \quad (3.77)$$

im SemTxvevaSi, Tu siTxis wveTis moZraobas ganvixil avT horizontal ur da vertikal ur sibrtyeebSi, maSin ukanasknel i gantol eba SeiZI eba Caiweros koordinatul i formiT:

$$\left. \begin{aligned} \frac{d^2x}{dt^2} &= -\frac{3}{4} \left(\frac{24}{R_1} + \frac{4}{\sqrt[3]{R_1}} \right) \cdot \frac{\rho_n}{\rho_k} \frac{dx}{dt} u_k^2, \\ \frac{d^2y}{dt^2} &= -\frac{3}{4} \left(\frac{24}{R_1} + \frac{4}{\sqrt[3]{R_1}} \right) \cdot \frac{\rho_n}{\rho_k} \frac{dy}{dt} u_k^2 + g \end{aligned} \right\}, \quad (3.78)$$

sadac,

$$u_k = \sqrt{\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2}.$$

Tu (3.78) gantol ebaSi SevitanT R_1 , ρ_n da ρ_k ricxviT mniSvnel obebs, maSin gantol eba mi iRebs sabol oo formas:

$$\left. \begin{aligned} \frac{d^2x}{dt^2} &= -\left(\frac{352}{d_k u_k} + \frac{4}{\sqrt[3]{d_k u_k / 14.7}} \right) \frac{932}{dk} u_k \frac{dx}{dt}, \\ \frac{d^2y}{dt^2} &= -\left(\frac{352}{d_k u_k} + \frac{4}{\sqrt[3]{d_k u_k / 14.7}} \right) \frac{932}{dk} u_k \frac{dy}{dt} + g \end{aligned} \right\}. \quad (3.79)$$

gantol ebaTa sistema saSual ebas gvaZI evs ganvsazRvrOT siTxis weTebis moZraobis xasiaTi. Tumca, aqve aRsaniSnavia, rom weTis moZraobis traectoria, gare wi naaRmdegobebis gaTval iswinebiT, ZiriTadad damokidebul ia siTxis weTis geometriul zomebze.

Tavi IV. Rvinomasal ebis warmoebis teqno logia da eqsperimentul i kvl evis Sedegebi

4.1. el eqtromagnituri vibraciul i danadgarebis muSaobis reJimebis eqsperimentul i kvl eva

el eqtromagnituri vibrodanadgarebis energetikul i maCvenebl ebis, pirvel rigSi ki, m.q.k.-s amaRI ebis probl ema warmoadgens erT-erT ZiriTads amgvani amgznebiT aRWurvil i manqanebis damuSavebis dros. m.q.k. cnebis gansazRvrisas dadebiT efeqtad miReba is muSaoba, romel sac asrul eben el eqtromagnituri Zal ebi amgznebis Ruzis erTi mdgomareobidan meoreSi gadaadgil ebisas. aseTi gadaadgil ebisas manqanaSi srul deba ara marto sasargebl o muSaoba, aramed muSaoba xaxunis Zal is daZI evazec, romel ic warmoadgens gare meqanikuri Zal ebis muSaobas da energiis gardaqmnis Tval sazrisiT vibraciul i danadgarebisatvis dadebiT efeqts warmoadgens.

radgan el eqtromagnituri vibroamZravi cikl uri moqmedebis sistemad miCneva, roml ebSiC moZraobis siCqare erTi periodis ganmavl obaSi icvl ebi 0-dan maqsimumamde orive, pirdapiri da uku mimarTul ebiT, arsebul i sasargebl o muSaoba da danakargebi mizanSewonil ia SevadarOT erT taqtSi, e.i. denis impul sis moqmedebis dros T, warmoqmnili Sesabamisi energiis raodenobas. maSin, wrfivi magnituri sistemebisatvis Ruzis usasrul od mcire gadaadgil ebisatvis gvaqvs [127, 136]

$$dW_{\text{meq}} = \frac{1}{2} i^2 dL, \text{ vt,} \quad (4.1)$$

da am gamosaxul ebis integrebiT vRebul obT

$$W_{\text{meq}} = \frac{1}{2} \int_0^T i^2(t) \frac{dL}{d\delta} \cdot \frac{d\delta}{dt} dt, \quad \forall t, \quad (4.2)$$

saidanac gamomdinareobs, rom muSaoba damokidebul ia denis impul sis $i(t)$ formaze, vibroamgznebis statikuri maxasiaTebli is $L(\delta)$ formasa da Ruzis moZraobis kanonze $\delta(t)$.

vibrodanadgaris aqtiuri nawil is moZraobis erTi taqtisaTvis moxmarebul i energia SeiZl eba warmodgenil iqnes rogorc el eqtromagnituri Zal ebis muSaoba da energetikul i danakargebis jami, roml ebSiC ZiriTadia danakargebi statoris gragnil is spil enZSi Q_{Cu} da magnitogamtaris fol adSi Q_{Fe} . maSin m.q.k. gamosaxul eba miiRebs Semdeg saxes [137]:

$$\eta = \frac{W_{\text{meq}}}{W_{\text{meq}} + Q_{\text{Cu}} + Q_{\text{Fe}}} . \quad (4.3)$$

cxadia, rom el eqtromagnituri vibraciul i danadgaris saerTo m.q.k. gaangariSebaSi sasargebl o muSaoba unda miekuTvnos energetikul danakargebs, rogorc disipatiuri Zal ebis muSaoba.

Cvens mier Catarebul i mraval i samecniero naSromis anal izi gvidasturebs, rom sasofl o-sameurneo teqniki kvl evebis Catarebisas xSirad saZiebel ia rogorc teqno logiuri procesebis, aseve eqsperimentul i danadgarebisa da mowyobil obebis muSaobis optimal uri reJimebi an raime procesis mimdinareobis kanonzomiereba energetikul i maCvenebl ebis Tval sazrisiT. orive SemTxvevaSi unda vmarToT eqsperimentebi procesis meqanizmis arasrul i codnis pirobebSi, rac Tavis mxriv emsgavseba rTul , mraval faqtorian amocanebs [13].

upirvel es yovl isa aRvniSnavT, rom el eqtromagnituri vibraciul i amgznebebis proeqtirebisas principul i mniSvel oba

eniWeba magnitogamtaris formasa da tips. Sesabamisad, kvl evis meTodikisa da dasaxul i amocanebidan gamomdinare, zemoaRniSnul i amgznebebisaTvis, roml ebic erTmaneTisgan gansxvavdebian mxol od sahaero RreCoTi da formiT, vawarmoeT rigi eqsperimentul i kvl evebisa paral el ur reJimSi, maTi muSa maxasiaTebl ebis dadgenisa da dazustebis mizniT.

eqsperimentul i kvl evebisas vibrodanadgarTa kveba xorciel deboda cvl adi denis sixSiris qsel idan $f=50$ hc marTvis Tiristirul i sqemis saSual ebiT /ix. nax. 3.7/.

mimdinare procesebis kanonzomierebis amsaxveli mrudebis asagebad (faqtoris cval ebadobis dasaSveb zRvrebSi), aviReT, rogorc wesi, ara nakl ebi xuTi eqsperimentul i wertil isa – am konkretul SemTxvevebSi Svidi wertil i, e.i. yovel i faqtoris Seswavl a, rogorc wesi, unda momxdariyo Svid doneze. ramdenadac, mraval faqtoriani eqsperimentebis dros eqsperimentebis raodenoba imdenad didia, rom misi realizacia faqtiurad SeuZI ebel ia, Catarebul iqna mxol od cdebis mcire nawil i, vcval eT ra konkretul i faqtorebi cal -cal ke danarCeni sxva faqtorebis mudmivobis pirobebSi. aqedan gamomdinare, saWirosizustiT SerCeul iqna eqsperimentul i cdebis mimarTul eba optimumis aris misaRwevad, anu optimumis aris aproqsimacia.

Sedegad, eqsperimentul ma mrudebma miRes mcired gansxvavebul i saxe cdis anaTvl ebiTa da sasurveli el eqtromeqanikuri parametrebis angariSiT miRebul sidi deebTan SedarebiT.

sakvl evi el eqtromagnituri vibraciul i danadgarisaTvis aviTval eT da gaviangariSeT amgznebis el eqtrokvebisa da

marTvis sqemis Sesasvl el ze (a_1) da mis gamosaval ze (a_2) aRricxul i el eqtrul i sidideebi – qsel idan moTxovnil i denis Zal ebi I_1, I_2 , simZI avreebi ($P_{1,2}; Q_{1,2}; S_{1,2}$), m.q.k. η , simZI avris koeficienti $\cos\varphi_{1,2}$ sxvadasxva ZabviT kvebisas /cxriil i 4.1; 4.2/. rac Seexeba meqanikuri sidideebis gazomvas, igi warmoebda wevis Zal ebis F , Ruzis rxevis sixSireebis – vibrosicqaris V da vibrogadaadgil ebis x parametrebis droSi cvl il ebiT sxvadasxva saxis datvirTvis rejimSi; vibrogadaadgil ebis da, Sesabamisad, sicqaris cvl il eba ganxorciel da amgznebis marTvis sqemaSi CarTul i cvl adi rezistoris meSveobiT, kerZod, $R=0,60; 0,30; 0,15$ komi s pirobebSi.

Sesabamisad, miuxedavad faqtorTa cvl il ebisa, agebul i iqna ZiriTadi muSa maxasiaTebi ebi. kerZod, dadginda, rom rezonansis siaxl ovis rejimSi vibraciul i danadgaris muSaobisas gacil ebiT ukeTesi energetikul i da el eqtro-meqanikuri parametrebis miRweva vibroamgznebis marTvis sqemis cvl adi rezistoris $R=0,30$ komi momarTviT, vidre rodesac $R=0,15$ komi. am dros, danadgaris mier qsel idan moTxovnil i simZI avre $P_1=125$ vt, simZI avris koeficienti $\cos\varphi=0,74$, mniSvel ovnad izrdeba m.q.k. $\eta=0,93$ da amgznebi Zal va $F=665$ n, xol o vibrogadaadgil eba $x=1,73$ mm /nax. 4.1; 4.2; 4.3; 4.4; 4.5/.

metad mniSvel ovani iyo sixSirebul i maxasiaTebi ebis gaanalizeba, rac naTI ad cxadyofda axal i tipis magnitogamtaris damuSavebis mizanSewonil obas.

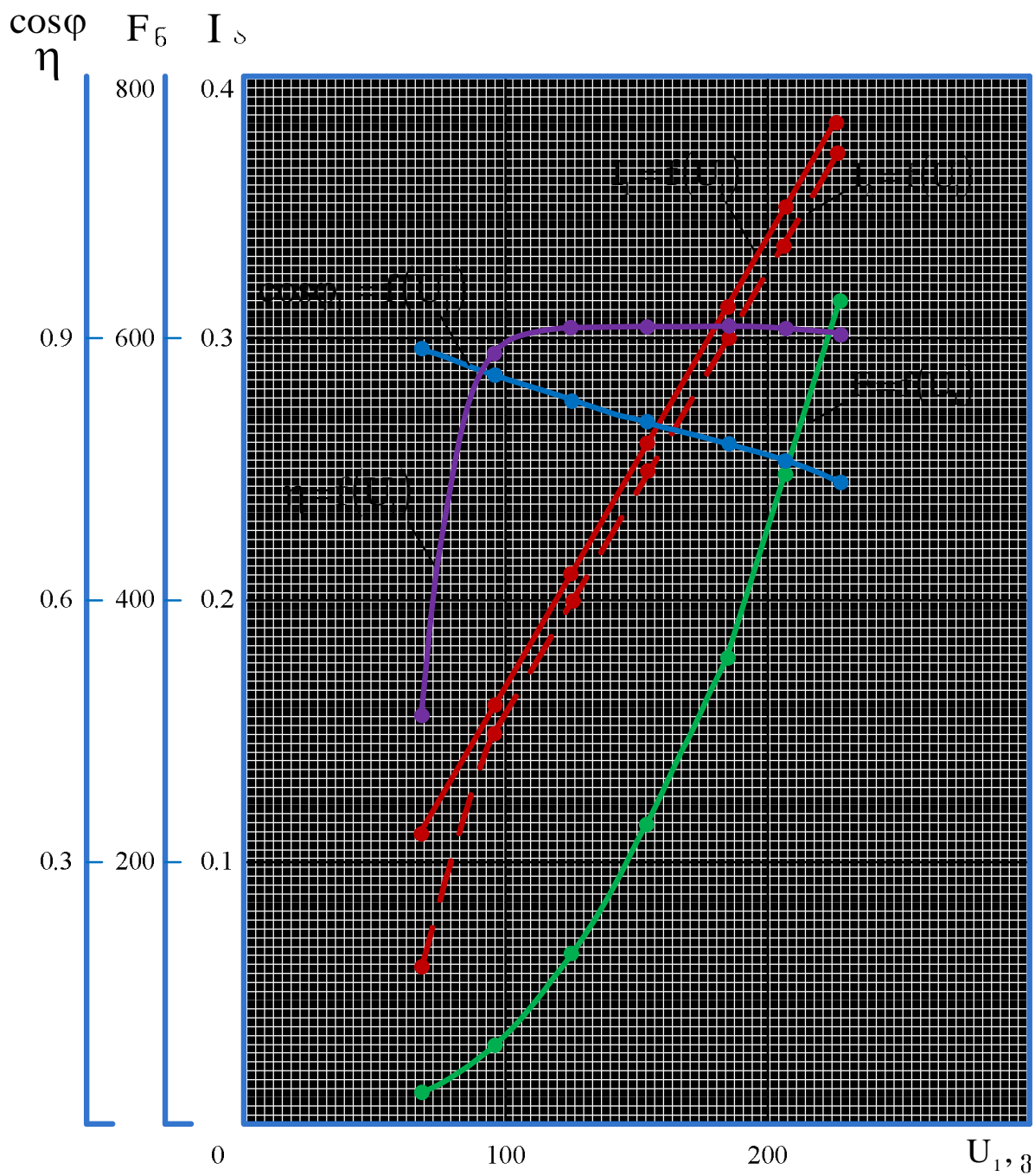
nax. 4.6-ze moyvanilia III da II-seburi erTtaqtiani el eqtromagnituri vibraciul i amgznebebis Ruzis gadaadgil ebis amplitudis x da amgznebi Zal vis (wevis Zal is) F damokidebul ebebi izul ebiTi da sakuTaris rxevis sixSireTa

cxril i 4.1. eqsperimentul i kvl evis Sedegebi

#	gazomi l i si di deebi										
	R	m	U₁	I₁	P₁	U₂	I₂	P₂	x	V	f
	komi	kg	v	a	vt	v	a	vt	m·10 ⁻³	mm/wm	hc
1	R=0,6	8,5	68	0,11	6,7	60	0,06	3,1	0,38	8	50
2	~	~	95	0,16	12,9	90	0,15	11,5	0,56	12	~
3	~	~	125	0,21	21,6	120	0,20	19,7	0,75	17	~
4	~	~	157	0,26	32,9	150	0,25	29,3	0,92	20	~
5	~	~	185	0,31	44,5	180	0,30	40,5	1,27	28	~
6	~	~	207	0,35	54,3	200	0,33	48,7	1,43	32	~
7	~	~	228	0,38	63,2	220	0,37	57,3	1,68	37	~
1	R=0,3	8,5	67	0,22	13,3	60	0,20	10,6	0,45	10	50
2	~	~	96	0,32	26,7	90	0,30	25,7	0,62	14	~
3	~	~	125	0,42	44,3	120	0,40	40,3	0,84	19	~
4	~	~	156	0,52	66,5	150	0,50	60,0	1,02	23	~
5	~	~	186	0,62	91,1	180	0,60	84,2	1,35	30	~
6	~	~	210	0,70	113,2	200	0,67	100,0	1,56	35	~
7	~	~	225	0,75	124,9	220	0,73	116,2	1,73	38	~
1	R=0,15	8,5	68	0,45	26,2	60	0,40	20,2	0,49	11	50
2	~	~	96	0,64	51,0	90	0,60	43,7	0,67	15	~
3	~	~	126	0,84	85,7	120	0,80	76,8	0,91	20	~
4	~	~	157	1,05	129,8	150	1,00	115,5	1,12	25	~
5	~	~	184	1,23	169,3	180	1,20	159,8	1,48	33	~
6	~	~	205	1,37	204,5	200	1,33	192,0	1,65	37	~
7	~	~	226	1,51	241,8	220	1,47	229,1	1,92	43	~

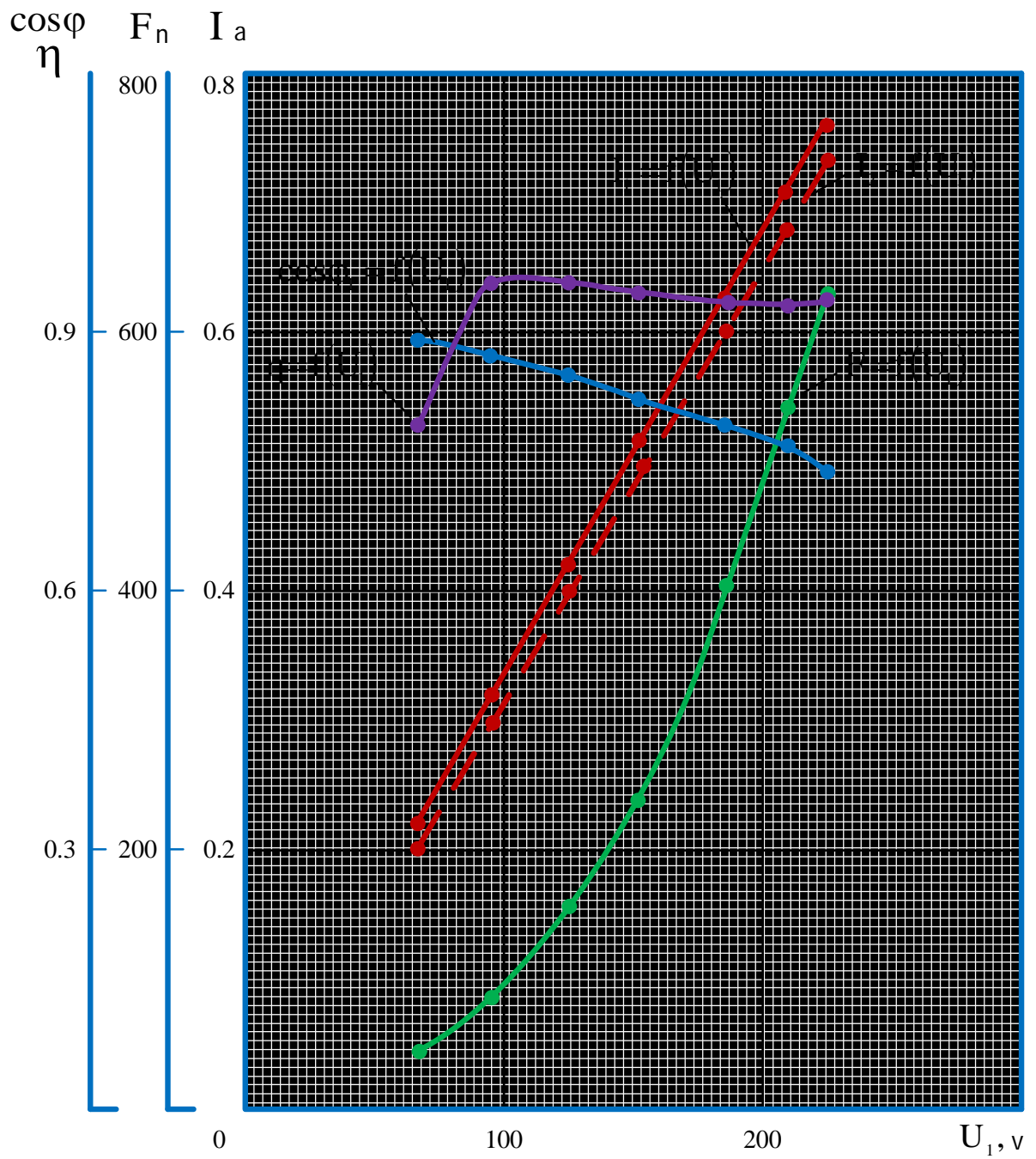
cxril i 4.2. eqsperimentul i kvl evis Sedegebi

#	gazomi l i		angar i Si							
	R	m	S ₁	Q ₁	cosφ ₁	S ₂	Q ₂	cosφ ₂	η	F
	komi	kg	va	var	-	va	var	-	%	n
1	R=0,6	8,5	7,5	3,4	0,89	3,6	1,8	0,87	47,0	32
2	~	~	15,0	7,7	0,86	13,5	7,1	0,85	88,7	70
3	~	~	26,0	14,5	0,83	24,0	13,7	0,82	91,0	125
4	~	~	41,1	24,6	0,80	37,5	23,5	0,78	89,0	188
5	~	~	57,0	35,7	0,78	54,0	35,7	0,75	91,0	358
6	~	~	71,4	46,4	0,76	66,7	45,6	0,73	89,7	454
7	~	~	86,6	59,2	0,73	80,7	56,8	0,71	90,6	627
1	R=0,3	8,5	15,0	6,8	0,89	12,0	5,7	0,88	79,3	45
2	~	~	30,7	15,1	0,87	27,0	8,4	0,95	96,0	85
3	~	~	52,1	27,4	0,85	48,0	26,0	0,84	91,1	157
4	~	~	81,1	46,4	0,82	75,0	45,0	0,80	90,2	231
5	~	~	115,3	70,7	0,79	108,0	67,6	0,78	92,5	405
6	~	~	147,0	93,8	0,77	133,3	88,2	0,75	88,3	541
7	~	~	168,8	113,5	0,74	161,3	112,0	0,72	93,0	665
1	R=0,15	8,5	30,8	16,2	0,85	24,0	13,0	0,84	76,9	53
2	~	~	61,4	34,3	0,83	54,0	31,7	0,81	94,6	100
3	~	~	105,8	62,1	0,81	96,0	57,6	0,80	89,6	184
4	~	~	164,3	100,7	0,79	150,0	95,7	0,77	89,0	279
5	~	~	225,7	149,3	0,75	216,0	145,3	0,74	93,7	487
6	~	~	280,2	191,5	0,73	266,7	185,1	0,72	93,9	605
7	~	~	340,5	239,8	0,71	322,7	227,2	0,71	94,8	819



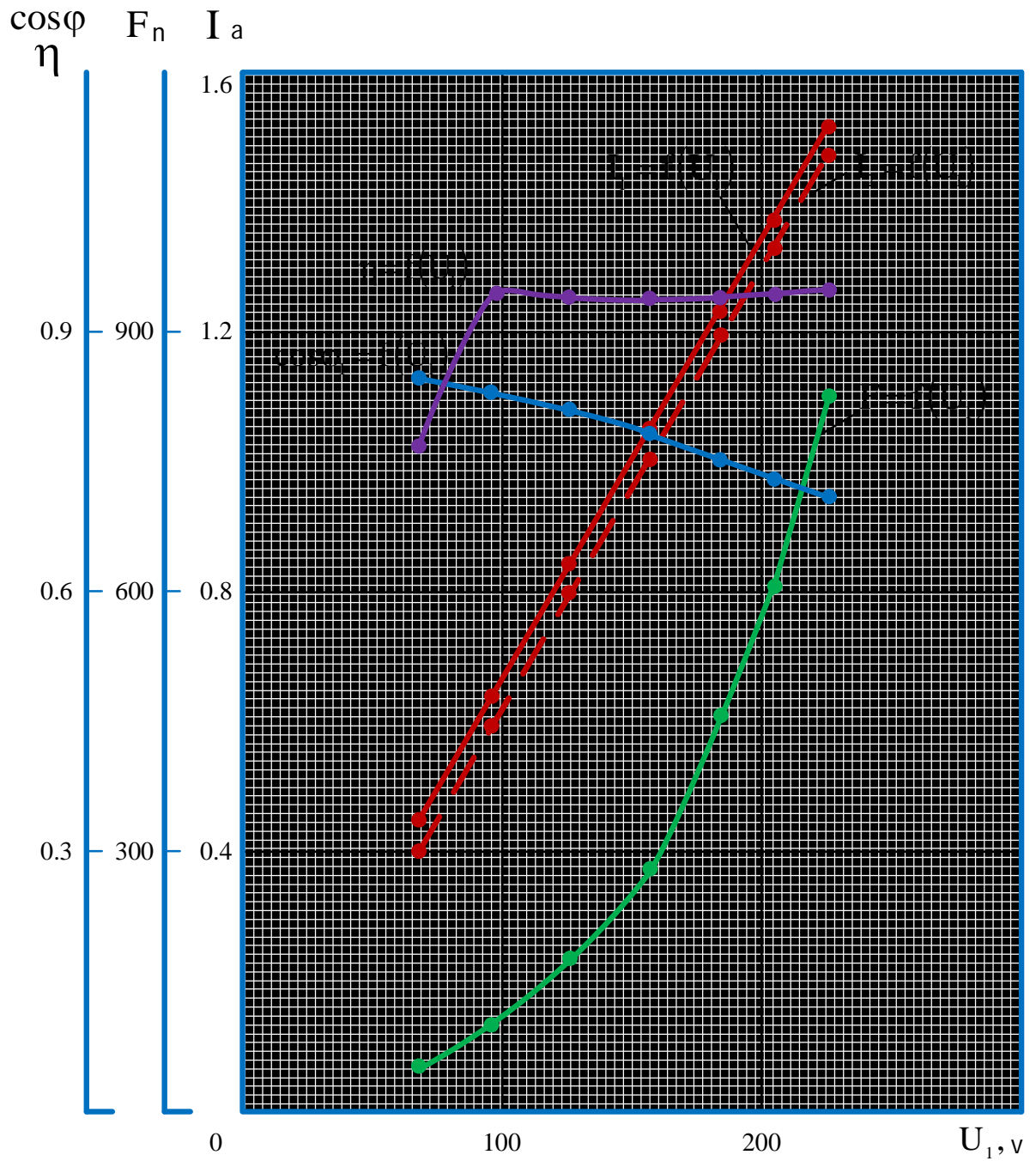
rodesac $R=0,60$ komi.

max. 4.1



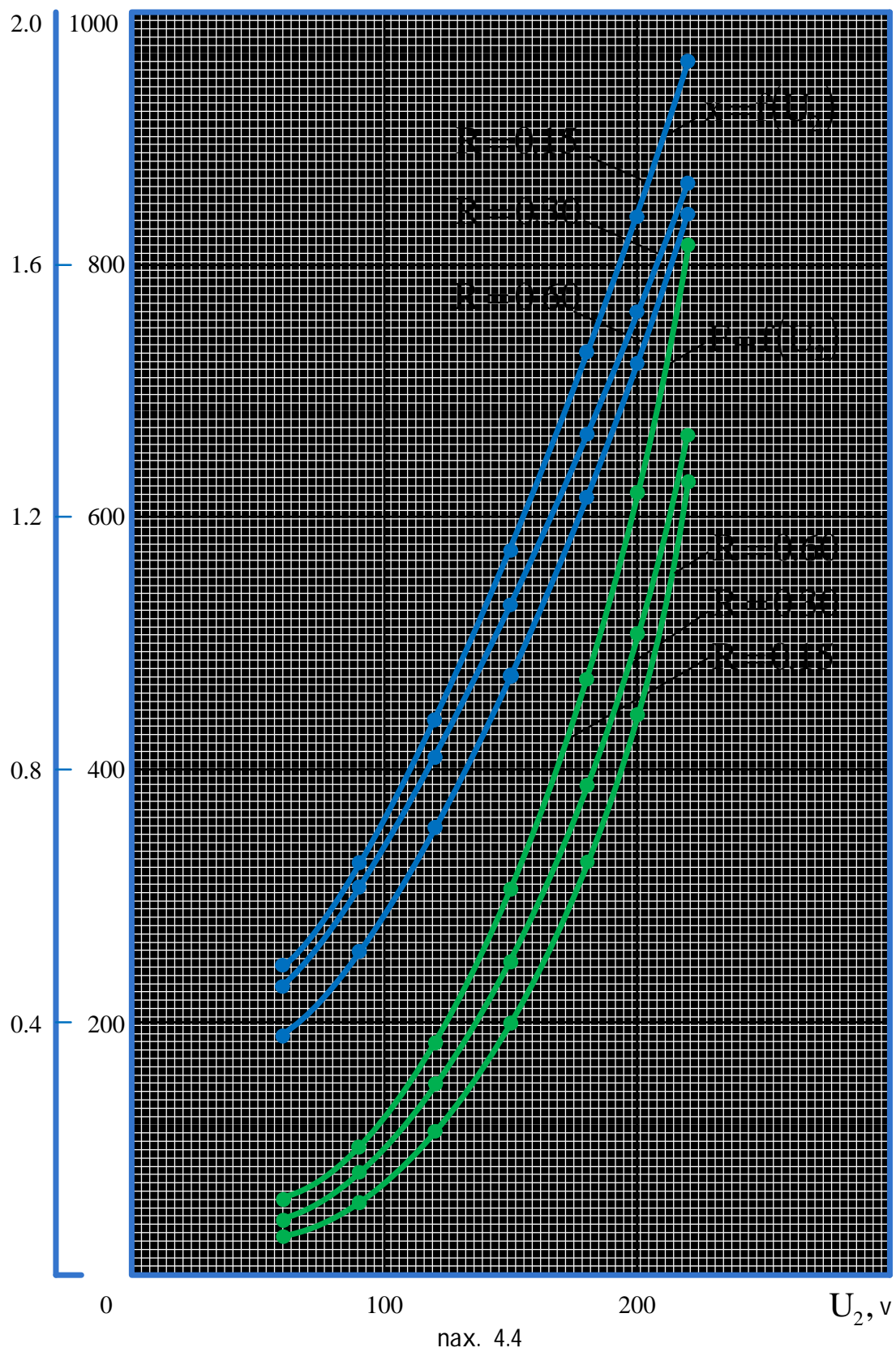
rodesac $R=0,30$ komi.

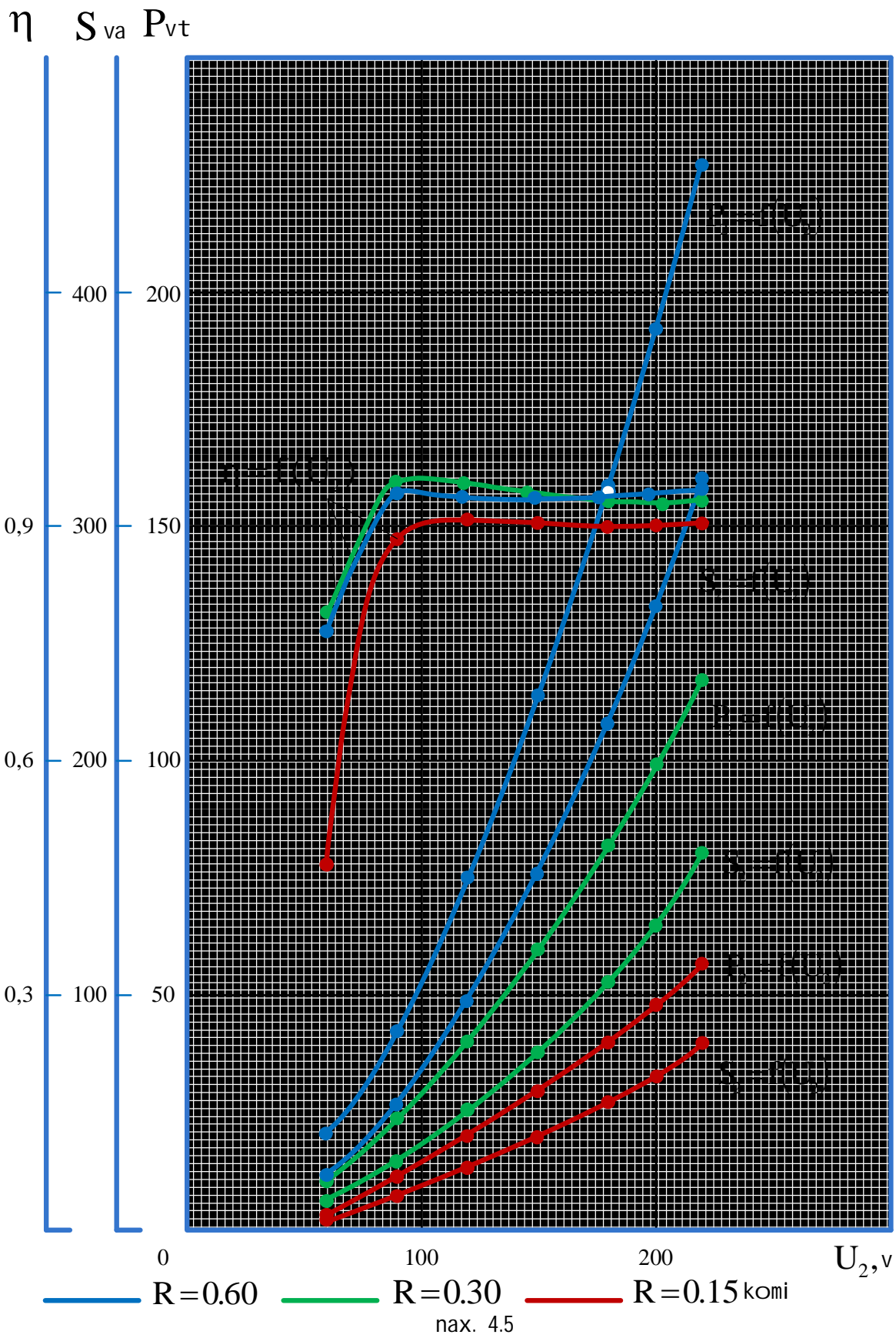
nax. 4.2



rodesac R=0,15 komi.

max. 4.3

$X \cdot 10^{-3} \text{m } F_n$




fardobasTan ω/ω_0 . amgznebebis el eqtrul i kveba xorcil deboda mcire sididis sinusoidal uri ucvl el i Zabvis pirobebSi $U = \text{const} = 40\text{v}$, sistemaTa sakuTaris rxevis sixSire $\omega_0 = \text{var}$, xol o iZul ebiTi - $\omega = \text{const}$ /cxril i 4.3; 4.4/.

sakvl evi ukuqceviT-winsvl iTi moZraobis erTtaqtiani vibraciul i danadgarebi meqanikurad gawyobil i iyo ise, rom III da II -seburi amgznebebis Ruzasa da stators Soris arsebul i sahaero RreCoebis sidide $\delta_{0\text{III}} = 3,0\text{mm}$, xol o $\delta_{0\text{II}} = 0,5\text{mm}$.

maxasiaTebI ebis $F = f(\omega/\omega_0)$ da $x = f(\omega/\omega_0)$ Sedarebis dadginda, rom irive formis amgznebebisatvis sixSirul i mrudeebi tipiuri xasiaTisaa, kerZod, danadgaris rezonansandel reJimSi muSaobisas izrdeba RuzaTa rxevis amplituda x , amgznebi Zal va F da qsel idan moTxovnil i denis Zal is mniSvnel oba. Tumca, el eqtromeqanikuri rezonansis dros, rodesac Ruzis gadaadgil eba ganagrZobs svl as absol uturi mniSvnel obisaken $x_{\text{III}} = 2,92\text{ mm}$ (rezonansis siaxl oves), $x_{\text{II}} = 3,58\text{ mm}$, danadgaris mier qsel idan moTxovnil i energia Semcirebul ia. kerZod, III-seburi amgznebiani vibrodanadgarisatvis mkveTrad mcirdeba amgznebi Zal va $F_{\text{III}} = 80\text{n}$ da adgil i aqvs muSaobis aramdgrad reJims, rac gamowveul ia Ruzisa da statoris Sej axebebiT. am dros, axal i tipis magnitogamtarsi, amgznebi Zal va aviTarebs gacil ebiT met sidides $F_{\text{II}} = 180\text{n}$, Sedegad, izrdeba danadgaris m.q.k. da Senarcunebul ia danadgaris funkciuri SesaZl ebl obebi.

es, rogorc dazustda, gamomdinareobs magnitogamtarta formisgan, ramdenadac, axal i tipis II-sebur amgznebsi, roml is Ruza, moZraobs ra satatoris Reroebis pol usebs Soris,

uzrunvel yofil ia drois nebismier momentSi mudmivi sahaero RreCos SenarCuneba, xol o aRZruli mizidvis Zal ebi damokidebul ia rogorc aRniSnuli RreCoebis sidideze, ise misi pol usebis gadafarvis aqtiuri farTis cvl il ebaze, riTac miRweva Ruzis rxevebis amplitudis maqsimaluri sidide da meqanikur rezonansSi muSaobisas, gansxvavebiT III-seburi amgznebisagan, Ruzis gadadgileba ar iwvevs statoris pol usebTan Sej axebas. aseve, Semcirebul ia fantvis nakadebi. Sedegad, am tipis amgznebiT aRWurvili el eqtromagnituri vibrodanadgarisaTvis mkveTrad gaumj obesebul ia energetikuli da saeqspl uatacio maCvenebl ebi.

eqsperimentuli kvlevis meTodika aseve iTval iswinebda vibroamgznebTa sahaero RreCoSi magnituri induqciis gansazRvras $B=f(b)$, romelic III-seburi amgznebisatvis warmoebda statikaSi, xol o II-seburisatvis - dinamikaSi, RreCoebis mTel i sibrtyis gaswvri, sadac b - magnitogamtaris siganea, mm. miuxedavad reJimTa sxvadasxvaobisa, sahaero RreCoSi induqciis ganawil ebis mrudeebis forma identuria, gansxvavdeba mxol od maqsimaluri mniSvnelobiT / $nax. 4.7/$. dadginda, rom magnituri induqcia da, Sesabamisad, magnituri nakadi gacil ebiT maRali II-sebur magnitogamtarSi, rasac ganapirobebs Ruzisa da statoris pol usebis gadafarvis aqtiuri farTis S cvl il eba.

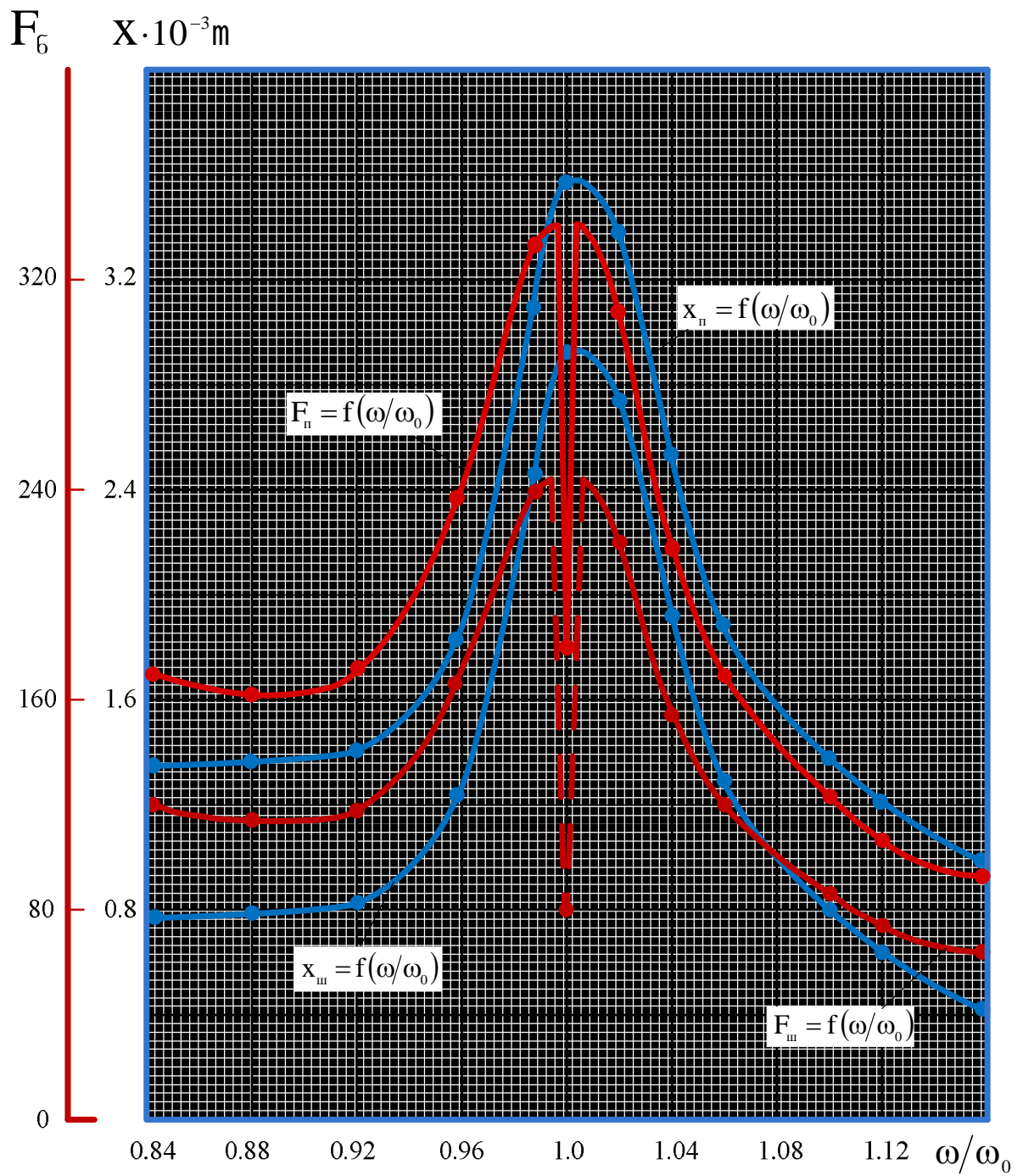
Semowmda vibroamgznebis koWas gragnilebis izolacia gaxurebaze danadgaris oTx saatiანი დავირთვით მუშაობის დროს. კოვის დამყარებულმა ტემპერატურამ ზაფხულის ყელ აზე ცხელ ტვესი Seadgina $\tau = 42^{\circ}C$, xol o muSa ტემპერატურაზე izolაციის winaRobam - $r_z = 0,25$ მომი. გამოცდით მირეული Sedეგები აკმაყოფილებს სტანდარტებს [18, 104].

**cxril i 4.3. sabaziso vibroamgznebis (III-seburi magnitogamtari)
eqsperimentul i kvl evis Sedegebi**

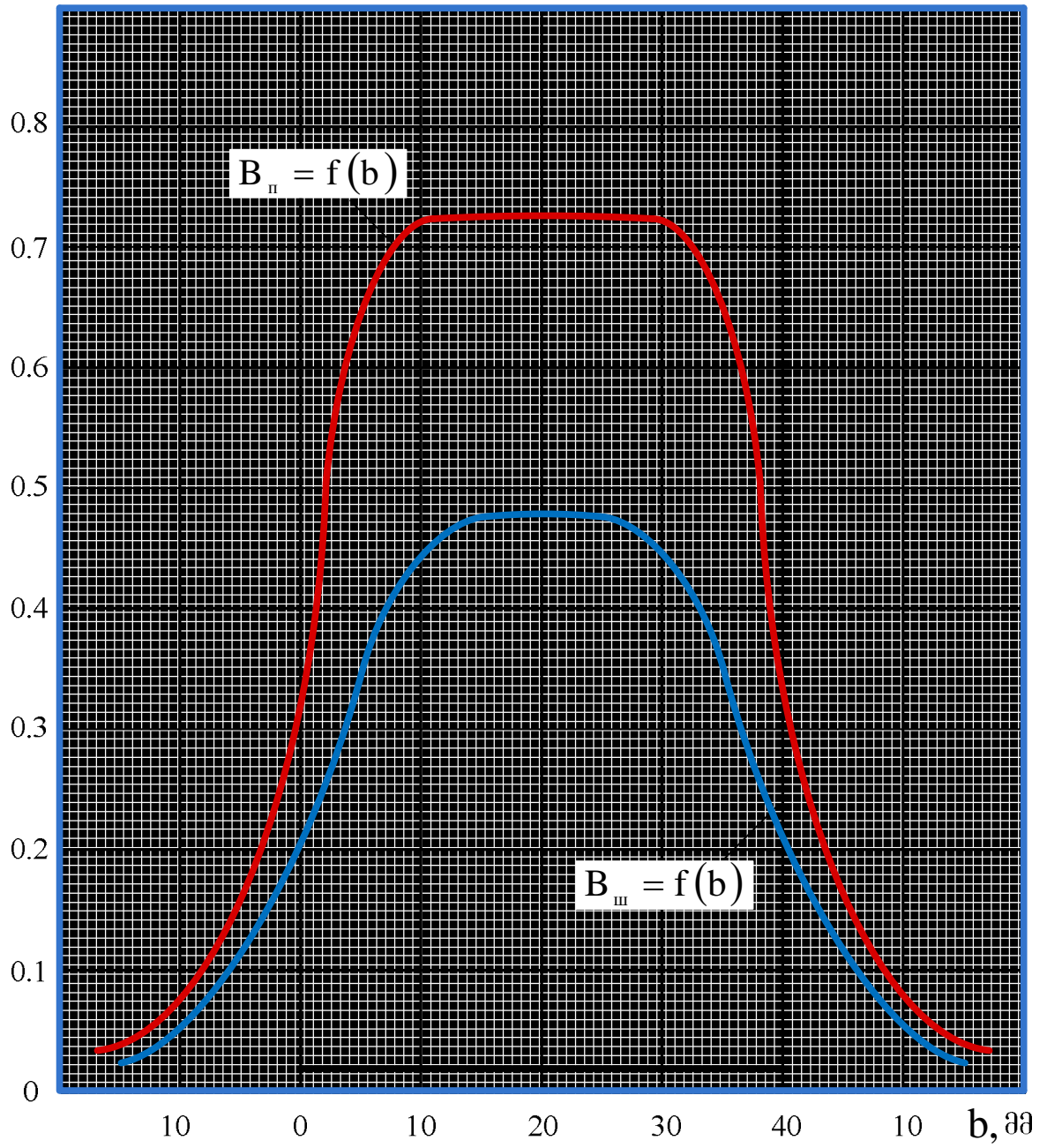
#	R	U₂	I₂	F	x	cosφ₂	B	ω/ω₀
	komi	v	a	n	m·10 ⁻³	-	tl	-
1	R=0,3	40	1,42	120	0,78	0,28	0,01	0,84
2	—~—	40	1,36	116	0,79	0,26	0,06	0,88
3	—~—	40	1,26	118	0,82	0,25	0,20	0,92
4	—~—	40	1,19	172	1,22	0,24	0,45	0,958
5	—~—	40	0,92	240	2,43	0,38	0,48	0,988
6	—~—	—~—	0,84	80	2,92	0,39	0,48	1,0
7	—~—	—~—	0,93	220	2,74	0,30	0,48	1,02
8	—~—	—~—	1,15	155	1,92	0,26	0,45	1,04
9	—~—	—~—	1,17	120	1,30	0,21	0,20	1,06
10	—~—	—~—	1,08	86	0,80	0,19	0,06	1,10
11	—~—	—~—	1,04	76	0,62	0,18	0,02	1,12
12	—~—	—~—	1,0	65	0,42	0,17	0,01	1,15

**cxრილ i 4.4. axal i vibroamgznebis (II-seburi magnitogamtari)
eqsperimentul i kvl evis Sedegebi**

#	R	U₂	I₂	F	x	cosφ₂	B	ω/ω₀
	komi	v	a	n	m·10 ⁻³	-	tl	-
1	R=0,3	40	1,73	170	1,35	0,37	0,04	0,84
2	—~—	40	1,67	162	1,38	0,35	0,08	0,88
3	—~—	40	1,57	172	1,41	0,34	0,32	0,92
4	—~—	40	1,50	238	1,83	0,33	0,72	0,958
5	—~—	40	1,23	332	3,0	0,47	0,72	0,988
6	—~—	—~—	1,15	180	3,58	0,48	0,72	1,0
7	—~—	—~—	1,24	308	3,38	0,39	0,72	1,02
8	—~—	—~—	1,46	217	2,56	0,35	0,72	1,04
9	—~—	—~—	1,48	170	1,87	0,30	0,32	1,06
10	—~—	—~—	1,39	124	1,37	0,28	0,08	1,10
11	—~—	—~—	1,35	116	1,21	0,27	0,04	1,12
12	—~—	—~—	1,31	92	0,98	0,26	0,02	1,15



nax. 4.6

B_{тл}

max. 4.7

4.2. Rvinomasal ebis daZvel ebis al ternatiul i teqnoI ogia da kvI evebis anal izi

Rvinomasal ebis warmoebis teqnoI ogia iTval iswinebs Rvinis da sabrende spirtebis mraVal wl ian daZvel ebas. es xangrZl ivi procesi dakavSirebul ia did danakargebTan - aorTql eba, TviTRirebul ebis gazrda da a.S., rac mwarmoebel i kompaniebisatvis sakmaod araxel sayrel faqtors warmoadgens. cxadia, daZvel ebis xangrZl ivi procesis Semcireba minimumamde daiyvanda danakargebs da stimuls miscemda mewarmes konkurentunariani maRal i xarisxis produqciis sawarmoebl ad.

sazRvargareT SemuSavebul ia rigi al ternatiul i meTodebisa, roml ebic SesaZl ebl obas gvaZl even miviRoT bunebrivad daZvel ebul i Rvinisa da sabrende spirtebis tol fasi masal ebi sakmaod Semwidroebul vadebSi. erT-erTi j gufi meTodebisa iTval iswinebs Rvinomasal ebis daZvel ebis procesebis daCqarebas el eqtrofizikuri agentebis (bgeriT i rxevebi, ul trabgerebi, Υ -gamosxiveba, el eqtromagnituri vel i, maRal i sixSiris deni da sxva) gamoyenebiT [25].

spirtian sasmel ebze bgeriT i rxevebis zemoqmedeba iwvevs siTxis Semadgenel i nawil akebis dispersias an maT SekavSirebas gacil ebiT ufro msxvil i nawil akebis warmosaqmnel ad, rac sxva faqtorebTan erTad damokidebul ia maTive bunebaze. rxevebiT gamowveul i mastimul irebel i zemoqmedeba agreTve dakavSirebul ia kavitaciasTan, rac iwvevs qimiur da fizikur cvl il ebeps sabrende spirtis mikrostruqturaSi. aRniSnul i meTodiT daZvel ebul i sabrende spirti Tavisi organol eptikuri maCvenebl ebiT da xarisxiT maRl a dgas bunebrivTan SedarebiT.

ამავდროს საგრძნობლად მცირდება დაზველები ხანგრძლივობა [98].

ულტრაბგერებით დამუშავებულ რვინომასალაზე სეინისნება ორგანიზმის ეფექტი: პირველ რიგში დამუშავებისთანავე უმჯობესდება ბუკეტის შემადგენელ კომპონენტთა სეტანაურობა, მეორე მხრივ კი ეფექტი რამოდენიმე ტვის განმავლობაში იცნობს თავს; იზრდება ორგანიზმის მკვების, ეთერების, ალდეჰიდების რაოდენობა და მცირდება უმარილიანი ალკოჰოლები სემცველია. დადგენილია, რომ ენერჯის ერთი ნაწილი სიტბოდ გარდაიქმნება, დანარჩენი კი ინახება სიტხეში და იხარჯება მოლეკულები და იონების ენერჯის დონის ასამარტივად, რაც დამუშავებისთანავე ცვლის რვინომასალის ორგანიზმის ეტიკურ მკვებებს, ხოლო შემდგომ პერიოდში აცვებს დაზველები ტექნოლოგიურ პროცესს.

სხვათა შორის სხვადასხვა ტიპის რვინოებზე უსხვიების ზემოქმედების შედეგი. ამ დროს იცვლება რვინის სეფერვა და უარყოფილება მათარის ტონი. ტუმცა დიდი დოზებით დამუშავებისას ირრევა კიმიური კომპლექსი და გეოზე სეინისნება დისჰარმონია. სტიმულირებიდან 2-3 ტვის შემდეგ უმჯობესდება მასალათა ორგანიზმის ეტიკური მკვებები და იცნობს სასიამოვნო არომატს. უსხვიებით მუშავდება მუხის ტკეჭები და საბრენდე სპირტი როგორც კალკალი, ასევე ერთად. ზემოქმედების შედეგად იზრდება მუხის ტკეჭებიდან უალკოჰოლი და სპირტი სხნადი კომპონენტების რაოდენობა. აქალგამოხდილი და ხუთწლიანი საბრენდე სპირტის ელექტრული ვითარებაში დამუშავების შემდეგ საცდელ ნიმუშებში სეიმკნევა მკროლი მკვების, საერთო და მკვებების, ალდეჰიდების და აცეტალების რაოდენობათა ზრდა [99, 110].

რვინომასალისა და საბრენდე სპირტების ვიბრაციული დამუშავების ეფექტიანობა დამოკიდებულია იმ რტული პროცესების

safuZvl ian codnaze, roml ebic mimdinareoben Rviniis warmoebis procesSi (Rvinomasal ebis bunebrivi daZvel ebis dros) – el eqtrofizikuri zemoqmedebiT fizikur-qimiuri reaqciebis daCqareba da maRal xarisxovani sabrende spirtebisa da Rvinoebis warmoeba nakl eb droSi, minimal uri danaxarjebiT; amasTan, daZvel ebis xangrZlivi drois Semcireba da durdoze duRil is rTuli procesis gamartiveba, Tvisobrivad da xarisxobrivad axali stiliis wiTelinaxebradtkbili da naxebradmSrali Rvinoebisa da mSrali primeri tipis Rvinoebis warmoeba, ar arRvevs produqtis komponentTa harmoniul Tanawyobas.

Catarebuli kveli ebebi efuZneboda vibraciuli rxevebiT fenoluri naerTebis eqstraqciis srulyofas yurZnis kanidantkbilSi – sufris TeTri da wiTelin RvinoebisaTvis, xolo muxis tkecidan spirtebSi – axal gazrda sabrende spirtebisaTvis, raTa dagvedgina Rvinomasal ebis daZvel ebis daCqarebis kanonzomierebis arsi.

amasTanave, interess warmoadgenda mraval faqtoriani amocana, rac gamoixateboda daZvel ebis procesze vibraciuli rxevebis sxvadasxva xangrZlivobis eqspoziciaTa zemoqmedebis Seswavi asa da sasurveli optimaluri variantis dadgenaSi.

4.2.1. sabrende spirtebis warmoebis ZiriTadi wesebi

brends uwodeben magar al kohol ur sasmel s, specificuri buketiT da gemoTi, damzadebul s sabrende spirtidan, romel ic miRebul ia yurZnis mSral i Rvinis gamoxdiT, xangrZl ivi droiT Senaxul muxis kasrebSi, an mominanqrebul rezervuarebSi, sadac CatvirTul ia muxis tkeCebi. spirtis misaRebad, Rvinomasal ebi special uri teqnol ogiIT mzaddeba TeTri da wiTel i (TeTri wesiT) yurZnis jiSebidan, romel Tac ara aqvT specificuri, mkveTrad gamoxatul i aromati da intensiuri Sefervis wveni. axal gazrda sabrende Rvinomasal ebis gamoxda warmoebs mosavl is momdevno wl is 1 maisamde, periodul i da uwyveti moqmedebis special uri aparatebiT, Tavnaxadis aucil ebel i mocil ebiTa da fraqcionirebiT [11, 45, 183, 197].

62...70 moc% simagris sabrende spirtis daZvel eba warmoebs kasrebSi miwiszeda da naxevarsardafis SenobaSi 15...20°C optimal uri temperaturisa da 70...85% fardobiTi tenianobis pirobepSi. fardobiTi tenianobis 75%-s qveviT Semcirebisas Senobas xel ovnurad atenieneben. kasrebi mzaddeba mkvrivi, daxeTqil i tkeCebisagan, romel ic inaxeba Stabel ebad, sul cota, sami wl is ganmavl obaSi. axal kasrebs amuSaveben Semdegi wesiT: 3-4 dRis Sual ediT civi wyl iT orjer gaJRenTaven da cxel i orTqil iT 20...30 wuTs amuSaveben, gamoavl eben j er cxel da Semdeg civ wyal s da dasawretad al ageben. I iTonis mominanqrebul rezervuarSi spirtis daZvel ebisas Senobis optimal uri temperatura unda Seadgendes 20...25°C.

muxis tkeCebi muSavdeba qvemoT CamoTvl il i erT-erTi meTodiT:

- *Cveul ebrivi damuSaveba.* tkeCis damuSaveba warmoebs axal i kasrebis damuSavebis meTodis mixedviT;
- *gatutiane bis meTodi.* muxis tkeCebis amuSaveben 0,3...0,6%-iani mwvave kal iumiT 15...20°C temperaturaze 2...6 dRe-Ramis ganmavl obaSi. tutis gadmoRvridan 8..12 saaTis Semdeg tkeCebis 3-4-er recxaven gamdinare wyl is qveS, Semdeg 6 dRe-Rames SenobaSi aniaveben an saSrobSi, araumetes 45°C-sa, erTi dRe-Ramis ganmavl obaSi aSroben;
- *Termul i meTodi.* am meTodiT muSavdeba muxis tkeCebis naxevari, danarCeni ki Cveul ebrivi meTodiT. 5..7 dRis manZil ze haeris Tavisufal i miwodebiT tkeCebi saSrobSi 105...125°C temperaturaze yovnde ba, manam odnav yavisfrad ar Seifereba, Semdeg mas civi da cxel i wyl iT amuSaveben.

brendis xnovaneba gamoiTvl eba muxis kasrebSi, an mominanqrebul rezervuarebSi dasaZvel ebl ad maTi Casxmis wl idan. ianvarSi da imave wl is dekemberSi Casxmuli spirti uTanabrdeba erTi wl is daZvel ebul spirts. fiziko-qimiuri da organol eptikuri maCvenebl ebis mixedviT sabrende spirti (axal gazrda) unda akmayofil ebdes Semdeg moTxovnebs: feri – ufero; gemo da suni – sabrende spirtisaTvis damaxasiaTebel i, ucxo sunisa da gemos gareSe [157].

sabrende spirtebis daZvel ebis procesi sam periodad iyofa:

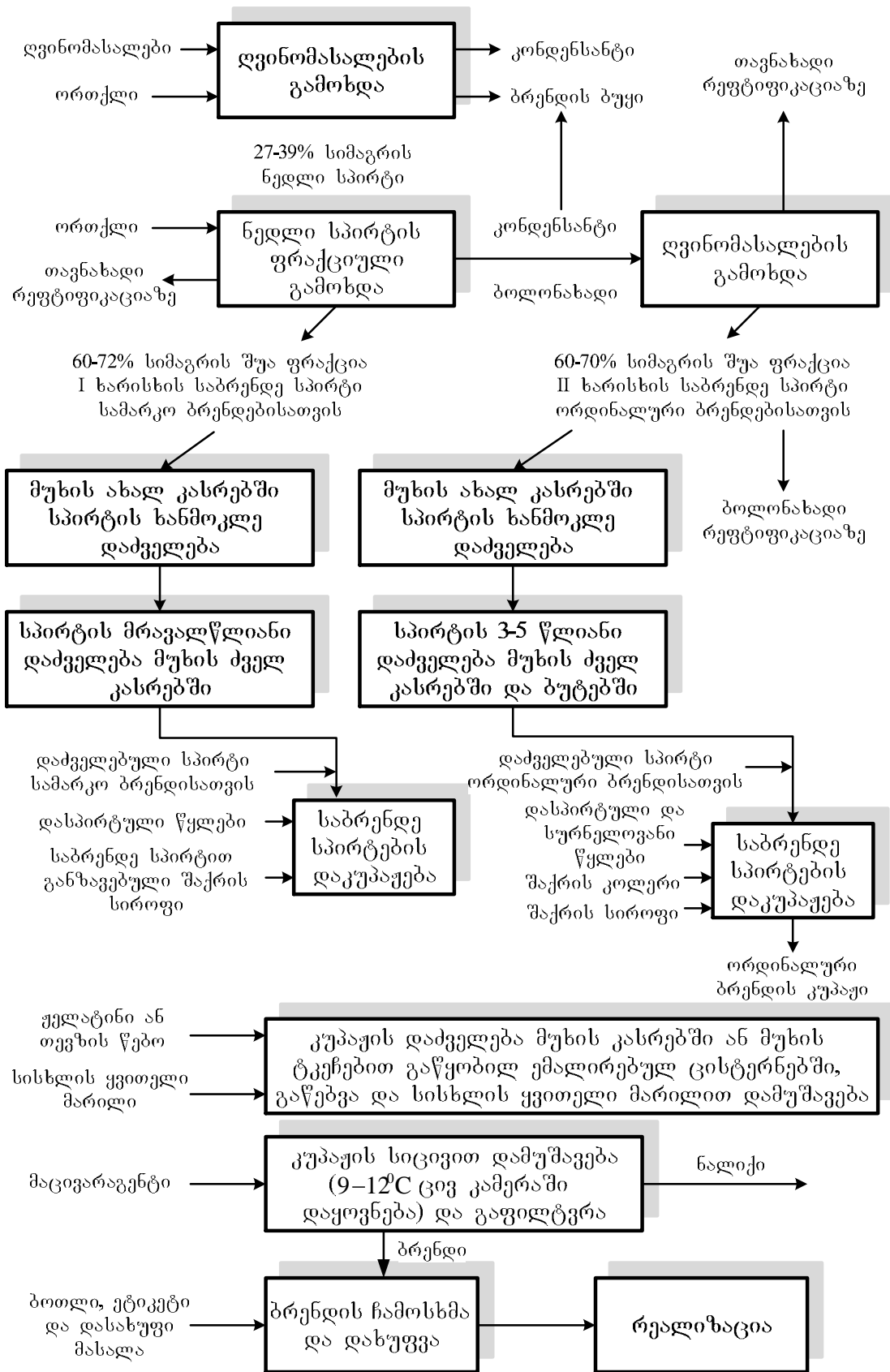
- *I periodi* 1-dan 5 wl amde grZel deba. igi xasiaTdeba muxis tkeCis Zl ieri eqstraqci iT. Sedegad, intensiurad mimdinareobs spirtSi fenol uri naerTebis, ligninis da hemocel ul ozas hirol izis produqtebis, uronis rZis da ZmarmJavebis gadasvl a, ris gamoc, ares Ph mcirdeba.

fenol ur naerTebSi domini rebs dauJangavi tanini, spirti Ria yviTel Sefervas izens da gemoze uxeSia;

- *II periodi* grZel deba 5-dan 10 wl amde. am dros nel deba fenol uri naerTebis eqstraqcia, samagierod, izrdeba ligninisa da hemocel ul ozis hidrol izis produqtebis warmoqmnis procesi, matul obs daJangul i taninis raodenoba da aromatul i al dehidebis Semcvel oba, rbil deba spirtis gemo. igi izens sasiamovno vanil is tons. feri sagrZnobl ad muqdeba Cais feramde;
- *III periodi* 10 wel ze zeviT grZel deba. izrdeba daJangul i taninis raodenoba da aromatul i al dehidebis Semcvel oba, adgil i aqvs monosaqaridebis (gl ukozis) gadasvl as tkeCidan spirtSi, gemoze SesamCnevad rbil deba, xdeba harmoniul i, Seferil oba yviTel _oqrosferi xdeba.

udidese mniSvnel oba aqvs brendis xarisxs, roml is mixedviTac igi SeiZl eba davyoT ordinal ur, samarko da sakol eqcio brendad. ordinal uri mZaddeba samidan xuT wl amde daZvel ebul i sabrende spirtidan; samarko - saSual o asakis mqone, eqvs wel ze meti xnis spirtidan, xol o sakol eqcio - samarko brendidan, roml ebsac, sul cota, 5 wl is ganmavl obaSi aZvel eben muxis kasrebSi /nax. 4.8/ [37, 90].

sabrende spirtebis aTvis dadgenilia spirtisa da Saqris Semdegi kondiciebi: gadaxra ar unda aRematebodes spirtis Semcvel obis mixedviT $\pm 0,3$ moc.%-s, xol o Saqris Semcvel obis mixedviT ± 2 g/l -s. mZime l iTonebis maril ebis Semcvel oba brendSi ar unda aRematebodes: spil enZisa - 8 mg/l , kal is - 5 mg/l , rkinisa - 1 mg/l . yvel a saxis brendSi meTil is spirtis Semcvel oba ar unda aRematebodes 0,1 moc. %-s [183].



ნახ. 4.8. ბრენდის წარმოების პრინციპული სქემა

***4.2.2. sabrende spirtebze Catarebul i eqsperimentul i
kvl evis Sedegebi***

saanal izod aviReT axl adgamoxdil i sabrende spirti (gurj aanis Rvinis qarxana), romel ic davyaviT xuT Tanabar nawil ad (0,5 l itri), movaTavseT minis WurWel Si da eqstraqciis srul yofisaTvis TiToeul nimuSSi CavuSviT 35 sm³ mocul obis muxis tkeCi. muxis tkeCebi winaswar damuSavda gatutianebis zemoaRweril i meTodiT.

sabrende spirtebis 4 Tanabari nawil i damuSavda vibraciul i rxevebiT, mkacrad gansazRvrul i 30, 60, 90, 120 da 150 wuTiani saeqspozicio droiT. damuSaveba warmoebda ori kviris manZil ze – kviraSi erTxel da Semdgom, sakontrol o nimuSTan erTad moTavsda gril sacavSi.

damuSavebidan erTi wl is Semdgom, sabrende spirtebSi ganisazRvra organol eptikuri maCvenebl ebi /cxril i 4.5/:

1. eTil is spirtis Semcvel oba – arbitrajul i meTodiT;
2. meTil is spirti – fotokol osimetrul i meTodiT;
3. ph – el eqtrometrul i meTodiT;
4. titrul i mJavianoba – acidometrul i meTodiT;
5. aqrol adi mJavebi – gamartivebul i meTodiT.

dadgenil iqna daZvel ebis daCqarebis kanonzomiereba rogorc sakontrol i, aseve vibraciul i rxevebiT aqtivizirebul i sabrende spirtebisaTvis, rac muxis tkeCidan spirtebSi fenol uri naerTebis eqstraqciis srul yofiT aixsneba. kerZod, rogorc anal izebidan Cans, sabrende spirtebis daZvel ebisaTvis saukeTeso Sedegi miReba misi 60 wuTiani eqspozici iT damuSavebisas. masSi, gansxvavebiT sxva

nimuSebisagan, sagrZnobl ad SeiniSneba ph aris - 3,50 da fenol uri naerTebis - 112,10 mg/dm³ mateba, aseve spirtis Seferva muq Cais feramde, sxva danarCeni ki, maT Soris sakontrol o nimuSi, warmodgenil i iqna Ria yviTel i SeferviT.

sabrende spirtebis daZvel ebis stimul ireba warmoebda $f=50$ hc samrewvel o sixSirisa da $x=1,73$ mm amplitudis mqone vibraciul i rxevebiT, qsel idan moTxovnil ma srul ma simZI avrem Seadgina 168,8 va, m.q.k. - 93,0 %.

4.2.3. Rvinomasal ebze Catarebul i eqsperimentul i kvl evis Sedegebi

kvl evebi emyareboda, saqarTvel oSi gavrcel ebul i, sufris wiTel i da TeTri yurZnisgan miRebul i Rvinomasal ebis sacdel i nimuSebis fiziko-qimiuri Semadgenl obis gansazRvris safuZvel s [37, 142, 143].

me-2 TavSi aRweril i el eqtromagnituri vibraciul i danadgaris /nax. 2.4/ gamoyenebiT saqarTvel os mebaReobis, mevenaxeobis da meRvineobis institutSi gamoicada wiTel i Rvinis daZvel ebis axal i teqnol ogia. kvl ebebSi gamoyenebul i iqna wiTel yurZniani vazis j iSebi: `saferavi~, Sesabamisad 1995, 1996, 1997 da 1998 wl ebis mosavl isa da 1998 wl is - `Takveri~. damuSavebis win j anmrTel yurZens mocil da kl erti da Semdeg daiWyl ita, durdoSi Setanil iqna 50 mg/l -ze gogirdovani anhidridi. pirvel i sakontrol o nimuSi damuSavda wiTel i Rvinis kl asikuri teqnol ogiit, romelic iTval iswinebs durdos duRil s 70 g/l narCen Saqramde, Semdgom gamownexvas da durdos gareSe sabol oo daduRebas. meore sakontrol o nimuSis SemTxvevaSi durdos gamownexva da tkbil is daduReba moxda egredwodebul i `TeTri~ wesiT.

sacdel i Rvinomasal ebisaTvis gankuTvnil i durdos nimuSebi al kohol ur duRil amde damuSavda 1, 3, 5 da 10 saaTiani saeqspozicio droiT, ris Semdgom sabol ood warmoebda damuSavebul i durdos gamownexva da tkbil is duRil i `TeTri~ wesiT.

sakontrol o da sacdel Rvinomasal ebze Catarebul ma qimiurma da organol eptikurma anal izebma aCvena, rom

sakontrol o Rvinis nimuSis feri uaxl ovdeba sacdel i Rvinomasal is nimuSis fers. aRsaniSnavia, rom sakontrol o Rvinomasal ebSi Senel ebul ia saRebavi nivTierebebis gamol eqva, rac savaraudod al kohol is Semcvel obazea dakavSirebul i.

rogorc anal izebidan Cans, wiTel i Rvinis daZvel ebisaTvis saukeTeso Sedegi miReba misi 10 saaTiani erjeradi saeqspozicio droiT damuSavebisas. sakontrol osgan gansxvavebiT, sacdel RvinoSi, izrdeba eTanol is, xol o mcirdeba meTanol isa da mqrol avi mJavebis raodenoba /cxril i 4.6, 4.7/.

dakvirvebebma aCvena, rom sacdel i Rvinis nimuSebi Seferil obiT ar CamorCebian sakontrol os, da piriqiT, gaaCni aT ukeTesi organol eptikuri maCvenebl ebi, gemoze SeiniSneba harmonia, daZvel ebis procesi RvinoebSi viTardeba kargad da 1-3 wl is Semdegac miRes maRal i Sefaseba.

anal ogiuri samuSaoebi Catarda saqarTvel os saxel mwifo sasofl o-sameurneo universitetis meRvineobis ganyofil ebaSi, kerZod, yuradReba gamaxvil ebul i iqna TeTryurZniani vazis jiSze - `rqawiTel i~, 2002 da 2003 wl ebis mosavl is. yurZeni daikrifa gurj aanis raionis sof. mukuzanis mikro-raionSi. 2002 wl is meRvineobis sezonzე yurZeni moikrifa or etapad: pirvel i - 23% Saqrianobisa da 7g/dm^3 titrul i mJavianobis, meore - 18% Saqrianobisa da 6g/dm^3 titrul i mJavianobis mqone yurZeni, xol o 2003 wl is mosavl is yurZenSi Saqrianoba Seadgenda 24%-s, titrul i mJavianoba - 7g/dm^3 .

durdos gamownexva da tkbil is daduReba moxda kaxuri Rvinis damzadebis kl asikuri teqno logiis Tanaxmad, rodesac Rvinomasal a WaWaze imyofeba 2-3 Tvis ganmavl obaSi, raTa igi

gamdidrdes fenol uri da aramqrol avi komponentebiT. cdebi Catarda sxvadasxva saeqspozicio droiT /ix. cxril i 4.8; 4.9/ [19, 30, 209, 210].

anal izebma cxadyo, rom sufris TeTri Rvinis daZvel ebisaTvis saukeTeso Sedegi miReba misi durdos 30 wuTiani eqspoziciiT damuSavebisas. masSi, gansxvavebiT sxva nimuSebisagan, sagrZnobl ad SeiniSneba ph aris – 3,62 gr/dm³ da fenol uri naerTebis – 1530 g/dm³ mateba /cxril i 4.8/.

aseve, msjel obis sagans warmoadgens, yurZnis daWyl etil i marcvl ebis 30 wT saeqspozicio droiT damuSavebisas, RvinoSi warmarTul i daZvel ebis procesis Sedegebi, sadac ph are – 3,15 gr/dm³ da fenol uri naerTebis – 1351,5 g/dm³ Seadgens /cxril i 4.9/.

cxrii i #4.6. wiTel RvinoSi antocianebis Semcvel oba, mg/l .

(A - axal i Rvino, B - 1 wl is Rvino)

#	m e T o d i	saferavi						Takveri	
		1995 wel i		1997 wel i		1998 wel i		1999 wel i	
		A	B	A	B	A	B	A	B
1	kl asikuri teqnol ogiiT daduRebul i (sakontrol o)	2120	1590	1470	980	1350	930	170	500
2	`TeTri- wesiT daduRebul i (sakontrol o)	320	230	200	140	110	90	100	70
3	sacdel i nimuSis 1 sT saeqspozicio droiT damuSaveba (TeTri- wesiT daduRebul i)	800	670	620	450	580	400	280	180
4	sacdel i nimuSis 3 sT saeqspozicio droiT damuSaveba (TeTri- wesiT daduRebul i)	1200	960	890	630	800	570	430	310
5	sacdel i nimuSis 5 sT saeqspozicio droiT damuSaveba (TeTri- wesiT daduRebul i)	1740	1390	1140	780	1010	710	610	430
6	sacdel i nimuSis 10 sT saeqspozicio droiT damuSaveba (TeTri- wesiT daduRebul i)	2060	1610	1610	970	1200	850	700	480

cxril i #4.7. wiTel RvinoebSi eTanol is, meTanol is da mqrol avi mJavebi Sencvel oba

(A - eTanol i, moc %; B - meTanol i, mg/l ; C - mqrol avi mJavebi, g/l)

#	m e T o d i	saferavi									Takveri		
		1995 wel i			1997 wel i			1998 wel i			1999 wel i		
		A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1	kl asikuri teqnol ogiT daduRebul i (sakontrol o)	15,1	158	1,2	12,8	120	1,1	12,5	104	1,1	10,6	111	0,9
2	`TeTri- wesiT daduRebul i (sakontrol o)	15,4	75	0,8	13,5	46	0,6	13,2	65	0,5	11,3	48	0,5
3	sacdel i nimuSis 1 sT saeqspozicio droiT damuSaveba (`TeTri- wesiT daduRebul i)	15,5	110	0,9	13,3	58	0,6	13,3	64	0,5	11,4	45	0,4
4	sacdel i nimuSis 3 sT saeqspozicio droiT damuSaveba (`TeTri- wesiT daduRebul i)	15,4	125	0,8	13,4	57	0,5	13,1	71	0,6	11,2	56	0,6
5	sacdel i nimuSis 5 sT saeqspozicio droiT damuSaveba (`TeTri- wesiT daduRebul i)	15,6	120	0,8	13,6	67	0,7	13,2	75	0,7	11,3	57	0,5
6	sacdel i nimuSis 10 sT saeqspozicio droiT damuSaveba (`TeTri- wesiT daduRebul i)	15,6	124	0,9	13,4	78	0,6	13,2	70	0,6	11,2	68	0,5

cxril i #4.8. sufris TeTri Rvinis qimiuri Semadgenl obis zogierTi
komponentis raodenobiTi mniSvnel oba (2002 wel i)

#	meTodi	SiMagre gamoSavli mixedvit, mOC. %	SiMagre xvedriti wonis mixedvit mOC. %	eslacta xvedriti wonis mixedvit mOC. %	titruli mJavianoba g/dm ³	aqroLadi mJavebi g/dm ³	Rvinis mJavebi g/dm ³	tenoLuri naerTebi (taniLi) g/dm ³	ph	Saqriano ba %
1	sakontrol o	12,0	12,02	3,002	5,9	0,36	1,7	1020	3,54	0,27
2	mTl iani mtevnebis 15 wT saeqspozicio droiT damuSaveba	11,8	11,77	3,080	6,23	0,36	1,7	1071	3,55	0,23
3	durdos 15 wT saeqspozicio droiT damuSaveba	11,8	11,60	3,080	6,4	0,44	2,1	1122	3,52	0,23
4	mTl iani mtevnebis 30 wT saeqspozicio droiT damuSaveba	12,0	12,11	3,054	6,23	0,44	1,8	1275	3,61	0,26
5	durdos 30 wT saeqspozicio droiT damuSaveba	12,0	11,60	2,418	6,1	0,44	1,5	1530	3,62	0,24
1	sakontrol o	10,3	10,17	2,015	5,56	0,54	2,16	867	3,65	0,16
2	dallYl etil i marcvl ebis 30 wT saeqspozicio droiT damuSaveba	10,82	10,92	2,113	5,56	0,54	2,26	969	3,66	0,14

cxრილი #4.9. სუფრის ტეტრის რვინის ქიმიური შემადგენლობის ზოგადი
კომპონენტის რაოდენობის მნიშვნელობა (2003 წელი)

#	მეთოდი	სამაგრის გამოსავლის მიქედვიტი, მოც. %	სამაგრის ქვედრითი ვონის მიქედვიტი მოც. %	ესტრატია ქვედრითი ვონის მიქედვიტი მოც. %	ტიტრული მარიანობა გ/დმ ³	აგროადი მარიანი გ/დმ ³	რვინის მარიანი გ/დმ ³	ნოტიური ნაერთები (ტანინი) გ/დმ ³	ph	საყრდენობა %
1	საკონტროლო	11,49	10,84	2,646	5,84	0,44	2,10	1912,5	3,30	0,13
2	მთლიანი მთვნების 15 ვტ საეკსპოზიციო დროით დამუშავება	11,38	11,85	2,825	6,49	0,44	2,16	2073	3,58	0,09
3	დურდოს 15 ვტ საეკსპოზიციო დროით დამუშავება	10,40	10,84	2,266	6,55	0,36	2,28	2346	3,37	0,33
4	მთლიანი მთვნების 30 ვტ საეკსპოზიციო დროით დამუშავება	10,69	11,17	2,672	6,20	0,36	2,20	2856	3,30	0,27
5	დურდოს 30 ვტ საეკსპოზიციო დროით დამუშავება	10,50	10,76	2,418	6,13	0,44	2,71	2860	3,23	0,36
1	საკონტროლო	11,10	1,26	2,494	6,49	0,36	2,80	1275	3,09	0,12
2	დაწყობის ეტილმარიანობის 30 ვტ საეკსპოზიციო დროით დამუშავება	11,50	11,17	2,670	6,70	0,60	3,0	1351,5	3,15	0,29

Tavi V. el eqtromagnituri vibraciul i danadgarebis saimedoobis sakiTxi saTvis

swrafad ganviTarebadi teqniki progresis amocanebidan gamodinare manqana-danadgarebisa da mowobil obebis saimedoobis sakiTxi teqniki sistemaTa sirTulis muSaobis pirobebis eqstremal urobis, xarisxis, rejimebis intensivobis, funqional urobisa da avtomatizaciis amaRI ebasTan erTad metad aqtualuri xdeba. vibraciul i danadgarebisaTvis saimedooba warmoadgens erT-erT ZiriTad teqniki-ekonomiki maCvenebels. vibraciul i danadgarebis proeqtirebis stadiaze saimedoobis angariSi, rogorc wesi, gvaZi evs arasakmarisad zust Sedegs. Tumca, misi saimedoobis raodenobrivi Sefaseba, sakmarisad miaxl oebul i saZiebel sididesTan, SeiZi eba miviRoT statistikuri gamoTvl ebis gziT. aRsaniSnavia, rom saimedoobis statistikuri Sefasebis sizuste ganapirobebs danadgaris saimedo muSaobas, rac damokidebul ia gamocdis raodenobaze, mtyunebaTa da sxva saWiro monacemTa bazis sisrul eze [8, 9, 10].

Catarebul ma kvl ebebma saSual eba mogvca migveRo el eqtromagnituri vibraciul danadgarSi gamoyenebul el ementTa muSaobis mtyunebaTa intensivobis λ sidideebi [145, 146, 175], romel Ta mniSvnel obebic TiToeul i el ementisaTvis mocemul ia cxril i 5.1-Si. mtyunebis qveS aq igul isxmeba qmedeba, roml is drosac vibraciul i danadgari kargavs unars Seasrul os maszed dakisrebul i funqcia. zogad SemTxvevaSi, mtyuneba ganimarteba ara marto danadgaris gauTval iswinebel i gaCerebiT, aramed iseTi iZulebiTi gamorTviT, rodesac saWiroa Catardes aucil ebel i saremonto samuSaoebi.

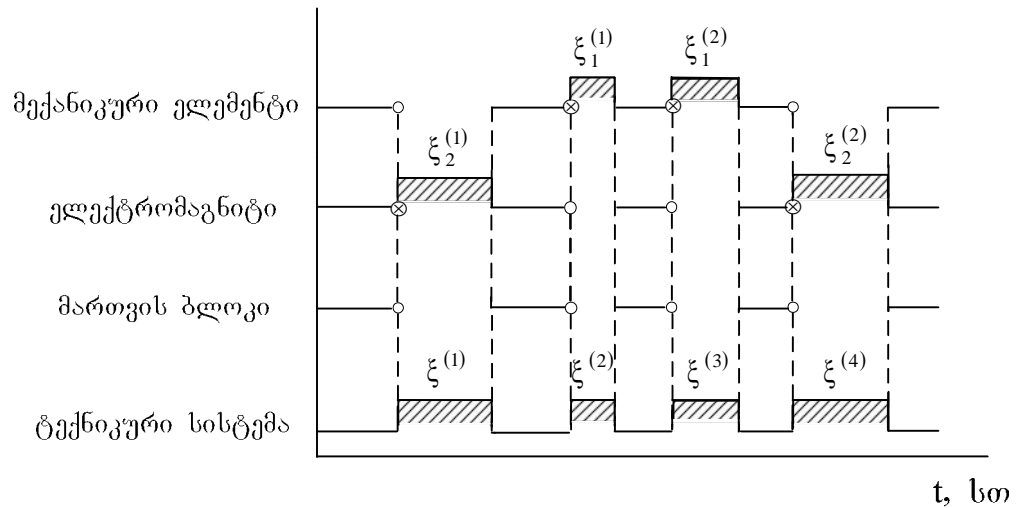
**cxრილი 5.1. ელემენტური ვიბრაციების საშუალო
სტატისტიკური მონაცემები**

ელემენტის დასახელება	რაოდ. N#	მთხვეობის ინტენსივობა $\lambda \cdot 10^{-6}, \text{ sT}^{-1}$		
		ზედა ზრვარი	საშუალო მნიშვნელობა	ქვედა ზრვარი
<i>ვიბრაციული დაზიანება</i>				
ვიბრაციების კოეფიციენტი	1	0.045	0.03	0.01
გამა	3	0.40	0.1125	0.04
რესორი	3	0.05	0.0328	0.001
ფილა	1	0.50	0.087	0.035
დაზიანება	1	0.98	0.10	0.035
რეზერვუარი	1	0.14	0.02	0.008
სერვის-მარცხენი	8	0.008	0.004	0.0002
სერვის-მარჯვენა	10	0.19	0.05	0.002
<i>დაზიანების მართვის სქემის ელემენტები</i>				
მცხველი	1	0.221	0.05	0.001
კონდენსატორი	1	0.29	0.05	0.003
თირისტი	1	3.7	0.90	0.42
დინისტი	1	0.39	0.20	0.03
დიოდი	1	0.40	0.060	0.028
რეზისტორი-I	2	0.19	0.13	0.07
რეზისტორი-II	1	1.20	0.317	0.045
ავტ. ამომრთველი	1	2.75	0.1375	0.045

statistikuri dakvirvebebis mixedviT, el eqtromagnitur vibraciul danadgarebSi, mwyobridan xSirad gamodian drekadi el ementebi – zambarebi, resorebi da a.S. gragnil ebis mtyuneba aRiricxeba SedarebiT iSviaTad, radgan isini warmoadgenen praqtikul ad uZrav el ementebis da amave dros gaaCniaT ventil aciis sakmao pirobebi [113, 119, 135, 159]

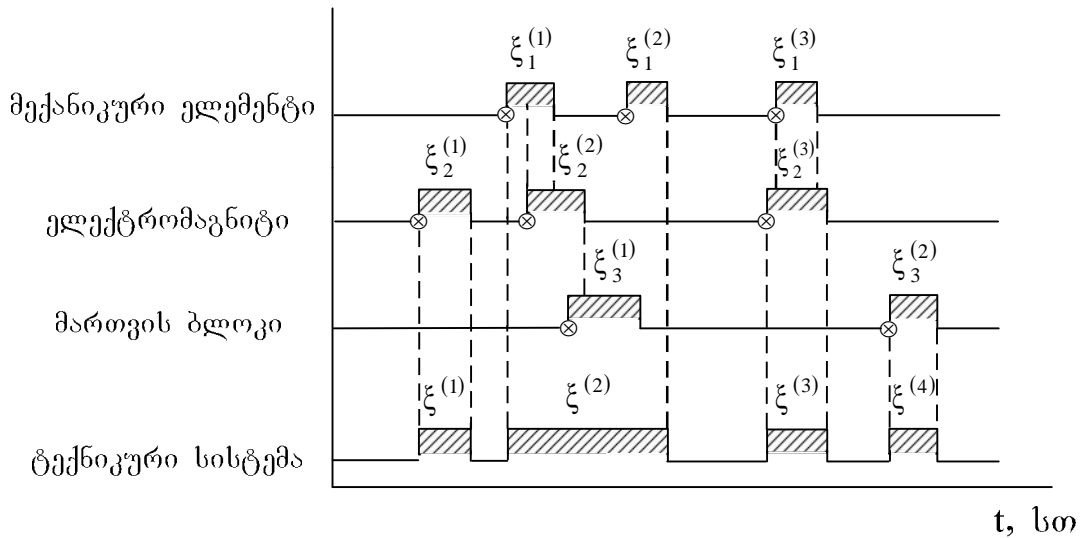
vibrodanadgarebis saimedobis gaangariSebis iseTi praqtikul i amocanebis gadasawyvetad, rogoricaa sistemis umtyunebo da mtyunebiT funqcionirebis al baTobis Sefaseba drois SedarebiT mokle interval Si, ganvixil oT aRdgenadi el ementebisagan Semdgari teqniki sistemis muSaoba or ZiriTad reJimSi calkeul i el ementebis sawyisi mdgomareobis gaTval iswinebiT:

- rodesac vibrodanadgaris nebismieri el ementis mwyobridan gamosvl is SemTxvevaSi danarCeni el ementebi gaiTiSebian. e.i. gamarTul i el ementebis mtyunebaTa intensivoba drois am monakveTSi nul is tolia, rac aRniSnavs imas, rom nebismieri el ementis aRdgenis dros sistemis arcerT sxva el ementis ar SeuZlia mtyuneba. magal iTad, vibrobunkeris el eqtromagnitis koWis mwyobridan gamosvl isas sistemis meqanikuri el ementebi da marTvis bl oki gaiTiSeba /nax. 5.1/.
- rodesac nebismieri el ementis mwyobridan gamosvl isas danarCeni el ementebi rCebian muSa mdgomareobaSi da maTi mtyunebaTa intensivoba ucvel ia sxva el ementis mdgomareobaze damoukidebl ad /nax. 5.2/. ese igi nebismieri meqanikuri el ementis (zambara, resori, bunkeris da a.S.)



nax. 5.1. sistemis muSaobis drois diagrama, rodesac nebis mier el ementis mtyunebisas danarCeni el ementebi gaiTiSebian.

sadac \otimes -el ementis mtyunebis momentia; \circ -mwyobridan gamosul i el ementis aRdgenis ganmavl obaSi gamarTul el ementTa gamorTvis momentis; $\xi_i^{(k)}$ - i-uri el ementis aRdgenis k-uri interval i; $\xi^{(k)}$ -sistemis $\xi_i^{(k)}$ aRdgenis k-uri interval i.



nax. 5.2. sistemis muSaobis drois diagrama, rodesac nebis mieri el ementis mtyunebisas danarCeni el ementebi imyofebian muSa mdgomareobaSi.

მთუნებებს ელექტრომაგნიტის კოლა და მართვის ბლოკი განაგრძობს ფუნქციონირებას, თუმცა ამ დროს ვიბროდანადგარის ფუნქციონალი ურესაზი ები ობეზი სეზრუდილია და არ მიიღება სათანადო ტექნოლოგიური ეფექტი [21, 177].

ელექტრომაგნიტური ვიბროდანადგარის ფუნქციონირების რაოდენობრივი სეფაზების და მისი შემადგენელ ნაწილთა საიმედოობის განსაზღვრისათვის გამოვიყენებთ შემდეგი პირველი კრიტერიუმები:

1. სისტემის მთუნებო მუშაობის ალბათობა $P(t)$;
2. მთუნებათა ინტენსივობა λ , sT^{-1} ;
3. სასუალო ნამუშევარი პირველ მთუნებამდე T_{saS} , sT .

ვიბრაციული დანადგარის, როგორც რტული ტექნიკური სისტემის მთუნებო მუშაობის ალბათობა განსაზღვრებთ გამოსახულებით:

$$P(t) = P_1(t) \cdot P_2(t) \cdot \dots \cdot P_n(t) = \prod_{i=1}^n P_i(t) \quad (5.1)$$

სადაც $P_i(t)$ – i -ური ელემენტის მთუნებო მუშაობის ალბათობა t დროის განმავლობაში;

t – სისტემის მუშაობის ხანგრძლივობა, sT .

პირველ მთუნებამდე სასუალო ნამუშევარის სახით T_{saS} აჩვენებია მთუნებო მუშაობის დროის მათემატიკური ოდინის ალბათობა, რაც გამოისახება შემდეგი სახით:

$$T_{saS} = \int_0^t P(t) dt, \quad sT. \quad (5.2)$$

სოფლის მეურნეობაში ელექტრომომობილობის მუშაობის რტული პრობემის გათვალისწინებით (ზაზვის დაბალი ხარისხობრივი მაცნებლები, აგრესიული გარემო – მუშაობა რიაცის გვეს, მარალ ტემპერატურაზე, მტვრიანი და თენიანი გარემოში, კიმიურად აქტიური მასალები, კერძოდ, ყურძნის დუდოს, სპირტის, რვინომასალები და

a.S. damuSaveba) angariSSi viyenebdiT mtyunebaTa intensivobis cxril ebSi moyvaniI zRvrul sidi deebS.

teqnikiuri agregatebis muSaobaTa mtyunebas, rogorc SemTxveviT movl enas, gaaCnia droSi ganawil ebis sxvadasxva kanoni. gamoTvl ebis dros gamoyenebul ia SemTxveva, rodesac yvel a elementi eqvemdebareba droSi ganawil ebis eqsponencial ur kanons [3, 12, 132, 181]:

$$P_i(t) = e^{-\lambda_i t},$$

$$T_{\text{saS}} = \frac{1}{\lambda}, \text{ sT.} \quad (5.3)$$

el eqtromagnituri vibrodanadgaris mtyunebaTa intensivobis saSual o sidi de drois erTeul Si Caiwereba Semdegi saxiT:

$$\lambda = N_1 \lambda_1 + N_2 \lambda_2 + \dots + N_n \lambda_n = \sum_{i=1}^n N_i \lambda_i, \text{ sT}^{-1}. \quad (5.4)$$

am gamosaxul ebaSi cxril i 4.1-dan mniSvnel obebis SetaniT mi vi RebT:

$$\lambda = (1 \cdot 0,045 + 3 \cdot 0,4 + 3 \cdot 0,05 + 1 \cdot 0,5 + 1 \cdot 0,98 + 1 \cdot 0,14 + 8 \cdot 0,008 + 10 \cdot 0,19 + 1 \cdot 0,221 + 1 \cdot 0,29 + 1 \cdot 3,7 + 1 \cdot 0,39 + 1 \cdot 0,4 + 2 \cdot 0,19 + 1 \cdot 1,2 + 1 \cdot 2,75) \cdot 10^{-6} = 14,3 \cdot 10^{-6} \text{ sT}^{-1}.$$

saSual o namuSevari pirvel mtyunebamde

$$T_{\text{saS}} = \frac{1}{\lambda} = \frac{10}{14,3} = 0,69 \cdot 10^5, \text{ sT.} \quad (5.5)$$

vibraciul i danadgaris umtyunebo muSaobis al baToba (konstrukciis saimedooba) Seadgens:

$$PP(5000) = e^{-\frac{5000}{0,69 \cdot 10^5}} = e^{-0,0724} = \frac{1}{1,075} = 0,930 \quad (5.6)$$

$$P(10000) = e^{-\frac{10000}{0,69 \cdot 10^5}} = e^{-0,1448} = \frac{1}{1,155} = 0,866$$

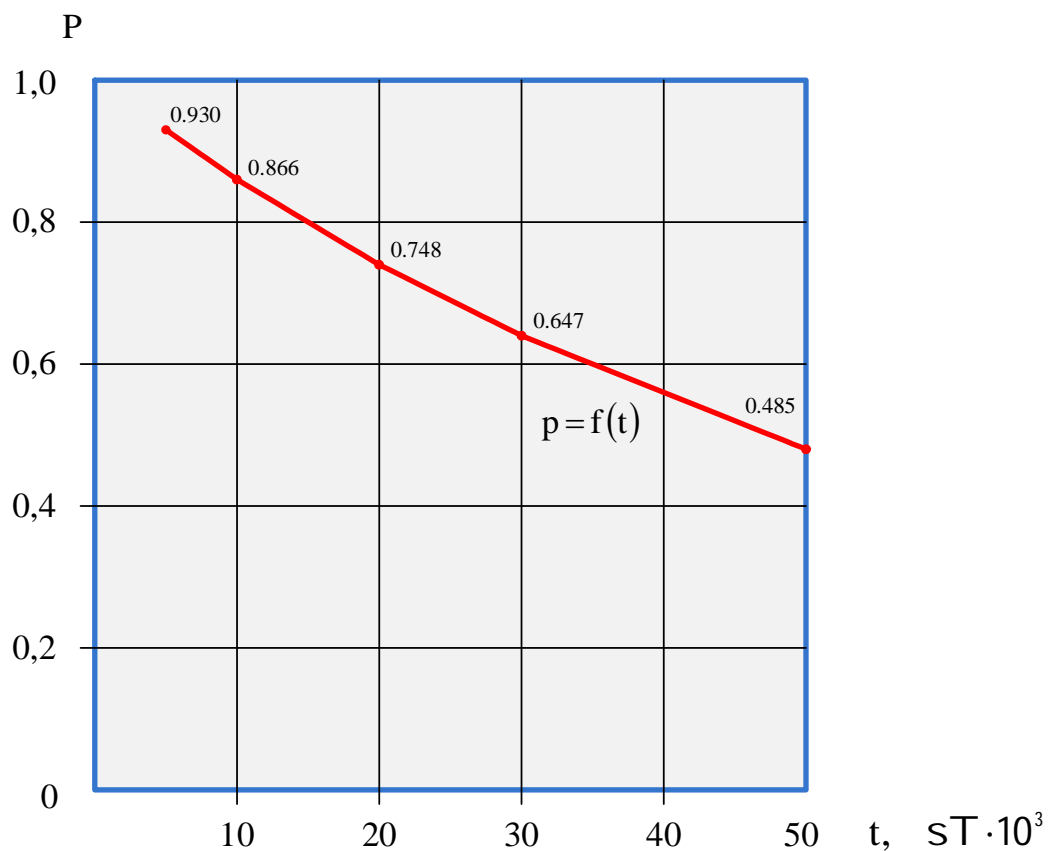
$$PP(20000) = e^{-\frac{20000}{0,69 \cdot 10^5}} = e^{-0,2898} = \frac{1}{1,336} = 0,748$$

$$PP(30000) = e^{-\frac{30000}{0,69 \cdot 10^5}} = e^{-0,4347} = \frac{1}{1,544} = 0,647$$

$$PP(50000) = e^{-\frac{50000}{0,69 \cdot 10^5}} = e^{-0,7246} = \frac{1}{2,063} = 0,485$$

zomoyvani i angariSidan Cans, rom el eqtromagnituri vibraciul i danadgaris 10000 sT muSaobisas, konstruqciis mwyobridan gamosvl is al baToba 1000 danadgarze ar aRemateba 13,4%-s [21].

**nax. 5.3. el eqtromagnituri vibraciul i danadgaris
umtyunebo muSaobis al baTobis diagrama**



Tavi VI. el eqtromagnituri vibrodanadgarebis energetikul i da ekonomikuri efeqtianobis mačvnebl ebi

სასოფლო-სამეურნეო სავარმოო ციკლში, კერძოდ მეწვინომარეობის დაზველების ტექნოლოგიურ პროცესში გამოყენების ელექტრომაგნიტური ვიბრაციული დანადგარების ეკონომიკური ეფექტიანობა დამოკიდებულია მრავალ ფაქტორზე, რომელთა შორის არის სწავლითი სემდეგი პარამეტრები: სრმატევაობა დამზადებაზე, მასალატევაობა, საიმედოობა, მშენებლობის ხარისხი, მომსახურების სიმართლე, ახალი ტექნიკის გაბარების პირობები და ა.შ. ერთი და იგივე აგრეგატის სხვადასხვა პირობებში გამოყენება იქნება განსხვავებული ენერგეტიკული და ეკონომიკური ეფექტის. ეს დამოკიდებულია მისი გამოყენების და დარღვევის ხასიათზე, იმ მომსახურების პირობების კვალიფიკაციაზე, რომლებიც მომსახურების ელექტრიფიკაციის დანადგარებს და ასრულდებიან მისი გამართვა-სამართლები [111, 164].

მოცემული დანახარჯთა მინიმიზაციის კრიტერიუმიდან გამომდინარეობს, რომ ახალი ტექნიკის დანერგვით გამოწვეული ეფექტი განისაზღვრება დანახარჯთა სემცირების ან ენერგოტევაობის გარდა. დანახარჯთა სედებრივი სედება სასაუბროება გვაქვს ევს განსაზღვროთ დანადგართა დამოსახვისა და გამოყენების ეფექტურობის მიზანსეონილობა. ახალი ტექნიკის სეიქნება ცაიტვალოს ეფექტიანად მოქმედ იმ სემტხვევაში, როცა მისი საექსპლუატაციო მაჩვენებლები უზრუნველყოფენ მომხმარებელთა მიერ აუცილებელი ეკონომიკური ხარჯების გარეშე მიზანსეონილობას. ამ პოზიციებიდან ცხადი ხდება, რომ დანადგართა ფაქტობრივი ეფექტიანობის ანალიზს საუკეთესოდ პასუხობს მისივე გაანგარიშება. შესაბამისად, დანადგართა განვითარების ეფექტიანობის

maCvenebel s warmoadgens maTi danergviT gamowveul i wl iuri ekonimikuri efeqti, xol o sabol oo angariSiT, energetikul - ekonomikuri efeqtianobis kriteriumad SeiZl eba CaiTval os el eqtrificirebul danadgarTa mwarmoebl obis zrda.

el eqtromagnituri vibraciul i danadgarebis teqnikur-ekonomikuri maCvenebel ebis SefasebisaTvis damuSavebul ia Sesabamisi meTodikebi, roml ebic kompl eqsuri midgomis meSveobiT metad zustad gansazRvraven danadgarTa efeqtianobis sidides. am meTodikis mixedviT ansxvaveben mosal odnel , dagegmil da faqtiur efeqtianobas, romel Ta parametrebis povna Cvens interest warmoadgens.

naSromSi ganxil ul i el eqtromagnituri vibrodanadgarebis energetikul i efeqtianobis sakiTxis Seswavl is garda, cxadia, aucil ebl obas warmoadgenda ekonomikuri efeqtianobis maCvenebel ebis dadgena-dazusteba, rameTu mkacri sabazro ekonomikis pirobebSi araefeqtiani warmoeba, moZvel ebul i teqnologiyebi da, Sesabamisad, dargis araprogresirebadi samecniero-teqnikuri midgomebi mewarmis gakotrebis tol fasia [161, 162].

swored am obieqturad aucil ebel i ekonomikuri procesebidan gamomdinare, saangariSo-konstruqciul i meTodikis gamoyenebiT, wl iuri dayvanil i danaxarjebis S_d gamoTvl ebis safuZvel ze, ganvaxorciel eT sawarmoo pirobebSi momuSave el eqtromagnituri vibraciul i danadgarebis ekonomikuri efeqtianobis dazusteba. zemomoyvanil i maCvenebel i farTodaa gavr cel ebul i prognozi rebis praqtikaSi da gani sazRvreb a Semdegi saxiT [173, 188]:

$$S_d = H + EK \quad (6.1)$$

sadac H – wl iuri saeqspl uatacio danaxarj ebi, l ari;

K – kapital uri danaxarj ebi, l ari;

$E=1/T$ – kapital uri danaxarj ebi s efeqtianobis

koeficienti (0.15); sadac T –kapital uri danaxarj ebi s amogebis vada, wel i;

Cveni miznis gansaxorciel ebl ad, sabaziso (arsebul i) da axal i (damuSavebul i) el eqtromagnituri vibrodanadgarebis aTvis unda viangari SoT wl iuri dayvani l i danaxarj ebi S_{d1} da S_{d2} . sawyis etapze dadginda kapital uri danaxarj ebi K , romel ic gamoiTvl eba danadgaris Rirebul ebaze transportirebis (8%), sasawyobo Senaxvis (1%), montaJis (10%), amuSavebis da regul irebis (1%) danaricxebis damatebi T. Sesabamisad,

$$K_1 = 453,6 + 453,6 \cdot 20\% = 544,32 \text{ l ari,} \quad (6.2)$$

xol o axal i danadgaris aTvis:

$$K_2 = 412,3 + 412,3 \cdot 20\% = 494,76 \text{ l ari.} \quad (6.3)$$

wl iuri saeqspl uatacio danaxarj ebi H , Tavis mxriv, iTval iswinebs:

1. danaxarj ebs amortizaciaze H_{am} :

$$H_{am1} = P_{am} \cdot K_1 = 0,164 \cdot 544,32 = 89,27 \text{ l ari,} \quad (6.4)$$

sadac P_{am} – saamortizacio anaricxis norma.

$$H_{am2} = P_{am} \cdot K_2 = 0,164 \cdot 494,76 = 81,14 \text{ l ari;} \quad (6.5)$$

2. danadgarSi el eqtroenergiis danakargebis Rirebul ebas H_{el} , romel ic ganisazRvreba formul iT:

$$H_{el} = C_{el} \cdot \Delta W, \quad (6.6)$$

sadac ΔW – agregatSi wl is ganmavl obaSi el eqtroenergiis danakargebi, kvt/sT·w;

C_{el} – 1 kvt/sT el eqtroenergiis Rirebul eba, l ari.

saqarTvel os energetikis maregul irebel i komisiis mier dadgenil i el eqtrul i energiis tarifi gansxvavebul ia regionevisa da el .energiis gamanawil ebel i kompaniebis mixedviT, rac ar iZi eva srul fasovani ekonomikuri gaangari Sebis SesaZl ebl obas, amitom gamoTvl ebSi gamoviyeneT saSual o Sewonil i Rirebul eba – 0,25 l ari:

$$H_{el\ 1} = C_{el} \cdot \Delta W_1 = 0,25 \cdot 279,5 = 69,88 \text{ l ari,} \quad (6.7)$$

$$H_{el\ 2} = C_{el} \cdot \Delta W_2 = 0,25 \cdot 158,5 = 39,63 \text{ l ari;} \quad (6.8)$$

3. mimdinare remontis danaxarj ebs H_{mr} , romel ic ganisazRvreba zemoT ganmartebul i meTodikiT:

$$H_{mr1} = 27,06 \text{ l ari,} \quad (6.9)$$

$$H_{mr2} = 15,90 \text{ l ari;} \quad (6.10)$$

4. danaxarj ebs danadgaris momsaxureobaze H_m :

$$H_m = 0,05(H_{am} + H_{el} + H_{mr}), \text{ l ari,} \quad (6.11)$$

sabaziso danadgarisaTvis:

$$H_{m1} = 0,05(H_{am1} + H_{el\ 1} + H_{mr1}) = 0,05(89,27 + 69,88 + 27,06) = 9,31 \text{ l ari,} \quad (6.12)$$

xol o axal i vibro danadgarisaTvis:

$$H_{m2} = 0,05(H_{am2} + H_{el\ 2} + H_{mr2}) = 0,05(81,14 + 39,63 + 15,90) = 6,83 \text{ l ari.} \quad (6.13)$$

sabaziso da axal i vibraciul i danadgarebisaTvis wl iuri saeqspl uatacio danaxarj ebis H Tval saCinod warmosadgenad Sedgenil iqna cxril i 6.1.

wl iuri dayvanil i danaxarj ebis S_d sabol ood dasadgenad, (6.1) formul is gamoTvl is Sedagad vRebul obT:

$$S_{d1} = 195,52 + 0,15 \cdot 544,32 = 277,17 \text{ l ari,} \quad (6.14)$$

$$S_{d2} = 143,50 + 0,15 \cdot 494,76 = 217,71 \text{ l ari.} \quad (6.15)$$

**cxril i 6.1. sabaziso da axal vibrodanadgarze gaweul i wl iuri
saeqspl uatacio danaxarj ebi**

saeqspl uatacio danaxarj ebi	Rirebul eba, l ari	
	1 (sabaziso)	2 (axal i)
H_{am}	89,27	81,14
H_{el}	69,88	39,63
H_{mr}	27,06	15,90
H_m	9,31	6,83
H	195,52	143,50

rogorc gamoTvl ebi dan cans, ekonomikuri efeqtianoba gacil ebiT maRal ia axal (damuSavebul) vibraciul danadgarSi, romelic sabaziso danadgarze gaweul i danaxarj ebi s 78,5%-s Seadgens [173, 188].

daskvnebi da rekomendaciebi

1. naCvenebia, rom Rvinomasal ebis daZvel ebis daCqareba da am masal ebis organol eptikuri maCvenebi ebis amaRI eba Zal ze mniSvnel ovania meRvineobis Semdgomi ganviTarebisatvis da am aqtual uri amocanis gadasawyvetad erT-erT perspeqtiviul gzas el eqtrificirebuli teqnologiis, kerZod ki, vibraciuli damuSavebis gamoyeneba wadmoadgens.
2. dadgenilia, rom meRvineobis teqnologiuri procesebis intensifikaciisatvis Seqmnil i ukuqcevit-winsviliti moZraobis erTtaqtiani el eqtromagnituri vibraciuli amgznebit arWurvil i danadgarebi, romel Ta konstrukciebi dacul ia saqarTvel os #P2082B da #P3180B patentebiT, muSaobisunariania, arsebul Tan Sedarebit nakl ebad l iTontevadi da amave dros energodamzogia, radgan misi amgznebi el eqtromagnit sxva prototipebisagan gamoirCeva el eqtromeqanikuri parametrebis regul irebis sizustiT da $f=50$ hc samrewvel o sixSireze meqanikur da el eqtromagnitur rezonansTan axl o reJimSi stabil uri muSaobiT, rac miirweva imiT, rom amgznebis Ruza, moZraobs ra satoris pol usebs Soris, uzrunvel yofs drois nebismier momentSi jamuri sahaero RreCos mudmivobas. arZruli mizidvis Zal ebi damokidebul ia rogorc arniSnuli RreCoebis sidideze, ise pol usebis gadafarvis fartis cvl il ebaze, ritac miirweva Ruzis rxevebis amplitudis maqsimal uri sidide da meqanikur rezonansSi muSaobisas Ruzis gadaadgil eba ar iwvevs satoris pol usebTan Sej axebas. aseve, damuSavebul i el eqtromagnituri vibraciuli danadgaris Ziritadi

- upiratesobeba aris is, rom igi uzrunvel yofs danadgaris sadgaris, romel zec magrdeba cisterna, kasri da a.S., moZraobas rogorc ukuqceviT-winsvl iTi, aseve xraxnul i traeqtoriiT.
3. rogorc ukuqceviT-winsvl iTi moZraobis, aseve kuTxiT-rxeviTi moZraobis vibroamgznebebiT aRWurvil i danadgarebis energetikul i maCvenebl ebis asamaRI ebl ad damuSavebul iqna maTi el eqtrul i kvebisa da marTvis Tiristorul i sqemebi, roml ebic mkvebavi Zabvis regul irebis meSveobiT uzrunvel yofen 8,5 litris tevadobis mqone eqsperimentul i danadgaris wevis Zal is $F=45...665$ n zRvrebSi cvl il ebas, xol o rxevebis amplitudis $x=0,45...1,73$ mm fargl ebSi regul irebas; am sqemebis meSveobiT, danadgarTa meqanikuri sistemis gawyobisgan damoukidebl ad, SesaZl ebel ia danadgaris rezervuaris rogorc moZraobis traeqtoriiS, aseve gadaadgil ebis amplitudis Secvl a da Sedegad, Rvinomasal ebis daZvel ebis stimul irebisaTvis, saWiro reJimis miRweva.
4. el eqtromagnituri vibroamgznebebiT aRWurvil i danadgarebis muSaobis reJimebis eqsperimentul kvl evaze da miRebul i Sedegebis anal izze dayrdnobiT, Seswavl il ia Rvinisa da sabrende spirtebis daZvel ebis stimul irebaze $f=50$ hc samrewvel o sixSirisa da $x=1,73$ mm amplitudis mqone vibraciul i rxevebis sxvadasxva, 15 wuTidan 10 saaTamde zRvrebSi, eqspoziCIA Ta zemoqmedeba da rekomendebul ia optimal uri varianti, kerZod - sabrende spirtebis daZvel ebisaTvis saukeTeso Sedegi miReba misi 60 wuTiani, wiTel RvinoSi - 10 saaTiani, xol o sufris TeTr RvinoSi -

- rogorc durdos, aseve yurZnis daWyl etil i marcvl ebis 30 wuTiani eqspoziciiT damuSavebisas.
5. dadgenilia, rom sabrende spirtebis, mokrefili yurZnis mtevnemis an marcvl ebis da durdos vibraciuli damuSavebis efeqtianoba dakavSirebulia rogorc Rvinomasal ebis bunebrivi daZvel ebis dros mimdinare procesebze, agreTve el eqtrofizikuri zemoqmedebiT daCqarebul fizikur-qimiur reaqciebze, rac saSual ebas izi eva vawarmooT maRal xarixovani Rvinomasal ebi nakl eb droSi, minimal uri danaxarjebiT; amasTan, SemoTavazebuli meTodiT daZvel ebis drois Semcireba da durdoze durilis rTuli procesis gamartiveba, Tvisobrivad da xarixobrivad axali stili sabrende spirtebis, witel i naxevradtkbili da naxevradmSrali Rvinoebisa da mSrali primeri tipis Rvinoebis warmoeba ar arRvevs produqtis komponenta harmoniul Tanawyobas.
 6. vibrodanadgaris funqciuri da principuli el eqtruli sqemebis analize da muSaobis rejimebisa da pirobebis gaTvaliswinebaze agebuli meTodikis safuZvelze Seswavi lia danadgaris saimedobis macvenebeli, rac Catarebulia mtyunebaTa intensiobebis droSi eqsponencialuri ganawilebis kanonze dayrdnobiT. dadgenilia, rom vibraciuli danadgaris 10000 sT muSaobisas, konstruqciis mtyunebis albaToba ar aRemateba 13,4%-s, xolo namuSevari mtyunebaze ar aris 69000 saatze naklebi, rac sakmaod maRal macvenebels warmoadgens da danadgaris sawarmoo eqspluataciis pirobebs akmayofil ebs.

7. Catarebul ma teqnikur-ekonomikurma anal izma gviCvena, rom danadgaris sawarmoo pirobebSi gamoyeneba saSual ebas iZl eva gamovaTavisufI oT Rvinomasal ebis Sesanaxi mocul obebi, rac iZl eva faqtiur wl iur ekonomikur efeqts, umj obesdeba miRebul i produqtis xarisxi da mcirdeba danakargebi; SemoTavazebul konstruqciaze gaweul i kapital dabandebebis amogebis vada ar aRemateba 1 wel s, kerZod, wl iuri dayvanil i danaxarj ebi Seadgens 217,71 l ars, rac sabaziso danadgarze gaweul i danaxarj ebis 78,5%-ia.
8. kvl evebis Sedegebis gavrcleba rekomendebul ia Rvinomasal ebis mwarmoebel obieqtebze. kerZod, dadgenil ia gamoyenebis mizanSewonil oba, radgan Tanamedrove pirobebSi, damuSavebul i el eqtromagnituri vibraciul i danadgaris konstruqciul i Sesrul ebis simartive, momsaxureobis moxerxebul oba, l iTontevadobis Semcireba, srul i avtomatizebis da mraval mxrivi funqciuri SesaZl ebl oba, maRal i energetikul i, kargi saeqspl uatacio da ergonomiul i maCvenebl ebi ganapirobebs imas, rom meRvineobis teqnol ogiur procesebSi el eqtromagnituri vibraciul i danadgarebis gamoyenebiT Semcirdeba meRvineobis dargSi arsebul i probl emebi da mewarmes miscems mniSvnel ovan faqtiur wl iur ekonomikur efeqts iseT xangrZl iv sawarmoo cikl Si, rogoricaa samarko Rvini sa da sabrende (koniakiseburi) spirtebis daZvel eba.

gamoyenebul i literatura

1. berozaSvil i g. v. el eqtromagnituri vibraciul i manqanebi saxal xo meurneobaSi. Tbil isi, `sabWoTa saqarTvel o-, 1986. – 157 gv.;
2. didebul iZe a. k. avtomatizirebul i el eqtroamZravis proeqtireba. Tbil isi, sssi, 1983. – 56 gv.;
3. didebul iZe a. k., wul aZe i. S. el eqtromowyobil obis eqspl uatacia. Tbil isi, sssi, 1983. – 56 gv.;
4. didebul iZe a. k., qsovrel i r.i. el eqtromagnituri vibratori. saqarTvel os patenti gamogonebaze #227. saqarTvel os sapatento uwyebis biul eteni #2, 1995;
5. didebul iZe a., qsovrel i r., maisaSvil i l . transportoris vibroamZravis drekadi el ementebis SerCeva da gaangariSeba. agrarul i mecnierebis probl emebi, samecniero SromaTaAkrebul i, t. XXIX. Tbil isi, 2004. gv. 132–136;
6. didebul iZe a., qsovrel i r., maisaSvil i l . el eqtromagnituri vibratoris ZiriTadi meTodol ogiuri gaangariSeba. agrarul i mecnierebis probl emebi, samecniero SromaTaAkrebul i, t. XXXII. Tbil isi, 2005. gv. 145–148;
7. vaSakiZe a. al goriTmizacia da daproeqteba. Tbil isi, saqarTvel os ssi, 1991. – 56 gv.;
8. kacitaZe j. b. sasofl o-sameurneo teqniki saimedoobis safuZvl ebi. Tbil isi, sssi, 1981. – 43 gv.;
9. kacitaZe j. b. manqanaTa saimedooba da remonti. Tbil isi, `ganaTI eba-, 1989. – 192 gv.;
10. l aoSvil i d. p. el eqtromomargebis sistemebis saimedooba. Tbil isi, `merkuri-, 1993. – 241 gv.;

11. I aSxi a. enoqimia. Tbil isi, `ganaTI eba~, 1970. – 440 gv.;
12. maisaSvil i I . kuTxiTrxevadi el eqtromagnituri vibroamZravis saimedooba. agrarul i mecnierebis probl emebi, samecniero SromaTaAkrebuli, t. XXXVI. Tbil isi, 2006. gv. 171-173;
13. maxarobl iZe r. eqsperimentis dagegmvis Tanamedrove meTodebi sasofl o-sameurneo teqniki sakiTxebze. Tbil isi, 1974. – 167 gv.;
14. merabiSvil i p. el eqtroteqniki safuZvl ebi. Tbil isi, stu, 2005. – 317 gv.;
15. metreveli v. i. avtomatizebul i el eqtroamZravi sofl is meurneobaSi. Tbil isi, `ganaTI eba~, 1979. – 161 gv.;
16. metreveli v. i., Wel iZe S. v., didebul iZe a. k. avtomatizebul i el eqtroamZravi sofl is meurneobaSi. Tbil isi, `ganaTI eba~, naw. 2, 1982. – 255 gv.;
17. midel aSvil i e. el eqtromagnituri vibraciuli bunkeruli mowyobil oba meRvineobis teqnol ogiuri procesebisaTvis. aspirantTa da xarisxis maZiebel Ta samecniero SromaTa krebuli, II nawili. Tbil isi, sau, 1997. gv. 316–320;
18. midel aSvil i e. el eqtromagnituri vibraciuli bunkeruli danadgaris eqsperimentuli kvl eva. aspirantTa da xarisxis maZiebel Ta samecniero SromaTa krebuli, III nawili. Tbil isi, sau, 1998. gv. 218–223;
19. midel aSvil i e., maWavariani f., qsovrel i n. meRvineobisaTvis gankuTvnil i vibraciuli bunkeruli danadgari. //samecniero teqniki progresi saqarTvel os agrosamrewvel o seqtoris sainJinro sferoSi. Tbil isi, saqarTvel os sofl is meurneobis mecnierebaTa akademi a, 1999. gv. 192–195;

20. midel aSvil i e. el eqtromagnituri vibraciul i danadgaris dinamika. agrarul i mecnierebis probl emebi, samecniero SromaTaAkrebul i, t. XVII. Tbil isi, 2002. gv. 232-237;
21. midel aSvil i e. el eqtromagnituri vibrobunkeris saimedoobis gamokvl eva. agrarul i mecnierebis probl emebi, samecniero SromaTaAkrebul i, t.XVII. Tbil isi, 2002. gv.238–242;
22. nemsaze S. el eqtroteqniki Teoriul i safuZvl ebi. Tbil isi, stu, 1996. – 105 gv.;
23. niko aze niko. azri meRvineobis ganviTarebaze. gazeTi `Temi~, 16 marti, 1914. <http://vinoge.com/istoria>;
24. saqarTvel os vazis j iSebi. <http://vinoge.com/qarTuli-Rvino>;
25. sirbil aze a. koniakis spirtebsi mimdinare cvl il ebebi el eqtrofizikuri agentebis meTodebiT. sofl is meurneobaSi el eqtrofizikuri meTodebiT Catarebul j vl evaTa Sedegebisadmi miZRvnil i samecniero-teqniki konferenciis masal ebi. Tbil isi, 1966. gv. 8;
26. qarTul i koniaki – saukunovani uberebel i tradicia. <http://vinoge.com/koniaki/brendi>;
27. qarTul i Rvinis kompaniebi. <http://vinoge.com>;
28. qel exsaSvil i l. saqarTvel os regionebsi sofl is meurneobis ganviTarebis ZiriTadi mimarTul ebebis gansazRvra optimizaciis meTodebis gamoyenebiT. Tbil isi, `universal i~, 2005. – 215 gv.
29. qsovrel i r., didebul iZe a., midel aSvil i e., qsovrel i z. vibraciul i mowyobil oba. saqarTvel os patenti gamogonebaze GE P2082B, saqarTvel os intel eqtual uri sakuTrebis erovnul i centri `saqpatenti--s biul eteni #3, 2000 w;

30. qsovrel i r., didebul iZe a., midel aSvil i e., qsovrel i n. Rvinomasal ebis dasamuSavebel i vibraciul i danadgari. saqarTvel os mecnierebaTa akademiis `moambe~, t.#10. Tbil isi, ssau, 2002. gv. 225–232;
31. qsovrel i r., didebul iZe a., midel aSvil i e. kuTxiTrxevad-Ruziani ortaqtiani el eqtromagnituri vibroZravas Tiristorul i marTva. agrarul i mecnierebis probl emebi, samecniero SromaTaAkrebul i, t. XXIV. Tbil isi, ssau, 2003. gv. 93–96;
32. qsovrel i r., j avaxiSvil i g., qsovrel i n., midel aSvil i e. el eqtromagnituri vibroamgznebi. saqarTvel os patenti gamogonebaze GE P3180B, saqarTvel os intel eqtual uri sakuTrebis erovnul i centri `saqpatenti--s biul eteni #20, 2003 w;
33. qsovrel i r., maisaSvil i l ., midel aSvil i e. kuTxiTrxevadi el eqtromagnituri vibroamgznebis dinamikuri parametrebis gansazRvra. agrarul i mecnierebis probl emebi, samecniero SromaTaAkrebul i, t. XXXII. Tbil isi, 2005. gv. 153–156;
34. qsovrel i r., qsovrel i n., midel aSvil i e. vibraciul i tumbo. saqarTvel os patenti gamogonebaze GE P3460 B, saqarTvel os intel eqtual uri sakuTrebis erovnul i centri `saqpatenti--s biul eteni #4, 2005 w;
35. qsovrel i r., mWedl iZe m., qsovrel i n., midel aSvil i e. vibraciul i damxarisxebel i danadgari. saqarTvel os patenti gamogonebaze GE P3903 B, saqarTvel os intel eqtual uri sakuTrebis erovnul i centri `saqpatenti--s biul eteni #7, 2006 w;

36. qsovrel i r., didbul iZe a. kuTxiTrxevadi el eqtro-
magnituri vibroamgznebis ZiriTadi parametrebis
gaangariSeba. agrarul i mecnierEBis probl emebi, samecniero
SromaTaAkrebul i, t. XXXVII. Tbil isi, sssu, 2006. gv. 139–142;
37. SaTiriSvil i S. meRvineoba. – Tbil isi, ssau, 2005. – 169 gv.;
38. WavWavaZe il ia. Rvinis qarTul ad dayeneba. 1887.
<http://vinoge.com/enologia/ilia-WavWavaZe-Rvinis-qarTulad-dayeneba-4>;
39. xvingia m. v. meqanikuri rxevebis gamoyenebiTi Teoriis
safuZvl ebi da manqanaTa dinamika. Tbil isi, `ganaTI eba~, 1981.
– 456 gv.;
40. j avaxiSvil i g. a., natroSvil i d. l ., maWavariani k. a.
el eqtromagnituri vibratoris kvebis sqemis marTva sixSiris
regul irebiT. //samecniero-teqnikuri progresi saqarTvel os
agrosamrewvel o seqtoris sainJinro sferoSi. Tbil isi,
saqarTvel os sofl is meurneobis mecnierebaTa akademia, 1999.
gv. 188–191.;
41. j avaxiSvil i g. el eqtromagnitur vibroamgznebsi denebis
feromagnituri rezonansis damyarebis pirobebi. agrarul i
mecnierEBis probl emebi, samecniero SromaTa krebul i, t. XV.
Tbil isi, ssau, 2001. gv. 107–112;
42. j avaxiSvil i g. el eqtrul i da meqanikuri rxevebis anal ogia
el eqtromagnitur vibroamgznebsi. agrarul i mecnierEBis
probl emebi, samecniero SromaTa krebul i, t. XX. Tbil isi,
ssau, 2002. gv. 318–324;
43. j avaxiSvil i g. el eqtromagnituri vibroamgznebis muSaobis
reJimebi. agrarul i mecnierEBis probl emebi, samecniero
SromaTa krebul i, t. XXIV. Tbil isi, ssau, 2003. gv. 96–98;

44. j avaxiSvil i g. ukuqceviT-winsvl iTi moZraobis el eqtro-
magnituri vibroamgznebis Ruzis gadaadgil ebis gazomvis
saSual ebebi. agrarul i mecnierebis probl emebi, samecniero
SromaTa krebul i, t. XXXIII. Tbil isi, ssau, 2005. gv. 123–125;
45. j anxOTel i gr. meRvineoba. Tbil isi, `merani-3~, 1999. – 636 gv.;
46. Anderson K., Norman D., Wittwer G. Globalization and the World's Wine
Markets: Overview. Adelaide University, CIES, Discussion Paper # 0143,
November, 2001. – 56 p.;
47. Blekhman I. I. Vibrational Mechanics. Singapore and all. World Scientific,
2000;
48. Blekhman I. I., Blekhman L. I., Vasilkov V. B., Vaisberg L. A., Yakimova K. S.
Nonlinear effects, taking place when the fluid exhausts from the vibrating
vessels. Reports of the Academy of Sciences. Vol.391, No2, 2003. p. 185-188;
49. Blekhman I., Sperling L. The setting of the self- synchronization problem of the
dynamic objects with inner degrees of freedom and method of its solution.
Chapter 13. Selected Topics in vibrational mechanics. World Scientific, 2004. p.
209–234;
50. Clegg J. Electromagnetic reciprocator. U.S. Patent №691782, 1985;
51. Comodity Market Review 1998-99. FAO, Rome, 1999, – 89 p.;
52. Dekker K. Stability of Runge-Kutta methods for stiff nonlinear differential
equations. Amsterdam-New-York. Elsevier Science Publishers B.V., 1984. –
334 p.;
53. Didebulidze A. Problems and prospects of agriculture and rural development in
Georgia.- UNDP Georgia, Discussion Paper Series 5, 1997. – 72 p.;
54. Ellichy Ibata, Toshiaki Tsuzaki, Kodo Fukuoka. Electromagnetic Vibrator and
Device Incorporating the Same. US Patent #6271610 B1, 2001;
55. Endeni I. Reliability modelling in electric power systems. NY, John Wiley &
Sons, 1983. – 335 p.;

56. Fitzgerald A. Electric machinery, 4th ed. Institution of Electrical engineers, London, 1983. – 220 p.;
57. FMC Corporation (USA-Delaware). Electromagnetic vibrators. U.S. Patent №352284, 1982;
58. Georgian Agriculture. Statistical Abstracts. State Department for Statistics of Georgia. Tbilisi, 2000. – 128 p.;
59. Harris Paul Anthony. Electromagnets. UK Patent# 1194538, 1970;
60. Higgiston J., Strohschein M., Ganczewska J. Wine Market in Poland. USDA, 2001;
61. Hubart CH. Electric machines. Oxford, McMillan, 1991. – 556 p.;
62. Kapur K. Reliability in engineering design. Michigan, John Wiley & Sons, 1980. – 604 p.;
63. Kraus Bernhard. Small Electrical Appliance Comprising an Electric Motor for Generating an Oscillating Displacement. WO 2005/006538 A1, 2005;
64. Ksovreli R., Didebulidze A., Kotshiev V., Gasseev A.. Electromagnetic Oscillation Motor. USA Patent #4885487, 1989; Patents of: USSR # 1462451, 1989; Canada #1285596, 1991; India #163519, 1989; Australia #606853, 1991. – 9 p.;
65. Lurie K. A. Introduction in Mathematical Theory of Dynamic Materials. Berlin, New York: Springer, 2006. – 136 p.;
66. Marshall K. Electromagnetic drive for use with vibratory conveyors. U.S. patent №786669, 1991;
67. Maruyama Toshiki. Electromagnetic Motor of The Finite Rotational Type. EP #0543104A1, Bulletin 93/21, 1993;
68. Medium-Term Prospects for Agricultural Commodities. Projections to the Year 2005. FAO, Rome, 2000. – 164 p.;
69. Metreveli V., Ksovreli R., Didebulidze A., Chelidze Sh., Maisashvili L. Electromagnetic Vibrator. UK Patent #2157093, 1986; Patents of: Georgia #49, 1992; #227, 1995; #870, 1997; #1146, 1997; USSR #1040573, 1983; #1469532,

- 1989; #1820460, 1993; Canada # 1202662, 1986; Germany #3390536, 1988; German DR #253746, 1988; France # 2556148, 1987; India #160927, 1987; Australia # 570651, 1988; Italy #1195562, 1988; Bulgaria #64345, 1989; Brazil #8307751, 1988; Czechoslovakia #255533, 1987. – 7 p.;
70. Miyuki Furuya, Norishige Moritan. Electromagnetic Vibrator and Portable Device Employing The Same. US Patent #6486579 B1, 2002;
 71. Nachum Zabar, Ganei Tikva. Electromagnetic Device Particularly Useful as a Vibrator for a Fluid Pump. US Patent #6652252 B2, 2003;
 72. Nagaev R. F. Dynamics of Synchronising Systems. Berlin, Heidelberg: Springer. 2003. – 193 p.;
 73. Nasar S. Electromagnetics and electric machines, 2th ed. New-York, McGraw-Hill, 1983. – 180 p.;
 74. Ohta Masahiro, Sukigara Toru. Actuator. AU Patent #2003241731 A1, 2003;
 75. Pan Xiaojiang. Electromagnetic Multipurpose Vibrator. CN#1588533, 2005;
 76. Popper B. Three-Mass Electromagnetic Vibrating System. U.S. Patent №508732, 1990;
 77. Recent development of Georgia's agriculture. Report of the Center for Strategic and International Studies, Washington, D.C., 2000;
 78. Selected Topics in Vibrational Mechanics (edited by I.I.Blekhman), New Jersey, et al. World Scientific, 2004. – 328 p.;
 79. Shier M. Electro-Inductive vibratory monitoring system. U.S. Patent №810764, 1985;
 80. Shimada F. Vibration generator adjustable during operation. U.S. Patent №749361, 1991;
 81. Smith J. Mathematical modeling and digital simulation for engineers and scientist. St. Louis, Missouri, John Wily & Sons, 1980. – 271 p.;
 82. Statistical Yearbook of Georgia 2000. State Department for Statistics of Georgia. Tbilisi, 2000. – 308 p.;

83. Stechmann Helmut. Electronic Circuit for stabilizing The Swing Amplitude of a Mechanical Vibrating System. US Patent #3805132, 1974;
84. Sting Martin, Spruner Von Mertz Gert, Mildenberger Werner. Electromagnetic Vibrator with Sidewalls Excluding Dirt from Air Gap. DE 19537213, 1996;
85. The World Market for Wine. A Strategy 2000 Report, Euromonitor International, 2001;
86. Thomson J. J. Vibration and Stability; Advanced Theory, Analysis and Tools. Berlin, Heidelberg: Springer. 2003, – 248 p.;
87. Thomson W. T. vibrations theory and applikations. london. Allen and urwin, 1971. – 384 p.;
88. Thomson W. Vibrations theory and aplication. London, Allen and Urwin, 1971. – 384 p.;
89. Vaisberg L. A., Zarogatsky L. P. New machines and the complete technological lines for crushing and grinding the materials. Problems of machinebuilding and of the reliability of the machines. No.1, 2002. p. 57–61.;
90. Wurdig G., Woller R. Chemie des Weines. Stuttgart: Ulmer, 1989. – 123 p.;
91. Yoshiyuki Horose. Vibrating Bowl Feeder. US Patent #4362455, B65G 65/00, 1982;
92. Адамия Р. Ш. Динамика машин. – Тбилиси: «Мецниереба», 1999. – 399 с.;
93. Андронов А. А., Витт А. А., Хайкин С. Э. Теория колебаний. – Москва: «Наука», 1981. – 253 с.;
94. Автоматическая загрузка технологических машин: Справочник /И. С. Бляхеров, Г. М. Варьяш, А. А. Иванов и др.: Под общ. ред. И. А. Клусова. – Москва: «Машиностроение», 1990. – 400 с.: ил.;
95. Бадалов А. Л., Михайлов А. С. Нормы на параметры электромагнитной совместимости РЭС. – Москва: «радио и связь», 1990. – 272 с.;
96. Базаров Н. Х. Автоматика вибромашин. – Ташкент: «Узбекистан», 1976. – 118 с.;

97. Бауман В. А., Быховский И.И. Вибрационные машины и процессы в строительстве. – Москва: «Высшая школа», 1977. – 212 с.;
98. Беридзе Г. И., Глонти Т. А., Дидебулидзе К. А. Влияние звуковых колебаний на состав летучих кислот свежееотогнанного коньячного спирта. //Виноделие и виноградарства СССР, №2, 1968. ст. 4;
99. Беридзе Г. И., Курдгелашвили М. В. Влияние ионизированных гамма-лучей на качество вина. //Виноделие и виноградарства СССР, №7, 1957. ст. 8;
100. Берозашвили Г. В. и другие. Виброустановка. А.С. СССР №529845, Бюллетень Изобретений №36, 1977;
101. Берозашвили Г. В., Гелашвили В. И. Теория, расчет и вопросы возбуждения электромагнитных вибрационных машин. – Тбилиси: «Сабчота сакартвело», 1978. – 175 с.;
102. Берозашвили Г. В., Маглакелидзе Т. А. Устройство для питания однотактного Электромагнитного вибратора. А.С. СССР №605292, Бюллетень Изобретений №16, 1978;
103. Берозашвили Г. В., Ормоцадзе Д. Е., Бурчуладзе Ш. В. Глубинный виброуплотнитель. А.С. СССР №727432, Бюллетень Изобретений №14, 1980;
104. Быховский И. И. Основы теории вибрационной техники. – Москва: «Машиностроение», 1969. – 363 с.;
105. Блехман И. И. Что может вибрация. – Москва: «Наука», 1988. – 207 с.;
106. Блехман И. И., Вайсберг Л. А., Лавров Б. П., Василков В. Б, Якимова К. С. Универсальный вибрационный стенд: экспериментальные исследования, определенные результаты. – Ст. Петербург: «Научно-технические ведомости», ГТУ, №3, 2003. – ст. 224-227;
107. Блехман И. И., Джанелидзе Г. В. Вибрационные перемещения. – Москва: «Наука», 1984. – 410 с.;

108. Божко А. Е., Пермяков В. И., Пушня В. А. Методы проектирования электромеханических вибровозбудителей. – Киев: «Наукова думка», 1989. – 203 с.;
109. Борцов В. П., Чеканов Л. И. Транспортные и грузозачерпывающие устройства автоматических линий. – Москва: «Машиностроение», 1980. – 235 с.;
110. Брегвадзе У. Д., Гардафхадзе М. Г., Павлов Ю. М. Влияние гамма-излучения на созревание конячных спиртов. //Новые физические методы в пищевой промышленности. Тезисы работ. – Москва, 1967. ст. 25;
111. Буркинский П. С., Мирошников С. В., Залотарев Е. В., Лазарева Л.Н. Экономическая эффективность новой техники. – Киев: «Наукова думка», 1987. – 143 с.;
112. Быховский К.Н. Новые одноконтурные электромагнитные вибровозбудители. – Москва: «ЦНИИТЭ строймаш», 1972. – 40 с.;
113. Ванеев Б. И., Тостищев В. М. Статистическая оценка надёжности электродвигателей по конструктивно-технологическим параметрам. – Москва: «Наука», 1973. – 203 с.;
114. Вардиашвили О. И., Дидебулидзе К. А., Кевлишвили Д. З. Установка для обеззараживания и биостимуляции сельскохозяйственных культур. А.С. СССР № 1105138, Бюллетень Изобретений №28, 1984;
115. Варсанофьев В. Д. Вибрационные бункерные устройства на горных предприятиях. – Москва: «Недра», 1984. – 181 с.;
116. Василенко П. М., Василенко И. И. Автоматизация процессов сельскохозяйственного производства. – Москва: «Колос», 1972. – 574 с.;
117. Вибрации в технике. Справочник в 6-ти томах. /Ред. совет: Челомей В.Н. (Пред.). Вибрационные процессы и машины. /Под ред. Э. Э.Лавендела. – Москва: «Машиностроение», Том 4, 1981. – 258 с.;
118. Вуд Т., Халл Р., Паркер Д. Электромагнитный вибратор. Англ. патент №1461906, 1977 Асколи Э. Вибрационный электромагнитный двигатель. Англ. патент №1575589, 1980;

119. Гольдберг О. Д., Гурий Н. С., Свириденко И. С. Проектирование электрических машин. – Москва: «Высшая школа», 1984. – 481 с.;
120. Гончаревич И. Ф. Динамика вибрационного транспортирования. – Москва: «Наука», 1972. – 244 с.;
121. Гончаревич И. Ф., Фролов К. В. Теория вибрационной техники и технологии. – Москва: «Наука», 1981. – 320 с.;
122. Гудушаури Э. Г., Помовко Г. Ф. Теория вибрационных и технологических процессов при некулоновых трении. – Москва: «Наука», 1988. – 144 с.;
123. Датуашвили М. И., Дидебулидзе А. К., Ксоврели Р. И., Маисашвили Л. А. Оптимизация режимов работы вибропривода транспортера. // Сб. тр. ГАУ. – Тбилиси, 1991. ст. 33-37.;
124. Джавахишвили Г. А. Вибрационная очистка корнеплодов. Аграрная наука. Ежемесячный научно-теоретический и производственный журнал, ном. 11. – Москва, 2005. ст. 14.
125. Джавахишвили Г. А. Электромагнитный виброустановка в виноделии. Международный сельскохозяйственный журнал. ном. 1. – Москва, 2006. ст. 50-51;
126. Дидебулидзе А. К., Ксоврели Р. И. Универсальный метод измерения возбуждающего усилия электромагнитного вибратора. //Тр. ГрузНИИТМЭ, т. 14. – Тбилиси, 1989. ст. 27-33;
127. Дидебулидзе А. К., Ксоврели Р. И., Джавахишвили Г. А. К вопросу повышения энергетических показателей однофазного возвратно-поступательного вибратора. //Вопроси совершенствования технических средств механизации и электрификации. – Тбилиси: ГАУ, 1995. ст. 93-98.;
128. Дидебулидзе К. А. и др. Устройство для получения сливочного масла. А. С. № 42539, Бюллетень Изобретений №15, 1974;
129. Дидебулидзе К. А., Берозашвили Г. В., Бурчуладзе Ш. В., Ксоврели Р. И., и др. Виброустановка. А.С. СССР №394100, Бюллетень Изобретений №34, 1974;

130. Дидебулидзе К. А., Ксоврели Р. И., Берозашвили Г. В. Виброустановка. А.С. СССР №394100, Бюллетень Изобретений №34, 1973;
131. Евстигнеев Л. Ф., Луковников Б. И. Электрический вибропривод. А.С. СССР №729805, 1980;
132. Ермолин И., Жерихин И. Надежность электрических машин. – Ленинград: «Энергия», 1976. – 248 с.;
133. Жерве Г. К. Промышленные испытания электрических машин. – Ленинград: «Энергоатомиздат», 1984. – 408 с.;
134. Захаров Н. В. Ферромагнитный преобразователь частоты. А.С. СССР № 714590, Б.И. №5, 1980;
135. Захаров О. Г. Испитания электрических изделия. – Москва: «Высшая школа», 1987. – 247 с.;
136. Иванов-Смоленский А. В. и др. Универсальный метод расчёта электромагнитных процессов в электрических машинах. – Москва: «Энергоатомиздат», 1986. – 216 с.;
137. Иванов–Смоленский А. В. Электромагнитные силы и преобразование энергии в электрических машинах. – М.: «Высшая школа», 1989. – 311 с.;
138. Испытательная техника: В 2-х кн. /Под общ. ред. В. В. Клюева. – Москва: «Машиностроение», 1982. Кн. 1. – 528 с.;
139. Изотов А. З. Ковалевский И. И. Способ возбуждения колебаний электромагнитного вибропривода. А.С. СССР №6607286, Б.И. №17, 1979.;
140. Калантаров Н. Л., Цейтлин Л. А. Расчёт индуктивностей. – Ленинград: «Энергоатомиздат», 1986. – 488 с.;
141. Кевлишвили Д. З., Дидебулидзе К. А. и др. Виброустановка. А.С. СССР №394100, Бюллетень Изобретений №34, 1973;
142. Кишковский З. Н., Мержян А. А. Технология вина. – Москва: «Легкая пищевая промышленность», 1984. –504 с.;
143. Кишковский З. Н., Скурихин И. М. Химия Вина. – Москва: «Агропромиздат», 1988. – 246 с.;

144. Ключев В. Н. Теория электропривода. – Москва: «Энергоатомиздат», 1985. – 506 с.;
145. Козлов Б. А., Ушаков И. А. Справочник по расчету надежности аппаратуры радиоэлектроники и автоматики. – Москва: «Советское радио», 1975. ст. 188-199;
146. Котеленец Н. Ф., Кузнецов Н. Л. Испытания и надежность электрических машин. – Москва: «Высшая школа», 1988. – 322 с.;
147. Коловский М. З. Динамика машин. – Л.: «Машиностроение», 1989. – 262 с.;
148. Копылов И. П. Электромеханическое преобразование энергии. – Москва: «Энергия», 1978. – 400 с.;
149. Косида С., Такакина Н. Вибропреобразователь. Японск. патент №54-34.884, 1979;
150. Коцюбински А. И., Нитусов Ю. Е., Габараев Ф. А. Двухтактный электромагнитный вибратор переменного тока. А.С. СССР №1405099, Бюллетень Изобретений №23, 1988;
151. Крюков Б. И. Динамика вибрационных машин резонансного типа. – Киев: «Наукова душка», 1967. – 185 с.;
152. Ксоврели Р. И., Дидебулидзе А. К., Джавахишвили Г. А., Гасеев А. Ф., Бесаев В. С. Электромагнитный вибратор. А.С. СССР №178183, Бюллетень Изобретений №46, 1992;
153. Ксоврели Р. И., Дидебулидзе А. К., Гасеев А. Ф., Джавахишвили Г. А. Электромагнитный вибратор. А.С. СССР №177440, Бюллетень Изобретений №41, 1992;
154. Левин Л. П. Вопросы теории и расчета электровибрационных машин. // Механика и расчет машин. – Москва: «Изд. АН СССР», 1957. ст. 19–36.;
155. Левитский Н. И. Колебания в механизмах. – Москва: «Наука», 1988. – 332 с.;
156. Лупендин Л. Ф. Акустика. – Москва: «Высшая школа», 1978. ст. 37-39;

157. Малтабар В. М., Дертман Г. Н. Технология коньяка. – Москва: «Пищевая промышленность», 1971. – 343 с.;
158. Махароблидзе Р. М. Оптимизация динамических процессов в сельскохозяйственных машинах. – Москва: «Агропромиздат», 1991. – 156 с.;
159. Меламедов И. М. Физические основы надёжности. – Ленинград: «Энергия», 1970. – 152 с.;
160. Менли А. Анализ и обработка записей колебаний. Пер. с англ. – Москва: «Машиностроение», 1972. – 368 с.;
161. Методика (Основные положения) определения экономической эффективности использования в народном хозяйстве новой техники, изобретений, предложений. – Москва: «Экономика», 1977. – 56 ст.;
162. Методические рекомендации по анализу (с использованием ЭВМ) затрат на мероприятия по новой технике и их экономической эффективности. – Киев, 1980. – 131 с.;
163. Метревели В. И., Ксоврели Р. И., Дидебулидзе А. К., Челидзе Ш. В., Маисашвили Л. А. Электромагнитный вибратор. А.С. СССР №1040573, Бюллетень Изобретений №19, 1983;
164. Мирошников Л. П. К методике расчёта экономической эффективности новой техники. // Экономика Украины, №5, 1982. ст. 58–62.;
165. Немеску М. Вибрационный двигатель. Патент СРР №17349, 1978;
166. Нитусов Ю. Е. Коцюбинский А. И, Гасымов Р. А. Вибропривод. АС СССР №1363392, Бюллетень Изобретений №48, 1987;
167. Ормоцадзе Д. Е. Устройство управления вибрационными бункерами.. //Технология электротехнического производства. – Москва: «Электротехническая промышленность», №6, 1980. ст. 13–14.;
168. Ормоцадзе Д. Е., Ксоврели Р. И., Кочиев Г. В. Устройство для управления электромеханическим преобразователем. А.С. СССР №762104, Бюллетень Изобретений №33, 1980;

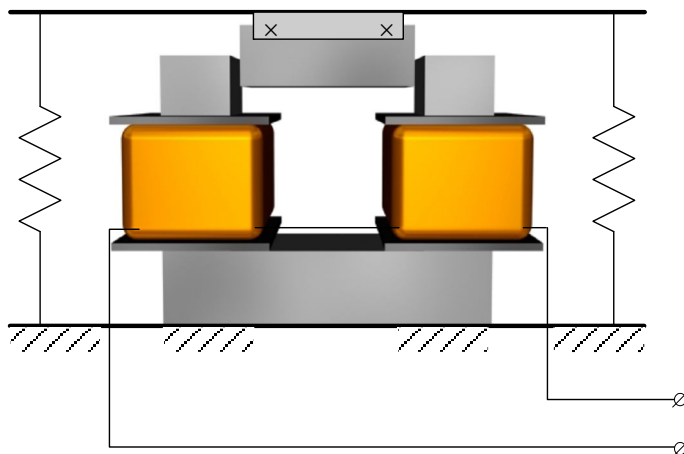
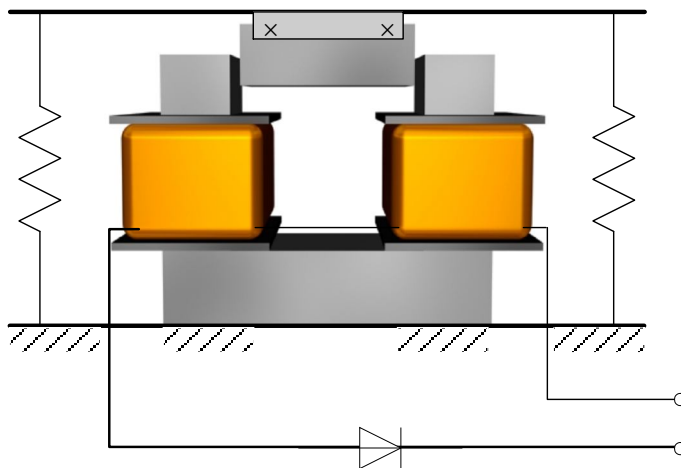
169. Ормоцадзе Д. Е., Ксоврели Р. И., Кочиев Г. В. Устройство для управления электромагнитным вибратором. А.С. СССР №873379, Бюллетень Изобретений №38, 1981;
170. Петренко А. В., Баржин В. Я. Вибрационный электродвигатель. А.С. СССР, №642801, 1979;
171. Петухов В. В., Калинин П. Ф. Вибрационный бункер. А.С. СССР №262594, Бюллетень Изобретений №6, 1970;
172. Повидайло Б. А. Расчет конструирование вибрационных питателей. – Москва: «Машгиз», 1962. – 173 с.;
173. Полтаревиц Д. С. Фактическая эффективность новой техники. «Вопросы экономики», №6, 1980. ст. 44–45.;
174. Писаренко Г. С. Обобщенная нелинейная модель учета рассеяния энергии при колебаниях. – Киев: «Наукова думка», 1985. – 240 с.;
175. Потураев В. Н. и др. Элементы конструкции вибрационных транспортно-технологических машин. – Киев: «Наукова думка», 1984. ст. 120–124.;
176. Приборы и системы для измерения вибрации, шума и удара. Справочник в 2-х кн. /Под общ. ред. В. В. Клюева. – Москва: «Машиностроение», 1978. Кн. 1. – 447 с.;
177. Рипс Я. А., Савельев Б.А. Анализ и расчёт надёжности систем управления электроприводами. – Москва: «Энергия», 1974. – 248 с.;
178. Роговой и др. Преобразователь частоты. А.С. СССР №860237, Бюллетень Изобретений №32, 1981;
179. Ряшенцев Н. П., Ковалев Ю. З. Динамика электромагнитных импульсных систем. – Новосибирск: «Наука», 1974. – 250 с.;
180. Санакоев Т. В. Проектирование и расчёт электровибрационных машин. – Цхинвали: «Иристон», 1977. – 183 с.;
181. Сборник задач по теории надёжности. Под ред. А. М. Половко и И. М. Маликова. – Москва: «Советское радио», 1972. – 407 с.;

182. Сирадзе А. Ш., Берозашвили Г. В., Мыльников А. А., Маглакелидзе Т. А. Математическая модель электромагнитного возбудителя механических колебаний. // Труды ВНИИТМЭ. – Тбилиси, 1980. ст. 28–30;
183. Сирбиладзе А. Л. Основы технологии коньяка. – Москва: «Пищевая промышленность», 1971. – 109 с.;
184. Сердюк И. Вина из зон абсолютной безопасности. <http://www.estart.ru/food/drinks/>;
185. Спиваковский А. С., Гончарев Н. Ф. Вибрационные и волновые транспортирующие машины. – Москва: «Наука», 1983. – 238 с.;
186. Усаковский В. М. Вибрационная техника в сельском хозяйстве. – Москва: «Знание», 1971. – 32 с.;
187. Филонова Е. Российский рынок вина. Журнал «Вы и Ваш магазин», 2001. ст. 5–6;
188. Хачатуров Т. С. Экономическая эффективность капитальных вложений. <http://www.cultinfo.ru/fulltext/1/001/008/092/663.htm>;
189. Хайрулин М. Х. и др. Электромагнитный вибратор. А.С. СССР №1453543, Бюллетень Изобретений №3, 1989;
190. Хвингия М. В. Динамика и прочность вибрационных машин с электромагнитным возбуждением. – Москва: «Машиностроение», 1980. – 248 с.;
191. Хвингия М. В., Ниношвили Б. И. Электромагнитные вибраторы с регулируемой собственной частотой. – Тбилиси: «Мецниереба», 1971. – 224 с.;
192. Членов В. А., Михайлов Н. В. Виброкипящий слой. – Москва: «Наука», 1972. – 340 с.;
193. Шапиро С. В. Система управления с тиристорными преобразователями частоты для электротехнологии. – Москва: «Энергоатомиздат», 1989. – 166 с.;

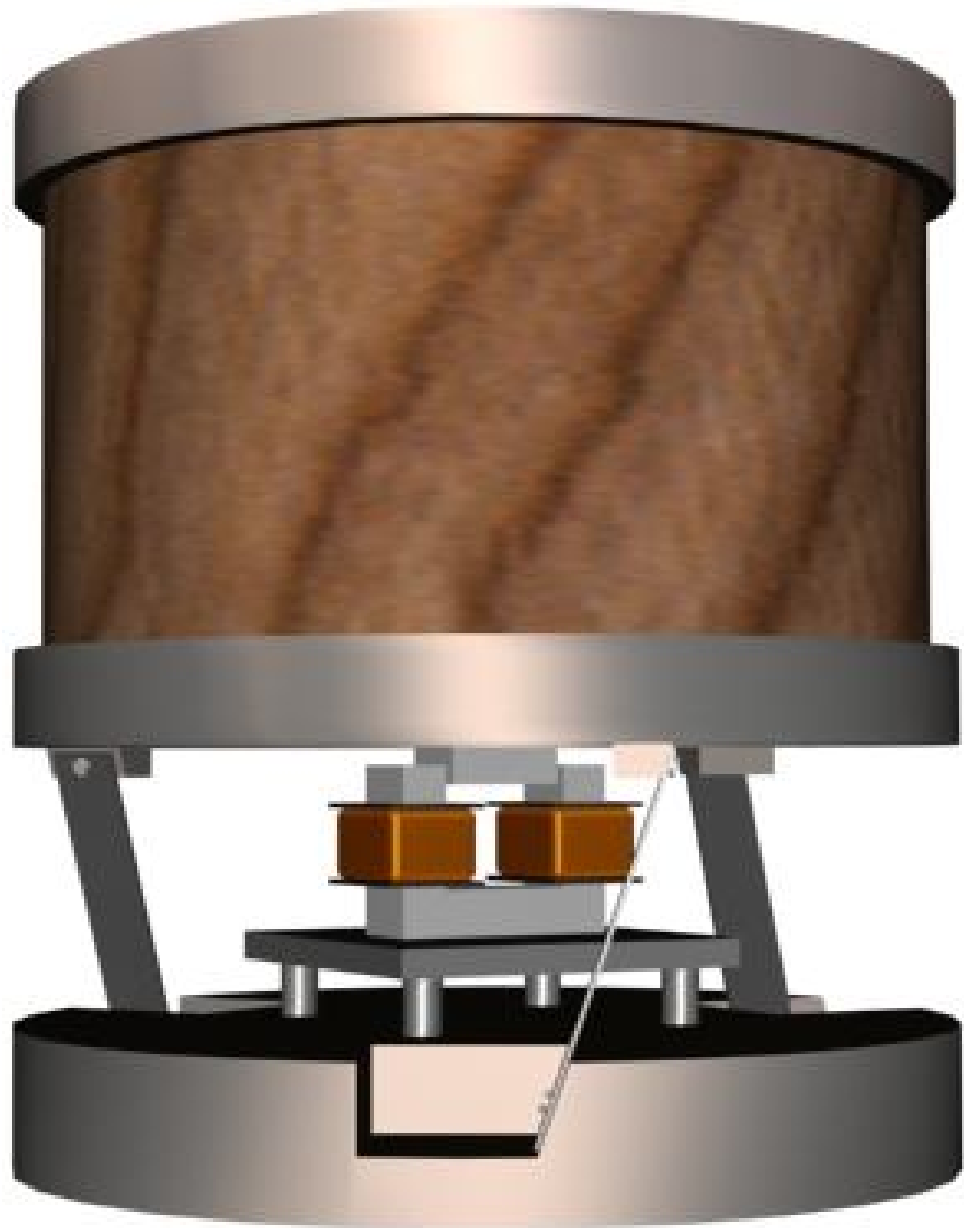
194. Электрические измерения неэлектрических величин. //Под редакцией Новицкого П. В. – Ленинград: «Энергия», 1975. – 576 с.;
195. Энергосберегающая технология электроснабжения народного хозяйства: В 5 кн. Практик. пособие /Под ред. В. А. Веникова. Кн. 2. Энергосбережение в электроприводе /Н. Ф. Ильинский, Ю. В. Рожанковский, А. О. Горнов. – Москва: «Высшая школа», 1989. – 127 с.: ил.;
196. Яковенко В. Б. Моделирование и расчет вибрационных систем. – Киев: «УМКВО», 1988. – 230 с.;
197. http://drinks.su/index.php?option=com_content&task=view&id=67&Itemid=94;
198. <http://enoteka.ru/Articles/View/?id=532>;
199. <http://extreme.by/addons/id266.html>;
200. <http://globalvoicesonline.org/2006/05/07/russia-ban-on-georgian-wine-and-water/>;
201. <http://travel2.nytimes.com/2006/10/08/travel/08georgia.html>;
202. <http://www.aboutgeorgia.net/cuisine/wines.html>;
203. <http://www.avignonesi.it/eng-aziende.htm>;
204. http://www.cellarnotes.net/wine_by_geographic_origin.htm;
205. <http://www.ebrd.com/new/pressrel/1999/50sept29.htm>;
206. <http://www.fao.org/newsroom/EN/field/2006/1000366/index.html>;
207. <http://www.monteswines.com/english/home.htm>;
208. <http://www.santamargherita.com/it/>;
209. <http://www.tasting-wine.com/articles/making-wine/how-to-make-wine.php>;
210. <http://www.wineeducation.com/aging.html>;

danarTebi

danarTi 1.




ukuqceviT-winsvl iTi moZraobis erTtaqtiani
 el eqtromagnituri magnitogamtaris grafikul i eskizi;
 detal irebis dros gamoyenebul iqna grafikul i
 progarma 3D MAX



ukuqcevi T-winsvl iTi moZraobis erTtaqtiani el eqtromagnituri
vibraciul i danadgaris grafikul i eskizi;
detal irebis dros gamoyenebul iqna grafikul i
progarma 3D MAX

საქართველო



ს ა ქ ა რ თ ვ ე ლ ო

ინტელექტუალური საქართველოს ეროვნული ცენტრი «საქპატენტი»

პ ა ტ ე ნ ტ ი


P 2082

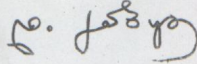
გამოგონება:
ვიბრაციული მოწყობილობა

ააგენტი:
რობინზონ ქსოვრელი, ალექსანდრე დიდებუდიძე,
ედიშერ მიდელაშვილი, ზურაბ ქსოვრელი

ავტორი:
რობინზონ ქსოვრელი, ალექსანდრე დიდებუდიძე,
ედიშერ მიდელაშვილი, ზურაბ ქსოვრელი

ქალაქი:
1998 12 17 - დან






დავით გაგუნია
გენერალური დირექტორი

თბილისი

საქართველო



ს ა ქ ა რ თ ვ ე ლ ო
ინტელექტუალური საკუთრების ეროვნული ცენტრი «საქპატენტი»

პ ა ტ ე ნ ტ ი


P 3108

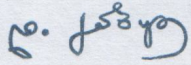
გამომონაბა:
ელექტრომაგნიტური ვიბრომაგნეტიზმი

პატენტდარსდელი:
რობიზონ ქსოვრელი, გელა ჯავახიშვილი,
ნუგზარ ქსოვრელი, ედიშერ მიდელაშვილი

ავტორი:
რობიზონ ქსოვრელი, გელა ჯავახიშვილი,
ნუგზარ ქსოვრელი, ედიშერ მიდელაშვილი

ქალაქი:
2002 03 12 - დან





ლავით გაბუნია
გენერალური დირექტორი

თბილისი

