



Audris ŠIMAKAUSKAS

AUTOMOBILIŲ ELEKTROS ĮRENGINIAI

Projekto kodas
VP1-2.2-ŠMM 07-K-01-023

Studijų programų atnaujinimas
pagal ES reikalavimus, gerinant
studijų kokybę ir taikant
inovatyvius studijų metodus

Vilnius „Technika“ 2012

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

Audris ŠIMAKAUSKAS

AUTOMOBILIŲ ELEKTROS ĮRENGINIAI

Laboratorinių darbų metodikos nurodymai



Vilnius „Technika“ 2012

A. Šimakauskas. Automobilių elektros įrenginiai. Laboratorinių darbų metodikos nurodymai. Vilnius: Technika, 2012. 107 p. [3,15 aut. l. 2012 11 28]

Leidiny s skirtas aukštųjų mokyklų studentams automobilių elektros įrenginių disciplinos laboratoriniams darbams atlikti. Metodinėje priemonėje pateikiami šeši šio kurso laboratorinių darbų aprašymai su atnaujinta teorine dalimi. Leidinyje dėstomi dalykai yra susieti su mokslo aktualijomis ir naujovėmis. Aprašymas sudarytas taip, kad studentas, atlikdamas laboratorinius darbus, galėtų pasiruošti papildomai studijuodamas.

Autorius dėkoja šio leidinio konsultantui doc. dr. Sergijui Ignui Šimakauskui už pagalbą.

Leidinį rekomendavo VGTU transporto inžinerijos fakulteto studijų komitetas.

Recenzavo: habil. dr. prof. Algimantas Juozas Poška, VGTU automatikos katedra
doc. dr. Saulius Nagurnas, VGTU automobilių transporto katedra

Leidiny s parengtas ir išleistas už Europos struktūrinių fondų lėšas, jomis finansuojant VGTU Transporto inžinerijos, Biomechanikos ir Aviacinės mechanikos inžinerijos projektą „Studijų programų atnaujinimas pagal ES reikalavimus, gerinant studijų kokybę ir taikant inovatyvius studijų metodus“ pagal Lietuvos 2007–2013 m. Žmogiškųjų išteklių veiksmų programos 2 prioriteto „Mokymasis visą gyvenimą“ VP1-2.2-ŠMM-07-K priemonę „Studijų kokybės gerinimas, tarptautiškumo didinimas“. Projekto kodas Nr. VP1-2.2-ŠMM 07-K-01-023, finansavimo ir administravimo sutartis Nr. VP1-2.2-ŠMM-07-K-01-023.

VGTU leidyklos TECHNICA 1422-S mokomosios
metodinės literatūros knyga
<http://leidykla.vgtu.lt>

Redaktorė *Ramutė Pinkevičienė*
Maketuotojas *Romanas Tumėnas*

eISBN 978-609-457-362-0
doi:10.3846/1422-S

© Audris Šimakauskas, 2012
© Vilniaus Gedimino technikos universitetas, 2012

TURINYS

Įvadas	5
Laboratoriniai darbai	7
1. Akumuliatorius	7
1.1. Veikimo principas	7
1.2. Konstrukcija	9
1.3. Charakteristikos	10
1.4. Akumuliatorių įkrovimo metodai	18
2. Generatorius	22
2.1. Veikimo principas	22
2.2. Principinės apvijų sujungimo schemas	24
2.3. Konstrukcija	25
2.4. Charakteristikos ir parametrai	27
2.5. Įtampos reguliavimas	34
2.6. Impulsinis žadinimo srovės reguliavimo būdas	36
2.7. Elektroniniai įtampos reguliatoriai	38
3. Paleidimo sistema	41
3.1. Funkcinė paleidimo sistemos schema	41
3.1.1. Sistemos veikimas	42
3.2. Paleidimo sistemos principinė elektrinė schema ir konstrukcija	43
3.3. Paleidimo sistemos charakteristikos	48
3.3.1. Paleidimo sistemos darbo taško nustatymas iš charakteristikų	52
4. Uždegimo sistema	55
4.1. Induktyvinė uždegimo sistema	55
4.1.1. Elektrinė schema ir veikimas	55
4.1.2. Elementų ir mazgų konstrukcija	58
4.1.3. Darbo procesas	64
4.1.4. Charakteristikos	70
4.1.5. Uždegimo momento reguliatoriai	75
4.2. Talpinė uždegimo sistema	78
4.3. Tranzistorinė kontaktinė uždegimo sistema	79

5. Automobilų žibintai	83
5.1. Šviesos prietaiso optinės sistemos parametrai	83
5.2. Pagrindiniai žibintai	85
5.2.1. Žibintų sistemos	85
5.2.2. Žibintų konstrukcija	88
5.3. Kiti šviesos prietaisai	92
6. Tiesioginio degalų įpurškimo stendas	95
6.1. Signalų (impulsų) generatoriai. Jutikliai	98
6.1.1. Termistorius (termorezistorius)	98
6.1.2. Liambda zondo elementas (siaurajuostis)	100
6.1.3. Liambda zondas (plačiajuostis)	101
6.1.4. Magnetoelektrinis impulsų generatorius	103
6.1.5. Holo impulsų jutiklis	104
6.1.6. Pjezoelektrinis elementas	106

IVADAS

Automobilyje elektros energijos sunaudojama vis daugiau. Jame kol kas yra tik du elektros energijos šaltiniai (akumuliatorius ir generatorius). Ilgą laiką jie mažai keitėsi. Elektros energijos imtuvų yra daug. Daugiausia elektros energijos sunaudoja apšvietimo, šildymo, elektros pavaros, uždegimo, degalų įpurškimo, signalizacijos, stabdžių, įvairių įrenginių kontrolės bei valdymo prietaisai ir sistemos, elektros energijos komutacijos aparatūra. Elektros energijos imtuvų skaičius ir galia nuolat didėja.

Ne mažiau svarbią su automobilio įrenginiais susijusią grupę sudaro laboratorijų ir servisų elektros matavimo bei tikrinimo prietaisai ir standai.

Nuo normalaus automobilio elektros įrenginių darbo priklauso ne tik automobilio ekonomiškumas, galia, darbo efektyvumas, saugumas, bet ir aplinkos švara.

Automobilių transporto inžinerijos specialybės studentai privalo studijuoti ne tik minėtų įrenginių teoriją, bet studijų metu taip pat įgyti praktinių įgūdžių aptarnaujant automobilio įrenginius. Tokių įgūdžių studentai įgaus atlikdami laboratorinius elektros įrenginių darbus.

Prieš atlikdami laboratorinius darbus, studentai privalo:

1. Susipažinti su darbo užduotimi.
2. Perskaityti ir išmokti tam darbui skirtą automobilių elektros įrenginių kurso teorinę dalį.

Darbo metu studentai privalo:

1. Perskaityti ir išmokti darbo apsaugos reikalavimus.
2. Išanalizuoti užduotį.
3. Susipažinti su bandymui skirtu stendu, matavimo prietaisais, bandomuoju įrenginiu.
4. Paruošti darbo prietaisus bandymams (sujungti bandymo schemą).

5. Atlikti bandymus, surašyti matavimo duomenis.
6. Sutvarkyti matavimo duomenis (apskaičiuoti rezultatus, nubraižyti grafikus, parašyti išvadas).
7. Parengti darbo ataskaitą.

LABORATORINIAI DARBAI

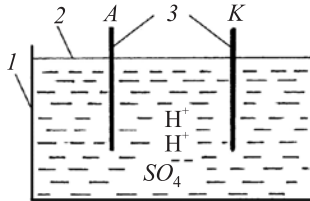
1. AKUMULIATORIUS

Darbo užduotis.

Išnagrinėti starterinio akumulatoriaus konstrukciją, plokštelių (elektrodų) ypatumus, veikimo principą, parametrus, eksploatacinius reikalavimus, akumulatoriaus būsenos tikrinimą jį eksploatuojant.

1.1. Veikimo principas

Automobiliuose naudojami rūgštiniai švino akumulatoriai. Juos sudaro indas su elektrolitu ir dviem elektrodais. Elektrodų didžiausią medžiagos dalį sudaro švinas. Kai į elektrolitą panardinami du elektrodai, turintys švino sulfato, ir prie jų prijungiamas pakankamas įtampos



1.1 pav. Švino akumulatoriaus schema:
1 – indas; 2 – elektrolitas; 3 – elektrodai

šaltinis, per akumuliatorių teka srovė ir akumuliatorius įkraunamas. Jei prie įkrauto akumulatoriaus elektrodų prijungsime apkrovą (varžą, lemputę ar kt.), srovė per akumuliatorių tekės priešinga kryptimi negu įkrovimo metu. Akumuliatorius bus energijos šaltinis ir atiduos didesniąją dalį energijos, sunaudotos įkrovimo metu. Įkrovimo ir iškrovimo metu akumuliatoriuje vyksta sudėtingi procesai, kuriuos apibendrintai galima pavaizduoti pateikta schema:

	Anodas	Katodas	Elektrolitas	
	PbSO ₄	PbSO ₄	2H ₂ O	
Įkrovimas ↓	PbO ₂	Pb	2H ₂ SO ₄	↑ Iškrovimas

Šis procesas yra išaiškintas dvigubos sulfatacijos teorijoje.

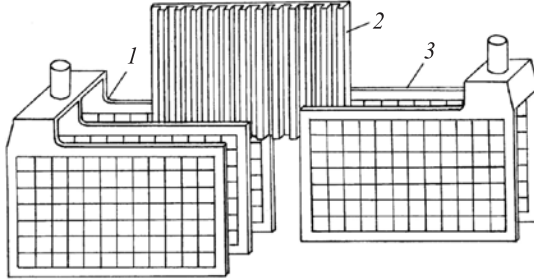
Cheminiai procesai vyksta elektrolito ir elektrodo aktyviosios masės sąlyčio vietoje. Elektrolite sieros rūgštis disocijuoja į teigiamuosius vandenilio H⁺ ir neigiamuosius sulfato SO₄⁻ jonus.

Akumuliatorių įkraunant, abiejų plokštelių švino sulfatas (PbSO₄) tirpsta ir elektrolite jonizuojasi. Dvivalenčiai švino jonai Pb⁺⁺, esantys prie neigiamojo elektrodo, prisijungia du elektronus, neutralizuojasi ir nusėda neigiamajame elektrode. Dvivalenčiai švino jonai Pb⁺⁺ prie teigiamosios plokštelės, veikiami įkrovimo srovės, praranda du elektronus ir tampa keturvalenčiais Pb⁺⁺⁺⁺. Šie jonai susijungia su dviem deguonies jonais ir sudaro neutralų švino dioksidą PbO₂, kuris kaupiasi teigiamajame elektrode. Prie kiekvieno elektrodo susidarę sulfato jonai SO₄⁻ jungiasi su dviem vandenilio jonais ir sudaro sieros rūgštį. Potencialų skirtumas tarp įkrauto akumulatoriaus elektrodų yra apie 2V.

Akumuliatorių iškraunant, iš teigiamosios plokštelės, kurioje yra grynas švinas, elektrolite išsiskiria dvivalenčiai švino jonai Pb⁺⁺. Plokštelė, prarasdama teigiamuosius krūvius, būna neigiama. Šie jonai reaguoja su sieros rūgšties SO₄⁻ neigiamaisiais jonais. Taigi šiame elektrode išsiskiria švino sulfatas PbSO₄. Teigiamosios plokštelės švino dioksidą PbO₂, veikiamas srovės, pereina į elektrolitą, susidaro keturvalenčiai švino Pb⁺⁺⁺⁺ ir vienvalečiai OH⁻ jonai. Paskui švino jonai prisijungia po du elektronus ir tampa dvivalenčiais Pb⁺⁺. Dvivalenčiai švino Pb⁺⁺ ir sulfato SO₄⁻ susijungia ir sudaro švino sulfatą. Jis kaupiasi čia pat anode. Vandenilio jonai H⁺ jungiasi su OH⁻ jonais ir susidaro vanduo. Reakcijos metu elektrolite jonai H⁺ ir SO₄⁻ juda elektrodų link.

1.2. Konstrukcija

Svarbiausias akumuliatoriaus mazgas yra elektrodas. Jis turi plokštelės formą, kurios pagrindą sudaro švino lydinio tinkliukas (1.2 pav.).



1.2 pav. Švino akumuliatoriaus plokštė:
1 – anodas; 2 – skyriklis; 3 – katodas

Kad lydinys būtų tvirtesnis ir tinkamai dirbtų sieros rūgštis elektrolite, į šviną dedama stibio, kadmio, kalcio, alavo ir kitų medžiagų. Anksčiau buvo naudojamas tik stibis (apie 7 proc.), tačiau jis akumuliatoriuje sukelia tokius neigiamus reiškinius kaip intensyvus dujų išsiskyrimas („virimas“), didelis savaiminis išsikrovimas ir kt. Dėl to stibio kiekis akumuliatoriuose mažinamas arba keičiamas kita medžiaga. Taip buvo sukurti prižiūrimi arba mažai prižiūrimi akumuliatoriai.

Plokštelių tinkliukas atlieka dvi funkcijas: jame laikosi aktyvioji masė ir per jo strypelius į išorės apkrovą arba akumuliatorių, jį įkraunant, teka srovė.

Aktyvioji masė gaminama iš švino ir švino oksidų, maišant juos su elektrolitu. Į aktyviąją masę dedama inertinių priemaišų, didinančių jos aktyvumą. Taip pagaminta aktyvioji masė turi iškrauto akumuliatoriaus plokštelių medžiagos būseną. Ji įpresuojama į tinkliuką. Tada plokštelės formuojamos, įdedant jas į vonią su elektrolitu ir įkraunant. Paskui plokštelės išplaunamos, džiovinamos ir jungiamos tilteliais į sekcijas. Teigiamųjų ir neigiamųjų plokštelių sekcijos

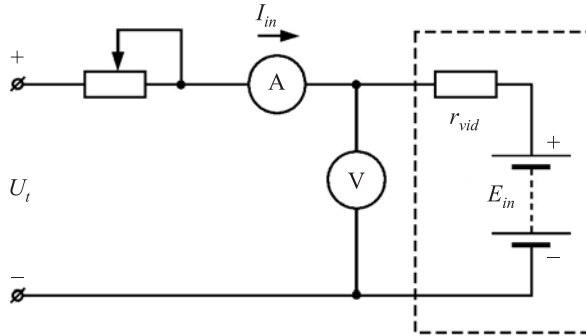
suneriamos ir atskiriamos akytojo plastiko skyrikliais. Tai sudaro bloką. Neigiamųjų plokštelių sekcijoje dažniausiai būna viena daugiau, todėl jos iš abiejų pusių apgaubia teigiamąsias plokšteles. Taip daroma, kad kraštinė teigiamoji plokštelė dirbtų iš abiejų pusių simetriškai. Jos aktyviosios masės storis gerokai keičiasi įkraunant ir iškraunant. Dirbdama vienu šonu, ji judėtų ir greitai išbyrėtų aktyvioji masė. Iš teigiamosios plokštelės pusės dar dedama mineralinė vata, o skyrikliai daromi su briaunomis. Ten turi būti daugiau elektrolito.

12 V akumuliatorių baterijoje būna šeši blokai. Jie įstatomi į bendrą indą, pertvertą penkiomis pertvaromis taip, kad vieno bloko teigiamųjų plokštelių įvadas būtų greta kito bloko neigiamosios plokštelių įvado. Jie tarpusavyje jungiami sulydant. Sujungimai gali būti padaryti po akumulatoriaus dangčiu arba virš jo. Pirmuoju atveju visos baterijos dangtis bendras. Kiekvieno akumulatoriaus pertvaros su bendru dangčiu sulydytos ir gretimų akumuliatorių indai vienas su kitu nesusisiekia. Antruoju atveju kiekvienas akumulatorius turi atskirą dangtelį, pro kurio skyles išeina plokštelių įvada. Išorėje, virš dangtelio, jie sujungiami su gretimo akumulatoriaus gnybtais sulydant. Akumulatoriai hermetizuojami, kiekvieno dangtelio kraštus viršuje užliejant mastika. Prižiūrimų akumuliatorių dangčiuose yra kamščiais užsuktos angos, reikalingos jiems prižiūrėti. Taip pagaminta akumuliatorių baterija vadinama sausai įkrautąja baterija.

1.3. Charakteristikos

Elektrolito tankio, elektrovaros ir įtampos kitimas įkraunant akumuliatorių

Šioms charakteristikoms sudaryti sujungiamo schemą, pateiktą paveiksle. Akumuliatoriui įkrauti reikalingas energijos šaltinis, kurio maksimali įtampa U_t yra didesnė negu 2,7 V. Kad charakteristikų pobūdžiui neturėtų įtakos įkrovimo srovė, ją viso krovimo metu reostatu R palaikysime vienodo dydžio, t. y. $I_{in} = \text{const}$. Priimama $I_{in} = 0,05Q_N$, čia Q_N – nominalioji akumulatoriaus talpa.



1.3 pav. Akumulatoriaus įkrovimo schema

Kai įkrovimo srovė nekinta, per vienodus laiko tarpus vidutinis elektrolito tankis γ didės vienodai, o jo kitimo charakteristika akumulatoriaus normalaus darbo diapazone bus tiesė:

$$\gamma = \gamma_{i\ddot{s}} + \alpha t, \quad (1.1)$$

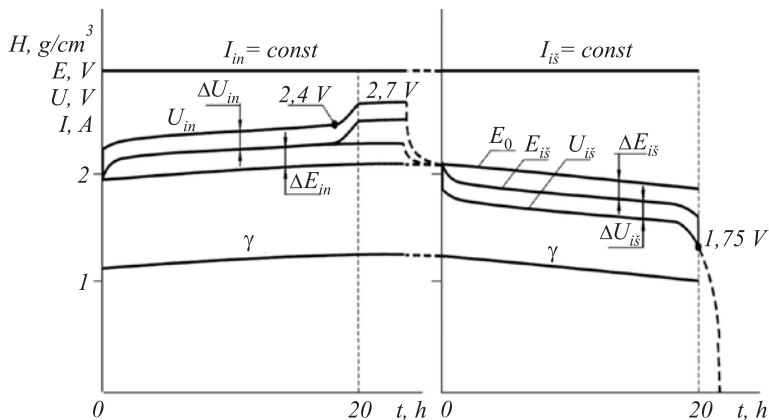
čia $\gamma_{i\ddot{s}}$ – iškrauto akumulatoriaus tankis (galima priimti $1,11\text{g/cm}^3$),
 α – tankio augimo greitis,
 t – laikas.

Tiktai kai akumulatorius bus beveik įkrautas, tankio augimas sustos (1.4 pav.). Akumulatorius dar kelias valandas įkraunamas, kad plokštelių gilumoje neliktų nesureagavusių medžiagų.

Tyrinėjant akumuliatorių, nustatyta, kad jo elektrovara labai priklauso nuo elektrolito tankio. Sudaryta empirinė priklausomybė nusistovėjusiai elektrovarai išreikšti:

$$E_o = 0,84 + \gamma, \quad (1.2)$$

čia E_o – nusistovėjusi akumulatoriaus elektrovara, V,
 γ – voltų skaičius, lygus vidutiniam elektrolito tankiui.



1.4 pav. Elektrolito tankio elektrovaros ir įtampos kitimas akumuliatorių įkraunant ir iškraunant

Nusistovėjusia ši elektrovara vadinama todėl, kad būna tuomet, kai akumuliatorius tam tikrą laiką nebuvo į(iš)kraunamas. Tankis viename akumuliatoriuje yra vienodas, nusistovėjęs.

Iš ankstesnių formulių gauname, kad:

$$E_0 = 0,84 + \gamma_{is} + \alpha t \quad (1.3)$$

Akumuliatorių įkraunant, plokštelėse išsiskirianti sieros rūgštis padidina elektrolito tankį jose, palyginti su nuo jų nutolusiomis elektrolito vietomis.

Dėl to, pradėjus akumuliatorių įkrauti, atsiras elektrovaros prieaugis ΔE_{in} , palyginti su dydžiu E_0 :

$$E_{in} = E_0 + \Delta E_{in}, \quad (1.4)$$

čia E_{in} – akumulatoriaus elektrovarą įkrovimo metu.

Įkrovimo elektrovaros prieaugio ΔE_{in} kitimas yra eksponentinio pobūdžio. Pradžioje jis lygus nuliui, vėliau eksponentiškai didėja iki nusistovėjusio dydžio. Tai rodo, kad tuo metu tiek pat išsiskiria sieros

rūgštis ir tiek pat jos nuteka į atokesnes indo vietas. Kai akumuliatorius įkraunamas maždaug 85 proc., pradeda „virti“. Tuo metu elektros srovė elektrolizuoja vandenį. Išsiskiria vandenilis ir deguonis. Dalis vandenilio burbulų kyla į viršų, į atmosferą, o kiti kaupiasi prie akumuliatoriaus plokštelių, sudarydami papildomą 0,33 V potencialų skirtumą. Dėl to elektrovaros prieaugis padidėja šia reikšme. Neprižiūrimuose akumuliatoriuose šio padidėjimo nėra, nes juose nėra elektrolizės proceso.

Įtampa akumuliatoriaus gnybtuose įkrovimo metu U_{in} yra didesnė negu elektrovara E_{in} įtampos kritimu ΔU_{in} vidaus varžoje r_{vid} :

$$U_{in} = E_{in} + \Delta U_{in}, \quad (1.5)$$

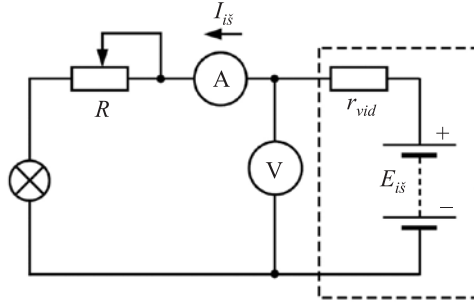
čia $\Delta U_{in} = I_{in} r_{vid}$.

Akumuliatoriaus varža jį įkraunant sumažėja maždaug du kartus, palyginti su jos dydžiu, kai akumuliatorius iškrautas. Dėl to įtampos kritimas $\hat{E}U_{in}$ krovimo pabaigoje bus maždaug du kartus mažesnis negu įkrovimo pradžioje.

Įkrovimo pabaigoje dydžiai γ , ΔE_{in} , U_{in} nustoja augti, tačiau norint, kad plokštelių medžiagos sureaguotų galutinai, akumuliatorius kraunamas dar 2–3 valandas. Įkrovimo pabaigoje įtampa būna apie 2,7 V.

Elektrolito tankio, elektrovaros ir įtampos kitimas iškraunant akumuliatorių

Akumuliatoriui iškrauti gali būti sujungta ta pati schema kaip ir įkraunant (1.5 pav.), tik vietoje tinklo jungiama apkrova (pvz., žibinto lemputė). Reostatu R iškrovimo srovė nustatoma to paties dydžio kaip ir įkrovimo metu. Viso iškrovimo proceso metu ji palaikoma vienodo dydžio (t. y. $I_{i\bar{s}} = \text{const}$),



1.5 pav. Akumulatoriaus iškrovimo schema

todėl dauguma nagrinėjamų dydžių kis panašiomis linijomis kaip ir įkraunant akumuliatorių, tik priešinga linkme. Vidutinis elektrolito tankis g mažėja tiese:

$$\gamma = \gamma_{in} - \alpha t, \quad (1.6)$$

čia γ_{in} – įkrauto akumulatoriaus elektrolito tankis (galima imti $\gamma_{in} = 1,29 \text{ g/cm}^3$).

Nusistovėjusi elektrovara gali būti apskaičiuota pagal formulę (2.2).

Iškrovimo metu akumulatoriaus plokštelėse išsiskiria vanduo. Dėl to elektrovara iškrovimo procese $E_{i\acute{s}}$ bus mažesnė negu nusistovėjusi elektrovara E_0 iškrovimo elektrovaros sumažėjimo dydžiu $E_{i\acute{s}}$, t. y.:

$$E_{i\acute{s}} = E_0 - \Delta E_{i\acute{s}}. \quad (1.7)$$

Dydis $\Delta E_{i\acute{s}}$ iškrovimo pradžioje kinta panašiai kaip ir įkrovimo metu: pradeda didėti nuo 0 ir eksponentiškai kyla iki nusistovėjusios reikšmės. Tačiau įkrovimo pabaigoje pastebimas staigesnis augimas, nes reakcija vyksta plokštelių viduje. Ten labai sumažėja elektrolito koncentracija ir spartėja elektrovaros mažėjimas.

Įtampa akumulatoriaus gnybtuose iškrovimo proceso metu $U_{i\bar{s}}$ yra mažesnė negu elektrovara $E_{i\bar{s}}$ įtampos kritimu $\Delta U_{i\bar{s}}$ vidaus varžoje:

$$U_{i\bar{s}} = E_{i\bar{s}} - \Delta U_{i\bar{s}}, \quad (1.8)$$

čia $\Delta U_{i\bar{s}} = I_{i\bar{s}} r_{vid}$.

Kaip matome, $\Delta U_{i\bar{s}} = \Delta U_{in}$, nes $I_{i\bar{s}} = I_{in}$. Iškrovimo pabaigos įtampa yra 1,75 V. Pasiekus šią įtampą, iškrovimo procesas turi baigtis.

Talpa ir jos priklausomybė nuo iškrovimo srovės, elektrolito temperatūros ir tarnavimo laiko

Akumulatoriaus talpa reiškia ampervalandėmis, Ah. Žinoma, kad 1 Ah gauti teoriškai reikia 4,46 g švino dvideginio, 3,87 g švino ir 3,66 g sieros rūgšties, tačiau realiame akumulatoriuje šių medžiagų reikia kelis kartus daugiau. Be to, dėl automobilio specifinių darbo sąlygų visa akumulatoriaus talpa dažnai negali būti panaudota. Tuomet sakoma, kad dėl vienu ar kitų priežasčių ji sumažėjo. Vadinasi, tas pats akumulatorius gali turėti įvairią talpą, kuri priklauso nuo jo darbo režimo. Įvairius akumulatorius galima palyginti pagal nominaliąją talpą. Ji gaunama akumuliatorių iškraunant labai apibrėžtu režimu. Paplitęs standartas, pagal kurį akumulatoriaus nominalioji talpa gaunama iškraunant jį be pertraukos per 20 valandų vienodo dydžio srove iki iškrovimo pabaigos įtampos 1,75 V, jei iškrovimo pradžioje, esant įkrautam akumulatoriui, jo elektrolito tankis buvo 1,285 g/cm³, o elektrolito temperatūra iškrovimo proceso metu – +25 °C. Iš šio apibrėžimo galima sudaryti lygybę:

$$Q_N = 20 I_N, \quad (1.9)$$

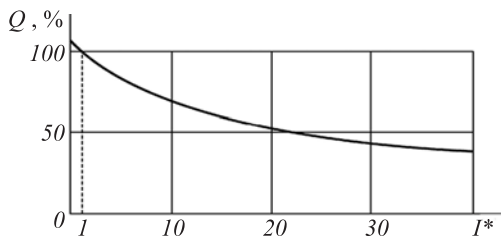
čia Q_N – nominalioji akumulatoriaus talpa, Ah.

Skaičius 20 reiškia akumulatoriaus iškrovimo trukmę valandomis vienodo amperažo srove I_N , kuri vadinama nominaliąja. Pagal šią formulę ją galima apskaičiuoti. Jei, pavyzdžiui, imsime vidutinio

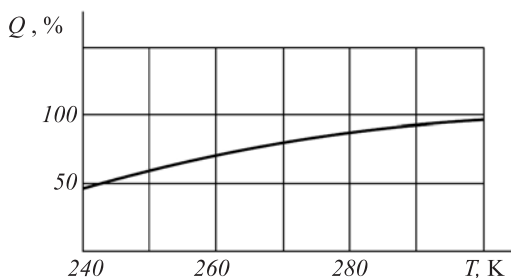
dydžio 75 Ah nominaliosios talpos akumuliatorių, jo nominalioji srovė bus 3,75 A. Kaip matome, ji yra nedidelė. Automobilio žibinto lemputės srovė dažnai būna didesnė negu akumulatoriaus nominalioji srovė. Tuo tarpu starteris gali apkrauti akumuliatorių keliasdešimt ar net kelis šimtus kartų didesne srove negu nominalioji. Dėl to svarbu žinoti, kaip kinta akumulatoriaus talpa jį apkraunant didesne srove. Tokia priklausomybė pateikta 1.6 pav. Apkrovos srovė I^* , charakteristikoje išreikšta santykiniu dydžiu, kuris rodo, kiek kartų akumulatoriaus apkrovos srovė I viršija nominaliąją jo srovę I_N :

$$I^* = I / I_n. \quad (1.10)$$

Iškraunant akumuliatorių kitokia negu nominaliaja srove matuojamas iškrovimo laikas. Jis baigiamas tuomet, kai akumulatoriaus įtampa pradeda staigiai mažėti. Tai rodo, kad šviežias elektrolitas nespėja

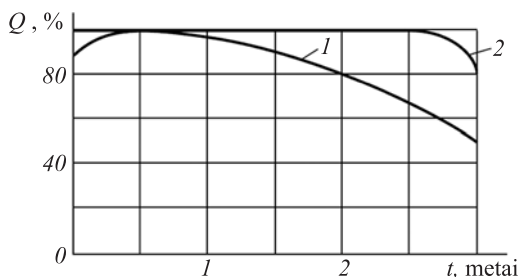


1.6 pav. Talpos priklausomybė nuo iškrovimo srovės



1.7 pav. Talpos priklausomybė nuo elektrolito temperatūros

pasiekti plokštelių gilumoje esančių dar nesureagavusių aktyviosios masės sluoksnių. Ta įtampa, didėjant iškrovimo srovei, mažėja. Pavyzdžiui, padidinus iškrovimo srovę 10 kartų, iškrovimo pabaigos įtampa būna 1,6 V. Kaip matyti iš charakteristikos, pateiktos 1.6 paveiksle, akumulatoriaus apkrovą padidinus 20 kartų, palyginti su nominaliąja, jo talpa sumažėja per



1.8 pav. Du talpos kitimo atvejai akumulatoriui dirbant automobilyje

pusę. Tai nereiškia, kad likusi talpos dalis žuvo nuostoliuose. Iš tikrųjų aktyvioji masė nesureagavo, nes giluminių jos sluoksnių nepasiekia šviežias elektrolitas. Akumulatoriaus talpa taip pat sumažėja mažėjant temperatūrai (1.7 pav.). Esant žemoms temperatūroms, padidėja elektrolito klampa. Dėl to pablogėja šviežio elektrolito prasiskverbimas į gilesnius plokštelių sluoksnius. Be to, mažėjant elektrolito temperatūrai, pablogėja elektrolitinė disociacija. Taip pat didėja akumulatoriaus vidaus varža. Dėl to sumažėja akumulatoriaus iškrovimo pabaigos įtampa. Kaip matyti iš pateikto grafiko, elektrolito temperatūrai pasikeitus nuo 240 K (–33 °C) iki 300 K (+27 °C), akumulatoriaus talpa apytiksliai sumažėja du kartus. Šiuo atveju aktyvioji masė gilesniuose plokštelių sluoksniuose lieka nesureagavusi. Elektrolito temperatūrą padidinus iki normaliosios, akumulatorius „grąžintų“ ir likusią talpos dalį.

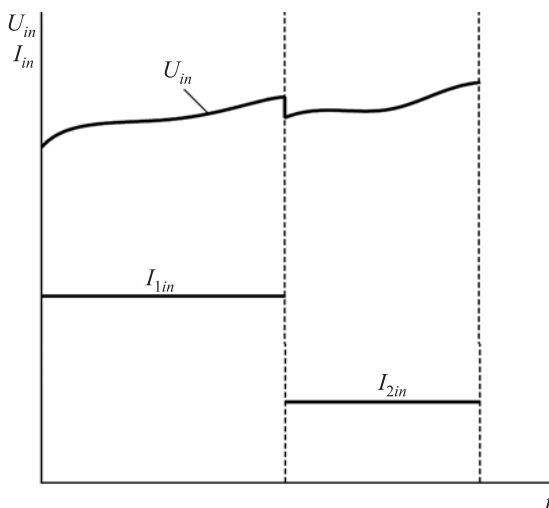
Eksploatuojant akumuliatorių, jo talpa nebūna vienoda (1.8 pav.). Per pirmąjį pusmetį ji šiek tiek didėja (apie 10 proc.). Vienu atveju išlieka gana vienoda iki akumulatoriaus naudojimo pabaigos, antruoju – ji mažėja, nes palengva išsiskalauja aktyvioji masė. Akumulatoriaus

naudojimo laikui baigiantis, abiem atvejais talpa ima staigiai mažėti, nes dėl korozijos suyra teigiamųjų plokštelių tinkliukas. Vidutiniškai akumuliatorius naudojimo laikas yra 4–5 metai, nors tinkamai prižiūrimas geros kokybės akumuliatorius gali būti naudojamas ir ilgiau.

1.4. Akumuliatorių įkrovimo metodai

Akumuliatorių galima įkrauti nuolatine srove, t. y. kai įkrovimo metu per jį teka teigiamas suminis elektros kiekis.

Pagrindiniai akumuliatorių įkrovimo metodai yra kai: 1) įkrovimo srovė $I_{in} = \text{const}$; 2) įkrovimo šaltinio įtampa $U_t = \text{const}$. Įkrovimas pirmuoju metodu buvo smulkiai išnagrinėtas 1.3. skyrelyje. Jį reikėtų papildyti tada, kai akumuliatorius įkraunamas keliais laiptais. Taip daroma norint sutaupyti laiko, nes, kai akumuliatorius iškrautas, jo plokštelėse daug švino sulfato medžiagos. Įkrovimo pradžioje reakcija vyksta plokštelių paviršiuje arba negiliuose jų sluoksniuose. Ji gali būti intensyvi, o įkrovimo srovė didelė. Tačiau, kai reakcija vyksta gilesniuose sluoksniuose, ji sulėtėja. Ten yra mažiau šviežio elektrolito. Dėl to įkrovimo srovė turi būti sumažinta.



1.9 pav. Dviejų laiptų įkrovimo vienodu srovės dydžiu charakteristikos

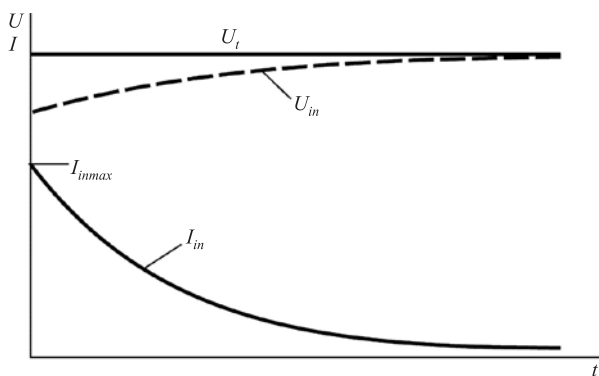
Įkrovimo laiptų skaičius gali būti įvairus, bet dažniausias yra dviejų laiptų atvejis (1.9 pav.). Pirmajame laipte galima nustatyti srovę $I_{in} = 0,15Q_N$ ir krauti akumuliatorių iki intensyvaus „virimo“. Tada reikia sumažinti srovę iki dydžio iki $I_{in} = 0,05Q_N$ ir krauti iki galo. Įkrovimo pabaigos įtampa – apie 2,7 V vienam akumuliatoriui. Pagal ją skaičiuojamas įkrovimo šaltinis. Įkrovimo pabaigos požymiai buvo aprašyti 1.3. skyrelyje. Šiuo metodu akumuliatorius gali būti įkrautas 100 proc. Jis dažniausiai taikomas akumuliatorių ruošimo bei remonto baruose.

Vienodos šaltinio įtampos dydžio metodas praktiškai taikomas transporto mašinos. Šiuo atveju generatoriaus įtampos reguliatorius palaiko įtampą $U_t = \text{const}$ (1.10 pav.). Pradžioje maksimali įkrovimo srovė $I_{in \max}$ gali būti apskaičiuota pagal formulę:

$$I_{in \max} = (U_{in} - E_a) / R_{in}, \quad (1.11)$$

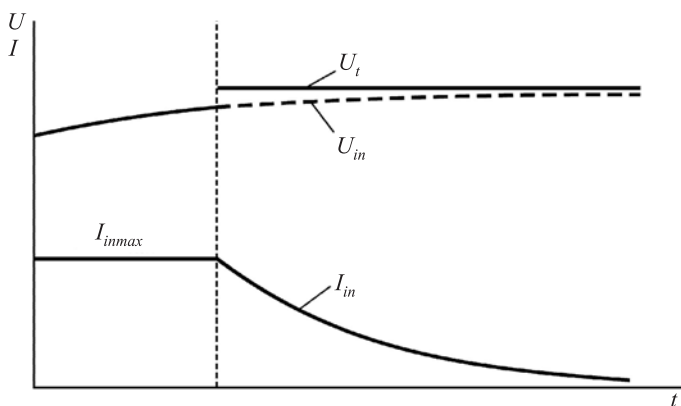
čia E_a – akumuliatorių baterijos elektrovara,
 R_{in} – įkrovimo grandinės varža.

Maitinimo šaltinio įtampa U_t gali būti nustatyta iš akumuliatoriaus „virimo“ įtampos dydžio (2,3–2,4 V vienam akumuliatoriui; 13,8–14,4 V 12 V baterijai).



1.10 pav. Akumuliatoriaus įkrovimo charakteristikos, kai tinklo įtampa $U_t = \text{const}$

Kraunant akumuliatorių, jo elektrovara didėja, todėl įkrovimo srovė mažėja, o kai ji priartėja prie įkrovimo šaltinio įtampos U_t , įkrovimo srovė priartėja prie nulio. Kaip matome, šio metodo įkrovimo pabaigos įtampa yra mažesnė negu pirmojo metodo metu. Dėl to antruoju metodu akumulatorius įkraunamas mažiau negu pirmuoju. Kai akumulatorius labai iškrautas, jo elektrovara E_a būna maža. Maksimali įkrovimo srovė $I_{in\ max}$, kaip matyti iš formulės (1.11), gali būti labai didelė ir viršyti leistinas akumulatoriaus arba įkrovimo šaltinio (pvz., generatoriaus) sroves. Tuo atveju įkrovimo pradžioje $I_{in\ max}$ ribojama (1.11 pav.), ir akumulatorius kraunamas pirmuoju metodu.



1.11 pav. Akumulatoriaus charakteristikos įkraunant jį dviem būdais: pradžioje $I_{in} = \text{const}$, vėliau $U_t = \text{const}$

Kai akumulatoriaus įkrovimo įtampa priartėja prie U_t , krovimas baigiamas antruoju metodu. Šis įkrovimo būdas vadinamas kombinuotuoju.

1-ojo laboratorinio darbo planas

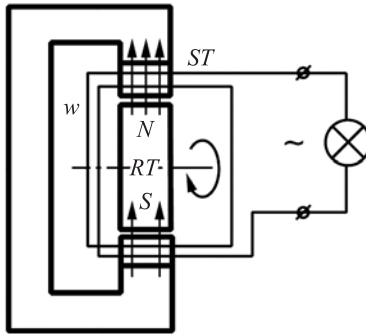
1. Susipažinti su darbo apsaugos reikalavimais eksploatuojant rūgštinius akumulatorius.
2. Išnagrinėti starterinio akumulatoriaus tyrimo užduotį.

3. Susipažinti su akumuliatoriaus tikrinimu rūgštimačiu, apkrovos šakute, tikrinamojo akumuliatoriaus techniniais duomenimis.
4. Matavimams paruošti plūdės tipo rūgštimatį ir apkrovos šakutę.
5. Išmatuoti akumuliatorių baterijos elektrovarą, esamą elektrolito tankį ir apkrauto akumuliatoriaus įtampą apkrovos šakute.
6. Apskaičiuoti tikrinamo akumuliatoriaus vidaus varžą.
7. Parengti laboratorinio darbo ataskaitą su išvadomis.

2. GENERATORIUS

Darbo uždutis. Išnagrinėti trifazio kintamosios srovės generatoriaus su elektromagnetiniu žadinimu konstrukciją ir elektrinę schemą. Susipažinti su galimais konstrukcijos ir elektrinės schemos variantais, automobilių elektros generatorių įtampos reguliavimo principu, Sudaryti generatoriaus elektrovaros ir įtampos greitinės charakteristikas, kai generatorius dirba su įtampos reguliatorium ir be jo.

2.1. Veikimo principas



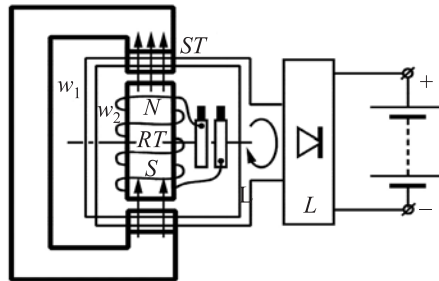
2.1 pav. Kintamosios srovės generatorius su besisukančiu nuolatiniu magnetu: ST – statorius su apvijomis w ; RT – rotorius

Iš bendrosios elektrotechnikos žinome, kad, kai magnetinio lauko, kertančio laidininką, stiprumas keičiasi, jo galuose atsiranda kintamo dydžio potencialų skirtumas. Šis dėsnis panaudotas generatoriuje. Jo veikimą paaiškina 2.1 paveiksle pateikta schema. Kaip matome, sukant įmagnetintą rotorių RT , magnetinis laukas kerta statoriaus ST apviją w , kurioje sukuriama elektrovara. Jos kryptį galima nustatyti pagal dešinėsios rankos taisyklę. Kadangi, sukantis rotorui, tas pačias vijas pakaitomis kerta šiaurės ir pietų polių magnetinio lauko linijos, apvijoje keičiasi indukuotos elektrovaros kryptis, t. y. sukuriama kintamoji elektrovara. Išorės grandinėje teka kintamoji srovė.

Tai – kintamosios srovės generatorius. Ją išlyginus, turima nuolatinė srovė. Paprasčiausias lygintuvas yra mechaninis, panaudotas nuolatinės srovės generatoriuje

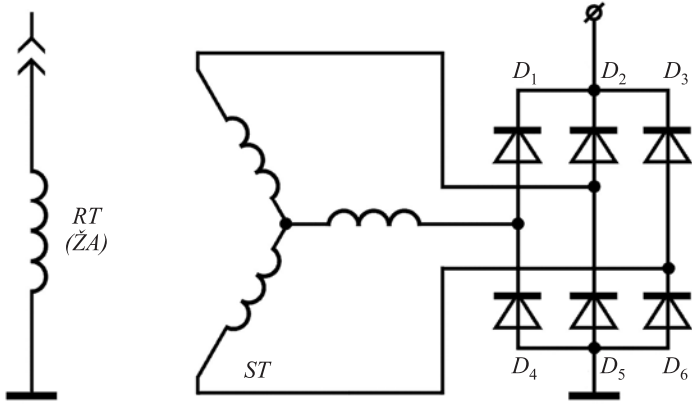
Kol nebuvo puslaidininkių lyginimo diodų, automobiliuose buvo naudojami tik nuolatinės srovės generatoriai. Sukūrus galingus silicio diodus, iki tol naudoti nuolatinės srovės generatoriai buvo pakeisti kintamosios srovės generatoriais su puslaidininkių lygintuvu (2.2 pav.). Magnetiniam laukui sukurti juose naudojamas elektromagnetas. Srovė į jo apviją tiekiami per besisukančius žiedus ir nejudančius šepečius. Palyginti su nuolatinės srovės generatoriaus šepečių ir pusžiedžių mazgu, šis yra daug paprastesnis, lengvesnis. Per jį teka tik 5–10 proc. tos srovės, kuri tekėtų per tokios pat galios nuolatinės srovės generatoriaus šepečių mazgą.

Yra kintamosios srovės generatorių rūšis, kai apsieinama be šepečių. Jų magnetinio lauko sukūrimo apvija nejuda.

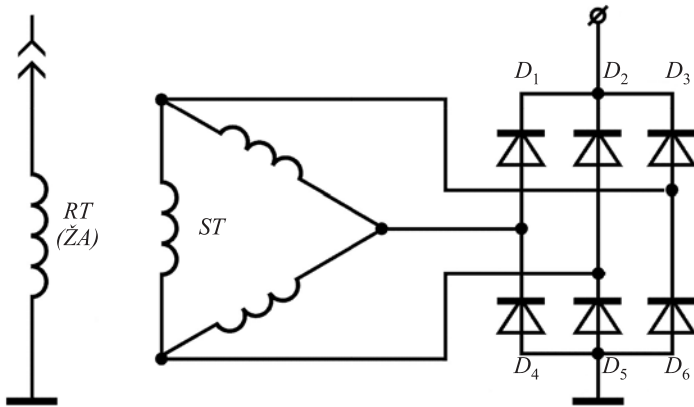


2.2 pav. Kintamosios srovės generatorius su nejudančia apvija w_1 statoriuje ir besisukančia elektromagnetinio žadinimo apvija w_2 rotoriuje

2.2. Principinės apvijų sujungimo schemas



2.3 pav. Trifazio kintamosios srovės (su lygintuvu) generatoriaus, sujungto žvaigžde, schema

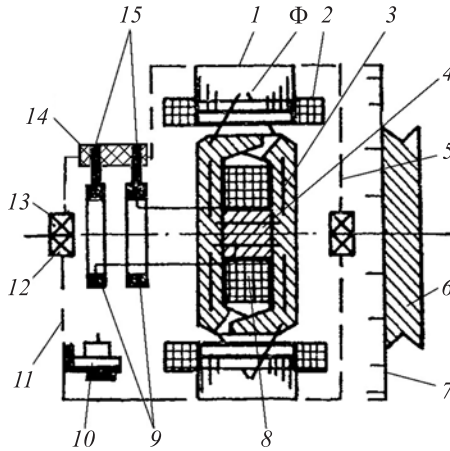


2.4 pav. Trifazio kintamosios srovės (su lygintuvu) generatoriaus, sujungto trikampiū, schema

Praktiškos kintamosios srovės generatorių schemas pateiktos 2.3 ir 2.4 paveiksluose. Kintamosios srovės generatorių schemų įvairovė yra didelė. Jie gali būti vienfaziai, trifaziai, sujungti žvaigžde (2.3 pav.) ir trikampiui (2.4 pav.) bei daugiafaziai, sujungti daugiakampiui. Srovei lyginti naudojami tilteliai. Diodų skaičius du kartus didesnis negu fazių skaičius, nepaisant, ar jos sujungtos žvaigžde, ar daugiakampiui.

2.3. Konstrukcija

Labiausiai paplitusio generatoriaus su elektromagnetiniu sužadiniu konstrukcijos schema pateikta 2.5 paveiksle. Jo korpusą 1 sudaro elektrotechninio plieno šampuotų plokštelių pluoštas. Plokštelių šonai oksiduoti, kad korpuse netekėtų sukūrinės srovės. Vidinėje jų pusėje štapavimo metu iškertamos išėmos. Pluošte susidaro grioveliai, į kuriuos įdedamos trifazės arba daugiafazės statoriaus apvijos 2. Žadinimo poliai 3 nukalti iš masyvaus elektrotechninio plieno ir turi ilčių formą. Dėl to labai paprasta žadinimo apvija. Ją sudaro viena cilindro formos ritė 8, užmauta ant generatoriaus veleno. Toks rotoriaus mazgas labai atsparus išcentrinėms jėgoms. Žadinimo apvija tekanti srovė sukuria magnetinį srautą Φ . Iš šiaurės poliaus per oro tarpą tarp statoriaus ir rotoriaus jis pakliūva į korpusą. Juo pereina iki pietų poliaus. Tada antrą kartą kerta oro tarpą, pietų poliaus medžiaga ir specialia įvore 4 vėl pasiekia šiaurės polių. Generatoriaus dangčiai 5 ir 11 labai skiriasi, tačiau abu pagaminti iš aliuminio lydinio, turi aušinimo angas, ausis generatoriui tvirtinti ir jo diržui įtempti. Ventilatorius 7 orą traukia iš generatoriaus. Nors su skriemuliu 6 jis sudaro vieną mazgą, tačiau gaminamas atskirai.



2.5 pav. Kintamosios srovės generatoriaus su elektromagnetinio žadinimo apvija rotoriuje konstrukcijos schema: 1 – statoriaus šerdis; 2 – statoriaus apvija; 3 – žadinimo poliai; 4 – feromagnetinė įvorė; 5 – priekinis dangtis; 6 – skriemulys; 7 – ventiliatorius; 8 – žadinimo apvija; 9 – žiedai; 10 – lygintuvas; 11 – užpakalinis dangtis; 12 – ašinė veleno linija; 13 – rutuliniai guoliai; 14 – šepėčių laikiklis; 15 – šepėčiai; Φ – žadinimo srautas

Jo skersmuo gerokai didesnis negu skriemulio. Be to, ventiliatorius štampuojamas iš skardos, o skriemulys liejamas iš ketaus. Lygintuvas 10 montuojamas užpakaliniame dangtyje, kad būtų aušinamas šviežiu oru. Kaip matome iš principinių generatorių schemų, lygintuvo diodai sudaro dvi grupes, todėl sumontuoti dviejose viena nuo kitos izoliuotose plokštelėse. Jos taip pat aušina diodus. Viena plokštelė sujungta su generatoriaus korpusu ir yra neigiamasis lygintuvo gnybtas, antroji izoliuota – teigiamasis gnybtas. Žadinimo apvijos galai prilituoti prie dviejų varinių žiedų su izoliaciniu pagrindu, įpresuotų ant veleno 12. Velenas sukasi riedėjimo guoliuose 13, įpresuotuose generatoriaus dangčiuose. Žiedus liečia šepėčiai 15, sumontuoti laikiklyje 14.

Generatorius pradeda veikti, kai žadinimo apvija teka srovė, o magnetinis laukas pereina į statorių taip, kaip parodyta paveiksle. Tuomet, sukant rotorių, pro statoriaus apvijas praeina tai siaurės, tai

pietų polių. Šis kintamasis magnetinis laukas statoriaus apvijose sukuria elektrovą, kuri varo srovę į išorės grandinę.

Nuolatinės srovės generatoriaus elektros energijos generavimo principas toks pat kaip ir aprašytame kintamosios srovės generatoriuje, nors jų konstrukcija labai skiriasi.

2.4. Charakteristikos ir parametrai

Kintamosios srovės generatoriaus sukuriama elektrovą E_{\sim} išreiškiama:

$$E_{\sim} = c_e \Phi n, \quad (2.1)$$

čia $c_e = 4k_m k_a p / 60$ – pastovus dydis, priklausantis nuo generatoriaus konstrukcijos;

k_m – magnetinio lauko formos koeficientas;

k_a – apvijų koeficientas;

p – polių porų skaičius;

Φ – magnetinio srauto reikšmė oro tarpe tarp rotoriaus ir statoriaus;

n – veleno sukimosi dažnis.

Lygintuvo gnybtuose esanti įtampa U bus mažesnė negu elektrovą E_{\sim} įtampos kritimu generatoriaus viduje (apvijose), t. y. $U = E_{\sim} - DU_G$. Fazijų A , B ir C įtampos yra perstumtos 120° ir išreiškiamos:

$$U_A = U_{fm} \sin \omega t, \quad (2.2)$$

$$U_B = U_{fm} \sin (\omega t - 2\pi/3), \quad (2.3)$$

$$U_C = U_{fm} \sin (\omega t + 2\pi/3), \quad (2.4)$$

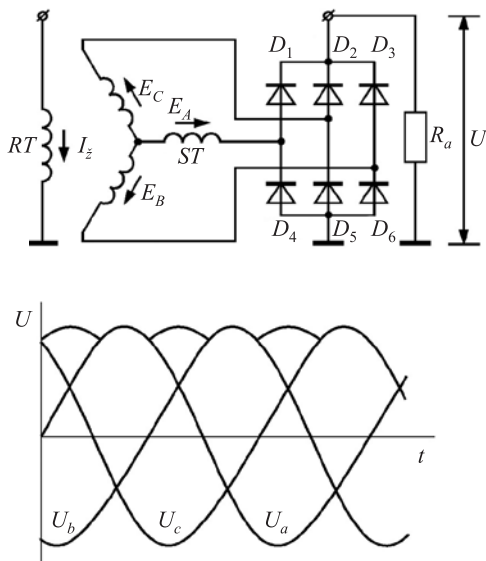
čia U_m – fazinės įtampos amplitudinė reikšmė;

$\omega = \pi p n / 30$ – magnetinio lauko dažnis.

Grafinis šių įtampų kitimo vaizdas pateiktas 2.6 paveiksle. Jei generatoriaus lygintuvas apkrautas aktyviaja varža R_a , tai per diodus į ją tekės srovė, kurią nusakys linijinės generatoriaus įtampos, išreiškiamos kaip fazinių įtampų skirtumas $U_{AB} = U_A - U_B$, $U_{AC} = U_A - U_C$ arba $U_{BC} = U_B - U_C$. Srovė vienu metu tekės tik per du diodus. Įtampa ir srovė apkrovos varžoje R_a bus pulsuojanti. Pulsavimo dažnis yra šešis kartus didesnis negu kintamosios srovės dažnis generatoriaus apvijose. Kaip matome iš kreivių, galime nesunkiai apskaičiuoti minimalią U_{\min} ir maksimalią U_{\max} išlygintos įtampos reikšmę. Taigi $U_{\min} = 1,5U_m$; $U_{\max} = 1,73 U_m$. Išlygintos įtampos vidutinę reikšmę U_{vid} galima apskaičiuoti iš išlygintos įtampos kreivės integruojant ją pulsacijos periodo ribose, t. y. $1/12$:

$$U_{\text{vid}} = \frac{1}{6} \int_0^{T/12} \sqrt{3} U_m \cos \omega t \, dt = 1,65 U_m = 2,33 U_f = 1,35 U_1, \quad (2.5)$$

čia U_f ir U_1 – fazinė ir linijinė efektinės įtampos.



2.6 pav. Trifazio kintamosios srovės generatoriaus įtampos

Įtampos pulsacijos amplitudė ΔU_{vid} yra maksimalios ir minimalios išlygintų įtampų skirtumas:

$$\Delta U_{\text{vid}} = (1,73 - 1,5)U_m = 0,23 U_m \quad (2.6)$$

Išreiškiant santykinai:

$$\delta U_{\text{vid}} = \Delta U_{\text{vid}} / U_{\text{vid}} = 0,23U_m / 1,65U_m = 0,139. \quad (2.7)$$

Kaip matome, kai vidutinė išlyginta įtampa yra 14 V, įtampos pulsacija yra 1,95 V. Suprantama, kad apkrovoje turėsime analogišką srovės pulsaciją. Srovė I_a apkrovos varžoje R_a gali būti išreiškiama:

$$I_a = \frac{E_{\sim}}{Z_a} = \frac{E_{\sim}}{\sqrt{(r_G + R_a)^2 + X_G^2}}, \quad (2.8)$$

čia r_G ir X_G – apvijų aktyvinė ir induktyvinė varžos.

Kaip žinoma:

$$X_G = 2\pi f L_G = 2\pi p n L_G / 60 = C_x n, \quad (2.9)$$

čia L_G – apvijų induktyvumas;

$C_x = \pi p L_G / 30$ – pastovus dydis.

Į formulę įrašę E_{\sim} ir X_G išraiškas, gauname:

$$I_a = C_e \Phi n / \sqrt{(r_e + R_a) + C_x^2 n^2}. \quad (2.10)$$

Nuolatinės srovės generatoriaus išvystoma elektrovara E_{\sim} apskaičiuojama panašiai kaip ir kintamosios:

$$E_{\sim} = p N \Phi n / a 60, \quad (2.11)$$

čia N – inkaro apvijos aktyvių laidininkų skaičius;
 a – inkaro apvijos lygiagrečių šakų porų skaičius;
 Φ – magnetinio srauto dydis.

$$C_e = pN / a60 = \text{const} , \quad (2.12)$$

todėl

$$E_{=} = C_e \Phi n. \quad (2.13)$$

Svarbiausios automobilio generatoriaus charakteristikos yra dažnuminės, t. y. įvairių parametų, pirmiausia įtampos generatoriaus gnybtuose ir jo srovės, priklausomybės nuo rotoriaus sukimosi dažnio, nes eksploatuojant jis labai kinta (apie 10 kartų).

Įtampos charakteristika $U_G = f(n)$, kai $R_a = \text{const}$ – įtampos U_G generatoriaus gnybtuose priklausomybė nuo rotoriaus sukimosi dažnio n , esant pastovaus dydžio apkrovai R_a . Ji gali būti sudaryta dirbant generatoriui svetimio ir nuosavo žadinimo režimu.

Pradžioje šiai charakteristikai sudaryti sujunkime generatoriaus svetimio sužadavimo schemą, pateiktą 2.7 paveiksle. Reostatu R_z nustatoma tam tikro dydžio (pvz., nominalioji) žadinimo srovė I_{zN} . Pirmoji charakteristika (2.8 pav.) sudaroma dirbant generatoriui tuščiąja veika, t. y. kai jungiklis J_2 išjungtas. Ji atitinka generatoriaus elektrovaros išraišką ir yra tiesė, einanti per koordinatinių pradžių. Antroji – kai generatoriaus apkrovimo varža R_a lygi nominaliai reikšmei. Šiuo atveju, didėjant sukimosi dažniui, įtampos augimo greitis mažėja. Analitinė charakteristikos išraiška tai patvirtina. Ji gali būti gauta apskaičiavus generatoriaus apkrovimo varžoje R_a įtampos kritimą, kurį sukelia srovė I_a (2.10):

$$U_G = R_a I_a = R_a E_{=} / \sqrt{(r_G + R_a)^2 + C_x^2 n^2} ,$$

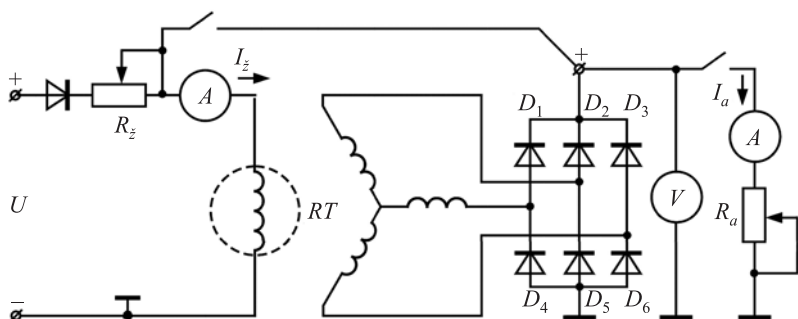
arba

$$U_G = E_{\sim} / \sqrt{(r_G + R_a)^2 / R_a^2 + C_x^2 n^2 / R_a^2} . \quad (2.14)$$

Jei pažymėsime $r_G + R_a^2 / R_a^2 = A$ ir $C_x^2 / R_a^2 = B$, tuomet gausime:

$$U_G = E_{\sim} / \sqrt{A + Bn^2} . \quad (2.15)$$

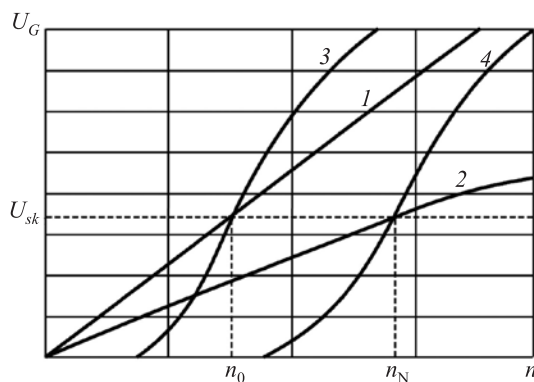
Kaip matome, apkrauto generatoriaus įtampa yra jo elektrovaros dalis, t. y. elektrovara, sumažinta $(A + Bn^2)^{0,5}$ kartų. Šis reiškiny yra didesnis už vienetą ir auga šiek tiek greičiau negu sukimosi dažnis. Dėl to ir lėtėja įtampos augimas generatoriaus gnybtuose, didėjant jo sukimosi dažniui.



2.7 pav. Schema kintamosios srovės generatoriaus charakteristikoms sudaryti

Sudarant nuosavo žadinimo charakteristikas (2.8 pav.), reikia įjungti jungiklį J_1 , kai generatoriaus įtampa šiek tiek viršija skaičiuotinę įtampą U_{sk} . Tuomet žadinimo srovė pradeda tekėti iš generatoriaus. Diodas D neleidžia generatoriaus srovei tekėti į ankstesnįjį žadinimo srovės šaltinį. Charakteristika 3 sudaroma, kai J_2 jungiklis atjungtas. Tuomet generatorius dirba tuščiąja veika. Vėliau jungikliu J_2 įjungiamą nominalioji apkrovos varža ir sudaroma 4-oji charakteristika. Kaip matome, abi charakteristikos sudarytos nuosavo žadinimo režimu, panašios viena į kitą. Jų kitimas daug sudėtingesnis, negu esant svetimam žadinimui. Čia atsirado dar vienas kintamasis – žadinimo srovė. Ji didėja, didėjant generatoriaus įtampai. Dėl to viršutinėse 3

ir 4 charakteristikų dalyse, didėjant sukimosi dažniui, įtampos augimo greitis sumažėja. Čia generatoriaus žadinimo srovė yra didelė, ir generatoriaus magnetinė grandinė įsisotina. Magnetinis žadinimo srautas beveik nedidėja, todėl įtampos augimo pobūdis darosi panašus į svetimio žadinimo atvejį. Tačiau žadinimo srovė čia gerokai didesnė negu nominalioji, todėl ir įtampos didesnės.



2.8 pav. Kintamosios srovės generatoriaus įtampos priklausomybės nuo sukimosi dažnio

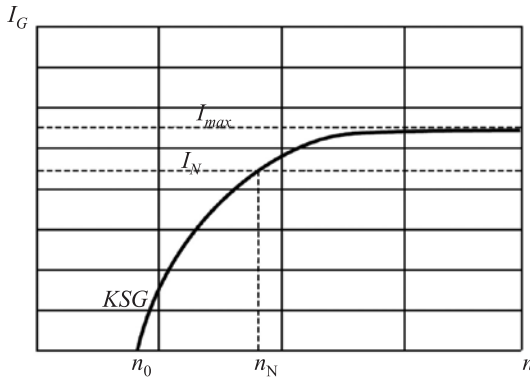
Kintamosios srovės generatoriui dirbant automobilyje, pradžioje jis žadinamas iš akumuliatorių baterijos. Jo įtampa kinta pagal 1 ir 2 charakteristikas. Tačiau kai generatoriaus įtampa pasidaro didesnė negu akumuliatoriaus, žadinimo srovė pradeda tekėti iš generatoriaus, jis ima dirbti nuosavo žadinimo režimu, t. y. pagal 3 ir 4 charakteristikas.

Nuolatinės srovės generatoriai automobilyje dirba nuosavo žadinimo režimu, todėl jų charakteristikos yra panašios į 3 ir 4 kreives.

Iš pateiktų charakteristikų galima nustatyti kai kuriuos generatoriaus parametrus. Dėl to lygyje $U_G = U_{sk}$ nubrėžę horizontalią liniją susikirtimo U_1 ir U_2 charakteristikų linijomis vietose, randame pradinį tuščiosios veikos ir minimalųjį sukimosi dažnius n_o ir n_N . Tai minimalūs generatoriaus parametrai. Pirmasis – kai generatorius išvysto skaičiuotinę įtampą tuščiojoje veikoje. Praktiškai tai yra sukimosi dažnis, kai generatorius pradeda krauti akumuliatorių bateriją.

Antrasis – kai generatorius teikia nominaliąją srovę, esant skaičiuotinai įtampai, t. y. išvysto nominaliąją galią. Generatorius dar turi maksimalaus sukimosi dažnio parametą n_{\max} . Jį lemia ne elektriniai, bet kiti reikalavimai, kaip antai: ilgaamžiškumas, konstrukcija ir kt.

Srovės charakteristika $I_G = f(n)$, kai $U_G = \text{const}$ – generatoriaus srovės I_G priklausomybė nuo rotoriaus sukimosi dažnio, esant generatoriaus skaičiuotinai įtampai $U_G = U_{sk} = \text{const}$ bei žadinimo srovei $I_z = I_{zN} = \text{const}$. Charakteristikai sudaryti galima sujungti schemą, pavaizduotą 2.7 paveiksle. Pirmasis taškas yra, kai $I_G = 0$ ir $n = n_0$. Toliau didinant sukimosi dažnį, generatoriaus apkrova didinama taip, kad įtampa išliktų lygi skaičiuotinai reikšmei U_{sk} . Srovė I_G asimptotiškai artės prie tam tikros maksimalios reikšmės $I_{G\max}$ (2.9 pav.).



2.9 pav. Kintamosios srovės generatoriaus srovės priklausomybė nuo sukimosi dažnio

Jos dydį galima apskaičiuoti iš formulės kaip srovės I_G ribą, didėjant sukimosi dažniui n iki begalybės:

$$I_{G\max} = \lim_{n \rightarrow \infty} I_G = \lim_{n \rightarrow \infty} C_e \Phi n / \sqrt{\left((r_a + R_a)^2 + C_x^2 n^2 \right)} = (C_e / C_x) \Phi \quad (2.16)$$

Reikšmė $I_{G\max}$ vadinama generatoriaus nuosavo ribojimo srove. Nominalioji generatoriaus srovė I_N , kuriai esant skaičiuojami jo

parametrai, kaip antai matmenys, masė yra $(0,7-0,75) I_{G\max}$. Ji randama nubrėžus charakteristiką $I_G = f(n)$ ir iš koordinatinių pradžios išvedus jai liestinę. Lietimosi taško koordinatės yra I_N ir n_N .

Kai generatorius tiekia maksimalią srovę $I_{G\max}$, esant skaičiuotinaai įtampai U_{sk} , jis išvysto maksimalią galią $P_{G\max}$:

$$P_{G\max} = I_{G\max} U_{sk}.$$

Kad generatorius ir jo elementai neperkaistų, jo aušinimas skaičiuojamas šiam režimui.

2.5. Įtampos reguliavimas

Įtampą generatoriaus gnybtuose U_G bendriausiu atveju galima apskaičiuoti iš 2.10 paveiksle pateiktos schemos.

$$U_G = E - \Delta U_G \quad (2.17)$$

čia E – generatoriaus elektrovara;
 ΔU_G – įtampos kritimas generatoriaus vidaus varžoje.

Kintamosios srovės atveju ji apskaičiuojama:

$$U_G = I_a Z_G,$$

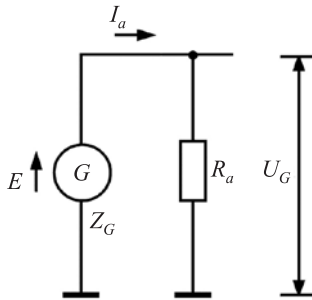
čia

$$Z_G = \sqrt{r_G^2 + X_G^2} = \sqrt{r_G^2 + C_X^2 n^2} \quad (2.18)$$

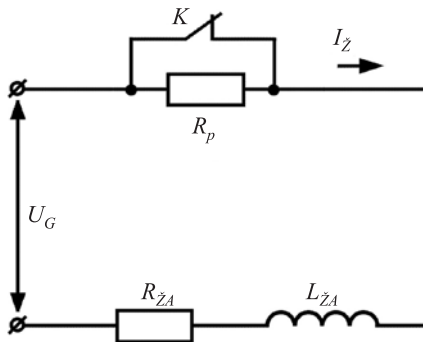
Įrašę (2.1), (2.10), (2.18) reikšmes į (2.17), gauname:

$$U_G = C_e \Phi n - \frac{C_e \Phi n \sqrt{r_G^2 + C_X^2 n^2}}{\sqrt{(r_G + R_a)^2 + C_X^2}} = C_e \Phi n \left(1 - \frac{\sqrt{r_G^2 + C_X^2 n^2}}{\sqrt{(r_G + R_a)^2 + C_X^2}} \right) \quad (2.19)$$

Kaip matome, i formulę įeina pastovūs koeficientai C_e ir C_x , mažai kintanti generatoriaus apvijų varža r_G (kinta dėl įšilimo), nuo automobilio



2.10 pav. Atstojamoji generatoriaus schema įtampai skaičiuoti



2.11 pav. Generatoriaus žadinimo grandinės atstojamoji schema

darbo režimo labai priklausantys dydžiai R_a ir n bei laisvai keičiamas srautas Φ . Norint išlaikyti vienodo dydžio generatoriaus įtampą U_G , kai kinta dydžiai r_G , R_a ir n , reikia keisti generatoriaus žadinimo srautą Φ . Automobilių generatoriuose tai daroma impulsiniu metodu keičiant srovę žadinimo apvijoje.

2.6. Impulsinis žadinimo srovės reguliavimo būdas

Impulsinis reguliavimas technikoje labai paplitęs. Visiems gerai žinomi tokie įrenginiai kaip šaldytuvai, lygintuvai, elektriniai vandens šildytuvai ir kt. Jų reguliatoriai tam tikru dažniu prijungia ir atjungia įrenginį prie elektros tinklo. Jei prijungtos būsenos laikas t_1 , o atjungtos t_2 , tuomet įrenginio junginėjimo dažnio periodą T sudarys laikų t_1 ir t_2 suma:

$$T = t_1 + t_2. \quad (2.20)$$

Norint pakeisti reguliavimo parametro dydį (pvz., vandens temperatūrą), reikia keisti laikų t_1 ir t_2 santykį.

Automobilių generatorių įtampos reguliatoriai taip pat dirba impulsiniu metodu. Norėdami suprasti srovės reguliavimą žadinimo apvijoje, nubraižykime generatoriaus žadinimo grandinės atstojamąją elektrinę schemą (2.11 pav.). Ji pateikta savo induktyvumu $L_{\dot{z}A}$ ir apvijų laidų varža $R_{\dot{z}A}$. Be to, grandinėje papildomai nuosekliai įjungta varža R_p , šuntuota kontaktais K . Tegul įtampa U_G prilygsta generatoriaus įtampos vidutinei reikšmei ir nekinta. Kai reguliatoriaus kontaktai sujungti, grandinėje teka maksimali žadinimo srovė:

$$I_{\dot{z}\max} = U_G / R_{\dot{z}A}. \quad (2.21)$$

Kai jie atjungti – minimali:

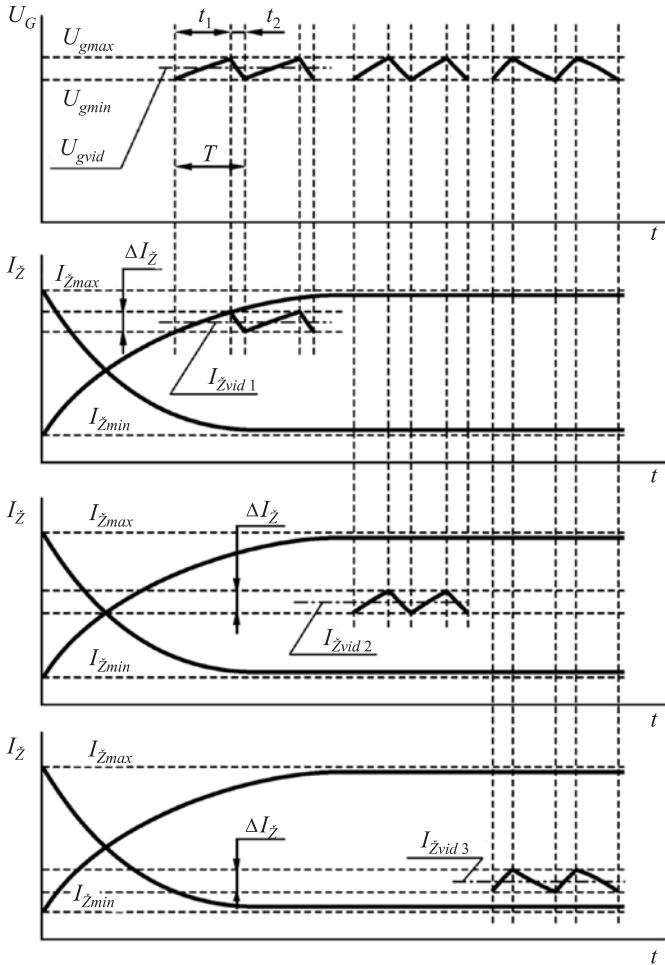
$$I_{\dot{z}\min} = U_G / (R_p + R_{\dot{z}A}). \quad (2.22)$$

Sujungus ir atjungus kontaktus K , srovė grandinėje didėja ir mažėja eksponentiškai.

Išnagrinėkime charakteringus žadinimo srovės impulsinio reguliatoriaus darbo atvejus (2.12 pav.). Kaip žinome, srovės $I_{\dot{z}\max}$ ir $I_{\dot{z}\min}$ yra ribiniai dydžiai. Joms tekant žadinimo apvija, generatoriaus žadinimo polių magnetinėje grandinėje yra maksimalus arba minimalus žadinimo srautas $\Phi_{\dot{z}\max}$ ir $\Phi_{\dot{z}\min}$. Tačiau kai reguliatoriaus kontaktai K junginėjasi, srovė žadinimo grandinėje svyruoja apie vidutinę

reikšmę I_{zvid} . Jos dydis priklausys nuo žadinimo apvijos grandinės varžos, kurios vidutinė reikšmė keisis, kintant laikų t_1 ir t_2 santykiui. Tegul kontaktų sujungtos būsenos laikas bus t_1 , o atjungtos t_2 , tuomet atstojamoji grandinės varža R_{zef} gali būti apskaičiuota pagal formulę:

$$R_{zef} = (R_{zA}t_1 + (R_{zA} + R_p)t_2) / (t_1 + t_2).$$



2.12 pav. Impulsinio žadinimo srovės reguliavimo procesai

Arba

$$R_{\text{žef}} = ((R_{\text{žA}}(t_1 + t_2) + R_p t_2) / (t_1 + t_2)) = R_{\text{žA}} + \tau R_p, \quad (2.23)$$

čia $\tau = t_2 / (t_1 + t_2)$ – santykinis atjungtos kontaktų būsenos laikas.

Kaip keičiasi žadinimo srovė, kintant kontaktų atjungtos būsenos laikui, iliustruoja 2.12 paveiksle pateikti atvejai:

- 1) $t_1 > t_2$ ($0 < \tau < 0,5$) – grandinėje teka srovė $I_{\text{žvid1}}$;
- 2) $t_1 = t_2$ ($\tau = 0,5$) – grandinėje teka srovė $I_{\text{žvid2}}$;
- 3) $t_1 < t_2$ ($0,5 < \tau < 1$) – grandinėje teka srovė $I_{\text{žvid3}}$.

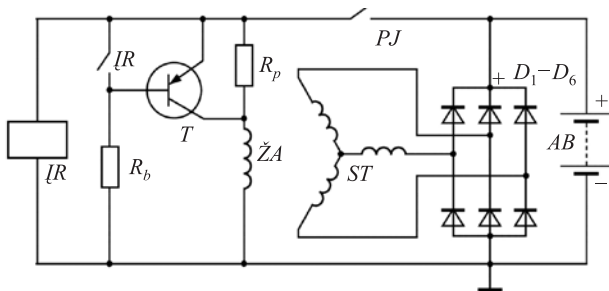
Vidutinės srovės $I_{\text{žvid1}}$, $I_{\text{žvid2}}$ ir $I_{\text{žvid3}}$ galima apskaičiuoti integruojant srovės kitiimo funkciją periodo T metu.

Nesunku suprasti, kad žadinimo srovės svyravimas sukels ir generatoriaus įtampos svyravimą. Generatoriaus žadinimo srovės kitiimo pobūdis bus sudėtingesnis negu nagrinėtieji atvejai, nes, keičiantis žadinimo srovei, šiek tiek kinta generatoriaus įtampa, kurią laikėme nekintančia. Paklaida bus apie 10 proc.

Šiuo metu automobiliuose naudojami vibraciniai, kontaktiniai tranzistoriniai ir bekontaktiniai reguliatoriai.

2.7. Elektroniniai įtampos reguliatoriai

Pirmiausia buvo sukonstruoti tranzistoriniai kontaktiniai reguliatoriai (2.13 pav.). Jų pagrindą sudaro elektromagnetinė relė IR ,



2.13 pav. Kontaktinio tranzistorinio įtampos reguliatoriaus schema

tačiau čia ji komutuoja ne generatoriaus žadinimo srovę, kaip buvo vibraciniame reguliatoriuje. Relės kontaktai valdo tranzistorių T , kuris, vibruojant relės IR inkarėliui, generatoriaus žadinimo apviją $ŽA$ prijungia ir atjungia nuo maitinimo šaltinio.

Kaip matome, esant normaliai būsenai įtampos reguliatoriaus relės kontaktai IR atjungti. Relė paveiks tik tuomet, kai tarp apvijos gnybtų bus apie 14 V, todėl įjungus vidaus degimo variklio paleidimo jungiklį PJ , relės IR kontaktai bus atjungti. Tranzistorius T bus įjungtas, nes jo valdymo grandine iš energijos šaltinio per tranzistoriaus emiterio ir bazės sandūrą, varžą R_b į šaltinio minusinį gnybtą teka srovė. Tranzistoriaus varža bus kur kas mažesnė negu R_p dydis, todėl generatoriaus žadinimo apvija tekės maksimali srovė. Susidarys maksimalus žadinimo srautas. Didėjant generatoriaus rotoriaus sukimosi dažniui bei įtampai, paveiks relė IR , jos kontaktai susijungs. Jie šuntuos tranzistoriaus T emiterio ir bazės grandinę. Jo valdymo srovė nutrūks, ir tranzistorius bus išjungtas. Žadinimo srovė tekės per papildomąją žadinimo varžą R_p ir pradės mažėti. Silpnės žadinimo srautas, mažės generatoriaus įtampa ir relės IR inkarėlio įmagnetinimas. Jį veikianti elektromagnetinė jėga F_{el} pasidarys mažesnė negu spyruoklės jėga F_{sp} . Inkarėlis grįš į normalią padėtį ir tranzistorius vėl bus įjungtas.

Matome, kad relės inkarėlis vibruoja, junginėja relės kontaktus, taip pat ir tranzistorių. Kadangi tranzistorius galią stiprina keliasdešimt kartų, kontaktų komutuojama galia, palyginti su vibraciniu reguliatoriumi, sumažės tiek pat kartų. Jis visiškai nekibirkščiuos.

Išnagrinėtame reguliatoriuje tranzistorius veikia kaip stiprintuvas, todėl kitų vibracinio reguliatoriaus trūkumų nepanaikina. Jis nepadidina inkarėlio vibravimo dažnio, nekompensuoja aplinkos temperatūros poveikio. Dėl to reguliatoriuje turi būti panaudoti anksčiau minėti elementai. Be to, norint, kad tranzistorius patikimiau dirbtų, dažnai tenka panaudoti papildomus elementus. Vėliau buvo sukurti tobulesni bekontaktiniai įtampos reguliatoriai. Toliau tobulinant gamybos technologiją ir stengiantis didinti patikimumą, buvo sukurti integraliniai automobilių įtampos reguliatoriai. Juos gaminant

sutaupoma daug medžiagų, ypač spalvotųjų metalų. Jų konstrukcijos pagrindą sudaro metalinė plokštelė. Ši taip pat pagerina regulatoriaus aušinimą, sujungia jį su automobilio mase. Prie pagrindo tvirtinama keraminė plokštelė. Ant jos montuojami bekorpusiai elementai: tranzistoriai, diodai, varžos, kondensatoriai. Regulatoriaus elementai hermetizuojami užlydant juos šilumai ir drėgmei atspariu plastikumu. Taip pagaminti regulatoriai neremontuojami, todėl paskutinė gamybos operacija būna ribiniai bandymai. Jų metu norima atskirti gaminius, kuriuose yra nepastebėtų defektų. Bandymus sudaro kelios operacijos. Pavyzdžiui, darbas tam tikrą laiką $+85\text{ }^{\circ}\text{C}$ aplinkoje, esant maksimaliai regulatoriaus apkrovai, cikliški temperatūros poveikiai ($-40\text{ }^{\circ}\text{C} - +85\text{ }^{\circ}\text{C}$), išlaikymas (kelios paros) $+85\text{ }^{\circ}\text{C}$ temperatūroje. Integraliniai regulatoriai gali atlaikyti ilgalaikę $+115\text{ }^{\circ}\text{C}$ temperatūrą. Kadangi jie mažų matmenų, masės ir pritaikyti darbui aukštoje temperatūroje, yra tvirtinami prie generatoriaus korpuso, esančio arti vidaus degimo variklio – aukštų temperatūrų zonoje.

2-ojo laboratorinio darbo planas

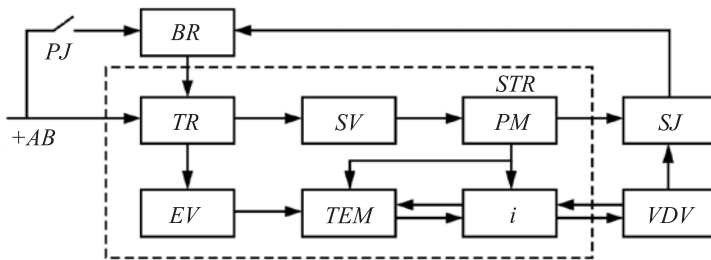
1. Išnagrinėti darbo apsaugos reikalavimus, bandant generatorių laboratorijos stende.
2. Išanalizuoti užduotį tikrinant duotąjį generatorių su įtampos reguliatoriumi.
3. Užrašyti duotojo generatoriaus techninius duomenis, bandymo stendo šio darbo dalies prietaisų techninius duomenis, pagalbinių prietaisų techninius duomenis.
4. Tvirtinti bandomąjį generatorių stende ir jo gnybtus sujungti su atitinkamais stendo gnybtais.
5. Sudaryti generatoriaus elektrovaros be įtampos regulatoriaus ir jo įtampos su reguliatoriumi kitimo charakteristikas nuo generatoriaus veleno sukimosi dažnio.
6. Nubraižyti grafikus $E_f(n)$ ir $U_f(n)$ ir padaryti išvadas.
7. Parengti darbo ataskaitą.

3. PALEIDIMO SISTEMA

Darbo užduotis. Išnagrinėti paleidimo sistemos blokinę schemą ir tipinio starterio konstrukciją. Susipažinti su starterių konstrukciniais ir scheminiais variantais. Sudaryti pagrindines starterio charakteristikas.

3.1. Funkcinė paleidimo sistemos schema

Kai vidaus degimo variklio alkūninio veleno sukimosi dažnis artimas nuliui, jo sukimo momentas lygus nuliui. Variklis pradės veikti, jei jo veleną suksime dažniu, kuriam esant vidaus degimo variklis išvysto sukimo momentą, didesnį negu nuostolių momentas. Kaip matome iš 3.1 paveiksle pateiktos paleidimo sistemos schemos, jos pagrindinis įrenginys – starteris privalo turėti paleidimo variklį, šio variklio paleidimo aparatūrą, paleidimo ir vidaus degimo variklių velenų sujungimo bei atjungimo, taip pat sukimosi dažnių suderinimo mechanizmus. Be to, šiuolaikinėse paleidimo sistemose įrengiama starterio blokavimo grandis, kad jis sustotų, kai paleidžiamas vidaus degimo variklis, o jei jis jau veikia – kad nebūtų įjungtas starteris.



3.1 pav. Paleidimo sistemos funkcinė schema:

STR – starteris (TR – traukos relė, EV – elektros variklis, SV – svirčių sistema, PM – postūmio mechanizmas, TEM – tuščiosios veikos mova, i – reduktorius); VDV – vidaus degimo variklis; PJ – paleidimo jungiklis; BR – blokavimo relė; D – vidaus degimo variklio sukimosi dažnio jutiklis

Starteris turi nuolatinės srovės variklį *EV*. Iš visų variklių rūšių didžiausią paleidimo momentą turi nuoseklaus ir mišraus žadinimo varikliai. Į variklio paleidimo aparatūrą įeina pagrindinio jungiklio kontaktai *PJ*, blokavimo relė *BR* ir traukos relė *TR*. Ji turi stiprios srovės kontaktus ir be jokių tarpinių grandžių starterio variklį vidaus degimo variklio paleidimo metu sujungia su akumuliatorių baterija. Blokavimo relė atlieka dvi funkcijas: palengvina (sumažina srovę) pagrindinio jungiklio *PJ* kontaktų darbą ir, jei reikia, blokuoja starterio paleidimą. Šią komandą ji gauna iš vidaus degimo variklio veleno sukimosi dažnio jutiklio *SJ*. Vidaus degimo variklio ir starterio velenų sujungimo ir atjungimo mechanizmas turi tris pagrindines grandis: svirtis ir spyruokles *SV*, sujungimo mechanizmo postūmio movą *PM* ir tuščiosios veikos movą *TEM*. Ji sukimo momentą perduoda tik viena kryptimi – iš elektros variklio pusės į vidaus degimo variklį. Reduktorius suderina starterio ir vidaus degimo variklio velenų sukimosi dažnius.

3.1.1. Sistemos veikimas

Kai sujungiami pagrindinio jungiklio paleidimo *PJ* kontaktai, blokavimo relė *BR* prijungiama prie maitinimo šaltinio teigiamo gnybto *AB*. Jei vidaus degimo variklio alkūninis velenas nesisuka, jutiklis *SJ* nesiunčia draudimo impulsų, tuomet blokavimo relė *BR* leidžia tekėti srovei iš maitinimo šaltinio *AB* į traukos relę *TR*. Ji paveikia ir, įtraukus inkarą, per svirtis ir spyruokles *SV* pastumia movas *PM*, *TEM*, sujungia reduktoriaus *i* krumpliaračius su vidaus degimo variklio smagračio krumpliaračiu, o pabaigoje – savo kontaktus. Į variklį *EV* iš akumuliatorių baterijos pradeda tekėti srovė. Starterio variklis *EV* suka vidaus degimo variklio alkūninį veleną. Variklis paleidžiamas. Jo veleno sukimosi jutiklis *SJ* siunčia impulsus į blokavimo relę *BR*, kuri nutraukia akumuliatorių baterijos srovės tekėjimo į traukos relę *TR* grandinę. Ji atjungia starterio elektros variklį nuo akumuliatorių baterijos. Visos paleidimo sistemos grandys grįžta į pirminę būseną.

Paleidus vidaus degimo variklį, jo sukimosi dažnis padidėja apie 10 kartų, todėl keičiasi sukimo momento perdavimo kryptis. Ji eina iš

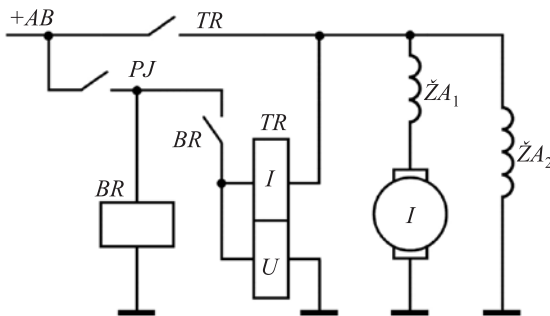
vidaus degimo variklio į starterio pusę. Jei starteris dar neatjungtas, vidaus degimo variklis jį pradėtų sukti neleistinu dažniu. Subyrėtų starterio inkaras, todėl nedelsiant turi būti atjungtas nuo vidaus degimo variklio smagračio. Tai padaro tuščiosios veikos mova *TEM*.

Kai įsitikinama, kad vidaus degimo variklis paleistas, atjungiami pagrindinio jungiklio paleidimo kontaktai *PJ*.

Tuo atveju, kai nėra blokavimo grandies, starterio variklis sukasi ir paleidimo sistemos grandys būna paleidimo būsenos tol, kol vairuotojas atjungia pagrindinio jungiklio kontaktus *PJ*.

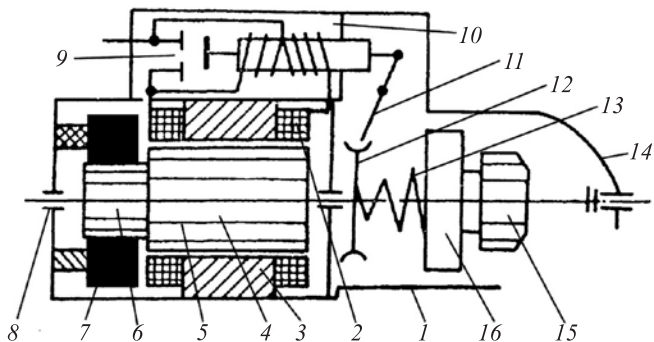
3.2. Paleidimo sistemos principinė elektrinė schema ir konstrukcija

Tipiškos paleidimo sistemos principinė elektrinė ir starterio konstrukcijos schemas pateiktos 3.2 ir 3.3 paveiksluose. Principinėje schemoje matome mišraus žadinimo variklį bei traukos relę, sudarytą iš dviejų apvijų – lygiagrečiosios *U* ir nuosekliosios *I*. Konstrukcijos schemoje pavaizduoti pagrindiniai starterio mazgai. Jo korpusas *I* gaminamas iš minkšto elektrotechninio plieno juostos sulenkiant ir suvirinant. Prie korpuso tvirtinami žadinimo poliai 3. Jie pagaminti taip pat iš elektrotechninio plieno. Ant žadinimo poliaus uždėta žadinimo apvija. Starteriai dažniausiai turi keturis žadinimo polius. Jei yra dvi žadinimo apvijos, tada nuosekloji, kaip pagrindinė, būna ant dviejų arba trijų polių, o lygiagrečioji – ant likusiųjų. Nuosekloji apvija turi mažai vijų.



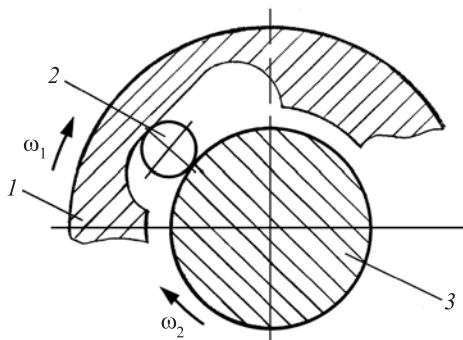
3.2 pav. Principinė paleidimo sistemos schema

Laido skerspjūvis yra didelis, nes jomis teka pagrindinė starterio srovė. Lygiagrečiosios apvijos laidas – mažo skerspjūvio, o vijų skaičius didelis. Ji jungiama prie starterio variklio šaltinio gnybtų. Elektros variklių inkaras labai panašus į nuolatinės srovės generatoriaus inkarą. Jį sudaro pluoštas šlampuotų elektrotechninio plieno plokštelių 4, kurių paviršius, oksiduojant metalą, padengtas plonu izoliacijos sluoksniu. Pluošto grioveluose sudėtos inkaro apvijos 5. Jos daromos iš stačiakampio skerspjūvio laido. Viename griovelyje būna dvi vijos. Jų galai jungiami prie kolektoriaus lamelių 6, kurios viena nuo kitos izoliuotos. Per šepečius ir lameles į inkaro apvijas teka srovė. Jie tvirtinami prie sujungtų su mase 7 ir nuo jos izoliuotų laikiklių. Prie starterio korpuso tvirtinama traukos relė 10. Ji ypatinga tuo, kad turi didelės eigos įtraukiamąjį inkarą. Kad relė paveiktų, jo magnetinėje šerdyje turi būti sukurtas stiprus magnetinis laukas. Dėl to apvija dažniausiai turi dvi dalis – lygiagrečiąją U (ji yra būtina) ir nuosekliąją I . Ši būna prijungta nuosekliai starterio variklio inkaro apvijai. Kol relės TR kontaktai nesujungti, srovė iš akumuliatorių baterijos teka per abi apvijas. Kai kontaktai sujungiami, nuoseklioji apvija šuntuojama, ir ji nenaudoja energijos, kuri tuo metu labai reikalinga vidaus degimo varikliui sukurti. Traukos relę išlaikyti įjungtą pakanka ir vienos apvijos. Traukos relės inkaras per trauklę, svirtį 11 ir postūmio mechanizmą bei tuščiosios veikos movą 17 su reduktoriaus mažuoju krumpliaračiu 16 sujungia starterio ir vidaus degimo variklio velenus. Mazgai 12, 13, 15 ir 16 slankioja veleno. Dalis jų slankioja veleno išdrožomis, kurios gali būti tiesios arba sraigto formos. Starterio sujungimo su vidaus degimo varikliu mechanizmas uždengtas priekiniu starterio dangčiu 14. Jis būna lietas iš ketaus arba aliuminio lydinio. Kai kurie starteriai šio dangčio neturi. Jei starteris ilgas, pertvareje įrengiamas trečiasis veleno slydimo guolis. Jei starteris neturi priekinio dangčio, slydimo guolis įrengiamas sankabos korpuse.



3.3 pav. Starterio konstrukcijos schema:

1 – korpusas; 2 – žadinimo poliai; 3 – žadinimo apvija; 4 – inkaro plieno šerdis; 5 – inkaro apvija; 6 – kolektoriaus lamelės; 7 ir 12 – šepečiai; 8 – tarpplaminė izoliacija; 9 ir 11 – šepečių laikikliai; 10 – užpakalinis dangtis su slydimo guoliu; 13 – traukos relė; 14 – svirtis; 15 – postūmio mechanizmas; 16 – tuščiosios veikos mova; 17 – starterio krumpliaratis; 18 – veleno ašinė linija; 19 – priekinis starterio dangtis; 20 – pertvara su tarpiniu guoliu



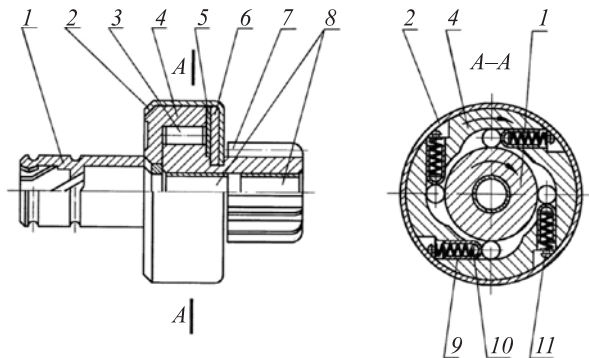
3.4 pav. Tuščiosios veikos movos su ritinėliais schema:

1 ir 3 – išorinė ir vidinė pusės; 2 – ritinėlis

Labai atsakingas starterio mazgas yra tuščiosios veikos mova. Ji apsaugo starterio inkarą nuo subyrėjimo, kai paleistas vidaus degimo variklis pradeda jį sukti.

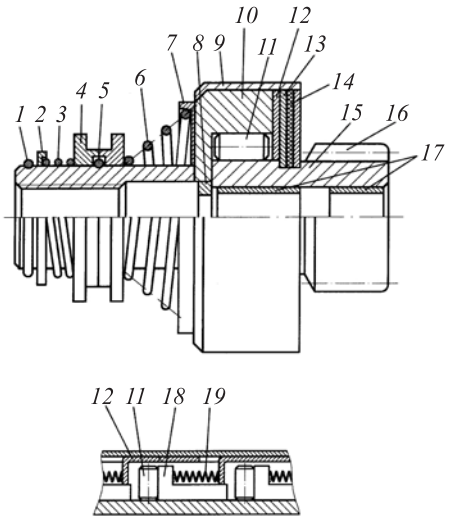
Labiausiai paplitusios tuščiosios veikos movos su ritinėliais. Rečiau naudojamos movos su cilindru ir tarkšle. Movos su ritinėliais turi varančiąją išorinę 1 ir varomąją vidinę 3 puses. Tarp jų yra ritinėliai 2 (3.4 pav.). Erdvė, kurioje yra ritinėliai, siaurėja (paviršius turi Archimedo spiralės formą), todėl, sukant varančiąją pusę, ritinėlis įsispraudžia tarp abiejų pusių paviršių. Abi movos pusės sukimba ir sukimo momentas perduodamas iš išorinės movos pusės į vidinę. Per ją – į starterio krumpliarati ir vidaus degimo variklio smagratį. Kai vidaus degimo variklis paleidžiamas, buvusi varomoji movos pusė tampa varančiąja, tačiau neilgam. Ji pradeda suktis greičiau negu išorinė ir ritinėlį išstumia į platesnę erdvės, kurioje jis yra, dalį. Abiejų movos pusių, taip pat vidaus degimo variklio ir starterio velenų sukibimas išyra. Jie pradeda suktis nepriklausomai vienas nuo kito.

Kad movos pusių sukibimas būtų patikimesnis, ritinėliai prispaudžiami. Pagal prispaudimo įtaisų konstrukciją movos skirstomos į plunžerines (3.5 pav.) ir beplunžeres (3.6 pav.) movas. Plunžerinėse movose kiekvieną ritinėlį prispaudžia atskiras plunžeris. Šio tipo movos blogai veikia, kai vidaus degimo variklio paleidimas nestabilus (su smūgiais). Be to, plunžerinės movos išorinė pusė dažnai trūksta, nes plunžerių kiaurymės susilpnina jo korpuso atsparumą. Tuo požiūriu beplunžerės movos yra patikimesnės. Jos gali turėti atskirus kiekvieno ritinėlio prispaudimo stūmiklius arba grupinę ritinėlių pastūmimo apkabą. Ji patikimai fiksuoja ritinėlius lygiagrečiai su movos ašimi ir vienodžiau juos prispaudžia. Dėl to sumažėja ritinėlių praslydimo galimybė.



3.5 pav. Plunžerinės movos konstrukcija:

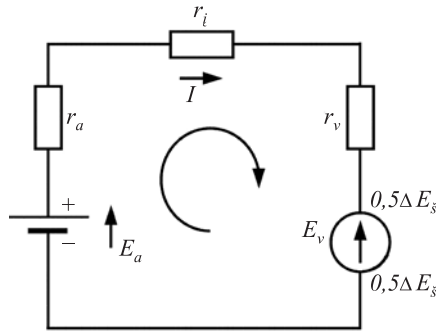
- 1 – įvorė; 2 – kevalas; 3 – ritinėliai; 4 – išorinė movos pusė;
- 5 ir 6 – skridinėliai; 7 – krumpliaratis; 8 – bronzinės įvorės; 9 – plunžeris;
- 10 – spyruoklė; 11 – atramėlė



3.6 pav. Beplunžerės movos konstrukcija:

- 1 ir 5 – fiksavimo žiedai; 2 ir 7 – atbrailos; 3 ir 6 – spyruoklės; 4 – įvorė;
- 8 – centravimo žiedas; 9 – apkaba; 10 – varančioji movos pusė;
- 11 – ritinėlis; 12 – plokštelė; 13 ir 14 – metalo ir veltinio skridinėliai;
- 15 – varomoji movos pusė; 16 – krumpliaratis; 17 – įvorės;
- 18 – stūmiklis; 19 – spyruoklė

3.3. Paleidimo sistemos charakteristikos



3.7 pav. Paleidimo sistemos elektrinių jėgos grandinių atstojamoji schema

Sudarant paleidimo sistemos analitines charakteristikų išraiškas, turi būti įvertintos net ir nedidelės jungimo laidų r_1 , akumuliatorių baterijos ir starterio elektros variklio vidaus varžos r_a ir r_v , nes starterio variklio grandinė teka didelė paleidimo srovė. Paleidimo sistemos atstojamojoje schemoje (3.7 pav.) įtampos kritimas šepečių ir kolektoriaus kontakte įvertinamas dydžiu ΔE_s , beveik nepriklausančiu nuo srovės. Energijos šaltinis turi elektrovarą E_a , kuri grandinėje pravarso srovę, o besisukantis starterio elektros variklis sukuria elektrovarą E_v , nukreiptą priešinga kryptimi negu akumuliatoriaus elektrovara.

Pagrindinės paleidimo sistemos charakteristikos – tai priklausomybės:

$$N_2 = f_1(I), M_2 = f_2(I), n = f_3(I), \eta = f_4(I), U_{st} = f_5(I), \quad (3.1)$$

čia N_2 – starterio galia velene;

I – srovė starterio elektros variklio grandinėje;

M_2 – sukimo momentas starterio velene;

n – starterio veleno sukimosi dažnis;

η – starterio naudingumo koeficientas;

U_{st} – įtampa starterio variklio gnybtuose.

Šias charakteristikas galima sudaryti išsprendus toliau pateiktą lygčių sistemą, į kurią įeina kelios iš mechanikos ir bendrosios elektrotechnikos kurso žinomos priklausomybės bei viena paleidimo sistemos atstojamajai schemai (3.7 pav.) pagal II Kirchhofo dėsnį sudaryta lygtis:

$$\begin{cases} N_{\text{el}} = \omega M_{\text{el}} \\ M_{\text{el}} = k_m \Phi I \\ \omega = \frac{\pi n}{30} \\ n = \frac{E_v}{k_e \Phi} \\ \frac{k_m}{k_e} = \frac{30}{\pi} \\ E_a - E_v = I(r_a + r_e + r_v) + \Delta E_s \\ N_2 = N_{\text{el}} - \Delta N_n \end{cases} \quad (3.2)$$

čia N_{el} ir M_{el} – starterio elektros variklio išvystoma elektromagnetinė galia ir momentas. Jie neįvertina mechaninių ir permagnetinimo nuostolių;

ω , (n) – starterio veleno sukimosi dažnis, s^{-1} (min^{-1});

k_m ir k_e – starterio variklio koeficientai, priklausantys nuo jo konstrukcijos;

Φ – magnetinis srautas starterio variklio oro tarpe;

ΔN_n – mechaniniai ir permagnetinimo nuostoliai starteryje.

Pradžioje sprendžiame šešių pirmųjų lygčių sistemą ir gauname:

$$N_{\text{el}} = (E_a - \Delta E_s)I - (r_a + r_e + r_v)I^2. \quad (3.3)$$

Norėdami nubrėžti šią priklausomybę, pradžioje nustatome taškus, kai starterio galia lygi nuliui:

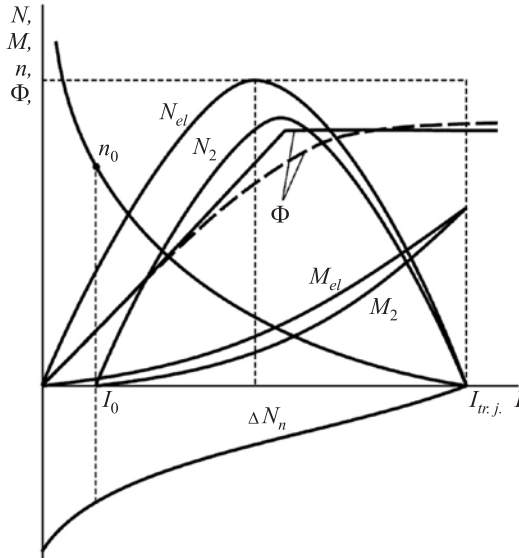
$$N_{el} = (E_a - \Delta E_s)I - (r_a + r_e + r_v)I^2 = 0. \quad (3.4)$$

Išsprendę šią suprastintą kvadratinę funkciją, gauname dvi šaknis:

$$I_1 = 0, \quad (3.5)$$

$$I_2 = \frac{E_a - \Delta E_s}{r_a + r_e + r_v}. \quad (3.6)$$

Kaip matome, srovė I_2 yra maksimali, nes ją riboja tik elektrovara šepėčiuose ir aktyvios grandinės varžos. Be to, srovės I_2 išraiškoje nėra elektros variklio elektrovaros E_v . Ją variklis sukuria tik sukdamasis. Vadinasi, starterio variklis nesisuka. Jis sustabdytas, todėl I_2 vadinama stabdymo arba trumpojo jungimo srove.



3.8 pav. Paleidimo sistemos charakteristikos

Žinant starterio srovę, galima apskaičiuoti žadinimo srautą Φ starterio elektros variklio oro tarpe. Jis pavaizduotas punktyrine linija 3.8 paveiksle. Srovei didėjant, srautas auga tiesiog proporcingai jai, tačiau vėliau elektros variklio magnetinė grandinė įsisotina ir srautas beveik nedidėja. Dėl to skaičiavimuose jį galima aproksimuoti dviem tiesiomis linijomis taip, kaip pavaizduota paveiksle. Žinodami srautą ir jį atitinkančią srovę, galime apskaičiuoti ir elektromagnetinio momento charakteristiką $M_{el} = f_2(I)$. Turėdami šias dvi priklausomybes galime sudaryti ir sukimosi dažnio kreivę.

Tarkime, kad akumulatoriaus vidaus varža r_a nepriklauso nuo srovės. Įtampos kritimas starterio variklio gnybtuose U_{str} tada bus reiškiamas tiesia linija:

$$U_{str} = E_a - \Delta U_{st}, \quad (3.10)$$

čia $\Delta U_{str} = (r_a + r_e)I$ – įtampos kritimas akumulatoriaus vidaus varžoje ir laiduose, jungiančiuose starterį su akumulatoriumi.

Norėdami sužinoti naudingą galią velene N_2 , turime iš elektromagnetinės galios atimti nuostolius. Analitiškai jie sunkiai apskaičiuojami, todėl dažniausiai pateikiami grafiškai, empirine išraiška arba lentelės forma. Sakykime, kad jie yra tokie, kaip pavaizduota 3.8 pav. priklausomybe $\Delta N_n = f_6(I)$. Gauta naujoji galios kreivė $N_2 = f_1(I)$ panaši į elektromagnetinės galios kreivę, bet skiriasi nuo parabolės. Jos pradžia nuo koordinatų pradžios yra nutolusi dydžiu I_0 , kuris lygus tuščiosios veikos srovei, nes šiame taške starterio išvystoma galia lygi nuliui. Jei iš šio taško išvesime vertikalią liniją iki susikirtimo su sukimosi dažnio charakteristika, gausime tuščiosios veikos sukimosi dažnį. Matome, kad nors jis ir didelis, tačiau ribotas. Jį riboja starterio nuostoliai.

Naudingasis starterio sukimo momentas M_2 jo velene lengvai apskaičiuojamas iš priklausomybės $N_2 = f_1(I)$ ir $n = f_3(I)$. Ši charakteristika prasideda taške I_0 ir eina šiek tiek žemiau negu M_{el} , su juo susilygindama trumpojo jungimo taške.

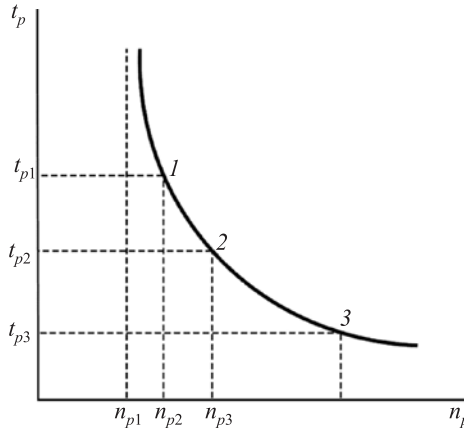
3.3.1. Paleidimo sistemos darbo taško nustatymas iš charakteristikų

Galia N_p , kurios reikia norint paleisti vidaus degimo variklį, apskaičiuojama pagal formulę:

$$N_p = \omega_p M_p, \quad (3.11)$$

čia ω_p – vidaus degimo variklio paleidimo alkūninio veleno sukimosi dažnis;

M_p – vidaus degimo variklio pasipriešinimo momentas paleidimo metu.



3.9 pav. Vidaus degimo variklio paleidimo trukmės t_p priklausomybė nuo paleidimo dažnio n_p

Vidaus degimo variklio paleidimo laikas t_p labai priklauso nuo alkūninio veleno sukimosi dažnio. Tai vaizduoja 3.9 paveiksle pateikta kreivė. Kaip matome, egzistuoja minimalus alkūninio veleno sukimosi dažnis, kuriam esant, paleidimo laikas didėja iki begalybės. Didėjant paleidimo dažniui, auga paleidimo galia. Egzistuoja patikimo paleidimo dažnis. Benzino varikliams jį pirmiausia apibrėžia karbiuracijos procesas. Įsiurbimo takte stūmoklio greitis turi viršyti

minimalų, kad būtų įsiurbtas pakankamas benzino kiekis, jo lašeliai – smulkūs. Dyzeliniams varikliams stūmoklio greitis suspaudimo takte turi būti toks, kad dujos įkaistų iki darbo mišinio užsidegimo temperatūros. Karbiuratorinio variklio patikimo paleidimo alkūninio veleno sukimosi dažnis yra apie 1 s^{-1} , o dyzelinio – 2 s^{-1} .

Pasipriešinimas atsiranda dėl trinties tarp cilindrų paviršiaus ir žiedų bei įvairių velenų guoliuose, taip pat kompresijos jėgos. Paleidimo sistema turi nugalėti stabdančią jėgą, atsirandančią darbo mišinį uždegus prieš viršutinį rimties tašką.

Eksperimentiškai nustatyta, kad pasipriešinimo momentas gali būti apskaičiuojamas iš empirinės formulės:

$$M_p = k_{Mp} V_e, \text{ Nm}, \quad (3.12)$$

čia k_{Mp} – koeficientas, priklausantis nuo variklio tipo.

Karbiuratoriniam varikliui jis lygus 35–40, dyzeliniam 70–80;

V_e – variklio darbo tūris, l.

Iš čia galima apskaičiuoti paleidimo galią:

$$N_p = k_{Np} V_e, \text{ kW}, \quad (3.13)$$

čia k_{Np} – koeficientas, priklausantis nuo vidaus degimo variklio tipo.

Karbiuratoriniam varikliui jis lygus 0,18–0,21,

dyzeliniam – 0,76–1,1.

3.9 paveiksle pateiktoje kreivėje pažymėti trys paleidimo sistemos darbo taškai. Pirmajame taške paleidimo galia mažiausia, tačiau paleidimas neefektyvus, nes ilgas paleidimo laikas. Trečiajame taške paleidimo laikas labai mažas, tačiau reikalinga didelė paleidimo galia. Paleidimo sistema turės didelę masę, reikės galingos akumuliatorių baterijos. Optimalus yra antrasis paleidimo taškas. Tačiau suprojektavus paleidimo sistemą darbui šiame taške ir jį blogai suderinus su paleidimo sistemos charakteristikomis, paleidimas gali būti

neefektyvus. Pablogėjus paleidimo sąlygoms (pavyzdžiui, nukritus aplinkos temperatūrai ir padidėjus tepalo klampumui), paleidimo procesas gali pasislinkti į pirmojo taško pusę. Kad sistema, suprojektuota darbui taške t_2 , būtų efektyvi, paleidimo sistema turi dirbti starterio veleno sukimosi dažnio mažo kitimo zonoje. Paleidimo sistemos charakteristikose tokia vieta yra ten, kur, kintant vidaus degimo variklio pasipriešinimo momentui, starterio veleno sukimosi dažnis stabiliausias, t. y. į dešinę nuo starterio išvystomos galios kreivės maksimumo. Sukauptas patyrimas rodo, kad toks taškas yra, kai paleidimo sistemos srovė sudaro apie $0,67 I_{i,j}$. Taigi, žinant variklio paleidimo sukimosi dažnį n_p , galima apskaičiuoti paleidimo sistemos reduktoriaus perdavimo skaičių i .

3-iojo darbo planas

1. Išsiaiškinti darbo apsaugos reikalavimus bandant starterį laboratorijos stende.
2. Išnagrinėti paleidimo sistemos užduoties turinio klausimus.
3. Užrašyti paleidimo sistemos įrenginių techninius duomenis, stendo šio darbo dalies prietaisų techninius duomenis.
4. Tvirtinti starterį stende ir jo gnybtus sujungti su atitinkamais stendo gnybtais.
5. Sudaryti starterio veleno sukimosi dažnio $n_f(I)$, momento $M_f(I)$, galios $P_f(I)$, akumuliatorių baterijos įtampos $U_f(I)$, naudingumo koeficiento $\eta_f(I)$ charakteristikas (I – srovė, kurią starteris ima iš akumuliatorių baterijos).
Jei stendas neturi starterio veleno apkrovos reguliavimo galimybių, sudaryti skaičiuotinas charakteristikas, panaudojant starterio visiško stabdymo duomenis ir tipinio starterio charakteristikas, išreikštas santykiniais vienetais.
6. Nubraižyti minėtus grafikus ir padaryti išvadas.
7. Parengti darbo ataskaitą.

4. UŽDEGIMO SISTEMA

Darbo užduotis. Išnagrinėti kontaktinės-induktyvinės uždegimo sistemos schemą, jos sudedamųjų dalių (pertraukiklio, skirstytuvo, uždegimo ritės, žvakės) konstrukciją, jų pagrindinius techninius duomenis, taip pat tai, kuo nuo jos skiriasi induktyvinė-kontaktinė ir bekontaktė uždegimo sistemos, kuo nuo induktyvinės skiriasi talpinė uždegimo sistema, išnagrinėti konstrukcinius uždegimo ričių bei žvakių variantus, be to, tranzistorinių blokų ir procesorių paskirtį.

Dauguma uždegimo sistemų dirba panašiai kaip ir vidaus degimo variklis – impulsiniu režimu. Kol variklis ruošiasi uždegimo taktui, uždegimo sistema iš akumuliatorių baterijos ima energiją ir ją kaupia. Vėliau, atėjus uždegimo momentui, ją paverčia kibirkštimi. Energija kibirkščiai kaupiama induktyvume arba talpume. Induktyvinių uždegimo sistemų kur kas daugiau negu talpinių. Palyginti su induktyvinėmis, talpinės turi ir trūkumų, ir privalumų. Kai kuriais atvejais jos yra nepakeičiamos.

Pirmosios uždegimo sistemos buvo induktyvinės. Šiuo metu automobiliuose dar naudojama 1908 m. Keteringo sukurta uždegimo sistema. Techniškai sprendimas buvo toks geras, kad iki šiol liko nepakeistas. Ji dar vadinama baterine, klasikine uždegimo sistema arba tiesiog bateriniu uždegimu.

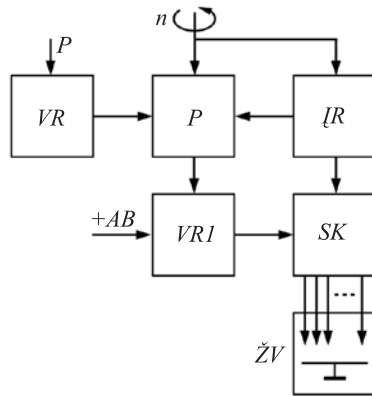
4.1. Induktyvinė uždegimo sistema

4.1.1. Elektrinė schema ir veikimas

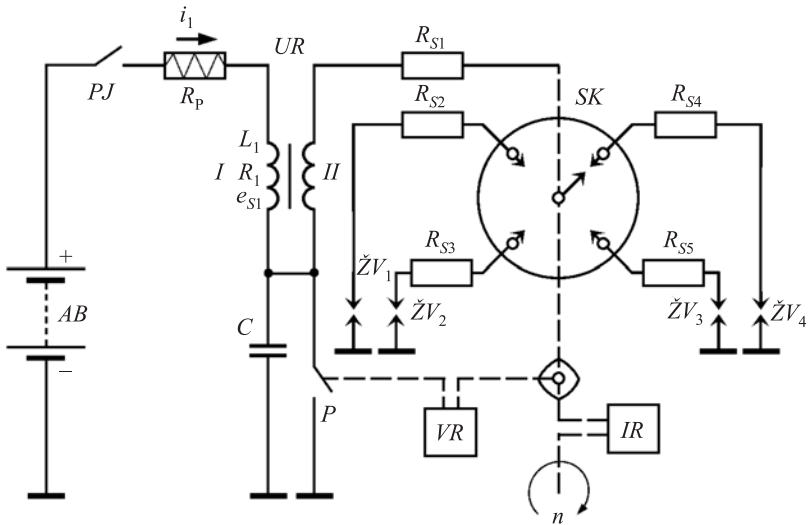
Vidaus degimo variklio alkūninis velenas tiesiogiai arba per reduktorių suka pertraukiklio veleną, ant kurio galo įrengtas skirstytuvą *SK* (4.1 pav.).

Pertraukiklis *P* savo kontaktais komutuoja uždegimo ritės *URI* pirminę grandinę. Skirstytuvo rotorius sinchroniškai su pertraukiklio kontaktais komutuoja uždegimo sistemos aukštosios įtampos grandinę ir siunčia uždegimo ritės energiją į tą žvakę *ŽV*, kurios cilindre turi vykti degimas. Pertraukiklio kontaktų atjungimo momentą dar valdo

vakuuminis VR ir išcentrinis IR reguliatoriai. Išcentrinis reguliatorius drauge koreguoja skirstytuvo rotoriaus padėtį.



4.1 pav. Induktyvinės uždegimo sistemos funkcinė schema



4.2 pav. Induktyvinės kontaktinės uždegimo sistemos principinė elektrinė schema

Induktyvinės uždegimo sistemos principinė elektrinė schema labai paprasta (4.2 pav.). Pagrindinės detalės ir mazgai yra: pertraukiklis P su skirstytuvu SK , uždegimo ritė UR , žvakės $\dot{Z}V_1 - \dot{Z}V_4$ ir kondensatorius C . Pagalbiniai mazgai – papildomoji varža R_p ir slopinimo varžos R_s . Papildomoji varža palengvina uždegimo ritės temperatūrinį režimą, taip pat leidžia padidinti kibirkšties energiją vidaus degimo variklio paleidimo metu. Slopinimo varžos sumažina radijo trikdžius, kuriuos sukelia uždegimo sistema. Induktyvinė uždegimo sistema gali dirbti be pagalbinių įrenginių.

Sakykime, kad vidaus degimo variklio paleidimo metu pertraukiklio kontaktai yra atjungti. Sujungus paleidimo jungiklio uždegimo sistemos kontaktus PJ ir sukant vidaus degimo variklio alkūninį veleną, sukasi pertraukiklio kumštelis. Ateina momentas, kai kontaktai P sujungiami. Susidaro uždara grandinė: $+AB-PJ-R_p-L_1-P$ -masė. Joje yra elektros energijos šaltinis, todėl grandinėje tekės srovė i_1 . Tačiau uždegimo ritėje atsiradusi saviindukcijos elektrovara e_{s1} stabdo srovės i_1 didėjimą. Pirmuoju kontaktų P sujungimo momentu e_{s1} prilygsta maitinimo šaltinio AB įtampai. Sakykime, kad ji yra 12 V. Saviindukcijos elektrovara atsiranda ir antrinėje uždegimo ritės apvijoje, kurią su pirmąja jungia magnetinė grandinė. Jos dydis daugiausia priklauso nuo uždegimo ritės transformacijos koeficiento k_{TR} (apytikriai antrinės II ir pirminės I apvijų vijų skaičiaus santykio). Šis dydis yra 60–250. Imkime 100. Tuomet uždegimo ritės antrinėje apvijoje turėsime apie 1200 V potencialų skirtumą. Ši įtampa bus skirstytuvo centriniame aukštosios įtampos įvade, tačiau pramušti žvakės tarpeliui ji per maža. Taigi galime teigti, kad pertraukiklio kontaktams susijungus, antrinėje uždegimo ritės grandinėje nevyksta jokie procesai. Toliau sukantis alkūniniam velenui, kontaktai P kurį laiką bus sujungti. Sakykime, kad srovė i_1 per tą laiką padidėjo iki I_{s1} reikšmės. Uždegimo ritėje bus sukaupta energija $W_s = L_1 I_{s1}^2 / 2$ (L_1 – uždegimo ritės pirminės grandinės induktyvumas). Kontaktams P atsijungiant, keičiasi saviindukcijos elektrovaros e_{s1} veikimo kryptis. Kadangi srovė turi mažėti, naujoji saviindukcijos elektrovara šį mažėjimą stabdo. Elektrovaros dydį ir augimo greitį riboja tik sukauptos energijos kiekis W_s , nuostoliai bei uždegimo sistemos grandinių talpos.

Mechaninių pertraukiklio kontaktų P atsijungimo greitis mažas, palyginti su saviindukcijos elektrovaros augimu, todėl jie kibirkščiuoja. Reikia priemonių, mažinančių elektrovaros augimo greitį tiek, kad jis pasidarytų mažesnis negu kontaktų P atsijungimo greitis. Tuomet kontaktai nutrauks grandinę nesukibirkščiavę.

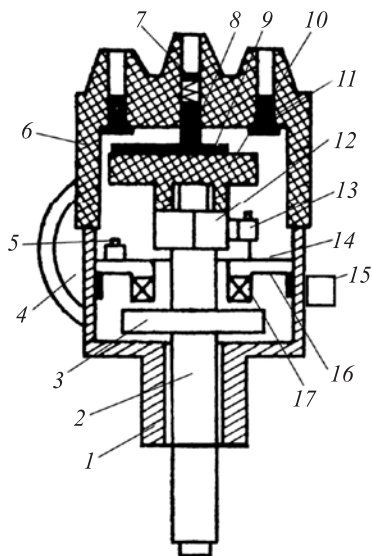
Induktyvinėje uždegimo sistemoje elektrovaros e_{s1} augimo greičiui sumažinti įjungiamas kondensatorius C . Kai pertraukiklio kontaktai P buvo sujungti, kondensatorius C – iškrautas. Dabar, kontaktams atsijungiant, saviindukcijos elektrovara e_{s1} jį įkrauna. Maksimali įkrovimo įtampa priklauso nuo uždegimo ritėje sukauptos energijos W_s ir daugelio uždegimo sistemos parametrų. Ji būna apie 200–300 V. Antrinėje uždegimo ritės apvijoje, kaip minėta, įtampa bus apytikriai k_{TR} kartų didesnė negu e_{s1} . Jei $k_{TR} = 100$, antrinėje apvijoje bus 20 000–30 000 V. Ši įtampa lengvai pramuša tarpelį tarp žvakės elektrodų. Uždegimo ritėje sukauptoji energija įkaitina tarpelyje tarp žvakės elektrodų esančias dujas iki aukštos temperatūros ir uždega darbo mišinį. Pertraukiklio kontaktams atsijungus, kylant įtampai ir pramušus tarpelį tarp žvakės elektrodų induktyvinėje uždegimo sistemoje vyksta sudėtingi procesai. Jie baigiasi, kai sukauptoji energija W_{s1} žūsta įvairiose uždegimo sistemos elementuose ir sunaudojama kibirkštyje. Ji gęsta. Uždegimo sistema būna pasirengusi kitam kibirkšties ciklui.

4.1.2. Elementų ir mazgų konstrukcija

Pertraukiklis ir skirstytuvas

Šio mechanizmo pagrindą sudaro iš ketaus ar aliuminio lydinio lietas korpusas 1 (4.3 pav.). Jo centre velenas 2, kurio apatinis galas per reduktorių sujungiamas su vidaus degimo variklio alkūniniu velenu. Ant viršutinės veleno 2 dalies užmaunamas pertraukiklio kumštelio 12 įvorė ir įrengiamas išcentrinis uždegimo momento reguliatorius 3. Korpuso 1 viduje yra pertraukiklio kontaktų mazgas. Jo pagrindas yra nejudančioji plokštelė 16, kietai tvirtinama prie korpuso 1. Per guolį 17 ant jos laikosi kita – judanti plokštelė 14. Ant jos sumontuoti nejudantysis ir judantysis 13 pertraukiklio kontaktai. Į judančiąją

plokštelę įkniedyta ašelė 5. Ant jos užmauta vakuuminio reguliatoriaus 4 trauklės auselė. Už ašelės 5 trauklė pasuka judančiąją pertraukiklio plokštelę su kontaktais ir keičia uždegimo momentą, keičiantis vidaus degimo variklio apkrovai. Viršutinėje nagrinėjamojo mechanizmo dalyje yra skirstytuvai. Jį sudaro plastikinis dangtelis 6 su vienu centriniu 7 ir šoniniais 11 įvadais. Centrinis įvadas aukštosios įtampos laidu sujungiamas su uždegimo rite, o per spyruokliuojantį angliuką 8 – su izoliacinio rotoriaus 10 laidžia plokšte 9. Šoniniai įvadai jungiami su žvakėmis. Rotorius užmautas ant viršutinės kumštelio 12 įvorės dalies ir sukasi drauge su velenu 2.



4.3 pav. Pertraukiklio ir skirstytuvo konstrukcija:

- 1 – korpusas; 2 – velenas; 3 ir 4 – išcentrinis ir vakuuminis reguliatoriai;
- 5 – ašelė; 6 – skirstytuvo dangtelis ; 7 ir 11 – centrinis ir šoninis įvadais;
- 8 – anglinis šepetėlis; 9 – laidis plokštelė; 10 – rotorius; 12 – kumštelis;
- 13 – pertraukiklio judančiojo kontakto svirtelė; 14 ir 16 – judančioji ir nejudančioji plokštelės; 15 – kondensatorius; 17 – guolis

Kai pertraukiklio velenas sukasi, kumštelio 12 briaunos pakeičia judančiojo kontakto svirtelę ir atjungia pertraukiklio kontaktus.

Kumštelio briaunai nususukus, judančiojo kontakto svirtelė, veikiama plokščios spyruoklės, grįžta atgal, ir pertraukiklio kontaktai susijungia. Kadangi rotorius 10 sukasi drauge su kumšteliumi, kontaktams atsijungus, rotoriaus 10 plokštele 9 kibirkščiai skirta energija teka į reikiamą žvakę. Išcentrinis reguliatorius, didėjant veleno sukimosi dažniui, pasuka kumštelio įvorę veleno atžvilgiu jo sukimosi kryptimi ir ankstina uždegimo momentą. Vakuuminis reguliatorius uždegimo momentą ankstina mažėjant apkrovai. Jis pasuka judančiąją plokštelę 14, ant kurios sumontuoti pertraukiklio kontaktai, prieš veleno sukimosi kryptį.

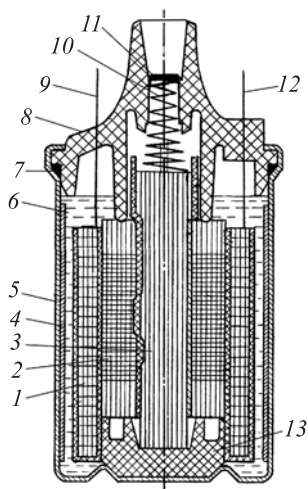
Uždegimo momentą galima reguliuoti ir statiškai pasukant visą pertraukiklio korpusą vidaus degimo variklio bloko atžvilgiu.

Dėvintis pertraukiklio kumšteliumi, kontaktams bei judančiojo kontakto svirtelės atramai, keičiasi tarpelio tarp kontaktų dydis. Jį galima reguliuoti tam tikslui įrengtais varžtais, keičiant nejudančiojo kontakto kronšteino tvirtinimo padėtį plokštelėje 14. Pertraukiklio korpuso viduje arba prie jo šono išorėje tvirtinamas kondensatorius 15. Jo viena plokštelė būna sujungta su korpusu, o antroji – su judančiojo kontakto įvadu.

Uždegimo ritė

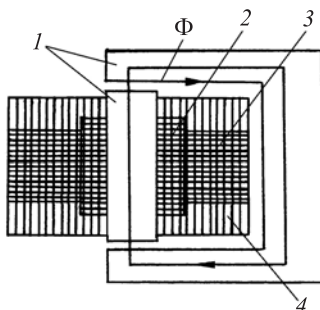
Ji įrengta taip, kaip transformatorius, nors tipinės ritės konstrukcija į ją nepanaši (4.4 pav.). Taip yra dėl to, kad uždegimo ritė yra mažų matmenų, išvysto kelių dešimčių kilovoltų įtampą ir dirba labai sunkiomis sąlygomis. Ritė turi dvi apvijas: pirminę, arba žemosios įtampos 1, ir antrinę, arba aukštosios įtampos 2. Viena su kita jos gali būti sujungtos kaip autotransformatorius (pirminės apvijos pradžia su antrinės pabaiga) arba atskirtos. Magnetolaidis turi didelį tarpą. Pateiktoje konstrukcijoje jis yra tarp šerdies 3 ir šoninio cilindro 4. Apvijos su magnetolaidžiu įdedamos į presuotą skardinį korpusą 5, užpilamos alyva 6 ir uždengiama dangteliu 8. Jis prispaudžiamas valcuojant ir sandarinamas guminiu žiedu 7. Dangtelis gaminamas iš geros kokybės plastiko. Jame yra trys įvadai: du žemosios įtampos (9 ir 12) ir vienas aukštosios įtampos 11. Per spyruoklę 10 jis sujungtas

su magnetolaidžio šerdimi, o šis – su aukštosios įtampos apvijos pradžia. Taigi magnetolaidžio šerdis turi būti izoliuota nuo korpuso. Dėl to korpuso dugne dedamas keraminis izoliatorius 13. Kiek rečiau išleidžiamos uždegimo ritės su uždaru magnetolaidžiu (4.5 pav.). Oro tarpas yra ir čia, bet jis kur kas mažesnis. Čia jis reikalingas tik tam, kad magnetolaidis neįsisotintų. Apvijos šioje ritėje įrengtos atvirkščiai negu ankstesnėje – arčiau šerdies yra pirminė 2, o toliau nuo jos – antrinė 3. Nuo išorės apvijos izoliuotos užliejus plastiku.



4.4 pav. Uždegimo ritės su atviru magnetolaidžiu konstrukcija:

- 1 ir 2 – žemosios ir aukštosios įtampos apvijos; 3 ir 4 – magnetolaidžio šerdis ir šoninis cilindras; 5 – korpusas; 6 – alyva; 7 – guminis žiedas; 8 – dangtelis; 9 ir 12 – žemosios įtampos įvadai; 10 – spyruoklė; 11 – aukštosios įtampos įvadas; 13 – keraminis izoliatorius



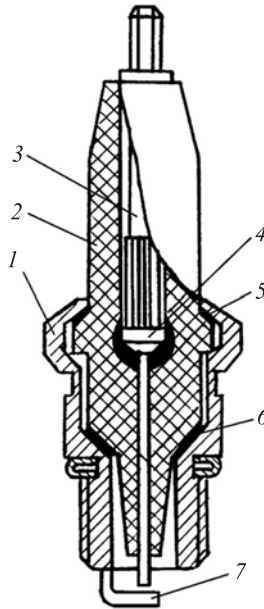
4.5 pav. Uždegimo ritė su uždaru magnetolaidžiu:
 1 – magnetolaidis; 2 ir 3 – pirminė ir antrinė apvijia; 4 – plastikas

Žvakė

Šiuolaikinės žvakės prototipu laikoma šio amžiaus pradžioje prancūzo Budevilio pasiūlyta konstrukcija. Nuo to laiko keitėsi jos korpusas, izoliatoriaus konstrukcija ir medžiaga, elektrodų lydinys. 4.6 paveiksle pavaizduotas išilginis neišardomos žvakės pjūvis. Pagrindas yra plieninis korpusas 1, kuriame įtvirtintas keraminis izoliatorius 2. Izoliatoriaus darbo sąlygos labai sunkios. Jį periodiškai veikia degančio darbo mišinio apie 50 kg/cm² slėgio smūgis, 2000–2500 °C temperatūros ir 20–30 kV aukštosios įtampos impulsai. Visa tai vyksta esant gana aukštai vidutinei izoliatoriaus temperatūrai. Izoliatoriaus centre įlietas centrinis įvadas 3. Jo apačioje yra centrinis elektrodas. Taip daroma siekiant taupumo. Viršutinė dalis gaminama iš paprasčiausio plieno, o apatinė – iš specialaus lydinio. Jo pagrindas taip pat plienas. Priedai būna nikelis ir kt. Jie padidina elektrodo atsparumą erozijai, kurią labai greitina agresyvūs degimo produktų komponentai, pavyzdžiui, siera. Izoliatoriaus ir centrinio elektrodo viduryje yra centrinio įvado suvirinimo vieta 4. Hermetikas 5 dedamas centrinio elektrodo suvirinimo vietoje bei tarp izoliatoriaus ir viršutinės korpuso dalies, kuri valcuojama. Jei izoliatorius blogai hermetizuotas, karštos dujos iš cilindro veržiasi į išorę, izoliatorius kaista, tad žvakė pradeda blogai dirbti. Apatinėje izoliatoriaus ir korpuso dalyje įdedamas minkšto metalo, turinčio gerą šilumos laidumą, skridinėlis 6.

Šoninis elektrodas 7 gaminamas iš tokio pat lydinio, kaip ir centrinis elektrodas.

Žvakė dirba normaliai, kai jos izoliatoriaus vidinio kūgio galas būna įkaitęs iki 400–800 °C. Tada ant jo pakliuvusios darbo mišinio dalelės išgaruoja, nesirenka degėsiai – žvakė pati nusivalo. Kad izoliatorius turėtų šią temperatūrą, žvakė turi būti parinkta pagal parametą, vadinamąją šiluminę vertę (karštumą). Jis priklauso nuo žvakės konstrukcijos, pirmiausia nuo izoliatoriaus kūgio vidinės dalies ilgio bei išsklaidomos šilumos per korpusą. Pavyzdžiui, jei izoliatoriaus vidinis kūgis ilgas, žvakė bus karšta. Šis parametras žymimas ant žvakės korpuso arba izoliatoriaus. Firmos jį įvairiai nustato ir normuoja.



4.6 pav. Žvakės konstrukcija:

- 1 – korpusas; 2 – izoliatorius; 3 – centrinis elektrodas; 4 – centrinio įvado ir elektrodo suvirinimo vieta; 5 – hermetikas; 6 – skridinėlis;
- 7 – išorinis elektrodas

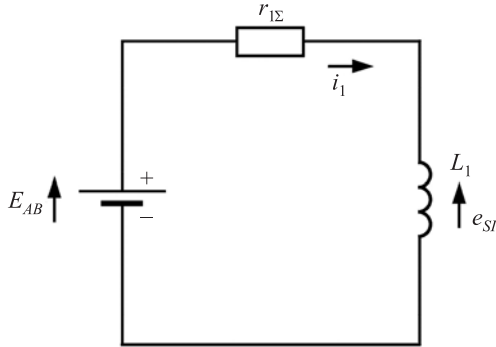
Parenkant žvakę varikliui, reikia stengtis, kad ji būtų šaltesnė, tačiau ne per daug šalta. Tai nustatyti nesunku. Jei benzino maitinimo ir kitos vidaus degimo variklio sistemos veikia normaliai, žvakės izoliatoriaus vidinis kūgis turi būti nuo kakavos iki šokolado spalvos. Jei jis apneštas suodžiais – žvakė per šalta. Darbo mišinio uždegimas bus praleidinėjamas, variklis neišvystys reikiamos galios, dirbs neekonomiškai, terš aplinką. Jei vidinis izoliatoriaus kūgis baltas, ant jo pasitebimi išsilydžiusios keramikos arba metalo burbuliukai – žvakė per karšta. Žvakės vidinis kūgis, varikliui dirbant, bus perkaitęs ir darbo mišinį uždegs per anksti. Mažės variklio galia, ekonomiškas, jis detonuos ir gali būti sugadintas.

Slopinimo varža

Jos konstrukciją lemia tai, kad varža jungiama aukštosios įtampos grandinėje, o tekant srovei tarp jos įvadų yra aukšta, keleto kilovoltų įtampa. Dėl to įvairiuose automobiliuose ji komponuojama su kitais aukštosios įtampos elementais. Varža R_{s1} – dažniausiai įrengiama skirstytuvo rotoruje, R_{s2} - R_{s4} – žvakių aukštosios įtampos laidų antgaliuose (kartais net žvakių izoliatoriaus viršutinėje dalyje), kartais aukštosios įtampos laidų laidžioji gysla gaminama iš didelės varžos laidininko. Vienos slopinimo varžos dydis yra apie 10 k Ω .

4.1.3. Darbo procesas

Išnagrinėję uždegimo sistemos veikimo ciklą, galime įvardyti 3–4 etapus. Trys iš jų būna visuomet. Tai – energijos kaupimas, įtampos augimas ir kibirkštinė iškrova. Jei kibirkštinių impulsų dažnis nedidelis, tuomet dar būna pauzė. Tarp etapų yra labai aiškios ribos, todėl juos pavaizduosime atskiromis atstojamosiomis schemomis ir grafiku.



4.7 pav. Uždegimo sistemos pirmojo etapo atstojamoji schema

Iš veikimo principo aprašymo prisimename, kad, susijungus pertraukiklio kontaktams, prasideda energijos kaupimas ir tęsiasi tol, kol jie atsijungia. Kol kontaktai sujungti, kondensatorius yra šuntuotas ir neveikia, todėl šio etapo atstojamajoje schemoje (4.7 pav.) jis nepavaizduotas. Joje taip pat neparodyta uždegimo sistemos aukštosios įtampos grandinė, nes, kaip prisimename, energijos kaupimo etapo metu joje vyksta neesminiai procesai. Taigi pirmojo etapo atstojamoji schema yra labai paprasta ir turi tris elementus: akumuliatorių baterijos elektrovarą E_{AB} , uždegimo sistemos žemosios įtampos grandinės atstojamąją varžą $r_{1\Sigma}$ ir uždegimo ritės pirminės apvijos induktyvumą L_1 . Šiai atstojamajai schemai pereinamajame režime užrašome lygtį pagal II Kirchhofo dėsnį:

$$E_{AB} - e_{s1} = i_1 r_{1\Sigma},$$

čia $e_{s1} = L_1 \frac{di_1}{dt}$ – uždegimo ritės pirminės apvijos saviindukcijos

elektrovara;

$r_{1\Sigma}$ – uždegimo sistemos žemosios įtampos grandinės varžų suma (uždegimo ritės pirminės apvijos, papildomoji, pertraukiklio kontaktų, akumuliatoriaus vidaus varžos).

Išsprendę sudarytą lygtį, randame žemos įtampos grandinės srovės kitimą laike, t. y.:

$$i_1 = I_n(1 - \exp(-t / \tau)), \quad (4.1)$$

čia: I_n – nusistovėjusi srovė uždegimo sistemos žemosios įtampos grandinėje;

τ – uždegimo sistemos žemosios įtampos grandinės pastovioji.

Grafiškai ši funkcija pavaizduota 4.10 paveiksle.

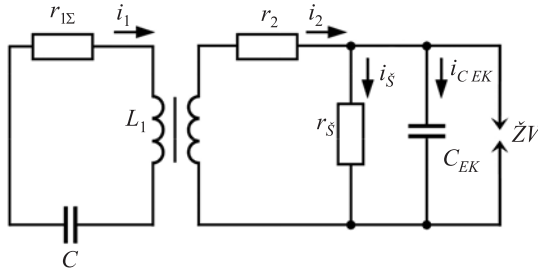
Nuo kontaktų susijungimo momento pralinkus laikui t_s , žemosios įtampos grandinėje tekės srovė I_s . Ją galime apskaičiuoti pagal lygybę (4.1), įrašę t_s reikšmę:

$$I_s = I_n(1 - \exp(-t_s / \tau)).$$

Uždegimo ritėje sukaupta energija W_s gali būti apskaičiuota:

$$W_s = \frac{L_1 I_s^2}{2}.$$

Pertraukiklio kontaktams atsijungus, prasideda antrasis etapas – įtampos augimas. Šio etapo atstojamoji schema pavaizduota 4.10 paveiksle. Ją sudarant paneigta akumuliatorių baterijos elektrovara E_{AB} , nes ji keliasdešimt kartų mažesnė už šio etapo uždegimo ritės sukurtą elektrovą. Atstojamosios schemos aukštosios įtampos grandinės varžos koncentruojamos į r_2 ir r_s . Varža r_2 vaizduoja visų nuosekliųjų varžų sumą, o r_s – lygiagrečiųjų varžų junginį. Kondensatorius C_{EK} reiškia aukštosios įtampos grandinės išsklaidytų talpumų sumą.



4.8 pav. Uždegimo sistemos antrojo etapo atstojamoji schema

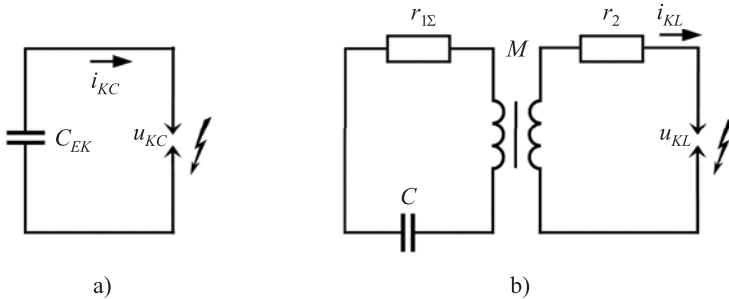
Pagal Kirchhofo dėsnius šiai schemai pereinamajame procese galima sudaryti lygčių sistemą:

$$\left\{ \begin{array}{l} i_2 = i_s + i_{cek} \\ U_2 = r_s i_s \\ L_1 \frac{di_1}{dt} + M \frac{di_2}{dt} + i_1 r_{1\Sigma} + U_1 = 0 \\ M \frac{di_1}{dt} + L_2 \frac{di_2}{dt} + i_2 r_2 + U_2 = 0 \\ i_{cek} = C_{EK} \frac{du_2}{dt} \\ i_1 = C \frac{du_1}{dt} \end{array} \right. \quad (4.2)$$

Iš atstojamosios schemos ir dalinio sudarytos lygčių sistemos sprendinio galima pastebėti, kad joje vyksta sudėtingi srovių ir įtampų kitimai – švytavimai. Išsisinė švytuojanti U_2 linija atitinka tą atvejį, kai tarpelis tarp žvakės elektrodų nepramušamas. Matome, kad tai gęstantys švytavimai. Jų pirmojo periodo pirmoji amplitudinė reikšmė U_{2m} vadinama uždegimo sistemos išvystoma įtampa. Aukštosios įtampos grandinėje yra dar vienas įtampos dydis – tarpelio tarp žvakės elektrodų pramušimo įtampa U_{pr} . Kad uždegimo sistema veiktų, turi būti sąlyga: $U_{pr} < U_{2m}$.

Taigi veikiant vidaus degimo varikliui, įtampa U_2 kyla tol, kol pramušamas žvakės elektrodų tarpelis. Čia baigiasi įtampos kilimo etapas ir prasideda kibirkštinė iškrova. Įtampos kilimo etapas klasikinėje uždegimo sistemoje trunka keliasdešimt mikrosekundžių.

Trečiojo etapo (kibirkšties iškrovos) atstojamoji schema sudaryta iš dviejų dalių (4.9 a, b pav.). Jei pažiūrėsime į antrojo etapo atstojamąją schemą, pamatysime, kad žvakės elektrodų tarpelį šuntuoja kondensatorius C_{EK} . Vadinasi, žvakės elektrodų tarpelis bus pramuštas tik tuo atveju, jei kondensatorius įkrautas iki pramušimo įtampos. Pramušimo metu kondensatorius C_{EK} turi energiją $WC_{EK} = 0,5C_{EK}U_{pr}^2$. Kadangi jis yra arti žvakės elektrodų, per pramuštą tarpelį išsikrauna labai greitai. Likusi uždegimo sistemos dalis nespėja koku nors būdu paveikti kondensatoriaus išsikrovimo. Dėl to ši kibirkštinės iškrovos dalis vaizduojama labai paprastu kondensatoriaus ir kibirkšties iškrovos lygiagrečiu junginiu.

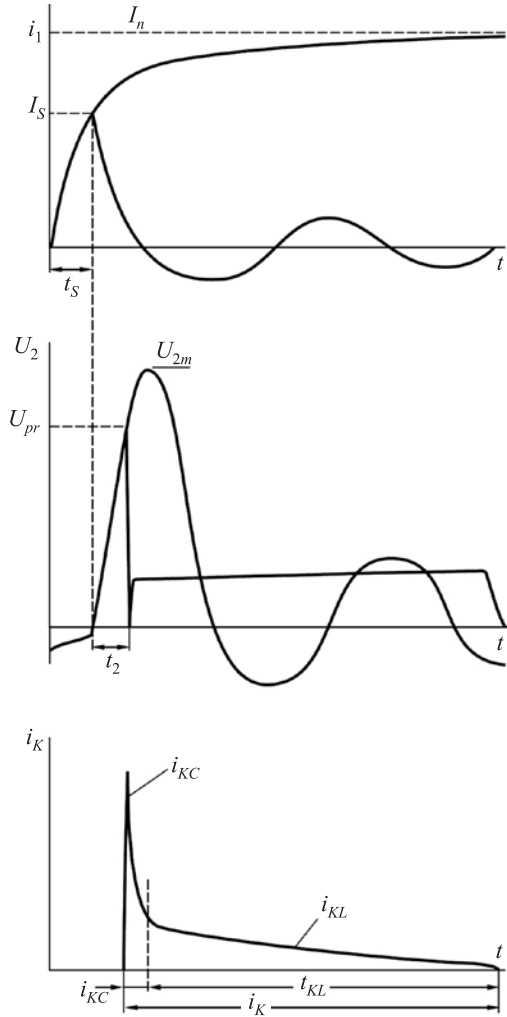


4.9 pav. Uždegimo sistemos trečiojo etapo atstojamoji schema

Ji vadinama talpine kibirkšties dedamąja. Pasižymi šiomis ypatybėmis: a) didele srove ($i_c = 5-10$ A) impulso pradžioje, kuri greitai mažėja; b) maža impulso trukme ($t_c = 1-3$ ms); c) aukšta temperatūra ($t_c = 10\ 000$ °C), nes esant nurodytai srovei būna lanko iškrova, kuri išsilaiko tol, kol iškrovos srovė sumažėja maždaug iki 0,1 A. Iškrova yra melsvos spalvos. Uždegimo sistemai normaliai veikiant, kondensatorius C_{EK} įsikraudamas sunaudoja ne visą sukauptą energiją. Jos dar lieka kituose uždegimo sistemos elementuose, pavyzdžiui: kondensatoriuje C, uždegimo ritės magnetiniame lauke ir kitur. Su

žvakės elektrodų tarpeliu jie susieti per dideles varžas (r_2 , uždegimo ritės induktyvumas ir kt.). Dabar, kai kondensatorius C_{EK} išsikrovė, žvakės elektrodų tarpelis pramuštas, per šias srovę ribojančias varžas ir pramuštą tarpelį saviindukcijos elektrovara ir toliau varo, bet jau mažesnę srovę ir palaiko kibirkšties iškrovą. Tai bus antroji jos dedamoji, kuri vadinama induktyvine iškrova. Jos ypatybės: a) žėrinčios (rusenančios) iškrovos srovė (100–10 mA); b) gerokai didesnė iškrovos trukmė (1–3 ms) negu talpinės dedamosios metu; c) kibirkšties kanalo temperatūra $t_L^0 = 2500$ °C. Induktyvinė iškrova yra oranžinės spalvos.

Jei darbo mišinys gerai paruoštas – variklis šiltas, tuomet jį uždega talpinė dedamoji, tačiau jei variklis šaltas, darbo mišinys blogai paruoštas (pavyzdžiui, stambūs degalų lašeliai), liesas, tuomet pirmoji kibirkšties dedamoji nespėja uždegti. Uždega antroji. Taigi abi kibirkšties dedamosios yra labai svarbios tam, kad variklis gerai dirbtų. Jei energijos sukaupta per mažai ir visa buvo sunaudota įkrauti kondensatoriui C_{EK} , induktyvinės dedamosios nebus. Variklis bus sunkiai paleidžiamas, bet pašildytas dirbs normaliai. Energijos induktyvinei dedamajai gali trūkti tuo atveju, jei sumažėjo srovė I_{s1} (apdegė pertraukiklio kontaktai ir padidėjo jų varža), padidėjo energijos nuostoliai aukštosios įtampos grandyse (blogi aukštosios įtampos laidai, apdulkėję ir drėgni uždegimo sistemos aukštosios įtampos paviršiai), padidėjo tarpeliai tarp žvakių elektrodų.



4.10 pav. Uždegimo sistemos darbo proceso grafikai

4.1.4. Charakteristikos

Iš daugelio uždegimo sistemos charakteristikų pagrindinės yra įtampos U_{2m} priklausomybės nuo kibirkštinių impulsų dažnio f_{ki} , t. y.

$U_{2m} = f_1(f_{ki})$, kondensatoriaus C talpos – $U_{2m} = f_2(C)$ bei šuntuojančio kondensatoriaus C_{EK} talpos – $U_{2m} = f_3(C_{EK})$. Analitinės šių priklausomybių išraiškos slypi (4.2) lygčių sistemoje. Pasinaudojus apytikriais skaičiavimo metodais, jas galima apskaičiuoti kompiuteriu. Tai ne visada patogu, tačiau, priėmus papildomas prielaidas ir sumažinus sprendinių tikslumą, galima sudaryti paprastesnes analitines įtampos U_{2m} priklausomybes. Nors, priėmus šias prielaidas, charakteristikų nukrypimas gali siekti 30 proc., jomis dažnai naudojamosi atliekant apytikrę ir palyginamąją uždegimo sistemų charakteristikų analizę. Prielaidos yra šios:

1. Visa uždegimo ritėje sukaupta energija, pertraukiklio kontaktams atsijungus, įkrauna kondensatorių C , C_{EK} ir žūsta nuostoliuose;
2. Uždegimo sistemos žemosios ir aukštosios įtampos grandinėse vykstant elektromagnetiniams švytavimams, jų pirmojo periodo dažniai ir fazės sutampa;
3. Žemosios ir aukštosios įtampos grandinių ryšio koeficientas yra 1.

Užrašant analitiškai:

$$W_s = W_C + W_{CEK} + W_n, \quad (4.3)$$

čia $W_C = 0,5CU_{1m}^2$ – kondensatoriaus C , įkrauto iki žemosios įtampos grandinės įtampos amplitudinės reikšmės, energija;
 $W_{CEK} = 0,5C_{EK}U_{2m}^2$ – kondensatoriaus C_{EK} , įkrauto iki aukštosios įtampos amplitudinės reikšmės, energija;
 W_n – energija, žūstanti nuostoliuose. Analitinės išraiškos ji neturi.

Įrašę energijos išraiškas W_s , W_C ir W_{EK} , turime:

$$L_1 I_s^2 = CU_{1m}^2 + C_{EK}U_{2m}^2 + 2W_n.$$

Jei prisiminsime, kad

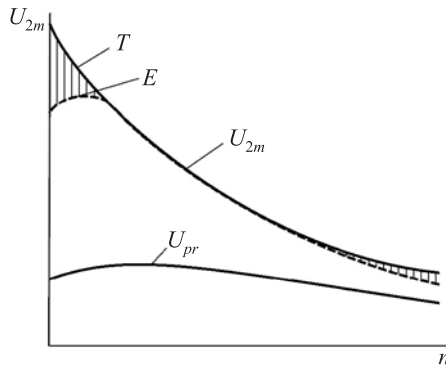
$$U_{2m} / U_{1m} \cong \omega_2 / \omega_1 = k_{TR},$$

čia k_{TR} – uždegimo ritės transformacijos koeficientas, ω_1 ir ω_2 – uždegimo ritės pirminės ir antrinės apvijos vijų skaičiai, tada

$$L_1 I_s^2 = C \left(\frac{\omega_1}{\omega_2} \right) U_{2m}^2 + C_{EK} U_{2m}^2 + 2W_n.$$

Iš čia gauname reikiamą priklausomybę:

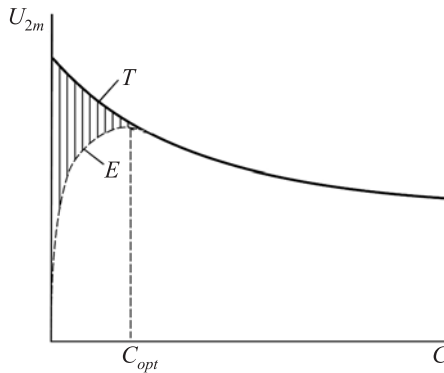
$$U_{2m} = \sqrt{\frac{L_1 I_s^2 - 2W_n}{C \left(\frac{\omega_1}{\omega_2} \right)^2 + C_{EK}}} \quad (4.4)$$



4.11 pav. Išvystomos įtampos priklausomybė nuo vidaus degimo variklio sukimosi dažnio

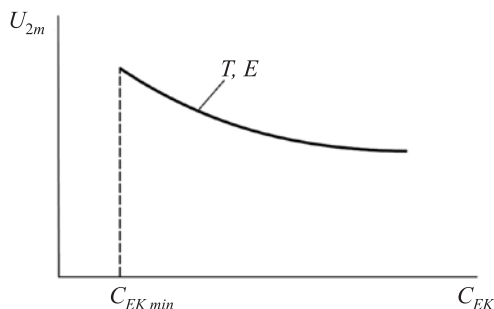
4.11 paveiksle pavaizduota teorinė T (apskaičiuota pagal formulę (4.4) ir eksperimentinė E (matuota su prietaisais stende) charakteristika $U_{2m} = f_1(f_{ki})$. Braižant teorinę, imamos šios sąlygos: uždegimo

sistemos nuostoliai $W_n = \text{const}$, talpa $C_{EK} = \text{const}$. Iš teorinės charakteristikos T matome, kad, didėjant kibirkštinių impulsų dažniui, kuris proporcingas vidaus degimo variklio sukimosi dažniui, įtampa U_{2m} tolydžio mažėja. Taip įvyksta dėl to, kad trumpėja kontaktų sujungtos būsenos laikas ir mažėja srovė I_s . Eksperimentinė charakteristika nuo teorinės skiriasi mažų ir didelių kibirkštinių impulsų dažnių zonoje. Priežastis paprasta – braižydami charakteristiką, tarėme, kad nuostoliai W_n nekinta visame pertraukiklio veleno sukimosi dažnio diapazone. Iš tikrųjų jie kinta. Esant mažam ir dideliame sukimosi dažniui, pertraukiklio kontaktai labiau kibirkščiuoja, nuostoliai tuo metu didėja.



4.12 pav. Išsvystomos įtampos priklausomybė nuo kondensatoriaus dydžio

Iš charakteristikos $U_{2m} = f_2(C)$, nubrėžtos pagal formulę (4.4), matome, kad, mažėjant kondensatoriaus C , šuntuojančio pertraukiklio kontaktus, talpai, turėtų didėti uždegimo sistemos išsvystoma įtampa U_{2m} . Tačiau eksperimentinė priklausomybė rodo, kad, mažinant kondensatoriaus C talpą, įtampa U_{2m} didėja tik iki tam tikros ribos, o vėliau staigiai mažėja (užbrūkšniuota zona). Taip įvyksta dėl to, kad nuostoliai W_n nėra vienodo dydžio visame kondensatoriaus C kitimo diapazone. Kai kondensatorius C mažas, pertraukiklio kontaktai labai kibirkščiuoja, nuostoliai yra dideli, o išsvystoma įtampa maža.



4.13 pav. Išvystomos įtampos priklausomybė nuo ekranavimo talpos dydžio

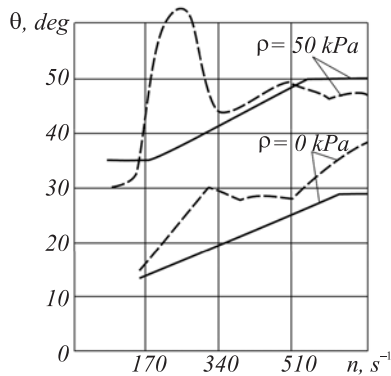
Trečioji uždegimo sistemos charakteristika $U_{2m} = f_3(C_{EK})$ (4.13 pav.) yra įdomi tuo atveju, kai keičiasi ekranuojančio kondensatoriaus C_{EK} talpa. Taip būna, kai keičiami aukštosios įtampos grandinės elementai (laidai, žvakės, laidų ar žvakių antgaliai, jų tvirtinimas). Sakykime, kad kiti dydžiai nekinta, t. y. pertraukiklio veleno sukimosi dažnis $n = \text{const}$, nuostoliai $W_n = \text{const}$, kondensatoriaus talpa $C = \text{const} = C_{\text{opt}}$. Eksperimentinė kreivė šiuo atveju nesiskiria nuo teorinės, nubraižytos pagal formulę (4.4). Charakteristika turi vieną ypatybę – prasideda ties dydžiu $C_{EK\text{min}}$, nes praktiškai negalima pagaminti uždegimo sistemos, kurios aukštosios įtampos grandinėje ekranuojančio kondensatoriaus talpa būtų artima nuliui. Minimali ekranuojančio kondensatoriaus $C_{EK\text{min}}$ talpa neekranuotoms sistemoms būna apie 50–70 pF, o ekranuotoms net apie 300 pF. Kaip matome, didėjant ekranuojančiai talpai C_{EK} , išvystoma įtampa krenta. Dėl to, labai pakeitus aukštosios įtampos grandinės parametrus, gali sumažėti išvystoma įtampa, taip pat uždegimo sistemos aukštosios įtampos atsargos koeficientas. Kai kuriuose režimuose vidaus degimo variklių darbo mišinio uždegimas gali būti nepatikimas. Šuntuojančioji varža r_s mažina įtampą U_{2m} . Pavyzdžiui, šiai varžai sumažėjus nuo $r_s = \infty$ iki $r_s = 3 \text{ M}\Omega$, induktyvinės kontaktinės sistemos, įtampa sumažėja apie 12 proc. Konstruojant šiuolaikines uždegimo sistemas, priimama 1 M Ω šuntuojančios varžos reikšmė.

4.1.5. Uždegimo momento reguliatoriai

Darbo mišinio degimas vidaus degimo variklio cilindre primena sprogimą, tačiau, kol mišinys sudega, alkūninis velenas pastebimai pasisuka. Pasisukimo kampas ypač didelis, esant dideliam alkūninio veleno sukimosi dažniui ir blogai mišinio kokybei (kai maža variklio apkrova).

Mišinio degimo greitis kinta. Jis priklauso nuo daugelio veiksnių. Tuo tarpu degimo procesas veiksmingiausias, kai, degant mišiniui, maksimalus slėgis cilindre, pasisukus alkūniniam velenui, yra 10–15 laipsnių už viršutinio rimties taško (VMT). Išvada paprasta – keičiantis vidaus degimo variklio darbo režimui ir kitoms sąlygoms, turinčioms įtakos mišinio degimo greičiui, keičiasi optimalaus darbo mišinio uždegimo momentas. Jį automatiškai keičia reguliatoriai. Dauguma automobilių turi du – išcentrinį ir vakuuminį uždegimo momento reguliatorių. Išcentrinis reguliatorius keičia uždegimo momentą, keičiantis vidaus degimo variklio alkūninio veleno sukimosi dažniui, vakuuminis – apkrovimui. Kai kurie automobiliai vakuuminio reguliatoriaus neturi.

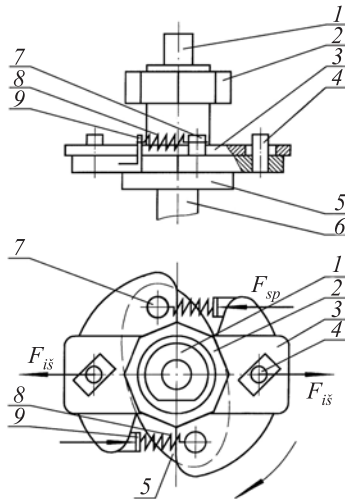
Optimalaus uždegimo momento charakteristikos yra sudėtingos ir kiekvienam varikliui kitokios. Išcentriniai ir vakuuminiai mechaniniai uždegimo momento reguliatoriai negali jų realizuoti. 4.14 paveiksle parodyti du vieno vidaus degimo variklio uždegimo momento atvejai: optimalaus (punktymas) ir to, kurį realizuoja mechaninis reguliatorius.



4.14 pav. Optimalaus uždegimo momento (punktymas) ir išcentrinio mechaninio reguliatoriaus darbo charakteristikos

Išcentrinis reguliatorius

Jį sudaro įvorė 1 su kumšteliu 2 ir pavalkėliu 3 (4.15 pav.). Pavalkėlis turi išpjovas. Skirstytuvo veleno plokštelėje įpresuotos dvi svorelių ašelės 7. Už jų vienu galu užkabintos dvi cilindrinės spyruoklės 8. Kiti jų galai užkabinti už laisvame svorelių gale esančių auselių 9. Spyruoklė svorelius traukia vieną prie kito jėga F_{sp} . Kai kumštelio įvorė su pavalkėliu užmaunama ant skirstytuvo velenėlio 6, į pavalkėlių išpjovas įeina svorelių kaišteliai 4. Sukantis skirstytuvo velenėliui, svorelius veikia išcentrinės jėgos F_{is} . Jos nugali spyruoklių jėgas F_{sp} ir apie ašeles 7 svorelius pasuka į išorę. Svorelių kaišteliai 4, sukdamiesi drauge su jais, slenka pavalkėlio 3 išpjovomis ir, didėjant velenėlio sukimosi dažniui, suka jį pagal velenėlio sukimosi kryptį. Ta pačia kryptimi drauge pasukamas ir kumštelis. Jo briauna anksčiau atjungia pertraukiklio kontaktus ir anksčiau uždega darbo mišinį variklio cilindre.

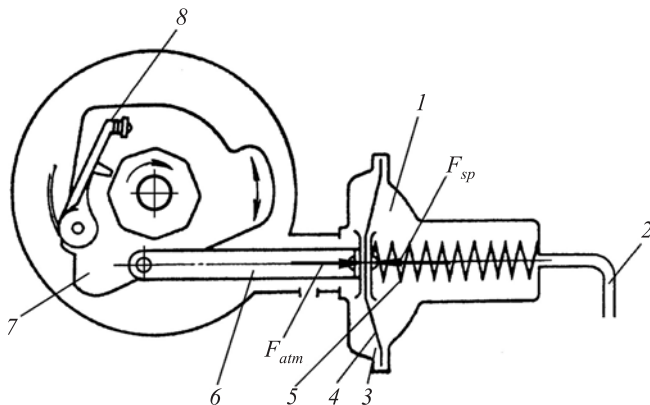


4.15 pav. Išcentrinio reguliatoriaus konstrukcijos schema:

- 1 – įvorė; 2 – kumštelis; 3 – pavalkėlis; 4 – kaištėlis; 5 – lentynėlė;
6 – skirstytuvo velenėlis; 7 – ašelė; 8 – spyruoklė; 9 – auselė

Vakuuminis reguliatorius

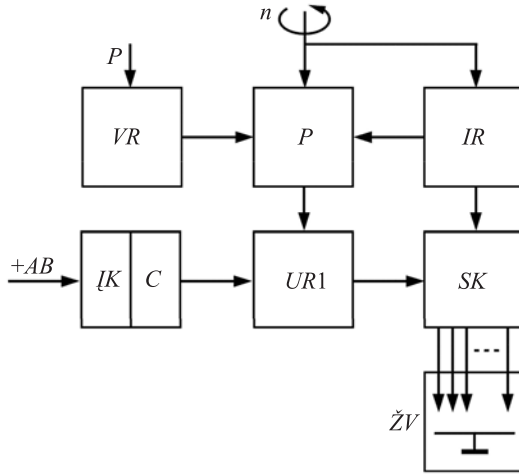
Vakuuminio mechaninio reguliatoriaus konstrukcija pateikta 4.16 paveiksle. Jo hermetiška kameros dalis 1 vamzdeliu 2 sujungiama su karbiuratoriaus įsiurbimo kamera akseleratoriaus sklendės zonoje. Kameros dalyje 3 yra atmosferos slėgis. Abi kameros pusės perskirtos lanksčia diafragma 4. Iš vienos pusės ją veikia cilindrinės spyruoklės 5, jėga F_{sp} . Priešinga kryptimi veikia atmosferos slėgio jėga F_{atm} . Diafragma traukle 6 sujungta su judančia pertraukiklio plokšte 7. Ant jos sumontuoti pertraukiklio kontaktai 8. Abiejose kameros dalyse, esant vienodam oro slėgiui, jėga $F_{atm} = 0$ ir diafragma 4 būna kairėje kraštinėje padėtyje. Mažėjant variklio apkrovai, mažėja oro slėgis įsiurbimo vamzdyje. Dėl atsiradusio slėgių skirtumo kameros dalyse atsiranda jėga F_{atm} . Kai ji pasidaro didesnė negu spyruoklės jėga F_{sp} , diafragma 4 išlinksta į dešinę ir traukle 6 pasuka plokštelę 7 prieš pertraukiklio velenėlio sukimosi kryptį. Pertraukiklio kumštelio briauna anksčiau, negu esant didesniai apkrovimui, atjungia pertraukiklio kontaktus ir anksčiau uždega darbo mišinį variklio cilindre.



4.16 pav. Vakuuminio reguliatoriaus konstrukcijos schema:
1 ir 3 – hermetiška ir atmosferinė kameros dalis; 2 – vamzdelis;
4 – membrana; 5 – spyruoklė; 6 – trauklė; 7 – pasukama plokštelė;
8 – kontaktai

4.2. Talpinė uždegimo sistema

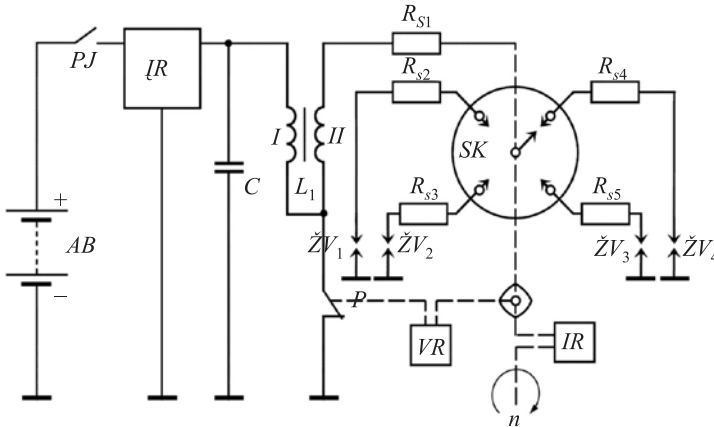
Sistemos funkcinė schema pateikta 4.17 paveiksle, o elektrinė principinė – 4.18. Palyginti su baterine uždegimo sistema, čia atsirado įtampos keitiklis IK . Jis pakeičia sistemos maitinimo įtampą iš 12 V į 200–400 V. Pirminėje uždegimo ritės grandinėje nėra papildomosios varžos. Be to, pasikeitė kai kurių sistemos įrenginių darbo pobūdis. Pavyzdžiui, uždegimo ritė URI talpinėje uždegimo sistemoje naudojama tik kaip transformatorius. Kondensatorius C yra keletą kartų didesnės talpos negu induktyvinėje uždegimo sistemoje. Taip pat pakito jo prijungimas ir paskirtis. Jis naudojamas energijai kaupti, o uždegimo impulsas formuojamas, kai susijungia pertraukiklio P kontaktai.



4.17 pav. Talpinės uždegimo sistemos funkcinė schema

Įjungus pagrindinį perjungiklį PJ ir esant atjungtiems pertraukiklio kontaktams P , pradeda veikti įtampos keitiklis IK . Įkraunamas kondensatorius C . Jo energija $W_c = 0,5CU^2$ (U – įkrauto kondensatoriaus įtampa). Besisukant velenui, susijungia pertraukiklio kontaktai P . Įkrautas kondensatorius su uždegimo ritės pirmine apvija I sudaro virpamąjį kontūrą L_1C . Kadangi kondensatorius turi energijos, kontūre prasideda elektromagnetiniai virpesiai. Uždegimo ritės antrinėje

apvijoje *II* bus aukštosios įtampos virpesiai. Kondensatoriaus *C* įtampa ir talpa turi būti tokio dydžio, kad uždegimo ritės antrinėje apvijoje būtų 25 kV.



4.18 pav. Talpinės uždegimo sistemos principinė elektrinė schema

4.3. Tranzistorinė kontaktinė uždegimo sistema

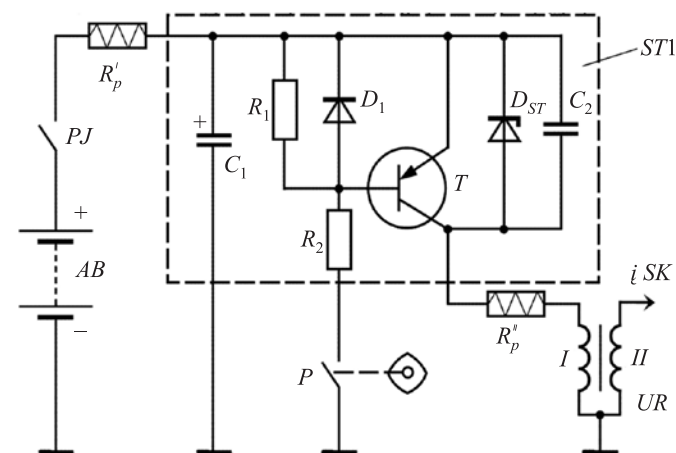
Uždegimo sistemą apibūdinantis parametras yra išvystomos aukštosios įtampos atsargos koeficientas k_{ats} . Jis išreiškiamas:

$$k_{ats} = \frac{U_{2m}}{U_{pr}},$$

čia U_{pr} – žvakės elektrodų tarpelio pramušimo įtampa.

Visuose vidaus degimo variklio darbo režimuose naujoms uždegimo sistemoms jis turi būti didesnis negu 1,5. Tačiau baterinė uždegimo sistema ne visuomet turi tokio dydžio atsargos koeficientą. Jį padidinti trukdo kontaktų kibirkščiavimas, kurio kondensatorius *C* visiškai nepanaikina. Tai buvo išspręsta septintajame šio amžiaus dešimtmetyje, pirmiausia sukūrus tranzistorinę, o kiek vėliau – tiristorinę kontaktines uždegimo sistemas.

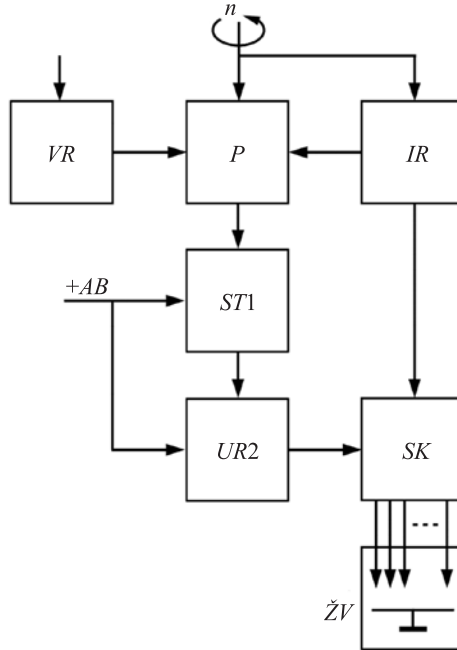
Tranzistorinės kontaktinės uždegimo sistemos principinė elektrinė schema pateikta 4.19, o funkcinė – 4.20 paveiksle. Palyginę baterinės uždegimo sistemos funkcinę schemą (4.1 pav.) su analogiška kontaktinės tranzistorinės sistemos schema (4.20 pav.), pamatysime, kad tranzistorinėje panaudotas naujas blokas – stiprintuvas *STI*. Drauge su uždegimo rite ir papildoma varža, pritaikytomis šiam stiprintuvui, jis pagerina daugumą sistemos parametrų. Šis stiprintuvas yra vieno laipsnio. Jis dirba perjungimo režimu. Tranzistorius yra prijungtas pertraukiklio vietoje, t. y. komutuoja uždegimo ritės pirminės apvijios srovę. Pertraukiklio kontaktai jį įjungia ir išjungia. Kadangi tranzistoriaus galios stiprinimo koeficientas yra daug kartų didesnis už vienetą, kontaktų komutuojama galia sumažėja tiek, kad, net ir padidinus uždegimo ritės srovę kelis kartus, jie visiškai nustoja kibirkščiuoti.



4.19 pav. Tranzistorinės kontaktinės uždegimo sistemos principinė elektrinė schema („Bosch“)

Panagrinėkime smulkiau šios sistemos veikimą. Tegul pagrindinis jungiklis *PJ* įjungtas. Sukantis pertraukiklio velenui, kontaktai *P* susijungia. Tada tranzistoriaus *T* bazė per varžą *R₂* prijungiama prie masės. Prie jos taip pat jungiamas akumuliatorių baterijos *AB* neigiamasis gnybtas. Per jungiklį *PJ*, papildomąją varžą *R_p*, pirminę

uždegimo ritės apviją prie teigiamojo akumuliatorių baterijos gnybto prijungtas tranzistoriaus emiteris. Vadinasi, per jo emiterio ir bazės sandūrą teka valdymo srovė. Kadangi tranzistorius T dirba perjungimo režimu, jis bus įjungtas. Išėjimo grandinės (tarp emiterio ir kolektoriaus) varža bus labai maža, ja iš akumuliatorių baterijos tekės srovė. Kaip ir induktyvinėje kontaktinėje uždegimo sistemoje, uždegimo ritės pirminėje apvijoje srovė didės nuo nulio, bus kaupiama energija. Vėliau, pertraukikliui nutraukus valdymo srovę, tranzistorius T išsijungs. Jo emiterio ir kolektoriaus grandinės varža išaugs ir nutrauks uždegimo ritės pirminės apvijos srovę. Joje kils saviindukcijos elektrovara, kuri stengsis palaikyti iki tol joje buvusią srovę. Kadangi kondensatorius C_2 buvo iškrautas, saviindukcijos elektrovara pradės jį įkrauti. Elektrovaros augimas bus pristabdytas. Saviindukcijos elektrovara kils ir antrinėje uždegimo ritės apvijoje, kuri magnetiškai susieta su pirmine. Tačiau čia ji bus kelis šimtus kartų didesnė negu pirminėje, nes ir vijų joje yra kelis šimtus kartų daugiau. Visi grandinių parametrai taip apskaičiuoti, kad pirminėje apvijoje būtų daugiau kaip 100 V, o antrinėje – per 20 000 V. Ši įtampa per skirstytuvą pakliūva tarp žvakių elektrodų. Pirminės uždegimo ritės apvijoje saviindukcijos elektrovaros, išsijungiant tranzistoriui T , poliariškumas yra toks: stabilitrano D_{ST} katodas – plius. Todėl, kai saviindukcijos elektrovara viršys stabilitrano pramušimo įtampą (100–150 V), jo varža sumažės, neleis didėti saviindukcijos elektrovarai ir apsaugos tranzistorių nuo pramušimo.



4.20 pav. Tranzistorinės kontaktinės uždegimo sistemos funkcinė schema

4-ojo laboratorinio darbo planas

1. Darbo apsaugos reikalavimai tikrinant uždegimo sistemą stende.
2. Išnagrinėti darbo užduoties turinį.
3. Užrašyti tikrinamosios uždegimo sistemos sudedamųjų dalių tipus, jų pagrindinius techninius duomenis, stendo šiam darbui skirtų prietaisų techninius duomenis.
4. Sujungti tikrinamąją uždegimo sistemą su stendu ir jo prietaisais.
5. Sudaryti darbo vietoje nurodytas uždegimo sistemos charakteristikas ar patikrinti jos sudedamąsias dalis.
6. Sutvarkyti matavimo duomenis. Parašyti išvadas.
7. Paruošti darbo ataskaitą.

5. AUTOMOBILIŲ ŽIBINTAI

Darbo uždutis. Išanalizuoti žibintų sistemas (vieno ir dviejų žibintų, europietiškąją simetrinę ir asimetrinę bei amerikietiškąją). Išnagrinėti žibintų sandarą, jų mazgus, veikimo principą, susipažinti su pagrindiniais parametrais, reguliavimu.

5.1. Šviesos prietaiso optinės sistemos parametrai

Automobilių šviesos prietaisų pagrindą sudaro optinė sistema. Jos pagrindiniai parametrai yra:

- 1) aktyvusis paviršius,
- 2) šviesos anga,
- 3) židinio nuotolis,
- 4) gaubimo kampas,
- 5) spinduliavimo ir sklaidos kampai,
- 6) atspindžio koeficientas,
- 7) pralaidumo koeficientas.

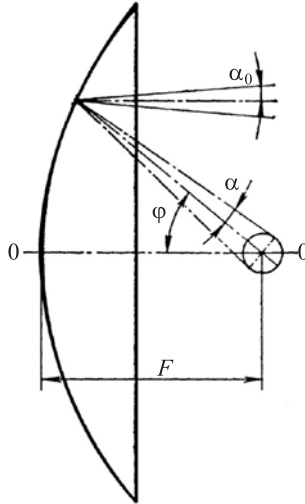
Optinės sistemos aktyviuoju paviršiumi laikomas tas, kuris atspindi žibinto šaltinio spindulius pagal veidrodinio atspindžio dėsnius (5.1 pav.)

Šviesos anga – tai optinės sistemos aktyviojo paviršiaus projekcija plokštumoje, statmenoje prietaiso optinei ašiai O_0 .

Atstumas F tarp židinio ir reflektoriaus viršūnės optinės ašies kryptimi vadinamas židinio nuotoliu. Židiny yra būdingas optinei sistemai taškas, kuriame, esant taškiniam šviesos šaltiniui, nuo parabolinio reflektoriaus atsispindėję šviesos spinduliai eina lygiagrečiai su optine ašimi. Realiose optinėse sistemose taško formos šviesos šaltinių nebūna.

Kampas φ , kurio ribose iš prietaiso optinės ašies taško (paprastai iš židinio) matosi aktyvus paviršius, vadinamas gaubimo kampu.

Kampas, kuriame sukoncentruotas aktyviojo paviršiaus atspindėtas šviesos srautas, vadinamas spinduliavimo kampu α_0 , o kuriame sukoncentruotas išnaudojamas šviesos srautas – sklaidos kampas.



5.1 pav. Optinio šviesos prietaiso sistemos parametrai

Atspindžio koeficientas – tai nuo reflektoriaus atsispindėjusio srauto santykis su į jį krentančiu šviesos srautu.

Pralaidumo koeficientas – tai praėjusio pro pralaidą srauto santykis su į ją krentančiu srautu.

Projektuojant automobilio žibintus, norint gerai išnaudoti šviesos šaltinio srautą, reikia kiek galima didesnę jo dalį nukreipti į reflektorių. Dalis šviesos spindulių iš optinės sistemos išeina tiesiogiai, neatsispindėję nuo reflektoriaus. Jie turi didelį sklaidos kampą ir pablogina kelio apšvietimą esant blogam orui. Dėl to pagrindiniuose žibintuose įrengiami ekranai, o skaičiavimuose ta srauto dalis atmetama. Kituose prietaisuose ta šviesos srauto dalis įvertinama, nes pagerina jų fotometrinius parametrus.

Visi šviesos prietaisai turi atitikti tarptautinius reikalavimus. Be pagrindinių žibintų, tai pasakytina ir apie kitus šviesos informacijos bei signalizacijos prietaisus.

5.2. Pagrindiniai žibintai

5.2.1. Žibintų sistemos

Automobiliui važiuojant naktį, vairuotojas spėja saugiai sustoti, jei kliūtį pastebi tuomet, kai atstumas iki jos yra ne mažesnis negu reikalingas saugiai sustoti. Pavyzdžiui, esant normalioms sąlygoms ir važiuojant 100 km/h greičiu, lengvojo automobilio stabdymo kelias yra apie 70 m, sunkvežimio – 80 m. Taigi automobilio žibintai turi apšviesti ne trumpesnę negu 100 m kelią. Gerai suprojektuoti ir sureguliuoti žibintai (prožektoriai) gali apšviesti ir ilgesnį kelio ruožą, tačiau čia susiduriama su neigiamu stiprių šviesų poveikiu – priešpriešais atvažiuojančių automobilių vairuotojų akinimu. Vadinasi, pagrindiniai automobilio žibintai turi patenkinti du prieštarigus reikalavimus: gerai apšviesti kelią ir neakinti vairuotojų. Šiai problemai jau daug metų skiriamas ypatingas dėmesys, yra daug jos sprendimo būdų.

Stacionarūs važiuojamosios dalies apšvietimo žibintai, prijungti prie energetinės sistemos elektros tinklo, šią problemą išsprendžia beveik idealiai, tačiau brangiai kainuoja. Jie įrengiami miestuose, gyvenvietėse ir pavojingose aktyvaus eismo kelių vietose.

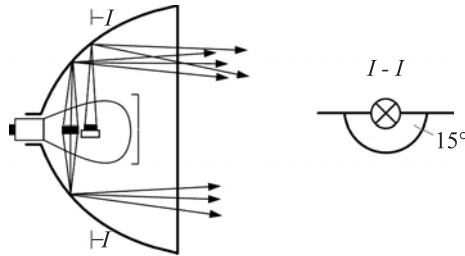
Seniai žinoma poliarizuotos šviesos žibintų sistema. Jos žibintų stiklai ir priekinis automobilio stiklas padengiami plėvele, poliarizuojančia šviesą 45° kampu. Tada priešpriešais važiuojančių automobilių žibintų šviesos poliarizavimo plokštumos būna pasuktos 90° kampu ir šviesa nepraeina pro priekinį stiklą. Tokia žibintų sistema neakintų, tačiau šviesos srautas, praėjęs pro poliaroidinę plėvelę, susilpnėja ir sumažėja kelio apšvietimas. Žibintuose naudojant halogenines lempas, ši sistema tampa perspektyvi.

Naudojami ir kiti įrenginiai, iš dalies mažinantys vairuotojų akinimą. Tai – žibintų žaliuzės, įtraukiamieji žibintai, priekinio stiklo pralaidumo keitimas, papildomos žibintų lizės ir kt. Tačiau labiausiai paplito tolimųjų ir artimųjų šviesų perjungimo žibintų sistemos. Jų žibintai dirba dviem režimais: kai tamsiu metu iš priekio atvažiuoja

automobilis, vairuotojas išjungia tolimąsias ir įjungia artimąsias šviesas.

Jos įrengiamos įvairiai. Vieną didelę grupę sudaro dviejų, antrąją – keturių automobilio žibintų sistemos. Dviejų žibintų sistemos būna amerikietiškosios ir europietiškosios, o pastarosios – simetrinės ir asimetrinės.

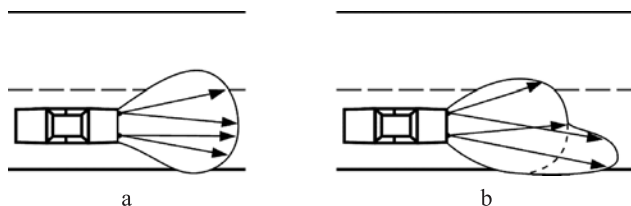
Labiausiai paplitusios dviejų žibintų sistemos. Jų žibintuose naudojamos dviejų kaitinimo siūlelių lempos: vienas siūlelis tolimajai, kitas – artimajai šviesai. Keturių žibintų sistemos žibintui reikalinga lempa su vienu kaitinimo siūleliu.



5.2 pav. Dviejų kaitinimo siūlelių lempa

Pastaruoju metu labiausiai paplitusi europietiškoji asimetrinė žibintų sistema. Ji išsivystė iš europietiškosios simetrinės sistemos, didinant artimosios šviesos efektyvumą. Asimetrinių ir simetinių europietiškujų sistemų (5.2 pav.) lempa turi du kaitinimo siūlelius. Tolimosios šviesos siūlelis turi pasagos arba cilindrinės spiralės, nukreiptos išilgai lempos optinės ašies, formą. Artimosios šviesos siūlelis būna įrengtas virš optinės žibinto ašies prieš tolimosios šviesos siūlelį. Jis turi cilindrinės spiralės formą, iš apačios ir priekio jį uždengia ekranas. Simetrinėje sistemoje ekranas būna simetriškas, o asimetrinėje – kairioji jo pusė (žiūrint iš vairuotojo vietos, 5.1 pav. *I-I*) nuleidžiama 15° kampų. Įdėjus lempą į žibintą, tolimųjų šviesų kaitinimo siūlelis atsiduria žibinto židinyje *F*. Jo šviesa, atsispindėjusi nuo reflektoriaus, sklinda siauru pluoštu į priekį. Dėl žibinto elementų netikslumų ir lempos siūlelių matmenų ne visi spinduliai būna lygiagretūs su optine žibinto ašimi. Įjungus artimosios šviesos siūlelį,

jo spinduliai atsimuša tik į viršutinę reflektoriaus dalį ir, esant simetriškam ekranui, atsispindėję nukreipiami žemyn į optinę žibinto ašį. Dėl to kelio paviršiuje prieš automobilį būna simetriška šviesi dėmė (5.3 a pav.).



5.3 pav. Kelio apšvietimas europietiškoji simetrinė (a) ir asimetrinė (b) sistema

Kai ekranas nesimetriškas, artimųjų šviesų siūlelio spinduliai atsispindi nuo kairiosios reflektoriaus dalies. Ši spindulių dalis nukreipama į dešiniąją kelio pusę ir neakina iš priekio atvažiuojančio vairuotojo. Kelio paviršiuje būna nesimetriška šviesi dėmė su dešinėje jos pusėje esančiu liežuvėliu (5.3 b pav.).

Amerikietiškosios dviejų žibintų sistemos lempa taip pat turi du siūlelius. Abu siūleliai cilindro formos, jų ašis eina statmenai žibinto optinei ašiai. Lempą įdėjus į žibintą, tolimųjų šviesų siūlelio centras sutampa su reflektoriaus židiniu. Artimųjų šviesų siūlelis būna virš ir arčiau tolimųjų šviesų siūlelio. Įjungus tolimąsias šviesas, spinduliai eina panašiai kaip europietiškojoje sistemoje. Kadangi šioje lempos nėra ekrano, artimųjų šviesų spinduliai krenta į įvairias puses, tačiau dėl siūlelių padėties reflektoriaus atžvilgiu didžiausia lempos šviesos srauto dalis nukreipama žemyn. Priešpriešais atvažiuojančio automobilio vairuotojo ši šviesa neakina, jei jo automobilis turi tokią pat arba nesimetrinę europietiškoją sistemą, kuri yra gana stipri šviesų sistema. Dviejų žibintų sistemoje, vienam žibinte įrengiant tolimąsias ir artimąsias šviesas, nukenčia jos abi, nes tolimųjų ir artimųjų šviesų reikalavimai yra priešaringi. Dėl to buvo sukurta keturių žibintų sistema. Ji atsirado JAV, todėl dažnai vadinama amerikietiškoji. Keturių žibintų sistemose tolimosios ir artimosios šviesos lempos įrengiamos

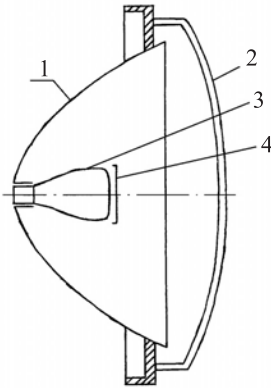
atskiruose žibintuose, kurie projektuojami pagal šių šviesų reikalavimus. Žibintai įrengiami poromis horizontaliai arba vertikaliai. Vidiniuose (arba apatiniuose) žibintuose lempos siūlelis būna reflektoriaus židinyje. Jų sklaidytuvas projektuojamas tik tolimajai šviesai. Išorinių (arba viršutinių) žibintų lempa turi du siūlelius. Lempą įdėjus į žibintą, artimųjų šviesų siūlelis pakliūva į reflektoriaus židinį. Antrasis – tolimųjų šviesų siūlelis būna tarp židinio ir reflektoriaus. Šių žibintų sklaidytuvas projektuojamas pagal artimųjų šviesų reikalavimus. Įjungus artimąsias šviesas, žiba išorinių žibintų židinyje esantis siūlelis. Šviesa sklinda taip, kad neakintų iš priekio atvažiuojančio vairuotojo. Įjungus tolimąsias šviesas, žiba visų keturių žibintų tolimųjų šviesų lempų siūleliai. Vidiniai (apatiniai) žibintai veikia kaip prožektoriai, o išorinių (viršutinių) žibintų išsklaidyta šviesa apšviečia artimas kelio vietas, šalikeles. Tačiau keturių žibintų sistema turi trūkumą, palyginti su dviejų žibintų sistema, todėl pastarosios neištūmė. Ji – brangesnė, mažesnis artimųjų šviesų veiksmingumas, nes mažesnis žibintų skersmuo. Antra vertus, dviejų žibintų sistema buvo patobulinta, sukūrus stačiakampės formos žibintus.

Reziumuojant galima pasakyti, kad, nepaisant konstruktorių ir išradėjų pastangų, vairuotojų akinimo problema, prasilenkiant transporto mašinoms, neišspręsta, todėl visą laiką ieškoma naujų sprendimų, žibintuose įrengiamos linzės.

5.2.2. Žibintų konstrukcija

Bet kokios žibintų formos konstrukcijoje galime skirti optinį elementą, korpusą ir reguliavimo įrenginį.

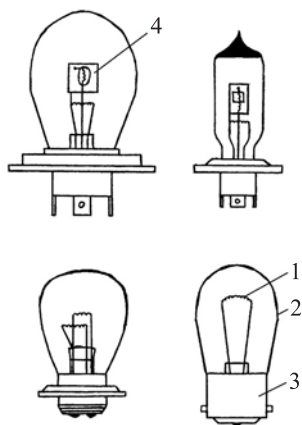
Pagrindinės optinio žibinto elemento dalys yra: reflektorius 1, sklaidytuvas 2, lempa 3 ir jos ekranas 4 (5.4 pav.). Reflektorius štampuojamas iš plieno skardos. Jo vidinis paviršius lakuojamas. Lako paviršius poliruojamas ir padengiamas plonu aliuminio sluoksniu. Jis turi privalumą, palyginti su chromu ir net sidabru, nes yra nebrangus, chemiškai atsparus, o atspindžio koeficientas yra ne blogesnis negu sidabro – apie 90 proc.



5.4 pav. Optinis žibinto elementas

Stiklas saugo žibinto vidų nuo atmosferos poveikio ir paskirsto šviesos srautą reikiamomis kryptimis, todėl jis yra sudėtinga linzė. Gaminamas iš specialaus presuoto stiklo. Žibintuose jis dažniausiai klijuojamas prie reflektoriaus arba prie žibinto korpuso.

Žibintuose ir kituose šviesos prietaisuose naudojamos kaitinimo lempos. Jos turi kaitinimo siūlą (spiralę) 1, balioną 2 ir coklį 3 (5.4 pav.). Žibintų lempos turi dar ir artimos šviesos ekraną 4. Lempų kaitinimo siūlelis gaminamas iš volframo, turinčio aukštą lydymosi temperatūrą, vielos. Paprastose lempose normalaus žibėjimo metu jis įkaitinamas maždaug iki 2700 °C. Norint, kad siūlelis būtų kiek galima mažesnis, volframo viela susukama į spiralę. Paprastų lempų balionas gaminamas iš paprasto stiklo, o halogeninių – iš kvarcinio stiklo. Mažo šviesos stiprumo lempų (iki 3 cd) balione būna didelis vakuumas. Kitose – įvairių dujų, dažniausiai inertinių, mišinys.



5.5 pav. Automobilio žibintų lempos:
 1 – kaitinimo siūlelis; 2 – balionas; 3 – cokolis;
 4 – artimosios šviesos siūlelio ekranas

Automobilių lempų trūkumas yra kaitinimo siūlelio garavimas. Šviesos stiprumas mažėja, nes baliono vidinis paviršius pasidengia tamsiu išgaravusio volframo sluoksniu, trumpėja siūlelio naudojimo laikas. Perspektyviomis laikomos halogeninės kaitinimo lempos. Nuo paprastųjų jos skiriasi tuo, kad į balioną, be inertinių dujų, įleidžiamas tam tikras kiekis halogenų grupės medžiagų (jodo, boro). Halogenai, esantys prie baliono paviršiaus, kurio temperatūra būna apie 600 °C, chemiškai susijungia su volframu, esančiu baliono paviršiuje. Junginys yra dujos, todėl galima sakyti, kad halogenas nuo baliono paviršiaus nuima volframą. Volframo halogenidas, judėdamas balione, pakliūva į siūlelį ir aukštoje temperatūroje skyla. Volframas lieka kaitinimo siūlelyje, o laisvas halogenas vėl juda baliono sienelių link „atnešti“ naujos volframo porcijos. Šio ciklo metu nuvalomas baliono stiklas ir sutvirtinamas kaitinimo siūlelis. Kad baliono temperatūra būtų aukšta, jis daromas nedidelių matmenų, o kad nesuminkštėtų, gaminamas iš kvarco stiklo. Mažas mechanškai atsparus balionas leidžia jame padidinti dujų slėgį iki 1 MPa. Volframo

siūlelio temperatūrą galima padidinti iki 3300–3400 °C, nes sumažėja volframo garavimas. Palyginti su paprastomis lempomis, šviesograža padidėja 50–60 proc. Nors eksperimentuojama seniai, tačiau tik pastaruju metu žibintuose panaudotos ksenono lempos. Jos, palyginti su kaitinimo lempomis, turi privalumų ir trūkumų, tačiau yra brangios ir dar nepaplito. Lempų cokoliai būna įvairūs (5.5 pav.). Žibintų lempos turi dviejų rūšių cokolius.

Žibinto efektyvumas labai priklauso nuo optinio elemento skersmens. Toliau esančioje lentelėje pateikti duomenys, kaip keičiasi atstumas tarp žibinto ir minimalaus apšvietimo (1–2 lx) taško, esant tai pačiai 37 W, 700 lm šviesos srauto lempai ir keičiantis optinio elemento skersmeniui.

Žibinto optinio elemento skersmens įtaka kelio apšvietimui

Optinio elemento skersmuo D , mm	100	130	160	170	200
Apšvietimo atstumas L , m	76,5	100	123	130	152

Konstruojant šiuolaikinius automobilius, ypač lengvuosius, susiduriama su dviem prieštaravimais. Norint padidinti automobilio aptakumą, stengiamasi žeminti jo priekį, bet efektyvesniam kelio apšvietimui reikia didinti žibintų skersmenį. Kompromisas buvo rastas sukūrus stačiakampius ir kitokių (sudėtingesnių) formų žibintus. Nors jų gamybos technologija sudėtingesnė, lengvuosiuose automobiliuose jie beveik išstūmė apvaliuosius. Stačiakampių žibintų reflektorių horizontalioji šviesos anga būna iki 250 mm. Jie geriau paskirsto šviesą horizontaliąja kryptimi, ypač dirbant artimosioms šviesoms.

Esant rūkui, stipriam lietuvi ar sniegui, kelio apšvietimas pagerėja naudojant rūko žibintus. Pagrindinių žibintų šviesa, atsispindėdama nuo smulkių vandens lašelių ir išsisklaidydama, vairuotojo akių aukštyje sukuria švytinčią masę. Rūko žibintų šviesos srautas yra apribojamas vertikaliąja kryptimi ir padidinamas horizontaliąja. Tai pasiekama įrengiant rūko žibintus žemiau pagrindinių žibintų ir tinkamai suprojektavus jų stiklus. Stiklo spalva neturi lemiamos reikšmės, o esamos normos leidžia naudoti geltoną ir bespalvį stiklą. Reflektorius

būna paraboloido formos apvalus arba stačiakampis. Rūko žibintuose įrengiami ekranai, kad į erdvę prieš vairuotoją nesklistų tiesioginiai („nevaldomi“) lempos spinduliai. Atsispindėję nuo vandens lašelių jie sukelia tą patį efektą kaip pagrindinių žibintų šviesa. Šiuose žibintuose naudojamos paprastos ir halogeninės vieno kaitinimo siūlelio lempos.

5.3. Kiti šviesos prietaisai

Pagal veikiančias normas automobilis turi šiuos šviesos signalizacijos prietaisus: po du priekinius ir užpakalinius gabaritinius žibintus, du užpakalinius stabdymo signalo žibintus, po du priekinius, užpakalinius ir šoninius posūkių signalizacijos mirksinčius žibintus, du užpakalinius atšvaitus bei valstybinės registracijos ženklo apšvietimo žibintą. Kai kurie automobiliai privalo turėti papildomus sunkvežimio kontūrų, atpažinimo bei važiavimo pirmenybės šviesos ženklus (žibintus). Be to, automobilis gali turėti šiuos šviesos prietaisus: užpakalinę rūko šviesą, stovėjimo šviesą, šonines (žymėjimo) šviesas, papildomą stabdymo signalą, atbulinės eigos žibintą ir trajektorijos žymeklį.

Kai kurie iš minėtų prietaisų įjungiami tik esant blogam matomumui (tamsa, rūkas). Jų lempų šviesos stiprumas būna 2–12 cd, o žibintų konstrukcija paprasta. Kitų šviesos prietaisų veikimas turi būti pastebimas dienos metu, esant stipriam saulės apšvietimui. Jie kruopščiai projektuojami, o lempų šviesos stiprumas būna 200–700 cd. Tokie stiprūs žibintai nakties metu aplinkinius vairuotojus gali erzinti, todėl jie gali turėti du režimus: dienos ir nakties. Kai sutemus įjungiami nakties signalizacijos prietaisai, dienos prietaisai automatiškai perjungiami į mažesnio šviesos stiprinimo režimą.

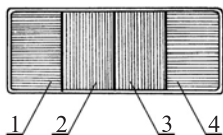
Šviesos signalizacijos prietaisams normuojami taip pat šviesos matymo (sklidimo) kampai bei jų stiklų (skleidžiamos šviesos) spalva. Raudona šviesa gerai išsiskiria iš kitos spalvos šviesų, gerai matoma rūke, ją gerai pastebi vyresniojo amžiaus vairuotojai, todėl reikalaujama, kad užpakaliniai signalai (stabdymo, atšvaitų, gabaritinių šviesų) būtų raudonos spalvos. Priekiniai gabaritinių šviesų bei atbulinės

eigos signalai turi būti baltos spalvos, o posūkių – visi oranžiniai. Pagal JAV standartą užpakaliniai posūkių signalai gali būti ir raudonos spalvos.

Tarptautinės normos taip pat nustato automobilio šviesos prietaisų išdėstymą, aukštį nuo žemės, atstumus nuo šoninių gabaritų, jų matymo kampus vertikaliajoje ir horizontaliojoje plokštumoje.

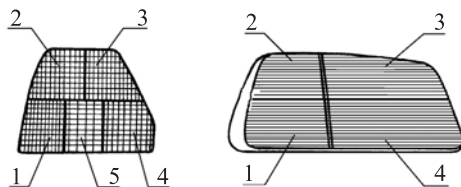
Šviesos signalizacijos prietaisų konstrukcijos ypatumai

Automobilių šviesos signalizacijos prietaisų konstrukcija labai įvairi. Jie pritaikomi kiekvienos mašinos išorei. Yra tendencija šviesos prietaisus jungti į blokus. 5.6 pav. matome sunkvežimio kombinuotojo žibinto sklaidytuvo vaizdą. Jo plastikiniame korpuse yra išpresuotos kelios signalizacijos prietaisų sekcijos drauge su šviesą atspindinčiais paviršiais ir pertvaromis. Sklaidytuvas sudarytas iš atskirų skirtingos spalvos dalių. Tačiau kombinuotųjų žibintų sklaidytuvas liejamas ir vientisas iš skirtingų spalvų plastiko. Vibracijoms sumažinti sunkvežimių šviesos signalizacijos prietaisai turi būti tvirtinami per amortizuojančius elementus.



5.6 pav. Sunkaus automobilio pažibinčių sklaidytuvo vaizdas:
1 – atbulinės eigos; 2 stabdymo; 3 – gabaritinis; 4 – posūkių žibintai

Panašiai atrodo ir lengvųjų automobilių kombinuotasis žibintas (5.7 pav.). Jį konstruojant, ypatingas dėmesys skiriamas aerodinaminėms savybėms. Kombinuotieji žibintai įrengiami automobilio kėbulo kampuose, todėl jų aptakumas turi būti labai geras. Pateikto žibinto korpusas presuojamas (liejamas). Jame taip pat yra reflektuojantys paviršiai ir pertvaros. Jis turi kelias sekcijas (skyrius): kraštinės išorinės – posūkių, kraštinės vidinės – stabdymo, centrinėje dalyje – likusios.



5.7 pav. Lengvojo automobilio pažibinčių sklaidytuvo vaizdas:
 1 – stabdymo; 2 – posūkių; 3 – atbulinės eigos;
 4 – gabaritų (dešinėje), rūko (kairėje); 5 – gabaritų

5-ojo darbo planas

1. Žibintų įtakos eismo saugumui nagrinėjimas.
2. Darbo užduoties klausimų turinio nagrinėjimas.
3. Užrašyti tikrinamojo žibinto markę, jo techninius duomenis, žibinto automobilio markę, laboratorinio darbo matavimo prietaisus ir jų techninius duomenis.
4. Pasirinkti žibinto tikrinimo būdą ir eigą.
5. Žibintą patikrinti ir surašyti matavimo duomenis.
6. Apskaičiuoti reikiamus dydžius.
7. Parengti laboratorinio darbo ataskaitą.

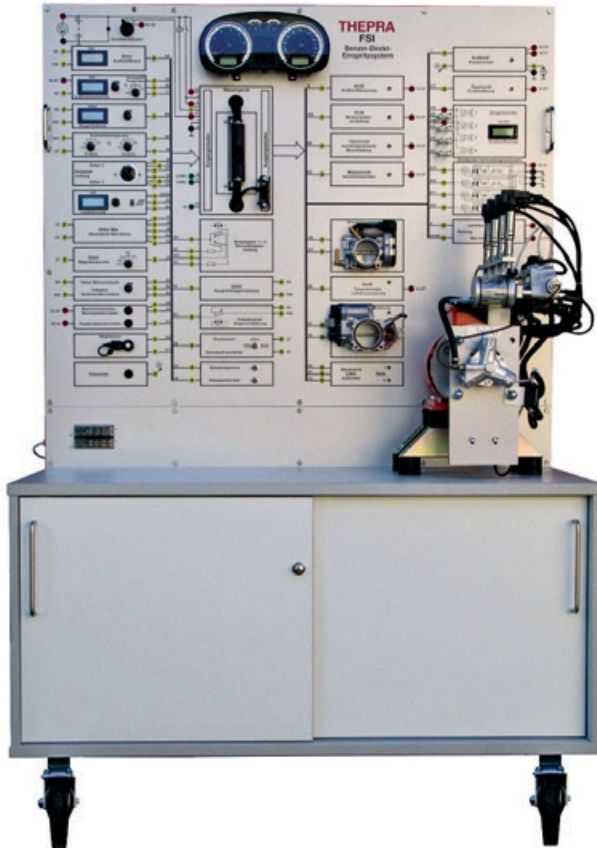
6. TIESIOGINIO DEGALŲ ĮPURŠKIMO STENDAS

Darbo užduotis. Susipažinti su tiesioginio degalų įpurškimo stendu (FSI) ir jo galimybėmis. Surašyti stendo jutiklius ir kiekvieną trumpai charakterizuoti. Patikrinti dviejų jutiklių veikimą arba sudaryti jų pagrindinę charakteristiką.

FSI yra aukšto slėgio tiesioginio degalų įpurškimo sistema, skirta Oto varikliams. Ji išsiskiria iš žinomų sistemų tiek veikimo principu, tiek konstrukcija. Pagrindiniai šios sistemos komponentai yra aukšto slėgio rampa ir aukšto slėgio siurblys. Įpurškimo slėgis – iki 120 barų. Degalai tiesiogiai į degimo kamerą gali būti įpurškiami bet kuriuo metu per elektromagnetinius įpurškimo vožtuvus. Įsiurbiamo oro masė matuojama plėveline oro masės matuokle, o reguliuojama elektroniniu būdu kontroliuojant įsiurbimo kolektoriaus sklendės vožtuvą. Plačiajuostis Lambda zondas, sumontuotas prieš išmetamųjų dujų katalizatorių, naudojamas mišinio kontrolei. Remdamasis jo matavimais, variklio valdymo blokas reguliuoja du pagrindinius veikimo režimus: sluoksnuotąjį pripildymo režimą (Lambda nuo 1 iki 3) ir homogeninį režimą (Lambda = 1).

FSI valdymo blokas įjungiamas degimo rakteliu su imobilizatorium. Smagratis su padėties jutikliu, veleno krumpliaratis ir aukšto slėgio siurblys mechaniškai sukami reguliuojamu trijų fazių varikliu (greičio diapazonas yra toks pats kaip ir transporto priemonėje). Variklio greitis nurodomas įprastu automobilio greičio indikatoriumi. Kuro slėgį, oro srauto jutiklio įtampą ir įpurškimo kiekį rodo skaitmeniniai ekranai. Akseleratoriaus pedalas reguliuojamas nuolatos, o jo padėtį parodo skalė. Asmeniniu kompiuteriu įmanoma įrašyti ir įvertinti matavimo duomenis. Bendras stendo vaizdas parodytas 6.1 pav.

Įėjimai (Įvestis)	Apdorojimas	Išėjimai (Išvestis)
Jutikliai	FSI valdymo įrenginys	Pavara



6.1 pav. Tiesioginio degalų įpurškimo stendas (FSI)

Įėjimai (įvestis)

- Uždegimo jungiklis su imobilizatoriumi
- Degalų slėgio jutiklis
- Įkaitintos plėvelės oro masės matuoklis
- Įsiurbimo kolektoriaus slėgio jutiklis (keitiklis)
- Įsiurbimo oro temperatūros jutiklis
- Įtekančio aušinimo skysčio jutiklis

Ištekančio aušinimo skysčio jutiklis
Akcelatoriaus pedalo padėties jutiklis
Akcelatoriaus vožtuvo padėties jutiklis
Lambda zondas
NOx skirstytuvus
NOx jutiklio valdymo įrenginys
Išmetamųjų dujų temperatūros jutiklis
Variklio sūkių jutiklis
Paskirstymo velenėlio padėties Holo jutiklis
Įsiurbimo kolektoriaus sklendės jutiklis
Išmetamųjų dujų recirkuliacijos potenciometras
Stabdžių stiprintuvo slėgio jutiklis
Stabdžių žibintų jungiklis
Stabdžių pedalo jungiklis
Sankabos jungiklis
Sankabos pedalo jungiklis
Oro kondicionieriaus kompresorius
Oro kondicionieriaus budėjimas
Durų jungiklis

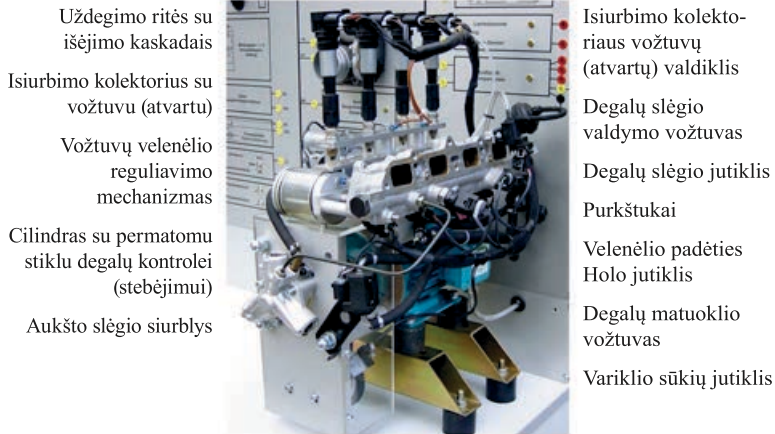
Apdorojimas

FSI valdymo įrenginys
Įvesties parinktis
Mikroprocesorius ir atmintis
Išvesties parinktis
Originalaus testerio diagnostinė jungtis

Išėjimai (išvestis)

Degalų siurblio relė
Degalų slėgio valdymo vožtuvas
Degalų matavimo vožtuvas
Degalų įpurškimo vožtuvai
Vožtuvų velenėlio reguliavimas
Variklio aušinimo (valdymo pagal žemėlapi) termostatas

Uždegimo ritės su išėjimo kaskadais
 Droselio posūkio pavara
 Kaitinamas liambda jutiklis
 Kaitinamas NOx jutiklis
 Aušinimo skysčio ventiliatoriaus valdymo blokas
 Išmetamųjų dujų recirkuliacijos vožtuvas
 Įsiurbimo kolektoriaus vožtuvo (atvarto) valdymo įrenginys
 Aktyvuotos anglies filtro elektromagnetinis vožtuvas



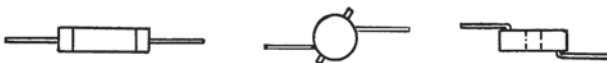
6.2 pav. Siurblių, įsiurbimo kolektorius, uždegimas ir įpurškimo vožtuvas su originaliais komponentais

6.1. Signalų (impulsų) generatoriai. Jutikliai

6.1.1. Termistorius (termorezistorius)

Šio puslaidininkių prietaiso varža stipriai keičiasi, kintant jo temperatūrai.

Termorezistorių konstrukcija labai įvairi: strypelis, diskas, skridinėlis ir kt. (6.3 pav.).



6.3 pav. Termorezistorių konstrukcijos pavidalai

Termorezistoriaus varža R_T nuo temperatūros kinta eksponentiškai (6.4 pav.). Darbo temperatūrų diapazone ji gana tiksliai išreiškia ma formule:

$$R_T = R_o \exp B(1/T - 1/T_o),$$

čia R_T ir R_o – termorezistoriaus varžos dydžiai, esant jo temperatūroms T ir T_o ;

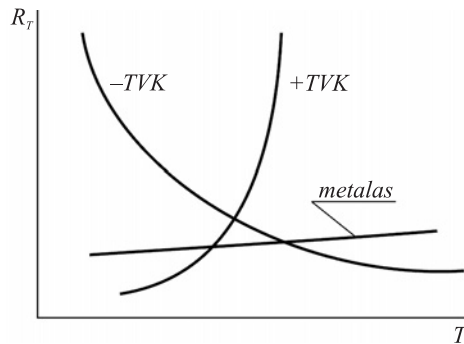
B – termorezistoriaus pastovioji.

Sudarant šią charakteristiką, keičiama aplinkos temperatūra ir matuojama joje esančio termorezistoriaus varža.

Pagrindiniai termorezistoriaus parametrai yra nominalioji varža, temperatūrinis varžos koeficientas (TVK) ir maksimalus sklaidos galingumas.

Nominalioji varža matuojama esant tam tikrai temperatūrai. Dažniausiai tai 20 °C. Varža būna nuo kelių omų iki kelių šimtų kiloomų.

Koeficientas TVK – tai santykinis varžos pokytis procentais, pakitus jo temperatūrai 1°. Neigiamas TVK svyruoja apie 2–4 %/K. Kad būtų galima palyginti, 6.4 paveiksle pateiktas termorezistorių ir metalo varžos kitimas.



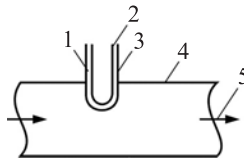
6.4 pav. Termorezistorių (+ TVK ir $-TVK$) bei metalo varžos priklausomybė nuo temperatūros

Maksimali sklaidos galia yra tokia, kai tranzistorius dar dirba normaliai.

Termorezistoriai dažniausiai naudojami temperatūrai stabilizuoti, reguliuoti ir įvairiems dydžiams matuoti.

6.1.2. Liambda zondo elementas (siaurajuostis)

Jis reaguoja į deguonies kiekį vidaus degimo variklio išmetamosiose dujose. Šių jautiklių jautrųjį elementą sudaro cirkonio dvideginio keramika ir ją iš dviejų pusių gaubiantys platinos elektrodai (6.5 pav.).



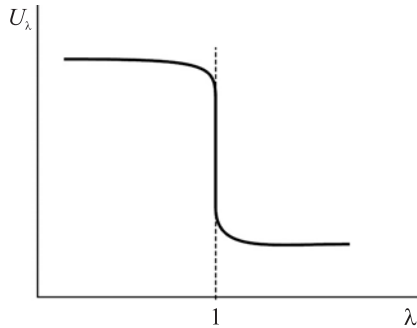
6.5 pav. Liambda zondo veikimo schema:

- 1 – cirkonio dvideginio keramika; 2 ir 3 – platinos elektrodai;
- 4 ir 5 – vidaus degimo variklio išmetimo vamzdis ir išmetamosios dujos

Esant aukštai temperatūrai (350–900 °C), cirkonio dvideginio keramika tampa elektrolitu, o jutiklis – galvaniniu elementu. Tuo metu elemento išorę veikia išmetamosios vidaus degimo variklio dujos, o vidinę – aplinkos oro deguonis. Kai abiejose pusėse skiriasi deguonies kiekis, tarp jo elektrodų būna potencialų skirtumas. Jo dydis labai keičiasi, esant tam tikram deguonies kiekiui išmetamosiose dujose. Elementas būna taip sukonstruotas, kad potencialų skirtumas stipriai keistųsi, kai vidaus degimo variklio degalų oro pertekliaus koeficientas λ yra 1 (6.6 pav.).

Kai jis mažesnis negu 1, vidaus degimo variklio darbo mišinys yra riebus, trūksta deguonies, jis visiškai sureaguoja benzinui degant. Išmetamosiose dujose deguonies beveik nėra. Tarp elektrodų būna aukštas potencialų skirtumas. Kai koeficientas λ yra didesnis negu 1, vidaus degimo variklio darbo mišinys būna liesas, nes deguonies jame daugiau, negu reikia benzinui sudegti. Dėl to vidaus degimo variklio išmetamosiose dujose būna nesureagavusio deguonies. Tarp

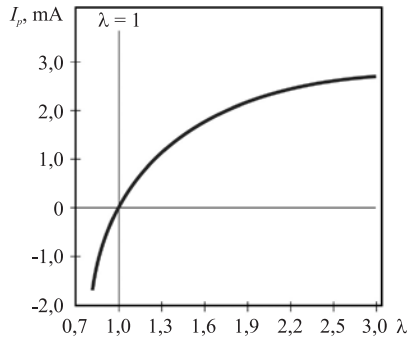
elektrodų pasikeičia potencialų skirtumas. Jis mažėja. Taigi jautklus skleidžia signalą, reikalingą vidaus degimo variklio valdymo blokui, kad būtų padidintas arba sumažintas benzino kiekis darbo mišinyje, o vidaus degimo variklis dirbtų ekonomiškai.



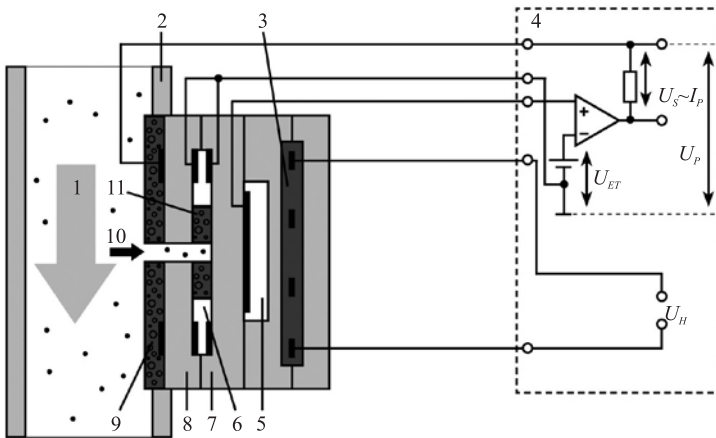
6.6 pav. Liambda zondo jautriojo elemento elektrovaros priklausomybė nuo oro pertekliaus koeficiento

6.1.3. Liambda zondas (plačiajuostis)

Išmetimo dujos per dujų patekimo angą, esančią pumpavimo elemente, patenka į Nernsto elemento matavimo kamerą (difuzinį plyšį) (6.8 pav.). λ yra reguliuojamas (koreguojamas) difuziniame plyšyje. Nernsto elementas palygina dujas, esančias difuziniame plyšyje, su esančiomis etaloniniame oro kanale. Prijungus pumpavimo įtampą U_p tarp platininių pumpavimo elemento elektrodų, deguonis iš išmetamųjų dujų per difuzinį barjerą gali būti pumpuojamas į difuzinį plyšį arba iš jo. Dėl Nernsto celės valdymo įrenginys keičia pumpavimo celės įtampą U_p taip, kad dujų sudėtis difuziniame plyšyje išliktų pastovi ($\lambda = 1$). Jei dujose yra deguonies perteklius, jis pumpuojamas į difuzinį plyšį (neigiama I_p srovė); jei yra jo trūkumas, – pumpuojamas į difuzinį plyšį (neigiama I_p srovė). Kai $\lambda = 1$, $I_p = 0$. I_p yra proporcinga deguonies išmetimo dujose koncentracijai (6.7 pav.).



6.7 pav. Plačiajuosčio Liambda zondo srovės I_p priklausomybė nuo oro pertekliaus koeficiento



6.8 pav. 1 – išmetimo dujos; 2 – išmetimo vamzdis; 3 – pakaitinimo elementas; 4 – valdymo elektronika; 5 – etaloninė celė (elementas) su etaloniniu oro kanalu; 6 – difuzinis plyšys; 7 – Nernsto celė (elementas) su matavimo elektrodu difuzinio plyšio pusėje ir etaloniniais elektrodais etaloninės celės pusėje; 8 – deguonies pumpavimo (siurbimo) celė (elementas) su elektrodu; 9 – aktytas apsauginis sluoksnis; 10 – dujų patekimo anga; 11 – aktytas difuzinis barjeras. I_p – pumpavimo srovė; U_p – pumpavimo įtampa; U_H – pakaitinimo įtampa; U_{ET} – etaloninė įtampa (450 mV atitinka $\lambda=1$); U_s – jutiklio įtampa

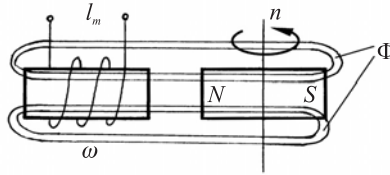
6.1.4. Magnetoelektrinis impulsų generatorius

Jį sudaro apvija ir prie jos judantis (besisukantis) magnetas (6.9 pav.). Kai velenas sukasi dažniu n , magnetinio srauto Φ , susijusio su apvija, turinčia ω vijų, dydis kinta. Apvijos galuose atsiranda potencialų skirtumas e_m . Jį galima apskaičiuoti pagal formulę:

$$e_m = k_m (d\Phi / dt),$$

čia: k_m – koeficientas, priklausantis nuo magnetinės grandinės charakteristikų;

$d\Phi/dt$ – magnetinio srauto kitimo greitis.



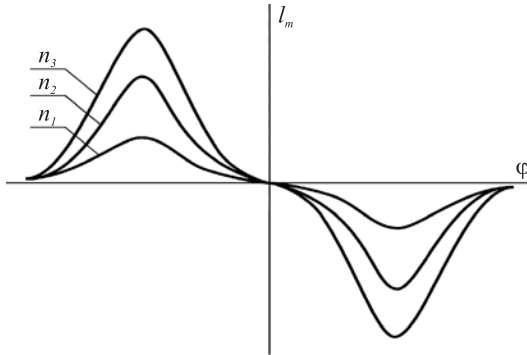
6.9 pav. Magnetoelektrinio jutiklio veikimo schema:

N - S ir Φ – nuolatinis magnetas ir jo sukuriamas magnetinis srautas;

n – magneto veleno sukimosi dažnis; ω – ritės vijų skaičius;

e_m – magnetoelektrinio jutiklio sukuriama elektrovara

Impulso forma priklauso nuo magnetinio srauto kitimo pobūdžio ir veleno sukimosi dažnio (6.10 pav.). Vidaus degimo variklio paleidimo metu, kai veleno sukimosi dažnis ir srauto kitimo greitis mažas, jutiklis neišvysto pakankamo dydžio impulso. Dėl to vidaus degimo variklio uždegimo sistemų magnetoelektrinių jutiklių konstrukcija būna sudėtingesnė.



6.10 pav. Magnetoelektrinio jutiklio elektrovaros e_m priklausomybė nuo jo sukimosi dažnio n ir kampo φ

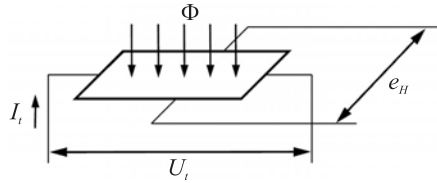
6.1.5. Holo impulsų jutiklis

Jo jautrųjį elementą sudaro stačiakampio formos puslaidininkio plokštelė arba plonasluoksnių plėvelė (6.11 pav.). Jos storis būna 0,001 – 0,1 mm, plotas – keli kvadratiniai milimetrai. Iš maitinimo šaltinio tekant srovei išilgai plokštelės, o statmenai ją veikiant magnetiniam laukui, tarp jos šonų atsiranda potencialų skirtumas e_H . Keičiant magnetinio lauko stiprumą, potencialų skirtumas kinta. Iš jo formuojamas valdymo impulsas. 6.12 paveiksle pateikta jutiklio su šiuo elementu konstrukcinė schema. Holo efekto elemento impulso dydį galima apskaičiuoti pagal formulę:

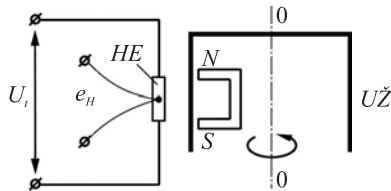
$$e_H = k_H IB / h,$$

- čia $k_H = Xr$ – Holo pastovioji;
 X – srovės nešiklių judrumas, m^2/V ;
 r – plokštelės medžiagos lyginamoji varža;
 I – plokštelės srovė;
 h – plokštelės storis;
 B – magnetinio lauko indukcija.

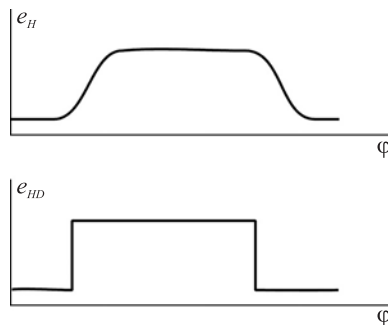
Elemento generuojamų impulsų forma priklauso nuo magnetinio lauko kitimo pobūdžio, tačiau jo frontai būna lėkšti. Toks impulsas netinka valdymui, todėl vėliau formuojamas ir stiprinamas. Jo frontai tampa statūs (6.13 pav.).



6.11 pav. Holo efekto elementas: Φ – magnetinis srautas; U_i ir I_i – maitinimo įtampa ir srovė; e_H – Holo elemento potencialų skirtumas



6.12 pav. Holo jutiklio konstrukcinė schema: $N-S$ – nuolatinis magnetas HE – Holo elementas; $U\check{Z}$ – feromagnetinė užuolaidėlė; 00 – užuolaidėlės pasisukimo ašis (feromagnetinė užuolaidėlė tarp magneto ir HE)



6.13 pav. Holo elemento neformuotas e_H ir suformuotas e_{HD} impulsai

6.1.6. Pjzoelektrinis elementas

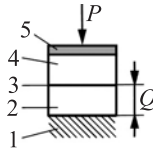
Šį elementą (6.14.) sudaro pjzokristalai 2 ir 4, įdėti į korpusą 1. Jie atskirti izoliuotuoju elektrodu 3 (žalvario folija). Per paslankią, su korpusu besijungiančią detalę 5 (pvz., membraną), pjzokristalus veikiant jėgai P , tarp korpuso ir izoliuotojo elektrodo atsiranda elektros krūvis Q . Jo dydis apskaičiuojamas:

$$Q = k_Q P,$$

čia k_Q – proporcingumo koeficientas.

Jutiklių pjzokristalai būna nedideli ir sukuria mažos energijos impulsą. Jo išėjimo grandinėje turi būti labai mažas srovės nuotėkis, o stiprintuvas privalo turėti labai didelę įėjimo varžą.

Šie elementai naudojami detonacijos ir kituose jutikliuose matuojant vidaus degimo variklio slėgio impulsus.



6.14 pav. Pjzoelektrinio elemento konstrukcijos schema:

- 1 – korpusas; 2 ir 4 – pjzokristalai; 3 – izoliuotasis elektrodas;
5 – membrana

6-ojo darbo planas

1. Užrašyti darbo apsaugos reikalavimus dirbant su degalų įpurškimo stendu.
2. Išsiaiškinti ir konkretizuoti darbo užduoties reikalavimus.
3. Susipažinti su stendo prietaisais, skirtais pateiktų jutiklių tyrimui, pagalbinių prietaisų techniniais duomenimis ir tiriamaisiais jutikliais.
4. Sujungti tiriamųjų jutiklių schemas.

5. Ištirti jutiklius ir surašyti tyrimo duomenis.
6. Sutvarkyti jutiklių tyrimo duomenis ir padaryti išvadas.
7. Parengti laboratorinio darbo ataskaitą.