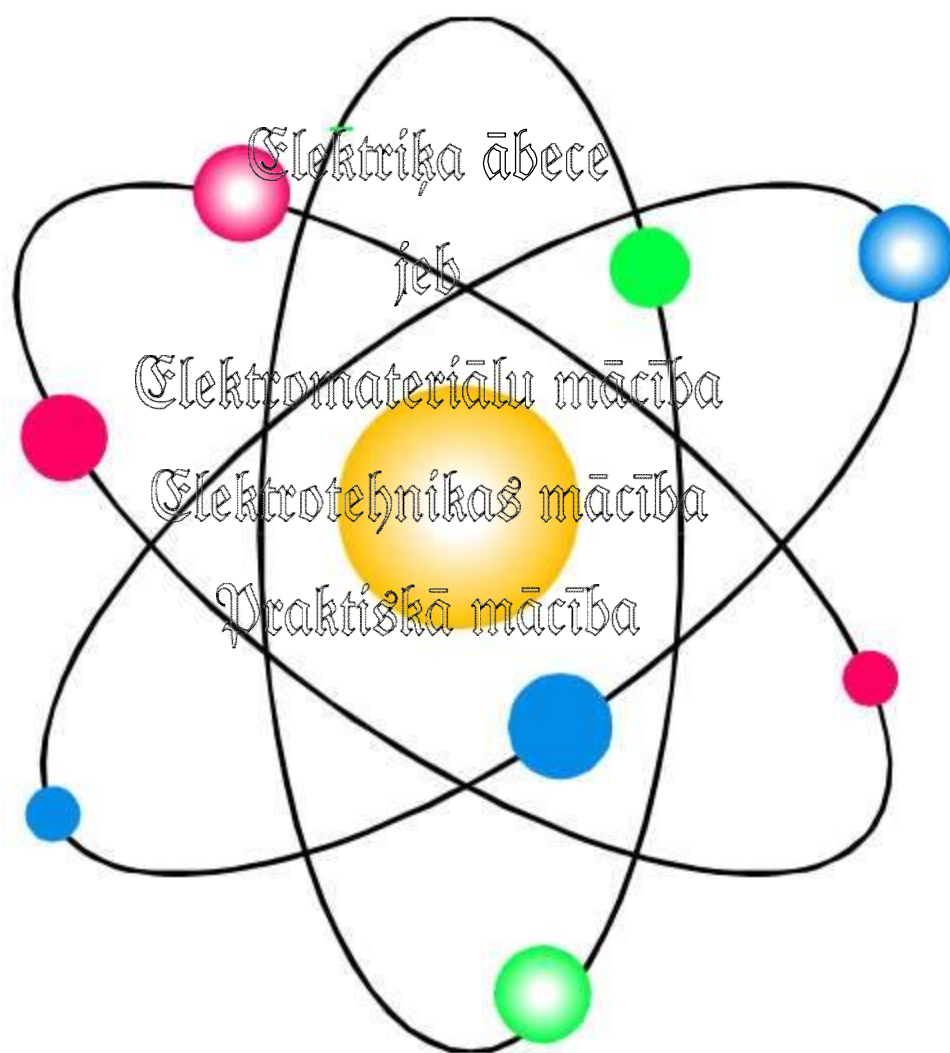


J. Ozoliņš



Jelgavas Tehnikums

2020

Elektromateriālu mācība

Elektromateriālu mācības darba burtnīca, kas aptver svarīgākās tēmas par vadītājiem, dielektriķiem, magnētiķiem, pusvadītājiem un palīgmateriāliem, sastādīta, lai palīdzētu audzēkņiem attīstīt atbilstošas prasmes elektronikā un elektrotehnikā izmantojamo materiālu īpašību noteikšanā un pielietošanā. Darba burtnīcā apskatīti dažādi praktiski jautājumi, doti vairāku veidu vingrinājumi un sastādīti atbilžu izvēles testi, kas paredzēti teorētisko zināšanu nostiprināšanai; nepieciešamo prasmju attīstīšanai darbam ar dažādiem informācijas avotiem; kā arī, lai sekmētu darba kompetenču, veidošanu, tas ir spējas spriest, analizēt un izdarīt eksperta slēdzienus par izmantojamiem materiāliem un to pielietošanu.

Darba burtnīca ir domāta profesionālās izglītības audzēkņiem, bet izmantojama arī ar elektrotehniku un elektroniku saistītu specialitāšu audzēkņiem gan kolektīvam darbam teorētiskās stundās, gan individuālam darbam patstāvīgi praktiskās nodarbībās.

SATURS

Nodaļa	Apakšnodaļa	Lpp.
1. nodaļa.	Elektrotehnisko materiālu galveno īpašību raksturojums	4
	1.1. Materiālu mehāniskie raksturlielumi	6
	1.2. Materiālu elektriskie raksturlielumi	16
	1.3. Materiālu termiskie raksturlielumi	31
	1.4. Fizikāli – ķīmiskie raksturlielumi	39
2. nodaļa.	Vadītāju materiāli un izstrādājumi	47
	2.1. Vadītāju materiāli ar lielu vadītspēju jeb mazu īpatnējo pretestību	49
	2.2. Vadītāju materiāli ar lielu īpatnējo pretestību	58
	2.3. Kontakta materiāli. Cēlmetāli.	67
	2.4. Elektroogles izstrādājumu nemetāliskie vadītāju materiāli	76
3. nodaļa.	Dielektriķu materiāli un izstrādājumi	84
	3.1. Gāzveida dielektriķi	86
	3.2. Šķidrie dielektriķi	94
	3.3. Cietie polimerizācijas un polikondensācijas dielektriķi	103
	3.4. Lakas, emaljas, kompaundi	111
	3.5. Plastiskas masas jeb plastmasas	118
	3.6. Slāņainie plasti	122
	3.7. Vizlas materiāli	126
	3.8. Elektrokeramikas materiāli	132
	3.9. Papīra un kartona materiāli	141
4. nodaļa.	Pusvadītāju materiāli	147
	4.1. Pusvadītāju īpašības	147
	4.2. Vienkārši pusvadītāji	157
	4.3. Pusvadītāju savienojumi	162
5. nodaļa.	Magnētiskie materiāli	166
	5.1. Magnētisko materiālu galvenās īpašības	166
	5.2. Magnētiski cietie materiāli	174
	5.3. Magnētiskie materiāli	179
Literatūra		185

1. nodaļa

ELEKTROTEHNISKO MATERIĀLU GALVENO ĪPAŠĪBU RAKSTUROJUMS



Elektrotehniskie materiāli – ir īpaši materiāli, no kuriem tiek izgatavotas elektriskās mašīnas, elektroaparāti, elektroierīces, elektroiekārtas un citi elektroietaišu elementi.

Elektrotehniskos materiālus vispārīgā veidā **var klasificēt pēc to:**

- **agregātstāvokļa** (gāzveida, šķidri, cieti vai plazmveida),
- **izcelsmes** (dabīgie vai mākslīgi veidotie),
- **izmēriem** (monomēri vai lielmolekulārie),
- **temperatūras** (aukstumizturīgie, karstumizturīgie),
- **īpašībām elektromagnētisko lauku iedarbībā** (vadītāji, dielektriķi, pusvadītāji, magnētiķi),
- **ietekmes uz apkārtējo vidi** (lietderīgi, neitrāli vai vidi piesārņojoši) utt.

Elektrotehnikas kursā, klasifikācijas parametra izvēles vienkāršošanai, pamatoti ir pieņemta materiālu klasifikācija pēc to agregātstāvokļa (gāzveida, šķidri, cietie materiāli) un elektriskām un magnētiskām īpašībām paredzētajā darba režīmā. Piemēram, materiālus **magnētiskā laukā iedala** nemagnētiskos, vāji magnētiskos un stipri magnētiskos, bet **elektriskā laukā** - vadītājos, dielektriķos un pusvadītājos. Dotā klasifikācija ir ļoti aptuvena, tāpēc minēto galveno grupu robežās materiāli var tikt sistematizēti apakšgrupās.

Šāda klasifikācija palīdz noteikt atšķirību starp darba kārtībā esošu un bojātu elektroiekārtu. Piemēram, elektroiekārtu materiālu pāreja no viena agregātstāvokļa citā (piemēram, šķidrums iztvaikošana vai cieta materiāla sašķidrināšanās) parasti saistīta ar iekārtas atteici.

Arī materiāla elektrisko īpašību pēkšņa izmaiņa no elektroizolējoša uz elektrovadošu (piemēram, elektroizolācijas caursites rezultātā) nereti nozīmē elektroiekārtas atteici.

Tātad, elektrisko mašīnu, aparātu un iekārtu uzticamība, darba drošums ir atkarīgs no atbilstošu elektrotehnisko materiālu kvalitātes un pareizas izvēles. Ar racionālu pieeju elektrisko materiālu izvēlē, var konstruēt iekārtas, kas ir mazas pēc izmēriem un masas, bet drošas darbā. Jāzina materiālu fizikālās īpašības un to izmaiņas elektriskā sprieguma, temperatūras un citu faktoru ietekmē.

Materiālu fizikālās īpašības nosaka to krāsa, īpatnējais svars, blīvums, kušanas temperatūra, termiskā izplešanās, termiskā un elektriskā vadītspēja, kā arī - magnētiskās īpašības.

Ķermeņa svara attiecību pret tā tilpumu, kas ir nemainīga katrai vielai, sauc par **blīvumu**.

Blīvums un īpatnējais svars ir ļoti svarīgi tad, kad ir jāizvēlas metāla materiāli dažādu konstrukciju ražošanai. Tā, detaļām un konstrukcijām, kuras izmanto mēraparātu ražošanā, lidmašīnu un automobiļu būvniecībā, bez nepieciešamās augstas izturības ir jābūt ar mazu blīvumu.

Pēc blīvuma metālus **iedala vieglos un smagos metālos**. Pie viegliem metāliem pieskaita tos metālus, kuru blīvums ir mazāks par **5 mg/m** (litijs, nātrijs, alumīnijs). Smagie metāli ietver lielāko daļu metālu, kurus izmanto tehnikā (dzelzs, varš, niķelis, alva). No metāliem, kurus plaši izmanto tehnikā, magnijam un alumīnijam blīvums ir vismazākais.

Visi metāli, kuriem ir kristāliskā režģa struktūra, sasniedzot noteiktu temperatūra, pāriet no cieta stāvokļa šķidrā, un otrādi. Temperatūra, pie kuras metāls pāriet no cieta stāvokļa šķidrā, sauc par **kušanas temperatūru**. Kušanas temperatūra ir svarīga metālu fiziskā īpašība. Zināšanas par metālu un to sakausējumu kušanas temperatūrām ir nepieciešamas metalurģijā, lietuves, metālu štancēšanas - formēšanas, metināšanas, lodēšanas un citos procesos, kuri saistās ar metāla materiālu karsēšanu. Metālu spēju nodod siltumu no siltākām ķermeņa daļām uz mazāk siltākām, sauc par **siltumvadītspēju**.

Metālu fizikālās īpašības raksturo noteiktas skaitliskās vērtības, kas dotas 1.1. tabulā.

1.1. tabula

Dažu metālu fizikālās īpašības

Metāls	Simbols	Krāsa	Blīvums, kg / m ³	Kušanas temperatūra, ° C	Elektriskā pretestība pie 20°C, 10 ⁻⁶ Ω· m
Alumīnijs	Al	Sudrabaini-balts	2700	658,7	0,029
Volframs	W	Mirdzoši-balts	19300	3380	0,053
Dzelzs	Fe	Sudrabaini-balts	7800	1539	0,100
Kobalts	Co	Sudrabaini-balts	7800	1539	0,100
Magnijs	Mg	Sudrabains - mirdzoši-balts	1700	650	0,047
Varš	Cu	Sarkans	8900	1083	0,017
Niķelis	Ni	Sudrabaini-balts ar pelēcīgu nokrāsu	8900	1452	0,070
Alva	Sn	Sudrabaini-balts	7300	231,9	0,124
Svins	Pb	Zilgani-pelēks	11400	327,4	0,220
Titāns	Ti	Sudrabaini-balts	4500	1668	0,470
Hroms	Cr	Sudrabains - mirdzoši-balts	7100	1550	0,150
Cinks	Zn	Zilgani-pelēks	7100	419,5	0,060

No metāliem **vislabākā siltumvadītspēja ir sudrabam, varam, alumīnijam**. Šie metāli ir arī labākie **elektriskās strāvas vadītāji**. Metālu siltumvadītspējai ir ļoti liela praktiska nozīme.

No metāliem un sakausējumiem ar ļoti augstu siltumvadītspēju ražo mašīnu detaļas, kuras strādājot absorbē vai izdala siltumu. Siltumabsorbēcija ir materiāla spēja sasilstot uzņemt noteiktu daudzumu siltuma enerģijas, kas tiek atdota apkārtējā vidē, ja materiālu atdzesē. Šādi materiāli ir izturīgāki pret straujām elektriskās strāvas izmaiņām, piemēram, īsslēguma strāvām.

Dažādas vielas, **tajā skaitā arī metāli un to sakausējumi**, karsējot izplešas, bet atdzesējot – saraujas. Praktiski šādu parādību sauc par termisko izplešanos vai termisko saraušanos.

Materiālu termiskās lineārās izplešanās atšķirību raksturo **lineārais izplešanās koeficients α** , kas parāda, par cik lielu daudzumu ķermenis pagarinājies no sava sākotnējā garuma l_0 pie temperatūras 0°C , to uzkarsējot par 1°C . Mērvienība $\alpha - ^\circ\text{C}^{-1}$.

Metālu termiskā izplešanās jāņem vērā, izgatavojot precīzu mērījumu ierīces un instrumentus, ražojot liešanas veidņus un citos gadījumos, kas saistīti ar metālu karsēšanu un dzesēšanu. Precīzu ierīču un mērinstrumentu detaļas tiek izgatavotas no materiāliem ar zemu lineāro izplešanās koeficientu, bet automātiski darbojošās mehānismu detaļas, kurām, pagarinoties ir jāsaslēdz elektriskā ķēde, tiek izgatavotas no materiāliem ar lielu lineāro izplešanās koeficientu.

Ir ievērots, ka jo augstāka ir metāla kušanas temperatūra, jo mazāks tā lineārās izplešanās temperatūras koeficients. Termiskās izplešanās jeb lineārās izplešanās koeficients ir jāievēro, piemēram, aprēķinot vadu nokari pie mainīgām vasaras un ziemas temperatūrām.

Elektrotehnisko materiālu galīgai izvēlei nepieciešams ievērot arī citu būtisku īpašību (mehānisko, termisko, fizikāli - ķīmisko u.c.) atbilstību konkrētās konstrukcijas īpatnībām un ekspluatācijas apstākļiem.

1.1. Materiālu mehāniskie raksturlielumi

Elektrotehnisko materiālu izvēli nosaka to spēja visā ekspluatācijas periodā saglabāt uzdotās darba īpašības ārējo mainīgo faktoru (temperatūras, spiediena, elektromagnētisko lauku u.c.) ietekmē.

Lielumus, ar kuriem novērtē to vai citu materiālu īpašības, sauc par **raksturlielumiem (parametriem)**.

Lai pilnīgi izvērtētu tās vai citas elektriskā materiāla galvenās īpašības, ir jāzina tā mehāniskās, elektriskās, termiskās un fizikāli - ķīmiskās īpašības, bet magnētiskajiem materiāliem vēl ir jāzina magnētiskie raksturlielumi, kas ļauj novērtēt to magnētiskās īpašības.

Materiālu **mehāniskās īpašības** raksturo cietība, elastība, izturība, plastiskums, lineārā izplešanās, trauslums, izturība, nogurums.

Cietība ir materiāla spēja izturēt cita, cietāka materiāla iespiešanos tajā. Metodes, ko izmanto cietības noteikšanai, ir iespiešanās, ieskrāpēšanās, elastīga atdeve (atsitiens).

Elastība ir materiāla spēja atjaunot savu formu un tilpumu pēc ārējo spēku darbības pārtraukšanas, kas izraisa to izmaiņas.

Viskozitāte ir materiāla spēja pretoties dinamiskām (strauji augošām) slodzēm.

Plastiskums ir materiāla spēja deformēties bez sagraušanas ārējo spēku iedarbībā, saglabājot jauno formu pēc šo spēku pārtraukšanas.

Lineārās izplešanās temperatūras koeficients ļauj noteikt materiāla jebkuras geometrisku izmēru izmaiņas (garumā, platumā, biezumā) pēc sasilstāšanas.

Trauslums ir materiāla spēja sagrūt, strauja dinamiskā spēka pielietojuma gadījumā.

Stingrums ir materiāla spēja izturēt ārējo spēku iedarbību, nesagraujoties.

Nogurums ir materiāla sagrūšana nelielu - atkārtotu vai zīmmainīgu slodžu (vibrāciju) iedarbībā. Piemērs: atspere.

Izturība ir metāla spēja izturēt bez pārrāvuma lielu skaitu atkārtotus vai zīmmainīgus slodzes spriegumus.

Materiāla **galvenie mehāniskie raksturlielumi** ir stiprība stiepē, stiprība spiedē, stiprība statistiskajā liecē, triecienstigrība un cietība:

✓ **stiprību stiepē, δ_{St} , N/m^2 , kuru aprēķina pēc formulas:**

$$\delta_{St} = P_{St}/S_0,$$

kur P_{St} — graužošais stiepes spēks uz materiāla paraugu, N;

S_0 — parauga šķērsriezuma laukums līdz pārbaudei, m^2 .

Spriegumu δ_{St} , kas atbilst lielākai stiepes slodzei P_{St} , pirms parauga sagraušanas, sauc par stiprību stiepē.

✓ **stiprību spiedē δ_s , N/m^2 , aprēķina pēc formulas: $\delta_s = P_s / S_0$,**

kur P_s — graužošais spiediena spēks uz materiāla paraugu, N;

S_0 — parauga šķērsriezuma laukums līdz pārbaudei, m^2 .

Veidotām vai presētām plastmasām šo raksturlielumu nosaka 15 mm augstiem pilniem cilindriem, kuru diametrs ir 10 mm.

✓ **stiprību statistiskajā liecē δ_H , N/m^2 , aprēķina pēc formulas: $\delta_H = 1,5 P_H L / (bh^2)$,**

kur P_H — graužošais lieces spēks, N;

L — atstatums starp tērauda atbalstiem pārbaudes mašīnā, m;

b, h — atbilstoši parauga platums un biezums, m.

Materiālu paraugiem izmanto plāksnītes, kuru šķērsriezums ir 10x15 mm, bet garums – 120 mm.

✓ **triecienstigrība α , J/m^2 , aprēķina pēc formulas: $\alpha = \Delta A / S_0$,**

kur ΔA — darbs, ko svārsts patērē parauga sagraušanai, J;

S_0 , — parauga sākotnējais šķērsriezuma laukums, m^2 ;

Triecienstigrība raksturo materiāla trauslumu – jo mazāka triecienstigrība, jo materiāls ir trauslāks.

✓ **cietība,**

Par cietību sauc materiāla spēju pretoties plastiskai deformācijai, ko rada kāda cita cietāka ķermeņa iespiešanās, bez parauga sagraušanas. Plašāk pielietojamās cietības noteikšanas metodes ir Brinela, Rokvela un Vīkersa metodes.



Šis simbols **norāda**, ka ir jāizpilda **pētnieciskas darbības**, un **tas atbalsta zeļļa kritiskus apmācību uzdevumus**. Izpildot šīs procedūras, jūs spēsiet izprast galveno un apgūsiet materiāla minimumu.

Aprēķināt uzdevumu:

1. 1. Aprēķināt stiepes stiprību uz materiāla paraugu ar sākotnējo šķērsriezuma laukumu 10 cm^2 , ja materiāla parauga graužošais stiepes spēks ir 200 N .

Dots:																			
Aprēķināt:																			
Risinājums:																			
Atbilde:																			

1.2. Noteikt materiāla parauga šķērsriezuma laukumu, ja ir zināms, ka materiāla parauga graužošais stiepes spēks ir 200 N , un šī parauga stiepes stiprība ir 3000 N/m^2 .

Dots:																			
Aprēķināt:																			
Risinājums:																			
Atbilde:																			

1.3. Noteikt 15 mm augsta un 10 mm liela diametra cilindriskā materiāla parauga stiprību spiedē, ja graužošais saspiešanas spēks ir 200 N.

Dots:																				
Aprēķināt:																				
Risinājums:																				
Atbilde:																				

1.4. Noteikt 20 mm augsta un 10 mm liela diametra cilindriskā materiāla parauga graužošo spēku, ja tā stiprības spriegums ir 2000 N/m².

Dots:																				
Aprēķināt:																				
Risinājums:																				
Atbilde:																				

1.5. Noteikt 5 mm plata un 4 mm bieza materiāla parauga stiprību statiskās lieces laikā, ja attālums starp tērauda balstiem pārbaudes mašīnā ir 50 cm, un lieces spēks ir 200 N.

Dots:																																							
Aprēķināt:																																							
Risinājums:																																							
Atbilde:																																							

1.6. Noteikt materiāla parauga triecienizturību, ja darbs, ko svārsts patērē parauga sagraušanai, sastāda 120 J, un parauga laukums ir 20 cm².

Dots:																																								
Aprēķināt:																																								
Risinājums:																																								
Atbilde:																																								

Atbildēt uz jautājumu:

1.7. Kā materiāla parauga triecienizturība ir atkarīga no šī materiāla trausluma?

Atbilde:																				

1.8. Kādas formas veida materiāla paraugus izmanto, lai noteiktu materiāla stiprību stiepē?

Atbilde:																				

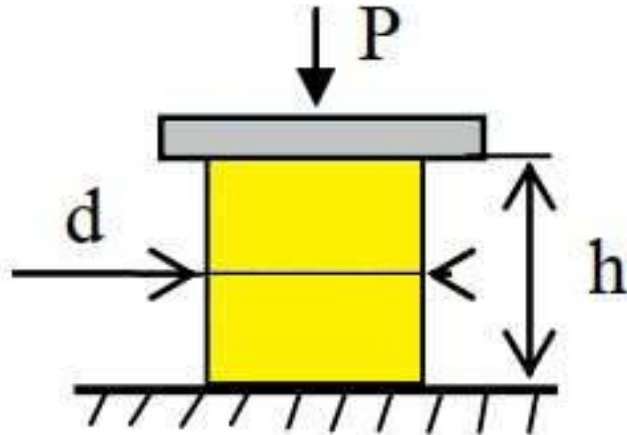
1.9. Kādas formas veida materiāla paraugus izmanto, lai noteiktu materiāla stiprību spiedē?

Atbilde:																				

1.10. Kādas formas veida materiāla paraugus izmanto, lai noteiktu materiāla stiprību statiskajā liecē?

Atbilde:																				

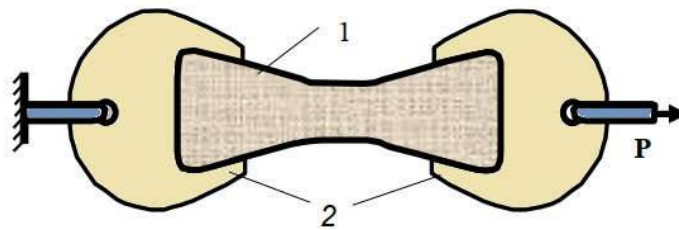
1.11. Paskaidrojiet kāda stiprības pārbaude notiek materiāla paraugam un burtu nozīmi?



1.1. att.

Atbilde:																				

1.12. Paskaidrojiet kāda stiprības pārbaude notiek materiāla paraugam, kā arī burta un ciparu nozīmi?



1.2. att.

Atbilde:																				

Norādīt pareizo atbildi:

1.13. Norādiet, kuru no minētajām formulām izmanto, lai noskaidrotu materiāla stiprību statistiskā liecē?

- A. $\delta_H = 1,5 P_H L / (b h^2);$
- B. $a_H = 1,5 P_H / (L b h^2);$
- C. $\delta = 1,5 P_H L b / k^2;$
- D. $H_B = P / (\pi D h).$

1.14. Norādiet, kura no cietības noteikšanas metodēm pamatojas uz to, ka pārbaudāmā materiāla virsmā ar pastāvīgu slodzi P iespiež rūdītu tērauda lodīti, konusu vai prizmu?

- A. Kulona metode;
- B. Brinela metode;
- C. Rokvela metode;
- D. Vikersa metode.

1.15. Norādiet, ar kuriem burtiem apzīmē Rokvela cietības skaitli?

- A. δH ;
- B. BH;
- C. RB;
- D. BR.

1.16. Kuru cietības pārbaudes metodi lieto plānu detaļu un plānu virsmas slāņu cietības noteikšanai?

- A. Kulona metode;
- B. Brinela metode;
- C. Rokvela metode;
- D. Vikersa metode.

1.17. Kuru materiālu cietības noteikšanai Brinela metodē izmanto lodīti ar diametru $D = 10$ mm un slodzi $P = 10$ kN?

- A. Tērauda;
- B. Čuguna;
- C. Vara sakausējumu;
- D. Alumīnija sakausējumu.

1.18. Kā sauc materiāla spēju pretoties plastiskai deformācijai, ko rada cita, cietāka ķermeņa iespiešanās tajā, bez parauga sagraušanas?

- A. Stingrība;
- B. Cietība;
- C. Plastiskums;
- D. Trauslums.

1.19. Kā sauc materiāla spēju sagrūt, strauja dinamiskā spēka pielietojuma gadījumā?

- A. Stingrība;
- B. Cietība;
- C. Plastiskums;
- D. Trauslums.

1.20. Kā izmainās metāla materiāla ģeometriskie izmēri, to karsējot?

- A. Samazinās;
- B. Neizmainās;
- C. Palielinās;
- D. Sagrūst.



Uzdevumi:
Pareizi:
Slēdziens:

Atgriezeniskā saite - šis simbols norāda, ka jāpārbauda **zeļļa kritisko apmācības uzdevumu** izpilde, lai varētu iepazīt savu potenciālu, noskaidrojot tā stiprās un vājās puses.



Ja strādājat voluntāri, tad katru reizi norādītos uzdevumus vēlams iepazīt tik ilgi, cik tas šķiet vajadzīgs. **Par katru pareizi atbildētu jautājumu pieskaitiet sev puspunktu** un apskatiet galīgo vērtējumu pēc katrim 20 uzdevumu grupējumiem vai veidojiet 20 uzdevumu grupu pats (vai citādi):

9 – 10 meistarīgi un tā visu atlikušo mūžu!

7 – 8 labi, bet tas ir tikai **zeļļa sākums!**

5 – 6.5 jau labāk, taču **gudrības nekad nav bijis par daudz!**

3 – 4.5 ir zināmi panākumi, bet, **kamēr dzīvo – tikmēr mācieties!**

0 – 2.5 viss vēl priekšā, atliek tikai mācīties!



Pārbaudiet savu eksperta novērtējuma un pielietojuma spēju līmeni par dotās tēmas apgūšanu, sastādot vismaz piecus **savus vissvarīgākos** (interesantākos) kritiskos uzdevumus vai jautājumus **jeb** rosiniet pedagogu uz uzlabojumiem procesā – sniedzot vērtīgus norādījumus no cikla **”es darītu tā!”**:

.....

.....

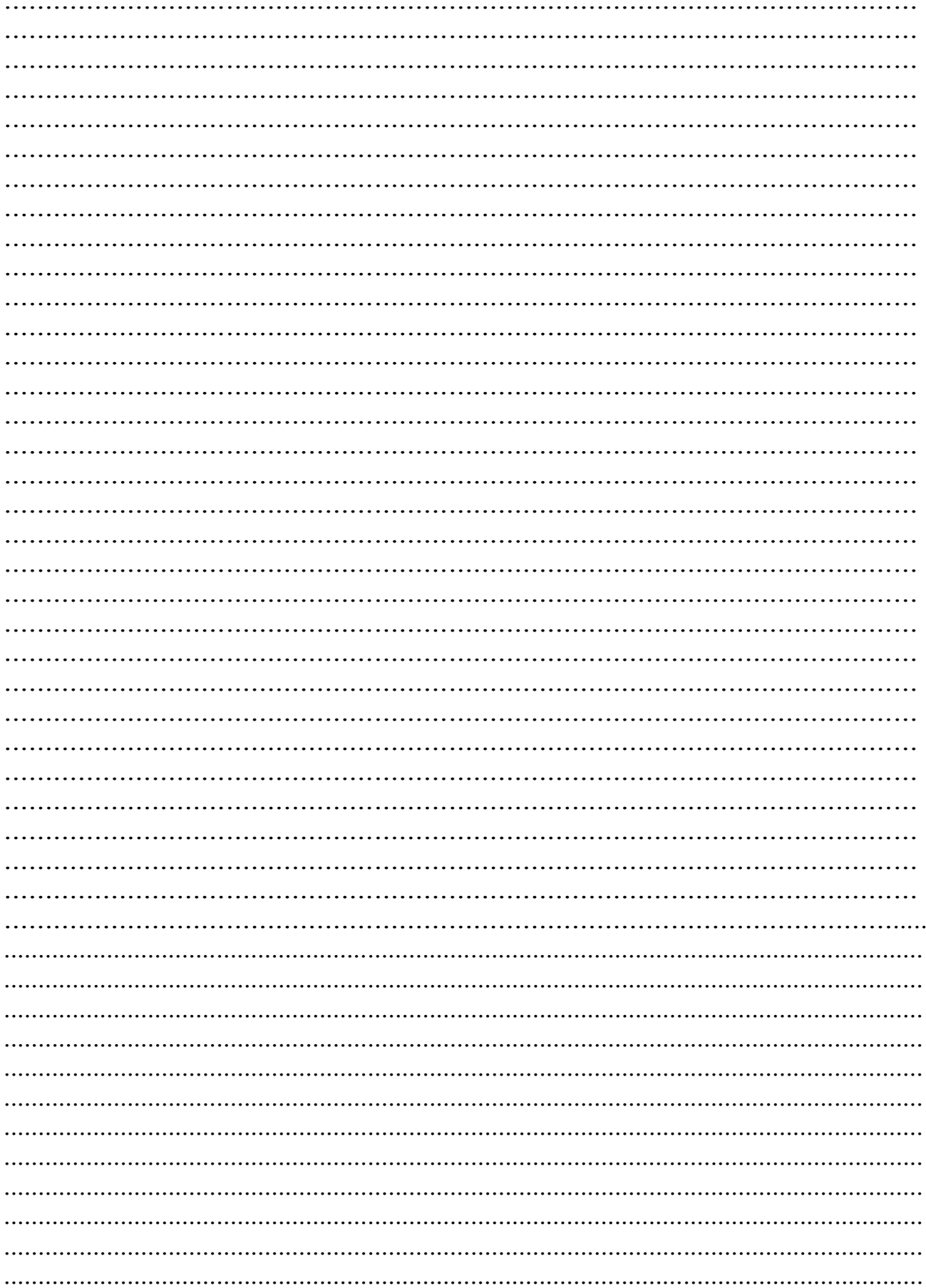
.....

.....

.....

.....

.....





1.2. Materiālu elektriskie raksturlielumi

Materiālu elektriskajiem raksturlielumiem ir vislielākā nozīme, jo elektrotehniskie materiāli ekspluatācijas laikā tiek pakļauti stipru elektrisko lauku iedarbībai, un elektriskais loks starp materiāliem vai materiāla caursīte noved pie iekārtas bojājuma vai atteices.

Pie galvenajiem elektriskajiem parametriem pieder:

- ✓ **īpatnējā elektriskā pretestība**, $\Omega \cdot m$ vai $\Omega \cdot mm^2/m$, kuru aprēķina pēc formulas:

$$\rho = R \cdot S / L,$$

kur R – materiāla parauga kopējā elektriskā pretestība, Ω ;

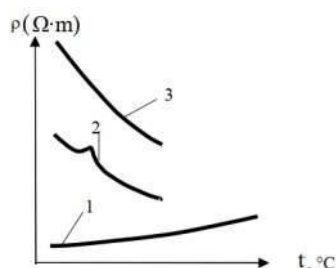
S – materiāla parauga šķērsriezuma laukums, caur kuru plūst strāva, m^2 vai mm^2 ;

L – strāvas ceļa garums materiāla paraugā, m .

Ērtības labad dažādus materiālus savā starpā salīdzina pēc to īpatnējām elektriskām pretestībām, kas atbilst no šī metāla izgatavota vadītāja pretestībai ar šķērsriezumu $1 mm^2$ un garumu $1 m$.

Metāla vadītājiem īpatnējās pretestību vērtības ir ļoti mazas: $\rho = 10^{-8} \div 1,0 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot m$, pusvadītāju materiāliem īpatnējo pretestību vērtības ir lielākas nekā vadītājiem – $\rho = 10^{-4} \div 1,0 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m$, bet dielektriķiem īpatnējo pretestību vērtības ir vēl lielākas – $\rho = 10^8 \div 1,0 \cdot 10^{18} \Omega \cdot m$.

Elektrotehnisko materiālu īpatnējā pretestība lielā mērā ir atkarīga no to temperatūras.



1.3. att. Materiālu īpatnējās pretestības atkarība no temperatūras:

1 – vadītāji; 2 – pusvadītāji; 3 – dielektriķi

Īpatnējā elektriskā pretestība tiek mērīta oms uz metru ($\Omega \cdot m$), bet $1 \Omega \cdot m$ ir pārāk liela mērvienība, tāpēc praktiskām vajadzībām šis parametrs visbiežāk tiek izteikts mazākās mērvienībās, piemēram, mikrotoms uz metru. Normālā temperatūrā metāla vadītāju ρ vērtības diapazons svārstās no $0,016$ sudrabam līdz $10 \mu\Omega \cdot m$ dažiem sakausējumiem.

- ✓ **īpatnējās pretestības temperatūras koeficients α** , $1/^\circ C$, kuru aprēķina pēc formulas:

$$\alpha = \frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_1 (t_2 - t_1)},$$

kur ρ_1 – materiāla īpatnējā elektriskā pretestība ($\Omega \cdot m$) sākuma temperatūrā $t_1 (^\circ C)$;

ρ_2 – materiāla īpatnējā elektriskā pretestība ($\Omega \cdot m$) beigu temperatūrā $t_2 (^\circ C)$.

Īpatnējās pretestības temperatūras koeficients α ir raksturlielums, ar kuru novērtē materiāla īpatnējās elektriskās pretestības izmaiņas, mainoties tā temperatūrai.

Vadītāju materiāliem $\alpha > 0$, kas norāda uz elektriskās pretestības palielināšanos, palielinoties vadītāja materiāla temperatūrai. Pusvadītājiem un dielektriķiem $\alpha < 0$, kas norāda uz pretestības samazināšanos, paaugstinoties šo materiālu temperatūrai. Paaugstinoties temperatūrai, metālu īpatnējā pretestība palielinās.

- ✓ **dielektriskā caurlaidība ϵ_r , F/m**, kas nosaka dielektriķa spēju veidot elektrisko kapacitāti.

Divu metāla klājumu veidota plakana kondensatora kapacitāti C , kas ir tieši proporcionāla dielektriskās caurlaidības lielumam ϵ_r , aprēķina pēc formulas:

$$C = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r S_K / h,$$

kur ϵ_0 — vakuuma dielektriskā konstante, kas ir vienāda ar $8,885419 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$;

ϵ_r — dielektriskā caurlaidība;

S_K — kondensatora viena metāla klājuma laukums, m^2 ,

h — dielektriķa biezums, m .

Dielektrisko materiālu dielektriskā caurlaidība ir atkarīga no polarizācijas procesu intensitātes, kuri norisinās dielektriķos tiem pieliktā sprieguma ietekmē. Izšķir četrus galvenos dielektriķu polarizācijas veidus: elektronu polarizāciju, dipolu polarizāciju, jonu polarizāciju un domēnu polarizāciju.

Elektronu polarizācija ir elastīga elektronu apvalku nobīde attiecībā pret kodolu dielektriķa atomos (vai jonos). Elektronu polarizācija noris bez izņēmuma visos dielektriķos.

Dipolu polarizācija ir polāro molekulu (dipolu) pagriešanās. Šo polarizācijas veidu novēro tikai polāriem organiskiem dielektriķiem, kas sastāv no polārām molekulām, kurām ir elektrisks moments. Polāro dielektriķu dielektriskā caurlaidība ir lielāka nekā nepolāro dielektriķu caurlaidība un sastāda $\epsilon_r = 3 \div 8$). Dielektriķus, kuru molekulām elektrisku momentu nav, sauc par nepolāriem dielektriķiem. Tā kā nepolāros dielektriķos vienīgais polarizācijas veids ir elektronu polarizācija, tad šo dielektriķu dielektriskā caurlaidība ir tikai $\epsilon_r = 1,0 \div 2,2$.

Jonu polarizācija ir elastīga jonu nobīde no sava līdzsvara stāvokļa. Tā raksturīga dažiem neorganiskajiem dielektriķiem, piem., vizlai, elektrokeramikai. Jonu dielektriķiem dielektriskā caurlaidība ir $\epsilon_r = 8 \div 20$ un lielāka.

Spontānā jeb domēnu polarizācija ir novērojama tikai segnetoelektriķiem (bārija titanāts BaTiO_3 , kuros jau ir apgabali (domēni) ar orientētiem dipoliem, tāpēc to dielektriskā caurlaidība sasniedz $\epsilon_r = 1500 \div 4500$ un vairāk.

Dielektrisko materiālu dielektriskā caurlaidība mainās arī atkarībā no temperatūras, pieliktā sprieguma frekvences un citiem faktoriem.

- ✓ **dielektrisko zudumu leņķa tangens $\text{tg}\delta$** , kas nosaka enerģijas zudumu dielektriķī.

Dielektriskie zudumi ir izkļiedētā jauda dielektriķī, kas rodas, iedarbojoties uz to elektriskajam laukam un izsaucot tā sasilšanu. Dielektriķa līdzsprieguma sildīšana notiek tikai ar noplūdes strāvu un tā ir proporcionāla tās kvadrātam. Dielektriķa maiņsprieguma sildīšana ir atkarīga arī no polarizācijas strāvas aktīvās sastāvdaļas, un to nosaka dielektrisko zudumu leņķis tangens delta $\text{tg}\delta$.

Tāpēc, aktīvās jaudas zudumus dielektriķī sauc par dielektriskajiem zudumiem, W , un tos aprēķina pēc formulas:

$$P_R = U^2 \cdot 2\pi f \cdot C \cdot \text{tg}\delta,$$

kur U — dielektriķim pieliktais maiņspriegums, V ;

f — maiņsprieguma frekvence, Hz ;

C — dielektriķa (izolācijas) kapacitāte, F .

No izteiksmes izriet, ka noteikta maiņsprieguma U , frekvences f un dielektriķa kapacitātes C gadījumā, aktīvie jaudas zudumi tajā ir atkarīgi no lieluma $\text{tg}\delta$.

Gāzveida dielektriķiem $\text{tg}\delta = 10^{-6} \div 10^{-5}$, labākajiem šķidrājiem un cietajiem dielektriķiem $\text{tg}\delta = (2 \div 6) \cdot 10^{-4}$, bet pārējiem – $\text{tg}\delta = 0,002 \div 0,05$. Līdz ar to $\text{tg}\delta$ dielektriķos raksturo enerģijas zudumus.

Enerģijas zudumi ir ļoti atkarīgi no dielektriķa temperatūras. Dielektriķim (nepolārā) uzsilstot - $\text{tg}\delta$ palielinās (tātad arī enerģijas zudumi palielinās), kas tajā izraisa noplūdes strāvas palielināšanos.

Elektroizolācijas materiālu, dielektriskos zudumus, bieži vien raksturo ar **īpatnējiem dielektriskajiem zudumiem** p , kas ir vienādi ar $p = P_R/V$, kur: V - dielektriskā slāņa tilpums.

✓ **elektriskā izturība** E_C , **MV/m**, kuru aprēķina pēc formulas:

$$E_C = U_C/h;$$

kur U_C - spriegums, kurā notiek dielektriķa caursite, kV;

h - dielektriķa biezums caursites vietā, m

Elektriskā izturība E_C ir elektriskā lauka intensitātes līmenis, kuru sasniedzot notiek caursite – dielektriķī izveidojas strāvu vadošs kanāls ar lielu vadītspēju.



Norādīt pareizo atbildi:

1. 21. Kas ir jānosaka, lai novērtētu materiāla elektrovadītspējas pakāpi?

- A. Īpatnējā elektriskā vadītspēja
- B. Īpatnējā elektriskā pretestība;
- C. Elektriskā stiprība;
- D. Visi uzskaitītie raksturlielumi.

1.22. Ko mēra vadītāju un pusvadītāju materiāliem?

- A. Īpatnējo tilpuma pretestību;
- B. Īpatnējo virsmas pretestību;
- C. Īpatnējo kopējo pretestību;
- D. Visus uzskaitītos raksturlielumus.

1.23. No kā ir atkarīga materiālu īpatnējā elektriskā pretestība?

- A. Materiāla parauga laukuma;
- B. Materiāla parauga garuma;
- C. Materiāla parauga temperatūras;
- D. Parametriem, kas nav uzskaitīti iepriekšējās atbildēs.

1.24. Kā izmainās metālu materiālu īpatnējā elektriskā pretestība siltumā?

- A. Neizmainās;
- B. Samazinās;
- C. Palielinās;
- D. Izzūd.

1.25. Kā izmainās pusvadītāju un dielektriķu materiālu īpatnējā elektriskā pretestība siltumā?

- A. Pusvadītājiem – palielinās, dielektriķiem - samazinās;
- B. Pusvadītājiem – samazinās, dielektriķiem - palielinās;
- C. Abiem palielinās;
- D. Abiem samazinās

1.26. Elektriskais raksturlielums, kas pieļauj dielektriķa spēju veidot kapacitāti, ir:

- A. polārā jonizācija;
- B. elektronu polarizācija;
- C. dielektriskā caurlaidība;
- D. dielektrisko zudumu leņķa tangenss.

1.27. Kuriem dielektriķiem polarizācijas intensitāte ir lielāka, sakarā ar to, ka šajos dielektriķos darbojas divi polarizācijas veidi: dipolu polarizācija un elektronu polarizācija?

- A. Napolāriem;
- B. Polāriem;
- C. Nevieniem;
- D. Jebkuriem.

1.28. Napolārā dielektriķa dielektrisko zudumu leņķa tangensa pieaugums ir saistīts ar:

- A. Dielektriķa caurplūdes strāvas palielināšanās;
- B. Dielektriķa caurplūdes samazināšanās;
- C. Sasalšanu
- D. Silšanu.

1. 29. Kuriem dielektriķiem ir apgabali (domēni) ar orientētiem dipoliem un ja tiem pievieno spriegumu, tad sākas intensīvs domēnu polarizācijas process?

- A. Napolāriem;
- B. Polāriem;
- C. Segnetoelektriķiem;
- D. Jebkuriem.

1.30. Kā mainās pusvadītāju un dielektriķu pretestība, ja palielinās temperatūra?

- A. Samazinās;
- B. Palielinās;
- C. Nemainās.
- D. No sākuma palielinās, bet pēc tam – samazinās.

1.31. Dielektriskā caurlaidība ϵ_r ļauj noteikt:

- A. Dielektriķa polarizāciju;
- B. Dielektriķa spēju veidot elektrisko kapacitāti.
- C. Abas iepriekš uzskaitītās īpašības.
- D. Dielektriķa spējas veidot elektrisko jaudu.

1.32. Izolācijas materiālu dielektriskā caurlaidība ir atkarīga no:

- A. dielektriķa polarizācijas veida;
- B. kondensatora kapacitātes;
- C. polarizācijas procesu intensitātes, kas notiek dielektriķos, tiem pieliktā sprieguma ietekmē;
- D. parametriem, kas nav uzskaitīti iepriekšējās atbildēs.

1.33. Kura parametra ietekmē izmainās elektrisko izolācijas materiālu dielektriskā caurlaidība?

- A. Temperatūras;
- B. Pielikta sprieguma frekvences;
- C. Abiem uzskaitītiem.
- D. Neviena no minētiem.

1.34. Segnetoelektriķu dielektriskā caurlaidība sastāda ϵ_r ?

- A. 1... 2;
- B. 3... 8;
- C. 8... 20;
- D. 1500... 4500.

1.35. Polāro dielektriķu dielektriskā caurlaidība sastāda ϵ_r ?

- A. 1... 2;
- B. 3... 8;
- C. 8... 20;
- D. 1500... 4500.

1.36. Kā sauc enerģijas zudumus, kas rodas dielektriķī?

- A. Elektriskie;
- B. Dielektriskie;
- C. Elektroniskie;
- D. Reaktīvie.

1.37. Pēc kuras formulas aprēķina aktīvās jaudas zudumus dielektriķī maiņsprieguma ietekmē?

- A. $P_R = UI$;
- B. $P_R = U^2 \omega C \operatorname{tg} \delta$;
- C. $P_R = U^2 \cdot 2\pi f \cdot C / \operatorname{tg} \delta$;
- D. $P_R = U^2 \omega C / \operatorname{tg} \delta$.

1.38. Kas izsauc nepolārā dielektriķī - $\operatorname{tg} \delta$ palielināšanos, tātad - arī enerģijas zudumu palielināšanos?

- A. Enerģijas zudumi, ko patērē arvien vairāk polāru molekulu pagriešanai;
- B. Noplūdes strāvas palielināšanās;
- C. Pieliktā sprieguma palielināšanās;
- D. Maiņstrāvas frekvence.

1.39. Kā sauc to elektriskā lauka intensitātes līmeni, kuru sasniedzot notiek dielektriķa caursite, izveidojot tajā strāvu vadošu kanālu ar lielu vadītspēju?

- A. Elektriskā izturība;
- B. Elektriskā caursite;
- C. Elektriskā pretestība;
- D. Elektriskā vadītspēja.

1.40. Kuru dielektriķi drīkst izmantot tālāk pēc caursites?

- A. Keramikas;
- B. Šķidros;
- C. Gāzu;
- D. Jebkurus, apgriežot otrādi.

Atbildēt uz jautājumu un aprēķināt uzdevumu:

1.41. Kādās mērvienībās SI sistēmā mēra elektrovadītspēju?

Atbilde:																				

1.42. Noteikt vadītāja vadītspēju, ja tā pretestība ir 5Ω ?

Dots:																				
Aprēķināt:																				
Risinājums:																				
Atbilde:																				

1.43. Noteikt vada materiālu, no kura tas ir izgatavots, ja tam ar šķērsriezuma laukumu $0,5\text{ mm}^2$ un garumu 40 m ir $16\ \Omega$ liela pretestība:

Dots:																				
Aprēķināt:																				
Risinājums:																				
Atbilde:																				

1.44. Noteikt materiāla vadītspēju, ja tā pretestība ir 10Ω :

Dots:																				
Aprēķināt:																				
Risinājums:																				
Atbilde:																				

1.45. Noteikt 200 m garas dzelzs stieples pretestību, kuras šķērsriezuma laukums ir 5mm^2 .

Dots:																				
Aprēķināt:																				
Risinājums:																				
Atbilde:																				

1.46. Noteikt 12 Ω lielas vara stieples vadītspēju:

Dots:																				
Aprēķināt:																				
Risinājums:																				
Atbilde:																				

1.47. Uzzīmējiet vadītāju, dielektriķu un pusvadītāju materiālu īpatnējās pretestības atkarības līknes no temperatūras:

Grafiks:																				

1.48. Kā noteikt vara stieples rituļa garumu, to neiztīnot?

Atbilde:																				

1.49. Kā izmainīsies vadītspēja vadam, ja tā garumu un diametru palielināja 2 reizes?

Dots:																				
Aprēķināt:																				
Risinājums:																				
Atbildes:																				

1.50. Cik reizes palielināsies līnijas pretestība, ja vara vadus aizstās ar tāda paša garuma un šķērsriezuma tērauda vadiem?

Dots:																				
Aprēķināt:																				
Risinājums:																				
Atbilde:																				

1.51. Vai vara stieples spoles pretestība ir atkarīga no tai pieslēgtā barošanas sprieguma?

Atbilde:																				

1.52. Kurš no vadiem vairāk uzsils pie vienas un tādas pašas strāvas lieluma, ja izmantoti tiek vienāda diametra un garuma vara un tērauda vadi?

Dots:																								
Aprēķināt:																								
Risinājums:																								
Atbilde:																								

1.53. Kāda būs vara vada pretestība pie 100 °C temperatūras, ja pie 0 °C temperatūras vara vada pretestība ir 1,2 Ω?

Dots:																								
Aprēķināt:																								
Risinājums:																								
Atbilde:																								

1.54. Atslēgtā stāvoklī un 15 °C temperatūrā, transformatora tinuma, kas izgatavots no vara stieples, pretestība bija 2 Ω. Nosakiet tinuma temperatūru darba laikā, ja tā pretestība bija 2,48 Ω un vara temperatūras koeficients ir 0,004 °C⁻¹?

Dots:																				
Aprēķināt:																				
Risinājums:																				
Atbilde:																				

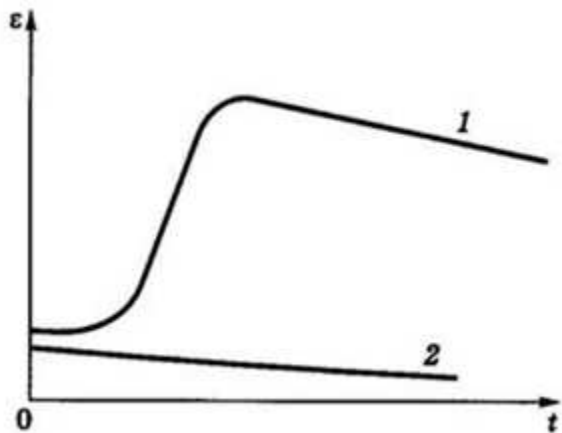
1.55. Uzskaitiet dielektriķu četrus galvenos polarizācijas veidus.

Atbilde:																				
1.																				
2.																				
3.																				
4.																				

1.56. Paskaidrot dielektriķu polarizāciju veidus:

Atbilde:																				
<i>Elektronu polarizācija:</i>																				
<i>Jonu polarizācija:</i>																				
<i>Dipolu polarizācija:</i>																				

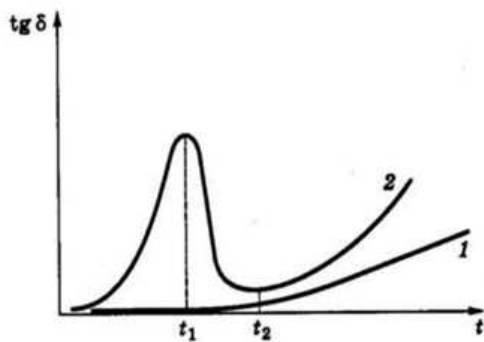
1.57. Paskaidrot, kura no attēlā norādītajām grafiskām sakarībām 1 vai 2, atbilst polāram un nepolāram dielektriķim, nosakot dielektrisko caurlaidību?



1.4. att.

Atbilde:														

1.58. Paskaidrot, kura no attēlā norādītajām grafiskām atkarībām 1 vai 2, atbilst polāram un nepolāram dielektriķim, nosakot dielektrisko zudumu leņķa tangensu?



1.5. att.

Atbilde:														

1.59. Paskaidrot “elektriskās stiprības” jēdzienu!

Elektriskā stiprība:														

1.60. Noteikt dielektriķa elektrisko stiprību, ja tā biezums caursītes vietā ir 10 cm, un caursītes spriegums ir 500 kV?

Dots:														
Aprēķināt:														
Risinājums:														
Atbilde:														



Uzdevumi:
Pareizi:
Slēdziens:



Expert
5:

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....



1.3. Materiālu termiskie raksturlielumi

Termiskie raksturlielumi ļauj novērtēt elektroizolācijas materiālu ekspluatācijas noslodzes iespējas. Tiem ir svarīga nozīme, jo lielākā daļa elektroizolācijas materiālu elektriskajās mašīnās un aparātos atrodas paaugstinātā temperatūras apstākļos.

Materiālu galvenie termiskie raksturlielumi ir:

- ✓ **kušanas temperatūra:** ir raksturīga kristāliskas struktūras materiāliem, kas noteiktā temperatūrā pāriet no cieta stāvokļa šķidrā stāvoklī. Materiāli ar kristālisku struktūru ir praktiski visi metāli, daļa pusvadītāju un daži dielektriķi.
- ✓ **mīksttapšanas temperatūra:** ir raksturīga vielām ar amorfu struktūru, t.i., vielas, kurām struktūras elementi nav sakārtoti kristāliskā režģī, bet izvietoti haotiski. Materiāli ar amorfu struktūru ir sveķi, bitumeni u. c., kuriem pāreja no cieta uz šķidru stāvoklī nenotiek stingri noteiktā temperatūrā, bet gan kādā temperatūru intervālā. Tāpēc amorfos materiālus raksturo ar nosacītu mīksttapšanas temperatūru, kuru sasniedzot, materiāls kļūst viskozi plūstošs. Šādus materiālu nevar lietot temperatūrā, kas tuva tā mīksttapšanas temperatūrai, jo tad tas kļūst mīksts un var sākt plūst.
- ✓ **siltumizturība** ir raksturlielums, ar kura palīdzību var novērtēt, kā dielektriķis iztur īslaicīgu sasilšanu. Siltumizturību materiālu paraugiem, kas izveidoti kā 120 mm gari stienīši ar 10x15mm šķērsriezumu, nosaka Martensa aparātā. Par siltumizturību, kas noteikta pēc šīs metodes, pieņem temperatūru, kuru sasniedzot, parauga deformācijas rezultātā rādītājs uz skalas pārvietojas uz leju par 6 mm. Piemēram, polistirola siltumizturība pēc Martensa ir 75 ÷ 80 °C, bet getinaksa siltumizturība – 150 ÷ 170 °C
- ✓ **karstumizturība:** ir dielektriķa spēja ilgstoši izturēt paaugstinātu temperatūru, nepasliktinot tā īpašībām. Elektriskajās mašīnās un aparātos pielietojamos elektroizolācijas materiālus pēc karstumizturības iedala 7 klasēs.

2. tabula

Elektroizolācijas materiālu karstumizturības klases

Karstumizturības klase	Maksimāli pieļaujamā darba temperatūra, °C
Y	90
A	105
E	120
B	130
F	155
H	180
C	Virš 180

Pie **Y klases** pieder organiskie dielektriķi: dažu marku polistirols un polietilēns; nepiesūcinātie šķiedru materiāli: kartoni, papīri, kokvilnas materiāli, dabiskais zīds u. c.

Pie **A klases** pieder ar piesūcināšanas materiāliem piesūcināti papīri, kartoni, kokvilnas un zīda materiāli, kā arī lakaudumi, daudzas plastmasas, getinakss, tekstolīts u.c.

Pie **B klases** pieder tādi materiāli kā lavsāna plēves un šķiedra, stikla tekstolīts uz rezolsveķu bāzes u. c.

Pie **E klases** pieder līmētie vizlas materiāli (mikanīti), vairāki stikla šķiedras materiāli ar termoreaktīvu saistvielu un dažas plastmasas ar neorganisku pildvielu.

Pie **F klases** pieder materiāli, kuru pamatā ir vizla, azbests un stikla šķiedra, kas līmēti vai piesūcināti ar termoizturīgām saistvielām (epoksīdlakām u. c).

Pie **H klases** pieder silīcijorganiskās lakas, ka arī materiālu kompozīcijas, kas sastāv no vizlas un stikla šķiedras un salīmētas ar silīcija organiskiem sveķiem un lakām.

Pie **C klases** pieder galvenokārt neorganiskas izcelsmes dielektriķi (elektrokeramika, stikli, vizla bez organiskas izcelsmes līmējošiem vai piesūcinošiem sastāvjiem u. c.). No organiskiem lielmolekulāriem dielektriķiem pie šīs klases pieder fluoroplasts-4 un poliamīdi.

- ✓ **aukstumizturība:** ir materiāla spēja izturēt zemu temperatūru iedarbību, būtiski nepazeminot tā mehāniskās īpašības. Pazeminoties temperatūrai, dielektriķu elektriskās izolācijas īpašības parasti palielinās. Tomēr daudzas to mehāniskās īpašības var pasliktināties. Proti, zemā temperatūrā elastīgie un lokānie organiskie dielektriskie materiāli (gumijas, plastmasas, lakas plēves u.c.) saplaisā vai zaudē savu lokanību. Piemēram, gumija – 60 ° C temperatūrā kļūst trausla kā stikls. Dažu dielektriķu maksimāli pieļaujamās zemo darba temperatūras aptuvenās vērtības: –269 °C fluoroplastam – 4; – (50 ... 60) °C lavsānam; – (40 ... 70) °C polietilēnam; – 40 °C polistirolam; – 20 °C kapronam; – (5 ... 15) °C un polipropilēnam.
- ✓ **siltumvadītspēja:** nodrošināšana elektroiekārtu un tās elementu dzesēšanas apstākļu. Proti, jo lielāka ir materiāla siltumvadītspēja, jo labāk elektroierīce spēj atdzist, un jo lielāka ir tās pieļaujamā darba temperatūra. Vadītāju un to izolatoru kopējie siltuma zudumi tiek pārnesti uz apkārtējo vidi.

Izolācijas spēja vadīt siltumu ir atkarīga no vadītāja sasilšanas un izolācijas dielektriskās stiprības. Tas ir īpaši svarīgi augstsprieguma ierīcēs – relatīvi biezas izolācijas siltumvadītspējas gadījumos.

Lai palielinātu materiāla siltumvadītspēju, tiek izmantota to impregnēšana vai saspiešana zem spiediena. Dielektriķu siltumvadītspēja ir daudzkārt mazāka, par metālu, turklāt tā vēl krasi samazinās, ja materiāliem ir gāzu poru ieslēgumi. Tāpēc uzputotas plastmasas ar zemu siltumvadītspēju, piemēram, putu polistirolu, izmanto kā siltumizolējošu materiālu.

Kvantitatīvi siltumvadītspēju nosaka pēc siltumvadītspējas koeficienta, ko nosaka siltuma daudzums, kas šķērso noteikta biezuma materiāla plāksni uz vienu tās platības vienību laika vienībā temperatūras gradientā 1 K / m. Dažu metālu oksīdu (piem., Al₂O₃, MgO, BeO) siltuma vadītspējas koeficients ir tuvs vadītāju materiāliem. Nedaudzu materiālu siltumvadītspējas koeficientu aptuvenās vērtības ir dotas zemāk esošā tabulā 1.2.

Materiālu siltumvadītspējas koeficientu aptuvenās vērtības Tabula 1.2.

Materiāls	Siltumvadītspējas koeficients W/(m·K)	Materiāls	Siltumvadītspējas koeficients W/(m·K)
Gaiss	0,05	Dzelzs	37
Polistirols	0,08...0,16	Bora nitrāts	19
Бумара	0,10	Berilija oksīds	218
Lakaudums	0,13	Alumīnijs	226
Getinakss	0,35	Varš	290
Keramika	1,6	Kvarca stikls	1,16
Grafīts	18	Fluoroplasts-4	0,23... 0,24
Alumīnija oksīds	25...30	Vinilplasts	0,17

- ✓ **termiskā izplešanās jeb lineārā izplešanās ir dielektriķa īpašība, izmainīt savus lineāros izmērus temperatūras iedarbībā. Praktiski visi materiāli sasilstot izplešas. Dielektriķa termisko izplešanos raksturo pēc lineārās izplešanās temperatūras koeficienta TKL. Lineārās izplešanās temperatūras koeficients jāievērtē, piemēram, aprēķinot vadu nokari pie krasi mainīgām vasaras un ziemas temperatūrām. Lineārās izplešanās TKL temperatūras koeficienta vidējās vērtības ir norādītas tabulā 1.3.**

Temperatūras koeficienta vidējās vērtības ir norādītas Tabula 1.3.

Materiāls	TKL·10 ⁻⁶ ·K ⁻¹	Materiāls	TKL·10 ⁻⁶ ·K ⁻¹
Organiskie materiāli		Neorganiskie materiāli	
Polivinilhlorīds	160	Vizlas muskovīts (gar šķelšanās slāņiem)	13...14
Polietilēns	145	Stikls	9.0
Fluoroplasts-4	100	Porcelāns	3.5
Organiskais stikls	70	Kvarca stikls	0.55
Polistirols	68		

Noteikts, ka metāliem pastāv apgriezta sakarība starp lineārās izplešanās koeficientu un kušanas temperatūru. Jo augstāka ir metāla kušanas temperatūra, jo mazāks tā lineārās izplešanās temperatūras koeficients.

- ✓ **tvaiku uzliesmošanas temperatūra:** ir temperatūra, kurā, saskaroties ar atklātu liesmu, uzliesmo tvaiki un gāzes, kas rodas, sildot noteikta tilpuma šķidru dielektriķi.



Atbildēt uz jautājumu:

1.61. Kādiem materiāliem nosaka kušanas temperatūru?

Atbilde:																			

1.62. Kāda pastāv atšķirība starp amorfiem un kristāliskiem materiāliem?

Atbilde:																			

1.63. Kāpēc nevar lietot materiālus temperatūrā, kas ir tuvu mīkstapšanas temperatūrai?

Atbilde:																			

1.64. Kāda atšķirība ir starp materiāla siltumizturību un karstumizturību?

Atbilde:																				

1.65. Kas notiek ar dielektriskiem materiāliem pie zemām temperatūrām?

Atbilde:																				

1.66. Kāds parametrs nosaka šķidru dielektriķu aukstumizturību?

Atbilde:																				

Norādīt pareizo atbildi:

1.67. Raksturlielumu, kas ļauj novērtēt dielektriķu izturību pretīslaicīgu sasilšanu, sauc par ...

- A. karstumizturību;
- B. siltumizturību;
- C. mīksttapšanu;
- D. kušanu.

1.68. Temperatūru, pie kuras metāls pāriet no cieta stāvokļa šķidrā stāvokli, sauc par temperatūru.

- A. paplašinājuma;
- B. kušanas;
- C. blīvuma;
- D. iskozitātes.

1.69. Kāda ir maksimāli pieļaujamā temperatūra karstumizturības F klases materiāliem...

- A. 0°C;
- B. 120°C;
- C. 155°C;
- D. 180°C.

1.70. Uz kādiem vara vadiem nedrīkst likt parasto gumijas izolāciju?

- A. lakotiem;
- B. kailvadiem;
- C. emaljētiem;
- D. alvotiem.

Pabeigt uzdevumu:

1.71. Norādīt skaidrojumu:

<i>Miksttapšanas temperatūra — ir</i>															

1.72. Aizpildīt tabulu 1.4, tajā norādot dielektriskos elektroizolācijas materiālus un maksimāli pieļaujamās temperatūras pēc karstumizturības klasēm:

Tabula 1.4.

Karstumizturības klase	Elektroizolācijas materiāli	Maksimāli pieļaujamā darba temperatūra, °C
Y		
A		
E		
B		
F		
H		
C		

1.72. Norādīt skaidrojumu:

<i>Aukstumizturība — ir</i>														

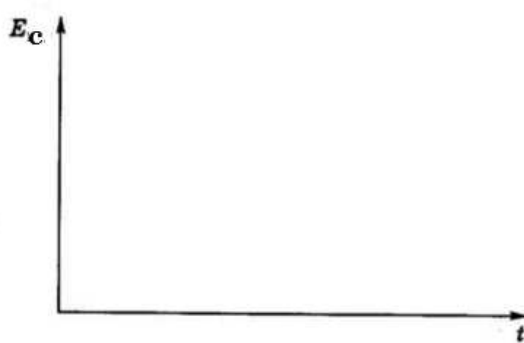
1.73. Norādīt skaidrojumu:

<i>Tvaiku uzliesmošanas temperatūra — ir</i>														

1.74. Uzskaityt materiālu termiskos raksturlielumus.

Atbilde:														

1.75. Uzzīmēt elektriskās stiprības grafisko atkarību nodielektriķa temperatūras (ar termisko caursiti). Paskaidrot šo raksturlīkni!



1.6. att.

Atbilde:														



1.4. Fizikāli – ķīmiskie raksturlielumi

Materiālu ekspluatācijas nodrošinājuma īpašības ir to spēja darba laikā izturēt daudzveidīgas ārējo faktoru jeb vides iedarbības. Materiālu spēju darboties noteiktā vidē var izvērtēt, zinot to fizikāli – ķīmisko īpašību raksturlielumus. Pie galvenajiem fizikāli – ķīmiskiem raksturlielumiem pieder:

- ✓ **šķīdība:** ir materiālu spēja, saskaroties vienam ar otru ražošanas vai ekspluatācijas procesā, daļēji vai pilnīgi pāriet otrā. Šādu pāreju sauc par šķīdību. Šī īpašība ir svarīga laku šķīdinātāju izvēlei vai elektriski izolējošo materiālu izturības novērtēšanai dažādu šķīdumu iedarbībai, ar kuriem tie var nonākt saskarē.

Cieto materiālu šķīdību var novērtēt divos veidos:

1. ar materiāla daudzumu, kas pāriet šķīdumā laika vienībā uz materiāla virsmas vienību;
2. ar vislielāko vielas daudzumu, ko var izšķīdināt dotajā šķīdinātājā, t.i., par piesātinātā šķīduma koncentrāciju.

Materiālu šķīdība ievērojami palielinās, palielinoties temperatūrai, un samazinās – palielinoties polimerizācijas pakāpei.

Visvieglāk ir izšķīdināt vielas, kas ir tuvas šķīdinātājam pēc ķīmiskā sastāva un satur līdzīgas atomu grupas molekulās. Polāras vielas vieglāk šķīst polāros šķīdumos. Piemēram, polārie fenola-formaldehīda sveķi šķīst spirtā un citos polāros šķīdinātājos; bet nepolārie ogļūdeņraži (parafīns, kaučuks) šķīst šķīdros ogļūdeņražos.

- ✓ **ķīmiskā izturība.** Saskaroties ar ķīmiski aktīvām vielām (gāzēm, ūdeni, skābēm, sārmu un sāls šķīdumiem), elektriskie izolācijas materiāli var nonākt ķīmiskā mijiedarbībā ar tiem un sadalīties. **Ķīmiskā izturība ir elektrisko izolācijas materiālu spēja** izturēt ķīmiski aktīvās vielas.

Lai noteiktu ķīmisko izturību, materiālu paraugi tiek novietoti vidē, kas ir tuvu operatīvām vai smagākām ķīmiski aktīvo elementu koncentrācijām, temperatūras apstākļiem un iztur noteiktu laiku. Pēc tam tiem nosaka masas, izskata un citu rādītāju izmaiņas.

- ✓ **skābes skaitlis:** nosaka materiāla tehnoloģiskās īpašības un spēju radīt koroziju ķermeņiem, kas saskaras ar to. Eļļām un sveķiem mēra skābes skaitlisko vērtību, kas raksturo brīvo skābju saturu materiālā, kuras pasliktina dielektriķu īpašības.

Par skābes skaitli sauc **kālija hidroksīda (KOH)** miligramu skaitu, kas nepieciešams, lai neitralizētu brīvās skābes, kas atrodas vienā gramā **šķīdra dielektriķa** pārbaudes materiālā (piemēram, 0,5 mg KOH/g). Jo lielāks skābes skaitlis, jo vairāk brīvo skābju ir šķīdrajā dielektriķī un tātad lielāka ir tā vadītspēja, tāpēc, ka skābes elektriskā sprieguma ietekmē viegli sadalās jonus. Turklāt skābes noārda šķiedru elektroizolācijas materiālus (papīru, kokvilnas aptinumu u. c), ar kuriem šķīdrais dielektriķis saskaras.

Transformatora eļļas liels skābes skaitlis ir sliktas eļļas attīrīšanas pazīme tās izgatavošanas laikā vai eļļas novecošanās pazīme.

- ✓ **gaismas izturība (noturība):** ir materiālu spēja saglabāt to ekspluatācijas raksturlielumus gaismas starojuma ietekmē. Gaismas stari, īpaši ultravioletie starojumi, dažos organiskos materiālos var izraisīt fotovadītspēju, ķīmiskas izmaiņas, kā arī stimulēt procesus, kas mazina to mehānisko izturību un elastību. Gaismas starojuma rezultātā tiek paātrināta elektrisko izolācijas materiālu novecošanās.
- ✓ **viskozitāte:** šķidriem un amorfiem materiāliem (sveķiem, kompaundiem) ir svarīgs parametrs. Viskozitāte ir raksturīga šķidriem ķermeņiem, kuros rodas vienas daļas (viena slāņa) kustības pretestība pret otru. Šādu pretestību raksturo dinamiskā ($\text{Pa} \cdot \text{s}$) un kinemātiskā viskozitāte (m^2/s), kas ir vienāda ar dinamiskās viskozitātes attiecību pret materiāla blīvumu. Ja viskozitāte ir liela, tad šķidrums ir biezs un tā daļiņas ir mazkustīgas; ja viskozitāte maza, šķidruma daļiņas ir kustīgas, t. i., šķidrumam raksturīga labaplustamība.

Viskozitāti mēra ar dažādiem viskozimetriem. Ar universāliem viskozimetriem nosacīto viskozitāti mēra ar laiku sekundēs, kurā notiek noteikta tilpuma dielektriķa izplūšana caur konkrēta diametra sprauslu.

Viskozitāte raksturo materiālu elektriskās īpašības un tādus tehnoloģiskos procesus elektroizolācijas ražošanā, kā cieto dielektriķu impregnēšana ar lakām, savienojumiem un presētiem materiāliem vai to izstrādājumiem. Eļļas transformatoros (slēdžos) minerāleļļas viskozitāti nosaka nepieciešamā konvekcijas siltuma daudzuma aizvadīšana no sakarsušām daļām uz apkārtējo vidi

Temperatūrai paaugstinoties, visu šķidrumu viskozitāte samazinās. Tas izskaidrojams ar savstarpējās iedarbības spēku samazināšanos starp šķidruma daļiņām.

No viskozitātes ir atkarīga šķidro dielektriķu piesūcināšanas spēja. Jo mazāka piesūcināšanas materiālu (laku, kompaundu) viskozitāte, jo labāk to daļiņas iespiežas tinumu šķiedrainās izolācijas porās. Viskozitātei palielinoties, šķidro dielektriķu piesūcināšanas spēja samazinās.
- ✓ **ūdens absorbējamība:** piemīt visiem izolācijas materiāliem. Tā kā ūdens molekulas izmērs ir aptuveni $2,7 \cdot 10^{-9}\text{m}$, tas ļauj iekļūt pat, piemēram, stikla, dielektriķu porās. Materiālā iekļūstošā mitruma intensitāte un daudzums galvenokārt ir atkarīgs no tā sastāva un struktūras. Jo augstāka ir ķīmiskā saistība starp ūdens molekulām un izolācijas materiālu, jo spēcīgāka ir to mijiedarbība un jo lielāka ir mitruma absorbcija.

Ūdens absorbējamība ir raksturlielums, ar kuru var novērtēt dielektriķa spēju izturēt ūdens iedarbību, kas, iespiežoties materiāla porās, pasliktina tā elektriskos raksturlielumus.

Materiāli, kas satur kapilārus un kuros var iekļūt mitrums, ir higroskopiskāki nekā blīvās struktūras materiāli. Materiāli, kuriem nav poras, piemēram, keramika vai stikls, uz to virsmas uzkrāj mitrumu, ko uzņem no apkārtējās vides, plānas plēves veidā. Šāds mitrums neiekļūst dziļi materiālā, un šādiem materiāliem piemīt tikai virsmas higroskopiskums.

Mitruma palielināšanās, kā parasti, pasliktina dielektriķu elektriskās īpašības (īpatnējo pretestību p , elektrisko izturību E_c , dielektrisko konstanti ϵ , dielektrisko zudumu leņķa tangensu $\text{tg}\phi$).

Tas vai cits absorbētais mitrums var atšķirīgi ietekmēt dažādu materiālu elektriskās izolācijas īpašības. Ja izolācijas zonās veidojas absorbēts mitrums, kas ir vienlaidus visā spraugā vai lielākā daļā starp elektrodiem, tad pat nelieli absorbētā mitruma daudzumi var izraisīt izolācijas elektrisko īpašību strauju pasliktināšanos. Ja savukārt mitrums sadalās pa elektriski izolējošā materiāla tilpumu atsevišķu, nesavienotu mazu ieslēgumu veidā, tad mitruma ietekme uz materiāla elektriskajām īpašībām ir maznozīmīga.

Ūdens absorbējamības noteikšanai cieto dielektriķu paraugus vispirms nosver, bet pēc tam iegremdē traukā ar ūdeni istabas temperatūrā. Pēc 24 stundām (materiāliem ar mazu ūdensabsorbējamību to nosaka paraugiem, kas atradušies ūdenī 48 vai 72 stundas) paraugus no ūdens izņem un vēlreiz nosver. Materiāla ūdens absorbējamību W izsaka procentos un aprēķina pēc formulas:

$$W = (m_1 - m_2/m_1) \cdot 100;$$

kur: m_1 – izžāvēta materiāla parauga masa, g;

m_2 – materiāla parauga masa pēc 24 stundu atrašanās ūdenī, g.

- ✓ **tropiskā izturība:** ir svarīga elektroizolācijas materiāliem, kas paredzēti darbībai tropiskā klimata apstākļos. Tas saistās ar to, ka elektroizolācijas materiāli, kas nav aizsargāti ar hermētiski noslēgtiem apvalkiem, tropu apstākļos tiek pakļauti: augstai apkārtējā gaisa temperatūrai ($45 \div 55$ °C); krasām temperatūras izmaiņām diennakts laikā; lielam gaisa relatīvajam mitrumam (90-95 %); saules radiācijai; mikroorganismu iedarbībai, kuras sabojā daudzus organiskas izcelsmes izolācijas materiālus; kukaiņiem un grauzējiem, kas sabojā elektroizolāciju atklāta tipa elektroiekārtās; gaisam, kas satur sāļus un putekļus.

Tādus organiskos izolācijas materiālus kā kokvilnas un zīda audumi, kā arī daudzas plastmasas ar koka miltu pildījumu, var lietot tikai tad, ja tie ievietoti hermētiski noslēgtos aizsargapvalkos vai arī aizsargāti ar biezu tropiski izturīga kompaunda (epoksīdsveķu un citu) kārtu.

Pret tropisko apstākļu iedarbību visizturīgākie ir neorganiskas izcelsmes materiāli – elektrokeramika, bezsārnu stikls u. c. Liela izturība pret tropisko apstākļu iedarbību raksturīga daudziem organiskas izcelsmes sintētiskajiem dielektriķiem (fenolformaldehīda sveķiem, epoksīdsveķiem, polivinilhlorīdam, silīcijorganiskajiem sveķiem, fluoroplastiem un plastmasām uz to bāzes ar neorganiskām pildvielām: stikla šķiedru, azbesta šķiedru, kvarca miltiem, kā arī lakām, emaljām un kompaundiem uz šo sveķu bāzes).

Dielektriskā materiāla vai izstrādājuma tropisko izturību nosaka ar speciālām pārbaudēm.



Atbildēt uz jautājumu:

1.76. Kā noteikt šķidrumu iekšējās berzes koeficientu?

Atbilde:

1.77. Kāpēc palielinoties temperatūrai, visiem šķidrumiem samazinās viskozitāte?

Atbilde:

1.78. Kā mainās šķidra dielektriķu piesātinājums, palielinoties viskozitātei?

Atbilde:

1.79. Kuriem materiāliem nosaka tropu izturību?

Atbilde:

1.80. Kuriem elektriskajiem izolācijas materiāliem ir visaugstākā tropu izturība?

Atbilde:																				

1.81. Kā noteikt materiālu tropisko izturību?

Atbilde:																				

Norādīt pareizo atbildi:

1.82. Viskozitāte nosaka:

- A. Šķidrums piesātinājumu;
- B. Šķidrums plūstamību;
- C. Šķidrums blīvumu;
- D. Visas uzskaitītās īpašības.

1.83. Kāds ir transformatora eļļas skābes skaitlis, ja tā ir netīra?

- A. Nemainīgs;
- B. Samazināts;
- C. Palielināts;
- D. Tuvu nullei.

1.83. Kā gaismas stari iespaido izolācijas materiālu tehnoloģiskās īpašības?

- A. Samazina mehānisko izturību;
- B. Samazina materiāla elastību;
- C. Paātrina materiāla novecošanos;
- D. Stimulē visus nosauktos procesus.

1.84. **Kā** sauc raksturlielumu, ar kuru var novērtēt dielektriķa spēju izturēt ūdens iedarbību?

- A. Tropiskā izturība;
- B. Viskozitāte;
- C. Ūdens absorbējamība;
- D. Nav nosaukts.

1.85. **Kā** mitrums ietekmē izolācijas materiāla elektriskajām īpašības, ja tas sadalās pa elektriski izolējošā materiāla tilpumu atsevišķu, nesavienotu mazu ieslēgumu veidā?

- A. Ievērojami;
- B. Maznozīmīgi;
- C. Neiespaido;
- D. Palielina tā pretestību.

Izpildīt uzdevumu:

1.86. Norādīt skaidrojumu:

<i>Skābes skaitlis ir —</i>																							

1.87. Norādīt skaidrojumu:

<i>Viskozitāte ir —</i>																							

1.88. Norādīt skaidrojumu:

Ūdens absorbējamība ir —													

1.89. Aprēķināt materiāla ūdens absorbējamību, ja izžāvētā stāvoklī tā masa ir 15 kg, un pēc materiāla atrašanās ūdenī 24 stundas – tā masa bija 15,5 kg?

Dots:																						
Aprēķināt:																						
Risinājums:																						
Atbilde:																						

1.90. Aprēķināt caursītes spriegumu 5 mm biežai dielektriskai plāksnes, ja tās elektriskā izturība $E_c = 3\ 000\text{ kV/m}$?

Dots:																						
Aprēķināt:																						
Risinājums:																						
Atbilde:																						

2. nodaļa

2. VADĪTĀJU MATERIĀLI UN IZSTRĀDĀJUMI



Vadītāju materiāliem piemīt spēja vadīt elektrisko strāvu, un tiem ir raksturīga ļoti maza vai noteikta īpatnējā elektriskā pretestība ρ , kas palielinās, palielinoties temperatūrai.

Labā elektrovadītspēja vadītāju materiāliem veidojas, pateicoties lielajam skaitam brīvo elektronu, kas spēj atstāt atomus. Šāda iespēja pastāv pateicoties **tikai valences elektroniem**, t.i., elektroniem, kas atrodas uz valences zonas ārējiem enerģētiskajiem līmeņiem.

Brīvie elektroni materiālos atrodas haotiskā kustībā, un pārvietojoties saduras ar kristāla režģa svārstīgajiem atomiem. Vidējo attālumu, ko noiet brīvais elektrons starp divām sadursmēm, sauc par **elektronu brīvā noskrējiena garumu**, un vidējo laiku starp divām sadursmēm sauc par brīvā noskrējiena laiku. Ja vadītājā tiek **izveidots elektriskais lauks**, tad šī lauka iedarbībā elektroni iegūst paātrinājumu, kas ir proporcionāls šī lauka intensitātei, un rodas **brīvo elektronu virzīta kustība**.

Brīvo elektronu koncentrācija **tīros metālos atšķiras tikai nedaudz**. Tāpēc metālu īpatnējo elektrovadītspēju nosaka elektronu vidējais brīvā noskrējiena garums, kas ir atkarīgs **no atomu struktūras un kristāla režģa veida**.

Pie vadītāju materiāliem pieder **materiāli ar lielu pretestību, supravadoši un kriovadoši materiāli**, kuru īpatnējā elektriskā pretestība pie ļoti zemām temperatūrām, kas ir nedaudz augstākas par absolūto nulli, ir ļoti maza.

Pazeminoties temperatūrai, metālu un to sakausējumu pretestība samazinās. Kriogēnā temperatūrā (nedaudz virs 0 °K) daudzos metālos notiek īpatnējās pretestības lēcienveida samazināšanās līdz ļoti niecīgai vērtībai, kas praktiski vienāda ar nulli. Proti, metāls kļūst par ideālu vadītāju, bet tādu parādību sauc par **supravadītspēju**, un materiālus, kam piemīt šī īpašība, – par **supravadītājiem**. Pašreiz ir zināmi 35 metāli un vairāk nekā tūkstoš sakausējumu un dažādu elementu ķīmisko savienojumu ar supravadītāju īpašībām. Temperatūru, kurā materiāls iegūst supravadītāja īpašības, sauc par **supravadīšanas pārejas kritisko temperatūru T_{kr}** .

Piemēram, keramika, kas sastāv no skābekļa, vara, bārija un lantāna atomiem, kas normālos apstākļos, vispār nevada elektrisko strāvu, ieguva supravadītspēju 30 grādu Kelvina temperatūrā. Absolūtais rekords – 138 Kelvina grādi - šodien pieder savienojumam, kas sastāv no skābekļa dzīvsudraba, tallija, bārija, kalcija un vara atomiem. No visiem elementiem, kas spēj pāriet supravadošā stāvoklī, ir **niobijs (Nb)**, kuram ir pati augstākā kritiskā pārejas temperatūra (9,17 °K vai – 263,83 °C).

Visvairāk interesējošie supravadītspējas industriālie pielietojumi, saistās ar elektroenerģijas ražošanu, pārvadi un izmantošanu. Bieži vien supravadītspējas vadus pārklāj ar vara vai cita metāla stabilizējošu apvalku, kuri labi vada elektrisko strāvu un siltumu, kas ļauj izvairīties no supravadītspējas pamatmateriāla bojājumiem, nejauši paaugstinoties temperatūrai.

Supravadītājus izmanto, lai ražotu: elektriskās mašīnas, mazas masas un maza izmēra transformatorus ar augstu lietderības koeficientu; kabeļu līnijas, lai pārvadītu lielu jaudu lielos attālumos; enerģijas uzglabātājus un atmiņas ierīces.

Pamatojoties uz plēves supravadītājiem, ir izveidotas daudzas atmiņas un automatizācijas iekārtas skaitļošanas tehnikā. Supravadītāji tiek izmantoti jaudīgu generatoru, elektromagnētu (piem., magnētisko spilvenu vilcieniem), tuneļu diožu (datoriem) ražošanai.

Daži metāli, pie zemām (kriogēnām) temperatūrām, sasniedz ļoti nelielas īpatnējās elektriskās pretestības p vērtības, kas ir simtiem un tūkstošiem reižu ir mazākas par īpatnējo elektrisko pretestību pie normālas temperatūras. Ar tādām īpašībām apveltītus materiālus, sauc par **kriovadītājiem**. Pie kriovadītājiem pieskaita varu, alumīniju, sudrabu, zeltu. Piemēram, berilijs, slāpekļa viršanas temperatūrā (77,4 °K), ir ar 3,5 reizes augstāka vadītspēja nekā varam, 5 reizes vairāk nekā alumīnijam, un 18 reizes - vairāk nekā nātrijam.

Ja supravadošajās ierīcēs par dzesēšanas šķidrumu tiek izmantots šķidrās **hēlijs**, kriovadītāju darbību nodrošina daudz lētāki dzesētāji – **sašķidrinātas gāzes**, proti, šķidrās ūdeņradis un pat šķidrās slāpekļis. Viszemāko temperatūru nodrošina hēlijs, kura viršanas temperatūra ir 4,2 °K. Lēti un pieejami aukstuma pārnesēji ir ūdeņradis un slāpekļis, kuru viršanas temperatūra ir attiecīgi 20,4 °K un 77,4 °K. Tas vienkāršo un samazina ne tikai ražošanas izmaksas, bet arī ierīču ekspluatāciju.

Vadītāji ir vielas, kurās, elektrostātiskā līdzsvara gadījumā, elektriskais lauks ir nulle un strāva tajās neplūst, bet laukam atšķiroties no nulles - vadītājos rodas elektriskā strāva. Mūsdienu tehnikā izmantojamie vadītāji, atkarībā no to agregātstāvokļa- iedalās gāzveida, šķidros un cietos vadītājos.

Gāzes praktiski ir dielektriķi ar tiem ļoti augstu piemītošu īpatnējo elektrisko pretestību p. **Gāzveida vadītāji** aptver tās vielas un gāzes, kurās ar noteiktu elektriskā lauka intensitātes vērtību, tiek nodrošināts molekulu jonizācijas procesa sākums. Jonizētā gāze ir vadītājs, kurā elektrisko lādiņu pārvešana notiek gan ar elektroniem, gan ar joniem. Gāzu un tvaiku, ieskaitot metāla tvaiku, vadītspēja tiek plaši izmantota dažādās gāzizlādes ierīcēs.

Plazma ir ļoti jonizēta gāze, kuras tilpuma vienībā elektronu skaits ir vienāds ar pozitīvo jonu skaitu.

Cietos metālus un to sakausējumus sauc par elektronu (metālu) vadītspējas vadītājiem vai pirmā I veida vadītājiem. Metāli cietā stāvoklī ir kristāliskas vielas, ko raksturo īpašs metālu savienojuma veids starp atomiem.

Metālu elektrovadītspēja gan cietā, gan šķidrā stāvoklī ir saistīta ar elektrisko lādiņu pārvešanu, izmantojot tikai elektronus. Cietie vadītāji ir galvenie vadītāju materiāli, kurus plaši pielieto radioelektronikā un elektrotehnikā. Kā vadītāju materiālu var izmantot arī **ogli**.

Pie šķidriem vadītājiem pieder dažādi šķīdumi un sāļu, skābju, sārmu un citu vielu izkausējumi, kas vada elektrisko strāvu. Tos sauc par elektrolītiem (jonu) vai otrā II veida vadītājiem. Elektriskai strāvai plūstot caur elektrolītu, kurā ir iegremdēti elektrodi, elektriskos lādiņus pārnes kopā ar elektrolīta molekulu (jonu) daļiņām. Uz elektrodiem izdalās vielas no elektrolīta šķīduma. Elektrolīti tiek plaši izmantoti radioelektronisko ierīču elementu ražošanā. Par šķidriem vadītājiem normālā temperatūrā var izmantot tikai dzīvsudrabu un dažus īpašus sakausējumus (piemēram, indija-gallija sakausējumus). Šķidrie **vadītāji ir arī metālu sakausējumi**.

Metāliskie materiāli, pēc to izmantošanas radioelektroniskajās ierīcēs, tiek iedalīti **lielas vadītspējas materiālos** (īpatnējā elektriskā pretestība $\rho < 0,1 \mu\Omega \cdot m$) un **lielas pretestības materiālos** (īpatnējā elektriskā pretestība specifiski $\rho > 0,3 \mu\Omega \cdot m$).

Atkarībā pēc īpatnējās elektriskās pretestības un pielietojuma vadītāju materiāli tiek iedalīti šādās grupās:

- 1) metāli un sakausējumi ar lielu vadītspēju jeb mazu īpatnējo pretestību,
- 2) lodmetāli,
- 3) supravadītāji
- 4) kontaktmateriāli
- 5) sakausējumi ar lielu elektrisko pretestību.

2.1. Vadītāju materiāli ar lielu vadītspēju jeb mazu īpatnējo pretestību

Metāla vadītāju materiāliem ir polikristāliska struktūra, t.i., tie sastāv no daudziem maziem kristāliem. Vairumam metāla vadītāju (sudrabam, varam, alumīnijam u.c.) ir liela elektrovadītspēja. No vadītāju materiāliem, kam ir liela elektrovadītspēja, izgatavo līniju vadus, elektriskās kopnes, kabeļu dzīslas un citas elektrotehnisko un radiotehnisko iekārto strāvu vadošās daļas.

Materiāliem ar lielu vadītspēju piemēro šādas prasības:

- minimālā īpatnējās elektriskās pretestības vērtība;
- pietiekami augstas mehāniskās īpašības (galvenokārt, stiepes izturība un relatīvais pagarinājums pārrāvuma laikā);
- iespēja viegli apstrādāt, kas ir nepieciešams mazu un vidēju šķērsriezumu vadu ražošanai;
- iespēja veidot kontaktus ar mazu pārejas pretestību lodēšanas, metināšanas un citu vadu savienošanas vietās;
- korozijas izturība;

Un pati galvenā prasība ir vadītāju materiāla maksimālā īpatnējā vadītspēja. Tomēr metāla elektrovadītspēju var samazināt piesārņojumi, metālu deformācijas, kas notiek štancēšanas vai velmēšanas laikā. Metāla deformāciju ietekme uz tā elektrovadītspēju, tiek novērsta pie atlaidināšanas, kuras laikā metālā samazinās defektu skaits un palielinās metāla kristālu vidējais lielums. Šajā sakarā, vadītāju materiāli tiek izmantoti galvenokārt atlaidinātā (mīkstā) stāvoklī.

Visizplatītākie mūsdienīgi materiāli ar lielu vadītspēju, kurus izmanto radioelektronikā, ir krāsainie metāli (varš, alumīnijs, cinks, alvas, magnijs, svins) un melnie metāli (dzelzs) tīrā veidā.

Vēl plaši tiek izmantoti šo metālu sakausējumi, jo tiem piemīt labākas īpašības un tie ir lētāki nekā tīrie metāli. Tomēr krāsaino metālu un to sakausējumu izmantošana ekonomiski ir iespējama tikai tādos gadījumos, kad nepieciešamo produktu īpašības nevar iegūt, izmantojot melnos metālus, čugunu un tēraudu.

Lai uzlabotu krāsaino metālu sakausējumu īpašības, tiek veikta to termiskā apstrāde: atlaidināšana, rūdīšana un vecināšana. Atlaidināšana ietekmē materiāla plastiskumu un samazina lējumu spriegumus. Savukārt rūdīšana un vecināšana uzlabo materiālu mehāniskās īpašības.



Izpildiet uzdevumu

2.1. Uzrakstīt, kādi lielumi tiek apzīmēti ar šiem burtiem, norādīto mērvienību?

<i>Atbilde:</i>																								
ρ	-												mērvienība											
R	-												mērvienība											
S	-												mērvienība											
L	-												mērvienība											

2.2. Uzrakstīt pārejas sakarības starp šīm mērvienībām SI mērvienību sistēmā ($\Omega \cdot m$), ja tehniskajā literatūrā īpatnējā elektriskā pretestība bieži vien var tikt dota dažādās mērvienību sistēmās: $\Omega \cdot mm^2/ m$, $\mu\Omega \cdot m$, $\Omega \cdot m$,

<i>Atbilde:</i>																								
													$\Omega \cdot mm^2/ m$											
													$\mu\Omega \cdot m$											

2.3. Izteikt doto vadītāju materiālu īpatnējās elektriskās pretestības SI mērvienību sistēmā:

<i>Atbilde:</i>																								
													sudrabs $\rho = 1,65 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m =$											
													varš $\rho = 0,017 \mu\Omega \cdot m =$											
													alumīnijs $\rho = 0,028 \mu\Omega \cdot m =$											
													konstantāns $\rho = 0,052 \mu\Omega \cdot m =$											
													tērauds $\rho = 0,13 \mu\Omega \cdot m =$											
													manganīns $\rho = 0,42 \Omega \cdot mm^2/ m =$											
													nihroms $\rho = 1,06 \Omega \cdot mm^2/ m =$											

2.4. Aizpildīt tabulu. 2.1, no uzskaitītajiem materiāliem izvēlēties vienu ar labākajiem elektriskajiem parametriem.

Vadītāju materiālu ar mazu īpatnējo pretestību galvenās īpašības

2.1. tabula

Īpašības	Varš Cu	Alumīnijs Al	Sudrabs Au	Volframs W
Blīvums, kg/m^3				
Kušanas temperatūra, $^{\circ}\text{C}$				
Īpatnējās pretestības temperatūras koeficients, $1/^{\circ}\text{C}$				
Izturība stiepē, N/m^2				
Relatīvais pagarinājums, %				
īpatnējā pretestība, $\Omega \cdot \text{m}$				
Izmantošanas piemēri				

<i>Atbilde:</i>														

2.5. Noteikt vadītāja materiāla veidu pēc sekojoša apraksta: "Metāls ir sudrabaini baltā krāsā ar kušanas temperatūru 658°C , kam raksturīga neliela cietība un relatīvi maza mehāniskā izturība stiepes apstākļos."

<i>Atbilde:</i>														

2.6. Izmantojot tehnisko literatūru un rokasgrāmatu datus, aizpildīt tabulu 2.2, norādot, kuri no šiem materiāliem tiek izmantoti elektrotransporta kontaktu tīkla vadu ražošanai.

Tabula 2.2.

Materiāls	Vadītspēja, Sm	Materiāla stiprību stiepē, N/m²	Stiepes relatīvais pagarinājums, %
Vadītāju varš (99,95 %): mīksts ciets			
Berilija bronza: mīksta cieta			
Fosfora bronza: mīksta cieta			

2.7. Norādīt volframa iegūšanas procesa ciklus.

Dots:																			
Atrast:																			
Skaidrojums:																			
Atbilde:																			

2.8. Aprēķināt, cik lielu slodzi, materiālu stiepjot, spēj izturēt vara vads, kura šķērsgrīezums 35mm^2 , ja vara vada stiprība stiepē ir 25 kg/mm^2 ?

Dots:																				
Aprēķināt:																				
Risinājums:																				
Atbilde:																				

Norādīt pareizo atbildi

2.9. Kā mainās metālu vadītāju elektriskā pretestība, palielinoties to temperatūrai?

- A. Palielinās;
- B. Neizmainās;
- C. Samazinās;
- D. Paliek bez izmaiņām.

2.10. Nosaukt vara materiāla galveno īpašību?

- A. Noturīgs pret atmosfēras koroziju;
- B. Nav izteikta noturība pret atmosfēras koroziju;
- C. Atmosfēras korozijas un augstas stiepes izturīgs;
- D. Iepriekšējās atbildēs nav norādīta.

2.11. Salīdzinot, bronzas un vara īpašības, var izdarīt šādu secinājumu:

- A. Bronza zaudē varam par elektrovadītspējas jomā, bet pārsēj to-mehāniskā izturībā;
- B. Bronzas elektrovadītspējas nav zemākas par vara, bet sliktākas mehāniskās izturības jomā;
- C. Bronzas un vara īpašības ir vienādas;
- D. Bronzai ir labākas elektrovadītspējas īpašības kā varam, bet-mehāniskā izturībā mazākas;

2.12. Kā sauc vadītāju materiālu, kuram ir otrās labākās īpašības pēc vara elektrovadītspējas jomā un atmosfēras korozijas jomā?

- A. Alumīnijs;
- B. Sudrabs;
- C. Volframs;
- D. Niķelis.

2.13. Jo alumīnijam ir lielāka ķīmiskā tīrība, jo tam ir ...

- A. labāka noturība pret atmosfēras koroziju;
- B. sliktāka noturība pret atmosfēras koroziju;
- C. lielāka stiepes izturība;
- D. mazāka stiepes izturība.

Atbildēt uz jautājumu

2.14. Kādā veidā tiek savienoti alumīnija vadi un strāvu vadošās detaļas?

Atbilde:																				

2.15. Nosaukt lokšņu alumīnija pielietošanas iespējas?

Atbilde:															

2.16. Kāpēc sudrabs tiek ierobežoti pielietots, salīdzinājumā ar alumīniju un varu?

Atbilde:															

2.17. Kuram no materiāliem: Cu-Al-Fe-W-Ag ir vislielākais lineārās izplešanās temperatūras koeficients?

Atbilde:															

2.18. Paskaidrot, kuram sakausējumam uz vara bāzes, ir nedaudz lielāka īpatnējā pretestība, taču ir daudz labākas mehāniskās īpašības (cietība, izturība stiepē). Vadītāju materiāls ar vismazāko īpatnējo pretestību?

Atbilde:																			

2.19. Pie kādas temperatūras notiek volframa oksidācija gaisā?

Atbilde:																			

2.20. Raksturot vadītāju materiālus: Cu-Al-Ag-W-Fe-bronzu-misiņu (2.3.tab.)

Tabula 2.3.

Lielums	Varš	Alumīnijs	Sudrabs	Volframs	Dzelzi	Bronzu-	Misiņu
Krāsa							
Īpatnējā pretestība							
Kušanas temperatūra							
Izturība stiepē							
izmantošanas piemēri							



Uzdevumi:

Pareizi:

Slēdziens:



Expert

5:

A series of horizontal dotted lines for writing.

2.2. Vadītāju materiāli ar lielu īpatnējo pretestību



Par vadītāju materiāliem ar lielu pretestību racionāli ir pielietot cietu metālu šķīduma tipa sakausējumus ar nesakārtotu struktūru. Izvēloties dažādu komponentu daudzumu attiecību, var panākt, ka šo sakausējumu materiālu īpatnējā pretestība ir daudz lielāka vai īpatnējās pretestības temperatūras koeficients ir krietni mazāks, salīdzinājumā ar atsevišķu komponentu īpatnējo pretestību vai tās stabilitāti. Šiem sakausējumiem, atkarībā no to pielietošanas veida, nepieciešamas ļoti dažādas mehāniskās, elektriskās, termiskās un tehnoloģiskās īpašības.

Šos sakausējumus izmanto precīzu etalonpretestību elementu (tinumu, potenciometru, šuntu, pretestības spoļu, rezistoru, termopāru, tenzometrisko mērpārveidotāju), reostatu, krāšņu un elektroierīču sildelementu izgatavošanā.

Visus, lielas pretestības sakausējumus jeb sakausējumus ar paaugstinātu īpatnējo elektrisko pretestību, atkarībā no to darba temperatūras, iedala **trijās grupās** :

1. Sakausējumos, kuru darba temperatūra nav lielāka par 500 °C, un izmanto precīzu **etalonrezistoru un mērinstrumentu pretestību, reostatu un tamlīdzīgu** elementu ražošanā. Šiem sakausējumiem, bez lielas īpatnējās pretestības, **nepieciešamas arī vairākas citas speciālas īpašības**, kurām jābūt stabilām visu ekspluatācijas laiku, lai tās nemainītos un proti:

- minimāli mazs pretestības temperatūras koeficients, lai temperatūrai izmainoties, tā pretestība paliktu stabila;
- mazs īpatnējais termoelektrodzinājums (TEDS) dotajam materiālam kontaktējoties ar varu, lai mērījumu ķēdēs nerastos parazītiski pirmspriegumi;
- liels plastiskums, lai tos varētu izgatavot tievas stieples un plānas lentas veidā.

Sakausējumiem, kas paredzēti **reostatu izgatavošanai**, mazsvarīga ir **īpašību stabilitāte** jeb to neatkarība no laika un temperatūras, toties tiem ir **jābūt termiski izturīgākiem un lētākiem** materiāliem. Šīm prasībām visatbilstošākais materiāls ir vara un niķeļa sakausējums **konstantāns**. Legējot varu ar niķeli, iegūst konstantāna sakausējumu, kas tiek izmantots termopāru un reostatu ražošanai. **Konstantāns** ir cietis niķeļa un vara šķīdums, kurš savu nosaukumu ieguva sakarā ar ļoti lielu īpatnējās elektriskās pretestības koeficienta ρ (konstante) augsto noturību. Konstantāna aptuvenais sastāvs: Cu varš - 58,5%, niķelis Ni - 40%, mangāns Mn - 1,5%. Konstantānu lieto arī zemas temperatūras elektrisko sildierīču izgatavošanai.

Aizvietojot vara sakausējumā niķeli ar mangānu, iegūst manganīna sakausējumu, kas ir oranždzeltens materiāls. Manganīns ir samērā plastisks sakausējums, tāpēc no tā var izgatavot **stiepli, kuras diametrs ir 0,02 mm**, vai **lentu, kuras biezums ir 10 μ m**. To plaši izmanto precīzu pretestību izgatavošanai: rezistoru, siltumu mērpārveidotāju, šuntu un citu elementu ražošanā. Manganīns savu nosaukumu ieguva sakarā ar to, ka sakausējumā ir mangāns, kura aptuvenais sastāvs: varš Cu - 85%, mangāns Mn - 12%, niķelis Ni - 3%.

Vara sakausējumu galvenais trūkums ir tas, ka tam ir tendence sakarstot oksidēties, kas izmaina pārejošo elektrisko pretestību. Tāpēc bieži izmanto sakausējumus uz sudraba, palādiju, zelta, platīna bāzes.

2. Sakausējumos, kuru darba temperatūra ir mazāka par 1200 °C, izmanto kā pretestības elementus un sildelementus. Tie ir dzelzs un niķeļa sakausējumi (hromāls, nihroms). Legēšana ar hromu rada tiem augstu elektrisko pretestību un karstumizturību.

Dzelzs sakausējumus ar niķeli izmanto kā reostatus un sildelementus jaudīgās elektriskās apkures iekārtās un rūpnieciskās krāsnis. Nihromi ir cieti niķeļa-hroma (Ni - Cr) vai trīskārtēji sakausējumi niķeļa - hroma dzelzs (Ni - Cr - Fe) cieti šķīdumi.

Dzelzs tiek ievadīts sakausējumā, lai nodrošinātu labāku apstrādājamību un samazinātu izmaksas, bet atšķirībā no niķeļa un hroma, dzelzs viegli oksidējas, kas var novest līdz sakausējuma siltumizturības samazināšanai; bet hroma saturs nodrošina oksīdiem augstu grūtkūstamības spēju.

Lai palielinātu cauruļveida sildelementu kalpošanas laiku, niķeļa stiepli ievieto oksīda izturīga metālā, un piepilda ar dielektrisko pulveri, kam ar ļoti augsta siltuma vadītspēja, piemēram, magnēzijs Mg. Šādus sildelementus izmanto, piem., elektriskajās tējkannās, kas var strādāt ļoti ilgu laiku. Nihroma stiepli izmanto stieplu rezistoru, potenciometru, lodāmuru, elektrisko krāšņu un integrālo shēmu plēves rezistoru izgatavošanai. Tāpat kā konstantāns, tāpat arī nihroms satur daudz deficītā niķeļa.

Hromalumīnija sakausējumi fehrāls un hromāls ir daudz lētāki par nihromu, jo hroms un alumīnijs ir salīdzinoši lētāki un mazāk ierobežoti nekā niķeļš. Tomēr tie nav tik tehnoloģiski, un ir daudz cietāki un trauslāki nekā nihroms. Tāpēc no tiem iegūst liela diametra vadus un lentes ar lielu šķērsriezuma laukumu, un tos izmanto jaudīgās elektriskās apkures ierīcēs un rūpniecības elektrokrāsnīs.

3. Sakausējumos, kuru darba temperatūra ir lielāka par 1200 °C. Pie temperatūras virs 1200 °C (vakuuma krāsnis) tiek izmantoti sakausējumi no ugunsizturīgiem metāliem (W, Mo, Ta). Elektrisko krāšņu sildītāju ražošanai (līdz 1500 °C) izmanto arī keramikas materiālus, piemēram, silīta stieņus, kas tiek saķepināti no silīcija karbīda. Silīts ir pusvadītāja materiāls, un tam ir augsta elektriskā pretestība. Izplatīti bieži ir arī sildītāji, kurus izgatavo no molibdēna disilīcīda (MoSi₂).



Izpildīt uzdevumu

2.21. Raksturot galvenās īpašības vadītāju materiāliem ar lielu īpatnējo pretestību (2.4.tab.).

Tabula 2.4.

Raksturlielums	Manganīns	Konstantāns
Ķīmiskais sastāvs		
Krāsa		
Blīvums, ρ_v , kg / m ³		
Kušanas temperatūra, °C		
Darba temperatūra, °C		
Lineārās izplešanās temperatūras koeficients, 1 / °C		
Stiepes spriegums, N / m ²		
Relatīvais pagarinājums, %		
Īpatnējā elektriskā pretestība, $\Omega \cdot m$		
Darbības joma jeb izmantošanas piemēri		

2.22. Noteikt vadītāja materiālu pēc šāda veida apraksta: "vara, niķeļa un mangāna sakausējums ar gaiši oranžu krāsu, kura kušanas temperatūra ir 960 ° C"?

Atbilde:																				

Atbildēt uz jautājumu

2.23. Kāda ir manganīna izstrādājumu galvenā priekšrocība?

Atbilde:																				

2.24. Kādi pasākumi ir jāveic, lai palielinātu manganīna produktu elektrisko īpašību stabilizāciju?

Atbilde:																				

2.25. Kas notiek ar stabilizētiem manganīna izstrādājumiem, palielinoties darba temperatūrai vairāk par 200 ° C?

Atbilde:														

2.26. Kuri no raksturlielumiem manganīnam un konstantānamatšķiras visbūtiskāk?

Atbilde:														

2.27. Cik reizes aptuveni pretestība manganīnam ir lielāka nekā varam, salīdzinot vadītājus ar lielu īpatnējo pretestību un ar mazu īpatnējo pretestību?

Atbilde:														

2.28. Cik reizes aptuveni pretestības izmaiņa temperatūras iespaidā manganīnam būs mazāka nekā varam, salīdzinot vadītājus ar lielu īpatnējo pretestību un ar mazu īpatnējo pretestību?

Atbilde:																			

Norādīt pareizo atbildi

2.29. Izstrādājumi no nestabilizēta manganīna var darboties, ja darba temperatūra nepārsniedz ...?

- A. 60 °C;
- B. 100 °C;
- C. 150 °C;
- D. 200 °C.

2.30. Konstantāna izstrādājumu elektriskā pretestība

- A. nemainās izmaiņoties temperatūrai;
- B. palielinās samazinoties temperatūrai;
- C. samazinās palielinoties temperatūrai;
- D. samazinās samazinoties temperatūrai.

2.31. Izolētu konstantāna vadu, kas savienots pārī ar vara, izmanto, lai ražotu ... ?

- A. šuntus mērinstrumentiem;
- B. termopārus;
- C. rezistorus un augstas klases potenciometrus;
- D. visas uzskaitītās ierīces.

2.32. Manganīna izstrādājumu priekšrocība ir :

- A. maza atkarība no temperatūras;
- B. mazs termoEDS, kontakta vietā ar varu;
- C. abi uzrādītie faktori.
- D. neviens no uzrādītiem faktoriem.

2.33. Nedaudzām manganīna šķirnēm pievieno:

- A. Volframu;
- B. Sudrabu;
- C. Kobaltu.
- D. Dzelzi.

Izpildīt uzdevumu

2.34. Salīdzināt karstumizturīgo vadītāju materiālu: nihroma, fehrāla un hromāla raksturlielumus, aizpildot tabulu 2.5.

Tabula 2.5.

Raksturlielums	Nihroms	Fehrs	Hromāls
Ķīmiskais sastāvs, %			
Krāsa			
Blīvums, kg/m ³			
Darba temperatūra, °C			
Īpatn. pretest. temperatūr. koeficients, 1/°C			
Īpatnējā pretestība, μΩ · m			
Izmantošanas piemēri			

Atbildēt uz jautājumiem:

2.35. Vai ir raksturlielumi, skatīt 2.5. tabulu, kas šiem trijiem sakausējumiem būtiski atšķiras?

Atbilde:																				

2.36. Uzskaitiet piemaisījumus, kuri nonākot karstumizturīgos sakausējumos, un veido ne vairāk kā 0,5%, rada trauslumu nelielās stieplēs un plānās lentēs, kas izgatavoti no šiem sakausējumiem.

Atbilde:														

2.37. Kas nodrošina sakausējumu karstumizturību?

Atbilde:														

2.38. Ko saprot ar karstumizturīgiem sakausējumiem?

Atbilde:														

2.39. Kāpēc karstumizturīgajiem sakausējumiem ir augsta īpatnējā pretestība un nelielas īpatnējās pretestības temperatūras koeficienta vērtības?

Atbilde:														

2.40. Kāds tam ir iemesls, ka volframs, kura kušanas temperatūra 3380°C ir visaugstākā starp metāliem, nespēj ilgstoši strādāt temperatūrā augstākā par 400°C?

Atbilde:														



Uzdevumi:

Pareizi:

Slēdziens:



Expert

5:

.....

.....



2.3. Kontaktu materiāli. Cēlmetāli.

Cēlmetālu grupas metāli (sudrabs Ag, zelts Au, platīns Pt, palādijs Pd) ir metāli ar augstāko ķīmisko izturību pret apkārtējo vidi.

Sudrabs ir balts spīdīgs metāls, ko izmanto kondensatoru ražošanā, tīrā veidā un sakausējumos, pārklājumu veidā atbildīgās AF un mikroviļņu ierīcēs. Tas arī ietilpst ugunsizturīgas lodēšanas alvas sastāvā. Sudrabs gaisā oksidējas, tādēļ mazāk pakļauts erozijai.

Platīns ir gaiši pelēks metāls, ko izmanto kā materiālu lieljaudas generatoru lampu tīkliņu, vai īpaši tievu stieplu pavedienu (diametrs aptuveni 1 mikrons) ražošanā. Platīns gaisā neoksidējas un neveicina loka rašanos, taču tam raksturīga erozija – adatu veidošanās. Tādēļ biežāk lieto platīna sakausējumu ar irīdiju. No šī sakausējuma izgatavo atbildīgus precīzus kontaktus

Pallādijs ir balts kaļamais metāls, kas pēc savām īpašībām atrodas tuvu platīnam un, daudzos gadījumos, kalpo par tā aizstājēju, jo ir daudz lētāks. Pallādiju un tā sakausējumus ar sudrabu un varu izmanto kā kontaktu materiālus. Pallādiju izmanto arī ūdeņraža attīrīšanai, jo tam ir augsta gāzes caurlaidība.

Zelts ir dzeltenīgs metāls. Zeltu tīrā veidā nelieta, jo tas veicina loka rašanos un ir neizturīgs pret eroziju. Parasti pielieto zelta sakausējumus ar platīnu, sudrabu, niķeli, cirkoniju, kurus izmanto ļoti plānas plēves vakuuma uzputināšanai pusvadītāju un hibrīda integrālajās shēmās, mikroviļņu elektronu lampu kontaktiem un mikroshēmu korpusu apzeltīšanai.

Elektriskais kontakts ir strāvas pārejas vieta (mezgls) no vienas strāvu vadošas daļas (dzīslas) otrā daļā (dzīslā). Visi elektriskie kontakti tiek iedalīti **fiksētos** (nepārtraucamos) kontaktos, **komutējošos** (pārtraucamos) kontaktos un **slīdošos** (kustīgos) kontaktos. Visiem elektriskajiem kontaktiem tiek uzstādīta viena **galvenā prasība**, lai tiem veidotos **maza pārejas elektriskā pretestība**.

Fiksētie kontakti. Šiem kontaktiem jābūt ar nelielu pārejas elektriskās pretestības vērtību, kurai ir jāpaliek stabilai arī pie nelielām stiepes slodzēm uz kontaktiem. Tāpēc šeit tiek izvēlēti pret koroziju noturīgi kontaktu materiāli, kas uz kontakta virsmas nesatur oksīda plēves, kuras veido augstu elektrisko pretestību. Visām šīm prasībām atbilst **varš, misiņš, cinks. Fiksētie (nepārtraucamie) kontakti** parasti ir **mehāniski saspiesti, sametināti vai salodēti kontakti**.

Salodēto kontaktu izveidošanai lieto speciālus vadītāju sakausējumus – **lodes jeb lodalvas**. Lodalvu kušanas temperatūra ir daudz zemāka nekā salodējamo metālu kušanas temperatūra. Izkausētā lode slapina salodējamus metālus, daļēji šķīdina tos un atdziestot veido neizjaucamu detaļu mehāniski izturīgu savienojumu, ar mazu elektrisko pārejas pretestību. Izšķir divus ložu (lodalvas) veidus – mīkstlodes un cietlodes.

Mīkstožu kušanas temperatūra nepārsniedz 400 °C, turpretim cietložu kušanas temperatūra ir daudz augstāka (virs 450 °C). Mīkstlodēm raksturīga mazāka cietība nekā cietlodēm.

Vara un tā sakausējumu lodēšanai plašāk lietotās mīkstlodes ir alvas-svina lodes (dažreiz to sastāvā ietilpst kadmija, antimona vai vara piedeva). Atsevišķos gadījumos lieto arī svina vai kadmija lodes, kuru sastāvā ietilpst sudrabs un kuru kušanas temperatūra ir augstāka.

Alumīnija lodēšanai lieto mīkstlodes, kuru sastāvā ietilpst Sn, Cd un Zn, dažreiz arī Al. No cietlodēm biežāk lieto sudraba lodes (sudraba sakausējumus ar Cu, Zn un Cd) un vara lodes (vara sakausējumus ar P un Zn).

Kušņi. Lodēšanas procesu atvieglo speciāli lodēšanas palīgmateriāli – kušņi. Tie notīra lodējumu virsmas (šķīdina oksīdus) un aizsargā tās pret vides oksidējošo iedarbību lodēšanas procesā. Turklāt kušņi bieži vien samazina arī izkausētās lodes virsmas spraigumu, tādēļ lode labāk izplūst pa lodējamo virsmu.

Pēc sastāva izšķir **aktīvos** kušņus jeb **skābju kušņus**, kuru galvenā sastāvdaļa ir sālsskābe vai cinka hlorīds ($ZnCl_2$), un **bezskābju kušņus**, kurus izveido galvenokārt uz kolofonija bāzes.

Aktīvie kušņi **nodrošina labāku lodējuma kvalitāti**, bet sakarā ar to, ka no lodējuma vietas rūpīgi jānomazgā skābes pārpalikums, kas var izraisīt intensīvu koroziju, elektrisko shēmu montāžā šādus kušņus lietot nedrīkst.

Aktivizētos bezskābju kušņus ar salicilskābes vai anilīna hlorīda piedevu var lietot arī nenotīrītu virsmu salodēšanai. Tā kā alumīnijs gaisā ļoti ātri oksidējas, tad tā lodēšanai lieto speciāla sastāva kušņus.

Lodējot ar cietlodēm, par kušņiem lieto maisījumus, kuru galvenā sastāvdaļa parasti ir boraks ($Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$) vai borskābe (H_3BO_3).

Komutējošie kontakti ir pārtraucēju kontakti, kas paredzēti elektrisko ķēžu saslēgšanai, pārslēgšanai vai atslēgšanai un tāpēc darbojas visgrūtākajos darba apstākļos. Tāpēc šo kontaktu izgatavošanai lieto materiālus, kas nodrošina minimālu kontaktprestību, kā arī nepieciešamo mehānisko, termisko un ķīmisko izturību. Nelīdzenās kontaktu virsmas reljefa dēļ kontaktdetaļas saskaras savā starpā tikai atsevišķos mikrolaukumiņos. Kontakta mehāniskā dilšana ir atkarīga galvenokārt no tā materiāla īpašībām un kontaktpiediena. Turklāt, jo lielāks spēks piespiež kontaktdetaļas vienu pie otras, jo vairāk tās dilst. Elektrisko dilšanu rada arī elektriskā loka termiskā un elektrodiņamiskā iedarbība. Atkarībā no komutējamās elektriskās jaudas, komutējošo kontakti tiek iedalīti **stiprstrāvas kontaktos** un **vājstrāvas kontaktos**.

Vājstrāvas komutējošiem kontaktiem parasti raksturīgs mazs kontaktpiediens, jo caur tiem plūst mazas strāvas, tādēļ galvenā prasība, kas jāievēro, izvēloties materiālu, ir maza kontaktprestība. Tādēļ **vājstrāvas** komutējošie **kontakti** parasti tiek izgatavoti no cēlmetāliem: zelta, sudraba, platīna, rodija, palādija un to sakausējumiem, kuriem ir maza pārejas elektriskā pretestība un augsta noturība pret oksidāciju.

Bet, tā kā šiem metāliem un to sakausējumiem nav augsta izturība pret elektroerozijas (kontakta virsmas noārdīšana elektriskā loka un dzirksteļu ietekmē) nodilumu, tad tos var izmantot tikai vājstrāvas kontaktos. Rodijs ir ļoti ciets, mehāniski grūti apstrādājams metāls. No tā izgatavotiem precīzajiem kontaktiem ir ļoti labas īpašības.

Stiprstrāvas komutējošie kontakti ir noslogoti kontakti, kurus izgatavo no cietā vara, volframa, molibdēna, to sakausējumiem un pulvera kompozīciju (kompozīcijas: sudrabs-kadmija oksīds, sudrabs-vara oksīds, varš-grafīts, sudrabs-niķelis, sudrabs-grafīts, sudrabs-niķelis-grafīts, sudrabs-volframs-niķelis, varš-volframs-niķelis u.c.) materiāliem. Volframs ir ļoti noturīgs pret elektroerozijas nodilumu. Neskatoties uz tā oksidāciju, volframam ir neliela un stabila pārejas elektriskā pretestība, jo tam ir pietiekama elektrovadītspēja, un tā oksīda plēve uz kontakta darba laikā tiek iznīcināta. Turklāt šie kontakti ekspluatācijas laikā nesametinas (vai nesalīp), tāpēc tos izmanto biežai pārslēgšanai. Visjaudīgākajos kontaktos tiek izmantoti sintētiskie volframa metālkeramiskos kompozīcijas materiāli ar sudrabu vai varu, vai saķepināto poraino volframu, kuru pēc tam vakuumā piesūcina ar šķidro varu vai sudrabu.

Slīdkontakti. Slīdkontaktu materiāliem ir tādas pašas prasības kā komutācijas kontaktiem, bet galvenā prasība tiem ir - augsta noturība pret kontaktu sametināšanos. Slīdkontaktiem papildus izgatavošanai izmanto vara vai sudraba pulvera kompozīcijas ar nelielu grafīta piedevu. Parasti slīdkontaktu izgatavošanai lieto divas materiālu grupas: elektrotehniskos ogles materiālus un atsperīgos metāla materiālus. Atsperīgo slīdkontaktu izgatavošanai lieto galvenokārt kadmija bronzu un kadmija-alvas bronzu. Mehāniskās īpašības tām ir sliktākas nekā, piemēram, berilija bronzi, toties īpatnējā pretestība ir daudz mazāka un nodrošina mazu kontaktu pretestību.

Metālkeramiskie kontakti. Salīdzinājumā ar sudraba, vara, volframa vai metālu sakausējumu kontaktiem, metālkeramiskie kontakti ir nodilumizturīgāki, tiem pieļaujami lielāki kontaktu spiedieni, tie ir izturīgāki pret elektroeroziju, pēc izgatavošanas nav mehāniski jāapstrādā.

Sudraba-kadmija oksīda kontakti ir plastiski un viegli apstrādājami. Tiem raksturīga maza kontaktu pretestība un liela izturība pret eroziju un sametināšanos.

Līdzīgas īpašības ir arī sudraba-vara oksīda kontaktiem, tikai tiem gāzveida produkti izdalās augstākā temperatūrā, tādēļ šos kontaktus ieteicams izmantot par lieljaudas kontaktiem, kuros loka temperatūra ir augstāka.

Sudraba-grafīta un vara-grafīta kontaktiem piemīt maza kontaktu pretestība, tie ir droši pret sametināšanos un izturīgi pret dilšanu, it sevišķi tad, ja kompozīcijā ietilpst arī niķelis.

Sudraba-niķeļa metālkeramikas kontakti ir plastiski, tiem piemīt maza kontaktu pretestība. Šie kontakti ir izturīgi pret eroziju, bet viegli sametinās. Lai to novērstu, vienu sudraba-niķeļa kontaktdetaļu bieži vien lieto pārī ar sudraba-grafīta vai sudraba-kadmija oksīda kontaktdetaļu.

Sudraba-volframa un vara-volframa kontakti ir ļoti izturīgi pret eroziju un dilšanu, taču tiem ir relatīvi liela kontaktu pretestība un nepieciešams liels kontaktspiediens.



Izpildīt uzdevumu

2.41. Kā tiek izveidots elektriskais kontakts?

Atbilde:																	

2.42. Raksturot fiksēto (nepārtraucamo) kontaktu, komutējošo (pārtraucamo) kontaktu un slīdošo (kustīgo) kontaktu galveno īpašību?

Atbilde:																	

2.43. Kuru kontaktu darbā rodas elektriskā dzirkstele vai parādās elektriskais loks, kas izsauc strauju kontaktu koroziju un elektroerozijas nolietojumu?

Atbilde:																	

2.44. Kāpēc vājstrāvas kontaktiem pārsvarā izmanto cēlmetālus (platīnu, zeltu, sudrabu)?

Atbilde:														

2.45. Noskaidrot nevēlamo parādību, kas ekspluatācijas laikā uz viena kontakta saskares virsmas izveido dziļu krāteri, bet uz otra kontakta saskares virsmas izveido asu adatu, turklāt tas ir tāpēc, ka metāla kontakts kust, iztvaiko, izsmidzinās uz darba virsmām un tiek pārnesti no viena kontakta uz otru.

Atbilde:														

2.46. Kāda galvenā prasība ir jāievēro, izvēloties materiālu vājstrāvas komutējošajiem kontaktiem, kuriem parasti raksturīgs mazs kontaktu spiediens, un caur kuriem plūst mazas strāvas. Nosaukt materiālus, kas atbilst šai prasībai vislabāk?

Atbilde:														

2.47. Nosaukt cēlmetālu, kas pēc savām īpašībām ir līdzīgs platīnam, un to lieto platīna aizstāšanai, jo ir lētāks, kā arī - to izmanto sakausējumos ar sudrabu, varu kontaktu materiālos?

Atbilde:														

2.48. Kuru cēlmetālu tīrā veidā nelieto, jo tas veicina elektriskā loka rašanos un ir neizturīgs pret elektroeroziju, to parasti izmanto sakausējumos ar platīnu, sudrabu, niķeli un cirkoniju?

Atbilde:														

2.49. Kādus kontaktu materiālus iegūst, saķepinot sudraba, vara, volframa un citu metālu vai to oksīdu pulverus, un kāda ir šo kontaktu priekšrocība salīdzinājumā ar tīru metālu kontaktiem?

Atbilde:														

2.50. Tikai kuriem kontaktiem un kāpēc, bez metālkeramiskiem kontaktu materiāliem. vēl lieto cieto varu, neraugoties uz vara oksīda plēvīti, kas pasliktina kontaktu savienojumus?

Atbilde:																				

Norādīt pareizo atbildi

2.51. Kādas ir elektrisko kontaktu materiālu galvenās īpašības?

- A. tie ir mehāniski mīksti, ar augstu siltuma vadāmību;
- B. tiem ir liela elektriskā pretestība un mazs blīvums;
- C. tiem ir augsta mehāniskā izturība un maza elektriskā pretestība;
- D. tie ir nenoturīgi pret koroziju, bet mehāniski izturīgi.

2.52. Kādas ir elektrisko slīdkontaktu materiālu galvenās īpašības?

- A. tie ir noturīgi pret koroziju un ar augstu mehānisko izturību;
- B. tiem ir maza elektriskā pretestība;
- C. tie ir noturīgi pret kontaktu sametināšanos,;
- D. visas iepriekš uzskaitītās.

2.53. Kā sauc kontaktus, kuri nodrošina elektriskās ķēdes saslēgšanu, atslēgšanu un pārslēgšanu, t.i. elektriskā loka pārtraukšanu?

- A. fiksētie
- B. slīdošie;
- C. komutējošie;
- D. visi minētie.

2.54. Pie kuriem lodmetāliem attiecas sakausējumi, kuru pamatā ir alva, svins, kadmijs, bismuts un cinks?

- A. cietiem;
- B. vidējiem;
- C. augstas temperatūras;
- D. mīksti.

2.55. Kā sauc par lodes (lodalvas) ar kušanas temperatūru līdz 400°C un zemām mehāniskām īpašībām ?

- A. neitrālām;
- B. piedevām;
- C. mīkstām
- D. cietām.

2.57. Kā sauc speciālus palīgmateriālus, kas atvieglo lodēšanas procesu, jo tie notīra lodējamās virsmas (šķīdina oksīdus) un aizsargā tās pret vides oksidējošo iedarbību lodēšanas procesā.

- A. šķīdinātāji;
- B. lodes;
- C. lodalvām;
- D. kušņiem

2.58. Tērauda, vara un to sakausējumu lodēšanai ar mīkstu lodi kā kušņus izmanto ... ?

- A. konifoliju;
- B. sālskābi;
- C. $ZnCl_2$ šķīdumu
- D. borskābi.

2.59. Ar kādu piedevu aktīvos bezskābju kušņus var lietot arī nenotīrītu virsmu lodēšanai ?

- A. **salicilskābes;**
- B. **anilīna hlorīda;**
- C. ar abām divām;
- D. ar nevienu.

2.60. Kāda kušņu bāzes piedeva var izraisīt intensīvu koroziju, tāpēc elektrisko shēmu montāžā šādus kušņus lietot nedrīkst?

- A. sālsskābes;
- B. cinka hlorīda;
- C. kolofonija;
- D. jebkura.



2.4. Elektroogles izstrādājumu nemetāliskie vadītāju materiāli

Elektrotehniskie ogļu izstrādājumi (saīsināti – **elektroogles izstrādājumi**) ietver elektrisko mašīnu sukas, gaismas prožektoru un elektrolītisko vannu elektrodus, galvanisko elementu anodus, ogles pulveru mikrofonus, augstomīgus oglekļa pretestības rezistorus, telefonīklu izlādņus.

Elektroogles izstrādājumi vairāk vai mazāk sastāv no tīra oglekļa. Pēc elektrovadītspējas īpašībām tie faktiski pieder pie pusvadītājiem, taču dažām šo materiālu modifikācijām ir tik ievērojama īpatnējā elektrovadītspēja, ka tos praktiski lieto par vadītāju materiāliem.

Izejvielas elektroogļu izstrādājumu ražošanai ir nemetāliski materiāli ar vadītāju īpašībām un tie būtu dabīgais grafitis, kvēpi, pirolītiskais ogleklis, bora oglekļa plēves un antracīts.

Dabīgais grafitis

Dabīgais grafitis ir kristāliska viela, kas sastāda vienu no oglekļa slāņainās struktūras formām (ogleklis ir pazīstams trīs modifikācijās kā dimants, grafitis un amorfais ogleklis - ogle).

Grafitis veido slāņveida kristālisko režģi, kurā oglekļa atomi izvietoti paralēlos slāņos, un katrs slānis ir sešstūra režģis ar mezgliem, kuri satur oglekļa atomus. Atsevišķi slāņi ir atdalīti viens no otra lielākā attālumā, nekā attālumi, kuri veidojas starp atomiem katrā slānī. Tāpēc grafitis viegli atslāņojoties sadalās, kas ir lietderīgi slīdkontaktu darbībai. Šo grafīta īpašību izmanto arī uz grafīta bāzes sauso smērvielu ražošanā.

Grafīta fizikālās īpašības slāņojuma virzienā un perpendikulāri tam ir ļoti atšķirīgas. Slāņu virzienā grafīta elektrovadītspējai ir "metālisks" raksturs ($\rho = 8 \mu\Omega \cdot m$, $T_{kr} = 1 \div 10^{-3} K^{-1}$); palielinoties temperatūrai, palielinās grafīta izturīgums. Gaisā grafitis aizdegas pie temperatūras, ja tā pārsniedz $600^\circ C$. Grafitis nemijiedarbojas ar sērskābi, sālsskābi, fluorūdeņražskābi un „cara šnabi”, bet ar gaisu tas mijiedarbojas, tikai pie $170^\circ C$ temperatūras. Kombinācijā ar koncentrētām slāpekļskābēm un sērskābēm, grafitis (1 g) izšķīst un veido grafītskābi; ar koncentrētu slāpekļskābi reaģē reakcijā; nemijiedarbojas ar izkausētu sārmu.

Dabisko grafītu iegūst, bagātinot speciālas rūdas. Mākslīgo grafītu iegūst, pārkristalizējot ogles $2200 \div 2500^\circ C$ temperatūrā. Daudzos gadījumos mākslīgiem grafītiem tiek dota priekšroka salīdzinājumā ar dabiskajiem, jo mākslīgajiem grafītiem ir tīrāks sastāvs, un to izmaksas nepārsniedz dabisko grafītu izmaksas. Izstrādājumus, kas izgatavoti no grafīta, var izmantot tikai inertā vidē vai vakuumā temperatūrā līdz $2000^\circ C$, bet skābekļa un oglekļa dioksīda vidē - temperatūrā līdz $500^\circ C$. Grafitis tiek ražots kā stieņi, plāksņu veidā.

Pirolītiskā ogle

Pirolītiskā ogle tiek ražota gāzveida oglekļūdeņraža termiskās sadalīšanās procesā bez skābekļa piekļuves (pirolīze) kamerā, kur atrodas stikla vai keramikas pamatņu sagataves bezstieplu rezistoriem. Pirolīzei tiek pakļauti parastie metāna ogļūdeņraži, kuriem pastāv iespēja sadalīties augstās temperatūrās, ar pirolītiskās ogles veidošanos uz izolējošām pamatnēm.

Tehnoloģiskos procesos, kas paredzēti bezstieplu rezistoru ražošanai, visbiežāk tiek izmantots metāns, benzīna vai heptāna tvaiki. Atšķirībā no monokristāliskā grafīta, pirolītiskās ogles struktūrā nav stingri periodiski noteikta atomu slāņu noslāņošanās sakārtotībā, vienlaikus saglabājot to paralelītāti. Attālumi starp oglekļa atomiem pirolītiskajā ogleklī ir mazāki par grafīta oglekļa atomiem. Pirolītiskā ogle sastāv no atsevišķiem polikristāliskiem konglomerātiem, kuri nogulsņējas uz izolācijas pamatnes virsmas. Palielinoties plēves biezumam, palielinās arī T_{kr} absolūtā vērtība.

Pirolītisko ogļu plēvju struktūra un īpašības ir atkarīgas no:

- no ogļūdeņražu sadalīšanās procesu temperatūras (palielinoties pirolīzes temperatūrai, palielinās ogles kristāli, bet dažādu piemaisījumu saturs tajos un īpatnējās elektriskās pretestības p vērtība samazinās);
- pirolīzes reakcijas ātruma;
- pamatnes virsmas reljefa raupjuma;
- vakuuma dziļums.

Pirolītiskajām ogles plēvēm ir augsta parametru stabilitāte; zems trokšņu līmenis; mazs un nemainīgs pretestības temperatūras koeficients; maza pretestības atkarība no pieliktā sprieguma; izturība pret impulsu pārslodzi; salīdzinoši zemas izmaksas. Organiskie bora savienojumi ($B(C_4H_9)_3$ vai $B(C_3H_7)_3$) pirolīzes rezultātā iegūst bora-oglekļa plēves ar īpatnējo elektriskās pretestības zemu temperatūras koeficientu T_{kr} .

Dabiskā grafitā, kvēpu, pirolītiskās ogles un boroglekļa plēves izmanto kā vadošus materiālus priekš bezstieplu lineāriem rezistoriem, kuriem jābūt ar zemu elektriskās pretestības atkarību no pieliktā sprieguma un augstai stabilitātei paaugstinātā temperatūrā un mitrumā. Bezstieplu rezistori no stieples rezistoriem atšķiras ar mazākiem izmēriem un lielas nominālās pretestības jaudas augšējās robežas.

Ogļu materiāli tiek izmantoti suku izgatavošanai. Sukas tiek izmantotas, lai izveidotu slīdkontaktu starp elektriskās mašīnas fiksētām un rotējošajām daļām. Dažādi suku zīmoli atšķiras pēc īpatnējās elektriskās pretestības, pieļaujamā strāvas blīvuma, berzes koeficienta, lineārā ātruma uz kolektora, sastāva, ražošanas tehnoloģijas, lieluma vērtības (sukas saskares virsmai izmēriem uz kolektora jābūt no 4×4 līdz 35×35 mm, bet sukas augstumam - $12 \div 70$ mm). Rūpniecība ražo dažādu kategoriju sukas: grafitā; ogles – grafitā; elektrografitētās; vara – grafitā (metāl-grafitā) ar palielinātu vara saturu, kas ļauj samazināt elektrisko pretestību un kontaktsprieguma kritumu starp suku un kolektoru.

Kvēpi

Kvēpi ir smalki dispersēts ogleklis, kam tiek pievienotas sveķainas vielas. Lakām ar oglekļa piedevām, piemīt plašs īpatnējās elektriskās pretestības diapazons ($0,01 \div 400 \Omega$).

Lai iegūtu stienveida elektrodus, kvēpus sajauc ar grafitu un pievieno saistvielu akmeņogļu darvu vai dažkārt - šķidro stiklu. Iegūto masu izspiež caur kalibrētu uzgali vai sapesē un pakļauj termiskai apstrādei. Forma, kurā ogleklis atrodas izstrādājuma, ir atkarīga no termiskās apstrādes režīma.

Augstas kalcinēšanas temperatūrā ($2200 \text{ }^\circ\text{C}$) oglekli mākslīgi pārveido par grafitu, to formējot, grafitā kristālu izmēri palielinās, palielinās arī materiāla vadītspēja un samazinās tā cietība. Šo procesu sauc par **grafitizāciju**.

Antracīts

Antracīts ir spoža, melna fosilā ogle ar visaugstāko strukturālo izmaiņu virkni akmeņogļu rindā. Antracīts deg ar vāju liesmu, gandrīz bez dūmiem, nesaķep. Antracītu izmanto ogļu pulveru veidā elektroogļu izstrādājumiem.

Mikrofoniem ogļu pulveri iegūst, sasmalcinot antracītu. Pulvera īpatnējā elektriskā pretestība ir atkarīga no graudu lieluma, pulvera pildīšanas blīvuma un termiskās apstrādes. Smalkgraudainus pulverus iegūst izsijājot caur sietu ar 52 urbumiem 1 cm^2 laukumā, bet rupjgraudainus pulverus - caur sietu ar 45 urbumiem 1 cm^2 platībā. Apdedzināšanas procesā $600 \div 800 \text{ }^\circ\text{C}$ temperatūrā pulvera īpatnējā elektriskā pretestība palielinās. Smalkgraudaina pulvera elektriskā pretestība $\rho = 0,4 \Omega \cdot \text{m}$.

Ogļu materiāli (sasmalcināts antracīts) ogļu elektrodiem, kas paredzēti darbam augstās temperatūrās, tiek apdedzināti (kalcinēti) līdz $3000 \text{ }^\circ\text{C}$ temperatūrā. Ogļu izstrādājumu īpatnība ir tā, ka tiem ir negatīvs īpatnējās elektriskās pretestības temperatūras koeficients T_{kr} .



Izpildīt uzdevumu

2.61. Kaut gan elektroogles izstrādājumi ir nemetāliskie vadītāju materiāli, tomēr pēc elektrovadītspējas īpašībām tie faktiski pieder pie kuras grupas ... materiāliem un kāpēc?

Atbilde:																	

2.62. 1. Salīdziniet trīs elektroogles izstrādājumu nemetālisko vadītāju materiālus: dabiskā grafīta, kvēpu un antracīta raksturlielumus, aizpildot tabulu 2.6.

Tabula 2.6.

Raksturlielums	Dabiskais grafīts		Kvēpi	Antracīts
Blīvums, kg/m^3				
Darba temperatūra, $^{\circ}\text{C}$				
Īpatnējās pretestības temperatūras koeficients, $1/^{\circ}\text{C}$				
Īpatnējā pretestība, $\mu\Omega \cdot \text{m}$				
Izmantošanas piemēri:				

2.63. Izmantojot 2.6. tabulas datus, norādīt vai ir raksturlielumi, kas šiem trim materiāliem būtiski atšķiras?

Atbilde:																			

2.64. Izmantojot 2.6. tabulas datus, noteikt materiālu, kuram pirmīt vislabākie elektriskie raksturlielumi?

Atbilde:																			

2.65. Ja elektroogli izmanto elektromašīnu suku izgatavošanai, kuras pēc sastāva iedala grafīta, ogles-grafīta, grafitētās un metālgrafīta sukās, tad kādas ir to atšķirīgās īpašības?

Atbilde:																			

Norādīt pareizo atbildi:

2.66. Kā sauc dabā atrodamo vielu, kurai raksturīga augsta kušanas temperatūra 3900 °C, kristāliskā struktūra ar tajā izvietotiem atomiem paralēlās plaknēs?

- A. antracīts;
- B. kvēpi;
- C. kokss;
- D. grafīts.

2.67. Ko iegūst ogļu pārkristalizēšanas rezultātā 2200 ÷ 2500 °C temperatūrā?

- A. kvēpus;
- B. koksu;
- C. mākslīgo grafītu;
- D. dabīgo grafītu.

2.68. Grafīta izstrādājumus var izmantot inertā vidē temperatūrā, kas nepārsniedz:

- A. 500 °C;
- B. 1000 °C;
- C. 1500 °C;
- D. 2000 °C.

2.69. Ogļu izstrādājumu īpatnība ir tā, ka tiem ir:

- A. pozitīvs īpatnējās pretestības temperatūras koeficients;
- B. neitrāls īpatnējās pretestības temperatūras koeficients;
- C. negatīvs īpatnējās pretestības temperatūras koeficients
- D. īpatnība, kas nav norādīta pievestajās atbildēs.

2.74. Kāpēc mehāniski apstrādā elektrooglekļa izstrādājumus?

Atbilde:														

2.75. Kāda tehniska ierīce ir nepieciešama un kādi ir tās paveidi, lai izveidotu slīdkontaktu starp elektriskās mašīnas fiksētām un rotējošajām daļām?

Atbilde:														



Uzdevumi:
Pareizi:
Slēdziens:



Expert
5:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

3. nodaļa



3. DIELEKTRIKU MATERIĀLI UN IZSTRĀDĀJUMI

Atbilstoši cietu ķermeņu zonu teorijai, **dielektriķi – tās ir vielas**, kuru aizlieguma zona ir tik milzīgi liela, ka normālos apstākļos tajā elektrovadītspējas vispār nav.

Tāpēc viena no dielektriķa raksturīgākām īpašībām ir to **spēja polarizēties** elektriskā laukā, atkarībā no ārējā pieliktā lauka sprieguma lieluma. **Dielektriķu polarizācija** ir process, kas sastāv no dielektriķa saistītu lādiņu ierobežota pārvietojuma vai pārorientācijas dielektriķī, ārēja elektriskā lauka ietekmē. Polarizācijas rezultāta nobīdītie lādiņi rada savu iekšējo elektrisko lauku, kas ir pretējs ārējam elektriskam laukam. Dielektrisko materiālu **polarizācijas mērs ir materiālu dielektriskā caurlaidība ϵ** .

Dielektriķiem, kurus izmanto kondensatoros, dielektriskā caurlaidība ϵ izmainās robežās no **12 ... līdz 1000000**.

Cietā dielektriķī vienlaikus parādās vairāki(4) polarizācijas veidi, kas kopsummā nosaka dielektriskās caurlaidības ϵ lielumu.

Pēc nozīmes dielektriskos materiālus iedala **elektroizolācijas materiālos un aktīvos dielektriķos**.

Dielektriskos materiālus pēc to agregātstāvokļa iedala **gāzveida, šķidrājos un cietajos dielektriķos**. Visstabilākie parametri atšķirīgos ekspluatācijas apstākļos ir cietajiem dielektriķiem, tomēr ir iekārtas, kurās nepieciešams izmantot gāzveida un šķidro dielektriķu specifiskās īpatnības (dzesēšanas iespējas, vielas plūsma kā kinētiskās enerģijas avots u.c.).

Īpašu grupu sastāda **cietējoši dielektriskie materiāli**, kuri parastā stāvoklī ir šķīdumi, bet izolācijas izgatavošanas procesā sacietē un tās ekspluatācijas periodā jau kļūst cietas vielas, piemēram, kompaundi, līmes, lakas un emaljas.

Pēc ķīmiskā sastāva dielektriskos materiālus iedala **organiskos un neorganiskos materiālos**.

Dielektriķu īpašības. Lai izvērtētu dielektriķu ekspluatācijas īpašības un to iespējamās pielietojuma jomas, ir jāizpētīta to fizikālās parādības, kas rodas materiālos, kad tie ir pakļauti elektromagnētiskajam laukam, un jānosaka galvenās īpašības: elektriskās, mehāniskās, termiskās, mitruma un fizikāli – ķīmiskās.

No visām daudzveidīgām dielektriķa īpašībām **galvenās ir elektriskās īpašības**, kurās iekļauj polarizāciju, elektrovadītspēju, dielektriskos zudumus, caursiti un elektrisko novecošanos.

Elektrovadītspēju raksturo īpatnējā vadītspēja un īpatnējā pretestība. Elektrovadītspējai ir jonu raksturs, t.i., tās lādiņnesēji ir joni.

Dielektriskie zudumi. Elektriskam laukam mijiedarbojoties ar jebkuru tajā ievietotu vielu, daļa no tā patērētās elektroenerģijas pārvēršas siltumā un izkliedējas. Dielektriķa absorbēto elektroenerģijas izkliedēto daļu sauc par dielektriskiem zudumiem.

Elektriskā stiprība ir vienāda ar elektriskā sprieguma vērtību, pie kuras notiek elektriskā izolācijas materiāla caursite ar tā biezumu, kas izteikta garuma mērvienībā, t.i., kV/m.

Elektriskā novecošana. Spēcīga elektriskā lauka ietekmē, sakarā ar lādiņu

Caursitei notiekot, caurplūstošā strāva dielektriķī katastrofāli pieaug, radot dielektriķī spēcīgu elektrisko izlādi (dzirksteles vai loka veidā). Dažādi fizikālie un fizikāli – ķīmiskie mehānismi noved pie neatgriezenisku procesu veidošanas dielektriķos, t.i., no materiālās novecošanās un caursites līdz mehāniskai izstrādājuma iznīcināšanai.

Mehāniskās īpašības. Tās ir dielektriķa spēja izturēt ārējās statiskās un dinamiskās slodzes bez sākotnējo izmēru un formas nepieņemamām izmaiņām. Proti, dielektrisko materiālu izvēloties, ir jāvēro ne tikai tā elektriskie, bet arī mehāniskie raksturlielumi (īpašības).

Galvenās mehāniskās īpašības ir elastība, izturība: - pret deformācijām, - pret sadalīšanos, - pret ieplīšanu.

Mehāniskā **sprieguma palielināšanās** izraisa parauga iznīcināšanu, ja tas pārsniedz materiāla izturības robežu.

Materiālu izturību raksturo stiepes stiprība σ_{st} , spiedes stiprība σ un lieces stiprība σ_l . Materiālus, kuros nav novērojama plastiskā deformācija un paraugs tiek sagrauts (piemēram, stikls, keramika), sauc **par trausliem**. Trauslus materiālus viegli iznīcina mehāniskās vibrācijas un dinamiskās slodzes. Materiālus, kuros plastiskās deformācijas spektrs ir samērā plašs, sauc par **plastiskiem**.

Papīram un kartonam - pārplēšanas izturība; plastmasām - sadalīšanās pretestība; papīra, plēves un lakotajiem audumiem - izturība pret ieplīšanu. Daudziem elektriskajiem izolācijas materiāliem elastīgums ir svarīgs parametrs, jo nodrošina izolācijas augstu mehānisko un elektrisko parametru saglabāšanu pie dažādām mehāniskām deformācijām.

Termiskās īpašības. Zinot termiskās īpašības (raksturlielumus), var novērtēt materiālu ekspluatācijas noslodzes iespējas, kam ir svarīga nozīme, jo lielākā daļa materiālu elektriskajās mašīnās un aparātos atrodas paaugstinātā temperatūrā. Tāpēc dielektriķa uzsilšanu, raksturo vairākas īpašības, kas kopā nosaka tā pieļaujamo darba temperatūru. **Svarīgākās termiskās īpašības** ietver siltumvadītspēju, kušanu, termisko izplešanos, karstumizturību, izturību pret termotriecieniem.

Siltumvadītspēja ir siltuma novadīšana no sakarsētajiem vadītājiem un magnētiskajām serdēm caur to elektrisko izolācijas slāni.

Siltumietilpība ir siltuma daudzums, kas nepieciešams ķermeņa sasildīšanai. Cieti kristāliskie dielektriķi, ja tos karsē, kūst, un tiem raksturīgi parametri ir **kušanas temperatūra un mīksttapšanas temperatūra**.

Dielektriķis, tāpat kā citi materiāli, sakarstot izplešas. Siltuma izplešanos nosaka pēc temperatūras lineārā koeficienta un temperatūras tilpuma koeficienta.

Elektriskās izolācijas **siltumizturību** nosaka pēc tās elektriskās stiprības, dielektrisko zudumu leņķa tangensa, masas zuduma, mehāniskā izturības izmaiņām, salīdzinājumā ar darba temperatūru. Par materiāla **siltumizturību** novērtējumu var būt mīksttapšanas temperatūra. Par izolācijas atteices kritērijiem var kalpot tās elektriskās izturības samazināšanās 2 reizes salīdzinājumā ar pirmsākuma vērtību. Elektrisko mašīnu, transformatoru un siltumizturības aparātu izolācijā izmantotie materiāli tiek iedalīti 7 klasēs.

Elektriskās izolācijas **aukstumizturību** nosaka, salīdzinot materiāla mehāniskās īpašības negatīvā un normālā temperatūrā.

Noturību pret **termiskiem triecieniem** nosaka trausliem materiāliem. Tie ir elektrotehniskā porcelāna izolatori. Nosakot to izturību pret termotriecieniem, uzkarstētus izolatorus iegremdē zemas temperatūras ūdenī, kur tie stāv noteiktu laiku.

Fizikāli - ķīmiskās īpašības. Pie šīs īpašībām pieder: ķīmiskā izturība,

3.1. Gāzveida dielektriķi

Gāzveida dielektriķi ietver visas gāzes un gaisu, kas ir gāzu un ūdens tvaiku maisījums. Gāzveida dielektriķu galvenie raksturlielumi ir elektriskā vadītspēja, caursītes spriegums homogēnā un nehomogēnā elektriskā laukā.

Gāzveida dielektriķi tiek sadalīti **divās grupās: dabīgie un mākslīgie dielektriķi.**

Galvenie gāzveida dielektriķi, ko izmanto elektrotehnikā, ir: gaiss, slāpekļis, ūdeņradis un elegāze «elektriskā gāze» (jeb SF₆ sēra heksafluorīds), utt.

Salīdzinot ar šķidrājiem un cietajiem dielektriķiem, gāzēm ir zema dielektriskā caurlaidības vērtība, augsta īpatnējā pretestība un zema elektriskā izturība.

Dabīgie gāzveida dielektriķi. Vislielāko to izmantošanu, ņemot vērā tā izplatību, ieguva gaiss, pat tādos gadījumos, kad viņa klātbūtne izolācijā ir nevēlama. Gaiss sastāv no maisījuma, kas satur no slāpekli N₂ (78,03%), skābekli O₂ (20,93%), oglekļa dioksīdu CO₂ gāze (0,03%), inertās gāzes (**neons** Ne, **hēlijs** He, **argons** Ar, **ksenons** Xe, kriptons Kr) (0,1%).

Gaisvadu elektrolīnijās, sausos transformatoros, komutācijas aparātos, sadalēs utt. gaiss ir galvenā izolācija. Daudzos elektriskos objektos gaiss kalpo kā papildu izolācija pie cietiem un šķidrājiem dielektriķiem.

Mākslīgie gāzveida dielektriķi. Tie ietver elegāzi, dzesējošo vielu 12 un vēl citus. No tiem, remonta praksē noteiktu interese ieņem elegāze.

Gāzveida dielektriķu izmantošana:

Gaiss ir dabisks izolators elektriskajās aparātos un ierīces (augstsprieguma gaisa slēdži, gaisa kondensatori, to starp etalonkondensatori), kas vienlaikus nodrošina siltuma novadīšanu.

Slāpekļis kalpo kā gaisa aizvietotājs gadījumos, kad ir nepieņemama oksidēšanās.

Ūdeņradi izmanto kā izolējošu dzesēšanas līdzekli lieljaudas generatoros, kuram piemīt augsta siltumietilpība.

Slāpekļis (N₂), **ūdeņradis** (H₂), **oglekļa dioksīds** (CO₂) ir daudzu ražošanu aizsardzības vide.

Inertās gāzes (argons, neons, kriptons, ksenons, hēlijs) izmanto, lai uzpildītu elektrovakuuma ierīces, radiolampas, gāzizlādes gaismas caurules ar dažādām spīdēšanas krāsām.

Freoni ir metāna CH₄ vai etāna C₂H₆ atvasinājumi, kuros ūdeņraža atomus aizvieto ar fluora vai hlora atomiem. Piemēram, CCl₂F₂ dihlorfluormetāns (freons-12) tiek izmantots saldēšanas tehnoloģijās.

Elegāzei (SF₆) piemīt augsta ķīmiskā izturība, netoksiska, 5 reizes smagāka par gaisu, tiek izmantota augstsprieguma augstfrekvences kondensatoru, rentgenstaru lampu, jaudīgu transformatoru uzpildīšanai.

Freoni un gāzes - smagās gāzes ar lielu molekulāro masu, kuru elektriskā



Izpildīt uzdevumu

3.1. Uzzīmēt polarizēta dielektriķa atomu, ja nepolarizēts atoms tiek attēlots šādi?

Atbilde:														

3.2. Kā tiek vērsts polarizēta dielektriķa atoma elektriskais lauks attiecībā pret pamatlauku?

Atbilde:														

3.3. Ja dielektriķa spēju polarizēties raksturo ar relatīvo dielektrisko caurlaidību ϵ_r , tad cik liela šī vērtība ir ... ?

Atbilde:														
gaisam -														
papīram -														
stiklam -														

3.4. Kādai jābūt izmantotā dielektriķa dielektriskai caurlaidībai ϵ_r , lai to varētu pielietot dažādu elektroierīču izgatavošanā?

Atbilde:																											

3.5. Kāpēc ar eļļu piesūcinātam papīram elektriskā stiprība ir lielāka nekā nepiesūcinātam papīram?

Atbilde:																											

3.6. Raksturot, cik liela elektriskā stiprība ir ... ?

Atbilde:																											
gaisam -																											
nepiesūcināta m papīram -																											
piesūcinātam papīram																											
stiklam -																											

3.7. Kā mainās transformatoru eļļas elektriskā stiprība, pieaugot ūdens daudzumam eļļā?

Atbilde:																											

3.8. Kāpēc palielinoties, gāzu spiedienam, vienlaikus pieaug arī gāzes elektriskā stiprība?

Atbilde:																				

3.9. Kāpēc palielinās elektriskā stiprība, ja attālumu starp diviem elektrodiem samazina?

Atbilde:																				

3.10. Norādīt pareizi ar bultām 3.1. tabulā, kurš raksturlielums atbilst konkrētai dielektriķa īpašībai?

Tabula 3.1.

Dielektriķa īpašība	Atbilstība	Raksturlielums
Materiāla spēja izturēt zemas temperatūras iedarbību		Siltumietilpība Siltumvadītspēja
Šķidro dielektriķu iekšējās berzes koeficients, pārvietojoties tā daļiņām		Mīksttapšanas temperatūra
Materiāla noturība pret koroziju, skābes, sārmu, sāļu, eļļu iedarbību		Kušanas temperatūra
Materiāla spēja ilgstoši izturēt paaugstinātu temperatūru, nepieļaujami pasliktinoties tā īpašībām		Termoizturība Aukstumizturība
Materiāla spēja uzsūkt mitrumu		Ķīmiskā izturība
Elektroizolācijas materiālu spēja pretoties augstai temperatūrai, krasām diennakts temperatūras maiņām, lielam gaisa relatīvajam mitrumam.		Viskozitāte Skābes skaitlis Ūdenssorbējamība Tropiskā izturība

3.11. 3.2.tabulas brīvajās ailītēs ieraksti, kurš no dotajiem dielektriķiem pie kādas termozturības klases pieder un kāda ir tā maksimāli pieļaujamā darba temperatūra.

Tabula 3.2.

Materiāls	Getinakss	Fluoroplasts-4	Papīrs	Piesūcināts papīrs	Polivinilhlorīds	Elektrokermika	Vizla
Termoklases apzīmējums							
Maksimāli pieļaujamā temperat., °C							

3.12. Pamatojiet atšķirību jēdzienos „dielektriskais materiāls” un „elektroizolācijas materiāls”?

Atbilde:												

3.13. Kāda ir galvenā gāzveida dielektriķu priekšrocība, salīdzinot ar citiem dielektriķiem?

Atbilde:												

3.14. Aizpildiet tabulu. 3.3. un starp uzskaitītajām gāzēm izvēlieties vienu ar labākajām izolācijas īpašībām. Norādīt tās izmantošanas iespējas.

Gāzveida dielektriķu galvenās īpašības

Tabula 3.3.

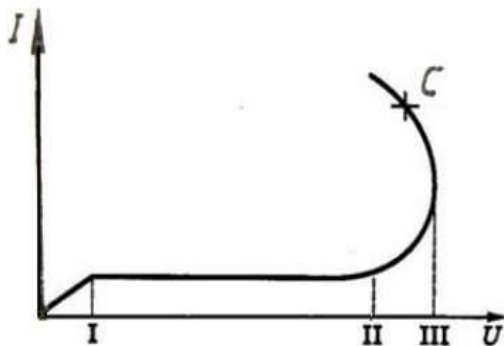
Gāzveida dielektriķis	Blīvums g/cm ³	Dielektriskā caurlaidība ϵ_r	Elektriskā stiprība, MV/m	Īpatnējā siltuma ietilpība, J/(kg°K)
Gaiss				
Slāpeklis				
Ūdeņradis				
Ogļskābe				
Elegāze				

Atbilde:														

3.15. Nosaukt, kādas gāzes ietilpst vispieejamākā gāzveida dielektriķa - gaisa sastāvā?

Atbilde:														

3.16. Gāzveida dielektriķa voltampēru raksturlīknē (3.1. att.) atzīmējiet šādas zonas: a) nepastāvīga gāzizlāde; b) triecienjonizācija; c) pastāvīga izlāde. Sniedziet šo parādību skaidrojumu.



3.1. att. Gāzveida dielektriķa voltampēru raksturlīknē

Atbilde:														

3.17. Dotajā koordinātu sistēmā (3.2. att.) attēlojiet grafiski pie normālā spiedienā gaisa elektriskās stiprības atkarību homogēnā elektriskā laukā no attālumu starp elektrodiem?



3.2. att. Gaisa elektriskās stiprības atkarība elektriskā laukā no attāluma starp elektrodiem

3.18. Ar ko atšķiras homogēns elektriskais lauks no nehomogēna?

Atbilde:																						

3.19. Kā elektriskā lauka homogēnums iespaido gāzes caursiti?

Atbilde:																						

Norādīt pareizo atbildi:

3.20. Kāds iemesls ir tam, ka miglas laikā apkārt augstsprieguma līnijas vadiem var novērot violetu gaismas spīdēšanu — elektrisko koronu?

- A. Gaisa elektroizolācijas īpašību pasliktināšanās;
- B. Augstsprieguma iedarbība uz gaisu;
- C. Abi minētie iemesli;
- D. Nav norādīts iemesls.

3.21. Kāda normālos darba apstākļos ir gāzveida dielektriķu vadītspēja?

- A. Augsta;
- B. Zema;
- C. Tas nav atkarīgs no darba nosacījumiem;
- D. Neviena no iepriekšējām atbildēm.

3.22. Strāvas izmaiņas grafisko atkarību līknes veidā no pieliktā sprieguma lieluma gāzes apjomam, sauc par:

- A. Gāzes raksturlīkni;
- B. Elektrovadītspējas raksturlīkni;
- C. Voltampēru raksturlīkni;
- D. Izolācijas raksturlīkni.

3.23. Kā izmainās spriegums un strāva gāzes caursītes momentā?

- A. Strāva krasi palielinās, bet spriegums samazinās līdz nullei;
- B. Strāva samazinās, bet spriegums palielinās;
- C. Strāva un spriegums neizmainās;
- D. Strāva un spriegums izzūd, bet gāzes spiediens palielinās.

3.24. Nevienādā elektriskā laukā lielu ietekmi uz gāzes caursīti rada:

- A. Elektrodu polaritāte;
- B. Jonizētu daļiņu esamība gāzē;
- C. Elektriskā lauka intensitāte;
- D. Visi uzskaitītie faktori.

3.2. Šķidrie dielektriķi



Šķidrie dielektriķi ir mazas molekulmasas organiskas izcelsmes vielas, kas ir polāras un nepolāras. To elektroizolācijas īpašības lielā mērā ir atkarīgas no molekulu struktūras un piemaisījumu klātbūtnes.

Šķidrie dielektriķi tiek izmantoti elektroizolācijas tehnikā kā impregnēšanas un piesūcināšanas sastāvi elektrotehnikas un radiotehnikas aparatūras ražošanā: augstsprieguma elektroiekārtās, kā arī elektroniskās aparatūras blokos. **Pēc pielietojuma tie iedalās** kondensatoru, transformatoru, kabeļu, riņķveida taisngriežu, turboģeneratoru un eļļas slēdžu dzesēšanas sistēmas šķidrumos. Elektroizolējošu šķidrumu izmantošana **ļauj nodrošināt drošu un ilgstošu elektroizolācijas darbību**, kuru strāvu vadošās konstrukcijas un elementi atrodas zem sprieguma, kā arī siltumu novadīšanu no tiem visā ekspluatācijas laikā.

Šķidrie dielektriķi - minerāleļļas, sintētiskie šķidrums, sveķi, lakas. Tos izmanto eļļas transformatoros, slēdžos, kabeļos un kondensatoros. Transformatoros eļļa kalpo, lai izolētu strāvu vadošās daļas un atdzesētu tās konvekcijas ceļā (siltuma pārvešana eļļas cirkulēšanas laikā); eļļas slēdžos – elektriskā loka dzesēšanai, ja pārtrauc jaudīgas ķēdes; kabeļos un kondensatoros - papīra izolācijas impregnēšanai (piesūcināšanai).

Šķidro dielektriķu galvenie raksturlielumi ir dielektriskā konstante, elektriskā vadītspēja, dielektriskie zudumi un elektriskā stiprība.

Šķidro dielektriķu pamatklasses var attēlot kā metāla ķēdi ar trim posmiem: naftas eļļas, augu eļļas un sintētiskās eļļas. Visplašāk pielietotie šķidrie dielektriķi, kuri tiek izmantoti kā elektroizolācijas materiāli, ir:

1. **naftas eļļas**, kuras iedalās: transformatoru, kondensatoru un kabeļu eļļās;
2. **sintētiskās eļļas**, kuras iedalās: hlorētos ogļūdeņražos (sovols, sovtols), fluororganiskos šķidrums, organiskos ēteros un silīcijorganiskos polimēros;
3. **augu tehniskās eļļas** (rīcinēļa, linsēklu, kaņepju un volframa eļļa) elektroizolācijas tehnoloģijā pielieto ierobežoti.

Naftas eļļas ir zemas viskozitātes, praktiski nepolāri šķidrums. To ķīmiskais sastāvs ir dažādu ogļūdeņražu maisījums, kas satur parafīnu, naftēnu un aromātiskās rindas ogļūdeņražus ar nelielu piedevu saturu (līdz 1% no masas), kas uzlabo to noturību pret termiski oksidējošo novecošanu, un arī – temperatūras un viskozitātes īpašības. **Naftas transformatoru eļļa** visplašāk tiek izmantota augstsprieguma elektroierīcēs: transformatoros, eļļas slēdžos, augstspriegumu vados.

Sintētiskie šķidrie dielektriķi. Naftas eļļu elektroizolācijas trūkumi ir to degtspēja, samērā zemā tvaiku uzliesmošanas temperatūra un mazā dielektriskā caurlaidība (kondensatoros). Šie minētie trūkumi nepiemīt sintētiskajiem šķidrums. Visplašāk tiek izmantoti sintētiskie šķidrums, kuru pamatā ir hlorētie ogļūdeņraži (sovols, sovtols), pateicoties to augstajai termiskajai noturībai, elektriskajai stabilitātei, un nedeģšanai. Tos izmanto nelielu transformatoru, elektronisko bloku un citu elektroaparātu uzpildīšanai gadījumos, kad esošās darba temperatūras ir pārāk lielas cita veida šķidrums dielektriķiem. Daži perfluorēti šķidrie dielektriķi tiek izmantoti, lai jaudas transformatoros radītu iztvaikošanas dzesēšanu. **Trūkumi** – dažu fluororganisko šķidrums veidu toksicitāte, augstas izmaksas.

Šķidrie dielektriķi tiek arī izmantoti, lai uzpildītu noslēgtus hermētiskus apvalkus, kuros atrodas elektronisko iekārtu bloki. Tomēr hlorogļūdeņražu toksiskuma dēļ, to izmantošana sākotnēji tika ierobežota, bet patlaban tā ir aizliegta, kaut gan ekspluatācija vēl joprojām ir ievērojams to skaits.

Tika izveidoti jauni šķidrie dielektriķi, kuru pamatā ir organiskie silīcija savienojumi (poliorganosiloksāni), kas nav toksiski un ir videi draudzīgi. Šie šķidrums ir polimēri ar zemu polimerizācijas pakāpi. Poliorganosiloksāna šķidrumus izmanto impulsu transformatoros, speciālos kondensatoros, elektroniskās iekārtas utt.

Augu eļļas. Augu tehniskās eļļas ietver rīcinēļļu, volframa, linsēklu un kaņepju eļļu. Augu tehniskās eļļas ir mazpolārie dielektriķi. Rīcinēļļa ir augsta karstumizturība un tā tiek izmantota kā plastifikators un kondensatoru papīra impregnēšanai. Volframa, linu un kaņepju eļļas pieder pie „izzūstošām” eļļām. Izzūšana nav saistīta ar šķidruma iztvaikošanu, bet gan ar ķīmisku procesu, kura pamatā ir oksidējoša polimerizācija. Izmanto kā plēves veidotājus lakās (ieskaitot elektroizolācijas), emaljās un krāsās.



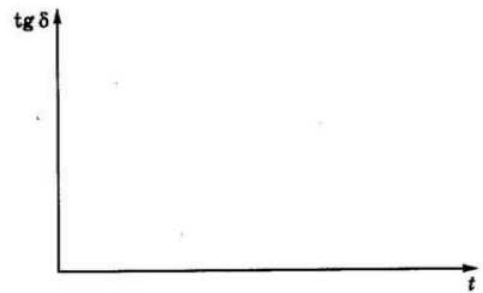
Izpildīt uzdevumu:

3.26. Aizpildiet tabulu 3.4. un no sarakstā iekļauto eļļu vidus izvēlieties eļļu ar vismazāko blīvumu, vislielāko elektrisko stiprību un zemāko dielektrisko caurlaidību. Norādiet šīs eļļas pielietojumu.

Tabula 3.4.

Raksturlielums	Transformatoru eļļa	Kondensatoru eļļa	Kabeļu eļļa
Blīvums, kg/m ³			
Tvaiku uzliesmošanas temperatūra, °C			
Sastingšanas temperatūra, °C			
Ipatneja elektriska pretestība, Ω · m			
Dielektriskā caurlaidība, ε			
Dielektrisko zudumu leņķa tangenss pie f=50Hz			
Elektriskā stiprība, MW/m			

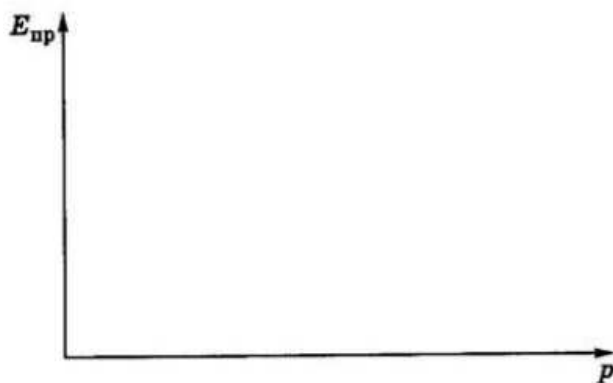
3.27. Dotajā koordinātu sistēmā (3.3. att.) uzzīmēt naftas eļļas dielektrisko zudumu leņķa tangensa grafisko atkarību no temperatūras un izskaidrot šo sakarību.



3.3. att. Naftas eļļas dielektrisko zudumu leņķa tangensa grafiskā atkarība no temperatūras

Atbilde:

3.28. Dotajā koordinātu sistēmā (3.4. att.) uzzīmēt naftas eļļas elektriskās stiprības grafisko atkarību no spiediena un sniegt skaidrojumu par šo sakarību.



3.4. att. Naftas eļļas elektriskās stiprības grafiskā atkarība no spiediena

3.29. Aizpildiet tabulu 3.5. un starp uzskaitītajiem šķidrumiem izvēlieties to, kuram ir zemākais tvaika uzliesmošanas punkts, lielākais elektriskais stiprums un mazākais dielektrisko zudumu leņķa tangenss. Norādiet šī šķidruma pielietojumu.

Šķidro sintētisko elektroizolācijas materiālu galvenie raksturlielumi Tabula 3.5

Raksturlielums	Sovols	Sevtols	Oktols
Blīvums, kg/m^3			
Tvaiku uzliesmošanas temperatūra, °C			
Sastingšanas temperatūra, °C			
Ipatneja elektriskā pretestība, $\Omega \cdot \text{m}$			
Dielektriskā caurlaidība, ϵ			
Dielektrisko zudumu leņķa tangenss pie $f=50\text{Hz}$			
Elektriskā stiprība, MW/m			

Atbilde:																	

3.30. Salīdzināt tabulā 3.4 un 3.5, norādītos raksturlielumus un izvēlieties izolējošu šķidrumu ar labākām dielektriskām īpašībām. Nosaukt šī izolējošā šķidruma pielietojumu?

Atbilde:																	

3.31. Norādīt šķidro dielektriķu galvenos pielietojumus.

3.32. Uzskaitīt elektroizolācijas naftas eļļas saturošās komponentes.

Atbilde:															

3.33. Uzskaitīt eļļas attīrīšanas veidus.

Atbilde:															

Atbildēt uz jautājumiem

3.34. Kāpēc naftas dielektriķi tiek pielietoti vairāk nekā sintētiskie?

Atbilde:															

3.35. Kādā veidā iegūstat naftas izolācijas eļļas?

Atbilde:															

3.36. Kādi piemaisījumi veidojas eļļas novecošanas laikā un kā no tiem atbrīvoties?

Atbilde:																														

3.37. Kā palēnināt eļļas novecošanas procesu?

Atbilde:																														

Norādīt pareizo atbildi:

3.38. Naftas eļļu ķīmisko sastāvu nosaka:

- A. Eļļas sastāvs;
- B. Piemaisījumu klātbūtne;
- C. Vides stāvoklis.
- D. Visi minētie faktori

3.39. Kur tiek izmantota viskozākā eļļa:

- A. Kabelos ar papīra izolāciju;
- B. Eļļas slēdžos;
- C. Spēka transformatoru iekštelpu aizpildīšanai.
- D. Visās minētās vietās.

3.40. Eļļas novecošanos izraisa:

- A. Palielināta temperatūra
- B. Elektriskais lauks;
- C. Kontakts ar elektroiekārtu metāla daļām;
- D. Visi minētie faktori.

3.41. Naftas eļļas trūkumi ir:

- A. Augsta uzliesmojamība;
- B. Zema tvaiku uzliesmošanas temperatūra;
- C. Maza dielektriskā konstante;
- D. Visi minētie faktori.

3.42. Kam atbilst norādītais apraksts: “Šis šķidrās dielektriķis nav uzliesmojoša viela, kas padara to par galveno priekšrocību salīdzinājumā ar naftas eļļām, bet tam ir arī būtiski trūkumi, kas ierobežo tā izmantošanu, piemēram, augsta viskozitāte”!

- A. Sovolam;
- B. Oktolam;
- C. Transformatora eļļai;
- D. Nevienam no nosauktiem.

3.43. Kurš šķidrās dielektriķu raksturlielums lielā mērā ir atkarīgs no tajos suspendētām ūdens, sveķvielu vai citu polāru piemaisījumu koloīdajām daļiņām?

- A. Kušanas temperatūra;
- B. Elektriskā izturība;
- C. Viskozitāte;
- D. Neviens no nosauktiem.

3.44. Kuru elektroizolācijas eļļu trūkumi ir to degtspēja, samērā zemā tvaiku uzliesmošanas temperatūra un mazā dielektriskā permeabilitāte (kondensatoros)?

- A. Sintētisko;
- B. Naftas;
- C. Augu;
- D. Visu nosaukto.

3.45. Kāpēc transformatoros brīvo telpu virs eļļas līmeņa piepilda ar inertiem gāzi, piemēram, slāpekli?

- A. Lai pasargātu eļļu no degšanas;
- B. Lai pasargātu eļļu no oksidēšanās;
- C. Lai palielinātu tvaiku uzliesmošanas temperatūru;
- D. Lai samazinātu viskozitāti.



Uzdevumi:

Pareizi:

Slēdziens:



Expert

5:

A series of horizontal dotted lines for writing.

3.3. Cietie polimerizācijas un polikondensācijas dielektriķi



Cieti dielektriskie materiāli lielākā daļā ir sastopami dabā un tos ierobežoti var iedalīt **organiskajos un neorganiskajos** dielektriķos.

Organisko dielektriķu vidū visizplatītākie ir polimēru materiāli. Pēc molekulu izmēriem tos iedala **monomēra molekulāros un lielmolekulāros** savienojumos.

Lielmolekulārie savienojumi pēc molekulu formas, tiek iedalīti **termoplastiskos un termoreaktīvos** savienojamos, bet pēc elektrofizikālām īpašībām - **polāros un nepolāros**.

Polimēri ir lielmolekulārie savienojumi, kas sastāv no liela skaita atkārtotiem posmiem, kurus veido sākotnējie monomēri. Gandrīz visi cietie organiskie dielektriķi ir lielpolimēru materiāli. Nosaukums polimēri ir aizgūts no diviem grieķu vārdiem: "poli" ir daudz, un "meros" - daļa no tā. Patiešām, polimēru molekulas sastāv no milzīga daudzuma daļiņām - desmitiem un vairākiem simtiem tūkstošu sākotnējo vielu molekulām – monomēriem, kas savstarpēji cieši saistītas ar ķīmiskām saitēm. Nosaukums "monomērs" nāk no grieķu vārda "mono", kas nozīmē vienu.

Lielās polimēru molekulas var veidoties, monomēru molekulām sasaistoties vienā virknē kā līnijā izstieptās ķēdēs, t.i., tām ir lineāra struktūra, un tāpēc tās sauc par **lineāriem polimēriem**. Piemēram: dabiskais un sintētiskais kaučuks (gumijas), polietilēns, polistirols utt.

Polimēru molekulas var attīstīties arī visos trijos virzienos, t.i., tām piemīt telpiska (trīsdimensiju) struktūra, un tie ir **telpiskie polimēri**. Piemēram: tādi ir sintētiskie sveķi - bakelīts, gliftāls utt. Polimēri ar telpiskām molekulām ir samērā cieti un trausli, bet sildot - tie mīksti nekļūst, tāpēc **tos sauc par termostabiliem** polimēriem. Lielpolimēru vielas var būt **dabiskas** (dzintars, dabiskais kaučuks u.c.) un **sintētiskas** (polistirols, polivinilhlorīds u.c.).

Dabisko polimēru ierobežoto īpašību dēļ mūsdienu elektrotehnika izmanto galvenokārt sintētiskos lielpolimēru dielektriķus. Tos var iegūst, izmantojot ķīmiskās polimerizācijas vai polikondensācijas reakcijas. **Polimerizācija** ir molekulu (monomēra) savienošanas process lielmolekulāros materiālos, neizmainot to elementu sastāvu (kompozīciju). **Polikondensācija** ir vairāku sākotnējo vielu (monomēru) molekulu apvienošanas process lielpolimēru lielmolekulāros materiālos, atbrīvojoties no to blakus produktiem: ūdens, skābes, gāzes utt. Tāpēc polikondensācija notiek vairākos etapos.

Termoreaktīvie materiāli ir tādi materiāli, kurus sildot (gatavā veidā), tie ražošanas procesa pēdējā posmā nepaliek mīksti. Pie tādiem pieder: bakelīta sveķi un uz tiem balstītas plastmasas (getinakss, tekstolīts), gliftāls un citi. No dabīgiem elektroizolācijas sveķiem elektrotehnikā plaši izmanto kolofoniju, šellaku un bitumēnus.

Termoplastiskie materiāli ir tie, kurus nevar pārvērst nekūstošā (infūzijas) stāvoklī. Karsējot tie mīkstinās un pakāpeniski pārvēršas biezos šķidrumos. Šī termoplastisko materiālu īpašība tiek izmantota, lai izgatavo elastīgus izstrādājumus: plēves, diegus, kā arī ražotu detaļas ar liešanas metodi zem spiediena. Pie šiem dielektriķiem pieder polistirols, polietilēns, polivinilhlorīds utt.

Viens no svarīgākajiem elektromateriālu ražošanas uzdevumiem ir radīt tādus elektroizolācijas materiālus, kuriem būtu augsta karstumizturība. Šādu materiālu izmantošana elektrisko mašīnu un aparātu izolācijā, ļauj paaugstināt to sasildīšanas temperatūras, kas savukārt ļauj palielināt mašīnu un aparātu jaudu, neizmainot to svaru un gabarītmērus.

Lielākā daļa organisko dielektriķu var strādāt temperatūrā, kas nepārsniedz $90 \pm 105^\circ$ (siltuma izturības klases Y un A), un tikai dažī no tiem, piemēram, lavsāns – līdz 120°C un glifālskābes – līdz 130°C .

Augsta karstumizturība ir neorganiskās izcelsmes elektroizolācijas materiāliem, piemēram, elektrokeramiskiem materiāliem (porcelāns, steatīts), taču no tiem nevar izgatavot elastīgus izolācijas veidus.

Tāpēc ir izveidoti jauni silikona lielpolimēru dielektriķi. Šo dielektriķu molekulārā pamatā ir siloksānu atomu grupa - Si - O - Si un šie materiāli ir karstuma un sala izturīgi. Rūpniecība ražo lielu daudzumu silikonorganisko krāsu un emalju, kā arī plastmasas un gumijas. Attiecībā uz karstumizturību, tie pieder pie H klases materiāliem, t.i., tie var ilgstot strādāt temperatūrā līdz 180°C .



Izpildīt uzdevumu:

3.48. Aizpildīt tabulu. 3.6. un starp uzskaitītajiem dielektriķiem izvēlē to, kuram ir vislielākā elektriskā izturība un mazākais dielektriskā zuduma leņķa tangenss. Norādiet šī dielektriskā elementa pielietojumu.

3.6. tabula

Polimerizācijas dielektriķu galvenās īpašības

Raksturlielums	Polistirols	Polietilēns	Viniplasts	Organiskais stikls	Kaprons
<i>Bļivums, kg/m^3</i>					
<i>Siltumizturība (pēc Martensa), $^\circ\text{C}$</i>					
<i>Aukstumizturība, $^\circ\text{C}$</i>					
<i>Ipatnējā elektriskā pretestība, $\Omega \cdot \text{m}$</i>					
<i>Dielektriskā caurlaidība</i>					
<i>Dielektrisko zudumu leņķa tangenss, $\text{tg}\delta$</i>					
<i>Elektriskā stiprība, MV/m</i>					

Atbilde:																	

3.49. Noteikt polimerizācijas dielektriķa veidu saskaņā ar sekojošu aprakstu: "No etilēna gāzes ($H_2C = CH_2$) iegūts ciets, necaurspīdīgs, balts vai gaiši pelēkā krāsā, aptaustot liekas nedaudz taukains, polimerizēts zem spiediena." Norādiet šī dielektriķa pielietošanas piemērus.

Atbilde:													

3.50. Noteikt polimerizācijas dielektriķa veidu saskaņā ar sekojošu aprakstu: "Lielpolimēra termoplastisks caurspīdīgs materiāls, kas viegli krāsojas daudzās krāsās, piemīt optiskais caurspīdīgums (laiž cauri 0,2% redzamā spektra starus)." Kāda ir šī dielektriķa pielietošanas piemēri.

Atbilde:													

3.51. Aizpildiet tabulu 3.7. tabulu un no uzskaitītajiem dielektriķiem izvēlieties vienu ar vislabākajiem elektriskajiem parametriem. Norādiet šī dielektriķa pielietojuma jomu.

Galvenās polikondensācijas īpašības 3.7. tabula

Raksturlielums	Rezolsveķi (Bakelīts)	Novolaka sveķi (Novolaks)	Gliftālika sveķi (Gliftāls)	Lavsān s	Epoksī da sveķi
<i>Bļivums, kg/m^3</i>					
<i>Siltumizturība (pēc Martensa), $^{\circ}C$</i>					
<i>Īpatnējā elektriskā pretestība, $\Omega \cdot m$</i>					
<i>Dielektriskā caurlaidība ϵ</i>					
<i>Dielektrisko zudumu leņķa tangenss, $tg\delta$</i>					
<i>Elektriskā stiprība, MV/m</i>					

Atbilde:														

3.52. Noteikt cietā polikondensācijas dielektriķa veidu pēc šāda apraksta: "Šo materiālu iegūst glicerīna un ftalskābes anhidrīda polikondensācijas reakcijā. Šī materiāla īpašā spēja ir augstas līmspējas ar labu elektrisko raksturojumu." Nosaukt šī dielektriķa pielietojuma jomas.

Atbilde:														

3.53. Noteikt cieto polikondensācijas dielektriķi pēc šāda apraksta: "Caurspīdīgs lielpolimēra materiāls ar kristālisku vai amorfu struktūru, attiecas pie poliēteriem un iegūts tereftalskābes un etilēnglikola polikondensācijas reakcijā." Nosaukt šī dielektriķa pielietojumajomas?

Atbilde:														

3.54. Aizpildīt tabulu 3.8.

Cieto polimerizācijas dielektriķu priekšrocības, trūkumi un pielietojumi 3.8. tabula

Dielektriķis	Priekšrocības	Trūkumi	Pielietojuma jomas
<i>Polistirols</i>			
<i>Polietilēns</i>			
<i>Viniplasts</i>			
<i>Poliformaldehīds</i>			
<i>Organiskais stikls</i>			
<i>Kaprone</i>			

3.55. Aizpildīt tabulu 3.9.

Cieto polikondensācijas dielektriķu priekšrocības, trūkumi un pielietojumi
3.9. tabula

Sveķu nosaukums	Priekšrocības	Trūkumi	Pielietojuma jomas
<i>Rezolsveķi (bakelītsveķi)</i>			
<i>Novolaksveķi (novolaki)</i>			
<i>Gliftālsveķi (gliftāli)</i>			
<i>Epoksīda sveķi</i>			

Atbildēt uz jautājumu:

3.56. Kāpēc polikondensācijas reakciju rezultātā iegūtie dielektriķi ir ar zemākām elektriskās izolācijas īpašībām nekā polimerizācijas rezultātā iegūtie dielektriķi?

Atbilde:														

3.57. Kādas vielas tiek ievadītas kapronā, lai palielinātu tā izturību pret laika apstākļiem?

Atbilde:														

3.58. Kuri no polimerizācijas dielektriķiem ir izturīgi pret atšķaidītām skābēm, sārmim, benzīnu un minerāleļļām?

Atbilde:														

3.59. Kāpēc nav ieteicams izmantot plastmasas izstrādājumus, kas izgatavoti, uz rezolsveķu bāzes tur, kur iespējama elektrisko dzirksteļu veidošanās?

Atbilde:																						

Norādīt pareizo atbildi

3.60. Nosaukt karstumizturīgu organisko dielektriķi, kuru ilgstoši var izmantot 200... 220 °C temperatūrā?

- A. Poliimīds;
- B. Fluoroplasts;
- C. Epoksīda sveķi;
- D. Lavsāns.

3.61. Šo nedegošo, kuru aptaustot liekas nedaudz taukains, baltā krāsā esošo materiālu iegūst sašķidrīnātās gāzes tetrafluoretilēna (F₂C = CF₂) polimerizācijas rezultātā un tā karstumizturība ir līdz 250 °C. Kuram materiālam atbilst norādītais apraksts?

- A. Poliimīdam;
- B. Fluoroplastam;
- C. Epoksīda sveķiem;
- D. Lavsānam.

3.62. Kurā temperatūras diapazonā var darboties silikona izolācijas materiāli (plastmasas, gumijas, lakas u.c.)?

- A. No - 60 līdz 180 °C;
- B. No -100 līdz 100 °C;
- C. No - 0 līdz 60 °C;
- D. No -20 līdz 100 °C.

3.63. Kāda ir visu silikonorganisko dielektriķu raksturīgākā iezīme?

- A. Augsta karstumizturība;
- B. Zema aukstumizturība;
- C. Abi nosauktie faktori;
- D. Neviens no nosauktiem faktoriem.

3.64. Kurā temperatūras diapazonā darbojas fluoroplasts - 4?

- A. No 0 līdz 180 °C;
- B. No -100 līdz 200 °C;
- C. No - 269 līdz 250 °C;
- D. No -20 līdz 1000 °C.

3.65. Poliimīda plastmasām piemīt::

- A. Augsta karstumizturība (220...250°C);
- B. Zema karstumizturība (80... 100 °C);
- C. Zemas elektriskās un mehāniskās īpašības;
- D. Visas uzskaitītās īpašības;
- E. Neviena no uzskaitītajām īpašībām.

3.66. Šiem sveķiem piemīt sīrupveida šķidruma vai cietas vielas izskats ar dzeltenu vai gaiši brūnu nokrāsu. Tos plaši pielieto elektrotehnikā kā bāzi elektroizolējošiem aizliešanas kompaundiem, un arī līmju un līmējošu laku veidā. Kam atbilst iepriekš minētais apraksts?

- A. Epoksīda sveķiem;
- B. Gļiftāla sveķiem;
- C. Novolaka sveķiem;
- D. Nevienam no minētajiem.

3.67. Šis lielpolimēru termoplastiskais caurspīdīgais materiāls ir piemērots visu veidu apstrādei (urbšanai, frēzēšanai u.c.). Detaļas no tā ir viegli salīmējamas ar dihloretāna līmi. Šāds apraksts atbilst:

- A. Polietilēnam;
- B. Organiskam stiklam;
- C. Fluoroplastam-4;
- D. Poliamīdam.

3.4. Lakas, emaljas, kompaundi



Lai aizsargātu materiālus un izstrādājumus no apkārtējās vides iedarbības, lai tiem piešķirtu dekoratīvu izskatu, elektrotehnikā izmanto **lakas un emaljas**.

Lakas ir koloidāli plēves veidojošu vielu šķīdumi īpaši izraudzītos gaistošos šķīdinātājos. Galvenās lakas **sastāvdaļas ir:**

- **plēvi veidojošas vielas**, kas spēj radīt plēvi (augužūstošās eļļas, sveķi, bitumēni, celulozes ēteri, polistirols un organiskie silīcija savienojumi);
- **šķīdinātāji** (benzols, toluols, spirts, oglekļa disulfīds, acetons u.c.);
- **plastifikatori** - vielas, kas nodrošina plēves plastiskumu (rīcinēļa, linēļa, u.c.);
- **žāvētāji** - cietas vai šķidrās vielas, kuras ievada dažās lakās, lai paātrinātu žūšanu;
- **krāsvielas** - vielas, kuras ievada dažās lakās, lai veidotu krāsu toni;
- **atšķaidītāji** - vielas, kas pievienotas lakai, lai panāktu konsekvenci saskaņā ar tehnisko nosacījumu prasībām (lakas petroleja, benzīns, terpentīns).

Žūstot lakām šķīdinātājs izgaist, bet plēvi veidošās vielas ķīmiskās reakcijas rezultātā pārvēršas cietā stāvoklī, veidojot lakas plēvi. Saskaņā ar žāvēšanas režīmu tehnoloģiju elektriskās izolācijas lakas tiek iedalītas **aukst - un karstžūstošās lakās**.

Aukstžūstošām lakām plēves izveidošanās (sacietēšana) notiek istabas temperatūrā **pie** (20... 25 °C). Pie šīm lakām pieder šellaka, celulozes ēteru un dažas citas lakas.

Karstžūstošās lakas iegūst optimālas īpašības temperatūrā virs 70 °C. Tās parasti ir ar augstākām elektriskām un mehāniskām īpašībām. Laku žāvēšanai, kas balstās uz termoreaktīviem sveķiem, ir nepieciešama sildīšana. Lakas ar termoplastisku pamatni neprasa žāvēšanu augstās temperatūrās. Ja laka satur augstas temperatūras šķīdinātāju (petroleju), tad ir nepieciešama žāvēšana augstā temperatūrā neatkarīgi no lakas bāzes veida.

Lakām ar gaistošiem šķīdinātājiem žāvēšanas metodes izvēli nosaka plēves veidošanās bāze. **Pēc uzdevuma izolācijas lakas** iedala impregnēšanas, pārklājuma un līmējošo laku veidā. Vienu un to pašu laku var izmantot gan kā impregnēšanas, gan kā pārklājumu un gan kā līmējošo laku.

Impregnēšanas (piesūcināšanas) **lakas** kalpo porainu un šķiedru vielu izolācijas piesūcināšanai. Izgatavo impregnējošas lakas aukstu un karstu sacietēšanu. Impregnēšanas lakas izmanto elektromašīnu un elektroaparātu tinumu piesūcināšanai, lai sacementētu (sasaistītu) tinuma atsevišķos vijumus citu ar citu, un lai novērstu tinuma izolācijas porainību. Iespiežoties tinuma izolācijas porās, piesūcināšanas laka izspiež no turienes gaisu un pēc sacietēšanas padara tinumu izturīgāku pret mitrumu. Vienlaikus palielinot tinuma izolācijas elektrisko izturību un tās siltumvadītspējas koeficientu. Viens no galvenajiem piesūcināšanas laku raksturlielumiem ir piesūcināšanas spēja. Jo mazāka ir lakas viskozitāte, jo lielāka ir tās piesūcināšanas spēja.

Impregnēšanas lakām jāatbilst šādām prasībām:

- nepieciešamās izolācijas īpašības;
- labas infiltrācijas un cementēšanas spējas;
- ātra sacietēšana un normāla darbība dažādās darba temperatūrās.

Pārklājumu lakas lieto, lai izveidotu mitrumizturīgus un eļļas izturīgus pārklājumus uz jau piesūcinātu tinumu virsmām. Pie pārklājumu lakām pieder arī emaljas, kuras lieto tinumu vadu izolācijai (emaljēšanai), kā arī lakas, kuras lieto elektrotehniskā tērauda lokšņu un citu detaļu izolācijai.

Līmējošās lakas lieto dažādu elektroizolācijas materiālu – vizlas plāksnīšu (slāņainās vizlas izolācijas ražošanas procesā), keramikas, plastmasu un citu materiālu salīmēšanai.

Emaljas ir izturīgi stiklveida pārklājumi - lakas, kas uz izstrādājumu virsmām tiek uzklāti ar elektroķīmiskā ceļā. Tās izgatavo no īpaša zema kausējuma krāsainā stikla, pievienojot klāt dažādus pigmentus un palīgvielas (mangāna oksīdus, kobaltu, niķeli, antimonu u.c.), kas regulē to ķīmiskos procesus. Emalju žūšanas procesā pigmenti ķīmiski reaģē ar lakas bāzi, veidojot paaugstinātas cietības blīvu pārklājumu. Daudzu elektroizolācijas emalju pamatā ir eļļas gliftāllakas, kurām raksturīgas ļoti labas līmēšanas spējas un palielināta termoizturība. Elektroizolācijas emaljas uz silīcijorganisko laku bāzes raksturojas ar sevišķi augstu termoizturību (līdz 180 ÷200 °C).

Kompaundi ir elektroizolējoši savienojumi, kas izgatavoti no vairākām izejvielām (sveķiem, bitumeniem) Atšķirībā no lakām un emaljām kompaundu sastāvā nav gaistošu šķīdinātāju, kas novērš poru veidošanos pēc sacietēšanas. Pēc lietošanas veida kompaundus iedala piesūcināšanas, aizliešanas un pārklājumu kompaundos.



Izpildīt uzdevumu:

3.68. Izveidot elektroizolējošo laku klasifikāciju, aizpildot iznomātās - tukšās vietas.



3.3. att. Elektroizolējošo laku klasifikāciju

3.69. Noteikt lakas veidu pēc sekojoša apraksta: "Šo laku izmanto, lai uz virsmas izveidotu mitrumzturīgu vai eļļas izturīgu laku pārklājumu jau piesūcinātiem tinumiem."

Atbilde:												

3.70. Aizpildiet tabulu 3.9.

Tabula 3.9.

Izmantošanas piemēri

Kompaundi	Izmantošanas jomas
Piesūcināšanas	
Aizliešanas	
Pārklājumu	

3.71. Aizpildiet tabulu 3.10, atzīmēt ar „+” zīmi, tam materiālam vai tiem materiāliem, kuriem atbilst dotais raksturojums:

Tabula 3.10

Atbilstības piemēri

Raksturojums	Lakas	Emaljas	Kompaundi
Iegūst izšķīdinot sveķus šķīdinātājā			
Iegūst, izšķīdinātiem sveķiem, pievienojot krāsvielas.			
Iegūst pamatsastāvam pievienojot pildvielas (kvarca putekļus u.c.), lai palielinātu mehānisko izturību			
Lieto, lai žāvēšanas procesā aizpildītu izveidojušās caurejošas poras			
Lieto elektromašīnu tinumu piesūcināšanai, lai tinumiem sacementētu atsevišķos vījumus			
Lieto jau piesūcinātu tinumu pārklāšanai, mitrumizturības paaugstināšanai			
Lieto dažādu elektroizolācijas materiālu salīmēšanai			
Lieto elektromašīnu tinumu piesūcināšanai, lai sacementētu tinuma atsevišķos vījumus un reizē arī pasargātu no mitruma			
Lieto dažādu elektroierīču tukšumu (brīvo telpu) aizliešanai korpusos, piemēram, droseļu			

Atbildēt uz jautājumu:

3.71. Kādu materiālu izmanto, lai atšķaidītu sabiezinātas lakas?

Atbilde:																				

3.72. Kādas prasības ir līmējošām lakām?

Atbilde:																		

3.73. Kas ir adgēzija?

Atbilde:																		

3.74. Kādas ir epoksīda laku emalju īpašības?

Atbilde:																		

3.75. Kādas ir krāsni žāvētu laku galvenās priekšrocības?

Atbilde:																		

3.79. Kādas ir termoreaktīvo kompaundu galvenās priekšrocības?

Atbilde:																			

3.80. Kādas vielas tiek pievienotas epoksīda kompaundos, lai palielinātu siltumvadītspējas koeficientu un uzlabotu to mehāniskās īpašības?

Atbilde:																			

Norādīt pareizo atbildi:

3.81. Vielas, kas nodrošina lakas plēves elastību, ir:

- A. Šikatīvi;
- B. Šķīdinātāji.
- C. Plāstifikatori;
- D. Koloidālie šķīdumi.

3.82. Lai paātrinātu laku žūšanu, ievada:

- A. Šikatīvus;
- B. Šķīdinātājus.
- C. Plāstifikatorus;
- D. Koloidālie šķīdumus.

3.83. Gaisā žāvētām lakām plēve sacietē:

- A. Istabas temperatūrā;
- B. Pie temperatūras, kas daudzkārt pārsniedzistabas;
- C. Pie temperatūras, kas daudzkārt ir zemāka paristabas.
- D. Pie nosacījumiem, kas nav norādīti iepriekšējās atbildēs.

3.84. Elektroizolējošas emaljas ir lakas, kurās ievadīti šādas smalki sasmalcinātas vielas:

- A. Pigmenti;
- B. Sikatīvi;
- C. Plastifikatori;
- D. Benzoli.

3.85. Elektroizolējošas emaljas ir materiāli:

- A. Pārklājošie;
- B. Impregnējošie;
- C. Līmējošie;
- D. Vadošie.

3.86. Plaši izmantotās elektroizolācijas emaljas, kuru pamatā ir silikonorganiskās lakas, atšķiras ar :

- A. Augstu karstumizturību (180 ... 200 °C);
- B. Augstu aukstumizturību (-100 °C);
- C. Zemu karstumizturību (līdz 60 °C);
- D. Plašu darba temperatūras diapazonu (no – 100 līdz 100 °C).

3.87. Atšķirībā no lakām un emaljām, kompaundi nesatur:

- A. Gaistošus šķīdinātājus;
- B. Plastifikatorus;
- C. Šķīdinātājus ;
- D. Visas uzskaitītās vielas.

3.88. Silikonorganiskie kompaundi var darboties temperatūras diapazonā:

- A. No 0 līdz 100 °C;
- B. No – 60 līdz 100 °C;
- C. No – 60 līdz – 100 °C;
- D. No – 60 līdz 200 °C.

3.89. Lai samazinātu epoksīda kompaundu trauslumu, tajos pievieno:

- A. Plastifikatorus;
- B. Sikatīvus;
- C. Šķīdinātājus;
- D. Ksilolu.

3.5. Plastiskas masas jeb plastmasas.



Elektroizolācijas plastmasas. Plastmasas ir izstrādājumi, kurus iegūst no presēšanas pulveriem, kas siltuma un spiediena ietekmē mīkstinās un iegūst plastiskas plūsmas īpašības. Plastmasas materiāli sākotnējā stāvoklī var iegūt plastiskumu, t.i., var viegli pieņemt konkrētā izstrādājuma formu un ilgstoši saglabāt to. Presējot vai lejot no plastmasas materiāliem var iegūt dažādas formas plastmasu izstrādājumus. No plastmasām izgatavo elektrisko mērinstrumentu pamatnes, spoļu karkasus, vadības pogas, slēdžu un kontaktligzdu korpusus un daudz ko citu. Plastmasas lielākā daļā ir organiskas izcelsmes materiāli un parasti ir daudzkomponentu materiāli, kas sastāv no saistvielām, pildvielām, plastifikatoriem, stabilizatoriem, eļļotājiem, cietinātājiem, krāsvielām, poru veidotājiem un citiem komponentiem. Atsevišķu veidu plastmasas sastāv no tīriem polimēriem – saistvielām, piemēram, polivinilhlorīds, polietilēns u. c. Šādus materiālus sauc par **plastmasām bez pildvielām**.

Saistvielas ir sintētiskie sveķi (rezolsveķi, epoksīdsveķi, silīcijorganiskie sveķi u.c.), kuri piesūcina pildvielas un citus plastmasu komponentus, piešķirot tiem plastiskumu un nodrošinot plastmasu izstrādājumiem viengabalainību (monolītumu). Par saistvielām var būt **termoplastiskas vai termoreaktīvas vielas**. **Termoplastiskas saistvielas** (polivinilhlorīds u.c.), nodrošina, ka plastmasas izstrādājums ir termoplastisks, t.i., sasildot to līdz noteiktai temperatūrai, tas kļūst mīksts. **Termoreaktīvas saistvielas** (rezolsveķi, silīcijorganiskie un citi sveķi) piešķir izstrādājumiem termoreaktīvas īpašības – izstrādājumus pēc saķepšanas sildot, tie mīksti nekļūst.

Pildvielas ir pulverveida vai šķiedrainas vielas, kas palielina izgatavojamo plastmasas izstrādājumu mehānisko izturību un samazina to tilpuma sarukumu. **Šķiedrainās pildvielas** (stikla, azbesta, kokvilnas šķiedras) ievērojami palielina plastmasu mehānisko izturību. **Neorganiskās pildvielas** (kvarca un vizlas pulveri, stikla šķiedra) palielina plastmasu siltumvadītspējas koeficientu un termoizturību. Plastmasu sastāvā parasti ir 40 ÷ 60% pildvielu. Pildvielas parasti ir daudz lētākas par saistvielu un tāpēc padara arī plastmasu lētāku.

Plastifikatori ir biezi eļļām līdzīgi sintētiski šķidrums, kurus pievieno plastmasām trauslumu samazināšanai un aukstumizturību palielināšanai.

Stabilizatori ir vielas, ko pievieno plastmasām, lai palielinātu to izturību pret gaismas iedarbību un termoizturību. Tie arī palēnina saistvielas termisko novecošanu.

Eļļotājus (stearīnu, oleīnskābi) pievieno plastmasām, lai panāktu plastmasas izstrādājumu labāku atdalīšanos no metālu presformām.

Cietinātāji ir vielas, ko pievieno dažām plastmasām, lai paātrinātu to sacietēšanu. Šo procesu pamatā ir saistvielas saķepšanas reakcijas.

Krāsvielas ir vielas, kas plastmasu izstrādājumiem piešķir vienmērīgu krāsu, tie iegūst dekoratīvu izskatu, kā arī lielāku **noturību** pret gaismas starojumu.



Izpildīt uzdevumu:

3.90. Uzskaitīt saistvielas, kas veido plastmasas?

Atbilde:																				

Norādīt pareizo atbildi:

3.91. Pulverveida vielas vai šķiedrvielas, kas plastmasas izstrādājumiem ļauj palielināt mehānisko izturību un samazināt to tilpuma sarūkumu, ir:

- A. Pildvielas;
- B. Plastifikatori;
- C. Stabilizatori;
- D. Cietinātāji.

3.92. Biezi eļļaini sintētiski šķidrums, kas tiek pievienoti plastmasām, lai mazinātu to trauslumu un palielinātu aukstumizturību, ir:

- A. Pildvielas;
- B. Plastifikatori;
- C. Stabilizatori;
- D. Cietinātāji.

3.93. Vielas, ko pievieno plastmasām, lai palielinātu to izturību pret gaismu un siltumu, ir:

- A. Pildvielas;
- B. Plastifikatori;
- C. Stabilizatori;
- D. Cietinātāji.

3.94. Vielas, ko pievieno plastmasām, lai labāk atdalītu iepresēto izstrādājumu no tērauda veidnes virsmas, ir:

- A. Pildvielas;
- B. Plastifikatori;
- C. Stabilizatori;
- D. Eļļotāji.

3.95. Vielas, kas sildot izdala lielu gāzu daudzumu, veidojot porainu struktūru gāzpildītajos plastmasas izstrādājumos, ir:

- A. Pildvielas;
- B. Poru veidotāji;
- C. Stabilizatori;
- D. Eļļotāji.

3.96. Izejmateriāli, no kuriem ražo plastmasas izstrādājumus, ir:

- A. Termoreaktīvi sveķi;
- B. Poliestera lakas un kompaundi;
- C. Presēšanas pulveri (prespulveri);
- D. Biezi, eļļaini sintētiski šķidrums.

3.97. Vislabākās īpašības piemīt plastmasām uz kā bāzes:

- A. Silikonorganiskām saistvielām;
- B. Metakrila esteriem (skābes ēteriem);
- C. Organiskām skābēm;
- D. Visas uzskaitītās vielas.

3.98. Plastmasām, kuru pamatā ir silikonorganiskās saistvielas un minerālvielu pildvielas, ir siltuma izturīgas līdz:

- A. 70 °C;
- B. 100 °C;
- C. 100 ... 120 °C;
- D. 120 ... 200 °C.

3.99. Silikonorganisko un epoksīda saistvielu bāzes plastmasas ir atšķirīgas:

- A. Zemā karstumizturībā;
- B. Sliktā apstrādē;
- C. Pelējuma un mitruma izturībā;
- D. Visos minētos veidos.



Uzdevumi:

Pareizi:

Slēdziens:



Expert

5:

A large area consisting of numerous horizontal dotted lines, intended for writing or drawing.

3.6. Slāņainie plasti



Slāņainie elektroizolācijas plasti. Slāņainie plasti ir materiāli, kuros par pildvielām kalpo lokšņu materiāli: papīrs vai audumi, veidojot slāņainu struktūru. Tajās par saistvielu izmanto termoreaktīvos fenolformaldehīda un citus sveķus. No slāņainiem plāstiem, visplašāk tiek pielietots getinakss, tekstolīts un stikla tekstolīts (stiklšķiedras tekstolīts).

Getinakss ir lokšņu slāņveida materiāls, kurā pildviela ir iesaiņošanas papīra loksnes, secībā ar saistvielām saliktas kopā paketēs un sapresēts. Izmanto dažādu plakānu veidu elektroizolācijas detaļu un pamatņu ražošanai. **Tekstolīts** no getinaksa atšķiras ar to, ka tam pildviela ir nevis ietinamais papīrs, bet gan kokvilnas audums. Tiek ražoti rūpnieciskās frekvences A, B, G un augstfrekvences F marķu tekstolīti uz rupju (kokvilnas auduma) kalikonu un smalku šifonu bāzes.



Izpildīt uzdevumu:

3.100. Aizpildiet tabulu. 3.11 un no uzskaitītajiem materiāliem izvēlieties vienu ar vislabākām izolācijas īpašībām. Norādiet to pielietošanas jomas.

Slāņaino plastu galvenās īpašības

Tabula 3.11

Raksturlielums	Getinakss	Tekstolīts	Stikla tekstolīts
Graujošais lieces spriegums, N/m ²			
Graujošais stiepes spriegums, N/m ²			
Triecienizturība, kJ /m ²			
Siltumizturība (saskaņā ar Martensu), °C			
Ipatnējā elektriskā pretestība, Ω·m			
Dielektriskā caurlaidība			
Dielektrisko zudumu leņķa tangenss			
Elektriskā stiprība, MV/m			

3.101. Nosakiet slāņainā plasta veidu saskaņā ar šādu aprakstu: "Šis materiāls ir ar augstu mitruma izturību un karstumizturību, kā arī tam ir vislabākās elektriskās un mehāniskās īpašības no slāņainiem plāstiem". Nosakiet šī materiāla pielietojuma jomu.

Atbilde:																			

3.102. Nosakiet slāņainā plasta veidu saskaņā ar sekojošu aprakstu: "Šī materiāla elektriskie raksturlielumi ir nedaudz zemāki nekā getinaksam, bet to ir vieglāk mehāniski apstrādāt un tā triecienizturība ir līdz $20 \div 30 \text{ kJ/m}^2$." Nosakiet šī materiāla pielietojuma jomu.

Atbilde:														

3.103. Aizpildiet tabulu 3.12.

Tabula 3.12

Slāņainā plasta priekšrocības, trūkumi un pielietojumi

Slāņainais plasts	Priekšrocības	Trūkumi	Pielietošana
Getinakss			
Tekstolīts			
Stikla tekstolīts			

Atbilde:														

3.104. Norādīt getinaksa ražošanas procesa etapus

Atbilde:														

3.7. Vizlas materiāli



Vizla ir dabā atrodams materiāls ar slāņveida struktūru, tāpēc vizlas kristālus var sašķelt ļoti plānās plāksnītēs, kuru biezums var būt mazāks par 0,006 mm. Plānās vizlas plāksnītes ir lokanas un elastīgas, bet salīmējot tās kopā ar līmējošiem sveķiem vai lakām (šellaku, gliftāllakām u. c.), iegūst cietu (mikanītu) vai lokanu (mikalentu) izolāciju elektrisko mašīnu rotējošām daļām vai tinumiem. No vizlas elektroizolācijas materiāliem lieto tikai muskovītu un flogopītu, jo tiem ir labi elektriskie raksturlielumi.

Dabiskai vizlai ir visai sarežģīts ķīmiskais sastāvs: silīcijs, kālijs, magnijs, alumīnijs, skābeklis un ūdeņradis. Vizla atrodas zemē, dzīslu formas nogulās, kopā ar citām minerālvielām, piemēram, kvarcu. Izstrādājot dabisko vizlu un, izgatavojot no tās elektroizolācijas materiālus, veidojas aptuveni 90% dažādu atkritumu. Starp tiem arī nelieli atkritumi – atlūzas (atbiras). No attīrītām un samaltām atlūzām tiek ražots vizlas papīrs, no kura iegūst cietus un elastīgus elektroizolācijas materiālus - vizldinītus.



Izpildīt uzdevumu:

3.110. Aizpildiet tabulu. 3.13 un no diviem uzskaitītajiem materiāliem izvēlieties to, kuram ir labākas dielektriskās īpašības.

Tab ula 3.13

Vizlas materiālu galvenie raksturlielumi

Raksturlielumi	Muskovīts	Flogopīts	Fluorflogopīts (sintētiskā vizla)
Blīvums, kg/m ³			
Udensabsorbējamība, %			
Ķīmiskā noturība (reagē vai nereagē ar skābēm un sārmjiem)			
Īpatnējā elektriskā pretestība, Ω · m			
Dielektriskā caurlaidība			
Dielektrisko zudumu leņķa tangenss			
Elektriskā stiprība, MV/m			
Termoizturība, °C			
Kušanas temperatūra, °C			
Darba temperatūra, °C			

3.111. Noteikt vizlas materiāla veidu pēc šāda apraksta: "Ciets vai elastīgs lokšņu materiāls, ko iegūst, salīmējot vizlas plāksnītes, izmantojot līmējošus sveķus (šellaku, glifalītu utt.) vai lakas, uz šo sveķu bāzes." Nosaukt šī materiāla pielietojuma jomu.

Atbilde:														

3.112. Noteikt vizlas materiāla veidu saskaņā ar šādu aprakstu: "Šis dabīgais vizlas materiāls ir ķīmiski izturīgs. To neietekmē neviens no šķīdinātājiem, un neviena no sērmiem, sērskābe un sālsskābe to sadala tikai karstumā." Nosaukt šī materiāla pielietojuma jomu.

Atbilde:														

3.113. Aizpildiet tabulu 3.14.

Tabula 3.14

Vizlas materiālu priekšrocības, trūkumi un pielietojumi

Vizlas materiāls	Priekšrocības	Trūkumi	Pielietojums
Muskovīts			
Flogopīts			
Fluorflogopīts			

3.114. Aizpildiet tabulu. 3.15 un starp uzskaitītajiem materiāliem izvēlēt materiālu ar vislabākām dielektriskām īpašībām. Norādīt tā pielietošanas jomu.

Mikanītu galvenās īpašības Tabula 3.15

Raksturlielums	Mikanīts	Kolektor mikanīts	Starpliku mikanīts	Formēšanas mikanīts
Blīvums, kg / m ³				
Darba temperatūra, °C				
Īpatnējā elektriskā Pretestība, Ω • m				
Dielektriskā konstante				
Elektriskā stiprība, MV/m				

Atbilde:																				

3.115. Nosakiet vizlas materiāla veidu saskaņā ar sekojošu aprakstu: “Sintētisko vizlas materiālu izceļas ar labu sadalīšanos plāksnītēs, kas ir pilnīgi caurspīdīgas. Salīdzinot ar dabiskiem vizlas materiāliem, tam ir lielāka siltumizturība, mazāka ūdensabsorbējamība un augstāks elektrisko raksturlielumu līmenis.” Nosauciet šī materiāla pielietojuma jomu.

Atbilde:																				

3.116. Kā sauc materiālu, kuru iegūst salīmējot attīrītās atbiras, kas rodas 90% daudzumā vizlas apstrādes procesā?

Atbilde:																				

3.117. Aizpildiet tabulu. 3.16 un no diviem uzskaitītajiem materiāliem izvēlieties vienu ar vislabākajām dielektriskajām īpašībām. Norādīt tā pielietošanas jomu.

Tabula 3.16

Vizlas ruļļu materiālu galvenās īpašības

Raksturlielums	Mikafolijs	Mikalenta
Blīvums, kg / m ³		
Darba temperatūra, °C		
Īpatnējā elektriskā pretestība, Ω · m		
Dielektriskā konstante		
Elektriskā stiprība, MV/m		

Atbilde:																				

Norādīt pareizo atbildi:

3.118. Lai uzlabotu vizlasplastu papīru elektriskās un mehāniskās īpašības, vizlas maluma pulpai pievieno šādas saistvielas:

- A. Plastifikatorus;
- B. Kompāndus;
- C. Silikona, glietāla un citus sveķus;
- D. Visas uzskaitītās vielas.

3.119. Iegūstot dabīgo vizlu un ražojot elektroizolācijas materiālus, rodas aptuveni 90% dažādi atkritumi. Vislielākā daļa no tiem sastāda mazie atkritumi no:

- A. Atlūzām;
- B. Mikanīta;
- C. Flogopīta;
- D. Muskovīta.

3.120. Starp vizlas materiāliem visvairāk pielieto:

- A. Mikalentu;
- B. Mikafoliju;
- C. Vizlasplastu un stikla vizlasplastu lentas.
- D. Flogopītu.

3.121. Visu veidu mikanīti uz silikonorganiskām saistvielām var darboties pie temperatūras:

- A. 80 °C;
- B. 100 °C;
- C. 150 °C;
- D. 180 °C.

3.122. Šis ruļļu vai lokšņu materiāls sastāv no viena vai vairākiem vizlas šķembu maluma slāņiem, kas pielīmētas pie blīva telefonu papīra. Norādītais apraksts atbilst:

- A. Mikafolijam;
- B. Mikalentai;
- C. Elastīgam mikanītam;
- D. Vizlasplasta papīram.

3.123. Elastīgie stiklamikanīti satur vizlu daudzumā:

- A. Līdz 20%;
- B. 45... 65%;
- C. Līdz 70%;
- D. 100 %.

3.124. No šī materiāla plāksnītēm presēšanas ceļā iegūst izolējošas starplikas, ko izmanto, lai izolētu vara plāksnes vienu no otras elektrisko mašīnu kolektoros. Šis materiāls ir:

- A. Starpliku mikanīts;
- B. Kolektoru mikanīts;
- C. Formēšanas mikanīts;
- D. Elastīgais mikanīts.



Uzdevumi:

Pareizi:

Slēdziens:



Expert

5:

A large area for writing, consisting of many horizontal dotted lines.



3.8. Elektrokeramiskie materiāli

Elektrokeramikas materiāli ir cietas, akmenim līdzīgas vielas, kuras var apstrādāt tikai ar abrazīviem materiāliem (piemēram, karborundu). Visus elektrokeramiskos materiālus pēc to uzdevuma var iedalīt trīs grupās: izolatoru keramika, kondensatoru keramika un segnetoelektriskā keramika.

Visi elektrokeramiskie materiāli ir izturīgi pret atmosfēras iedarbību un nav higroskopiski. Viens no visplašāk pielietotiem elektrokeramiskajiem materiāliem ir **elektrotehniskais porcelāns**. No tā izgatavo dažādu konstrukciju augstsprieguma un zemsprieguma izolatorus.

Cits elektrokeramiskais materiāls ir **steatīts**. Steatīta izgatavošanai izlieto vistīrāko dabiskā talka akmeni, kurā dzelzs oksīda saturs nepārsniedz 0,5 %. No elektrotehniskā porcelāna steatīti atšķiras ar lielāku mehānisko izturību un labākiem elektriskajiem rādītājiem un no tiem izgatavo elektrisko aparātu un ierīču sarežģītas konstrukcijas detaļas.

Minerālus vai vielas, kurus deformējot uz to virsmām rodas elektriskā potenciāla starpība sauc par segnetoelektriķiem. Šo segnetoelektriķu īpašību izmanto pjezoelementos, kurus lieto par augstfrekvences svārstību avotiem.



Izpildīt uzdevumu:

3.125. Aizpildiet tabulu. 3.17 un no diviem uzskaitītajiem materiāliem izvēlēties ar vislabākām dielektriskām īpašībām apveltīto elektrokeramisko materiālu, norādot tā pielietošanas jomu.

Tabula 3.17

Elektrokeramisko materiālu galvenās īpašības

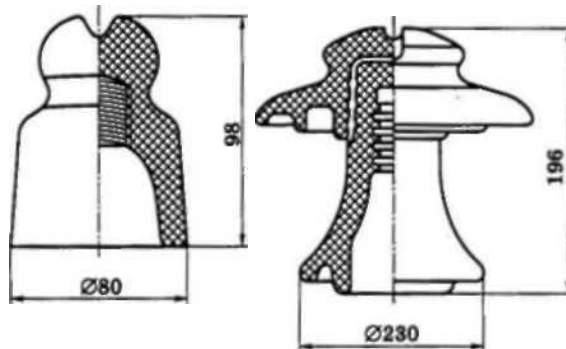
Raksturlielums	Elektrotehn. porcelāns	Steatīts
Blīvums, kg/m ³		
Izturība stiepē, N/m ²		
Izturība liecē, N/m ²		
Triecienizturība, kJ /m ²		
Īpatnējā pretestība, Ω · m		
Dielektriskā caurlaidība		
Elektriskā stiprība, MV/m		

Atbilde:														

3.126. Noteikt elektrokeramikas materiāla veidu pēc ar šāda apraksta: "Šis materiāls ir dārgāks par elektrisko porcelānu, jo tā izgatavošanai izmanto dārgākas izejvielas."

Atbilde:														

3.127. Nosakiet, kurš no 3.4. attēlā redzamajiem stienņveida porcelāna izolatoriem ir zemsprieguma izolators, un kurš - augstsprieguma izolators?



3.4.att. Stienņveida (kāšu) porcelāna izolatori

3.128. Aprakstiet elektrokeramisko izolatoru izgatavošanastehnoloģisko procesu:

Atbilde:														

3.129. Aizpildīt tabulu. 3.18 un no uzskaitītajiem materiāliem izvēlēt vienu ar vislabākajām dielektriskajām īpašībām. Norādiet tā izmantošanas jomu.

Tabula 3.18

Keramikas kondensatoru galvenās īpašības

Raksturlielums	Magnija titanāts	Kalcija titanāts	Kalcija stanāts	Bārija cirkonāts
Kristāliskās bāzes ķīmiskā formula				
Graujošais spriegums statiskās lieces laikā, N/m ²				
Dielektriskā caurlaidība				
Dielektriskās caurlaidības temperatūras koeficients 1/°C				

Atbilde:														

3. 130. Uzrakstīt bārija titanāta ķīmisko formulu.

Atbildēt uz jautājumu:

3.131. Kādām vēl pārbaudēm pakļauj elektrokeramiku pēc apdedzināšanas?

Atbilde:																					

3.132. Kādas krāsnis izpilda keramikas apdedzināšanu?

Atbilde:																					

3.133. Pamatojoties uz kādiem dabīgiem materiāliem, tiek iegūta steatīta masa?

Atbilde:																					

3.134. Vai steatīta masas izgatavošanas process atšķiras no elektroporcelāna izgatavošanas procesa?

Atbilde:																					

3. 135. Kādas metodes izmanto keramiskos kondensatoru ražošanā?

Atbilde:														

3.136. Kurā gadā tika sintezēts bārija titanāts - pirmais keramikas segnetoelektriķis?

Atbilde:														

3.137. Kāda parādība noris, ja segnetoelektriķa plāksnīti saspiež vai izstiepj, un kādās tehnikas nozarēs šo parādību izmanto?

Atbilde:														

3.138. Kur tiek izmantoti pjezoelementi, kas tiek izgatavoti no segnetoelektriķiem?

Atbilde:														

Norādīt pareizo atbildi:

3.139. Visi elektrokeramiskie materiāli tiek iedalīti šādās trijās grupās:

- A. Izolatoru, kondensatoru, keramikas;
- B. Izolatoru, kondensatoru, segnetoelektriskā;
- C. Izolatoru, kondensatoru, izolācijas;
- D. Grupas, kuras nav uzskaitītas iepriekšējās atbildēs.

3.140. Izejošai jeb sākotnējai elektroporcelāna masai ir sekojošs sastāvs:

- A. 60% māls, 30% kvarca un 10% kālija špata vielu;
- B. 50% māla vielu, 30% kvarca, 10% kālija špata, 10% malumsno brāķētiem izstrādājumiem;
- C. 42 ... 50% no māla vielu, 20 ... 25% kvarca, 22 ... 30% kālija špata, 5 ... 8% brāķētiem izstrādājumiem.
- D. 25% māla vielu, 25% kvarca, 250% kālija špata, 25% brāķu vielu.

3.141. Izzāvētos porcelāna izstrādājumi pārklāj ar:

- A. Pārklājuma lakām;
- B. Šķidru glazūras suspensiju (glazūru);
- C. Virsmas pārklājuma emalja;
- D. Visiem uzskaitītiem materiāliem.

3.142. Porcelāna pārklājums ar glazūru nodrošina:

- A. Palielinātu mehānisko izturību un uzlabo mehāniskās apstrādes iespējas;
- B. Palielinātu mehānisko izturību un piešķir tiem mitruma izturību;
- C. Mehāniskās izturības palielināšanu, nodrošinot mitrumizturību un atmosfēras piesārņojuma izturību;
- D. Visus uzskaitītos uzlabojumus.

3. 143. Kādā temperatūrā var darboties steatīta elektroizolācijas izstrādājumi, būtiski nemainot savas elektriskās īpašības?

- A. 100 °C;
- B. 150 °C;
- C. 200 °C;
- D. 250 °C.

3. 144. Kāds ir steatīta sastāvs?

- A. 70% klinoenstatīta kristāli un 30% stikla;
- B. 70% talka un 30% stikla;
- C. 40% kalcija titanāts un 60% stikla;
- D. 70% kalcija stannāts un 30% stikla.

3. 145. Keramikas kondensatoriem piemīt šādas īpašības:

- A. Tie nav higroskopiski un tādēļ tiem nav nepieciešami aizsargkorpusi un apvalki;
- B. Tie ir ar mazu dielektrisko caurlaidību un tāpēc tiem ir lieli izmēri;
- C. Tiem ir samērā lieli gabarītmēri, un tāpēc tos mazpielieto tehnikā;
- D. Neviena no uzskaitītajām īpašībām.

3.146. Lai keramisko kondensatoru izgatavošanas masu padarītu plastisku, tai pievieno:

- A. Nelielu daudzumu māla vielu;
- B. Dabīgo materiālu - talku;
- C. 20 ... 25% kālija laukšpata;
- D. Līdz 30% kvarca.

3.147. Segnetoelektriķu elementu dielektriskā konstanteievērojami palielinās, ja:

- A. Palielina pielikto spriegumu uz tiem;
- B. Pievienojot papildu materiālus;
- C. Palielinot spiedienu;
- D. Pieaugot apkārtējai temperatūrai.

3.148. Ja segnetoelektriķa plāksnei tiek pievadīts maiņspriegums, tad:

- A. Uzlabojas tās dielektriskās īpašības;
- B. Plāksne sāk vibrēt tādā pašā frekvencē kā izmainās maiņspriegums;
- C. Plāksnes izmēri izmainās tādā pašā frekvencē kā izmainās maiņspriegums;
- D. Nekas izmainīsies.

3.149. Keramisko segnetoelektriķu atšķirības iezīme ir tā, ka:

- A. Tiem nav mitruma absorbcijas;
- B. Tie nešķīst ūdenī;
- C. Tie spēj strādāt lielu temperatūru diapazonos;
- D. Visas uzskaitītās funkcijas.

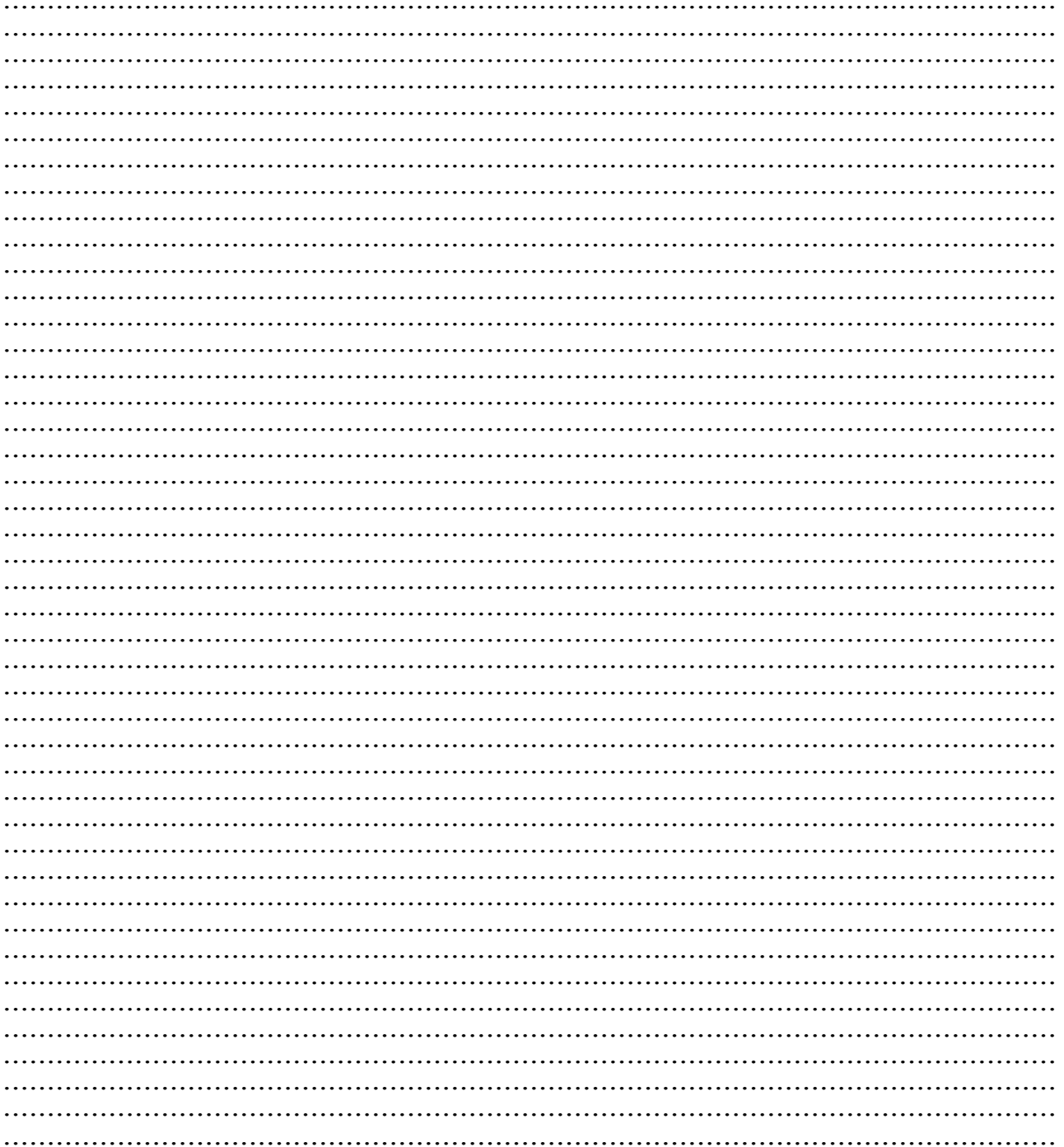
3.150. Ja segnetoelektriķu temperatūra kļūst augstāka par Kūrīpunktu, tad tie:

- A. Uzlabo izolācijas īpašības;
- B. Zaudē raksturīgās īpašības un kļūst par parastiem dielektriķiem;
- C. Pārvēršas par parastiem vadītājiem;
- D. Zaudē vadītāju īpašības.

3.151. Segnetoelektriskos materiālus izmanto, lai ražotu:

- A. Mikrokonensatorus mikroshēmās;
- B. Elektriskos spiediena sensorus;
- C. Augstfrekvences svārstību avotus;
- D. Visas uzskaitītās ierīces.





3.9. Papīru un kartona materiāli



No skujkoku koksnes, to ķīmiski pārstrādājot, iegūst celulozi, ko lieto par izejvielu dažādu elektroizolācijas papīru un kartonu izgatavošanai. Elektroizolācijas papīru un kartonu izgatavošanai galvenokārt izmanto sulfātcelulozi, no kuras iegūst papīru ar labākām elektriskajām, mehāniskajām un termiskajām īpašībām. Pielieto kabelpapīru, kondensatoru papīru, piesūcināmo papīru, uztinamo papīru, mikalentes papīru, kreppapīru, elektroizolācijas kartonus, fibru.



Izpildīt uzdevumu:

3.152. Aizpildīt tabulu 3.19 un starp uzskaitījumiem materiāliem izvēlieties to, kuram ir vislabākās dielektriskās īpašības.

Tabula 3.19

Dažādu elektrisko izolācijas materiālu galvenie raksturlielumi

Raksturlielumi	Kabeļpapīrs	Kondensatoru papīrs	Uztinamais papīrs	Mikalentes papīrs
Blīvums, kg/m ³				
Stiepes izturība, N/m ²				
Īpatnējā elektriskā pretestība, Ω·m				
Dielektriskā caurlaidība				
Elektriskā izturība, MV/m				
Pielietojuma jomas				

Atbilde:

3.153. Norādīt izolācijas papīra ražošanas etapus.

Atbilde:																																									

Atbildēt uz jautājumu:

3.154. Kādi materiāli, kas ietilpst celulozes sastāvā, padara papīru trauslu un samazina tā izolācijas īpašības?

Atbilde:																																										

3.155. Kāds ir galvenais uzdevums koksnes ķīmiskai pārstrādei celulozē?

Atbilde:																																										

3.156. Kādas elektroizolācijas papīra īpašības pasliktinās, palielinoties mitrumam?

Atbilde:																																											

3. 161. Kur pielieto fibru augstsprieguma tīklos un kāda tai ir nozīme?

Atbilde:																

Norādīt pareizu atbildi

3.162. Kā rezultātā iegūst sulfīta celulozi?

- A. Skābes vārīšanas;
- B. Sārma vārīšanas;
- C. Mazgājot ar skābi;
- D. Mazgājot ar sārmu.

3.163. izolācijas papīra un kartona izgatavošanai galvenokārt izmanto:

- A. Skābi;
- B. Sulfīta celulozi;
- C. Sārmu;
- D. Sulfāta celulozi.

3.164. Pie celulozes trekna maluma, notiek sekojošais:

- A. Šķiedras iegūst garas un tievas, bet papīrs, kas izgatavots no celulozes trekna maluma, ir ar lielāku elastīgumu un lielāku mehānisko izturību;
- B. Šķiedras iegūst ir īsas un resnas, kas padara papīru irdeni, ar zemu mehānisko izturību, bet lielu spēju absorbēt ūdeni un citus šķidrumus;
- C. Iegūst celulozes maisījumu ar kokvilnas šķiedrām, kas uzlabo elektroizolācijas un mehāniskās, īpašības;
- D. Notiek parādības, kas nav minētas iepriekšējās atbildēs.

3.165. Papīra mitruma saturs sastāda:

- A. 2 ... 3%;
- B. 5 ... 9%;
- C. 9 ... 12%.
- D. 12 ... 25 %.

3.166. Pirms impregnēšanas ar šķidru dielektriķi, kabeļu papīra izolācija tiek pakļauta:

- A. Mehāniskai apstrādei;
- B. Sārmainai vārīšanai;
- C. Vārīšanai skābē;
- D. Ilgai žāvēšanai.

3.167. Izejmateriāls uztinamā papīra ražošanai ir:

- A. Nebalināta trekna maluma celuloze;
- B. Nebalinātas liesa maluma celuloze;
- C. Sulfāta celuloze;
- D. Sulfīta celuloze.

3.168. Pieaugot kondensatora papīra biezumam, tā elektriskā izturība:

- A. Palielinās;
- B. Nemainās.
- C. Samazinās;
- D. Tas nav atkarīgs no biezuma.

3.169. Kur tiek izmantots mikalentes papīrs?

- A. Lai izolētu izvadus un to savienojumus transformatoru tinumos un citos ar eļļu pildītu elektrisko aparātu tinumos;
- B. Lai izgatavotu elastīgu vizlas lenti;
- C. Lai izgatavotu plastmasas elektroizolācijas plastmasas - getinaksa ražošanai;
- D. Visiem nosauktajiem mērķiem.

3.170. Ko izmanto mikolentas papīra ražošanai:

- A. Garu štāpeļšķiedras kokvilnu ar šķiedrām, kas orientētas galvenokārt papīra garuma virzienā;
- B. Sulfāta celulozi;
- C. Vistīrāko trekna maluma sulfāta celulozi;
- D. Materiālu, kas nav norādīts iepriekšējās atbildēs.

4. nodaļa



4. PUSVADĪTĀJI MATERIĀLI

4.1. Pusvadītāju īpašības

Pusvadītāju materiāli ir cietas kristāliskas vielas **ar elektronu un caurumu vadītspēju**, kas pēc to īpatnējās elektriskās pretestības normālā temperatūrā ieņem vidējo starpstāvokli starp vadītājiem un dielektriķiem (izolatoriem).

Pusvadītāju materiālus visbiežāk **klasificē** pēc to ķīmiskā sastāvu, kā:

- ✓ **elementus** (vienkāršus pusvadītājus) **un**
- ✓ **savienojumus** (sarežģītus pusvadītājus).

Pēc sastāvdaļu skaita **ķīmiskie savienojumi** iedalās:

- ✓ divelementu (binārajos),
- ✓ trīselementu un
- ✓ daudzelementu.

Pusvadītāju atsevišķas sastāvdaļas bieži apzīmē ar latīņu burtiem A, B, C... un romiešu (dažreiz arābu) ciparu virsrakstā, kas apzīmē Mendelejeva ķīmisko elementu periodiskās tabulas elementu piederību grupai. Arābu cipars apakšindeksā norāda tā sastāvu kā ķīmiskajā formulā.

Tāda klasifikācija nav vienīgā, un pusvadītāji **tieklasificēti arī pēc elektriskās vadītspējas** veida:

1. tos, kuros dominē **elektronu** vadītspēja, sauc par „**N**” **negatīviem** pusvadītājiem, bet
2. tos, kuros dominē **caurumu** vadītspēja, sauc par “**P**” **pozitīviem** pusvadītājiem.

Vēl, **pēc to sastāva**, pusvadītāji tiek iedalīti **neorganiskajos un organiskajos pusvadītājos**, bet pēc struktūras izšķir **kristāliskos un amorfos** pusvadītājus.

Pusvadītāju materiāliem **piemīt vadītspēja**, kuru **var iespaidot un vadīt, izmainot spriegumu, temperatūru, gaismu vai citus faktoros**.

Pēc to spējas vadīt elektrisko strāvu, pusvadītāji atrodas ķēdēs starpposmā starp vadītājiem un dielektriķiem. Materiālu spēju vadīt elektrisko strāvu **raksturo īpatnējā elektriskā pretestība** ρ vai **īpatnējā elektriskā vadītspēja** y . Īpatnējās elektriskās pretestības ρ diapazons vadītājiem ir $1,6 \cdot 10^{-8}$ līdz $1 \cdot 10^6 \Omega \cdot m$ istabas temperatūrā. Zemfrekvences izolācijas materiāliem elektriskā pretestība p svārstās no $10^6 \dots 10^8$ līdz $10^{14} \dots 10^{16} \Omega \cdot m$. Pusvadītāju elektropretestība ir $10^{-6} \dots 10^9 \Omega$. Šīs robežas ir brīvi patvaļīgas un pārklājas noteiktā diapazonā, ņemot vērā šīs grupas materiālu īpatnības, proti, to elektrovadītspēja vienos apstākļos var būt lielāka nekā dielektriķiem, bet citos - mazāka nekā vadītājiem.

Viena no pusvadītāju materiālu īpašībām ir tā, ka pusvadītāju pretestība izmainās atkarībā no temperatūras. Piemēram, vadītāju materiāliem, pie nulles temperatūras, palielinās to īpatnējā elektriskā vadītspēja y , un, pārejot uz supravadošo stāvokli, tā iegūst bezgalīgi lielas vērtības.

Atšķirībā no vadītājiem - **pusvadītājiem temperatūrai samazinoties**, to īpatnējā elektriskā vadītspēja arī samazinās, un, kad temperatūra ir nulle (pēc Kelvina), pusvadītāji pārtrauc strāvas vadīšanu un pāriet dielektriķu kategorijā. Pieaugot temperatūrai, pusvadītāju īpatnējā elektriskā vadītspēja ievērojami palielinās. Šīs pusvadītāju darbības izmaiņas pēc temperatūras izmaiņām, ļauj izmantot siltumu, lai kontrolētu pusvadītāju īpatnējo elektrovadītspēju.

Pusvadītāju darbība ir atkarīga arī no tās iekšējās struktūras. Vadītāju materiālos vadītspēja ir saistīta ar brīvo lādiņu veidošanos, ko izraisa temperatūras un vadītāja iekšējās struktūras izmaiņas. Lai brīvie lādiņnesēji veidotos pusvadītāja materiālā ir nepieciešama ārējā enerģija (siltuma, mehāniskā slodze, apstarošana ar kodolmateriālu daļiņām, elektriskie un magnētiskie lauki utt.). Ja lādiņnesēji parādījās siltuma iedarbības rezultātā, tad tos sauc par līdzsvarotiem, jo ir vienādi pēc elektronu un caurumu skaita materiālā un praktiski strāvu nevada.

Lai izgatavotu pusvadītāju ierīces (dažādas diodes, tranzistorus utt.), **nepieciešami pusvadītāju materiāli ar nevienmērīgi lādiņnesēju sadalījumu**, t.i., ar krasi izteiktām N vai P tipa īpašībām. Lai tas notiktu un rezultātā pusvadītāja materiālā veidotos papildus - nevienmērīga sadalījuma lādiņnesēji, ir jāiedarbojas uz pusvadītāju ar citu ietekmes veidu.

Pusvadītāju materiālos lādiņnesēju sadalījums, tātad - vadītspēja dramatiski mainās, ieviešot pat nelielu **piemaisījumu atomu skaitu**. Tas ir atkarīgs ne tikai no daudzuma, bet arī no cita jeb ārzemju elementa veida, kurus sauc par **donoriem** (paliek pāri – elektroni) vai **akceptoriem** (pietrūkst – elektronu un veidojas caurumi). Piemēram, ieviešot 0,001% arsēna (V) vai indija (III) piemaisījumu ķīmiski tīrā germānijā (IV), tā vadītspēja palielinās 10 000 reīžu un vairāk.

Pusvadītāji ir apgriezeniski un ļauj apgriezt pārveidot elektroenerģiju pārveidot atkal siltumā, gaismā, mehāniskā veidā vai citādi.



Norādīt pareizo atbildi:

4.1. Pusvadītājiem ir raksturīga elektriskās pretestības atkarība no:

- A. Temperatūras izmaiņām;
- B. Sprieguma izmaiņām;
- C. Gaismas intensitātes;
- D. No piemaisījumu pievienošanas;
- E. No visiem minētiem faktoriem.

4.2. Samazinoties temperatūrai, pusvadītāju īpatnējā elektriskā vadītspēja:

- A. Samazinās;
- B. Palielinās;
- C. Nemainās;
- D. Nav atkarīga no temperatūras.

4.3. Brīvās kovalentās (pāra) orbītas aizvietošana ar brīvu elektronu tiek saukta par:

- A. Reģenerāciju vai rekombināciju;
- B. Elektronu caurumu pāri;
- C. Kovalento saitī;
- D. Elektrisko dreifu.

4.4. Legējošos piemaisījumus, kura atomi pusvadītājam piegādā brīvos elektronus, sauc par:

- A. Donoriem;
- B. Akseptoriem;
- C. Donoriem un akseptoriem;
- D. Brīvām zonām.

4.5. Kā sauc piemaisījumu atomus, kuriem ir mazāka valencenekā pusvadītāju atomiem un paši spēj sev pievienot elektronus.

- A. Donoriem;
- B. Akseptoriem;
- C. Donoriem un akseptoriem;
- D. Brīvām zonām.

4.6. Kā sauc vietu pusvadītāja atoma ārējā orbītā, kuru ir atstājis elektrons?

- A. Brīvais elektrons;
- B. Caurums;
- C. Donors;
- D. Akceptors.

4.7. Elektronu pārvietošanos pusvadītājā vienā virzienā un caurumu pārvietošanos - pretējā virzienā nosaka:

- A. Paša pusvadītāju elektriskā vadītspēja;
- B. Pusvadītāju caurumu elektrovadītspēja;
- C. Pusvadītāja caurumu un elektrovadītspēja.
- D. Pusvadītāju elektronu elektrovadītspēja;

4.8. Lai iegūtu jaunu pusvadītāju, kuram piemīt N - elektronu vadītspēja, pie esošā pusvadītāja (IV) pievieno vielu, kuras valenci raksturo sekojoši:

- A. Tā ir par vienu vienību mazāka nekā pamata pusvadītāja atomu valence;
- B. Tā ir par vienu vienību lielāka nekā pamata pusvadītāja atomu valence;
- C. Tā ir ar vienādu vienību skaitu kā pamata pusvadītāja atomu valence;
- D. Ir tikai caurumu vadītspēja, nevis elektroni.

4.9. Ciešu kontaktsadurvietu, divu tipu pusvadītājiem ar dažāda veida vadītspēju: elektronu un caurumu, sauc par:

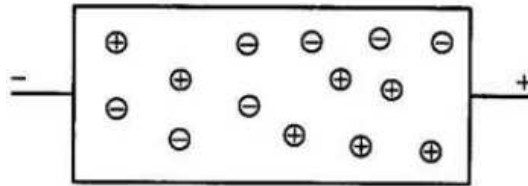
- A. Elektronu pāreju;
- B. P – N krustojumu;
- C. P – N pāreju;
- D. Diodi.

4.10. Kāda pastāv sakarība starp elektroniem un caurumiempusvadītāja iekšējās elektrovadītspējas gadījumā?

- A. Elektronu skaits ir vienāds ar caurumu skaitu;
- B. Caurumu skaits ir lielāks par elektronu skaitu;
- C. Caurumu skaits ir mazāks par elektronu skaitu;
- D. Caurumi ir mazāki par elektroniem.

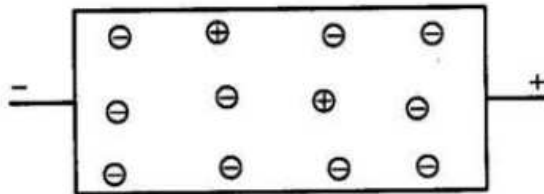
Pabeigt uzdevumu:

4.11. Norādīt attēlā 4.1. elektronu un caurumu kustības virzienus pusvadītāja iekšējās vadītspējas gadījumā:



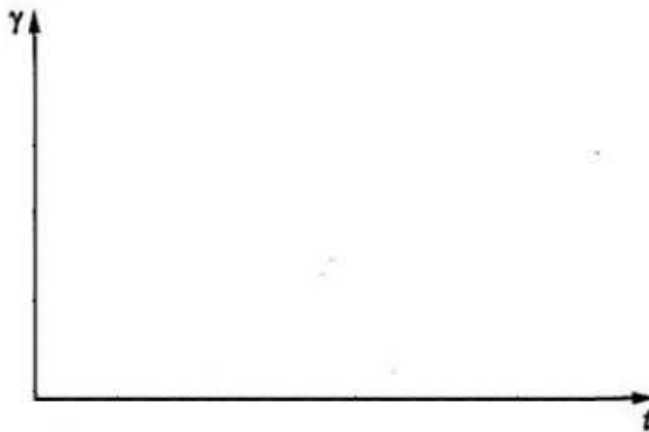
4.1. att. Elektronu un caurumu kustības virzieni pusvadītāja iekšējās vadītspējas gadījumā

4.12. Norādīt attēlā 4.2. elektronu un caurumu kustības virzienus pusvadītājam ar donora piemaisījumu.



4.2. att. Elektronu un caurumu kustības virzieni pusvadītājam ar donora piemaisījumu

4.13. Dotajā koordinātu sistēmā (4.3. att.) uzzīmēt pusvadītāja īpatnējās vadītspējas grafisko atkarību no temperatūras.



4.3. att. Pusvadītāju īpatnējās vadītspējas atkarība no temperatūras

4.14. Dotajā koordinātu sistēmā (4.4. att.) uzzīmējiet pusvadītāja strāvas un pretestības grafisko atkarību no pieliktā sprieguma.



4.4. att. Pusvadītāja strāvas un pretestības atkarība no pieliktā sprieguma

Atbildēt uz jautājumu:

4.15. Ar ko pusvadītāju materiāla raksturīgā iekšējās elektrovadītspēja atšķiras no piemaisījuma vadītspējas?

Atbilde:															

4.16. Kāpēc dažu pusvadītāju materiālu, piemēram, selēna, vadītspēja mainās gaismas ietekmē?

Atbilde:															

4.17. Ko nozīmē tenzorezistīvais efekts?

Atbilde:															

4.18. Kas notiek starp siltām un aukstām pusvadītāju materiālu sektoriem?

Atbilde:															

4.19. Kāda parādība notiek pusvadītāju materiālā pie tā daļēja apgaismojuma un kur šī parādība tiek izmantota?

Atbilde:															

4.20. Kādus pusvadītājus sauc par p tipa pusvadītājiem?

Atbilde:															

4.21. Kādā ārējā elektriskā lauka virzienā galvenokārt notiek elektronu pārvietošanās no viena pusvadītāja atoma uz otru. Uz kuru pusi pārvietojas caurumi?

Atbilde:														

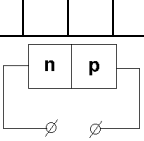
4.22. Kas ir P-N pāreja? Uzzīmēt shēmu un aprakstīt tās darbības principu!

Atbilde:														

4.23. Kas ir P-N pārejas galvenā īpašība un kam tā ir analoga?

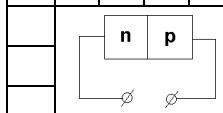
Atbilde:														

4.24. Barošanas avotam iezīmēt polaritāti (+ un -) tā, lai P-N pāreja tiktu ieslēgta sprostslēgumā? Pabeigt shēmu un aprakstīt tās darbību!

Atbilde:														
														

4.25. Barošanas avotam iezīmēt polaritāti (+ un -) tā, lai P-N pāreja tiktu ieslēgta caurlaides slēgumā? Pabeigt shēmu un aprakstīt tās darbību!

Atbilde:																								



4.26. Kāpēc palielinoties strāvai pusvadītājā, krasi samazinās tā pretestība?

Atbilde:																							

 Uzdevumi:
Pareizi:
Slēdziens:

 Expert
5:



4.2. Vienkārši pusvadītāji

Par vienkāršiem sauc tādus pusvadītājus, kuri tiek veidoti no viena ķīmiska elementa atomiem.



Izpildīt uzdevumu:

4.27. Pierakstīt, kuri no tālāk minētajiem materiāliem pieder pie vienkāršajiem pusvadītājiem: dzelzs, niķelis, kobalts, germānijs, telūrs, kālijs, silīcijs, selēns, bors, hēlijs, ogleklis, sudrabs, fosfors, sērs, antimons, arsēns, slāpeklis, jods, skābeklis, ūdeņradis, svins?

Atbilde:														

4.28. Pierakstīt, kuri no tālāk minētajiem materiāliem pieder pie vienkāršajiem pusvadītājiem: periodiskās sistēmas III grupas — bors; IV grupas — ogleklis, silīcijs, germānijs, alva; V grupas — fosfors, arsēns, antimons; VI grupas — sērs, selēns, telūrs; VII grupas — jods, norādot katram to kārtas numuru un iekavās – to ķīmisko apzīmējumu?

Atbilde:														

4.29. Aizpildīt tabulu. 4.1.

Tabula 4.1

Vienkāršu pusvadītāju galvenās īpašības

Pusvadītājs	Blīvums kg/m ³	Dielektri- skā caurlaidī- ba	Kušanas tem- -peratūra, °C	Īpatnējā pretestība Ω·m	Pielietojums
Germānijs					
Silīcijs					
Selēns					
Telūrs					

4.30. Germānija kristālu audzēšanā, epitaksiālo (viena kristāla audzēšana uz otra) slāņu nogulsnešanai tiek izmantots germānija tetrahlorīds GeCl4 (caurspīdīgs viegli pārvietojams šķidrums) vai germānija tetrajodīts GeI4 (dzeltena viela). **Uzrakstīt disproporcionēšanas (pašoksidēšanās – pašatjaunošanās) reakcijas ķīmisko vienādojumu, kā rezultātā iegūst monokristāla germānija epitaksiālo plēvi.**

Atbilde:

4.31. Silīcijs tiek iegūts stieņos (G-100mm un D-40mm) no savienojumiem vairākos veidos. **Uzrakstiet visbiežāk izmantotās metodes ķīmisko vienādojumu silīcija tetrahlorīda (SiCl4) reducēšanai ar cinku vai ūdeņraža tvaiku, silīcija iegūšanai.**

Atbilde:

4.32. Uzskaitiet kristāliskā germānija īpašības.

Atbilde:																				

4.33. Nosakiet pusvadītāju materiāla veidu pēc sekojoša apraksta: "Mendeļejeva Periodiskās sistēmas sestās grupas elements, var atrasties kā amorfā, tā arī kristāliskā stāvoklī. Izejvielas materiāla ražošanai ir atliekas, kas rodas vara elektrolītiskās rafinēšanas procesā. "

Atbilde:																				

4.34. Nosakiet pusvadītāju materiāla veidu pēc šāda apraksta: " Mendeļejeva Periodiskās sistēmas sestās grupas elements, kas tiek izmantots sakausēju-mu sastāvos ar bismutu, antimonu un svinu termoelektrisko ģeneratoru ražošanā."

Atbilde:																				

4.35. Uzskaitīt pusvadītāju monokristālu iegūšanas metodes.

Atbilde:																				

Norādīt pareizo atbildi:

4.36. Germānijam galvenie akceptoru piemaisījumi ir:

- A. Gallijs;
- B. Indijs;
- C. Alumīnijs;
- D. Visi uzskaitītie elementi.

4.37. Donoru līmeni germānijā rada:

- A. Arsēns un antimons;
- B. Bismuts un fosfors;
- C. Litijs;
- D. Visi uzskaitītie elementi.

4.38. Pusvadītāju ražošanā tīru monokristāla silīcijuizmanto:

- A. Pastāvīgi;
- B. Ļoti reti;
- C. Nelieto vispār;
- D. Nav pareizās atbildes.

4.39. Galvenie donora piemaisījumi silīcijam ir Mendelejeva Periodiskās sistēmas elementi:

- A. Piektās grupas;
- B. Pirmās grupas;
- C. Ceturtās grupas;
- D. Trešās grupas.

4.40. Tīrs selēns pēc savas īpatnējās elektriskās pretestības ir:

- A. Tuvs izolatoriem (dielektriķiem);
- B. Tuvs vadītājiem;
- C. Tas ieņem vidējo stāvokli starp vadītājiem un dielektriķiem;
- D. Tuvs magnētiskiem materiāliem.



4.3. Pusvadītāju savienojumi

Lai radītu pusvadītāju materiālus ar atšķirīgām īpašībām, tiek plaši izmantoti sarežģīti neorganiskie un organiskie pusvadītāju savienojumi. Sarežģītu pusvadītāju struktūru **veido dažādu ķīmisko elementu atomi.**



Izpildīt uzdevumu:

4.41. Aizpildīt tabulu 4.2.

Tabula 4.2

Sarežģītu pusvadītāju galvenās īpašības

Pusvadītāju materiāls	Ķīmiskā formula	Blīvums, kg/m^3	Īpatnējā elektriskā pretestība, $\Omega \cdot \text{m}$	Pielietojums
<i>Silīcija karbīds</i>				
<i>Gallija arsenīds</i>				
<i>Gallija fosfīds</i>				
<i>Indija arsenīds</i>				

4.42. Noteikt pusvadītāja savienojuma veidu pēc šāda apraksta: "Svarīga un plaši izmantota šī materiāla īpašība ir tā spēja luminiscēt redzamā spektra daļā. Pateicoties augstajai cietībai, to izmanto arī citu materiālu apstrādei." Uzrakstīt šī savienojuma ķīmisko formulu!

4.43. Noteikt pusvadītāju savienojuma veidu pēc šāda apraksta: "Šim pusvadītāju materiālam ir augsts termo - EDS koeficients un zema siltuma vadītspēja, tāpēc to plaši izmanto, lai radītu pusvadītāju termoelementus, kas darbojas 300... 700 °C temperatūrā." Uzrakstiet šī savienojuma ķīmisko formulu.

Atbilde:																				

4.44. Uzrakstiet, kas ir stiklveidīgums. Norādiet, kuri materiāli attiecas pie stiklveidīgiem pusvadītājiem.

Atbilde:																				

4.45. Uzskaitejiet organisko cieto pusvadītāju piecas grupas un nosauciet to pielietošanas jomas.

Atbilde:																				

4.46. Nosaukt galvenos kritērijus organisko pusvadītāju izmantošanai?

4.47. Norādīt, kuri no zemāk minētajiem ķīmiskajiem savienojumiem pieder pie pusvadītājiem: CuCl , CO_2 , KOH , AgBr , H_2O , NiO , Fe_2O_3 , H_2SO_4 , HCl .

Atbilde:																				

4.48. Nosaukt norādītos pusvadītāju bināros ķīmiskos savienojumus: GaAs , CdTe , CdS , CuCl , AgBr , Cu_2O , CuS utt., ZnCl_2 , GaS , Fe_2O_3 , NiO ?

Atbilde:																				

4.49. Nosaukt norādītos pusvadītāju trīskārtējos ķīmiskos savienojumus: CuAlS_2 , CuAsS_2 , ZnSiAs_2 , PbSiSe_2 ?

Atbilde:																				

4.50. Nosaukt, no pusvadītāju materiāliem izgatavotu ierīci, kuru var izmantot elektrisko signālu pastiprināšanai un vadīšanai?

Atbilde:																				



Uzdevumi:
Pareizi:
Slēdziens:



Expert
5:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



5. nodaļa MAGNĒTISKIE MATERIĀLI

5.1. Magnētisko materiālu galvenās īpašības

Magnētiskās īpašības piemīt jebkuriem materiālam. Ja tādus materiālus ienes magnētiskā laukā, tad tie magnetizējas un dažādi pat saglabā savu magnētismu arī pēc ārējā magnētiskā lauka pārtraukšanas.

Magnētiskie materiāli ir tādi materiāli, kas var magnetizēties ārējā magnētiskā lauka iedarbībā, t.i., iegūt raksturīgas magnētiskās īpašības.

Materiālu magnētiskās īpašības **novērtē ar** parametriem, kurus sauc par **magnētiskajiem raksturlielumiem**. Katrs raksturlielums izsaka savu magnētisko īpašību. Magnētisko īpašību **noteikšanai ir** izstrādāta speciāla mērvienību sistēma, ar kuras palīdzību magnētiskie **raksturlielumi iegūst konkrētu vērtību** ciparu izteiksmē. Katrs magnētisko materiālu raksturlielums tiek **izteikts ar matemātisku formulu**, kas novērtē šīs īpašības.

Materiālu magnētiskās īpašības raksturo:

- histerēzes cilpa,
- magnetizēšanas līkne,
- magnētiskā caurlaidība un
- magnetizēšanas enerģijas zudumi.

Magnētisko materiālu galvenie raksturlielumi:

- ✓ **B – magnētiskā indukcija**, kas ir atkarīga no vides magnētiskām īpašībām, tiek apzīmēta ar burtu B (T) un skaitliski to izsaka kā magnētiskā lauka intensitātes H(A/m) reizinājumu ar absolūto vērtību magnētisko caurlaidību μ_a (H/m): **$B = \mu_a \cdot H$** .
- ✓ **μ – magnētiskā caurlaidība** ir lielums, kas izsaka dažādu materiālu magnetizēšanās spēju, ir nenosaukts skaitlis (bezdimensijas vērtība) un rāda, cik reizes dotā materiāla absolūtā magnētiskā caurlaidība μ_a ir lielāka par magnētisko konstanti μ_0 ; **$\mu = \mu_a / \mu_0$** ;
kur μ_0 – magnētiskā konstante, kas ir $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} = 1,256 \cdot 10^{-6}$ (H/m);
- ✓ **B_s – piesātinājuma indukcija** (T), kurā praktiski tās vērtība neizmainās, izmainoties ārējai magnētiskā lauka intensitātei;
- ✓ **B_r – remanentā jeb paliekošā magnētiskā indukcija** (T), t.i., raksturo saglabāto lauku materiālā, pie ārējā magnētiskā lauka intensitātes, kas vienāda ar nulli;
- ✓ **H** - magnētiskā lauka intensitāte H(A/m), kas raksturo lauku katrā tāpunktā;
- ✓ **H_C – koercitīvais jeb aizmurošais spēks**, (A/m), kas raksturo materiāla spēju saglabāt magnētismu, un ir vienāds ar magnētiskā lauka intensitāti, pie kuras magnētiskā indukcija kļūst vienāda ar nulli;
- ✓ **α_t – histerēzes cilpas taisnleņķības koeficients**, kas raksturo histerēzes robežcilpas taisnleņķību, un to izsaka no attiecības: **$\alpha_t = B_r / B_{\max}$** ;
kur B_{\max} - maksimālā magnētiskā indukcija;

- ✓ ω – īpatnējā tilpuma enerģija J/m^3 , t.i., enerģija, ko rada pastāvīgais magnēts gaisa spraugā (starp poliem), un attiecas uz tā tilpuma vienību. Maksimālo ω vērtību nosaka pēc formulas: $\omega_{\max} = BH/2$.

Atkarībā no magnētiskās caurlaidības μ magnētiskie materiāli pēc struktūras tiek iedalīti diamagnētiķos, paramagnētiķos un feromagnētiķos.

Ja $\mu > 1$, t.i., ir pozitīvs lielums, šādas struktūras materiālus sauc par **paramagnētiķiem**. Pie šīs grupas pieder platīns, alumīnijs, magnijs, titāns, cirkonijs un ugunsizturīgi metāli. Tie magnetizējas vāji, bet to magnētiskais lauks vērsts ārējā magnetizēšanas lauka virzienā.

Ja $\mu < 1$, t.i., ir negatīvs lielums, šādas struktūras materiālus sauc par **diamagnētiķiem**. Pie šīs grupas pieder varš, sudrabs, zelts, berilijs, cinks, pusvadītāji Ge un Si, supravadītāji. Tie vāji magnetizējas virzienā, kas ir pretējs magnētiskā lauka virzienam.

Ja $\mu \gg 1$, t.i., ja daudzkārt lielāks par vienu, kas ir paramagnētiķu īpašs gadījums, tad šādas struktūras materiālus sauc par **feromagnētiķiem**. Šī ir īpaša materiālu grupa, pie kuras pieder dzelzs, niķelis, kobalts, daudzi retzemju metāli, kā arī ķīmiski vielu savienojumi sakausējumos.

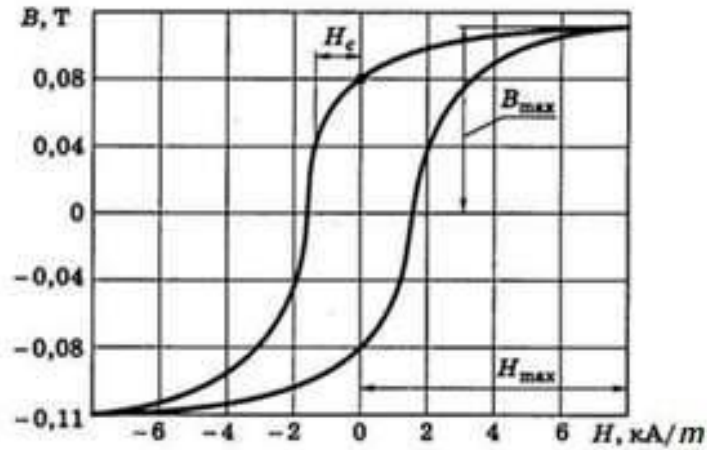
Atkarībā no koercitīvā spēka **H_c** un magnētiskās caurlaidības **μ** , visi magnētiskie materiāli nosacīti tiek iedalīti **magnētiski cietos** un **magnētiski mīkstos** materiālos.

Iepriekš aprakstītie magnētiskie lielumi ir feromagnētisko materiālu galvenie magnētiskie raksturlielumi, kas ļauj novērtēt materiālu spēju magnetizēties. Atbilstoši to vērtībām visus feromagnētiskos materiālus var iedalīt divās galvenajās grupās.



Izpildīt uzdevumu:

5.1. Izmantojot attēlu 5.1, noteikt α_t – histerēzes cilpas taisnleņķības koeficientu:



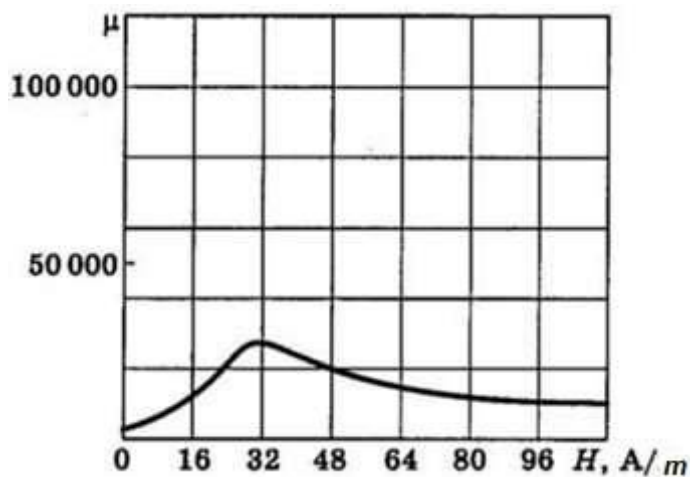
5.1. att. Histerēzes cilpa

Dots:																	
Aprēķināt:																	
Risinājums:																	
Atbilde:																	

5.2. Noteikt permaloja absolūto magnētisko caurlaidību, ja šī materiāla īpatnējā magnētiskā caurlaidība $\mu = 6\,000$.

Dots:																				
Aprēķināt:																				
Risinājums:																				
Atbilde:																				

5.3. Izmantojot tīras dzelzs magnētiskās caurlaidības μ grafisko atkarību no magnētiskā lauka intensitātes H (5.2. att.), aprēķināt tīras dzelzs absolūtās magnētiskās caurlaidības μ_a vērtības pie sekojošām magnētiskā lauka intensitātes H vērtībām: 32 A/m; 64 A/m; 96 A/m. Paskaidrot iegūtos rezultātus.



5.2. att.

5.4. att. Tīras dzelzs magnētiskās caurlaidības μ grafisko atkarību no magnētiskā lauka intensitātes H vērtībām 0 16 32 48 64 80 96, A/m.

Dots:																				
Aprēķināt:																				
Risinājums:																				
Atbilde:																				

5.5. Uzzīmēt histerēzes cilpu magnētiskajam materiālam, kuram ir sekojoši raksturlielumi: piesātinājuma indukcija 1,2 T tiek sasniegta pie magnētiskā lauka intensitātes 13 A/m, paliekošā magnētiskā indukcija 1.0 T, bet – koercitīvais spēks 10 A/m.

Dots:																				
Aprēķināt:																				
Risinājums:																				
Atbilde:																				

5.6. Ievietot tekstā iztrūkstošos vārdus:

Katra magnētiskā materiāla īpašības mainīgā magnētiskā laukā kvalitatīvi raksturo tā un

..... attēlo kā materiālā mainās magnētiskā indukcija atkarībā no dažādām ārējā magnetizējošā lauka vērtībām.

Lai materiālu atmagnetizētu, tad materiāls jāpakļauj virziena magnētiskajam laukam.

Parādību, ka magnētiskās indukcijas izmaiņas atpaliek no ārējā magnētiskā lauka intensitātes izmaiņām, sauc par

Noslēgto, kas attēlo magnētiskās indukcijas izmaiņu pārmagnetizēšanas ciklā, sauc par

Histerēzes robežcilpas krustpunkti ar koordinātu asīm izsaka magnētiskā materiāla būtiskākās īpašības: remanento (.....) un koercitīvo (.....).

Magnētisko materiālu periodiski pārmagnetizējot, rodas zudumi, kā rezultātā materiāls

Jo lielāks ir α_t , jo histerēzes cilpa ir

Magnētiska materiāla magnētiskais raksturlielums, kas maksimāli to raksturo, ir , J/m^3 .

Norādīt pareizo atbildi:

5.7. Magnētisko materiālu īpašības novērtē, izmantojot:

- A. Magnētiskos gabarītus;
- B. Magnētiskos raksturlielumus;
- C. Magnētiskās raksturlīknes;
- D. Magnētiskās atkarības.

5.8. Jo lielāka ir magnētiskā caurlaidība, jo materiāls:

- A. Vieglāk magnetizējas;
- B. Grūtāk magnetizējas;
- C. Vieglāk pārmagnetizējas;
- D. Magnetizēšanas īpašības nav atkarīgas no tās vērtības.

5.9. Magnētiskā caurlaidība lielā mērā ir atkarīga no:

- A. Magnētiskās indukcijas lieluma;
- B. Magnētiskā lauka intensitātes;
- C. Īpatnējās magnētiskās tilpuma enerģijas;
- D. Materiāla iekšējām īpašībām.

5.10. Lai atmagnetizētu materiāla paraugu, ir nepieciešams, lai:

- A. Magnētiskā indukcija B sasniegtu nulli;
- B. Magnētiskā lauka intensitātes H vektors izmainītu savu virzienu uz pretējo;
- C. Magnētiskā indukcija B un lauka intensitāte H sasniegtu nulli;
- D. Magnētiskā indukcija B sasniegtu maksimumu.

5.11. Kā izmainās materiālā magnētiskās īpašības, palielinoties paliekošai magnētiskai indukcijai B_r ?

- A. Palielinās;
- B. Samazinās;
- C. Neizmainās.
- D. Izzūd.

5.12. Magnētiskos materiālos enerģijas zudumi no virpuļstrāvām P_v ir atkarīgi no:

- A. Paliekošās magnētiskās indukcijas B_r ;
- B. Koercitīvā spēka lieluma H_C ;
- C. Magnētiskā materiāla īpatnējās pretestības ρ ;
- D. No parametra, kas nav minēts iepriekšējās atbildēs.

5.13. Kas ir enerģijas zudumu cēlonis maiņstrāvas mašīnās, aparātos un ierīcēs, ja magnētiskie materiāli periodiskas pārmagnetizēšanas rezultātā var pārkarst?

- A. Magnētiskā materiāla biezums;
- B. Materiāla īpatnējā pretestība;
- C. Magnētiskā histerēze;
- D. Magnētiskās histerēzes cilpas laukums.



Uzdevumi:

Pareizi:

Slēdziens:



Expert

5:

A series of horizontal dotted lines for writing, consisting of 20 lines.

5.2. Magnētiski cietie materiāli

Magnētiski cietajiem materiāliem ir raksturīgs liels koercatīvais spēks ($R_c \gg 40$ A/m) un liela paliekošā indukcija ($B_r > 0,1$ T), tātad plata histerēzes cilpa. Šie materiāli ar lielām grūtībām magnetizētas, bet uzmagnetizēti, tie var vairākus gadus saglabāt magnētisko enerģiju, t.i., kalpot kā pastāvīga magnētiskā lauka avoti.

Magnētisko cieto materiālu galvenie raksturlielumi ir koercatīvais spēks H_c , paliekošā indukcija B_r un maksimālā īpatnējā magnētiskā enerģija w_{max} , kas tiek atdota ārējai videi.



Norādīt pareizo atbildi:

5.14. Magnētiski cietiem materiāliem magnētiskie caurlaidība ir:

- A. Ievērojami lielāka nekā magnētiski mīksti materiāliem;
- B. Ievērojami mazāka nekā magnētiski mīksti materiāliem;
- C. Apmēram vienāda ar magnētiski mīksto materiālu.
- D. Neatkarīga no materiāla veida.

5.15. Novērtējot magnētiski cieto materiālu kvalitāti, ievēro:

- A. Koercitīvo spēku H_c ;
- B. Paliekošo magnētisko indukciju B_r ;
- C. Maksimālo īpatnējo magnētisko enerģiju w_{max} ;
- D. Visus iepriekš uzskaitītos parametrus.

5.16. Jo "cietāks" magnētiskais materiāls, jo:

- A. Lielāks koercitīvais spēks H_c ;
- B. Lielāka paliekošā magnētiskā indukcija B_r ;
- C. Mazāka tā magnētiskā caurlaidība μ ;
- D. Visas atbildes ir pareizas.

5.17. Kā var paaugstināt magnētisko raksturlielumu līmeni sakausējumiem, kuri satur vai vairāk par 15% kobalta?

- A. Lietojot atlieto magnētu termomagnētisko apstrādi;
- B. Lietojot dispersijas cietināšanu;
- C. Lietojot mākslīgo vecināšanu;
- D. Lietojot visos uzskaitītajos paņēmienus;
- E. Lietojot iepriekšējās atbildēs nenorādīto paņēmieni.

5.18. Lai stabilizētu magnētiskās īpašības, visi magnēti tiek pakļauti:

- A. Dispersijas cietināšanai;
- B. Mākslīgai vecināšanai;
- C. Termomagnētiskai apstrādei;
- D. Visi uzskaitītiem procesiem.

Izpildīt uzdevumu:

5.19. Ievietojiet trūkstošos vārdus:

Metāliskos magnētiski cietos materiālus var iedalīt trīs pamatgrupās:

.....

Metāliskos magnētiski cietos materiālus galvenokārt izmanto, lai izgatavotu

.....

Magnētiskie cietiem materiāliem atbilst

histerēzes cilpa.

Martensīta struktūra oglekļa tēraudos tiek iegūta, izmantojot to.....

.....

.....

Pulverveida magnētiski cietos materiālus pielieto, lai izgatavotu

.....

.....

Pulverveida magnētiski cietos materiālus iedala metālkeramikas,

metālplastiskos un

5.20. Aizpildīt tabulu 5.1.

Tabula 5.1

Metālisko magnētiski cieto materiālu galvenās īpašības

<i>Metāliskie magnētiski cieti materiāli</i>	<i>Saturs</i>	<i>Materiālu magnētiskie raksturlielumi</i>		<i>Priekšrocības</i>	<i>Trūkumi</i>
		<i>H_C, A/m</i>	<i>B_r, T</i>		
Legētie martensīta tēraudi					
Dzelzs-niķeļa – alumīnija sakausējumi					
Nekaļamie metālkeramiskie materiāli					

Atbildēt uz jautājumu:

5.21. Kādām prasībām ir jāatbilst magnētiskajiem materiāliem priekš medijiem?

Atbilde:																					

5.22. Kas ir šķidrie magnēti un kur tie tiek izmantoti?

Atbilde:																					



Uzdevumi:
Pareizi:
Slēdziens:



Expert
5:

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....



5.3. Magnētiski mīksti materiāli

Magnētiski mīksti materiāli raksturojas ar lielām sākotnējām un maksimālām magnētiskās caurlaidības vērtībām un mazām koercatīvā spēka vērtībām ($H_c < 40 \text{ A/m}$). Šie materiāli viegli magnetizējas un atmagnetizējas.



Norādīt pareizu atbildi:

5.27. Metālisko magnētiski mīksto materiālu magnētisko raksturlielumu līmenis ir atkarīgs no:

- A. To ķīmiskās tīrības;
- B. To kristāliskās struktūras izkropļošanas pakāpes;
- C. No termiskās apstrādes;
- D. No visiem minētiem faktoriem.

5.28. Galvenie metālisko magnētiski mīksti materiāli ir:

- A. Permalojs, alsifers, silīcija tērauds;
- B. Martensīta un mazoglekļa silīcija tēraudi;
- C. Permalojs un ferīti;
- D. Visi uzskaitītie materiāli.

5.29. Lai uzlabotu permaloju tehniskās īpašības, ir jāpievieno:

- A. Volframs, hroms, molibdēns;
- B. Ogleklis, dzelzs;
- C. Molibdēns, hroms, varš;
- D. Visi uzskaitītie materiāli.

5.30. Permaloja detaļas tiek pakļautas papildu atlaidināšanai, lai:

- A. Palielinātu mehānisko izturību;
- B. Uzlabotu permaloja magnētiskās īpašības;
- C. Abiem konkrētiem mērķiem;
- D. Nevienam no minētiem.

5.31. Permaloja magnētiskā caurlaidība bez termiskās apstrādes ir:

- A. Mazāka nekā dzelzs;
- B. Lielākā nekā dzelzs;
- C. Vienāda ar dzelzi.
- D. Tāda pati, kā ar termisko apstrādi.

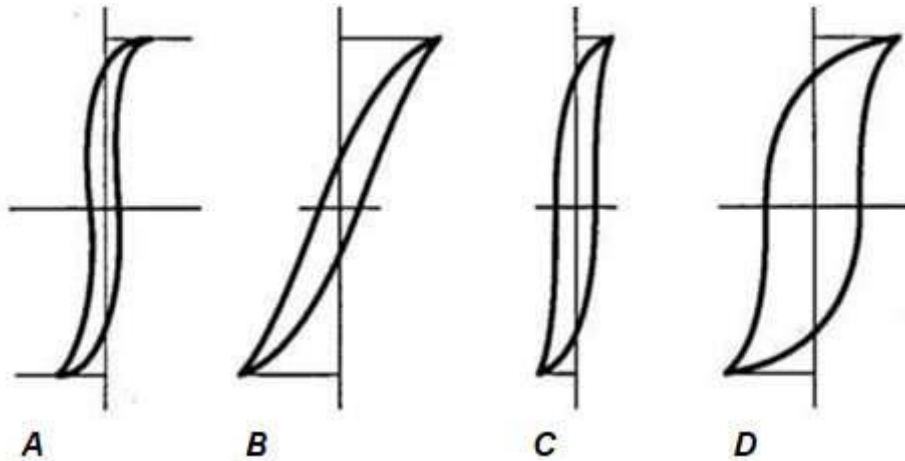
5.32. Šie nekaļamie trauslie sakausējumi, kas sastāv no dzelzs, alumīnija (5,5 ... 13%) un silīcijs (9 ... 10%) tiek izmantoti lieto serdeņu ražošanai, kas darbojas frekvenču diapazonā no 20 kHz. Norādītais apraksts atbilst:

- A. Alsiferiem;
- B. Permalojiem;
- C. Martensīta tēraudiem;
- D. Ferītiem.

Izpildīt uzdevumu:

5.33. Pēc histerēzes līkņu formas, kas parādītas 5.3. attēlā, noteikt magnētisko materiālu veidus un norādīt to atbilstošajās rindās:

- A.;
- B.;
- C.;
- D.



5.3. att. Dažādu magnētisko materiālu histerēzes cilpas

5.34. Aizpildīt tabulu 5.2

Tabula 5.2

Magnētiski mīksto materiālu galvenieraksturlielumi

<i>Magnētiski mīkstā materiāla nosaukums</i>	<i>Ķīmiskais sastāvs</i>	<i>Magnētiskie raksturlielumi</i>		<i>Priekšrocības</i>	<i>Trūkumi</i>
		<i>H_c, A/m</i>	<i>B_r, T</i>		
Permalojs					
Alsifers					
Elektrotehniskā dzelzs					
Elektrotehniskais silīcija tērauds					

5.35. Ievietojiet trūkstošos vārdus:

Galvenais zudumu veids magnētiski mīkstos materiālos ir
 Lai samazinātu zudumus ir nepieciešams samazināt atsevišķu magnētiski mīksto materiālu loksnes biezumu.
 Labākās permaloju magnētiskās īpašības tiek sasniegtas ja
 tos vakuumā.
 No alsifera izgatavo

Atbildēt uz jautājumu

5.36. Kādām magnētiskās īpašības ir jāpiemīt magnētiski mīkstiem materiāliem?

Atbilde:

5.37. Kas bez ķīmiskā sastāva papildus ietekmē tehniski tīras dzelzs magnētiskās īpašības?

Atbilde:

5.38. Kāpēc elektrotehniskā dzelzs tiek izmantota retāk nekā citi magnētiski mīksti materiāli?

Atbilde:

5.39. Kāda veida tērauda izmantošana ļauj samazināt dažāduveidu transformatoru masu par 20 ... 40%?

Atbilde:														

5.40. Kā attiecas pret mehāniskām deformācijām visu veidu permaloji?

Atbilde:														

5.41. Atzīmējiet 5.3. tabulā, kurš apgalvojums attiecas uz magnētiski mīkstajiem un kurš – uz magnētiski cietajiem materiāliem:

Tabula 5.3.

<i>Apgalvojums par materiāliem:</i>	<i>magnētiski mīksti</i>	<i>magnētiski cieti</i>
Tiem raksturīgas lielas koercitīvā spēka H_c vērtības		
Tiem raksturīgas lielas paliekošās indukcijas B_r vērtības		
Tiem raksturīga plata histerēzes cilpa		
No tiem izgatavo elektromotoru serdes		
No tiem izgatavo transformatoru serdes		
No tiem izgatavo kompasu adatas		
No tiem izgatavo patstāvīgos magnētus		
No tiem izgatavo elektromagnētus		

Izmantotās literatūras saraksts:

1. О. Кекина. Электротехнические материалы. Самара, 2015.
2. Е.Привалов. Электротехническое материаловедение. М.-Берлин, 2015.
3. Л. Журавлева. Электротехническое материаловедение. Академия, 2013.
4. В.Филикова. Электротехнические и конструкционные материалы. Академия, 2005.
5. И. Алиев. Электротехнические материалы и изделия. Москва, 2005.
6. O.Pētersons. Materiālu mācība metālapstrādātājiem. Rīga. 1999.
7. M.Dobelis. Elektrotehniskie materiāli. Rīga, 1997.