**Profesionālās izglītības kompetences centrs**

**Rīgas Valsts tehnikums**

**Apgaismes elektroiekārtas**

Lekciju konspekts

Vladimirs Meļņikovs

|  |
| --- |
| **es_zils_dzeltens_ar_parakstu_2ESF**        **IEGULDĪJUMS TAVĀ NĀKOTNĒ** |

**Rīga**

**2012**

**PRIEKŠVĀRDS**

Lekciju konspekts „Apgaismes elektroiekārtas” paredzēts Rīgas Valsts tehnikuma Enerģētikas specialitātes izglītojamiem. Elektriskās apgaismes iekārtas aptver kompleksu, kas sastāv no sadalnes ietaisēm, maģistrālajiem un grupu elektriskajiem tīkliem, elektriskās apgaismošanas aparātiem, gaismas avotiem – spuldzēm, gaismekļiem, dažādiem elektroietaišu ražojumiem un arī no stiprināšanas konstrukcijām un aizsardzības konstrukcijām.

Racionāli ierīkotas elektriskās apgaismošanas ietaises sekmē higiēnisku darba apstākļu radīšanu, darba ražīgumu un izlaižamās produkcijas kvalitātes paaugstināšanu.

Elektriskajam apgaismojumam tiek patērēts 10…15% no visas mūsu zemē ražotas elektroenerģijas.

Lekciju konspekts "Apgaismes elektroiekārtas" ir uzrakstīta kā metodiskais materiāls šādu priekšmetu apgū­šanai: „Elektroiekārtu montāža, apkope”, „Elektroapgāde”.

Pirmajā nodaļā doti pamatjēdzieni un mērvienības atbilstoši standartam EN 12665. Pārējās nodaļas veltītas konkrētām apgaismes elektroiekārtu grupām: to darbības principiem, uzbūvei, lietošanai un izvēlei. Katras nodaļas beigās ir aparātu izvēles piemēru un jautājumiem paškontrolei. Aparātu izvēlei nepieciešamās tabulas atrodamas pielikumā.

221. lapaspuses, 209. ilustrācijas, 89. tabulas, 52. bibliogrāfiskie nosaukumi.

**SATURS**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Priekšvārds | | | 2 |
|  | Saturs | | | 3 |
| 1. | Pamatjēdzieni un mērvienības | | | 5 |
| 2. | Gaismas avoti | | | 13 |
|  | 2.1. | Kvēlspuldzes | | 14 |
|  |  | 2.1.1. | Parastas kvēlspuldzes | 15 |
|  |  | 2.1.2. | Halogēnās kvēlspuldzes | 19 |
|  | 2.2. | Luminiscentās spuldzes | | 21 |
|  |  | 2.2.1. | Luminiscento spuldžu klasifikācija | 21 |
|  |  | 2.2.2. | Luminiscento spuldžu tipi | 22 |
|  | 2.3. | Izlādes spuldzes | | 33 |
|  |  | 2.3.1. | Dzīvsudraba loka spuldzes | 33 |
|  |  | 2.3.2. | Halogēna metāltvaiku spuldzes | 35 |
|  |  | 2.3.3. | Nātrija tvaiku spuldzes | 38 |
|  |  | 2.3.4. | Augstfrekvences Indukcijas spuldzēs | 41 |
|  |  | 2.3.5. | Gaismas diodi | 42 |
|  | 2.4. | Apgaismes avotu salīdzinājums | | 44 |
| 3. | Spuldžu ieslēgšanas iekārtas | | | 46 |
|  | 3.1. | Kvēlspuldžu slēguma shēmas | | 46 |
|  | 3.2. | Luminiscento spuldžu ieslēgšanas iekārtas | | 46 |
|  | 3.3. | Izlādes spuldzes ieslēgšanas iekārtas | | 53 |
| 4. | Apgaismes ierīces | | | 55 |
|  | 4.1. | Apgaismes ķermeņa tehniskie parametri | | 55 |
|  | 4.2. | Apgaismes gaismekli | | 63 |
|  | 4.3. | Gaismekļu montāža | | 65 |
|  | 4.4. | Gaismekļu materiāli | | 66 |
| 5. | Apgaismes elektroietaišu ierīces | | | 68 |
|  | 5.1. | Apgaismošanas instalācijas slēdži | | 68 |
|  | 5.2. | Regulatori | | 74 |
|  | 5.3. | Strāvas noplūdes automātiskie slēdži | | 75 |
|  | 5.4. | Spraudņu savienojumi | | 76 |
| 6. | Apgaismes elektroietaišu shēmas un sadalnes iekārtas | | | 83 |
|  | 6.1. | Apgaismes elektroietaišu shēmas | | 83 |
|  | 6.2. | Zemēšanas veidi | | 87 |
|  | 6.3. | Apgaismošanas shēmu rasējumi | | 90 |
|  | 6.4. | Sadalnes iekārtas | | 93 |
| 7. | Apgaismojuma vadīšana | | | 111 |
| 8. | Apgaismes tīklu aprēķini | | | 121 |
|  | 8.1. | Apgaismes tīkla vadu un kabeļu izvēles nosacījumi | | 121 |
|  | 8.2. | Apgaismes tīklu ierīkošanas pamatprincipi | | 121 |
|  | 8.3. | Elektroapgaismes tīkla vadu šķērsgriezumu aprēķins | | 122 |
|  | 8.4. | Apgaismes tīkla aprēķins uz minimālo vadu materiāla patēriņu | | 127 |
|  | 8.5. | Pieļaujamie sprieguma zudumi apgaismes tīklos atkarība no slodzes jaudas un transformatora noslodzes | | 129 |
|  | 8.6. | Dzīvojamo un administratīvo ēku apgaismes slodzes aprēķins | | 135 |
| 9. | Elektriskais apgaismojums | | | 138 |
|  | 9.1. | Elektriskā apgaismojuma aprēķins | | 138 |
|  | 9.2. | Apgaismojuma izvēle dzīvokļos | | 145 |
|  | 9.3. | Vietējais apgaismojums | | 147 |
|  | 9.4. | Apgaismojums darba telpās | | 150 |
|  | 9.5. | Apgaismojuma lietderības pakāpe | | 151 |
|  | 9.6. | Apgaismojuma izmaksas | | 154 |
|  | 9.7. | Apgaismojuma sanācijas piemēri | | 154 |
| 10. | Apgaismošanas tīklu uzbūve | | | 156 |
|  | 10.1. | Apgaismes instalācijas elementu sagatavošana | | 156 |
|  | 10.2. | Elektroinstalācijas veidi | | 157 |
|  | 10.3. | Apgaismes ietaišu atklātās instalācijas montāža | | 161 |
|  |  | 10.3.1. | Atklātās instalācijas montāža tieši pa celtniecības konstrukciju virsmām | 161 |
|  |  | 10.3.2. | Atklātās instalācijas montāža uz izolējošiem balstiem | 166 |
|  |  | 10.3.3. | Atklātās instalācijas montāža caurules | 168 |
|  |  | 10.3.4. | Atklātās instalācijas montāža kanālos | 173 |
|  | 10.4. | Trošu instalācijas montāža | | 177 |
|  | 10.5. | Apgaismošanas kopņvadi | | 182 |
|  | 10.6. | Segtās instalācijas montāža | | 186 |
|  |  | 10.6.1. | Segtā instalācija puscietās caurulēs | 188 |
|  |  | 10.6.2. | Segtā instalācija plastmasas caurulēs | 189 |
|  | Pielikumu | | | 192 |
|  | Izmantotā literatūra | | | 220 |

**1. NODAĻA**

**PAMATJĒDZIENI UN MĒRVIENĪBAS**

Gaisma ir elektromagnētiskas viļņi, ko sauc arī par elektromagnētisko starojumu. Mūsu lielākais dabiskais gaismas avots ir saule. Turpretim kvēlspuldzes, luminiscentās lampas vai gaismu emitējoši fotopusvadītāji ir mākslīgi gaismas avoti, kuros dažādā veidā elektriskā enerģija tiek pārveidota gaismas enerģijā, t.i., starojuma enerģijā. Redzamā, cilvēka acij uztveramā gaisma, ir tikai pavisam neliela daļa no plašā elektromagnētisko viļņu spektra. Tas sniedzas no tehniskās maiņstrāvas ar zemu frekvenci līdz pat kosmiskajam starojumam ar ļoti augstu frekvenci. Tā kā elektromagnētisko viļņu izplatīšanās ātrums, tāpat kā gaismas ātrums, ir *с =* 300 000 km∙s-1 jeb 3∙108 m∙s-1 , tad pastāv noteikta sakarība starp starojuma frekvenci/(Hz) un elektromagnētisko svārstību viļņu garumu *λ* (m). To izsaka vienādojums:

 (1.1)

Elektromagnētisko svārstību spektrs pēc viļņu garuma ir 1.1. attēla. Par viļņu garuma mērvienību ir pieņemts mikrometrs (1 μm = 1∙10-6 m). Pāreja starp atsevišķiem spektriem ir plūstoša. Redzamās gaismas diapazons ir sadalīts sīkāk.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

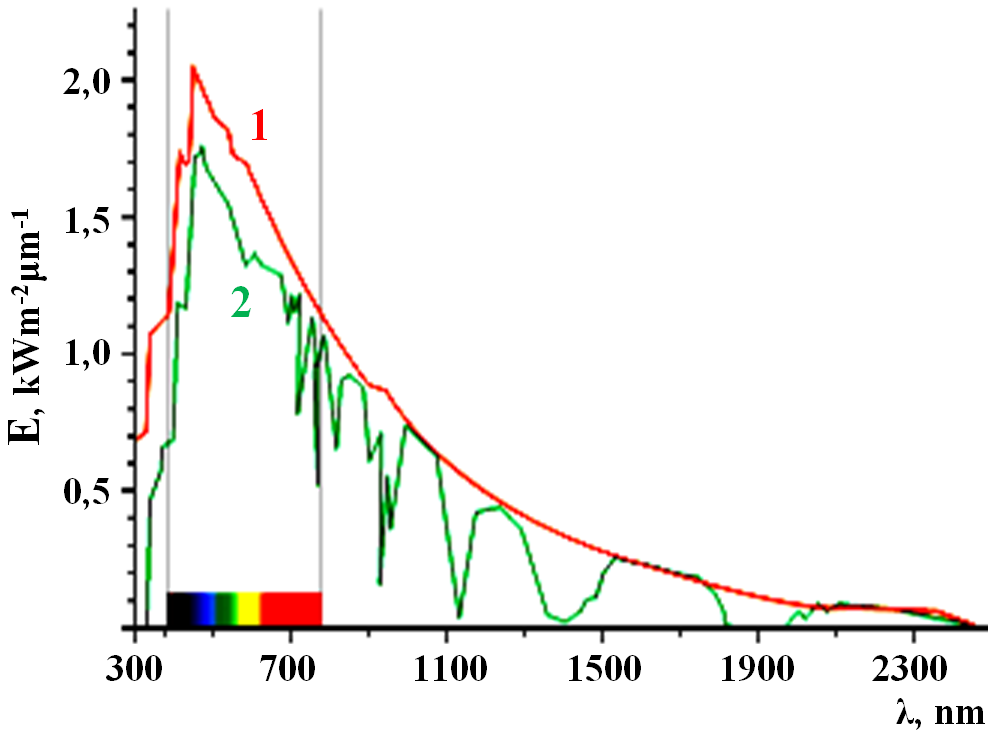
1.1 att. Elektromagnētisko viļņu starojuma spektrs

Redzamās gaismas diapazons kopējā spektrā ir ļoti mazs. Gaismai pieskaita vēl arī infrasarkano starojumu un ultravioletos starus. Tos cilvēka acs vairs neuztver, un tāpēc tos sauc arī par neredzamo gaismu. Fotopusvadītāju gaismas jutīgums var atrasties arī neredzamās gaismas spektrā.

Kā redzams 1.1 attēlā, gaismas krāsa ir atkarīga no viļņu garuma. Infrasarkanai gaismai (IR) viļņu garums ir no apmēram 780 nm līdz 106 nm. Tai seko garo viļņu, bet jau redzamā tumši sarkanā gaisma. Redzamā gaisma ar visīsāko viļņu garumu tiek uztverta kā violeta krāsa, bet, viļņu garumam samazinoties, seko pāreja uz neredzamo ultravioleto gaismu (UV). Šī krāsu secība, piemēram, ir redzama arī katrā varavīksnē. Šīs krāsas sauc arī par gaismas spektrālkrāsām. Dabīgā, baltā saules gaisma, kvēlspuldžu un luminiscento lampu radītā gaisma vienmēr ir dažādu viļņu garuma elektromagnētisko svārstību sajaukums. Saules gaismu ar prizmu var sadalīt 1.1. un 1.2. att. *b* attēlā parādītajās spektrālkrāsās. Mākslīgajos gaismas avotos, izmantojot atšķirīgus materiālus un to dažādas fizikālas īpašības, ir iespējams starojuma galveno daļu ierindot infrasarkanajā, sarkani-oranžajā vai dzelteni-zaļajā spektrā.

Gaisma ir nepieciešams darba priekšnosacījums, jo, strādājot labi apgaismotās telpās, pieaug darba ražība, uzlabojas produkcijas kvalitāte, kā arī samazinās brāķis un nelaimes gadījumu skaits ražošanā.

Evolūcijas gaitā cilvēks pielāgojās dabīgās gaismas īpašībām: starojuma viļņu garumam 400-780 nanometriem (nanometrs – 10-9 m). Tas ir redzamās gaismas diapazons, kas atbilst saules spektra diapazonam ar lielāku starojuma enerģiju uz zemes virsmas (1.2. att.).



1.2. att. Saules starojuma spektrs: 1 – virs atmosferai; 2 – zemes virsmā.

1.3. attēlā *a* un *b* paradīta standartizēta cilvēka acs spektrāla jutība. Uz dienas gaismas likni V(λ) (1.3. att.) sastādīta gaismas raksturlielumu sistēma. Maksimums cilvēka acs spektrāla jutībai atbilst viļņas garumam 555 nm dzeltens-zaļa daļa spektra diapazonā.

Staru enerģijas viena daļa cilvēka acī rada redzes sa­jūtu. Šīs staru enerģijas daļas attiecību pret laiku, kurā to izstaro, sauc par gaismas plūsmu (Φ). Tādējādi gaismas plūsma ir staru enerģijas jauda, kuru uztver cilvēka acs. Gaismas plūsmas mērvie­nība ir lumens (lm). Lumens – 1/683 daļa no 1 vata monohromatiska gaisma ar viļņu garumu 555 nm, kas atbilst cilvēka acs maksimālai jutībai.

Tā kā telpā gaismas plūsmas sadalījums ir nevienmē­rīgs, gaismas avota darbību dažādos virzienos raksturo ar plūsmas telpisko blīvumu, t. i., uz telpisko leņķa vienību attiecināto gaismas plūsmu, kuru sauc par gaismas stiprumu (I).

|  |  |
| --- | --- |
| ***a*** | ***b*** |

1.3.att. Cilvēka acs spektrāla jutība: *a –* V(λ) - dienā; V’(λ) – naktī; *b* – 1 – dienā; 2 - naktī

Tātad gaismas stiprums



Par telpisko leņķi (ω) sauc telpas daļu, kuru ierobežo koniska virsma (1.4. att.). Telpiskā leņķa lielumu nosaka pēc atbalstlaukuma *S* uz sfēras virsmas un sfēras rādiusa kvadrāta attiecības:



Ja S = R2, tad ω = 1. Tādējādi par telpiskā leņķa mēr­vienību ir pieņemts tāds leņķis, kas uz sfēras virsmas iz­griež virsmu, kas vienāda ar sfēras rādiusa kvadrātu. Šādu mērvienību sauc par steradiānu (sr).

|  |
| --- |
|  |

1.4. att. Telpiskais leņķis

Saskaņā ar standartu par gaismas stipruma pamatmērvienību ir pieņemta SI sistēmas mērvie­nība — kandels (kd).

Gaismas plūsmas mērvie­nība ir lūmens (lm). Tā ir tāda gaismas plūsma, ko iz­staro avots 1 sr liela telpiskā leņķa robežās, ja avota gais­mas stiprums ir 1 kd. Tādējādi 1 lm = l kd∙1 sr.

Tā, piemēram, kvēlspuldze ar nominālo spriegumu 127 V un jaudu 100 W izstaro gaismas plūsmu Φ = 1320 lm.

Kā jau atzīmēts, apgais­mes ierīcēm gaismas stiprums dažādos virzienos nav vie­nāds. Gaismas stipruma sa­dalījumu dažādos virzienos ap gaismas avotu parasti iz­saka ar līknēm, kas iezīmē­tas polāro koordinātu sistē­mā.

Tā kā avotam gaismas stiprums dažādos virzienos nav vienāds, bieži avotu raksturo ar vidējo sfērisko gaismas stiprumu, ko izsaka ar avota pilnas gaismas plūsmas at­tiecību pret sfēras telpisko leņķi (4π), t. i.,



Tādējādi vidējais sfēriskais gaismas stiprums ir vidē­jais gaismas plūsmas blīvums, un tas parāda, kāds būtu gaismas stiprums avotam ar vienmērīgi visos virzienos sa­dalītu gaismas plūsmu. Tā, piemēram, iepriekš aplūkotajai spuldzei vidējais sfēriskais gaismas stiprums ir



Gaismas plūsma krīt uz virsmu un to apgaismo. Ap­gaismojuma intensitāti nosaka ar gaismas plūsmas attie­cību pret vienmērīgi apgaismotās virsmas laukumu (1.5. att.). Šo at­tiecību sauc par *apgaismojumu* (E):



Ja Φ = 1 lm un S = l m2, tad iegūst apgaismojuma mēr­vienību, kuru sauc par luksu (lk):

1 lk = 1 lm/1 m2.

|  |
| --- |
|  |

1.5. att.

Lietojot kvēlspuldzes, minimāli pieļaujamais darba telpas apgaismojums, kas ir atkarīgs no darba rakstura un ci­tiem nosacījumiem, noteikts ar apgaismojuma normām ro­bežās no 50 lk līdz 500 lk.

Priekšmeta redzamību raksturo ar gaismas spilgtumu (*spožumu)* (L),ko izsaka ar starojošas virsmas gaismas stipruma attie­cību pret šīs virsmas lielumu. Tādējādi virsmai perpendi­kulārā virzienā (1.6. att.) spilgtums (spožums) ir



un pret normāli leņķī α novilktas taisnes virzienā tas ir



|  |
| --- |
|  |

1.6. att. Spī­došas virsmas spožums.

Spilgtuma (spožuma) mērvienība ir:

1 kd/1 m2.

1 kd/1 m2 ir vienmērīgi spīdošas plakanas vir­smas spilgtums (spožums), ja tā perpendikulārā vir­zienā no 1 m2 rada 1 kd lielu gaismas stiprumu.

Redzes uztvere, ko nosaka priekšmeta attēls uz gaismas jutīgā acs apvalka, ir jo spēcīgāka, jo lielāka ir gaismas plūsma, kas nokļūst acī no katra apgaismotās vai spīdošās virsmas elementa. Tātad lielākam gaismas spožumam, ko izstaro katra priekšmeta virsmas vienība, atbilst labāka priekšmeta redzamība.

Uz ķermeni krītošā gaismas plūsma var sadalīties trīs daļās (1.7. att.). Vienu gaismas, plūsmas daļu (Φat) atstaro ķermeņa virsma, otra dala iziet caur ķermeni un izplatās tā otrā pusē (Φiz), bet trešo plūsmas daļu ķermenis absorbē (Φab). Atkarībā no ķermeņa fizikālajām īpašībām, kā arī no vir­smas rakstura un stāvokļa minētajām komponentēm var būt dažādas vērtības.

|  |
| --- |
|  |

1.7. att.

Atstarotās plūsmas Φat attiecību pret plūsmu Φ, kas krīt uz ķermeni, sauc par *atstarošanas koefi­cientu*:

**

Atkarībā no atstarošanas koeficienta lieluma izšķir gaišās virsmas (ρ = 0,5-0,8), vidēji gaišās virsmas (ρ = 0,2 - 0,5) un tumšās virsmas (ρ = 0,06-0,2). Gaismas atstarošanas dažādām telpas virsmām jābūt šādām:

Griestiem 80%

Sienām, kurās ir logi 70%

Citām sienām 60%

Grīdām 20 – 40%

Galdu virsmām 30 – 60%.

Jāmēģina šos lielumus saglabāt arī pēc telpu iekārtošanas.

***Apžilbināšana*** ir sajūta, ko izraisa spilgti laukumi redzes laukā. Mēdz būt fizioloģiskā, psiholoģiskā un reflektīvā apžilbināšana.

Fizioloģisko apžilbināšanu izraisa pārmērīgs spožums vai kontrasti un tas traucē priekšmetu saskatīšanu. To var novērst, ja, piemēram, spuldzes piemērotā veidā ekranē vai aizklāj logus ar žalūzijām.

Minimālie aizsardzības leņķi noteiktam spuldžu spožumam doti 1.1. tabulā.

1.1. tabula

**Minimālie aizsardzības leņķi**

|  |  |
| --- | --- |
| **Spuldzes spilgtums (spožums), kd/m2** | **Minimālais aizsardzības leņķis** |
| < 20 | 10° |
| 20 līdz 500 | 20° |
| > 500 | 30° |

Iekštelpu apgaismes ierīces psiholoģiskās apžilbināšanas lielumu nosaka izmantojot noteikumos CIE vienotās apžilbināšanas vērtības (UGR) tabulāro metodi ar formulas palīdzību. Psiholoģiskās apžilbināšanas UGR pieļaujamās vērtības nosaka standarts un tās uzrāda līdztekus vidējā zemākā pieļaujamā apgaismojuma vērtībām. UGR vērtības nosaka gaismekļa garenas un šķērsas virzienos un par pamatvērtību pieņem lielāko no tām. Ja apgaismē izmantoti dažādi gaismekļi, tad izvērtē katru gaismekli par pamatlielumu pieņem lielāko UGR vērtību.

UGR vērtības noteikšanas procedūra jāapraksta apgaismes projekta dokumentācijā.

Spoguļvirsmu atstarošana vai reflektīvā apžilbināšana var apgrūtināt redzes uzdevuma veikšanu un tā ir pēc iespējas jāsamazina. To panāk ar sekojošiem līdzekļiem:

darba vietu un gaismekļu izkārtojumu;

virsmu apstrādi (matētas virsmas);

gaismekļa spožuma ierobežojumu;

krāsojot sienas un griestus gaišā krāsā.

Obligātas prasības – normālā redzes lokā gaisma nedrīkst pārsniegt 1000 kd/m2, bet ārpus tiešā redzes lokā – 2000 kd/m2. Rekomendējamās prasības – attiecīgi 500 kd/m2 un 1000 kd/m2.

Normālais redzes loks telpā, kas izplatās no acu stāvokļa zem 900 no katras puses horizontālā plaknē un zem 500 virs un 700 zem šīs plaknes.

***Diskomforta radītāju*** apzīmē ar burtu *M*. *M* lielums ir atkarīgs no darba rakstura un var pieņemt vērtības no 15 līdz 90. *M* un UGR vērtības saista sakarība:

***М = 16∙ lg UGR - 4,8* .**

UGR vērtības – 13, 16, 19, 22, 25 un 28 un to izsaka „psihometriskajā skalā”.

***Gaismas krāsa.*** Gaismas krāsu kvalitāti raksturo divi lielumi:

* spuldzes gaismas krāsainība;
* spuldzes apgaismotā objekta krāsas atdeve (atveide).

Spuldzes gaismas krāsainība ļoti labi tiek raksturota ar gaismas krāsas temperatūru. Eksistē sekojošas trīs galvenās gaismas krāsainības (1.2. tabula):

1.2. tabula

**Spuldzes gaismas krāsainība**

|  |  |
| --- | --- |
| **Gaismas krāsainība** | **Ar to saistīta krāsas temperatūra** |
| Silti baltā | zem 3300 K |
| Neitrāli baltā | 3300 līdz 5300 *K* |
| Dienasgaismas baltā | virs 5300 K |

Gaismas krāsas izvēli galvenokārt nosaka psiholoģiskie un estētiskie faktori, istabas un mēbeļu krāsas, kā arī klimatiskie apstākļi. Siltos klimata apstākļos parasti priekšroka tiek dota vēsākai gaismai, bet aukstos izvēlas siltāku gaismas krāsu.

***Krāsu atdeve (atveide*)** raksturo objekta krāsu uztveri dotā gaisma avotā salīdzinājumā ar tām pašām krāsām dienas gaismā. Krāsu atdeves (atveides) indekss *Ra* – CRI (Color Rendering Index )raksturo krāsu izšķiršanas spēju starojumā. *Ra* skalas diapazons ir 0-100.

Krāsu vērtējumi raksturo gaismas spektru. Vislabākais ir dabīgais gaismas spektrs, kurš atbilst *Ra* = 100. Pasaulē pieņemta krāsu atdevi (atveidi) vērtējumu sistēma:

*Ra >* 90 — teicama (līmenis 1A);

90 > *Ra >* 80 — ļoti laba (līmenis 1B);

80 > *Ra* > 70 — laba (līmenis 2A);

70 > *Ra* > 60 — viduvēja (līmenis 2B);

60 > *Ra >* 40 — zema (līmenis 3);

*Ra <* 40 — slikta (līmenis 4).

Gaismas krāsa nosaka gaismas izskatu. Tā tiek apzīmēta ar ***gaismas krāsu temperatūru*** *Tk* kelvinos (K). Krāsu temperatūra ir skaitlisks gaismas krāsas vērtējums no sarkanās (zemā krāsu temperatūra) līdz zilai (augstā krāsas temperatūra). Krāsu temperatūras ir: silti tonēta gaisma (warm) – 2880-3200 K, baltā neitrālā gaisma – 3550 K, auksti balta gaisma (cool) – 4100 K un dienas gaisma (daylight) 5500-7000 K. Krāsu temperatūra ir ieteicama starp 2700 un 4000 K.

Gaismas avotu krāsu raksturojumu pilnīgākam vērtējumam jālieto abus parametrus: krāsu atdeves (atveides) indeksu *Ra* un krāsu temperatūru *Tk*.

*Stroboskopiskais efekts* raksturo gaismas vibrēšanas subjektīvo uztveri. Kvēlspuldžu kvēldiega temperatūra, maiņstrāvai mainoties periodu robežās, nepaspēj izmainīties un gaismas izmaiņu līdz ar to acs neuztver. Apgaisme jāveido tā, lai izvairītos no stroboskopiskā efekta, kas var radīt bīstamas situācijas rotējošu iekārtu gadījumā.

|  |
| --- |
|  |

1.8. att. Acs jutība pret gaismas svārstītam ar dažādām svārstību frekvencēm F1

Acs jutība pret gaismas svārstībām ir dažāda dažādām svārstību frekvencēm (1.8. att.). Vislielākā jutība ir uz 10 Hz svārstībām. Acij nepatīkamas ir tās svārstības, kuras novērojamas luminiscentām spuldzēm kalpošanas perioda beigās, kad tās periodiski aizdegas un nodziest. Kaut gan šīs svārstības notiek ar mazāku biežumu, toties ar lielu svārstību amplitūdu. Luminiscentām spuldzēm, kuras tiek barotas ar rūpnieciskās frekvences spriegumu (50 Hz) gaisma paspēj izmainīties un acs to spēj uztvert. Ja luminiscentās spuldzes baro no augstfrekvences sprieguma avota, tad stroboskopisko efektu var novērst. Tā ar frekvencēm 30 - 40 kHz acs gaismas vibrāciju vairs praktiski neuztver. Stroboskopisko efektu pilnībā var novērst lietojot augstfrekvences vai līdzstrāvas barošanas avotus.

Apgaismojuma pulsāciju lielumu raksturo apgaismojuma pulsācijas koeficients ***Кп:***

*Кп =* 2*(Етах - Emin)*100 *%/(Emax* + *Emin,),*

kur *Emax* и *Emin* — maksimālais un minimālais apgaismojums tīkla sprieguma pusperiodā.

Apgaismojuma pulsāciju lielums darba vietās nedrīkst pārsniegt 20 %.

Tātad, standartā reglamentā četrus parametrus – apgaismojuma lielums *E*, diskomforta radītājs *UGR*, krāsu uztvere *Ra* un apgaismojuma pulsāciju lielumu *Kn*. Pirmais parametrs raksturo apgaismojuma kvalitāti, parēji trīs – kvantitatīvie lielumi.

Elektriskos un magnētiskos laukus izstaro jebkuras elektriskās iekārtas. Lai mazinātu šo lauku iespaidu:

* jāiekārto labi savienojumi ar spuldžu armatūru;
* jāzemē visas apgaismojumu armatūras;
* jālieto divpolu slēdžus galda lampām;

• jālieto zemēti metāliski abažūri;

• jāierobežo tādu elektronisko iekārtu lietošana, kuras rada augstākas harmonikas (metāltvaika spuldzes un pārveidotājus) bez augstāko harmoniku filtriem. Tas ir būtiski arī no elektroapgādes sistēmas ekspluatācijas viedokļa.

Attiecībā uz magnētisko lauku ir ieteicams nepārsniegt  
 frekvencēm: 5 Hz - 2 kHz - 250 nT (nanotesla)

2 - 400 kHz - 25 nT

elektriskiem laukiem: 5 Hz - 2 kHz - 25 V/m

2 - 400 kHz - 2,5 V/m

Šis lielums nosaka vēlamās robežas no datoru displeju lietošanas viedokļa. Cilvēku jutība pret šādiem laukiem vēl nav pilnīgi zināma. Mērījumi jāveic 1,2 m augstumā virs grīdas.

**Fotometriskā diagramma.**

Gaismas avota apgaismojumu raksturo ar fotometrisko diagrammu (gaismas stipruma raksturlīkne – GSL). Apgais­mes ierīcēm gaismas stiprums dažādos virzienos nav vie­nāds. Gaismas stipruma sa­dalījumu dažādos virzienos ap gaismas avotu parasti iz­saka ar līknēm, kas iezīmē­tas polāro koordinātu sistē­mā.

Fotometrisku diagrammu var iegūt izveidojot divus šķēlumus – apgaismes avota garenvirzienā un apgaismes avota šķērsgriezumā (1.9. att.).

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

1.9. att. Apgaismojuma ķermeņa galvenās plaknes

Iekšējā un ārējā apgaismojuma izmanto polāro vai Dekarta koordinātu sistēmu (1.10. att.). Diagrammu konstruē divos plaknēs apgaismes intensitātei С = 0° - 180° (šķērsgriezums) un С = 90° - 270° (garenvirziens). Katalogos apgaismes intensitāte parasti dota lampai ar gaismas plūsmu 1000 lm. Konkrētā apgaismes ķermeņa (AK) gaismas intensitāte *IAK real* ar uzstādīto gaismas avotu (lampu) aprēķina izmantojot formulu:

*IAK real = IAK 1000 ∙ФAK* /1000.

Ja AK izmanto daudz lampas, tad *ФAK* — visas apgaismes avotus gaismas plūsmas summa.

|  |  |
| --- | --- |
| ***a*** | ***b*** |

1.10. att. Gaismas avota apgaismes stip­ruma sadalījuma līknes:

*a –* polāro koordinātu sistēmā*; b –* Dekarta koordinātu sistēmā

**2. NODAĻA**

**GAISMAS AVOTI**

Apgaismošanai pašreiz visbiežāk lieto kvēlspuldzes un luminiscentās spuldzes.

Spuldzes ir mākslīgs gaismas avots. Spuldžu tipi parādīti 2.1 attēlā. Tos var iedalīt divās grupās:

1. spuldzes, kuras izstaro temperatūras iespaidā;
2. spuldzes, kurās izstarojošs elements ir luminiscentās vielas.

Spuldžu gaismas atdevi nosaka lūmenos uz vatu. Tā atkarīga no spuldžu tipa, to jaudas un pievadītā sprieguma. Gaismas atdeves noteikšanā jāņem vērā arī enerģijas zudumi barošanas ķēdēs (palaišanas iekārtās, transformatoros). Spuldžu katalogs parasti uzrāda tikai pašu spuldžu raksturojums, kas lietotājam nedod pilnīgu priekšstatu par to īpašībām. Enerģijas pārveidošana spuldzēs notiek redzamās gaismas, infrasarkanās gaismas diapazonos un konvektīvās siltuma atdeves veida gaisam. Augstas temperatūras spuldzēm (kvēlspuldzes, augsta spiediena luminiscentās) siltums izdalās galvenokārt kā infrasarkanais starojums. Zemu temperatūru spuldzes siltumu izdala galvenokārt caur konvekciju.

|  |
| --- |
| 2.1. att. Spuldžu tipi |

Spuldžu gaisma nepaliek konstanta. Tā samazinās laika gaitā, spuldžu nolietošanas dēļ, putekļu nosēdumu dēļ uz spuldžu virsmām, kā arī telpu ierobežojošām virsmām (sienu un griestu), atstarošanas samazināšanās putekļu un netīrumu uzkrāšanās dēļ.

Gaismas plūsmas putekļu nosēdumu dēļ uz spuldzēm izmainās pēc eksponenciālā likuma. Regulāri tīrot spuldžu virsmas, iespējams saglabāt apgaismojuma efektivitāti.

Kalpošanas ilgumam ir divi aspekti:

* vidējais kalpošanas ilgums atbilst laikam, kurā iziet no ierindas 50% spuldžu;
* saimnieciskais ilgums, kas atbilst laikam, kad spuldžu novecošanās, gaismas starojuma samazināšanās, netīras virsmas vai citu iemeslu dēļ spuldzi lietderīgi nomainīt.

Dažādu spuldžu īpašības parādītas 2.2. attēlā.

|  |  |
| --- | --- |
| 2.2. att. Dažādu spuldžu gaismas atdeve |  |

**2.1. KVĒLSPULDZES**

Vispārēja pielietojuma kvēlspuldzes izgatavo uz spriegumu 127 un 220 V (vietējām apgaismojumam uz 12 un 36 V) jaudai no 15 līdz 1500 W. Vairumam spuldžu, kuras izmanto mājās un rūpniecībā ir metāla cokols, kas ir saderīgs ar standarta patronu. Visās tādās lampās apgādātas ar vītnes cokoliem (2.3. att.). Burts E nozīmē Edisonu, kurš izveidoja spuldzi ar vītnes cokolu un skaitlis ir diametrs milimetros.

Eksistē četri galvenie vītnes cokolu standartizmēri (2.3. att.), kurus lieto tīkla sprieguma spuldzēm, tie ir apkopoti 2.1. tabulā.

2.1. tabula

**Edisona Standarta cokoli Eiropā**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Edisona vītne**  **Edison scerw (ES)** | **Nosaukums** | **Nominālo jaudu**  **diapazons kvēlspuldzēm** |
| E10 un E11 | Miniature Candelabra | – |
| E14 | Small ES | Līdz 60W |
| E27 | ES | No 15 līdz 200W |
| E40 | Goliath ES | No 300W līdz 1500W |

|  |  |
| --- | --- |
| **E10-E11** |  |

2.3. att. Kvēlspuldzes cokoli

Normālas kvēlspuldzes ar jaudām 15 un 25 W izga­tavo kā vakuuma spuldzes, bet lielākas jaudas spuldzes - kā gāzpilnās (ar inertas gāzes pildījumu). Pie kvēlspuldzēm pieder parastās (A) un halogēna (Q).

Vispārēja pielietojuma kvēlspuldzes parametri doti 2.2. tabulā.

2.2. tabula

**Vispārēja pielietojuma** **kvēlspuldzes parametri**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Lampas tips** | **Jauda,**  **W** | **Gaismas plūsma, lm** | **Gabarīti, mm** | |
| **Н** | **D** |
| Vakuuma | 15 | 105 | 107 | 61 |
| 25 | 220 | 107 | 61 |
| Gāzpilnās (argona un slāpekļa maisī­jums) | 40 | 415 | 114 | 61 |
| 60 | 715 | 114 | 61 |
| 75 | 950 | 114 | 61 |
| 100 | 1350 | 129 | 66 |
| 150 | 2100 | 175 | 81 |
| 200 | 2920 | 175 | 81 |
| Gāzpilnās (ar kriptona-ksenona gāzu maisījumu) | 40 | 460 | 90 | 46 |
| 60 | 790 | 96 | 51 |
| 100 | 1450 | 105 | 61 |

**2.1.1. Parastas kvēlspuldzes.**

Parastās kvēlspuldzes vēl arvien visbiežāk lieto sadzīves vajadzībām. Tās no pirmā skatījuma nav dārgas, tām ir patīkama gaisma un laba krāsu uztvere. Toties tām ir raksturīga zema gaismas atdeve (2.4. att.). Tikai 5-10% no pievadītās enerģijas tiek pārveidota gaismā. Šīm spuldzēm atbilst zems darba mūžs, kurš ilgst tikai 1000 stundas un ir stipri atkarīgs no pievadītā sprieguma.

|  |  |
| --- | --- |
|  | 2.4. att. Enerģijas pārveidošanās dažādos spuldžu tipos |

Kvēlspuldžu gaismas spektrs paradīts 2.5. attēlā salīdzinājuma ar dienas gaismu spektru (2.6. att.). Šis spektrs, tāpat kā dienas gaismai ir nepārtraukts, un tātad patīkams acīm. Bet, atšķirībā no dienas gaismas tā intensitāte aug garo viļņu starojumā. Tas ir saistīts ar palielinātu siltuma izdalīšanos starojuma veidā. Dienas gaismu raksturo tās spektrs, kurš attēlots 2.6. att. Šeit 700 nm - sarkanā, 600 nm - oranžā, 500 nm - zaļā un 400 nm - violetā gaismas krāsas. Spektra intensitāte, kura ir vispatīkamākā acīm, ir nedaudz krītoša no zilās sarkanās gaismas virzienā.

Vispārpazīstamo kvēlspuldžu uzbūve paradīta 2.7. attēlā. Gāzes pildījums (argona- un slāpekļa maisī­jums) aizkavē volframa kvēlpavediena izputekļošanas, un tā­pēc spuldzes, darbmūžs pieaug. Kolbas pildījums ar kriptona-ksenona gāzu maisījumu pa­lielina spuldzes darbmūžu un ekonomiskumu par 30-40%, jo samazinās no gāzes siltumvadītspējas atkarīgie enerģijas zu­dumi. To panāk arī ar bispirālē satīto kvēldiegu, kas izvei­dots no spirālē satītā spirāl­veida vada (2.8. att.).

|  |  |
| --- | --- |
| 2.5.att. Kvēlspuldžu gaismas spektrs | 2.6.att. Dienas gaismas spektrs |

|  |  |
| --- | --- |
| 2.7. att. Kvēlspuldze: 1 – spirāle, 2 – kolba; 3 – vakuums vai neitrāla gāze; 4, 7 – elektrodi; 5 – kāsīši; 6, 8 – stienītis;  9 – cokols; 10 – apakšējais kontakts; 11 – lāpstiņa | 2.8. att. Bispirāle kvēldiega |

Kvēlspuldzi raksturo 1) no­minālais spriegums; 2) nominā­lā jauda; 3) gaismas plūsma; 4) gaismas atdeve, t.i., gaismas plūsmas attiecība pret spuldzes patērēto jaudu, kas raksturo spuldzes ekonomiskumu; 5) darbmūžs. Kvēlspuldzes raksturlielumi doti 2.3. tabulā, bet dažādas firmas kvēlspuldžu salīdzinājums 2.4. tabulā.

Darbmūžs galvenokārt atkarīgs no volframa kvēldiega izputekļošanās. Augstas kvēldiega temperatūras gadījumā volframs iztvaiko, nosēžas uz kolbas sieniņas un izveido tumšu plānu kārtiņu, kas absorbē gaismas plūsmu. Tāpēc par lampas normālo darbmūžu uzskata tās darbības ilgumu ar nominālo spriegumu *Un,* kurā gaismas plūsma samazi­nās par 20% no sākuma vērtības. Gaismas plūsmai vēl vairāk samazinoties, spuldzes ekspluatācija kļūst neliet­derīga. Par kvēlspuldzes normālu darbmūžu skaita 1000 stundas. Darbmūžs dažiem firmas GLN (Vācija) lampām sasniedz 10000 stundas pie gaismas atdeve 22 lm/W, bet firmas Philips līdz 4000 h.

Spuldzes darbmūžs, gaismas plūsma un atdeve lielā mērā ir atkarīgi no sprieguma (2.9. att.), tāpēc spuldzei ir jādarbojas ar nominālo spriegumu vai ar spriegumu, kas tikai nedaudz atšķiras no nominālā sprieguma.

Kriptona kvēlspuldžu kolbas ir pildītas ar inerto gāzi - kriptonu. Tām ir par 10% lielāka gaismas atdeve, salīdzinot ar spuldzēm, pildītām ar argonu.

Bispirāļu spuldzēm ir resnāka pēc izskata volframa spirāle, kura savukārt savīta no tievākas spirāles. Šādas spirāles spožums ir lielāks nekā parastām.

2.3. tabula

**Kvēlspuldzes raksturlielumi**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Jauda,**  **W** | **110 un 127 V 22** | | **220 V** | |
| **Gaismas plūsma, lm** | **Gaismas atdeve, lm/W** | **Gaismas plūsma, lm** | **Gaismas atdeve, lm/W** |
| 25 | 228 | 9,1 | 198 | 7,9 |
| 40 | 380 | 9,5 | 340 | 8,5 |
| 60 | 660 | 11 | 540 | 9,0 |
| 75 | 915 | 12,2 | 698 | 9,3 |
| 100 | 1320 | 13,2 | 1050 | 10,5 |
| 150 | 2280 | 15,2 | 1845 | 12,3 |
| 200 | 3200 | 16,0 | 2660 | 13,3 |
| 300 | 5160 | 17,2 | 4350 | 14,5 |
| 400 | 7000 | 17,5 | 6000 | 15,0 |
| 500 | 9100 | 18,2 | 8000 | 16,0 |

2.4. tabula

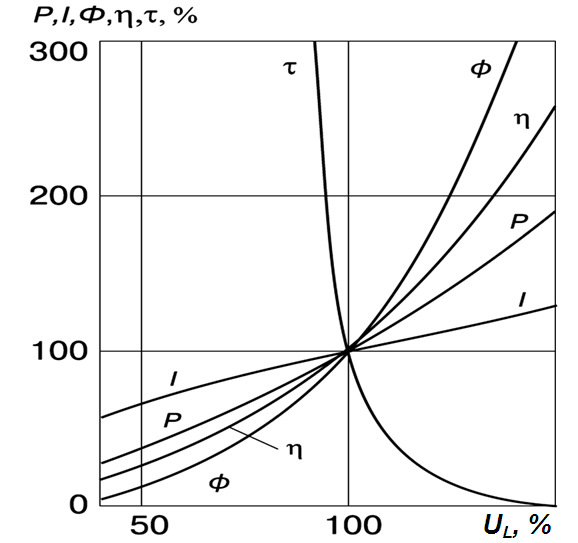
**Dažādas firmas kvēlspuldžu salīdzinājums**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Shematiskais apzīmējums** | **Cokols** | **Jauda, W** | **Strāva, А** | **Izgatavotājfirma** | **Nosacīts apzīmējums** | **Gaismas plūsma, lm** | **Darba stāvoklis** |
|  | Е27 | 40 | 0,18 | 0SRAM  SYLVANIA  GE  В.А.В.С. | CLAS A FR 40  GLS Clear 40W230V  40A1  Б 220-230-40 | 420  415  300  430 | jebkurš |
| 60 | 0,27 | 0SRAM  SYLVANIA  GE  В.А.В.С. | CLAS A FR 60 GLS Clear 60W230V  60A1  Б 220-230-60 | 710  710  540  730 |
| 75 | 0,34 | 0SRAM  SYLVANIA  GE  В.А.В.С. | CLAS A FR 75  GLS Clear 75W230V 75A1  Б 220-230-75 | 940  925  730  960 |
| 100 | 0,45 | OSRAM  SYLVANIA  GE  В.А.В.С. | CLAS A FR 100  GLS Clear 100W230V 100A1  Б 220-230-100 | 1360  1340  1080  1380 |
| Е40 | 300 | 1,3 | OSRAM  SYLVANIA  GE  В.А.В.С. | SPC.A CL300  Normal 300W 300A1/CL/E40  PH 220-240-300 | 5000  4510  4850  4800 |
| 500 | 2,2 | OSRAM  SYLVANIA  В.А.В.С. | SPC.A CL500  Normal 500W  PH 215-225-500-1 | 8400  8450  8400 |

Kvēlspuldžu darba parametru atkarību no sprieguma var izteikt kā:



kur *U\** - sprieguma novirze no nominālās vērtības attiecinātās vienībās.



2.9. att. Kvēlspuldžu raksturlīknes atkarība no sprieguma

Pakāpes rādītājs *n* līdzinās:

1. gaismas atdevei (lm/W), *n* = 2;
2. patērētai jaudai (W), *n* = 1,58;
3. gaismas plūsmai (lm), *n* = 3,61;
4. darba mūžam (attiecinātās vienībās), *n* = – 13,57.

No formulas arī redzams, ka kvēlspuldzes ir ļoti jūtīgas pret barojošā sprieguma izmaiņām. Piemēram, samazinot darba spriegumu par 5%, vairāk kā divkāršosies darbmūžs, bet par 20% samazināsies gaismas plūsma. Tas varētu būt ļoti pieņemams kompromiss spuldzēm, kas atrodas grūti pieejamās vietās. Augstāk dotās sakarības ir spēkā, kamēr sprieguma izmaiņas nepārsniedz 10% no nominālās vērtības.

Reflektoru kvēlspuldzēs augšējā daļā ir spoguļvirsma. Tā piedod gaismas plūsmai noteiktu virzienu. Šādām spuldzēm ir sekojošas priekšrocības:

* iebūvēta gaismas plūsmas virzība;
* formu dažādība gaismas fokusēšanai;
* mazs netīrumu nosēdumu iespaids;
* jaudu dažādība;
* kompakti izmēri;
* nav nepieciešamas speciālas armatūras;
* vienkārša iekārtošana;
* lētums.

Spuldžu formas (2.10. att.):

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

2.10. att. Spuldžu formas.

* šaura starojuma;
* plata starojuma;
* pūstā stikla kolbas (lētākas);
* presētā stikla kolbas (temperatūras izmaiņu izturīgas, lietusizturīgas);
* auksta starojuma reflektors (mazāk ultrasarkanā starojuma, augstāka cokola temperatūra).

## Mainījusies likumdošana – Eiropas Komisija ir pieņēmusi lēmumu ierobežot energonefektīvu spuldžu lietošanu mājsaimniecībās. Atbilstoši EK direktīvai, ar 1. septembri vairs neražo un neimportē matētas spuldzes un caurspīdīgas kvēlspuldzes ar jaudu virs 80W. No veikalu plauktiem šīs spuldzes pazudīs pamazām, veikaliem izpārdodot līdzšinējos krājumus.

Turpmākās izmaiņas stāsies spēkā pakāpeniski līdz 2016. gadam. Direktīvas ieviešanas posmi:

|  |  |
| --- | --- |
| **Datums** | **Netiks ražotas** |
| 1. septembris, 2009 | matētas spuldzes un caurspīdīgas kvēlspuldzes virs 80 W |
| 1. septembris, 2010 | caurspīdīgas kvēlspuldzes virs 65 W |
| 1. septembris, 2011 | caurspīdīgas kvēlspuldzes virs 45 W |
| 1. septembris, 2012 | caurspīdīgas kvēlspuldzes virs 7 W |

**2.1.2. HALOGĒNĀS KVĒLSPULDZES**

Izgudrojums, kurš ir atsaucies uz kvēlspuldzes īsā darbmūža problēmu ir halogēnā kvēlspuldze, kuru mēdz saukt par volframa - halogēno spuldzi, vai kvarca halogēno spuldzi, kurai volframa kvēldiegs ir ietverts apvalkā, kurš piepildīts ar kādu no halogēnajām gāzēm, piemēram, ar jodu vai bromu. Parastajā kvēlspuldzē viena un tā paša kvēldiega resnums dažādās vietās atšķiras nedaudz. Tievākajās daļās kvēldiega pretestība ir lielāka, kas liek tievākajām vietām sakarst vairāk nekā pārējām. Volframa iztvaikošanas pakāpe šajās vietās būs lielākā augstākās temperatūras dēļ, tāpēc tievās vietas kļūst vēl tievākas un radīsies kvēldiegu pašiznīcinošs efekts. Halogēnā kvēlspuldze rada līdzsvarojošu reakciju, kurā iztvaikojušais volframs pēc kvēldiega atdzišanas nosēžas atpakaļ uz kvēldiega karstajiem apgabaliem, tādā veidā novēršot priekšlaicīgu spuldzes atteici. Šis process ļauj halogēnajām kvēlspuldzēm strādāt ar augstāku temperatūru, kura parastajām kvēlspuldzēm pārlieku saīsinātu darbmūžu. Augstākas kvēldiega temperatūras rezultātā (aptuveni 3000 K) spuldzei ir lielāka gaismas atdeve, lielāks subjektīvi šķietamais gaišums, un baltāka krāsu temperatūra. Tā kā spuldzei, jābūt ļoti karstai, lai radītu šo reakciju, halogēnās spuldzes apvalkam jābūt izgatavotam no cietā stikla vai kausētā kvarca, nevis no parastā mīkstā stikla, kurš šajā temperatūrā kļūst pārlieku plastisks. Apvalka materiāls var tikt piemeklēts un modificēts, lai sasniegtu vajadzīgas spuldzes parametrus. Halogēnās kvēlspuldzes tiek plaši lietotas, piemēram, automašīnu starmešos, un tā kā starmeši bieži satur plastmasa detaļas, tad halogēno kvēlspuldžu apvalki tiek izgatavoti no cietā stikla, vai arī no kvarca kam pievienotas speciālas piedevas, lai bloķētu UV starojumu (cietais stikls bloķē UV starus arī bez piedevām). Pretstatā tam, dažos gadījumos ir vajadzīgs UV starojums, un šajos gadījumos spuldzes apvalki tiek izgatavoti no kvarca bez piedevām. Tādā veidā spuldzes kļūst par UV staru avotu. Šādas tīra kvarca halogēnās kvēlspuldzes tiek lietotas dažos zinātniskos, medicīniskos un zobārstniecības instrumentos Tipiska halogēnā kvēlspuldze ir konstruēta, lai kalpotu aptuveni 2000 stundas, divtik ilgi kā tipiska parastā kvēlspuldze.

Halogēnām spuldzēm (2.11. att.), atšķirībā no parastām kvēlspuldzēm, ir mazāki izmēri un ļoti laba krāsu atveide (*Ra* = 99-100). Halogēnās spuldzes paredzētas tīkla spriegumam un pazeminātam spriegumam. Pēdējā gadījumā tiek izmantoti pazeminošie transformatori, kuros, protams, ir enerģijas zudumi. Toties, šādās spuldzēs enerģijas zudumi ir mazāki nekā parastās spuldzēs. Tā, piemēram, DECOSTAR spuldzēs siltuma starojums ir samazināts par 66%, salīdzinoši ar parastām kvēlspuldzēm. Gaismas atdeve un darbības mūžs halogēnspuldzēm ir gandrīz divreiz lielāks. Tām ir augsta gaismas kvalitāte. Spuldžu izmēri ir mazāki, tāpēc to virsmas temperatūra ir augstāka nekā parastām kvēlspuldzēm (aptuveni 2500C). Halogēnās spuldzes darba mūžs sastāda 2000 h (vidēji).

Halogēnās kvēlspuldzes izgatavo ar gabarītiem [MR16, 11, 8](http://ru.wikipedia.org/wiki/MR16) (uz 12 V) (kompaktie),

[GU10](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=GU10&action=edit&redlink=1) (uz 220 vai 110 V), tā arī ar Edisona cokoli Е14 vai Е27 (uz 220 vai 110 V). Spuldzes kolba var būt caurspīdīga, matēta vai arī ar reflektoru/atstarotāju.

|  |  |
| --- | --- |
| ***a b c***  2.11. att. Halogēnās kvēlspuldzes: *a* – ar Edisona cokoli; *b* – cauruļveida halogēna spuldze; *c* - ar cokoli GU 5.3. | 2.12. att. Mazgabarītās halogēnās kvēlspuldzes |

### Halogēnā infrasarkanā kvēlspuldze. Tālāka attīstība, paaugstinot halogēno kvēlspuldžu gaismas atdevi ir infrasarkanos starus atstarojošs pārklājums (infrared - reflective coating (IRC)). Kvarca apvalks ir pārklāts ar daudz slāņainu dihroisku pārklājumu, kurš ļauj izstarot redzamo gaismu, kamēr atstaro daļu infrasarkanā starojuma atpakaļ uz kvēldiegu. Šādas spuldzes sauc halogēnās infrasarkanās kvēlspuldzes, un tās patērē mazāk jaudas kā standarta halogēnās kvēlspuldzes pie tās pašas izstarotās gaismas plūsmas. Gaismas atdeves pieaugums var sasniegt 40% salīdzinājumā ar ekvivalentu standarta spuldzi. Enerģijas patēriņš samazinās par 45%, bet darba mūžs palielinās divreiz līdz 4000 h ([http://www.osram.de/pdf/service\_ corner/irc\_range.pdf](http://www.osram.de/pdf/service_%20corner/irc_range.pdf)).

### Apgaismes korporācija Harison Toshiba ražo halogēno infrasarkano kvēlspuldzi ar nosaukumu HIR - 1 automašīnu starmešiem, kura sasniedz 2500 lūmenus pie 65 vatu patērētās jaudas (38 lūmeni uz vatu); šajā spuldzē ir izmantots infrasarkano staru atstarojošs pārklājums ar firmas General Electric licenci.

Halogēnās kvēlspuldzes ir pieejamas arī ar standarta cokolu E14 un E27 (2.11. att. *a*), bet parasti tās ir ar tapiņu cokolu ar diviem kontaktiem spuldzes apakšpusē (2.11. att. *c* un 2.12. att.). Šos cokolus apzīmē ar G vai GY, un ar skaitli, kurš uzrāda attālumu starp izvadu centriem. Piemēram, 4 mm tapiņu cokolam būs G4 (vai GY 4). 2.5. tabulā doti daži izplatītākie standartizmēri, bet 2.6. un 2.7. tabulās spuldzes parametri.

Atšķirība starp burtu kodiem G un GY izpaužas tajā, ka spuldžu cokoliem ar burtu kodu GY kontakttapas ir resnākas. Piemēram, cokolam G 6.35 kontakttapas diametrs ir 1,05 mm, bet cokolam GY 6.35 tas ir 1,3 mm. Cokola tips R7s - 75 izmanto cauruļveida halogēnajām kvēlspuldzēm (2.11. att. *b*), šajā gadījumā 7 mm diametra cokols 75 mm garai spuldzei.

2.5. tabula

**Halogēnspuldžu izplatītākie standarta cokoli**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Cokola tips** | **Spuldzes konstrukcijas tips; gabarīti** | **Spuldžu nominālās jaudas** |
| G 4 | Mazgabarīta | 5W,10W, 20W, 35W |
| GU 4 | Spoguļa 35 mm | 20W, 35W |
| GU 5.3 | Spoguļa 50 mm | 20W, 35W, 50W |
| GY 6.35 | Mazgabarīta | 35W, 50W |
| GU 10/GZ10 | Spoguļa, tīkla sprieguma | 35W, 50W, 75W, 100W |
| R 7s - 75 | Cauruļveida | 60W, 100W, 150W |
| R 7s - 114 | Cauruļveida | 150W, 200W,300W, 500W |

Halogēnās spuldzes izmanto telpās, kuras kalpo komercdarbībai un reprezentatīviem nolūkiem. Pēdējā laikā tos lieto arī privātā sadzīvē telpās, kurās vēlama augsta gaismas kvalitāte.

Ņemot vērā to, ka ar zemu spriegumu spuldzes patērē lielu strāvu, līdz ar to ir jāgādā, lai zemsprieguma vadi būtu pēc iespējas īsi. Pretējā gadījumā sprieguma kritums var izrādīties pārmērīgi liels un tas var izsaukt gaismas plūsmas samazināšanos. Slēdži jāliek transformatoru primārā pusē, lai novērstu enerģijas patēriņu transformatoros.

2.6. tabula

**Cauruļveida halogēnās spuldzes parametri**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Spriegums,**  **V** | **Jauda,**  **W** | **Gaismas plūsma, lm** | **Darba mūžs,**  **h** | **Gabarīti, mm** | |
| **L** | **D** |
| 110 | 5000 | 126000 | 2000 | 520 | 27 |
| 220 | 250 | 4000 | 1500 | 117 | 8 |
| 220 | 500 | 9500 | 2000 | 117 | 12 |
| 220 | 1000 | 22000 | 2000 | 189 | 12 |
| 220 | 2000 | 44000 | 2000 | 335 | 12 |
| 220 | 5000 | 110000 | 3000 | 990 | 20.5 |

2.7. tabula

**Mazgabarīta halogēnā spuldzes parametri**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Spriegums,**  **V** | **Jauda,**  **W** | **Gaismas plūsma, lm** | **Darba mūžs,**  **h** | **Gabarīti, mm** | | **Cokola tips** |
| **L** | **D** |
| 3 | 0,9 | 11 | 50 | 25,3 | 4 | Nav |
| 12 | 20 | 400 | 50 | 24 | 4,15 | Nav |
| 12 | 20 | 350 | 2000 | 31 | 8 | G4 |
| 24 | 100 | 2500 | 2000 | 44 | 11 | G6,35 |
| 27 | 100 | 3200 | 15 | 50 | 12,1 | Nav |
| 220 | 150 | 2400 | 1500 | 67 | 17 | G6,35 |
| 220 | 500 | 11000 | 250 | 75 | 23 | G10 |

**2.2. LUMINISCENTĀS SPULDZES**

**2.2.1. LUMINISCENTO SPULDZES KLASIFIKĀCIJA**

Luminiscentās spuldzes ir iedalāmas divās grupās:

1. zemā spiediena;
2. augstā spiediena.

Pie zemā spiediena spuldzēm pieder:

* fluorescentās;
* nātrija tvaiku zemā spiediena.

Pie augsta spiediena spuldzēm pieder:

* nātrija tvaiku augstspiediena;
* dzīvsudraba tvaiku;
* halogēna metāltvaiku.

Luminiscentās spuldzēs izlādes procesa rezultātā rodas ultravioletā (UV) diapazonā neredzams starojums. Spuldzes iekšiene ir noklāta ar luminiscentā materiāla slāni. Nokļūstot UV starojumam šajā slānī, tas tiek absorbēts un pārvērsts redzamā starojumā.

2.8. tabula

**Dažādas firmas halogēnās kvēlspuldžu salīdzinājums**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Shematiskais apzīmējums** | **Cokols** | **Jauda,**  **W** | **Strāva,**  **А** | **Izgatavotāj-**  **firma** | **Nosacīts**  **apzīmējums** | **Gaismas plūsma,**  **lm** | **Darba**  **stāvoklis** |
|  | G53 | 35-100 | - | Philips OSRAM | ALUline Pro 111 HALOSPOT 111 | 600-2200 600-2200 | jebkurš |
|  | Е27 | 50 | - | Philips OSRAM SYLVANIA GE | PAR 20S HALOPAR 20 FL HI SPOT 80 50W 50PAR25/230/FL | 950 900 900 850 |
| 75 | - | Philips OSRAM SYLVANIA GE | PAR 30S HALOPAR 30 FL HI SPOT 9575 75PAR30/230/FL | 1575 1450 1450 1350 |
| 100 | - | Philips  SYLVANIA  GE | PAR 30S  HI SPOT 10005  100PAR30/230/FL | 2200 2100 2000 |
|  | GY6.35 | 100 | - | Philips  SYLVANIA  GE | CAPCULEline Pro Axial 12V/100W M28/Q100 | 2200 2100 2000 |
|  | GU5.3 | 50 | - | Philips  OSRAM SYLVANIA  GE | Diamondline Pro 14671/12V 41871WFL  Superia50 EXN 12V/50W EXT/CG code 20872 | 950  900 900  850 |
|  | Е27 | 120 | - | OSRAM  SYLVANIA  GE | CONC PAR38FL120 PAR38  120PAR38/FL | 2600 2550 2300 |

Spuldzes piepilda ar inertām gāzēm zem dažu Pa spiediena. Visbiežāk izmanto argonu. Dažreiz kopā ar argonu izmanto arī neonu, kriptonu u.c. Inertās gāzes atvieglo spuldzes aizdegšanos, pasargā elektrodus no bojājumiem un palielina gaismas starojumu. Spuldzes iekšienē ievada dozētu dzīvsudraba daudzumu, kurš darba režīmā pāriet gāzveida stāvoklī. Ar dzīvsudraba tvaiku spiedienu 0,8-1,33 Pa izlādes starojums kļūst maksimāls. Tas tiek panākts gadījumā, ja spuldzes virsmas temperatūra visaukstākā vietā nav augstāka par 40-45°C, kurš tiek nodrošināts ar noteiktu strāvas blīvumu un, tātad, izdalītās jaudas uz izlādes kanāla garumu. Tas saistīts ar noteiktām prasībām pret spuldžu garumiem attiecīgām to jaudām.

Lai samazinātu vides piesārņošanas iespējas, dzīvsudraba vietā lieto amalgamas. Par amalgamām sauc metāla un dzīvsudraba savienojumus. Šim nolūkam izmanto indiju, kadmiju, galliju, cinku, svinu, alvu. Tās tiek ievadītas spuldzē pastas vai cietā veidā. Izvēloties amalgamas sastāvu un tā novietošanu spuldzē, panāk dažādas spuldzes īpašības. Spuldžu darba režīmā amalgama kā šķidrums izdala dzīvsudraba tvaikus nedaudz augstākā temperatūrā nekā tīra dzīvsudraba gadījumā.

**2.2.2. LUMINISCENTO SPULDŽU TIPI**

Parasto luminiscento spuldžu izpildījums var būt:

* kompakts;
* lokveida;
* cilindrisks.

**Kompaktas spuldzes.**

Kompaktas spuldzes dalās uz divām grupām: ar ārējo ieslēgšanas aparātu un ar iebūvēto (integrēto) ieslēgšanas aparātu.

Pirmās grupas lampas izgatavo uz jaudām no 5 līdz 55 W. Izlādes stobrs šajā gadījumā ir vienu , divas, trīs vai četras reizes liekts un abi gali iemontēti vienā cokolā. Cokoli tadām lampām speciāla tipa – ar diviem vai četriem kājiņām. Cokolā iebūvēti starteri, bet palaišana notiek ar speciālu droseli. Cokola tipu skaits sasniedz 20 tipus (2.13. att.).

Otras grupas kompaktas spuldzes paradās tirgū ka alternatīva parastam kvēlspuldzēm. Izlādes stobrs viņiem arī vienu vai vairākas reizes liekts un abi gali iemontēti vienā cokolā E27 vai E14 (2.14. att.). Šādas spuldzes tiek izmantotas tur, kur parasti vēlamas kvēlspuldzes, kuras tomēr neapmierina no enerģijas patēriņa un citu rādītāju viedokļiem. Tagad pasaulē izgatavo vairāk par 200 miljoniem tādās lampās (100 miljonus no viņiem – Ķīnā).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |

2.13. att. Kompaktas luminiscences spuldzēs cokoli

|  |  |
| --- | --- |
|  | 2.14. att. Kompaktas  luminiscences spuldzes  formās. |

Kompakto un liekto spuldžu konfigurāciju gaismas spektri redzami 2.14.attēlā.

Kaut gan spektri ir acīmredzami nevienmērīgi, tomēr katrā viļņu garuma joslā gaismas intensitāte vairākiem spuldžu veidiem ir vidēji daudz maz vienāda. Tāpēc spektra kvalitāte ir augsta. Tā spuldžu spektra kvalitāti krāsas temperatūru 3500 – 4000 K uzskata par ļoti labu (Ra = 90 - 100), bet ar krāsas temperatūru 2700 – 3000 K spektrs tiek vērtēts kā Ra = 80 - 90.

Vienādām gaismas plūsmām parasto kvēlspuldžu un kompakto luminiscento spuldžu patērējamās jaudas ir:

|  |  |
| --- | --- |
| Kvēlspuldzes, W | Kompaktas spuldzes, W |
| 40 | 9 |
| 60 | 11 |
| 75 | 15 |
| 100 | 20 |

|  |  |
| --- | --- |
| 2700 K | 3000 K |
| 3500 K | 4000 K |
| 6500 K |  |

2.15. att. Kompaktas luminiscences spuldzes Electronic Biax gaismas spektri

Kompaktam spuldzēm var izrādīties aizdegšanas grūtības aukstumā. Salīdzinot ar cilindriskām, kompaktās spuldzes tomēr patērē vienādai gaismas plūsmai nedaudz vairāk enerģijas (2.9., 2.10. un 2.11. tabulās).

Priekšrocības:

* mazi izmēri, kuri tuvojas kvēlspuldžu izmēriem;
* augsta gaismas atdeve (400 % salīdzinot ar kvēlspuldzēm);
* ilgs kalpošanas mūžs (8 reizes lielāks, salīdzinot ar kvēlspuldzēm);
* silti-balta gaismas krāsa, līdzīga kvēlspuldzēm;
* laba krāsu uztvere.
* augsts lietderības koeficients.
* Trūkumi:
* samērā augsta spuldzes cena;
* pazemināts gaismas fokusējums;
* pilna gaisma iestājas 2 minūšu laikā pēc ieslēgšanas.

Kompaktās luminiscentās spuldzes tiek izgatavotas ar skrūvējamo cokolu, kas dod iespēju tās izmantot kvēlspuldžu iekārtās. Šajā gadījumā ieslēgšanas iekārtas ir iemontētas cokolā. Tomēr jāņem vērā, ka šādas spuldzes patērē arī reaktīvo jaudu un, tātad tām ir zems cos*φ*. Iekārtās ar lielāku spuldžu skaitu jālieto kondensatori reaktīvās jaudas kompensācijai. Lietojot elektroniskās palaišanas iekārtas, strāvai ir 3. harmonika.

2.9. tabula

**Kompakto luminiscences spuldžu ar iebūvēto ieslēgšanas aparātu parametri**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Lampas tips** | **Jauda,**  **W** | **Gaismas plūsma, lm** | **Gabarīti, mm** | | **Masa,**  **g** | **Cokola tips** |
| **L** | **D** |
| Ar diviem līnijas posmiem | 5 | 200 | 121 | 30 | 50 | Е14, Е27 |
| Ar četriem līnijas posmiem | 9  11  15  20 | 400  600  900  1200 | 130  137  180  200 | 45  45 | 70  75  105  130 | Е14, Е27  Е14, Е27 Е27  Е27 |
| Ar sešiem līnijas posmiem | 15  20  23 | 900  1200  1500 | 140  153  175 | 52  52  58 | 105  105  150 | Е27 |

*Vidējais darba mūžs— 8000 stundas.*

2.10. tabula

**Kompakto luminiscences spuldžu parametri ar ārējo ieslēgšanas aparātu**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Lampas tips** | **Jauda,**  **W** | **Gaismas plūsma, lm** | **Garums,**  **mm** | **Darba mūžs, h** | **Cokola tips** | |
| **ТСДС-Е**  (Dulux-S, PL-S/2p, Biax-S, Lynx-S) | 5  7  9  11 | 250  400  600  900 | 105/85 135/115 165/145 235/215 | 8000 | G23/2G7 | |
| **TC-L** | 18  24  36  40  55 | 1200  1800  2900  3500  4800 | 225  320  415  535  535 | 8000 | 2G11 | |
| **TC-D/DE** | 10  13  18  26 | 600  900  1200  1800 | 105/103 132/130 150/146 168/165 | 8000 | G24 d-1/q-1  G24 d-1/q-1  G24 d-2/q-2  G24 d-3/q-3 | |
| **ТС-Т/ТЕ** | 13  18  26  32 | 900  1200  1800  2400 | 116/105  123/115  153/145  168 | 8000 | GX24 d-1/q-1 GX24 d-2/q-2 GX24 d-3/q-3 GX24 q-4 |

*Darba mūžs ne mazāk par 8000 stundām.*

Spuldzes ar matētu kolbu (caurmērs 100 - 130 mm) gaismas krāsas ziņā praktiski neatšķiras no attiecīgām kvēlspuldzēm. Pateicoties 8-kārtīgam kalpošanas ilgumam un 0,25 jaudas patēriņam, tās no ekonomiskā viedokļa var būt izdevīgākas.

Kompaktās spuldzes tiek izgatavotas arī ar spraužamu cokolu. Šajā gadījumā cokolā iemontēts tikai starteris. Pārējais tiek ieslēgts atsevišķi un tātad, izdegot spuldzei, tas nav jāmaina, kas mazina spuldzes izmaksu.

Spuldzes ar četriem spraužamiem cokoliem var izmantot ar attiecīgām pārslēgšanas ierīcēm.

2.11. tabula

**Dažādu firmas kompaktās luminiscences spuldzes salīdzinājums**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Shematiskais apzīmējums** | | **Cokols** | **Jauda,**  **W** | **Strāva, А** | **Izgatavotāj-**  **firma** | **Nosacīts**  **apzīmējums** | **Gaismas plūsma,**  **lm** | **Darba**  **stāvoklis** |
| **1** | | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** |
|  | | G23 | 9 | 0,17 | Philips 0SRAM SYLVANIA GE | PL-S 9W DULUXS9W Lynx-S 9W F9BX | 600 600 600 600 | jebkurš |
| 11 | 0,15 | Philips  OSRAM SYLVANIA GE | MASTER PL-S 11W DULUXS11W Lynx-S 11W F11BX | 900  900 900 900 |  |
|  | | 2G11 | 18 | 0,375 | Philips OSRAM SYLVANIA GE  B.A.B.C. | PL-L18W DULUXL18W Lynx-L 18W F18BX КЛ18 | 1200 1200 1200 1250 1200 |  |
| 36 | 0,435 | Philips OSRAM SYLVANIA GE  B.A.B.C. | PL-L36W DULUX L36W Lynx-L 36W F36BX КЛ36 | 2900 2900 2900 2900 2900 |  |
| 55 | 0,55 | Philips OSRAM SYLVANIA GE | PL-L55W DULUX L55W Lynx-LE 55W F55BX | 4800 4800 4800 4850 |  |
|  | | G24d-1 | 13 | 0,175 | Philips OSRAM SYLVAN IA GE | PL-C13W DULUX D13W Lynx-D 13W F13BXT4 | 900 900 900 900 |  |
| G24d-2 | 18 | 0,22 | Philips OSRAM SYLVANIA GE | PL-C18W DULUX D18W Lynx-D 18W F18BXT4 | 1200 1200 1200 1200 |  |
| G24d-3 | 26 | 0,325 | Philips  OSRAM  SYLVANIA  GE | PL-C26W  DULUX D26W  Lynx-D 26W  F26BXT4 | 1800  1800  1800  1710 |  |
|  | | G24q-1 | 13 | 0,165 | Philips OSRAM SYLVANIA GE | PL-C13W DULUX D/E 13W Lynx-DE 13W F13DBX | 900 900 900 900 |  |
| G24q-2 | 18 | 0,21 | Philips OSRAM SYLVANIA GE | PL-C18W DULUX D/E 18W Lynx-DE 18W F18DBX | 1200 1200 1200 1200 |  |
| G24q-3 | 26 | 0,3 | Philips OSRAM SYLVANIA GE | PL-C26W DULUX D/E 26W Lynx-DE 26W F26DBX | 1800 1800 1800 1710 |  |
| GX24q-3 | 32 | 0,32 | Philips OSRAM SYLVANIA GE | PL-T32W DULUX TE 32W Lynx-TE 32W F32TBX | 2400 2400 2400 2200 |  |
| GX24q-4 | 42 | 0,32 | Philips OSRAM SYLVANIA GE | PL-T42W DULUX TE42W Lynx-TE 42W F42TBX | 3200 3200 3200 3200 |  |
|  |  | Gl0q | 22 | 0,4 | Philips OSRAM SYLVANIA GE | TL-E22W L22W FC22W FC8T9 | 1250 1350 1200 1000 |  |
| 32 | 0,45 | Philips OSRAM SYLVANIA GE | TL-E 32W L32W FC32W FC12T9 | 2050 2050 1700 1825 |
|  | | E27 | 15 | 0,12 | Philips  OSRAM  SYLVANIA  GE  B.A.B.C. | Master PL 15W  DULUX EL LL15W  Mini-Linx T15W/E27  FLE15TBXSP  KЛЭ15-6 | 875  900  900  900  900 |  |
| 21 | 0,135 | OSRAM | DULUX EL ECO 21W | 1200 |
| 23 | 0,18 | Philips  OSRAM  SYLVANIA  GE  B.A.B.C. | Master PL23W  DULUXELLL23W  Mini-Linx T 23W/E27  FLE23TBXSP  KЛЭ23-6 | 1485  1500  1500  1500  1500 |

Jauno paaudžu kompaktām spuldzēm lieto elektroniskas palaišanas iekārtu, iebūvētu cokolā, kura nesamazina lietošanas laiku atkarībā no ieslēgšanas biežuma ar noteikumu, ja atslēgšanas laiks ir ne mazāks par 2 minūtēm.

Pēdējā laikā kompaktās spuldzes konstruktīvi kļūst arvien kompaktākas. Tas dod iespēju bez grūtībām aizvietot ar tām kvēlspuldzes.

Lokveida spuldzēm ir zemāks kontaktu drošums, mazāks kalpošanas ilgums un augstāka cena.

**Cilindriskas luminiscentās spuldzes.**

Luminiscences spuldzi (2.16. att.) izveido no stikla caurules 1, kurai galos piestiprina cokolus *2* ar vol­frama bispirālajiem elektrodiem 3*,* kas noklāti ar emisiju veicinošu bārija oksīda kārtiņu. Pēc gaisa izsūknēšanas caur štengeli 6, caurulē ievada nedaudz dzīvsudraba 8 vai dzīvsudraba amalgamu un argona.

Dzīvsudraba tvaiku spiediens darba temperatūrā 400C sastāda 0,13…1,3 N/m2. Tāds zems spiediens nodrošina intensīvo ultravioleto starojumu loka izlādē starp elektrodiem ar viļņa garumu 184,9 un 253,7 nm.

Caurules iekšējo virsmu noklāj ar luminoforu 9 vai luminoforu maisījumu. Luminoforu maisījums spīd, ja uz to iedarbojas dzīvsudraba tvaiku ultravioletais starojums, kas izveidojas elektriskajā laukā starp elektrodiem.

Ar luminoforiem atkarībā no to ķīmiskā sastāva, iegūst dažādas krāsas gaismu. Izvēloties attiecīgu luminoforu, var izveidot spuldzes ar starojumu, kas ir tuvs dienas gaismai (sk. 2.17. att.).

|  |
| --- |
| 2.16. att. Luminiscences spuldze: 1 - stikla caurules; 2 – stikla kājiņās; 3 – elektrodi; 4 – lampas  cokola kājiņas**;** 5 - cokols; 6 – štenģelis; 7 – inerta gāze; 8 – dzīvsudraba piliens; 9 - luminofors |

|  |  |
| --- | --- |
| ***a*** | ***b*** |

2.17. att. Standarta luminiscences spuldzes starojuma spektrs(a) un firmas Osram

COLOR proof lampas starojuma spektrs (b).

Caurules ārējais diametrs var būt 38, 26, 16 vai 12 mm (apzīmējums literatūrā — Т12, Т8 и Т5, t.i., 12/8, 8/8 и 5/8 colla (2,54 cm)). Vācu firma *Osram* izgatavo arī lampas Т2 ar diametru 7 mm*,* bet tādās lampas izmanto skenēšanai.

Luminiscences lampas parametri tiek doti 2.12., 2.13. un 2.14. tabulās.

2.12. tabula

**Līnijas luminiscentās spuldzēs parametri (vidēji)**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Jauda,**  **W** | **Garums,**  **mm** | **Gaismas plūsma,**  **lm** | **Gaismas atdeve,**  **lm/W** |
| 4 | 146 | 120 | 30 |
| 6 | 222 | 250 | 42 |
| 8 | 300 | 400 | 50 |
| 13 | 526 | 780 | 60 |
| 15 | 450 | 900 | 60 |
| 18(20) | 604 | 1060 | 60 |
| 30 | 910 | 2100 | 70 |
| 36 (40) | 1214 | 2800 | 70 |
| 58 (65) | 1514 | 4600 | 70 |

Luminiscentās spuldzēs darba mūžs — no 6000 līdz 15000 h.

Luminiscences spuldžu darbmūžs ir 3000-18000 stundas, bet lietderības koeficients (apmēram 20-25%) ir 2,5—3 reizes lie­lāks nekā kvēlspuldzēm. Tās ir ekonomiskas un ieteica­mas plašam patēriņam.

Pēc izstarotās gaismas nokrāsas luminiscentās spul­dzes iedala

* dienas gaismas spuldzēs,
* baltās gais­mas spuldzēs,
* spilgti baltās vai universālās gaismas spuldzes,
* auksti baltās gaismas spuldzes un
* silti baltās gaismas spuldzēs.

Luminiscences lampas marķējumā obligāti parāda indekss Ra. Ja lampām *Ra* = 90, tad pēc jaudas stāv cipars 9, ja 80 < Ra < 90 – cipars 8. Parējām lampām ar *Ra* = 50 – 70 marķējumā ir divciparu numurs (2.9. tabula).

Dienas gaismas spuldzēs un auksti baltās gaismas spuldzēs lieto, ja vajag nekļūdīgi atšķirt krāsu nianses, bet ar baltās gaismas un silti baltās gaismas spuldzēm iegūst gaismu, kas ir tuva dienas gaismai.

Pēc izstarotās gaismas nokrāsas luminiscento spuldžu raksturlielumi doti 2.10. tabulā, un spuldzes slēguma shēma parādīta nākama paragrāfā.

2.13. tabula

**Luminiscentās spuldzēs T5 sērijas (Ø 16 mm)**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Shematiskais apzīmējums** | **Cokols** | **Jauda,**  **W** | **Strāva, А** | **Izgatavotāj-**  **firma** | **Nosacīts**  **apzīmējums** | **Gaismas plūsma,**  **lm** | **Darba**  **stāvoklis** |
|  | G5 | 4 | 0,17 | Philips | TL4W/33 | 140 | jebkurš |
| 0SRAM | L4W | 120 |
| SYLVAN IA | F4W | 140 |
| GE | F4 | 150 |
| 6 | 0,16 | Philips | TL6W/35 | 260 |
| OSRAM | L6W | 240 |
| SYLVAN IA | F6W | 280 |
| GE | F6 | 260 |
| 8 | 0,15 | Philips | TL8W/35 | 380 |
| OSRAM | L8W | 330 |
| SYLVAN IA | F8W | 400 |
| GE | F8 | 380 |
| 14 | 0,17 | Philips | TL5HE14W | 1100 |
| OSRAM | FH14W | 1200 |
| SYLVANIA | FHE14W | 1250 |
| GE | F14W | 1350 |
| 28 | 0,17 | Philips | TL5 HE 28W | 2600 |
| OSRAM | FH28W | 2600 |
| SYLVANIA | FHE28W | 2700 |
| GE | F28W | 2900 |
| 35 | 0,175 | Philips | TL5 HE 35W | 3300 |
| OSRAM | FH35W | 3300 |
| SYLVANIA | FHE35W | 3400 |
| GE | F35W | 3650 |

*\*Darba mūžs — 18000 stundas, ja gaismas plūsma samazinās par 10%.*

*•Izgatavo ar krāsas temperatūru 2700, 3000, 4000 и 6000 К.*

2.14. tabula

**Luminiscentās spuldzēs T8 sērijas (Ø 26 mm)**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Shematiskais apzīmējums** | **Cokols** | **Jauda,**  **W** | **Strāva, А** | **Izgatavotāj-**  **firma** | **Nosacīts**  **apzīmējums** | **Gaismas plūsma,**  **lm** | **Darba**  **stāvoklis** |
|  | G13 | 15 | 0,33 | Philips | TL-D15W | 900 | jebkurš |
| OSRAM | L15W | 950 |
| SYLVANIA | F15W | 900 |
| GE | F15 | 850 |
| 18 | 0,36 | Philips | TL-D18W | 1100 |
| OSRAM | L18W | 1300 |
| SYLVANIA | F18W | 1100 |
| GE | F18 | 1150 |
| В.A.B.C. | ЛБ18 | 1060 |
| 36 | 0,44 | Philips | TL-D36W | 2975 |
| OSRAM | L36W | 3250 |
| SYLVANIA | F36W | 2600 |
| GE | F36 | 2600 |
| 58 | 0,67 | Philips | TL-D58W | 4600 |
| OSRAM | L58W | 5200 |
| SYLVANIA | F58W | 4600 |
| GE | F58 | 4600 |

2.15. tabula

**Luminiscences spuldžu izstarotās gaismas nokrāsas apzīmēšana**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Gaismas nokrāsas** | **ГОСТ 6825** | **Philips** | **Osram** |
| **Standarta lampas ar** Ra < 70 | | | |
| Silti baltās (Тk= 2700-2900 K) | ЛТБ | 29 | 30 |
| Baltās gais­mas (Тk = 3500-3900 K) | ЛБ | 35 | - |
| Spilgti baltās (Тk = 4000-4100 K) | - | 33, 25 | 25, 20 |
| Auksti baltās (Тk = 4500-4800 K) | ЛХБ | - | - |
| Dienas gaismas (Тk = 6200-6500 K) | ЛД | 54 | - |
| **Lampas ar** Ra = 80-85 | | | |
| Silti baltās | ЛТБЦ | 827, 830 | 827, 830 |
| Spilgti baltās | - | 840 | 840 |
| Dienas gaismas | ЛДЦ | 860 | 865 |
| **Lampas ar** Ra ≈ 90 | | | |
| Silti baltās | - | 927, 930 | 927, 930 |
| Spilgti baltās | - | 940 | 940 |
| Auksti baltās | ЛХБЦЦ | 950 | 950 |
| Dienas gaismas | - | 965 | 965 |

2.16. tabula

**Luminiscento spuldžu raksturlielumi**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | Dienas gaismas spuldzēs | | Baltās gaismas spuldzēs | | Auksti baltās gaismas spuldzēs | | Silti baltās gaismas spuldzēs | |
| Jauda, W | Spriegums, V | Spuldzes spriegums, V | Strāvas, A | Spuldzes  garums, mm | Gaismas plūsma, lm | Gaismas atdeve, lm/W | Gaismas plūsma, lm | Gaismas atdeve, lm/W | Gaismas plūsma, lm | Gaismas atdeve, lm/W | Gaismas plūsma, lm | Gaismas atdeve, lm/W |
| 15 | 127 | 58 | 0,30 | 451 | 490 | 39,6 | 490 | 32,6 | 560 | 37,3 | 500 | 33,3 |
| 20 | 127 | 60 | 0,35 | 604 | 700 | 3.5,0 | 700 | 35,0 | 800 | 40,0 | 700 | 35,0 |
| 30 | 220 | 108 | 0,32 | 909 | 1160 | 38,6 | 1160 | 38,6 | 1400 | 46,6 | 1250 | 41,6 |
| 48 | 220 | 108 | 0,41 | 1213 | 1700 | 42,5 | 1700 | 42,5 | 1920 | 48,0 | 1780 | 44,5 |
| 80 | 220 | 108 | 0,80 | 1481 | 3040 | 38,0 | — | — | 3440 | 43,0 | 3200 | 40,0 |

Strāvas ierobežošanai paredzēta drosele, lampas elektrodi un starteris saslēgti virknē. Starteris ir maza neona spuldzīte ar vienu bimetāla elektrodu.

Ja ieslēdz slēdzi, tīkla spriegums tiek pievadīts at­slēgtajiem startera elektrodiem un starp tiem izveidojas mirdzošā izlāde, bimetāls sasilst, startera elektrodi saslēdzas un ķēdē rodas strāva, kas sakarsē spuldzes elektrodus. Startera elektrodiem saslēdzoties, mirdzošā izlāde izbeidzas, bimetāla elektrods atdziest un pārtrauc startera ķēdi. Tādā gadījumā starp sakarsētajiem spuldzes elektrodiem parādās spriegums un spuldzē rodas ar spīdēšanu saistīta izlāde, t.i., spuldze aizdegas. Kondensators startera ķēdē novērš radio traucējumus, bet kondensatori drosele ķēdē uzlabo jaudas koeficientu.

**Cilindriskām spuldzēm** ir lielāka gaismas atdeve. To jauda ir no 4 līdz 215 W. Dažādu jaudu spuldzēm - dažādi garumi. Kalpošanas ilgums pārsniedz kvēlspuldžu kalpošanas ilgumu 10 reizes. Parastie parametri:

18 W - 590 mm garas;

36 W - 1200 mm;

38 W - 1045 mm (pielāgota speciālām armatūrām ar starpsienām; ierobežota gaismas krāsu izvēle);

58 W- 1500 mm.

Gadījumos, kuros ir nepieciešama sevišķi laba krāsu uztvere, piemēram, tekstila krāsotavās vai tipogrāfijās lieto DE LUX spuldzes, kurām gaismas atdeve gan ir par 30% mazāka nekā parastām luminiscentām.

Luminiscento spuldžu parametri parādīti 2.17. tab.

2.17. tabula

**Luminiscences spuldžu parametri**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Tips** | **Relatīvā gaismas plūsma** | **Krasu uztvere** | **Relatīvā cena** |
| Parastās  3 slāņu DELUX | 1  1,1  0,7 | apmierinoša  subjektīvi laba  objektīvi ļoti laba | 1  2  2,3 |

Spuldžu gaismas spektri redzami 2.18. attēlā. Spektri ir ļoti dažādi. Tā, piemēram,

DE LUX Ra = 90 - 100 krāsu uztvere ir 1A ļoti laba

LUMILUX Ra = 80-89 1B ļoti laba

Dienas gaismas Ra = 70 - 79 (parastās) 2A laba

Ra = 60 - 69 2B laba

Ra = 40 - 59 viduvēja

Gadījumos, ja spuldzes tiek izmantotas tikai apgaismojuma nodrošināšanai, var izmantot lētākas spuldzes, kurām piemīt sliktāka gaismas uztvere. Turpretim, ja spuldzes izmanto apstākļos, kuri saistīti ar būtisku redzes sasprindzinājumu, tad jāizmanto spuldzes ar augstvērtīgu spektru.

Luminiscento spuldžu enerģētiskās īpašības atkarībā no sprieguma izmaiņas var izteikt ar vienādojumu

H = AU\* - B,

kur U\* - spriegums attiecīgās vienībās; H - parametrs.

Šie lielumi:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Parametri | A | B |
| Jauda | 2,43 | 1,43 |
| Strāva | 2,1 | 1,1 |
| Spuldzes spriegums | 1,02 | 0,02 |
| gaismas atdeve | 0,41 | -0,59 |

Luminiscento spuldžu gaismas atdeve nedaudz mazinās spuldžu izmantošanas laikā (2.19. att.). Kas attiecas uz darba mūžu, tad puse spuldžu atsaka pēc 8000 darba stundām (2.20. att.).

Luminiscentā viela var būt vienveidīga. Tādā gadījuma tiek izmantots materiāls, kas dod gaismu, koncentrētu dzeltenzaļā spektra zonā. Ja ir jānodrošina labāki spektra apstākļi, tad izmanto vairāku luminiscentā materiāla kombināciju. Tā ir pazīstami uzklājumi, ko veido trīs luminiscentās vielas. Katrai luminiscentai vielai atbilst noteikta spektra josla. Kopējais spektrs atbilst vēlamajam, lai panāktu nepieciešamo krāsu uztveri.

Luminiscento spuldžu gaismas spektri atšķiras no kvēlspuldžu gaismas spektriem ar to, ka to īpašības ir atkarīgas no luminiscento materiālu fizikālām īpašībām. Tāpēc spektru attēlos redzamas gaismas intensitātes nevienmērības dažāda garuma viļņiem. Spektri tiek uzskatīti par labiem, ja gaismas intensitātes dažādu viļņu garumu diapazonos ir pietiekami augsti.

|  |  |
| --- | --- |
| ***a*** | ***b*** |
| ***c*** | ***d*** |
| ***e*** | ***f*** |

2.18. att. Cilindrisko luminiscento spuldžu gaismas spektri: *a* - Lumilux Delux (auksta dienas gaisma),

*b -* Lumilux Delux (dienas gaisma), *c* - Lumilux Delux (auksta balta gaisma), *d* - Lumilux Delux (silta balta gaisma), *e* – Biolux; *f* - Lumilux Interna.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| 2.19. att. Luminiscento spuldžu gaismas  atdeves izmaiņa ekspluatācijas periodā | 2.20. att. Luminiscento spuldžu kalpošanas  ilgums |

Luminiscentās spuldzes atšķiras pēc gaismas krāsas. Sadzīvē, kur ir ļoti svarīga krāsu uztvere, jādod priekšroka siltbaltās gaismas spuldzēm. Pētījumi attiecībā uz subjektīvo gaismas krāsas vērtējumu un krāsas uztveri pierādīja, ka no šāda viedokļa, tās ir praktiski līdzvērtīgas kvēlspuldzēm. Tām ir:

* augsta gaismas atdeve;
* plaša gaismas krāsu izvēle;
* liels kalpošanas ilgums;
* zema virsmas temperatūra;
* zems infrasarkanais starojums;
* zema atkarība no sprieguma;
* pieejama cena.

Trūkumi:

* ierobežots gaismas fokusējums;
* gaismas atdeves atkarība no apkārtējās temperatūras;
* augstāka jutība pret ieslēgšanu, salīdzinot ar kvēlspuldzēm;
* dažādu jaudu spuldzes nav savstarpēji aizvietojamas.

**2.3. IZLĀDES SPULDZES**

Izlādes spuldzēm starojums atrodas redzamās gaismas diapazonā.

Galvenie spuldžu tipi: dzīvsudraba tvaiku spuldzes, halogēna-metāltvaiku un nātrija tvaiku spuldzes.

Priekšrocības:

* kompakta konstrukcija;
* augsta gaismas koncentrācija;
* labs vai ļoti labs gaismas fokusējums;
* ilgs darbības mūžs.

Trūkumi:

* vairākas minūtes līdz pilnas gaismas plūsmas sasniegšanai;
* pēc sprieguma nosēduma vai pārtraukuma atpakaļ ieslēgšanās tikai pēc dažām minūtēm;
* ātra atpakaļ ieslēgšanās tikai ar speciālu slēgumu;
* ierobežota gaismas krāsu izvēle;
* problemātiska vai neiespējama gaismas plūsmas regulēšana;

**2.3.1. DZĪVSUDRABA LOKA SPULDZES**

Dzīvsudraba loka spuldze (ДРЛ un HQL)parādīta 2.21. attēlā. Tā sa­stāv no cokola 7un balona (kolbas) 1*,* kura iekšpusē ir ievietota kvarca caurulīte (deglis) 3ar dzīvsudrabu un argonu un elek­trodi 4 un 5. Balona iekšējā virsma pārklāta ar luminofora slāni 2. Pie­slēdzot spriegumu spuldzes elektrodiem, dzīvsudraba tvaikos no­tiek elektriskā izlāde, kas rada intensīvu gaismas starojumu. Šī starojuma ultravioleto staru ietekmē luminofors, ar ko pār­klātas iekšējās balona sieniņas, izstaro oranži sarkanu gaismas plūsmu, kas sajaucas ar spuldzes galveno gaismas plūsmu un rada redzamu balto gaismu ar zaļganu nokrāsu.

2.21. attēlā ir parādīta divelektrodu spuldze ДРЛ četrelektrodu spuldze darbojas pēc tāda paša principa, tikai tai ir divi papildu elektrodi 5, kas atvieglo spuldzes aizdedzi. Starp galvenajiem un papildu elektrodiem izveidojas mirdzošā izlāde, dzīvsudraba tvaiki jonizējas, atvieglojot izlādes rašanos starp galvenajiem elektro­diem. Spuldzes ДРЛražo ar jaudu no 50 W līdz 2000 W uz spriegumiem 220 V un 380 V.

*Augstspiediena dzīvsudraba* tvaika spuldžu ДРЛ un HQL gaismas spektri parādīti 2.22. attēlā. To krāsu uztvere atrodas diapazonā no 2B līdz 3.

Dzīvsudraba tvaiku izlādes spuldzēm ir sekojošas priekšrocības:

* ilgs darbības mūžs;
* plaša jaudu izvēle (no 50 W līdz 1000 W);
* vienkāršs slēgums (bez palaišanas iekārtām);
* neitrālbaltā, daļēji arī siltbaltā gaisma.

Trūkumi:

* apmierinošas krāsu uztveres īpašību pasliktināšanās lietošanas periodā;
* tieksme uz svārstībām;
* ierobežota gaismas fokusēšana;
* nepieciešami lieli reflektori gaismas virzībai.

|  |  |
| --- | --- |
| ***Какой источник света выбрать для освещения помещений? 2-235.jpg***  ***a*** | ***b*** |

2.21. att. Augstspiediena dzīvsudraba tvaika spuldze ДРЛ (*a*) un HQL (*b*) uz­būve: 1- kolba (balons); 2- luminofora slānis; 3- kvarca cau­rulīte (deglis); 4- galvenais elektrods no volframa; 5- papildu elektrods; 6- rezistors; 7- cokols

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ***a*** | ***b*** | |
| ***c*** | | ***d*** |
| ***e*** | | 2.22.att. Izlādes dzīvsudrabu spuldžu gaismas spektri: *a –* ДРЛ, *b* - HQL, *c* – HQL de Luxe,  *d* - HQL Super de Luxe, *e* – Nātrija spektrs |

2.18. tabula

**Augstspiediena dzīvsudraba tvaika spuldzēs parametri**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Jauda,**  **W** | **Gaismas plūsma, lm** | **Gaismas atdeve, lm/W** | **Gabarīti, mm** | | **Cokols** |
| **D** | **L** |
| 80 | 3800 | 47,5 | 73 | 160 | Е27 |
| 125 | 6600 | 52,8 | 78 | 184 | Е27 |
| 250 | 13500 | 54 | 91 | 230 | Е40 |
| 400 | 24000 | 60 | 122 | 292 | Е40 |
| 700 | 40000 | 57 | 152 | 368 | Е40 |
| 1000 | 57000 | 57 | 180 | 400 | Е40 |
| 2000 | 120000 | 60 | 187 | 445 | Е40 |

*Lampas darba mūžs 7500 - 15000 stundās.*

Dzīvsudraba tvaika spuldžu izmantošanas parametri pašreiz ir pārsniegti un tos, sevišķi ievērojot vides aizsardzības apsvērumus, lieto ierobežoti.

Augstspiediena dzīvsudraba tvaika spuldžu izmantošanas sfēra ir apgaismojums gājēju zonās, parkos, tirdzniecības hallēs, foajē ar lielu publikas kustību.

2.19. tabula

**Dažādas firmas augstspiediena dzīvsudraba tvaika spuldzēs salīdzinājums**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Shematiskais apzīmējums** | **Cokols** | **Jauda,**  **W** | **Strāva, А** | **Izgatavotāj-**  **firma** | **Nosacīts**  **apzīmējums** | **Gaismas plūsma,**  **lm** | **Darba**  **stāvoklis** |
|  | Е27 | 80 | 0,8 | Philips | HPL-N 80W | 4000 | jebkurš |
| 0SRAM | HQL 80 | 3400 |
| SYLVANIA | HSL-BW 80W | 3800 |
| GE | H80NDX | 4000 |
| В.А.В.С. | ДРЛ80 | 3400 |
| 125 | 1,15 | Philips | HPL-N 125W | 6800 |
| OSRAM | HQL125 | 5700 |
| SYLVANIA | HSL-BW 125W | 6300 |
| GE | H125NDX | 6500 |
| В.А.В.С. | ДРЛ125 | 6000 |
| Е40 | 250 | 2,1 | Philips | HPLN 250 HG | 12700 |
| OSRAM | HQL250 | 13000 |
| SYLVANIA | HSL-BW250W | 13000 |
| GE | H250ST/25MIH | 13000 |
| В.А.В.С. | ДРЛ 250 | 13200 |
| 400 | 3,25 | Philips | HPLN 400 HG | 22000 |
| OSRAM | HQL400 | 22000 |
| SYLVANIA | HSL-BW400W | 22000 |
| GE | H250ST/40MIH | 13000 |
| В.А.В.С. | ДРЛ 400 | 23700 |

**2.3.2. HALOGĒNA METĀLTVAIKU SPULDZES**

*Halogēna metāltvaiku* spuldzes bez dzīvsudraba satur arī halogēnu savienojumu piedevas (jods, broms) (2.23. att.).

Priekšrocības:

* augsta gaismas atdeve;
* gaismas krāsa - no dienas gaismas līdz siltbaltai;
* krāsu uztvere - laba līdz ļoti labai;
* kompakta konstrukcija;
* liela gaismas plūsmas koncentrācija;
* ļoti laba gaismas fokusēšana.

|  |  |
| --- | --- |
| ***a*** | ***b*** |

2.23. att. Halogēna metāltvaiku spuldzes kopskats: a – 400 W; b – 2000 W; 1 – atsperes balsts;

2 – gāzizlādes caurule; 3 – galvenie elektrodi; 4 – aizdedzes elektrods; 5 – siltuma pārsegums;

6 – rezistors.

2.20. tabula

**Halogēna metāltvaiku spuldzes parametri**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Lampas tips** | **Jauda,**  **W** | **Tkr,**  **К** | **Gaismas plūsma,**  **lm** | **Darba mūžs, h** | **Gabarīti, mm** | | **Cokola tips** |
| **L** | **D** |
| Lampas ar keramisko degli | 70 | 3000 | 6300 | 9000 | 156 | 32 | Е27 |
| 150 | 3000 | 13500 | 9000 | 211 | 47 | Е40 |
| 35 | 3000 | 3400 | 9000 | 85 | 14 | G8.5 |
| 70 | 4200 | 6600 | 9000 | 85 | 17 | G12 |
| 150 | 4200 | 14000 | 9000 | 85 | 17 | G12 |
| Lampas ar kvarca degli | 35 | 3000 | 3400 | 9000 |  |  | G12/RX7S |
| 70 | 3000 | 6000 | 9000 |  |  | G12/RX7S |
| 150 | 3000 | 14000 | 9000 | 132 | 23 | G12/RX7S |
| 250 | 4200 | 19000 | 10000 | 227 | 62 | Е40 |
| 400 | 4200 | 36000 | 10000 | 290 | 62 | Е40 |
| Colorlite | 150  400  1000 | Krāsainie |  | 6000  6000  6000 | 132  275  336 | 23  46  76 | RX7s  Е40  Е40 |

Trūkumi:

* dažādām jaudu spuldzēm - dažādas gaismas krāsas;
* sprieguma samazināšanās gadījumā nodziest;
* palielināts gaismas plūsmas samazinājums ar lietošanas laiku;
* tieksme uz gaismas svārstībām;
* gaismas krāsu dažādība dažādām spuldzēm.  
   Halogēna-metāltvaiku spuldžu izmantošanas sfēra ir ražošanas halles, veikalu telpas, vitrīnas, foajē, viesnīcas, izstāžu telpas, skolas, sporta zāles un zaļās zonas.

Ārējam apgaismojumam: reprezentatīvās ielās un parkos, arhitektūras un pieminekļu izgaismošanai.

Netiešam apgaismojumam vidējās jaudas (150 W, 250 W) halogēna metāltvaiku spuldzes dod salīdzinājumā ar halogēna kvēlspuldzēm 70% enerģijas ietaupījumu.

Halogēna metāltvaiku spuldzes, pateicoties tam, ka tās ir kompaktas un gaisma labi fokusēta, var uzskatīt kā alternatīvu kvēlspuldzēm un halogēnspuldzēm veikalos un izstāžu telpās, kur nepieciešama liela gaismas plūsma. Tas pats sakāms arī par nātrija tvaiku augstspiediena spuldzēm.

250 un 400 W spuldzes rūpniecības un noliktavu telpās dod salīdzinājumā ar dzīvsudraba spuldzēm 15 - 40% enerģijas ietaupījumu. Tādas pašas īpašības ir ari nātrija tvaiku spuldzēm, kurām jāņem vērā zemas krāsu uztveres īpašības.

2.21. tabula

**Dažādas firmas Halogēna metāltvaiku spuldzēs salīdzinājums**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Shematiskais apzīmējums** | **Cokols** | **Jauda,**  **W** | **Strāva, А** | **Izgatavotāj-**  **firma** | **Nosacīts**  **apzīmējums** | **Gaismas plūsma,**  **lm** | **Darba**  **stāvoklis** |
|  | G12 | 70 | 1 | Philips 0SRAM SYLVANIA GE | CDM-T70W HCI-T70 CMI-T70W ARC70tt | 6600 6700 6000 5500 | jebkurš |
| 150 | 1,8 | Philips OSRAM SYLVANIA GE | CDM-T150W HCI-T150 CMI-T150W ARC150/T | 14000 14500 13000 12000 |
|  | G8.5 | 70 | 0,98 | Philips OSRAM SYLVANIA GE | CDM-TC 70W HCI-TC70 CMI-TC 70W CMH70 | 6400 6900 6200 6000 |
|  | GX8.5 | 35 | 0,53 | Philips OSRAM | Master Color CDM-R111 35W H CI-Rill 35 | 3300 3100 |
| 70 | 0,88 | Philips OSRAM | Master Color CDM-R11170W HCI-R11170 | 6400 6900 |
|  | RX7S | 70 | 1 | Philips 0SRAM SYLVANIA GE | MHN-ProTD 70W HQI-TS 70 HSI-TD 70W ARC70 | 5700 5000 5400 5500 | P45 |
| RX7S-24 | 150 | 1,8 | Philips 0SRAM SYLVANIA GE | MHN-ProTD 150W HQI-TS 150 HSI-TD 150W ARC150 | 12900 11000 11000 12000 |
|  | Е40 | 250 | 3 | OSRAM SYLVANIA | HQI-T 250 HSI-T 250 | 20000 20000 | jebkurš |
| 400 | 3,4 | Philips OSRAM SYLVANIA GE  B.A.B.C. | HPI-T Plus 400 HQI-T 400 HSI-THX 400W ARC400/T ДРИ 400-6 | 35000 34000 36000 35000 33000 | P20 P45 P20 P20 P20 |
|  | Е27 | 70 | 1 | Philips OSRAM SYLVANIA GE | CDO-ET 70W HQI-E70 HSI-MP70C0 CMH70/E | 5600 5200 5200 6000 | jebkurš |
| Е40 | 150 | 1,8 | OSRAM SYLVANIA | HQI-E150 HSI-MP150 | 11400 12500 |
| 250 | 3 | OSRAM SYLVANIA | HQI-E 250 HSI-SX 250W | 17000 20000 |
| 400 | 3,4 3,4  3.4  3.5 | SYLVANIA  Philips  GE  OSRAM | HSI-HX 400W HPI Plus 400 BU KRC400/D/VBU HQI-E 400 | 35200 32500 32000 31000 | H15 H15 H15 jebkurš |
|  | Kabelis | 1000 | 9,6 | OSRAM | HQI-TS 1000/D/S | 90000 | P15 |
| 2000 | 11,3 | Philips OSRAM SYLVANIA | MHN-SBPro 2000W HQI-TS 2000/D/S HSI-TD 2000W/D | 200000 200000 200000 | P15 P15 P20 |

**2.3.3. NĀTRIJA TVAIKU SPULDZES**

Nātrija tvaiku spuldzes ir kā zemspiediena (2.24. att.), tā arī augstspiediena (2.25. att.).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ***a*** | ***b*** | ***c*** |

2.24. att. Nātrija tvaikuaugstspiediena spuldzēsДНаТ (*a*) un SON (*b*) kopskats un gaismas spektrs (c): 1 – keramiskais noslēgs; *2 —* keramiskā gāzizlādes caurule; *3* – kolba; 4 – elektrods; 5 – niobija štenğelis; 6- bārija gāzes absorbētājs; 7 – cokols.

Zemspiediena spuldzēm (Na/SOX, SOX-E) (2.25. att.) ir monohromatisks dzeltens starojums. Tās izmanto ātruma trašu un stāvvietu apgaismojumam. Zemspiediena spuldzēm gaismas atdeve sasniedz 200 lm/W (2.22. tab.).

Nātrija augstspiediena spuldžu (2.24. att.) gaismas atdeve sasniedz 150 lm/W (2.23. un 2.24. tab.). Gaismas spektri parādīti 2.24.c attēlā. Izmantošanas sfēra - ārējais apgaismojums satiksmes maģistrālēs, izgaismošana, zaļumu izgaismošana un kopējais apgaismojums lielās ražošanas hallēs.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ***a*** | ***b*** | ***c*** |

2.25. att. Nātrija zemspiediena spuldze SOX (*a*), SLI/H (*b*) un tas gaismas spektrs (c).

2.22. tabula

**Nātrija zemspiediena tvaiku spuldzes parametri**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Jauda,**  **W** | **Gaismas plūsma,**  **lm** | **Gaismas atdeve,**  **lm/W** | **Gabarīti, mm** | |
| **L** | **D** |
| 18 | 1800 | 100 | 216 | 54 |
| 35 | 4800 | 137 | 310 | 54 |
| 55 | 8000 | 145 | 425 | 54 |
| 90 | 13500 | 150 | 530 | 68 |
| 135 | 22500 | 166 | 725 | 68 |
| 180 | 36000 | 200 | 1120 | 68 |

darba mūžs *- līdz 15000 st.*

2.23. tabula

**Nātrija augstspiediena tvaiku spuldzes parametri**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Jauda,**  **W** | **Gaismas plūsma,**  **lm** | **Gaismas atdeve,**  **lm/W** | **Gabarīti, mm** | |
| **L** | **D** |
| 50 | 3500 | 70 | 130 | 55 |
| 70 | 5600 | 80 | 165 | 42 |
| 100 | 9800 | 98 | 165 | 42 |
| 150 | 14500 | 97 | 211 | 48 |
| 210 | 25000 | 120 | 226 | 90 |
| 250 | 27000 | 110 | 250 | 48 |
| 400 | 48000 | 120 | 278 | 48 |
| 600 | 90000 | 150 | 350 | 67 |
| 1000 | 130000 | 130 | 375 | 82 |

darba mūžs *- līdz 28500 st.*

Priekšrocības:

* ļoti augsta gaismas atdeve;
* ļoti liels kalpošanas ilgums;

• maza gaismas plūsmas izmaiņa kalpošanas laikā;

• īss atpakaļaizdegšanās laiks sprieguma pārtraukumos.

Trūkumi:

* šaurs gaismas spektrs;
* viduvēja krāsu uztvere (subjektīvi bieži tiek vērtēta kā patīkama);
* spuldzēm ar uzlabotu krāsu uztveri pasliktināta gaismas atdeve.

Spuldžu tipi: standarta (augsta gaismas atdeve, pieņemama cena); Super (palielināta gaismas atdeve un aizdegšanās spriegums); DE LUX (uzlabota gaismas uztvere, pazemināta gaismas atdeve); DE LUX baltā (gaismas temperatūra līdzīga kvēlspuldzēm, apmierinoša gaismas atdeve, augsta cena).

2.24. tabula

**Dažādas firmas nātrija augstspiediena tvaiku spuldzēs salīdzinājums**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Shematiskais apzīmējums** | **Cokols** | **Jauda,**  **W** | **Strāva, А** | **Izgatavotāj-**  **firma** | **Nosacīts**  **apzīmējums** | **Gaismas plūsma,**  **lm** | **Darba**  **stāvoklis** |
|  | RX7s | 70 | 1 | 0SRAM | NAV-TS 70 SUPER 4Y | 6800 | R45 |
| RX7S-24 | 150 | 1,8 | 0SRAM | NAV-TS150 SUPER 4Y | 15000 |
|  | Е40 | 250 | 3 | Philips 0SRAM SYLVANIA GE  В.A.B.C. | SON-T Pro 250W NAV-T 250 SHP-T250 W LU250/T/40 MIH ДНаТ 250 | 28000 27000 28000 27500 24000 | jebkurš |
| 400 | 4,4 | Philips OSRAM SYLVANIA GE  B.A.B.C. | SON-T Pro 400W NAV-T 400 SHP-T400 W LU400/T/40 MIH ДНаТ 400 | 48000 48000 48000 50000 47500 |
| 600 | 5,8 | Philips OSRAM SYLVANIA GE | Master SON-T PIA PLUS 600 PLANTASTAR 600 SHP-TS600W LU 600/HO/T/40 MIH | 87500 90000 90000 90000 |
|  | Е27 | 70 | 0,98 | Philips 0SRAM SYLVANIA GE  B.A.B.C. | SON Pro 70W-E NAV-E 70/E SHP-S70W LU 70/90/D ДнаМT 70 | 5600 5600 6000 6000 5600 | jebkurš |
| Е40 | 150 | 1,8 | Philips OSRAM SYLVANIA GE | SON Pro 150W-E NAV-E 150 SHP-S150W LU 150 | 14500 14000 15500 15000 |
| 250 | 3 | Philips OSRAM SYLVANIA GE | SON Pro 250W NAV-E 250 SHP 250W LU250/T/40 MIH | 27000 25000 26000 27500 |
| 400 | 4,45 | Philips OSRAM SYLVANIA GE | SON Pro400W NAV-E 400 SHP400W LU400/T/40 MIH | 48000 47000 47000 50000 |
| 400 | 4,6 | Рефлакс | ДНаЗ 400-1 | 46000 |
|  | GX12-1 | 100 | 14 | Philips | SDW-TG 100W | 4900 |

**2.3.4. AUGSTFREKVENCES INDUKCIJAS SPULDZĒS**

Indukcijas spuldzēs iepildīto gāzu molekulas tiek jonizētas ar augstfrekvences magnētiskā lauka palīdzību, kurš tiek radīts ar augstfrekvences strāvu primārā tinumā. Tas nodrošina gāzes vadāmību, kurā sāk tecēt strāva, kas darbojas kā sekundārais tinums. Jonizētās daļiņas izsauc redzamo gaismu, ko izstaro spuldzes iekšējais luminiscentais slānis. Iedarbes frekvence 2,6 MHz. vidējais darba mūžs 60 000 st. Stroboskopiskais efekts nav manāms.

Augstfrekvences spuldžu priekšrocība bez kalpošanas ilguma un bezflikera gaismas ir vēl enerģijas ekonomija. Enerģijas zudumi šīm spuldzēm ir par 20% zemāki nekā luminiscentām spuldzēm (2.26. att.).

|  |
| --- |
| 2.26. att. Augstfrekvenču un luminiscences spuldžu zudumu salīdzinājums |

Augstfrekvences luminiscentais apgaismojums, neskatoties uz augstām īpašībām, tika izmantots samērā reti, galvenokārt konferenču telpās un gadījumos, kad spuldzes atrodas grūti pieejamās vietās. Lai sekmētu tā plašu ieviešanu 1991. gadā Zviedrijā tika pasludināts konkurss augstfrekvences apgaismojuma sistēmu izstrādei ar 32 un 50 W spuldzēm.

Konkursā piedalījās astoņi dalībnieki izgatavotāji. Izstrādes rezultātā apgaismojuma komplekta cena izrādījās 10% zemāka par labākā piedāvājuma cenu un 40% zemāka par vidējo cenu iepriekšējā gadā ar 5 gadu garantiju. Sistēmas atmaksāšanās laiks, salīdzinot ar rūpnieciskās frekvences luminiscento apgaismojumu, ir 10 gadi. Sākumā, līdz palielinās ražotāju skaits un tirgus cena pazemināsies, paredzēta pircēju subsidēšana 2 miljonu kronu apmērā.

Augstfrekvences sistēmu lietošana dos patērētās enerģijas samazināšanos par 25%. Ievērojot racionālu apgaismojuma rekonstrukciju tās ieviešanas procesā, iespējams ietaupīt līdz 70% enerģijas.

Augstfrekvences apgaismojumu ir racionāli izmantot sabiedriskās telpās: skolās, slimnīcās, veikalos, iestādēs utt.

Tirgus pieprasījums var būt pietiekoši liels, jo, piemēram, Zviedrijā izmanto līdz 50 miljonu luminiscentās spuldzes, no kurām 1 miljons spuldžu ik gadus tiek demontētas apgaismojuma racionalizācijas nolūkos. Tā, ja 1991. gadā rekonstruējamo vietā izlietoja tikai 1 % augstfrekvences iekārtu, tad jau 1992. gadā šis skaitlis pieauga līdz 10%. Acīmredzot, nākotnē augstfrekvences iekārtu skaits varētu sasniegt 50% no luminiscentām iekārtām. Tika novērtēts, ka šāda apgaismojuma lietošana varētu dot 2 - 3 TWh enerģijas ekonomiju un 1 – 2 TWh varētu papildus ietaupīt, ieviešot jaunās iekārtas ar uzlabotām vadības sistēmām.

**2.3.5. GAISMAS DIODI**

Gaismas diode - tā ir pusvadītāju ierīce, kuras darbības pamatā ir fotonu izstarošana, kas rodas dažādu elektrisko lādiņu nesēju rekombinācijas rezultātā dažādu vadāmības tipu pusvadītāju materiāla kontakta apgabalā (t.s. p-n-p pārēja). Tehnoloģiju attīstība pēdējos gados ļāva vairakkārt palielināt gaismas diožu spilgtumu un krāsu gammu, kas savukārt dod iespēju pielietot šīs ierīces visas dzīves nozarēs.

Atšķirībā no citiem gaismas avotiem gaismas diožu starojumā nav siltuma (infrasarkano) un ultravioleto staru. Līdz ar to gaismas diodes nesasilda apkārtējos priekšmetus un tos neizbalina. Gaismas diožu izmēri ir ļoti mazi un līdz ar to ir viegli gaismas plūsmu telpā pārdalīt ar atstarotāju un lēcu palīdzību. Izmantojot gaismas diodes, var radīt ļoti efektīvus gaismas ķermeņus, kas paredzēti, piemēram, vitrīnu vai dažādu ekspozīciju apgaismošanai, neizmantojot nekādus papildu pasākumus, lai pasargātu apgaismojamos priekšmetus no pārkaršanas vai ultravioletā starojuma.

Gaismas diožu moduļi, kurus uzmanto kā izgaismošanas elementus ir ierīces, uz kurām diodes atrodas līnijā uz iespiestas plates.

Šādā gaismas diožu modulī izmanto gaismas diodes ar virsmas montāžu, tādēļ lineāla augstums nepārsniedz 0,5 cm, savukārt kas mums ļauj montēt šos moduļus praktiski jebkurās konstrukcijās. Bāzes modelī ir deviņas gaismas diodes. Gaismas diodes montējas uz iespiestas plates ar izmēru 120x10 mm.

**LED uzbūve:** Gaismas diode sastāv no caurspīdīga vai krāsaina plastmasas korpusa (dažreiz mēdz būt metāla pamatne); tanī ievietots pusvadītāja kristāls, kurš pielodēts uz viena no izvadiem (2.27. att.). Šis izvads parasti mēdz būt masīvāks, vienmēr izgatavots no vara, kas nodrošina siltuma aizvadīšanu no kristāla. LED pusvadītāja materiāls parasti ir gallija savienojumi (GaAlAs un GaP), kuros līdzstrāvas plūšana caur p-n pāreju izraisa gaismas kvantu emisiju. Mēdz būt redzamās gaismas diodes un infrasarkanās gaismas diodes, pēdējās plaši izmanto, piem. audio-video vadības pultīs un IrDA datu apmaiņas ierīcēs.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ***a*** | ***b*** | ***c*** | ***d*** |

2.27. att. LED uzbūve: a – bez korpusa; b - metālstikla korpusā; c - polimera lēcā; d – polimera korpusā;

1 – kristāls; 2 – polimera aizsardzība (lēca); 3 – lampas kājiņa; 4 – polimera korpuss.

Pēdējā laikā arvien plašāk tiek izmantotas baltās gaismas diodes, kas ir sava veida luminiscējošās lampas un gaismas diodes hibrīds. Tā ir monohromatiska zilā diode, kas pārklāta ar luminofora slāni, kas zilā gaismas diodes starojuma rezultātā dod plaša krāsu spektra gaismu no zaļas līdz sarkanai. Sajaukumā ar pašas gaismas diodes starojumu tas dod apgaismojumu, ko cilvēka acs uztver kā ļoti tuvu parastai dienas gaismai, dažreiz ar nelielu nobīdi uz auksto toņu pusi. Pašlaik atkarībā no krāsas gaismas diožu efektivitāte sasniedz 30 lm/W un vairāk, salīdzinājumam augstākais gaismas atdeves rādītājs, ko izdodas panākt no parastajām lampām laboratorijas apstākļos, ir 200 lm/W. Tipiska gaismas diode patērē 15–20 mA strāvu pie darba sprieguma 1,7–4,6 V.

**Gaismas diožu galvenās priekšrocības.**

1. Gaismas plūsmas vadāmība – gaismas diodes ļauj virzīt gaismas plūsmu uz kādu konkrētu punktu. Tās iespējams novietot uz plakanas virsmas un tās rada ideālu virzītu apgaismojumu. Gaismas plūsmas izmantošana sasniedz 90%, kamēr parastajiem gaismas avotiem tā ir ne vairāk par 60–75%.

2. Kontrastainība, apgaismojot virsmu ar gaismas diodēm, pat 400 reizes pārsniedz gāzizlādes lampu kontrastainību, kas nodrošina ideāli skaidru apgaismojamo objektu redzamību un gaismas pārraidi. Gaismas pārraides indekss sastāda 80-85.

3. Stroboskopiskā efekta neesamība. Darbojoties gaismas diožu matrica nerada kaitīgu zemfrekvenču pulsāciju efektu, kas raksturīgs luminiscējošiem un gāzizlādes gaismas avotiem.

4. Izturība pret nolietojumu. Gaismas diožu kalpošanas laiks nav atkarīgs no ieslēgšanas–izslēgšanas biežuma.

5. Momentāna ieslēgšanās. Nav nepieciešams iesildīšanās laiks, lai sasniegtu pilnvērtīgu gaismas atdevi.

6. Zems palaišanas un darba strāvas patēriņš, kas izslēdz tīkla pārslodzes iespējas ieslēgšanas brīdī. Palaišanas un darba strāvas parametri ir 0,7–1,1 A. Salīdzinājumam, gāzizlādes lampām palaišanas strāva ir 4,5 A, bet darba 2,1 A.

7. Kontrolējamība un vadāmība. Gaismas diodes iespējams savietot ar elektroniskajām vadības sistēmām, kas ļauj regulēt gaismas intensitāti un gaismas plūsmas krāsu.

8. Izturība pret zemām temperatūrām. Gaismas diodes var darboties nelabvēlīgos apkārtējās vides apstākļos, tai skaitā arī pie zemām temperatūrām. Piemēram, luminiscējošo lampu efektivitāte pie zemām temperatūrām ievērojami krītas, savukārt gaismas diožu efektivitāte pat nedaudz palielinās, kas ir ļoti piemēroti ārējam apgaismojumam.

9. Izturība un drošība. Stikla detaļu un kvēldiega neesamība padara gaismas diodes par īpaši piemērotām dažādās ražotnēs, transportā un citās vietās, kur ir paaugstinātas prasības pret izturību un drošību. Bieži vien gaismas diodes tiek izmantotas arī kā pretvandāļu apgaismojums.

10. Plaša apgaismojuma amplitūda. Gaismas diodes var darboties arī ar 5% intensitāti no maksimuma.

11. Liels resurss. Gaismas ķermeņu ar gaismas diožu matricām kalpošanas laiks sasniedz 40–70 tūkstošus stundu, kas ir apmēram 15–20 gadi pilsētas apgaismojuma režīmā. Halogēno lampu šajā laika periodā nāktos nomainīt apmēram 100 reizes.

Tā kā gaismas diode nav kvēlspuldze, nepieciešams balasta rezistors liekās strāvas dzēšanai. Tipveida diodēm darba strāva ir līdz 0.02 A (20 mA). To pārsniedzot, diode pārdeg. Ievērojot darba strāvas režīmu, LED parasti kalpo 10 gadus un ilgāk.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

2.28. att. LED ieslēgšanas shēma līdzstrāvas (a) un maiņstrāvas (b) tīkla gadījumā.

Minimālais darba spriegums sarkanām, zaļām, dzeltenām LED ir ap 1.8 V, baltām un zilām - ap 3 V. Tas jāzina, slēdzot gaismas diodes virknē (2.28. att.). Virknes slēgumā mēs ietaupām rezistorus (kuri nepieciešami katrai gaismas diodei), jo virknei pietiek ar 1 kopīgo rezistoru. Un pie tam ietaupām barošanas avota resursus, jo liekā enerģija uz rezistora pārvēršas siltumā.

**2.4. APGAISMES AVOTU SALĪDZINĀJUMS**

Dažādu spuldžu tipu gaismas plūsmas atkarības no to jaudas parādītas 2.29. attēlā.

|  |  |
| --- | --- |
|  | 2.29. att. Dažādu spuldžu tipu gaismas plūsmas atkarība no to jaudas: 1 - kvēlspuldze; 2 - halogēnspuldze;  3 - luminiscentā spuldze; 4 - nātrija augstspiediena spuldze; 5 - halogēna metāltvaiku spuldze; 6 - nātrija zemspiediena spuldze |

2.25. 2.17. tabula

**Apgaismes avotu salīdzinājuma tabula**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Parametrs** | **Luminiscences lampas** | | | **Izlādes** | **Metālhalogēnas lampas** | **Nātrija augstspiediena lampas** | **Kvēlspuldzes** | |
| **Cilindriskas** | **Kompaktas** | **Bezelektrodu** | **Parastas** | **Halogēnā** |
| **Jauda, W** | **4-80** | **3-125** | **23-165** | **50-1000** | **20-3500** | **50-1000** | **10-1000** | **3-5000** |
| **Gaismas plūsma, lm** | **110-7500** | **100-10000** | **1300-12000** | **1800-58000** | **1000-300000** | **3500-130000** | **70-18000** | **30-110000** |
| **Gaismas atdeve, lm/W** | **25-104** | **25-80** | **55-80** | **36-58** | **50-95** | **70-150** | **7-18** | **Līdz 30** |
| **Krāsas temperatūra, К** | **2700-6500** | | | **4000-4500** | **3000-6000** | **~ 2000** | **2500-2900** | **2700-4000** |
| **Krāsas atveide, Ra** | **50-90** | | | **40-45** | **65-90** | **Mazāk par 25** | **100** | **100** |
| **Darba mūžs I vidēji), h** | **5000-60000** | | | **Līdz 24000** | **6000-15000** | **Līdz 28000** | **1000** | **До 1000** |
| **Trūkumi** | **1, 2, 3** | | | **4, 5** | **2, 3, 5** | **3, 4, 5** | **6, 7** | **6, 7** |
| **Priekšrocības** | **1, 2** | | | **2** | **3, 4** | **1, 2** | **5, 6, 7** | **5, 6, 7** |
| **Pielietojums** | **Iekšējais apgaismojums** | | | **Ielas apgaismojums, rūpniecības uzņēmumu apgaismojums** | **Akcentētais apgaismojums.** | **Ielas apgaismojums.** | **Dzīvojamas telpas apgaismojums.** | **Akcentētais apgaismojums, piemēram, arhitektūrā** |

***Piezīme.***

Trūkumi: 1- lielie gabarīti; 2 – ir dzīvsudrabs; 3 – speciāla ieslēgšanas aparatūra; 4 – slikta krāsu atveide; 5 – gaismas plūsmas pulsācija; 6 – neliela gaismas atdeve; 7 – mazs darba mūžs.

Priekšrocības: 1 – liela gaismas atdeve; 2 – liels darba mūžs; 3 – kompaktums; 4 – laba krāsas atveide;

5 – ļoti laba krāsas atveide; 6 – vienkārša ieslēgšana; 7 – maza cena

Vides aizsardzības apsvērumi jāņem vērā attiecībā uz gaismas avotiem, kuri satur dzīvsudrabu. Dzīvsudraba indīguma dēļ spuldzes ar dzīvsudraba saturu būtu jāaizliedz. No šā viedokļa dzīvsudraba problēmu varētu atrisināt divos posmos: dzīvsudraba daudzuma samazināšana izlietojamos gaismas avotos un pareiza to lietošana.

Pašreiz 36 W luminiscentā spuldze satur 15 - 25 mg dzīvsudraba. Paredzēts, ka tās pilnveidojot, dzīvsudraba saturs samazināsies līdz 3 mg.

Vides aizsardzības noteikumi atļauj šādu dzīvsudraba daudzumu:

lm),

kur L - gaismas plūsma lūmenos (lm) un H\*g atbilst 0,67 mg/lm.

Tas nozīmē, ka 36 W spuldze ar gaismas atdevi 80 lm/W nesatur vairāk par 4 mg dzīvsudraba.

**3. NODAĻA**

**SPULDŽU IESLĒGŠANAS IEKĀRTAS**

**3.1. KVĒLSPULDŽU SLĒGUMA SHĒMAS**

Kvēlspuldžu vadībai apgaismes elektroietaisēs lieto vairākas shēmas. Divas un vairāk kvēlspuldzes tīklam var pievienot ar vienu vienpola slē­dzi (3.1. att. *a).*

Piecu spuldžu vadību var realizēt ar diviem blakus novietotiem vien­pola slēdžiem (3.1. att. *b).* Ieslēdzot pirmo slēdzi, iedegas divas spuldzes, bet, ieslēdzot otro, — pārējās trīs spuldzes. Šādu spuldžu slēguma shēmu lieto lielās telpās, kur darba režīmam nepieciešams dažādu pa­kāpju apgaismojums.

Ja jāieslēdz dažāds spuldžu skaits no kopējā daudzuma (piemēram, lustrā), tās pievieno tīklam ar lus­tras pārslēgu (3.1. att. *c).* Pagrie­žot pārslēgu par vienu ceturto daļu -apgrieziena, ieslēdzas viena no trim spuldzēm, pagriežot par nākamo ce­turto daļu, — pārējās divas, bet izslēdzas pirmā spuldze. Pagriežot vel par nākamo ceturto da[u apgrieziena, ieslēdzas visas spuldzes. Turpinot griezt pārslēgu līdz sākuma stāvok­lim, visas lustras spuldzes izslēdzas.

Ja nepieciešama neatkarīga vadība vienai vai vairākām spuldzēm no di­vām vietām, lieto shēmu ar diviem pārslēgiem, kas savā starpā savienoti ar diviem pārvienojumiem (3.1. att. *d).* Pārslēgu savstarpējie pār-vienojumi un vads, kurš savieno pār­slēgu ar spuldzēm, veido nepiecieša­mās ķēdes. Šādu shēmu izmanto dzī­vojamo māju, uzņēmumu gaiteņu un kāpņu telpu apgaismošanai. Bez tam to lieto arī tādu tuneļu apgaismoša­nai, kam ir divas vai vairākas izejas.

Apgaismes elektroietaišu spuldzes, kuras baro no trīsfāžu trīsvadu sis­tēmas, pieslēdz tīkla divām fāzēm (3.1. att. *e),* bet spuldzes, kuras baro no četrvadu tīkla, — fāzes vadam un nullvadam (3.1. att. *f*).

**3.2. LUMINISCENTO SPULDŽU IESLĒGŠANAS IEKĀRTAS**

Daudzām luminiscentām spuldzēm parasti strāvas ierobežošanas nolūkos ieslēdz induktivitāti droseles veidā. Luminiscentās spuldzes elektrods ir volframa spirāle, kuras galus izvelk caur spuldzes hermētisko izvadu. Spirāli pārklāj ar bārija, stroncija un kalcija karbonātu oksīdiem. Spuldžu vakuuma apstrādes procesā karbonāti tiek pārvērsti oksīdos un tiek aktivēti, kļūstot par efektīvu elektronu avotu, kuri ir nepieciešami gāzizlādes procesa uzturēšanai. Spirāle dažreiz tiek aizsargāta ar izvadiem piemetinātiem ekrāniem, kuri aizsargā oksīda elektrodu no elektronu bombardēšanas pusperiodā,kad uz tā ir pozitīvs potenciāls.

Gāzizlādes procesa iestāšanos nosaka divi faktori: elektrodu temperatūras paaugstināšanās līdz līmenim, kurā var sākties termoelektronu emisija un pietiekama pēc lieluma un ilguma sprieguma padošana gāzes jonizācijai. Šo nosacījumu izpildi var panākt ar dažādām ieslēgšanas iekārtām un paņēmieniem.

Padodot uz spuldzi maiņspriegumu, tās divi elektrodi pārmaiņus pilda katoda un anoda funkcijas. Katods rada elektronus starpelektrodu telpā. Anods - elektronus uztver.

Elektronu emisiju uztur divi mehānismi: termoelektronu un autoelektronu emisija. Pirmajā gadījumā elektrodam jābūt sasildītam līdz noteiktai temperatūrai, ko panāk, pievadot tam enerģiju ar kvēles palīdzību vai ar elektriskā loka enerģiju. Elektrodiem, atbilstošiem pirmajam gadījumam, ir neatkarīga kvēle. Otrajā gadījumā tiem ir priekškvēle. Luminiscentās spuldzēs pēc to aizdedzes tiek izmantota paškvēles termoelektronu emisija.

|  |  |
| --- | --- |
| ***a*** |  |
| ***b*** |  |
| ***c*** |  |
| ***d*** |  |
| ***e*** |  |
| ***f*** |  |
| ***g*** | ***h*** |

3.1. att. Kvēlspuldžu slēgumu shēmas: *a* — ar vienu slēdzi; *b* — ar diviem slēdžiem; *c* — ar vienu pārslēgu; *d* — no divām vietām; *e –* no divām vietām ar tranzīta fāzi; *f* - no trim vietām; *g* — starp fāzēm, *h —* starp fāzes vadu un nullvadu.

Lai luminiscentās spuldzes stobrā sāktos izlādes process, nepieciešams pietiekami spēcīgs garenisks elektriskais lauks. Izlāde sākas sekojoši. Padodot spriegumu, notiek gāzes atstarpes caursišana starp vienu no elektrodiem un tuvāko stobra sienu. Sākas neliela izlāde ar vāju gāzes spīdumu. Stobra sienas iegūst attiecīgu potenciālu. Ja spuldzei pievadīts pietiekams spriegums, tad jonizācijas process sāk izplatīties gar stobru unsasniedz otru elektrodu. Sākumā izlādei ir gruzdošs raksturs, pēc tam iestājas loka izlāde.

Gruzdošās izlādes laikā, elektriskā lauka sprieguma iespaidā katoda tuvumā pozitīvie joni, kas atrodas telpā, iegūst lielu paātrinājumu. Bombardējot katodu, joni izsauc tajā elektronu emitēšanu, kuri uztur izlādi, bet vienlaicīgi grauj oksīda kārtu, strauji samazinot spuldzes kalpošanas ilgumu. Tāpēc jācenšas maksimāli samazināt gruzdošās izlādes laiku. Šādu spuldzes režīmu sauc par *aukstu aizdedzi.*

Tā piemēram, ja spuldze sāk savu darbu ar auksto aizdedzi, tad kalpošanas ilgums sarūk līdz 30% no iespējamā, bet, ja aukstās aizdedzes gadās 50% gadījumos, tad kalpošanas ilgums sastādīs 70% no iespējamā.

|  |  |
| --- | --- |
| 3.3. att. Aizdedzes sprieguma atkarība no kvēlināšanas strāvas lieluma | 3.4. att. Aizdedzes sprieguma atkarība no gaisa mitruma |

Auksto aizdedzi saīsina, padodot pietiekami augstu spriegumu un panākot nepieciešamo elektrodu temperatūru aizdedzes mirklī (800 - 850 K), ar īslaicīgu elektrodu kvēlināšanu. Aizdedzes sprieguma samazināšanās atkarība no kvēles strāvas parādīta 3.3. attēlā.

No līknēm (3.5. att.) redzams, ka minimāls aizdedzes spriegums atbilst normālai iekštelpu temperatūrai un 2 Pa argona spiedienam spuldzē (3.6. att.).

Luminiscentās spuldzes tiek izmantotas ar ieslēgšanas iekārtām (starteriem), kuri nodrošina spuldžu aizdegšanos un to funkcionēšanu pirmajās minūtēs. Šīs iekārtas var būt parastas un elektroniskas.

Tīkla sprieguma *U*, spuldžu strāvas *i*, sprieguma *U*l un gaismas plūsmas *ψ* momentānās vērtības, normālā režīmā parādītas 3.7.attēlā. Strāva *i* nobīdīta pret spriegumu par leņķi *φ* induktīvās droseles dēļ. Iestājoties izlādei, spuldzes spriegums *U*l samazinās un kļūst līdzīgs nullei vienlaicīgi ar strāvu. Gaismas plūsma arī mainās saskaņā ar strāvu. Patiesībā luminoforam ir neliels pēcspīdums un gaisma nesamazinās līdz nullei. 50 Hz gaismas svārstības acs uztver. Gaismas starojuma izmaiņa izraisa stroboskopisko efektu. Šajos apstākļos jāievēro, ka kustīgo elementu vizuāls efekts tiek izkropļots: rotējošie elementi šķiet nekustīgi vai pat rotējoši pretējā virzienā.

|  |  |
| --- | --- |
| 3.5. att. Aizdedzes sprieguma atkarība no ārējās temperatūras | 3.6. att. Aizdedzes sprieguma atkarība no argona spiediena |

|  |
| --- |
| 3.7. att. Spuldzes darba parametri induktīvas balasta pretestības gadījuma.  *ut* - pievadītais spriegums; *i* - strāva; *ul* - spriegums uz spuldzes izvadiem; *ψ* - gaismas plūsma |

Modernas luminiscences apgaismošanas sistēmas spuldžu *ieslēgšanai* lieto trīs elektriskās shēmas: impulsveida palēninātas aizdedzes (ar starteri), ātras aizdedzes (bez startera) un mo­mentānas aizdedzes shēmu.

Impulsveida aizdedzes shēma (3.8. att. *a)* sastāv no palaidēja (startera) *St,* droseles *L,* kondensatoriem *C*1un *C*2 un spul­dzes *Sp.* Palaidējs *St* ir maza neona spuldzīte ar diviem elektro­diem — nekustīgu un kustīgu (bimetālisku), kas sasilstot izliecas un noslēdz elektrisko ķēdi ar nekustīgo kontaktu. Ražo arī palaidējus,kam izliecas abi elektrodi, kas sasilstot noslēdz elek­trisko ķēdi.

Pieslēdzot ar slēdzi tīkla spriegumu, starp palaidēja *St* neona spuldzītes elektrodiem rodas mirdzošā izlāde un caur luminiscen­ces spuldzes Sp elektrodiem *E* noslēdzas strāvas ķēde. Caur neona spuldzītes mirdzošās izlādes loku plūstošā strāva nav pie­tiekama luminiscences spuldzes elektrodu sakaršanai, bet pietie­kama, lai sakarsētu neona spuldzītes kustīgo (bimetālisko) kon­taktu, kas silstot kā slēdzis noslēdz strāvas ķēdi. Pie tam strāva pieaug līdz 0,5 A (40 W jaudas spuldzei) un luminiscences spul­dzes elektrodi sakarst. Vienlaikus atdziest palaidēja *St* elektrodi un pārtrauc strāvas ķēdi.

|  |  |
| --- | --- |
|  | 3.8. att.. Impulsveida palēninātas aizdedzes (ar starteri) shēma PRA: Е1,С1 — starteris; С2 — kondensators cos φ uzlabošanai (arī radiotraucējumu slāpēšanai); LL1 — drosele; SА1 — slēdzis. |

|  |
| --- |
| 3.8. att. Spuldžu impulsveida palēninātas aizdedzes (ar starteri) shēmas:  *a —* vienas spuldzes ieslēgšanai, *b —* divu spuldžu ieslēg­šanai; *E —* elektrodi, *St —* palaidējs (starteris), *Sp* — spuldze, *L* — drosele, *C1 —* kondensators cos φ uzlabošanai, *C2* — kondensators radiotraucējumu slāpēšanai, — konden­satora *Cl* izlādes šunta rezistors, *PRA —* palaišanas un regulēšanas aparāts. |

Ķēdei momentāni pārtrūkstot, drosele *L* dod paaugstināta sprieguma (pretēja virziena EDS) impulsu, kas izraisa spul­dzes *Sp* aizdedzi. Sākumā izlāde rodas argonā, ar ko piepildīta spuldze, pēc tam dzīvsudraba piliena tvaikos, radot ultravioleto starojumu.

Pēc tam kad spuldze *Sp* ir iedegusies, tās ķēdē plūst darba strāva 0,3-0,4 A (40 W jaudas spuldzei), bet spriegums uz spuldzes elektrodiem ir tikai apmēram puse no tīkla sprieguma, jo pārējais spriegums krīt droselē *L,* kam ir ievērojama induktīvā pretestība. Tādējādi uz palaidēja (startera) elektrodiem arī ir apmēram puse no tīkla sprieguma, kas nav pietiekams, lai rastos atkārtota mirdzošā izlāde.

Kondensatori *C*1un *C*2ieslēgšanas procesā nepiedalās. Tos lieto tīkla jaudas koeficienta uzlabošanai un radiotraucējumu slā­pēšanai, kuri rodas palaidēja *St* dzirksteles un spuldzes izstarotās izlādes dēļ. Luminiscences spuldžu ieslēgšanai ražo komplektus palaišanas un regulēšanas aparātus *PRA.*

Tā kā strādājošas luminiscences spuldzes, ķēdē ir ieslēgta dro­sele, tad jaudas koeficients cos *φ* samazinās līdz 0,5-0,6. Tādēļ cos *φ* kompensācijai luminiscences spuldzes ieslēgšanas shēmā nepieciešams kondensators *C1* (sk. 3.8. att.). Spuldzēm ar 40 W jaudu un 220 V spriegumu nepieciešamā kondensatora kapacitā­tei jābūt 4 pF.

Luminiscences spuldzēs 50 Hz frekvences maiņstrāvas pulsā­ciju un tām atbilstošu spuldzes gaismas plūsmas pulsāciju re­zultātā rodas stroboskopiskais efekts. Tas izraisa cilvēka redzes uztveres izkropļojumu, piemēram, novērojot rotējošus priekšmetus. Acs var uztvert tos ka lēnāk vai ātrāk rotējošus nekā īste­nībā vai pat kā nekustīgus. Bieži vien, piemēram, strādājot ar dažādām darbmašīnām un mehānismiem, šī parādība cilvēkiem izraisa zināmu bīstamību.

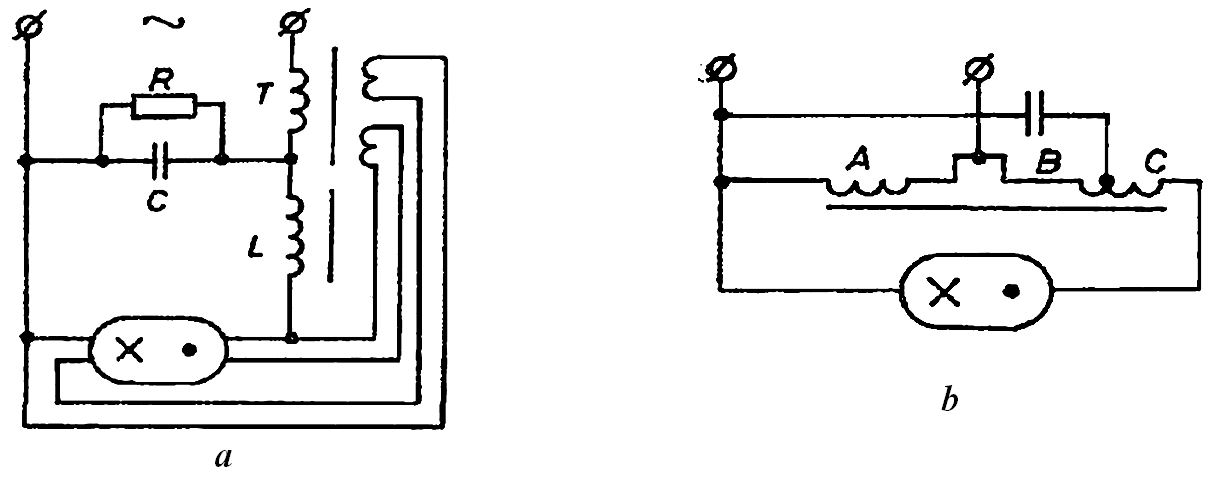
Lai novērstu stroboskopisko efektu, lieto kompensētas shēmas ar divām spuldzēm (sk. 3.8. att. *b).* Stroboskopisko efektu var novērst, pieslēdzot blakus esošās spuldzes dažādām trīsfāzu līni­jas fāzēm, kas savstarpēji nobīdītas par 120°.

3.8. attēlā *b* parādītā shēma ir divu vienas spuldzes ieslēg­šanas shēmu savienojums: vienai shēmas spuldzei nav pieslēgts kondensators *C*1*,* un tā patērē induktīvu (no sprieguma vektora atpaliekošu) strāvu, šīs ķēdes cos *φ* = 0,5-0,6 (atpaliekošs); otrai spuldzei shēmā ir pieslēgts kondensators *C*1,un tā patērē kapacitīvu (apsteidzošu) strāvu, šīs ķēdes cos*φ* = 0,5-0,6 (ap­steidzošs). Tātad abu spuldžu kopējā patērētā strāva sakrīt fāzē ar sprieguma vektoru un abu spuldžu kopējais cos*φ* ir tuvs vie­nam, bet atpaliekošā strāva vienā spuldzē un apsteidzošā strāva otrā spuldzē attiecīgi rada atpaliekošas un apsteidzošas gaismas plūsmas pulsācijas, kas viena otru kompensē, un rezultātā strobo­skopiskais efekts zūd. Dīvu spuldžu kompensēto ieslēgšanas shēmu sauc ari par shēmu ar «sašķeltu» fāzi

3.9. attēlā *a* paradīta viena no mūsu zeme izplatītākajām ātras aizdedzes (bez startera) shēmām ar palaišanas un regulēšanas aparātu PRA, bet 3.9. attēlā *b* - luminiscences spuldžu momentānas aizdedzes shēma.

Sakarsēšanas transformators *T* (3.9. att. *a)* realizē spuldzes elektrodu iepriekšēju sakarsēšanu un argona un dzīvsudraba tvaiku rašanos. Drosele *L* un kondensators *C* veido spriegumu rezonanses kontūru, kas rada impulsu izlādei spuldzē un tās aizdedzi.

3.9. attēlā *b* parādītajā shēmā izmantots lielas izkliedes autotransformators *A-B-C,* kurš spuldzei pievada spriegumu, kas 6 -7 reizes pārsniedz tīkla spriegumu, un tā praktiski momen­tāni iedegas. Tinumu *B* un *C* iekšējā pretestība ir ka balasta pre­testība.



3.9. att. Bezstartera aiz­dedzes shēmas:

*a —* ātras aizdedzes shēma. *b —* momentānas aizdedzes shēma; *T —* sakarsēšanas transformators, *L —* drosele, *C* — kondensators, *R* — rezistors, *A, B* un C — tinumi

Paaugstināts, kaut arī īslaicīgs aizdedzes spriegums ir bīs­tams. Bez tam autotransformatorā ir diezgan ievērojami jaudas zudumi, kas sastāda 30-40% no spuldzes patērētās jaudas (shēmās ar starteri jaudas zudumi droselē nepārsniedz 15%). Parasto luminiscences spuldžu elektrodi, tās momentāni aizde­dzinot, ātri nolietojas, tādēļ vajadzīgas spuldzes ar pastiprinātiem elektrodiem.

Momentānās aizdedzes shēmas lieto gadījumos, kad pie spul­dzes brīvi nevar piekļūt cilvēki un citas shēmas nav vēlamas, piemēram, sprādzienbīstamās telpās.

Eksistē arī pilnīgi elektroniskas palaišanas iekārtas, kuras tāpat kā parastas, rada sprieguma aizdedzes impulsu un ierobežo strāvu caur spuldzi. Elektroniskas palaišanas iekārtas blokshēma parādīta 3.10. attēlā.

Aparātā ir divi obligātie mezgli - taisngriezis 1 un iztaisnota sprieguma pārveidotājs augstfrekvences sprieguma 2. Pēc pārveidotāja spriegums caur jaudas pastiprinātāju tiek padots uz lampu 4. Lampa ieslēgta caur drosele 5. Startera vietā shēmā izmanto kondensatoru 6, kas ieslēgts paralēli lampai. Drosele 5 un kondensators 6 izveido rezonanses kontūru, kas nodrošina lampas palaišanu.

|  |
| --- |
| 3.10. Elektroniskā palaišanas aparāta blokshēma:  1- taisngriezis;2- iztaisnota sprieguma pārveidotājs augstfrekvences spriegumā; 3 – jaudas pastiprinātājs ;  4 – lampa; 5 – drosele; 6 – kondensators; 7 – vadības bloks |

Vadības bloks izpilda divas funkcijas – lampas strāvas stabilizāciju u jaudas koeficienta korekciju. Labākiem aparātiem jaudas koeficienta vērtība sasniedz cos φ = 0,95-0,99. Bieži vadības bloks izpilda arī lampas gaismas plūsmas regulēšanu.

Elektroniskas palaišanas iekārtas priekšrocības ir:

* palielināta spuldžu gaismas atdeve;
* ļoti zemie zudumi;
* palielināts kalpošanas ilgums;
* mazāks ieslēgšanās biežuma iespaids uz kalpošanas ilgumu;
* jaudas koeficients praktiski līdzinās 1 (nav vajadzīga kompensācija);
* iespējama divu spuldžu pieslēgšana vienai ieslēgšanas iekārtai;
* pilna gaismas plūsma iestājas pēc ieslēgšanās ātrāk;
* nav gaismas svārstības pirms kalpošanas perioda beigām.  
   Elektroniskās iekārtas izslēdz dūkšanas troksni, kurš piemīt parastām iekārtām, un automātiski atslēdz bojātas spuldzes.

Šādas iekārtas ieteicamas birojos, tirdzniecības zālēs, slimnīcās, ražošanas telpās ar lielu izmantošanas laiku, konferenču zālēs, izstādēs, restorānos, viesnīcās, kā arī ārējā apgaismojumā. Pēdējā laikā tos izmanto arī dzīvokļu apgaismojumā.

Elektroniskām ieslēgšanas iekārtām piemīt šādi trūkumi:

• rodas trešā strāvas harmonika;

* var tikt elektromagnētiski traucēta infrasarkanā starojuma personu konstatācijas iekārtu funkcionēšana;
* 1,5 - 4% no tām var bojāties 1000 stundu funkcionēšanas laikā;
* dažas no tām ir jutīgas pret pārspriegumu (piemēram, nullvada pārtrūkuma gadījumā);
* dažreiz tiek lietoti kombinācijā ar noteiktām spuldzēm optimāla rezultāta sasniegšanai.

Sakara ar to, ka aizdegšanas reize notiek elektrodu erozija, spuldžu darbības mūžs ir atkarīgs no ieslēgšanu skaita. Dažādām palaišanas iekārtām atbilst dažādi darbības mūža samazinājumi (3.1. tab.).

Elektroniskās ieslēgšanas iekārtās tiek izmantoti arī augstfrekvences ģeneratori, no kuriem uz spuldzēm tiek padots 20 - 70 kHz barošanas spriegums. Pateicoties tam, tiek novērsīs stroboskopiskais efekts. Par 25% tiek palielināta spuldžu gaismas atdeve un par šo tiesu tiek ietaupīta elektroenerģija. Par 50% tiek pagarināts spuldžu darbības laiks un tātad tiek ietaupīti līdzekļi uz spuldžu iegādes un to nomaiņas rēķina.

3.1. tabula

**Palaišanas iekārtu iespaids**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Ieslēgšanas iekārta** | **Darbības mūžs bez izslēgšanas** | **Darbības mūža samazinājums** |
| Parastā ieslēgšana | 20 000 h | uz katru ieslēgšanu |
| Induktīvais starteris |  | 1 h |
| Kapacitatīvais starteris |  | 2 h |
| Ar sildīšanu |  | 0,05 h |
| Elektroniskā ieslēgšanas | 25 000 h |  |
| iekārta |  |  |
| Bez sildīšanas |  | 5 h |
| Ar sildīšanu |  | 0,2 h |

Ievērojot to, ka luminiscento spuldžu darbības mūžs ir atkarīgs no slēgšanas biežuma, iespējams gaismas plūsmu mainīt nevis atslēdzot, bet regulējot pievadīto spriegumu plašās robežās (3.11. att.). Tas dod iespēju atkarīgi no dabīgā apgaismojuma regulēt spuldžu gaismas plūsmu plašā diapazonā (pat no 100 līdz 1*%)* automātiski vai ar roku, iedarbojoties uz pievadītā sprieguma līmeni, ietaupot līdz 30% elektroenerģijas.

Sprieguma un strāvas līknes sistēmā ar induktīvo balasta pretestību un tiristoru sprieguma regulatoru parādītas 3.12. attēlā.

**3.3. DZĪVSUDRABA LOKA SPULDŽU SLĒGUMA SHĒMAS**

Divelektrodu izlādes spuldzes ieslēgšanas shēma parādīta 3.13. at­tēla. Izlādes spuldzes ieslēgšanai izmanto aizdedzes ierīci, kas sa­stāv no dzirksteļspraugas *P,* taisngrieža V, uzlādēs rezistora *R* un kondensatoriem *C*1 un *C*2.

Pieslēdzot spuldzei spriegumu, strāva plūst caur taisngriezi V, rezistoru *R* un uzlādē kondensatoru *C2.* Kad tas ir pilnīgi uzlā­dējies, notiek dzirksteļspraugas *P* caursišana un kondensators *C2* izlādējas caur droseles tinumu *L2.* Tādējādi tinumā *LI* rodas paaugstināta sprieguma impulss, kura ietekmē spuldze *Sp* iede­gas.

Kondensators *C*1aizsargā taisngriezi *V no* paaugstinātā sprie­guma impulsa iedarbības. Kondensators *C3* slāpē aizdedzes ierī­ces radītos radiotraucējumus.

|  |  |
| --- | --- |
| 3.11. att. Gaismas plūsmas regulēšana, mainot pievadīto spriegumu | 3.12. att. Spriegumu un strāvas izmaiņas, regulējot spriegumu ar tiristoru palīdzību |

|  |  |
| --- | --- |
| ***a*** | ***b*** |

3.13. att. Divelektrodu (a) un četrelektrodu (b) spul­dzes ДРЛ ieslēgšanas shēma:

LI — droseles galvenais ti­nums, Cl — kondensators taisngrieža aizsardzībai, C2 — uzlādes kondensators, C3 — traucējumu slāpēšanas konden­sators, V - taisngriezis, R — uzlādes rezistors, Sp — divelektrodu spuldze ДРЛ, P — dzirksteļsprauga, L2 — drose­les papildu tinums.

**4. NODAĻA**

**APGAISMES IERĪCES**

Apgaismes ķermenis sastāv no spuldzes un armatūras, kuras uzdevums ir:

1) racionāli sadalīt gaismas plūsmu;

2) aizsargāt acis no pārmērīga spilgtuma;

3) aizsargāt spuldzi no bojājumiem un netīrumiem.

Apgaismes ierīces iedala divās grupās: tuvapgaismes ierīcēs — apgaismes ķermeņos, kas paredzēti ap­gaismošanai attālumā līdz 20—30 m, un tālapgaismes ierīces — prožektoros.

**4.1. APGAISMES ĶERMEŅA TEHNISKIE PARAMETRI**

Apgaismes ķermeņa galvenie raksturlielumi ir:

1) gaismas stipruma sadalījuma līkne;

2) lietderības koeficients *ηAK* (LOR);

3) aizsargleņķis *γ*.

Par apgaismes ķermeņa lietderības koeficientu *ηAK* (LOR) sauc tā izstarotās gaismas plūsmas ***Ф****AK* attiecību pret spuldzes gais­mas plūsmu ***Ф***sp:



Apgaismes ķermeņa lietderības koeficientam ir divas sastāvdaļas (4.1. att.): ietderības koeficients augšēja pussfērā (ULOR) un lietderības koeficients apakšēja pussfērā (DLOR).

|  |
| --- |
| 4.1. att. Apgaismes ķermeņa lietderības koeficienta (LOR) sastāvdaļās |

Novērotāja acu aizsargāšanai no spilgtajām gaismas avota daļām izmanto aizsargleņķi (4.2. un 4.3. att.), jo tā robežās skatītājs spilgtās daļas neredz.

Aizsardzības (aizsegšanas) leņķis – leņķis starp gaismekļa horizontālo plakni un pirmo skata līniju, kurā ir redzama spuldze (4.2. att.). Zinot aizsardzības leņķi var noteikt novērošanas kritisko zonu (4.3. att.).

Gaismas spožuma sadalījums redzes laukā ietekmē acs adaptāciju un arī redzes komfortu, tādējādi jāizvairās no:

* Pārmērīga spožuma, kas var apžilbināt;
* Pārmērīga spožuma kontrasta, kas izraisa nogurumu;
* Nepietiekama spožuma un kontrasta, kas veido nomācošu un apgrūtinošu darba vidi.

Fizioloģisko apžilbināšanu izraisa pārmērīgs spožums vai kontrasti un tas traucē priekšmetu saskatīšanu. To var novērst, ja, piemēram, spuldzes piemērotā veidā ekranē, vai aizklāj logus ar žalūzijām.

|  |
| --- |
|  |

4.2. att. Apgaismes ķer­meņa aizsargleņķis.

|  |
| --- |
|  |

4.3. att. Novērošanas kritiskā zona

Apgaismes ķermeņa spožuma pakāpe var noteikt no nomogrammām A un B (4.4. att.). Apgaismes ķermeņa spožuma pakāpe ir atkarīga no attāluma *l* un no augstuma *hs* līdz apgaismes ķermenim. Apgaismes ķermeņi parametri jāizvēlas tā, lai aizsardzības leņķis atrodas pa kreisi no raksturīgas raksturlīknes. Nomogramma A tipa raksturīga apgaismes ķermeņiem ar paralēliem pret novērotāja ekranējošiem elementiem vai bez tādiem elementiem. Nomogramma B tipa raksturīga apgaismes ķermeņiem ar perpendikulariem pret novērotāja ekranējošiem elementiem.

***Gaismas stipruma sadalījums.*** Apgaismes ierīcēm gaismas stiprums dažādos virzienos nav vienāds. Gaismas stipruma sadalījumu (GSS) dažādos virzienos ap gaismas avotu parasti izsaka ar līknēm, kas iezīmētas polāro koordinātu sistēmā (4.5. att. a) un ļoti reti Dekarta koordinātu sistēmā (4.5. att. b). Katalogos apgaismes ķermeņiem (AK) doti nosacītie GSS, kas aprēķināti gaismas avotam ar gaismas plūsmu 1000 lm. Reālo gaismas stiprumu var aprēķināt pēc formulas:

*IAK real. = IAK* 1000 *Фsp* /1000.

Ja gaismas ķermenī ir daudz spuldzes, tad *Фsp* — visas spuldzes summāra gaismas plūsma.

|  |
| --- |
| ***a*** |
| ***b*** |

4.4. att. Apgaismes ķermeņa spožuma ierobežošanas diagrammās: *a* – A tipa diagramma,

*b* – B tipa diagramma

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| |  |  | | --- | --- | | ***a*** | ***b*** | |

4.5. att. Gaismas stipruma sadalījuma līknes: a - polārā koordinātu sistēma; b - Dekarta koordinātu sistēma

Atkarībā no gaismas plūsmas sadalījuma rakstura ap­gaismes ķermeņus iedala sešas klasēs: tiešas (T), pārsvarā tiešās (PT), izkliedētās (I), pārsvarā atstarotās (PA), atsta­rotas (A) un dubultas (D) gaismas gaismekļi (4.6. att.).

|  |
| --- |
|  |

4.6. att. Gaismas sadalījuma klasēs: *a* – tiešas; *b* - pārsvarā tiešās; *c* – izkliedētās;

*d* - pārsvarā atstarotās; *e* - atsta­rotas; *f* - dubultas

*Tiešās gaismas apgaismes ķermenis* ne mazāk par 80% no gaismas plūsmas izstaro apakšējā pussfērā.

*Pārsvarā tiešās (PT) apgaismes ķermenis* no 60 līdz 80 % no gaismas plūsmas izstaro apakšējā pussfērā.

Dubultas (D) gaismas gaismekļiem gaismas plūsma sadalās uz divām plūsmām ar noteikto skaitlisko vērtību.

*Atstarotās gaismas apgaismes ķermenis* ne mazāk par 80° no gaismas plūsmas izstaro augšējā pussfērā. Atkarībā no nozīmes un telpas arhitektoniskā noformējuma šādiem apgaismes ķerme­ņiem var būt dažādas formas.

*Izkliedētās gaismas ap­gaismes ķermenis* vairāk par 50° no gaismas plūsmas izstaro apakšējā pussfērā un mazāk par 50% augšējā pussfērā.

*Pārsvarā atstarotās gaismas ap­gaismes ķermenis* 20-40 % no gaismas plūsmas izstaro apakšējā pussfērā un no 60 līdz 80 % augšējā pussfērā.

Apgaismes ķermeņus lieto administrācijas, tirdzniecības, ārstniecības, projektēšanas, mācību un maz putekļainu ražošanas telpu apgaismošanai, ja piekares augstums ir 3—5 m.

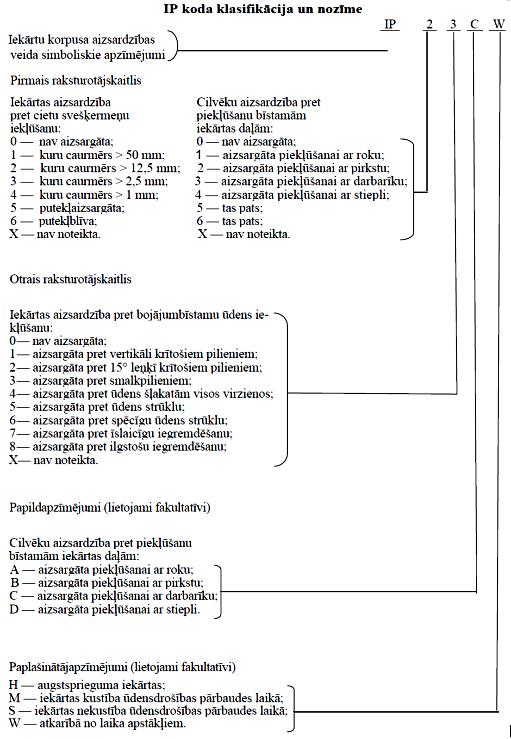
Pēc uzstādīšanas paņēmiena gaismekļus iedala grupās: griestu, griestos iebūvējami, piekarami, sienas un grīdas gaismekļi.

Atkarībā no konstrukcijas un apstākļiem, kādiem tie paredzēti, *gaismekļus* iedala atklātajos neaizsargātajos, daļēji pret putek­ļiem aizsargātajos, pilnīgi pret putekļiem aizsargātajos, daļēji un pilnīgi putekļnecaurlaidīgos, pret šļakatām aizsargātajos, pa­augstinātas sprādziendrošības un sprādziennecaurlaidīgos gais­mekļos.

Elektrisko aparātu aizsardzības pakāpi atkarībā no apkalpojošā personāla iespē­jamās saskares ar strāvu vadošām daļām un apkārtējās vides iedarbības nosaka starptautiskais standarts IEC 529, ar kuru ir saskaņoti atsevišķu valstu standarti (pie­mēram, Vācijā DIN 40050; Krievijā ГOCT 14254-80). Latvijā atsevišķs standarts vēl nav izstrādāts un tāpēc ieteicams vadīties no starptautiskā standarta. Aizsardzības pakāpi apzīmē ar diviem burtiem IP (*International Protection*)un diviem cipariem, piemēram, *IP* 43. Pirmais cipars nosaka aizsardzību pret pieskaršanos un dažādu svešķermeņu iekļūšanu aparātā. Otrais — aizsardzību pret mitruma un šķidruma iekļūšanu tajā. Aizsardzības pakāpes apzīmējumā var būt arī trešais cipars, kas norāda iekārtas mehānisko stiprību (piemēram, IP231). Attiecīgo ciparu nozīme parādīta 4.1. un 4.2. tabulā.

Apgaismes ķermeņiem visbiežāk pieņemtie aizsardzības pakāpes no mitruma un putekļiem tiek pievadītās 4.3. tabulā, bet iekārtu aizsardzības grafisko apzīmējumu atbilstība IP kodam – 4.4. tabulā.

4.1. tabula



4.2 tabula

**Aizsardzības pakāpes atbilstoši IP klasifikācijai**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **1. simbols - aizsardzība no**  **svešķermeņiem** | | | **2. simbols - mitrumaizsardzība** | | |
| **IP** |  |  | **IP** |  |  |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** |
| **0** |  | Nav aizsargāts | **0** |  | Nav aizsargāts |
| **1** |  | Aizsargāts no svešķer­meņiem, kas diametrā lielāki par 50 mm (ne­jaušs roku kontakts) | **1** |  | Aizsargāts no svešķer­meņiem, kas diametrā lielāki par 50 mm (ne­jaušs roku kontakts) |
| **2** |  | Aizsargāts no svešķer­meņiem, kas diametrā lielāki par 12 mm (pirksti) | **2** |  | Aizsargāts no ūdens plūsmas, krītošas ne vairāk kā 15° leņķī |
| **3** |  | Aizsargāts no svešķer­meņiem, kas diametrā lielāki par 2,5 mm (instrumenti un kailvadi) | **3** |  | Aizsargāts no ūdens plūsmas, krītošas ne vairāk kā 60° leņķī |
| **4** |  | Aizsargāts no sveš­ķermeņiem, kas dia­metrā lielāki par 1 mm (instrumenti un kailvadi) | **4** |  | Aizsargāts no ūdens plūsmas visos virzienos |
| **5** |  | Aizsargāts pret putek­ļiem | **5** |  | Aizsargāts no ūdens strūklas visos virzienos |
| **6** |  | Pilnīgi aizsargāts pret putekļiem | **6** |  | Aizsargāts no ūdens strūklas visos vir­zienos |
|  |  |  | **7** |  | Aizsargāts no iegremdēšanas efekta līdz 15 cm dziļumam |
|  |  |  | **8** |  | Pilnīgi aizsargāts pret iegremdēšanas efektu |

Noteikts ar CEI 70-1- IEC 144 standartu

4.3. tabula

**Apgaismes ķermeņus aizsardzības pakāpe no putekļiem un mitruma**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Aizsardzības pakāpe** | **Aizsardzība no putekļiem** | **Aizsardzība no mitruma** | **Pielietojums** |
| IP20 | Nav | Nav | Administratīvās un dzīvojamās telpās |
| IP23 | Nav | Aizsardzība pret lietu | Rūpniecības uzņēmumi ar normālo gaisa vidi |
| IP40 | Daļēja | Nav | Rūpniecības uzņēmumi |
| IP43 | Daļēja | Aizsardzība pret lietu | Auditorijās. Ielās apgaismojums. Vannas istabās. |
| IP54 | Putekļaizsargāti | Aizsargāta pret ūdens šļakatām visos virzienos | Rūpniecības uzņēmumi ar lielu mitrumu darba telpās |
| IP65 | Putekļblīva | Aizsargāta pret ūdens strūklu | Rūpniecības uzņēmumi ar smagiem darba apstākļiem. Ārējais apgaismojums. |

4.4. tabula

**Iekārtu aizsardzības grafisko apzīmējumu atbilstība IP kodam**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Grafiskais apzīmējums** | **Iekārtas aizsardzība** | **Alfanumeriskais apzīmējums** |
| Nav apzīmējuma | Neaizsargāts | IP00 |
|  | Pilienaizsargāts | IPX1 un IPX2 |
|  | Smalkpilienaizsargāts | IPX3 |
|  | Šlakataizsargāts | IPX4 |
|  | Strūklaizsargāts | IPX5 |
|  | Ūdensaizsargāts, ūdensblīvs | IPX6 un IPX7 |
|  | Ūdensspiediendrošs | IPX8 |
|  | Putekļaizsargāts | IP5X |
|  | Putekļblīvs | IPX6 |

4.5. *tabula*

**Zemeslodes makroklimatiskie rajoni**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Aparāti makroklimatiskiem rajoniem** | **Apzīmējumi** | | |
| **Burtu** | | **Ciparu** |
| **Starptau­tiskais** | **Krievu** |
| Mērenam klimatam | N | Y | 0 |
| Mērenam aukstam klimatam | NF | YXЛ | 1 |
| Mitram tropiskam klimatam | TH | TB | 2 |
| Sausam tropiskam klimatam | TA | TC | 3 |
| Sausam un slapjam tropiskam klimatam | T | T | 4 |
| Visiem makroklimatiskiem rajoniem uz sauszemes, izņemot rajonus ar ļoti aukstu klimatu | U | 0 | 5 |

4.6. *tabula*

**Mehāniskās izturības klases**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **IK** | | **Pārbaude** | | **Slodze\*** | | **IK** | | **Pārbaude** | | **Slodze\*** | |
| **1** | | **2** | | **3** | | **1** | | **2** | | **3** | |
| 00 | | **-** | | nav | |  | |  | |  | |
| 01 | |  | | 0,15 J | | 06 | |  | | 1 J | |
| 02 | |  | | 0,20 J | | 07 | |  | | 2 J | |
| 03 | |  | | 0,37 J | | 08 | |  | | 5 J | |
| 04 | |  | | 0,50 J | | 09 | |  | | 10 J | |
| 05 | |  | | 0,70 J | | 10 | |  | | 20 J | |
|  | |  | |  | |  | |  | |  | |

\* Slodzi raksturo trieciena enerģija, J.

**4.2.** **APGAISMES GAISMEKĻI**

Apgaismes elektroietaišu gaismek­ļus lieto tādu objektu (priekšmetu, darba virsmu, ražošanas platību u. tml.) apgaismošanai, kuri parasti neatrodas tālāk par 25 m.

Gaismeklis sastāv no armatūras un gaismas avota. Gaismas avots atro­das armatūrā, kas nodrošina nepie­ciešamo gaismas avota gaismas plūs­mas sadalījumu, kā arī aizsargā gaismas avotu pret mehāniskiem bo­jājumiem un apkārtējās vides iedar­bību.

Dažās apgaismes gaismekļu konstrukcija parādītā 4.7. attēlā un 4.8. attēlā.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ***a*** | ***b*** | | ***c*** |
| ***d*** | | ***e*** | |

4.7. att. Gaismekļi ar kvēlspuldzēm un izlādes spul­dzēm*: a* — universālais, *b* — raktuvju,

c — putekļnecaurlaidīgs, *d* — dziļstarotājs, *e —* ārējai ap­gaismošanai; 1 — atstarotājs, *2* — korpuss,

3 — zemēšanas skrūve, *4* — cilpa (austiņa) piekārša­nai, 5 — vadi, *6* — ietvere, 7 — spuldze, *8* — aizsargstikls, *9* — vāks, *10* — aizsargrežģis, *11* — speciāla ierīce ar blīvslēgiem vadu atdalītam no-blīvētam ievadam

Atkarībā no tā, kāds ir gaismas avots, apgaismes armatūras nosacīti iedala armatūrās kvēlspuldzēm un dzīvsudraba spuldzēm (4.7. att. *a ... e*)un armatūras luminiscences spuldzēm (4.8. att. *a .*.. *d*). Gaismekļu armatūra kvēlspuldzēm un dzīvsudraba spuldzēm sastāv no korpusa un tajā nostiprinātas ietve­res. Slēgtu piekaramu gaismekļu korpusam apakšējā daļā piestiprināts aizsargstikls, lai pasargātu gaismek­ļus no netīrumu iekļūšanas un mehā­niskiem bojājumiem, bet virspusē — cilpa piekāršanai pie atbalsta kon­strukcijas. Smagiem gaismekļiem, ku­rus montē tieši uz caurules, korpusa kakliņš ir īscaurule ar 3/4*"* iekšējo vītni. Dažu tipu gaismekļiem ir kor­pusa īscaurule ieskrūvējama speciāla ierīce, kurai ir divi blīvslēgi baroša­nas tīkla vadu atdalītam noblīvētam ievadam un cilpa armatūras piekār­šanai.

Gaismekļu īpatnība ir to lielā kon­strukciju un gaismas tehnikas rakstu­rojumu daudzveidība.

Luminiscences spuldžu gaismekļu armatūra visbiežāk ir metāla kor­puss, kurā samontēti palaišanas un regulēšanas aparāti (PRA), spuldžu turētāji, starteru turētāji un savieno­šanas vadi. Gaismekli barošanas elektriskajam tīklam pievieno ar spai­lēm, kuras atrodas zem viena no pie­kāršanas mezgla vāciņiem. Armatū­ras korpusam parasti piestiprināts atstarotājs, bet virs tā atkarībā no gaismekļa konstrukcijas ir ekranējošs režģis, aizsargstikls vai izkliedētājs.



4.8. att. Gaismekļi ar luminiscences spul­dzēm:

1 — pakārs, 2 — pakāra vāciņš, 3 — korpuss, 4 — atstarotājs, 5 — ekranējošais režģis, 6 — izkliedētājs,

7 — atbalsta rāmis, 8 — atvāžams rāmis, 9 — stiprināšanas mezgls

Gaismekļiem pēc savas konstruk­cijas, gaismas tehnikas rādītājiem un raksturojumiem jāatbilst darba apstākļiem un apkārtējai videi, kā arī drošības prasībām un ekspluatā­cijas apkalpošanas ērtībām. Katrā firmas katalogā doti reko­mendācijas gaismekļu izvēlei.

Maiņstrāvas tīklā ieslēgtu lumi­niscences spuldžu un izlādes spuldžu trūkums ir periodiska gaismas plūs­mas izmaiņa, kuras frekvence ir vienāda ar divkāršu barošanas tīkla strāvas frekvenci. Šīs gaismas plūs­mas izmaiņas (pulsācijas) cilvēka acs neuztver redzes zināmas inerces dēļ, tomēr visai bīstamas tās ir tad, kad spuldzes lieto kustīgu priekšmetu apgaismošanai.

Gaismas plūsmas pulsācijas priekš­metu kustības patiesā ātruma un vir­ziena uztveri izkropļo stroboskopiskā efekta dēļ. Tā, piemēram, ar luminis­cences spuldzēm un izlādes spuldzēm ДРЛ, HQLapgaismotas mašīnas detaļas un ap­strādājamie priekšmeti, kas griežas, ar noteiktu ātrumu, var likties ne­kustīgi vai pat lēni rotējoši pretējā virzienā. Tādēļ, apgaismojot telpas, kurās ir darbmašīnas un mehānismi ar rotējošām, strādniekiem pieeja­mām detaļām, lieto tādas luminiscen­ces spuldžu un izlādes spuldzes slē­guma shēmas, kurās novērstas nevē­lamās un bīstamās gaismas plūsmas pulsācijas.

Arī luminiscentām spuldzēm izgatavo ļoti lielu tipu dažādus apgais­mes ķermeņus un nekādas iespējas dod aprakstus grāmatā.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ***a*** | ***b*** | ***c*** |

4.9. att. Prožektors: a – halogēna prožektors (150 W); b - gaismas diožu prožektors (21 W);

c - metālhalogēna prožektors, natrijas (1000 W).

Staciju sliežu ceļu un laukumu, būvlaukumu, atklātu noliktavu un transformatoru apakšstaciju apgaismošanai lieto prožektorus (4.9.att.). Spuldzes gaismas plūsmu ar optiskās sistē­mas palīdzību sakoncentrē nelielā telpiskajā leņķī un tā sasniedz lielu gaismas stiprumu. Ja lieto 1000 W spuldzi, gaismas stiprums ir līdz 160 000 cd.

**4.3. GAISMEKĻU MONTĀŽA**

Gaismekļu montāžu izdara izgatavotājrūpnīcas vai montāžas darbnīcas. Montāžai lieto termoizturīgus markas vadus ar 1,5 mm2 šķērsgriezumu. Fāzu vadus pievieno patronu kontaktskrūvēm, bet nullvadu — skrūvju čaulām. Sprādzienbīstamas telpās gaismekļu montāžai izmanto trīs vadus: fāzes vadu, nullvadu un zemēšanas vadu. Zemēšanas vadu pievieno gaismekļa zemēšanas skrūvei un nullvadam atzarošanas kārbas iekšpusē.

Gaismekļu piekāršanu un stiprināšanu izpilda ar dažādiem paņēmieniem, kas paredzēti apgaismošanas ietaises projektā: pie balsteņiem, āķiem, troses, apgaismošanas kopņvada un pārlaiduma ailās.

Gaismekļu piekāršanu un stiprināšanu pie apgaismošanas kopņvada parādīta 4.10. attēlā.

|  |
| --- |
| ***a*** |
| ***b*** |

4.10. att. Sadales kopnes *Canalis* uz 25-40 A gaismekļu piekāršanai un stiprināšanai:

a - gaismekļi ar luminiscentām spuldzēm; b – gaismekļi ar izlādes spuldzēm

Putekļainās un sprādzienbīstamās telpās, kurās apgaismoša­nas elektroinstalācija izpildīta tērauda caurulēs, gaismekļus stip­rina, uzskrūvējot uz tērauda caurules vītnes. Luminiscences spul­džu gaismekļus stiprina pie pakariem, stieņiem un perforētām profilsloksnēm. Luminiscences spuldžu gaismekļu piekāršanai un vadu instalēšanai elektromontāžas organizāciju rūpnīcas ražo speciālas maģistrālās apgaismošanas kārbas: piekāršanai vienā rindā un piekāršanai divās rindās.

Piemērs gaismekļu stiprināšanai rūpniecības uzņēmumu cehos pie metāla kopnēm parādīts 4.11. attēlā. Luminiscences spuldžu gaismekļu piekāršana, izmantojot kārbas (vienrindas), parādīta 4.12. attēlā.

|  |
| --- |
| 4.11. att. Gaismekļu stiprināšana pie balsteņiem, kas piestiprināti metāla kopnes apakšējai joslai:  1— nostiprinājuma pamatne, *2*— statnis, *3* — ieliktnis, *4 —* universālais statnis, 5 — balste­nis, 6 — apskaviņa, 7 — gaismeklis, 8 — savienotājkārba |

|  |
| --- |
| 4.12. att. Luminiscences spuldžu gaismekļu piekāršana viena rindā:  1 — plāksne, 2 — vāks, 3 — nullvada spaile, 4 — spīles, 5 — turētājs, 6 — gaismeklis, 7 — savienotājskava. |

**4.4. GAISMEKĻU MATERIĀLI**

Pērkot gaismekli, nav ieteicami drēbju abažūri. Tajos krājas putekļi un tie izbalē saules gaismā. Bez tam tie stipri mazina apgaismojumu un nav ugunsdroši. Nav ieteicami arī neizdevīgas konstrukcijas abažūri, piemēram, opāla stikla lodes, kuras absorbē lielāko gaismas daļu.

Izšķir gaismekļus kompaktspuldzēm parasti ar rotācijas-simetrisku gaismas sadalījumu un līnijformīgām spuldzēm parasti ar dažādiem gaismas sadalījumiem garenvirzienā un šķērsvirzienā.

Gaismas plūsmas virzībai lieto reflektorus, rastrus un transparenta tipa aizklājējus. Reflektori var būt ar baltu vai spoguļklājumu. Atstarošanas raksturs abos gadījumos vienāds.

Aizklāšanai vai izkliedēšanai lieto stiklus vai rastrus. Izšķir caurspīdīgus stiklus (bieži ar optisku struktūru), matētu stiklu vai t.s. opālstiklu (piena stikls).

Caurspīdīgais stikls nodrošina augstu lietderības koeficientu. Optiski strukturētas virsmas (prizmas) dod iespēju nodrošināt paredzētu gaismas lūzumu un, pateicoties gaismas izkliedei, novērš apžilbinājumu.

Matētais stikls, atstarodams būtisku gaismas plūsmas daļu, ari izkliedē gaismu nepilnīgi. Spuldze atrazdamās pat tālu no stikla, paliek redzama. Gaismas izkliedējas labāk, ja matētā stikla puse tiek novietota pret spuldzi.

Optiski strukturēts stikls izkliedē gaismu dziļi. Gaismas blīvums praktiski neatkarīgs no plūsmas virziena. Ar uzdoto gaismas plūsmu gaisa blīvums ir jo zemāks, jo lielāks stikla laukums.

Ar rastru tiek panākts dziļš gaismas sadalījums. Ar gaismas izstarošanas leņķi lielāku par 60° tas labi pasargā no apžilbinājuma.

**5. NODAĻA**

**APGAISMES ELEKTROIETAIŠU IERĪCES**

Apgaismes elektroietaišu ierīces nepieciešamas gaismas avotu vadīša­nai, to pievienošanai elektriskajam tīklam, kā arī tādu nepieciešamo ap­gaismes darba režīmu nodrošināša­nai, kuri atkarīgi no vietējiem apstāk­ļiem, piemēram, ražošanas rakstura un dienas garuma.

Lai saprastu, kādēļ atšķiras elektroinstalācijas izstrādājumu cenas, kā sakarā ar to mainās izstrādājuma kvalitāte, vispirms vajag pārrunāt par elektroinstalācijas izstrādājumu grupām.

1 grupa. Pie šīs grupas pieder vislētākās precēs. Pie tādas lētas produkcijas visbiežāk nevar pievienot daudzas ierīces, tās iztur strāvu tikai līdz 6 ampēriem (neder, ja pielieto elektriskajām plītiņām, veļas mazgājamām mašīnām, elektriskajām tējkannām utt.). 6 ampēru izstrādājums ir paredzēts ierīču, kuras izmanto līdz jaudai 1320 W (6A x 220 V = 1320 W), pieslēgšanai.

2 grupa. "Populāras" elektroinstalācijas izstrādājumu sērijas. Tajās parasti ietilps aptuveni desmit izstrādājumu veidi, kam ir līdzīgs dizains (vienkāršs, divkāršs slēdzis ar apgaismojumu vai bez tā, dažādas ligzdas utt.).

3 grupa. Standarta elektroinstalācijas izstrādājumi. Tos ir viegli paplašināt, to asortimentā daudz nosaukumu, tie ir augstas kvalitātes, tiek ražoti no drošiem materiāliem, ir divkārši piestiprināmi (ar speciālām kājiņām- balstiem un skrūvēm). Šos izstrādājumus ir daudz vienkāršāk pieslēgt pie elektriskā tīkla, tos jebkurā laikā var paplašināt, papildināt to pašu dizainu ar jauniem elementiem. Vajag iegādāties lielāku rāmīti un aizpildīt to ar jaunu elektroinstalācijas elementu. Augstākas kategorijas elektroinstalācija tiek ražota no labākiem materiāliem, tā nepārkarst, ugunsgrēka laikā nedeg, iztur 10 ampērus (2200W) un lielāku strāvu.

4 grupa. Augstākās cenu kategorijas, ekskluzīva produkcija tiek ražota Rietumeiropā (Vācijā, Zviedrijā, Somijā un citur), kas izceļas ar visām 3. grupā nosauktajām pozitīvajām pazīmēm, jauku dizainu. Tām, tāpat kā standarta grupas kontaktligzdām, ir speciāla aizsardzība no ziņkārīgajiem bērniem. Kā mūsdienīgu interjera apdari vācu un zviedru ražotāji piedāvā slēdžus un kontaktdakšas ligzdas ar nomaināmiem lokiem vai riņķiem. Tādā veidā no kontaktdakšas ligzdas vai slēdža var ātri izveidot smalku istabas interjera detaļu. Dekorējot istabu no jauna - pietiek tikai uzlikt riņķi citā krāsā. Tāda loka vai riņķa cena nav liela, bet ārējais izskats uzreiz mainās.

Izplatītākās apgaismes elektro­ietaišu ierīces ir ietveres (5.1. att.), slēdži, pārslēgi, kontaktligzdas ar *spraudņiem, startera ierīces* luminis­cences spuldžu aizdegšanai u. c.

***Ietveres.*** Pēc konstrukcijas, nozīmes un uz­stādīšanas veida izšķir piekaramās ietveres, armatūras ietveres ar nipeli vai nipeļa kakliņu (5.1. att. a, *b, c),* piekaramās pushermētiskās ietveres ar metāla cilpiņu (5.1. att. *d),* griestu un sienas ietveres (5.1. att. *e, f).* Ietveru vītnes atbilstoši spul­džu cokolu izmēriem mēdz būt 14, 27 un 40 mm.

**5.1. APGAISMOŠANAS INSTALĀCIJAS SLĒDŽI**

Slēdžus un pārslēgus, kas paredzēti spriegumam līdz 250 V un strāvai līdz 10 A, lieto 50 Hz frekvences maiņstrāvas apgaismes elektroietaišu elektrisko ķēžu komutēšanai. Aizsar­gātiem un hermētiskiem slē­džiem un pārslēgiem, kas paredzēti atklātai un segtai uzstādīšanai, jāiz­tur vismaz 20 tūkstoši izslēgšanu.

Lai paaugstinātu komutācijas spē­jas un nodilumizturību, moderniem slēdžiem un pārslēgiem kontaktu da­ļas izgatavo no metālkeramikas, un tie iztur vairāk par 200 tūkstošiem izslēgšanu.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
|  |  |  |

5.1. att. Ietveres: *a* — armatūras ietvere ar plastmasas korpusu, *b* — armatūras ietvere ar misiņa korpusu, *c* — armatūras ietvere ar porcelāna korpusu, *d* — pie­karamā pushermētiskā ietvere, *e* — griestu plast­masas ietvere, *f* — sienas slīpā porcelāna ietvere; 1 *—* korpuss, 2— porcelāna ieliktnis, 3 — kontaktskrūves vadu pievienošanai centrālajam kon­taktam un vītņotajai čaulai, 4 —centrālais kon­takts, 5 —vītņotā čaula, 6 —tērauda cilpiņa ietveres pakāršanai

Pirmās grupās slēdža uzbūve parādīta 5.2. attēlā, bet otrās un trešās grupās slēdža konstrukcija – 5.3. attēlā. Apgaismošanas instalācijas slēdžiem svarīgs ir arī dizains, kam izgatavotājfirmas pievērš lielu uzmanību. Jaunākajos slēdžos konstrukcija ir izveidota tā, lai at­vieglotu montāžu, lai varētu veikt vissarežģītākos elektrisko ķēžu slēgumus. Rāmīša konstrukcija nodrošina iespējamību koncentrēt visus nepieciešamos elektroinsta­lācijas pieslēgumus vienā vietā. Kontaktligzdas ir mehāniski aizsargātas no nejaušas pieskaršanās zem sprieguma esošām detaļām.

|  |
| --- |
| 5.2. att. Slēdža konstrukcija zemapmetuma montāžai:1 – taustiņa, 2 – atspere; 3 – stienis; 4 – svira; 5 – nekustīgais kontakts; 6 – taustiņu ass; 7 – slēdža vāks; 8 – skrūves; 9 – taustiņas stiprinājuma skrūves; 10, 11 – spaile; 12 – skava; 13 – lāpstiņa; 14 – lāpstiņas skrūve |

Biežāk lietotie ir divplecu ar piespiedējatsperi un vienpleca ar savilcējatsperi. Divplecu ar piespiedējatsperi slēdzī (5.4. att.) lodīte 4 atsperes 5 spēka iespaidā iedarbojas uz sviru 3. Sviras vienā galā piemetināts kustīgais kontakts 2 no tīra sudraba vai no metālkeramiskas sudrabu saturošas kompozīcijas. Ja nospiež taus­tiņu 1, notiek stāvokļu maiņa — kontakti saslēdzas vai atslēdzas.

|  |
| --- |
|  |

5.3. att. Domino slēdža mehānisms

Vienpleca slēdzis ar savilcējatsperi darbojas līdzīgi iepriekšējam slēdzim. Savil-cējatspere 6 nostiprināta uz speciāla pārlecoša rāmīša 8, kas var būt iemontēts gan vertikāli, gan horizontāli. Ja atslēdzošā atspere ar rāmīti novietota horizontāli, slēdža izmēri ir mazāki.

Ja nospiež taustiņu 7, atspere pārvieto rāmīti ar kustīgo kontaktu 9 viena vai otra galējā stāvoklī, saslēdzot vai atslēdzot kustīgo kontaktu 9 ar nekustīgo kontaktu 10.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

5.4. att.Apgaismošanas instalācijas slēdžu kinemātiskās shēmas

a — divplecu ar pie spiedējatsperi; b — vienpleca ar savilcējatsperi; 1 — taustiņš; 2 — kustīgais kontakts;

3 — svira; 4 — atbalsta lodīte; 5 — piespiedējatspere; 6 — savilcējatspere; 7 — taustiņš; 8 — speciāls

pārlecošs rāmītis; 9 — kustīgais kontakts; 10 — nekustīgais kontakts

Slēdži, kas paredzēti 10 A strāvai, ir aprīkoti ar atsperu tipa vadu pievienošanas termināliem (5.5. att. *a, c*), bet 16A, 20A un 32A jaudas slēdži ir aprīkoti ar skrūvju tipa vadu pievienošanas termināliem (5.5. att. *b, d*).

|  |  |
| --- | --- |
| ***a*** | ***b*** |
| ***c*** | ***d*** |

5.5. att. Unica slēdža mehānisms: *a, c* - ar atsperu tipa vadu pievienošanas terminālu; *b, d* – ar skrūvju tipa vadu pievienošanas terminālu

Īpaši piemērotas iedobes, kas atvieglo kabeļa ievietošanu. Palielināti spaiļu sadalītāji, kas pasargā no īssavienojuma. Krāsains spaiļu vadu pievienošanas marķējums.

Uz slēdža mehānisma ir attēloti elektriskie parametri, montāžas shēma un kabeļa notīrīšanas instrukcija (5.5. att. *c*). Slēdžu mehānismi ar apgais­mojumu, tiek piegādāti ar rūpnieciski iebūvētu lampu (5.5. att. *d*).

250V sprieguma slēdžu mehānismi paredzēti vispārējās lietošanas elektrotīkla ķēžu ar spriegumu līdz 250V komutācijai. Slēdži ar zilas krāsas neona lampiņu palīdzēs viegli sameklēt slēdzi tumšā telpā (maksimāla neona lampiņas jauda 1mA). Slēdži ar dzintara krāsas neona lampiņu paredzēti slodzes kontro­lei (maksimāla neona lampiņas jauda 1mA). Izstrādājumi paredzēti uzstādīšanai un izmantošanai sausās un siltās telpās. Drošības klase IP20.

Sprieguma slēdži tiek iestiprināti montāžas kārbā ar skrūvēm vai montāžas kājiņām. Sprieguma slēdžu virsapmetuma montāžai tiek izmantotas kārbas virsapmetuma montāžai. Žalūziju slēdzis ar spiedpogu, kas paredzēts žalūziju pārnesuma vadībai caur automātisko vadības sistēmu.

Materiāls: triecienizturīgs, nedegošs tehniskais polimērs. Redzamās dalās ir izturīgas pret ultravioleto starojumu. 10 A slēdža mehānisms ir aprīkots ar ātrsavienojuma kontaktiem. Lai atvieglotu fāzes vada un neitrālā vada pievienošanu, spailes atzīmētas ar dažādām krāsām. 16 A slēdža mehānisms ir aprīkots ar kontaktiem, kas tiek piesti­prināti ar skrūvēm. Skrūves ar parasto galviņu tiek pieskrūvētas ar parasto vai krusta skrūvgriezi.

Pie spailēm atļauts pievienot gan viendzīslas vadu šķērsgriezumā līdz 2,5 mm2, gan daudzdzīslu vadu šķērsgriezumā līdz 4 mm2.

Slēdža mehānismos ir iekļauts trokšņa slāpētājs. Vadu pievienošanas shēma pie regulatora parādīta 5.6. attēlā.

*Montāžas rāmji* (5.7. att.). Ar nostiprināšanas kājiņu palīdzību rāmīšus var stabili piestiprināt arī pie nelīdzenām sienām, cieši piespiežot četros stiprinājuma punktos. Īpašā stiprinājuma sistēma ļauj uzlikt rāmīšus arī tad, ja montāžas kārba ir izbīdīta no sienas par 0,75 mm vai iemontē­ta pārāk dziļi - no 2,25 mm.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ***a*** | ***b*** | ***c*** |

5.6. att. Vadu pievienošanas shēma:

a - viendzīslas vada pievienošana; b - daudzdzīslu vada pievienošana; c – operāciju secība

|  |
| --- |
| *5.7. att. Montāžas rāmji* |

***Nostiprināšanas rāmis izstrādājuma mehānismam*.** Izgatavots no sakausējuma, ir stiprs un iztu­rīgs arī pret koroziju. Izstrādājumiem ir iespējams pievienot atsevišķas montāžas kājiņas nostiprināšanai vecā tipa montāžas kārbās (5.8. att.). Asie kājiņu gali ir apvilkti ar plastikāta apvalku, no kura paši izbīdās pievilkšanas procesā.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

5.8. att. Izstrādājumu nostiprināšana vecā tipa montāžas kārbās

Slēdža montāžas secība instalācijas kārbā paradīta 5.9. un 5.10. attēlā.

Bez tradicionālajiem slēdžiem šodien elektrosistēmā var instalēt arī pārslēdžus, kas paredzēti elektriskās ķēdes pārvaldīšanai no divām vietām. To īpaši ērti izmantot kāpņu telpās, jo rodas iespēja ieslēgt un izslēgt gaismu kāpņutelpas lejā vai augšā. Ja elektriskās ķēdes pārvaldes no divām vietām nepietiek, starp diviem pārslēdzējiem var ievietot vienu, vai tik cik vajag, krustenisku pārslēdzēju. Tāpat tiek ierīkots tik elektriskās ķēdes pārvaldes vietu, cik ir nepieciešams lietotājam.

5.11. att. parādītas apgaismojuma ieslēgšana/atslēgšana vienlīnijas shēmās no viena, divām, trijām un vairāk vietām .

|  |  |
| --- | --- |
| 5.9. att. Slēdža montāža: 1- montāžas kārba;  2 - slēdža mehānisms; 3 – rāmis; 4 - uzstādīšanas skrūves; 5 - taustiņa | 5.10. att. Slēdža ar pagaismošanu montāža:  1- montāžas kārba; 2 - slēdža mehānisms; 3 – rāmis; 4 - kontaktligzdas uzliktnis; 5 - centrālā skrūve; 6 - taustiņi. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ***a*** | ***b*** | ***c*** |
| ***d*** | ***e*** | ***f*** |
| ***g*** | | ***h*** |

5.11. att. Firmas Legrand slēdžu slēguma shēmas: a - vienpolu slēdzis; b - divpolu slēdzis; c – dubultslēdzis; d - apgaismojuma ieslēgšana/atslēgšana no divām vietām ar parslēdžiem; e - apgaismojuma ieslēgšana/atslēgšana no divām vietām ar dubultslēdzi; f – poga; g - apgaismojuma ieslēgšana/atslēgšana no trim vietām ar parslēdžiem; h - slēdzis ar auklu

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***a*** | ***b*** | ***c*** | ***d*** | ***e*** | ***f*** |

5.12. att. Pieņemtie slēdžu grafiskie apzīmējumi shēmās:

*a* - slēdzis/pārslēdzis patērētāja ieslēgša­nai/izslēgšanai no vienas vai divām vietām; *b* - divu taustiņu slēdzis (1+1) divu atsevišķu patē­rētāju ieslēgšanai/iz­slēgšanai; *c* - slēdzis/pārslēdzis ar indikācijas lampu patērētāja ieslēgšanai no vienas vai divām vietām. Indikācijas lampa norādīs slēdža atrašanās vietu tumšā telpā; *d* - impulsa slēdzis pare­dzēts dažādu zvanu un skaņas signālu, kā arī apgaismojuma ieslēgšanas releju aktivizēšanai; *e* - impulsa slēdzis ar gaismas indikāci­jas lampu dažādu apgaismojumu ieslēdzošu releju akti­vizēšanai. Indikācijas lampa norādīs slēdža atrašanās vietu tumšā telpā; *f* - krusta slēdzis, lietojams slēgumā ar diviem pārslēdžiem, gaismas ieslēgšanai/ izslēgšanai no trim un vairāk vietām

Slēdžu pievienošanas shēmas atro­damas slēdža aizmugurē vai uz metāliskās plāksnes.

Pēdējā laikā plaši izmanto dažādus pusvadītājslēdžus: tiristoru slēdzi-regulatoru, kustības detektoru-slēdzi, fotoslēdzi utt.

**5.2. REGULATORI**

Apgaismojuma regulatori (dimmeri) (5.13. att.) ir paredzēti lietošanai elektro­tīklos (230V±10%, 50 Hz, jauda 40-500 W) apgaismojuma regu­lēšanai kvēlspuldzēm (230V), halogēnam spuldzēm un vājstrāvas halogēnam spuldzēm, kas aprīkotas ar mehānisko transformatoru. Izstrādājumi paredzēti uzstādīšanai un izmantošanai sausās un siltās telpās. Drošības klase IP20.

|  |  |
| --- | --- |
| ***a*** |  |
| ***b*** |

5.13. att. Apgaismojuma regulators (dimmers): 1 – potenciometrs; 2 – lāpstiņa; 3 – elektroniskie

komponenti; 4 – drošinātāji vai automātslēdzis; 5 – filtrācijas sistēma no impulsa traucējumiem; 6 - korpuss

Gaismas regulators tiek izmantots tādēļ, lai pakāpeniski tiktu palielināts vai samazināts apgaismošanas līmenis telpā. Izvēloties apgaismošanas regulatorus, vajag pievērst uzmanību tam, kādam gaismas ķermeņu tipam tie ir piemēroti. Visbiežāk apgaismošanas regulatori ir piemēroti karstām lampām (īpaši elektroierīcēm ar zemākām cenām), luminiscējošām vai halogēnu lampām šie regulatori neder. Tādēļ lietotājam ir svarīgi zināt visas vēlamās regulēt ķēdes spriegumu, vajag ņemt vērā arī gaismas ķermeņu tipus, kuri tiks izmantoti.

Regulatori tiek piestiprināti montāžas kārbā ar skrūvēm vai atbal­sta kājiņām (5.13. att. b).

Regulatoru virsapmetuma montāžai tiek izmantotas kārbas virsapmetuma montāžai.

Materiāls - triecienizturīgs, nedegošs tehniskais polimērs. Redzamās dalās ir izturīgas pret ultravioleto starojumu.

Automātiskā drošības sistēma īssavienojuma gadījumā atslēdz ierīci. Atjaunojoties tīkla parametriem, regulators automātiski ieslēdzas. Citas regulatora modifikācijas tiek piegādātas ar maināmu sakausētu ieliktni (1,5 A).

Regulatora spailes ir paredzētas vadu līdz 2,5 mm2 šķērsgriezumā pievienošanai.

Pēc vadības veida regulatori dalās - ar rotācijas pogu un ar spiedpo­gu. Nospiežot regulatoru ar rotācijas pogu, apgaismojums ieslēdzas, pagriežot pogu, tiek noregulēts vēlamais spilgtums. Regulatoram ar spiedpogu apgaismojums ieslēdzas, īsi nospiežot dimmera taustiņu, regulēšana tiek veikta, ilgāk paturot nospiestu taustiņu.

Lai regulētu apgaismojumu no attāluma, regulatoram ar spiedpogu ir atļauts pievienot līdz 25 slēdžiem ar spiedpogu vai līdz 5 slēdžiem ar indikatora lampiņu (skat. 5.14. att. c.). Katrs slēdzis, kas ir pieslēgts regulatora izejai Ll paralēli, rada iespēju ieslēgt un izslēgt apgaismojumu un to regulēt. Regulatoram esot minimālā stāvoklī, lampām nevajadzētu izslēg­ties pilnībā, pretējā gadījumā jāveic regulēšana zem taustiņa „Min”.

Mūsdienīgas tehnoloģijas nodrošina elektronisko izstrādājumu precīzu un klusu darbību. Montāžas dziļums ir tāds pats ka slēdžu mehānismiem. Pie spailēm ir precīzi atzīmēts, ka pareizi pievienot vadus.

Vadu pievienošana pie regulatoriem parādīta 5.14. attēlā.

Kustības ierosinātāji paredzēti elektriskās ķēdes ieslēgšanai vai izslēgšanai, kad telpā ir kustība, bet ja telpā nekā nav -gaisma automātiski tiek izslēgta. Izslēgšanās laiks tiek regulēts pēc lietotāja vajadzības. Mūsdienīgie kustības ierosinātāji tāpat var reaģēt uz skaņu, - ieslēgt apgaismojumu (kad telpā rodas troksnis). Tādas ierīces ērti izmantot telpās, kurās cilvēki atrodas tikai īsu brīdi, - kāpņu telpās, koridoros, pagalmos, garāžās.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ***a*** | ***b*** | ***c*** |

5.14. att. Vadu pievienošana pie apgaismojuma regulatora

**5.3. STRĀVAS NOPLŪDES AUTOMĀTISKIE SLĒDŽI**

Strāvas noplūdes automātiskais slēdzis paredzēts lietošanai vienfāzes slēguma tīklā tieši pirms patērētāja. Strāvas noplūdes slēdzis 10mA pasargā cilvēkus no saskarsmes ar strāvu, kas kaitētu veselībai, automātiskais slēdzis C16 aizsargā patērētājierīci no pārs­lodzes vai īssavienojuma draudiem, kas varētu to iznīcināt. Lietojot šo izstrādājumu, jūs rūpējaties par savu drošību. Šī ierīce ir speciāli izstrādāta lietošanai:

• Mājsaimniecības telpās, vannas istabās, virtuvēs, kurās atrodas lielas jaudas elektriskās ierīces ar mitruma klātbūtni (veļas mašīnas, ūdens sildīšanas trauki, matu žāvēšanas fēni un utt);

• Darba telpās, kur atrodas elektroierīces, kuras cilvēki izmanto dažādu procesu veikšanai (personālos datorus un to piederumus, rakstāmmašīnas, elektroniskos svarus, kases aparātus utt.).

|  |  |
| --- | --- |
| ***a*** | ***b*** |

5.15 att. Strāvas noplūdes automātiskais slēdzis: a – pieslēgšanas shēma; b – atslēgšanas raksturlīkne C tipa

Ierīce tiek montēta standarta montāžas kārbā, slēdzis ir IP41. Ierīcei jābūt uzstādītai sausā, no putekļiem brīvā vidē, ar temperatūru no -5°C līdz +40°C. Strāva tiek ieslēgta, pārslēdzot slēdzi simbola "I" virzienā. Strāva tiek atvienota:

• Pārvietojot slēdzi simbola "0" virzienā vai aktivējot testa pogu "T";

• Automātiski, termiskas darbības (pārslodzes) rezultātā, magnētiskas darbības (īssavienojums) rezultāta vai diferenciālu darbības (strāvas noplūdes) rezultātā;

• Testa poga "T" jāaktivē katru mēnesi: ierīcei ir jāatveras. Ja tas nenotiek, informējiet uzstādītāju. Pēc testa izpildes pārslēdziet slēdzi atpakaļ stāvoklī "I".

Elektriskie savienojumi:

• Instalācijai jāatbilst spēkā esošajiem standartiem.

• Pārbaudiet, vai vadītāju šķērsgriezums ir pietiekams plānotās slodzes pievadīšanai, taču nekādā gadījumā tas nevar būt mazāks par 1,5 mm2. Pienācīgi pievelciet savienojumu terminālu skrūves. Bojāti savienojumi var izraisīt pārmērīgu sakāršanu un aizdegšanās risku.

**5.4. SPRAUDŅU SAVIENOJUMI**

Vienfāzes un trīsfāžu elektropatērētājus (pārnesamās lampas, sadzī­ves elektroaparātus, elektroinstrumen­tus u. c.) ar nominālajām strāvām līdz 10 A un 25 A atbilstoši sprie­gumam līdz 250 V un 380 V elektris­kajam tīklam pievieno ar spraudņu savienojumiem (5.16. att.).

Spraudņu savienojumi sastāv no diviem galvenajiem elementiem — kontaktligzdas (5.17. att. *a ... f*)un spraudņa (5.17. att. *g...j*).

Kontaktrozetes ražo ar apaļiem (5.17. att. *a, b, c)* un plakaniem (5.17. att. *d, e, f*) kontaktiem. Plaka­nie kontakti rada drošāku kontaktu savienojumu, samazina vara patēriņu un salīdzinājumā ar apaļajiem kon­taktiem kalpo gandrīz divas reizes ilgāk.

|  |
| --- |
| *5.16. att.* Spraudņu savienojumu elementi, kurus izmanto dažādos valstis:  A,B – ASV, Ķīna, Japāņa; C – Eiropa, NVS, D - Āzija, Āfrika; E – Francija, Čehija; F - spraudņu  savienojumu Starptautiskais standarts; G – Amerika; H – Izraēla; I – Austrālija; J – Šveice; K – Danija; L - Italija |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ***a*** | ***b*** |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

5.17. att. Spraudņu savienojumu elementi:

*a —* kontaktligzda 6 A strāvai atklātai uzstādī­šanai, *b* — kontaktligzda 6 A strāvai segtai uz­stādīšanai,c — kontaktligzda uzstādīšanai virs grīdlīstes, *d —* divpolu kontaktligzda 10 A strā­vai ar plakaniemdarba un zemēšanas kontaktiem segtai uzstādīšanai, *e —* aizsargātā izpildījuma divpolu kontaktligzda 10 A strāvai ar zemēšanas kontaktu atklātai uzstādīšanai, *f* — aizsargātā izpildījuma trīspolu kontaktligzda 25 A strāvai un 380 V spriegumam ar zemēšanas kontaktu at­klātai uzstādīšanai, g — spraudnis 6 A strāvai, h— spraudnis 10 A strāvai ar zemēšanas kon­taktu, *i* — divpolu spraudnis 10 A strāvai un 220 V spriegumam ar zemēšanas kontaktu, *j* — trīspolu spraudnis 25 A strāvai un 380 V sprie­gumam ar zemēšanas kontaktu.

Lai pieslēgtu pārnesamos elektropatērētājus elektriskajam tīklam ar spriegumu virs 40 V sevišķi bīstamās telpās, kā arī telpās ar paaugstinātu bīstamību, lieto divpolu (24. att. d, e) un trīspolu (5.17. att. *f*) rozetes un zemēšanas kontaktu, kurš pievienots vietējam zemējuma tīklam.

Divpolu rozetēm strāvai līdz 10 A pie kontaktspailēm var pievienot elektriskos vadus, kuru šķērsgriezums ir līdz 2,5 mm2, trīspolu rozetēm strāvai līdz 25 A – vadus ar šķērsgriezumu līdz 16 mm2.

**250V sprieguma kontaktligzdas** (5.18. att. *a*).Kontaktligzdas ir paredzētas izmantošanai vispārējas lietošanas elektrības tīklā ar spriegumu līdz 250V, maksimālā slodzes strāva 16A.

Kontaktligzdas ir aprīkotas ar aizsargaizvariem, kas, izraujot kontaktdakšu, automātiski noslēdz piekļuvi kontaktligzdas elektrību vadošajām daļām. Tās aizsargā lietotāju no nejaušas pieskaršanās pie elektriskās ķēdes (mēģinot atvērt tikai vienu aizbīdni, tā neatveras, bet pieslēgties pie elektriskās ķēdes var tikai spiežot abas aizbīdņus vienlaicīgi). Izstrādājumi jāuzstāda un jālieto sausās un siltās telpās. Drošības klase IP20.

Kontaktligzdas tiek iestiprinātas montāžas kārbā ar skrūvēm vai montāžas kājiņām.

Kontaktligzdu virsapmetuma montāžai tiek izmantotas kārbas virsapmetuma montāžai.

Materiāls triecienizturīgs, nedegošs tehniskais polimērs. Redzamās dalās ir izturīgas pret ultravioleto starojumu. Lai atvieglotu izstrādājuma montāžu, spailes ir aprīkotas ar vienrin­das savienojumu (att. 5.18. *b*). Pie spailēm atļauts pievienot gan viendzīslas vadu šķērsgriezumā līdz 2,5 mm2, gan daudzdzīslu vadu šķērsgriezumā līdz 4 mm2. Skrūves ar kombinēto galviņu tiek pieskrūvētas ar parasto vai krusta skrūvgriezi. Spailes derīgas dažāda šķērsgriezuma vadu savienošanai, izman­tojot īpašas konstrukcijas kustīgo piespiedējplāksni (5.18. att. *c*). Lai vizuāli atšķirtu nepārtrauktās barošanas tīklus, tiek izman­tota elektrības kontaktligzda ar mehānismu sarkanā krāsā.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ***a*** | ***b*** | ***c*** |

5.18. att. Kontaktligzdas uz nominālo spriegumu 250 V:

*a* – priekš skats; *b* – kontakti; *c* - kustīga piespiedējplāksne

Vienā rindā izvietotās vadu pievienošanas spailes un nepieskrūvētās spaiļu skrūves paātrina montāžu. Palielināti spaiļu atdalītāji novērš īssavienojuma iespēju.

Pat savienojot divus dažāda šķērsgriezuma vadus, lietojot īpašo kustīgo piespiedējplāksni (5.18. att. c), iespējams sasniegt drošu vadu nostiprināšanu un labu elektrisko savienojumu.

Montāžas shēma ar 250V sprieguma kontaktligzdām paradīta 5.19. attēlā.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ***a*** | ***b*** | ***c*** |

5.19. Kontaktligzdas montāžas shēma: *a* - noņemt ārējo daļu; *b* - pievienot vadus; *c* - pieskrūvēt

skrūvi

Kontaktligzdas montāža bez aizsardzības pret pieskāršanu un ar aizsardzību pret pieskāršanu parādīta 5.20. un 5.21. attēlā.

|  |  |
| --- | --- |
| 5.20. att. Kontaktligzdas montāža:  1 – instalācijas kārba; 2 – kontaktligzda; 3 – rāmis;  4 – uzliktnis; 5 - skrūve | 5.21. att. Kontaktligzdas ar aizsardzību pret pieskaršanas montāža:  1 – kārba; 2 – kontaktligzda; 3 – rāmis; 4 – aizsardzības mehānisms; 5 – uzliktnis; 6 - skrūve |

Kontaktligzdas slēguma shēmas elektriskajā tīklā paradīta 5.22. attēlā.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ***a*** | ***b*** | ***c*** |

5.22. att. Kontaktligzdas slēguma shēmas elektriskajā tīklā: *a* – TN-S sistēma; *b* - sistēma TN-C

(sistēma TN-C organizēta blakus kontaktligzdai); *c* - sistēma ТТ

**Ātras pievienošanas kontaktligzdas.** Līdz šim strāvas kontaktligzdu uzstādīšanas metode ir bijusi tradicionāla, t.i. ar montāžas kārbām, atsevišķiem mehānismiem, savienojušiem kabe­ļiem utt. Tagad parādās pilnībā jauna strāvas kontaktligzdu montāžas veidu instalācijas kanālos, ofisa kolonnās un grīdas kārbās.

Sistēma sastāv no trīsvietīgas bāzes kontaktligzdas, kuru var paplašināt, izmantojot dubultas papildus kontaktligzdas. Jauno kontaktligzdu montāžas laiks ir divreiz īsāks salīdzinājumā ar tradicionālo kontaktligzdu montāžas laiku. Sistēmas uzstādīšanai nav nepieciešami darbarīki.

Kontaktligzdu montāža tiek veikta bez montāžas kārbas. Kabeļu nostipri­nāšana, pieslēgšana un kontaktligzdu kombinācijas marķēšana tiek veikta bāzes kontaktligzdā, kuru pēc tam iesprauž instalācijas kanālā (5.23. att.). Kad bāzes kontaktligzda ir uzstādīta, papildus kontaktligzdas tajā tiek vienkārši iespraustas.

|  |
| --- |
|  |

5.23. Firmas Thorsman ātras pievienošanas kontaktligzdas

Adapteris uzlabo sistēmas funkcionalitāti un ļauj izmantot dubultās papildus ligzdas, neizmantojot trīsvietīgo bāzes ligzdu.

Galvenās priekšrocības:

• Divreiz īsāks montāžas laiks

• Uzstādīšanai nav nepieciešami darbarīki

• Nav instalācijas kārbu

• Ar vadiem savienojas tikai viens bloks (bāzes kontaktligzda, adapteris), bet ne katra kontaktligzda kombinācijā

• Uzstādīšana, iespraužot kanāla priekšējā atverē

• Viegla fāžu balansēšana

Trīsvietīgai bāzes kontaktligzdai ir spaiļu bloks ar pie­ciem atsperu termināliem un vienu skrūves terminālu (kabeļu ekrānam). Spaļu blokam var pievienot līdz 5x2,5 mm2 ieejošie/ izejošie kabeļi, un tas nodrošina vienkāršu fāzes balansēšanu trīsfāzu tīklos (5.24. att.).

Skaļruņu pieslēgšanas ligzdas (5.25. att. *a*) domātas ērtākai skaņas vai mājas kino sistēmu pieslēgšanai. Visi skaņas sistēmu vadi tiek paslēpti sienās, kā arī elektrības vadi, bet ārpusē paliek tikai neizdalošās vadu pieslēgšanas ligzdas (IGL - 001). Tāpat mājas kinozālē nevar iztikt bez zemas frekvences skaļruņa, tas atšķirībā no citiem mājas kinozāles skaļruņiem, saņem zemas frekvences līnijsignālu. Tam vajag speciālas ligzdas (IGSL-001), kuras ir paredzētas tikai tādu skaļruņu pieslēgšanai ar līnijkabeli (caur RCA savienojumu).

|  |
| --- |
|  |

5.24. att. Fāzes balansēšana trīsfāzu tīklos ar ātras pievienošanas kontaktligzdām

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ***a*** | ***b*** | ***c*** |

5.25. att. Skaļruņu pieslēgšanas ligzda (a) un datoru un televīzijas pieslēgšanas ligzda (b)

Mūsdienu mājas un biroji neiztiek bez telefoniem, datoriem un televīzijas pieslēgšanas ligzdām (5.25. *b*). Praksē var izmantot trešās kategorijas telefonu pieslēgšanas un piektās un sestās kategorijas datoru pieslēgšanas ligzdas.

Televīzijas pieslēgšanas ligzdas (5.25. att. *c*) tiek ražotas kā starpligzdas un noslēdzošās ligzdas. Ja mājā vai dzīvoklī būs tikai viena televīzijas pieslēgšanas ligzda, tā tiks montēta televīzijas kabeļa galā (tiek izmantota noslēdzošā ligzda). Ja grib ievietot vēl vienu vai dažas televīzijas pieslēgšanas ligzdas tajā pašā sistēmā, vajag izmantot starpligzdas, kurām ir papildus traucējumu slāpēšanas filtrs un signāla pastiprinātājs. Vienkāršai televīzijas pieslēgšanas ligzdai ir viens izvads tradicionālajam antenas pieslēgšanas pie kontaktdakšas.

Populārs variants, ja televīzijas pieslēgšanas ligzdai ir papildus radio pieslēgšanas izvads, tad ir iespēja pie standarta mūzikas centra pievienot lauka radio antenu, kura dod labu un stipru signālu, tādēļ var klausīties radio stacijas, kas tiek retranslētas pa kabeļtelevīzijas kompāniju kanāliem (5.26. att. *a*).

Pēdējā laikā tāpat ļoti populārs televīzijas pieslēgšanas ligzdas variants ir ar trešo - SAT tipa pieslēgšanas izvadu (5.26. att. *b*). Šis izvads nepieciešams klientiem, kuriem ir vai kuri nākotnē plāno iegādāties satelītu televīzijas iekārtu.

Mitrām telpām, - vannas un tualetes istabām, noliktavām un koridoriem nepieciešama elektroinstalācija ar pastiprinātu aizsardzību pret mitrumu (aizsardzības pakāpe tiek apzīmēta ar burtiem IP). Dzīvojamām telpām nepieciešama elektroinstalācijas izstrādājumu aizsardzības pakāpe -IP20, mitrām telpām - IP44, tādi izstrādājumi ir aizsargāti no ūdens šļakatām un putekļu iekļūšanas elektriskajā ķēdē. IP44 klases izstrādājumi no tradicionālajiem IP20 klases izstrādājumiem atšķiras ar savu konstrukciju (5.26. att. c). Tiem ir speciālas ūdeni novadošas renītes, papildus noblīvēšanas elementi - blīves, bet kontaktligzdām vēl arī vāciņi.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ***a*** | ***b*** | ***c*** |

5.26. att. Televīzijas pieslēgšanas ligzda ar papildus radio pieslēgšanas izvadu (a), televīzijas pieslēgšanas ligzda ar papildus radio un SAT tipa pieslēgšanas izvadu (b), kontaktligzda mitrām telpām (c)

Vislabāk izvelēt elektriskās ierīces, kuru "iekšas" ir keramiskas, bet ne - plastmasas. Kontaktligzdas un slēdžus var ierīkot jebkurā augstumā. Protams, kontaktligzdas nevajadzētu ierīkot uz grīdas līstes. Mūsdienās var iegādāties visdažādākās kontaktligzdas, atbilstoši jebkurai gaumei, tādējādi interjera dizains necietīs pat tad, ja kontaktligzda tiks ierīkota pašā redzamākajā vietā.

Slēdzi visērtāk ir ierīkot pie ieejas telpā. Mūsdienās slēdži parasti tiek montēti 80-90 cm augstumā, tad tos var aizsniegt arī bērni. Visbiežāk tāda augstumā tiek ierīkotas kontaktligzdas arī pie darba galda.

Virtuvē rekomendē montēt trīs kontaktligzdas tajā pašā vietā. Šeit tāpat vajadzēs ievilkt vadus lampai virs izlietnes un vēdināšanas sistēmai. Garā koridorā rekomendē ierīkot slēdžus ar pastāvīgi degošu diodi, lai tumsā nevajadzētu meklēt slēdzi. Pēdējā laikā kontaktligzdas tiek ierīkotas arī vannas istabās, kaut arī speciālisti neiesaka tā darīt, jo tā ir mitra telpa. Bez tam, bieži vecos dzīvokļos nav iezemējuma, tādēļ kontaktligzdu mazgātavai ieteicams ierīkot koridorā.

**6. NODAĻA**

**APGAISMES ELEKTROIETAIŠU SHĒMAS UN SADALNES IEKĀRTAS**

**6.1. APGAISMES ELEKTROIETAIŠU SHĒMAS**

Galvenās prasības apgaismes elek­troietaisēm ir šādas:

* visu elementu drošums un nepār­traukta darbība;
* telpu un darba vietu nepieciešamā apgaismojuma līmeņa nodrošināšana;
* gaismekļu, aparātu un ietaišu ap­kalpošanas un remonta ērtība un dro­šība.

Šo prasību izpildīšana zināmā mērā atkarīga no izraudzītās apgais­mes barošanas shēmas.

Atsevišķu elektrouzņēmēju un ēku elektroapgādes drošumu regla­mentē standarts EN 60364 – IEC 60364 „Elektriskā instalācija ēkās”, IEC 60670 „Vispārējie noteikumi par slēgiekārtu korpusiem pastāvīgajām elektroietaisēm dzīvojamajām mājām un tamlīdzīgām vietām”, NE 60898-IEC 60989 „Slēgiekārtas aizsardzība no strāvas pārslodzes”, IEC 61643-1 „Pārsprieguma ražošanas iekārtas, kas pieslēgtas LV izplātīšanas tīkliem”, EN61095-IEC61095 „Elektromehāniskie slēdži”, EN61669-IEC606690 „Pastāvīgās uzstādīšanas slēdži” ka arī EIN un Celtniecības normas un noteikumi (CNuN).

Pēc *funkcionālās nozīmes* zemsprieguma un apgaismes tīklus iedala barošanas, sadales un grupu tīklos.

Par *barošanas* tīkliem sauc elektrolīnijas, kas no ievadsadalēm vai iebū­vēto transformatoru pun­ktiem baro spēka sadales vai apgaismes tīklu grupu sadales.

Pie *sadales* tīk­liem pieskaita elektrolīni­jas, kas ierīkotas no spēka sadalēm līdz elektrouzņēmējiem.

Savukārt par *gru­pas* tīkliem sauc līnijas no grupu sadalēm līdz gais­mekļiem. Pie *grupu* tīkliem pieskaita arī līnijas no ēku stāvu sadalēm līdz atse­višķo dzīvokļu elektrouzņēmējiem.

Parasti visus iekšējos tīklus ekspluatē dalītā re­žīmā, t. i., esošās rezerves ķēdes ieslēdz tikai remonta vai avārijas gadījumā.

Pēc drošuma apgaismes iekārtas dala uz trim kategorijām:

Pie *pirmās* drošuma ka­tegorijas pieskaita tādus elektrouzņēmējus, kuru elektroapgādes pār­traukums apdraud cilvēku dzīvību, izraisa lielu tautsaimniecisku zau­dējumu, dārgas iekārtas bojājumus, sarežģītas tehnoloģijas traucē­jumus, masveida brāķi, traucējumus sevišķi svarīgu komunālās saimniecības elementu darbā. 1. kategorijas elektro­uzņēmēju apgādei jāizmanto *divi neatkarīgi* barošanas avoti. Pieļau­jams tikai tāds barošanas pārtraukums, kāds nepieciešams *automā­tiskai* rezerves barošanas ieslēgšanai.

No 1. kategorijas elektrouzņēmējiem vel ir izdalīti *īpašās grupas* elektrouzņēmēji, tajā skaitā apgaismes iekārtās, kuru elektroapgādes pārtraukums apdraud cilvēku dzīvību, rada sprādziena vai ugunsgrēka izcelsmes iespēju un dārgas tehnoloģiskās iekārtas bojājumus. Īpašās grupas elektrouzņēmēju barošanai paredz *trešo neatkarīgo* barošanas avotu (bieži autonomu, avārijas gadījumam – dīzeļģeneratori, akumulatoru baterijas).

Pie otrās drošuma kategorijas pieder tādi elektrouzņēmēji, kuru elektroapgādes pārtraukuma gadījumā rodas masveida produk­cijas izlaides samazināšanās, strādnieku, mehānismu un transporta masveida dīkstāve, liela skaita pilsētu un lauku iedzīvotāju nodar­bošanās traucējumi. Šīs kategorijas elektrouzņēmēju elektroapgādes pārtraukums nedrīkst pārsniegt laiku, kāds nepieciešams rezerves barošanas ieslēgšanai, dežūrpersonālam vai operatīvai brigādei vei­cot *pārslēgumus.*

Pie trešās drošuma kategorijas pieder pārējie elektrouzņēmēji, kurus neieskaita pirmajās divās kategorijās. 3. kategorijas elektrouzņēmējiem barošanas rezervēšana netiek prasīta.

Tā, pie­mēram, pie pirmās kategorijas elektrouzņēmējiem 17 stāvu un vairākstāvu ēkās pieskaita ugunsdzēšanas sūkņus, dūmu aizsardzības iekārtas un centrālos siltuma punktus. Pārējie 17 stāvu un vairākstāvu ēku kopīgie elektrouzņēmēji ir jānodrošina ar elektroapgādi atbilstoši otrās kategorijas prasībām. Ēkās ar gāzes plītīm vai cieto kurināmo, kur stāvu skaits ir no 6 līdz 16, kā arī visās ēkās ar elektroplītīm visi ēku kopīgie elektrouzņēmēji ir pieskaitāmi pie otrās kategorijas. Sabiedrisko ēku elektrouzņēmēju elektroapgādes drošuma kategorija ir atkarīga no iestādes vai uzņēmuma rakstura, ēkas stāvu skaita, ēkā strādājošo vai apmeklētāju skaita, tirdzniecības telpu platības utt.

3. kategorijas elektrouzņēmējus baro no vienas transformatoru apakšstacijas (6.1. att.). Kaut gan visus elektrouzņēmējus baro no viena transforma­tora punkta, parasti ir lietderīgi spēka un apgaismes tīklus ierīkot atsevišķi. Spēka elektrouzņēmējus pievieno pie sadales punktiem, ievērojot to tehnoloģiskās īpatnības.

2. kategorijas apgaismes iekārtām var izmantot barošanas shēmu no diviem nesaistītiem transformatoru apakšstacijām (6.2. att.). Šajā gadījumā ēkās avārijas apgaismojumu barošana notiek no vienas apakšstacijas, bet darba apgaismojumu baro no otras apakšstacijas

Rūpniecības uzņēmumu lielo cehu elektropatērētājus parasti baro vairā­kas iebūvētas transformatoru apakš­stacijas. Ja ir divi transformatori (6.3. att.*),* starp divām maģistrā­lēm, kuras nāk no dažādiem trans­formatoriem, iespējams uzstādīt sek­ciju slēdzi, kas nodrošina nepār­trauktu apgaismes un spēka baro­šanu viena transformatora bojājuma gadījumā. Lietojot šādu shēmu, savstarpēji rezervējas darba apgaismojuma barošana un elastīgāka kļūst avārijas apgaismojuma darbība.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| 6.1. att. Apgaismes tīkla barošana no vienas transformatoru apakšstacijas | 6.2. att. Apgaismes tīkla barošana no divām transformatoru apakšstacijām |

|  |  |
| --- | --- |
| 6.3. att. Apgaismes tīkla barošana no vienas divtransformatoru apakšstacijas:  apgaismes skapis. | 6.4. att. Apgaismes baro­šanas shēma pēc maģis­trālas sistēmas bez maģistrālā sadales paneļa:  1 *-* transformators, 2 *-* galve­nais automāts, 3 - skapis ar komunikācijas un aizsar­dzības aparātiem,  4 - darba apgaismojuma grupu panelis, 5 - darba apgaismojuma maģistrālā līnija, 6 - avārijas apgaismojuma grupa panelis, 7 - spēka sadales punkts; 8 - gal­vena maģistrāle |

Pēc *shēmu izpil­dījuma* tīklus iedala *ra­diālos*, *maģistrālos* un *jauktos* tīklos.

Visbiežāk apgaismes tīkliem lieto maģistrālo vai radiāli maģistrālo shēmu, kad katrai no transformatoru punkta aizejošai līnijai ir pie­slēgtas vairākas (4 . . . 5) grupu sadalnes. No tām savukārt atzarojas radiālas grupu līnijas, kurām tieši pieslēdz gaismekļus.

Ja apgais­mes elektroietaisē ir neliels darba ap­gaismojuma spuldžu skaits, lieto vie­nas maģistrāles barošanas shēmu*.* Darba apgaismojuma maģistrāli tieši pievieno skapim 3 ar komutācijas un aizsardzības aparā­tiem (6.4. att.). Rokas vadības komutācijas apa­rāti ir svirslēdži vai paketslēdži, bet distances vadības aparāti — kontaktori vai magnētiskie palaidēji.

Ja jaudīga apgaismes elektroietaise jābaro no vairākām maģistrālēm, lieto shēmu (6.5. att.),kur baro­šana no skapja *3* tiek pievadīta ma­ģistrāļu sadalnei, no kuras aiziet vai­rākas maģistrālās līnijas.

|  |
| --- |
| 6.5. att. Apgaismes tīkla barošana caur maģistrālās sadalnes |

No grupas sadalnēm atzarojas radiālas grupu līnijas, kurām tieši pieslēdz gaismekļus. Radiālajos tīklos barošanas līnijas ievadsadalni sa­vieno ar atsevišķām sadalēm vai spēka elektrouzņēmējiem. Radiālo shēmu galvenā priekšrocība ir to augstais drošums, jo, bojājoties vienai no līnijām, būs pārtraukta elektroapgāde vai nu tikai vienam elektrouzņēmējam, vai spēka sadalei. Taču šādos tīklos ir garas līni­jas un ievērojami palielinās komutācijas aparātu skaits. Tāpēc šādu shēmu lieto tikai atbildīgu elektrouzņēmēju elektroapgādei.

Dzīvo­jamās ēkās parasti izbūvē jauktos tīklus, kur kopīgos spēka elektrouzņēmējus baro pa radiālām līnijām, bet dzīvokļu elektroapgādi iz­veido ar maģistrālo shēmu.

Nepiecie­šamo grupu sadalnes skaits un grupu līniju skaits ir atkarīgs no gaismas avotu skaita un jaudas.

Sadalnes skapjus jāuzstāda vietās, kur viņus viegli apkalpot. Sadalnes skapju izpildījumam jābūt atbilstošam apkārtējas vides apstākļiem. Skapjus jāuzstāda ārpus telpas ar smagiem vides apstākļiem un uguns nedrošiem telpām.

Trīsfāzu tīklā ar nullvadu aizejošas līnijas var būt divvadu (vienfāzes – 6.6. att. a, b), trīsvadu (divfāzu – 6.6. att. c) un četrvadu (trīsfāzu – 6.6. att. d, e).

Katrā apgaismes grupu līnijas sākumā uzstāda aizsardzības aparātus, bet uguns nedrošas telpās aizsardzības aparātu uzstāda arī uz nullvadu. Pārejos gadījumos uzstādīt aizsardzību uz nullvadu ir aizliegts.

Trīsfāžu grupās līnija automātslēdži var būt vienpolu un trīspolu (6.6. att. *d, e*).

Trīsfāžu tīklā bez nullvada spuldžu ieslēgšanas shēmas parādītas 6.7. attēlā.

|  |  |
| --- | --- |
| ***a*** | ***d***    ***e*** |
| ***b*** |
| ***c*** |

6.6. att. Grupu līnijās shēma trīsfāzu tīklā ar nullvadu:

*а* — divvadu līnija; *b —* divvadu līnija spradzienbīstamas telpās; *c* — trīsvadu līnija; *d* — četrvadu līnija (aizsardzību ar vienpolu automātslēdžiem); e — četrvadu līnija (aizsardzību ar trīspolu automātslēdži)

|  |  |
| --- | --- |
| ***a*** | ***b*** |

6.7. att. Grupu līnijās shēma trīsfāzu tīklā bez nullvadu:

а - divvadu; b— trīsvadu

Spuldžu skaitu grupu līnijās ierobežo arī noteikums, ka katra grupas līnija ir jāaizsargā ar drošinātājiem vai ar auto­mātiem, kuru darba strāva nepārsniedz 25 A.

Izņēmums ir grupu līnijas, kurām ir pieslēgtas vai nu luminiscences spuldzes ar 125 W un lielāku jaudu katra, vai arī kvēlspuldzes ar 500 W un lielāku jaudu katra. Šo līniju aizsardzībai var lietot drošinātājus vai auto­mātus ar atslēdzēm, kuru darba strāva nepārsniedz 63 A. Savu­kārt, ierīkojot nozarojumus uz gaismekļiem ar izolētiem vadiem cau­rulēs, kā arī tad, ja jebkura instalācijas veida nozarojuma garums nepārsniedz 3 metrus, nozarojumu var pieslēgt maģistrālei tieši — bez drošinātājiem vai automātiem.

EIN nosaka, ka vienai grupas līnijai pie katras fāzes var būt pieslēgtas ne vairāk kā 20 kvēlspuldzes, nātrija, izlādes tipa spuldzes vai arī ne vairāk kā 50 luminiscences spuldzes.

Svarīgi ir izvēlēties pareizu nullvada šķērsgriezumu, jo tad, ja nullvada šķērsgriezums ir mazs, fāžu nesimetriskas noslodzes un dažāda slodzes rakstura dēļ var būt ievērojami elektroenerģijas zudumi. Savukārt, palielinot nullvada šķērsgriezumu, pieaug vada materiāla patēriņš un līniju izmaksas. Pamatojoties uz tehniski eko­nomiskiem aprēķiniem, atsevišķu rūpniecības nozaru normatīvajos projektēšanas dokumentos ir dotas rekomendācijas nullvada šķērsgriezuma izvēlei dažādu tipisku apgaismes tīklu variantiem. Saskaņā ar EIN trīsfāžu tīklos, kuriem ir pieslēgtas luminiscences, izlādesvai nātrija spuldzes, nullvada šķērsgriezums jāpieņem 50% no fāzes vadu šķērsgriezuma, ja spuldzēm nav kompensējošo iekārtu. Gadījumos, kad uzstāda spuldzes ar kompensējošām iekār­tām, nullvada šķērsgriezumu nosaka pēc vairāk noslogotās fāzes strāvas.

Apgaismes tīklos obligāti jāizmanto reaktīvas jaudas kompensējošos iekārtas. Jaudas koeficients nevar pārsniegt 0,9.

Apgaismes tīklus administratīvajos un rūpniecības telpās jāuzbūvē tā, lai avārijas gadījumā notiek automātiska pārslēgšana no galvenā barošanas avota uz rezerves barošanas avotu. 6.8. a-e attēlā apgaismes tīklu baro no maiņstrāva avota. Avārijas apgaismojumam var izmantot gan maiņstrāvu, gan līdzstrāvu. Avārijas apgaismojums ieslēdzas ja nav sprieguma galvenā ķēdē un atslēdzas kad spriegums paradās.

|  |
| --- |
|  |

6.8. att. Avārijas apgaismes pārslēgšanas shēmās: NB – normāla barošana; АB — avārijas barošana; P - patērētājs; L – avārijas apgaismojuma ieslēgšanas kontaktors

**6.2. ZEMEŠANAS VEIDI**

Ņemot vērā to, ka kopējā elektroietaise tiek izmantota dažādos veidos (apgaismojumam vai iekārtu darbināšanai), un lai nepieļautu gadījumus, ka pēc strāvas noplūdes kādā iekārtā relatīvi viegli izietu no ierindas visa sistēma, kopējā elektroinstalācija tiek sadalīta vairākās atsevišķās līnijās, kuras tiek aizsargātas ar attiecīga jutīguma diferenciālslēdzi, galveno strāvas avotu nodrošinot ar mazāka jutīguma diferenciālslēdzi.

**Zemēšanas veidi.** Lietotajiem apzīmējumiem ir šāda nozīme:

**Pirmais burts:** elektrosistēmas un zemes saistība:

T = viena punkta tiešs savienojums ar zemi;

I = visas spriegumam pieslēgtās daļas izolētas no zemes vai viens punkts savienots ar zemi caur pretestību.

**Otrais burts:**

**T** = atklātu strāvvadošu daļu tiešs elektrisks savienojums ar zemi neatkarīgi no jebkura elektrosistēmas punkta zemēšanas;

**N** = atklātu strāvvadošu daļu tiešs elektrisks savienojums ar elektrosistēmas zemēto punktu (maiņstrāvas sistēmās zemētais punkts parasti ir neitrālpunkts vai, ja neitrālpunkts nav pieejams, fāzes vadītājs).

**Pārējie burti** (ja tādi ir): Neitrāles un aizsargājošo vadītāju izveidojums:

S = aizsargājošo funkciju nodrošina no neitrāles vai no zemēta spriegumaktīva vadītāja (maiņstrāvas sistēmās — no zemēta fāzes vadītāja) atsevišķs vadītājs;

C = neitrāles un aizsargājošās funkcijas nodrošina viens vadītājs (PEN vadītājs).

PEN vadītājs ir zemēts vadītājs, kas veic gan aizsargvadītāja, gan neitrāles vadītā­ja funkcijas.

*Diferenciālslēdzi (aizsardzības shēma TT)*

Pirmā aizsargājamo spriegumaktīvo daļu izolācijas bojājuma parādīšanās izraisa:

• Bojājuma īsslēguma strāvu, kas plūst uz zemi.

• Bojājuma spriegumu starp strāvu vadošu daļu un zemi, kas var nodarīt kaitēju­mu personām, kas pieskartos masai.

Parasti šis spriegums var būt bīstams, ja nav atslēgšanas iekārtas, kas ierobežo tā iedarbības ilgumu.

*Diferenciālslēdzi (atlikumstrāvas aizsardzības ierīces)* ir automātiskas atslēgšanas ierīces, kas ir jutīgas pret strāvas noplūdēm (ID) un nejūtīgas normālas darbības apstākļos. Tas nozīmē, ka šie diferenciālslēdzi atslēdz ietaisi vienīgi tajos gadījumos, ja to kontrolētajās ķēdēs cirkulē noplūdes strāvas:

ID > IΔN,

kur IΔN ir diferenciālslēdža jutīguma nominālā vērtība.

*Atslēgšanas iekārtas, kas reaģē uz bojājuma spriegumu (****shēma TT****)*

Sājā gadījumā aizsardzība tiek panākta ar sprieguma releju, kas nepieļauj pārmērī­gi augstu kontakta spriegumu tajā iekārtas zonā, kas neveido kontūra aktīvo daļu. Parādoties bīstamajam spriegumam, šī ierīce atslēdz strāvu visos aktīvajos vadītājos. Iekārta iedarbojas brīdī, kad bojātajā iekārtā spriegums sasniedz maksimālo līmeni — 50 V sausās vai 24 V mitrās vietās. Aktīvo vadītāju atslēgšanai jānotiek piecu sekunžu laikā.

TT sistēmai ir viens tieši zemēts punkts, un ietaises atklātās strāvvadošās daļas ir sa­vienotas ar zemētājiem elektriski neatkarīgi no elektrosistēmas zemētājiem (skat. 6.9. att.).

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

6.9. att. TT sistēma

*Strāvu vadošu dalu savienošana ar nulles vadu un atslēgšanas iekārtas, kas reaģē uz strāvas noplūdēm (****shēma TN****)*

Šajā sistēmā tiešie izolācijas bojājumi transformējas par īsslēgumiem starp fāzi un nulles vadu, izraisot ātru atslēgšanas ierīču nostrādi. Rodoties pirmajam tiešajam bojājumam, aizsardzībai ir jānostrādā ātrāk nekā piecu sekunžu laikā.

Iekārta saņem strāvu no transformatora, kuru neizmanto citi patērētāji un kas nebaro citas shēmā TN neietilpstošas ķēdes. Aizsardzības vadītājam obligāti jābūt savienotam ar visām nozīmīgajām strāvu vadošām daļām, konstrukcijām, caurulēm u.c.

TN elektrosistēmām ir viens tieši zemēts punkts, un ietaises atklātās strāvvadošās daļas ir savienotas ar šo punktu ar aizsargājošiem vadītājiem. Atkarībā no neitrāles un aizsargājošo vadītāju izveidojuma izšķir šādus trīs TN sistēmu veidus:

• TN-S sistēma — atsevišķs aizsargājošais vadītājs visā sistēmā (skat. 6.10. att.);

• TN-C sistēma — neitrāles un aizsargājošās funkcijas ir apvienotas vienā vadītājā visā sistēmā (skat. 6.11. att.).

|  |  |
| --- | --- |
| 6.10. att. TN-S sistēma  Atsevišķs neitrāles vadītājs un aizsargājošie vadītāji visā sistēmā. | 6.11. att. TN-C sistēma  Atsevišķs zemēts spriegumam pieslēgts vadītājs un aizsargājošs vadītājs viscaur visā sistēmā. |

• TN-C-S sistēma — neitrāles un aizsargājošās funkcijas ir apvienotas vienā vadītājā kādā sistēmas daļā (skat. 6.12. att.);

|  |  |
| --- | --- |
| 6.12. att. TN-C-S sistēma  Neitrāles un aizsargājošas funkcijas ir apvienotas viena vadītajā kāda sistēmas daļa | 6.13. att. TN-C un TN-C-S sistēma |

TN-C un TN-C-S sistēmas var izmantot vienā tīklā (6.13. att.). TN sistēma nav savienojama vienā tīklā ar shēmām TT vai IT.

*Nulles vads izolēts no zemes (aizsardzības shēma IT).* Šī sistēma ir piemērota jebkuras iekārtas aizsardzībai, ja vien tai ir atsevišķs transformators un ja tā nepārtrauc darbību pēc pirmā bojājuma rašanās.

|  |  |
| --- | --- |
| ***a*** | ***b*** |

6.14. att. Aizsardzības shēma IT: *а* — izolēta no zemes; *b* — ar zemēšanu caur lielo pretestību

(reaktors L)

Ja nulles vads ir izolēts no zemes, ietaisē, parādoties pirmajam bojāju­mam, rodas neliela bojājuma strāva, kas nespēj izraisīt bīstamu bojājuma spriegumu (skat. 6.14. att.).

Ja pirmais bojājums netiek novērsts un vienlaicīgi parādās otrs bojājums, izveidojas īsslēgums, kas iedarbina atslēgšanas ierīces un automātiski atslēdz bojājuma skartos kontūrus.

Kontroles iekārtai ir automātiski jānorāda uz pirmā bojājuma rašanos iekārtā. Iekārtu baro transformators, kuru neizmanto citi lietotāji. Aizsardzības vadītājam obligāti jābūt savienotam ar visām nozīmīgajām metāla masām, konstrukcijām, caurulēm u.c.

Nulles vads visos gadījumos ir jāuzskata par spriegumaktīvu vadītāju.

Sistēma nav savienojama vienā tīklā ar shēmu TT vai TN.

Pareizā darbības režīmā visas aizsardzības sistēmas nodrošina līdzīgu un pietieka­mu drošības pakāpi jebkurā riska situācijā. Tomēr attiecībā uz dažām sistēmām pastāv augsta varbūtība, ka to darbība var tikt traucēta vai pārtraukta avārijas, nepareizas iekārtas vai drošības elementu bloķēšanas rezultātā, tāpēc augsta riska situācijās šādu sistēmu izmantošana nav pieļaujama.

Katrā konkrētā gadījumā atbilstoši situācijai ir jāizmanto kāda no minētajām aizsardzības sistēmām. Zemākas uzticamības sistēmu izmantošana pieļaujama vienīgi tehniski nenovēršamu nepieciešamību gadījumos, piemēram: ja patērētāja jauda ir ļoti liela. Vienlaikus patērētājiem ir jābūt atbilstoši nodrošinātiem pret cietu vielu daļiņu un ūdens iekļūšanu tajos.

**6.3. APGAISMOŠANAS SHĒMU RASĒJUMI**

Izšķir divu veidu apgaismošanas tīklus:

* barošanas (maģistrā­los), ko instalē no transformatoru apakšstacijas līdz grupu sada­les dēļiem,
* grupu, ko instalē no grupu sadales dēliem līdz gaismekļiem un spraudņu rozetēm.

Shēmās un elektroinstalācijas plānu rasējumos saskaņā ar standartu NE 60617-07: 97-08 ir pieņemti vienoti nosacītie gra­fiskie apzīmējumi.

Grupu tīkla shēmas trīsfāzu sistēmā ar cieši zemētu un izo­lētu neitrāli parādītas 6.14. attēlā. Sadales punktos par vadības un aizsardzības aparātiem izmanto automātus vai svirslēdžus ar drošinātājiem. Tīklos ar zemētu neitrāli un nullvadu drošinātājus un automātus uzstāda tikai fāzu vados. Saskaņā ar drošības no­teikumiem nullvadā nedrīkst uzstādīt ne drošinātājus, ne auto­mātus.

Apgaismošanas vadībai ekspluatācijā jābūt ērtai. Nelielās tel­pās slēdžus uzstāda pašā telpā vai pie ieejas tajā, blakus durvīm, rokturim tuvākajā pusē. Ja telpās ir smagi vides apstākļi (mit­ras, ugunsbīstamas un sprādzienbīstamas telpas), bet tās pastā­vīgi ir aizslēgtas (noliktavas, ventilācijas kameras u. c), slēdžus, uzstāda telpu ārpusē.

|  |
| --- |
| ***a b c d e***  6.14. att. Elektroapgaismošanas grupu sadales tīklu shēmas trīsfāzu tīklos:  *a* — divvadu shēma tīklos ar izolētu neitrāli bez nullvada, *b* — trīsvadu shēma tīklos ar izolētu neitrāli bez nullvada, *c —* divvadu shēma tīklos ar cieši zemētu neitrāli un nullvadu, *d —* trīsvadu shēma tīklos ar cieši zemētu neitrāli un nullvadu, *e —* četr­vadu shēma tiklos ar cieši zemētu neitrāli un nullvadu. |

Galvenie elektroapgaismošanas ietaisu rasējumi ir apgaismo­jamo telpu plāni, kuros ar nosacītajiem apzīmējumiem atzīmēti barošanas un grupu sadales tīkli, gaismekļi, sadalnes dēļi, slēdži un spraudņu kontaktligzdas. Sarežģītu konstrukciju ēkām papildus

dod raksturīgāko mezglu griezumu rasējumus. Lieliem cehiem un ēkām sastāda barošanas tīkla aprēķina shēmas, kas raksturo elektroapgaismošanas barošanas sistēmu, vadu un kabeļu markas un šķērsgriezumus, elektroinstalācijas tipu un sprieguma zudumu aprēķina rezultātus. Ražošanas telpas apgaismošanas tikla plāns dots 6.15. attēlā.

Ceha darba apgaismojuma sadales dēlis barošanu no *apakšstacijas Nr.* 4 saņem pa kabeli  Apzīmējumu atšifrē šādi: 5 — barošanas līnijas numurs, 29 — ap­rēķina slodze (kW), 1 *—* jaudas koeficients (cos*φ*), 45 *—* aprē­ķina strāva (A); zem svītras: 40 — barošanas līnijas posma ga­rums (m), *AAБ —* kabeļa marka, 1(3x95) *—* viens kabelis ar dzīslu šķērsgriezumu 3x95 mm2, *tranšeja* — likšanas paņēmiens.

Apgaismošanas sadales dēlim ir šāds marķējums: ПР9232-315, kas nozīmē: 1 *—* sadales dēlis Nr. 1, 32 *—* no sadales dēļa barojamo apgaismošanas spuldžu uzstādītā jauda (kW), 2,4— sprieguma zudums barošanas tīklā procentos no nomināla, *ПP*9232-315 *—* sadalnes punkts ПP-9000 ar 18 vienpolīgiem auto­mātiem (no sērijas ПP-9000 sadalnes punktu kataloga). Avārijas apgaismošanas sadalnes dēļa marķējums ir šāds: Я*3161-24*, kas nozīmē: 1a — avārijas apgaismošanas sadales dēļa numurs, — no sadalnes dēļa barojamai avārijas apgaismošanai uzstādītā jauda (kW), Я3161-24 – tips un gabarīts kārbai ar automātiem, kuru izmanto par sadales dēli. Barošanas līnija līdz avārijas apgaismošanas sadales dēlim paradīta ka viens ABBГ markas kabelis ar šķērsgriezumu (3x6+1x4)mm2. Sadalnes dēli baro no spēka sadales punkta SP-7, kas atrodas sadales dēļa tuvumā, tādēļ neuzrāda līnijas posma garumu un sprieguma zudumu tajā.

|  |
| --- |
|  |

6.15. att. Ražošanas telpas apgaismošanas tīkla plāns.

Rasējumā parasti dod visu sadales dēļu tabulu ar tehniska­jiem datiem par tajos uzstādītajiem automātiem vai svirslēdžiem ar drošinātājiem (nominālais strāvas stiprums, automātu atslēdzes tips).

Grupu līnijas līdz gaismekļiem apzīmē ar šķērssvītriņām: trīs svītriņas — trīsvadu, četras — četrvadu, bez svītriņām — divvadu līnija.

Visi gaismekļi ir numurēti, un atsevišķā tabulā atbilstoši to numuriem doti gaismekļu tips un dati. Grupu līnijas atzīmē ar uzrakstiem, piemēram, *2, 4, 6 AПPTO* 4(1x4)*Т*20,kas nozīmē: grupu līnijas Nr. 2, Nr. 4, Nr. 6 izveido no četriem *AПPTO* markas vadiem ar 4 mm2 šķērsgriezumu katru, instalējot tērauda caurulē T ar 20 mm diametru.

Atsevišķos grupu līniju posmos ir apzīmējumi — cipari aplī­šos. Cipars norāda komplektās līnijas numuru rasējuma specifi­kācijā.

Grupu tīklam līdz spraudņu rozetēm pieslēdz 40 V spriegumu no 0,25 kW jaudas transformatora 220/36,kas atrodas kārbā *ЯПТ*.

**6.4. SADALNES IEKĀRTAS**

**Sadalnes tipi**. Sadalnes tipi pēc pielietojuma ir sekojoši: galvenā zemsprieguma sadalne; starpsadalnes; galīgās sadalnes (6.16. att.) un dzinēja vadības sadalnes. Speciāla tipa sadalnes (lifti, rūpniecības procesi, apkure) var būt novietoti blakus galvenajai sadalnei vai apkalpojama iekārta tuvumā.

|  |  |
| --- | --- |
|  | 6.16. Administratīvajā ēka sadalnes: 1 – ievada sadalne; 2 – starpsadalne; 3 – grupu sadalne |

Sadalnes iekārtas atbilst sekojošām prasībām: EN 60439-1 „Pieslēgumu aprīkojums”; EN 60439-5 „Kabeļu skapji”; EN 60947-1 „Pieslēgumu aparatūra”; EN 60947-3 „Jaudas slēdži”; SS 437 01 40 „Zemsprieguma instalācijas”; SS 436 21 31 „Servisa centrāles”.

|  |
| --- |
|  |

6.17 . att. Ievada (galvenā) sadalne

Ievada sadalneir no­slēgts metināts metāla skapis ar augšējo un apakšējo nodalījumu (6.17. un 6.18. att.). Nodalījumos uzstādīti kabeli un kopnes, aizsardzības aparāti, atslēgšanas aparāti, patērējamās elektro­enerģijas uzskaites aparāti, ieeju un kāpņu telpu apgaismes automātiskas vadības ie­rīce, kura sastāv no foto-releja un magnētiskā palaidēja.

Ievada sadalnei parasti ir modulāra konstrukcija, t.i., ievadsadalnes komplektē no atsevišķiem skapjiem vai skapju blokiem.

|  |  |
| --- | --- |
|  | 6.18. att. Ievada sadalnes nodalījumu  izvietošana:  - kopnes nodalījums; - kabeļu nodalījums;  - aparātu nodalījums; - sadalnes modulis. |

Nomināla darba strāva līdz 3200 A, aizsardzības pakāpe no IP30 līdz IP55, aizsardzības pakāpe pret mehāniskiem triecieniem var būt IK07, IK08 un IK10. Ievada sadales viena no iespējamām vienlīnijas elektriskajam shēmām parādīta 6.19. att.

Sadales iekārtas tiek projektētas, izmantojot speciālās datorprogrammas, piemēram, firmas ABB Kabeldon programmu Connect IT.

|  |
| --- |
| 6.19. att. Ievada sadalnes vienlīnijas elektriskā shēma  QS1 – svirslēdzis; FU1…FU6 –drošinātāji; TA1…TA6 – strāvas transformatori; QF7…QF12 un QF67…QF73 – automāti trīsfāžu tīklā; QF25…QF42, QF58…QF66 – automāti vienfāzes sadales tīklā; QF13…QF24, QF43…QF54 – automāti apgaismes tiklā; PV1, PV2 – voltmetri; P11, P12 – skaitītāji; C1…C6 – reaktīvas jaudas kompensatori |

Ievada sadalne paredzēta apgaismošanas un spēka slodžu sa­ņemšanai, sadalīšanai un uzskaitīša­nai dzīvojamās mājās un sabiedriska­jās ēkās, kuras baro no 400/230 V sprieguma četrvadu elektriskajiem tīkliem ar cieši zemētu neitrāli.

Lielu rūpniecības uzņēmumu ap­gaismes jaudīgās elektroietaisēs lieto *slēgtos sadalnes skapjus* (6.20. att.). Skapji izgatavoti no 1,5-2 mm bieza lokšņu tērauda un aizsardzībai pret koroziju karsti cinkoti atbilstoši standartam EN ISO 1461 (1999). Skapja iekšpusē novietots izņemams rāmis (montāžas rāmis), uz kura samontēti aizejošo līniju automātslēdži vai drošinātāji, ievada slēdzis, kā arī sadalošās un barošanas kopnes. Sadalošās kopnes novieto uz izolato­riem horizontāli citu virs citas, un uz tām tiek uzstādīti vienas fāzes automātslēdžu vai droši­nātāju kontaktu statņi.

|  |  |
| --- | --- |
| a | b |

6.20. att. Sadalnes skapis Profi Line sistēmas:

a – sadalnes skapis SVTL ar montāžas rāmi; b – montāžas rāmis Profi Line

Skapji ir izturīgi pret ārējiem izmēģinājuma sitieniem atbilstoši standartam EN 60439-5 (1996). Turklāt ir nepieciešama arī laba ventilācija, lai aizvadītu projām lieko siltumu un likvidētu mitruma kondensāciju.

Aizsardzība pret koroziju papildus ir pastiprināta detaļām, kuras tiek ieraktas zemē, tās pārklājot ar polimēra slāni. Lai polimēra slānis turētos uz karsti cinkotās virsmas, tiek veikta no septiņiem posmiem sastāvoša cinka mangāna fosfatēšana (6.21. att.). Tādējādi tiek nodrošināta laba aizsardzība pret koroziju. Sadales skapjiem ir raksturīgs ilgs ekspluatācijas laiks dažādās vidēs.

Pie kopnēm kontaktu statņus no­stiprina ar diviem uzgriežņiem un speciālām piespiedējpaplāksnēm (6.22. att.), tā­dēļ ekspluatācijas procesa kontaktu statņus var pievilkt no skapja priekš­puses. Drošinātāju apakšējie kontaktu statņi samontēti uz izolatoriem, kuri nostiprināti uz rāmja šķēršiem. Ir pieņemts, ka vienas fāzes drošinātā­jus novieto horizontāli. Pievienojot vadus grupām, rāmi no skapja var izņemt, tādējādi ievērojami atvieglo­jas montāža un pievienojumu eks­pluatācija.

|  |  |
| --- | --- |
| Polimēra slānis (pasīvā aizsardzība)  Zn/Mn-fosfatēšana  Metāla pārklājums/Zn (aktīvā aizsardzība, 60-100 μ)  Tērauds (biezums 2 mm)  Metāla pārklājums/ Zn (aktīvā aizsardzība, 60-100 μ)  Zn/Mn-fosfatēšana  Polimēra slānis (pasīvā aizsardzība) |  |

6.21. att. Sešas aizsargkārtas pilnīgai zemē ierakto tērauda detaļu aizsardzībai pret koroziju

|  |  |
| --- | --- |
| ***a*** | ***b*** |

6.22. att. Sadalnes kopņu sistēma: a – kopnes savienojumi; automātslēdža pieslēgšana pie

kopnēm

Korpusa iekšpusē uz tā sānu sie­nām atrodas skavas kabeļu nostipri­nāšanai, bet uz pakaļējās sienas — profilkonstrukcijas ar speciāliem stip­rinājumiem vadu nostiprināšanai lī­nijām, kas aiziet no aizsargaparātiem (drošinātāji, automātslēdži). Korpusa apakša atrodas nulles kopne un perforēts šķērsis, lai nostiprinātu skapim pienākošos kabeļus vai cau­rules kurās ievilkti vadi. Skapju korpusu vāki ir noņemami. Tādēļ montāžas procesā tajos ir iespējams uz preses izcirst caurumus, kas ir nepieciešami, lai ievadītu no augšas caurules, kuras ievilkti vadi. Korpusu priekšpusē apakšējā daļā ir noņemami uzliktņi, kurus montāžas laikā noņem, lai ērtāk varētu veikt montāžas darbus.

Slēdzi ieslēdz un izslēdz ar rokturi vai pogu, kuri izvadīti cauri vienai skapja sienai. Slēdža rokturis vai poga ir blo­ķēti; to var noņemt tikai izslēgta slē­dža stāvoklī.

Skapju nominālās strāvas nosaka pēc ievada daļas apa­rātu nominālajām strāvām. No skapja nominālās strāvas ir atkarī­gas arī aizejošas līnijās uzstādāmo aparātu nominālās strāvas.

Rūpniecības uzņēmumu un sabied­risko ēku apgaismes elektroietaisēs par ievada sadalēm lieto kombinētos paneļus, bloku sadales punktus un sienas un grīdas skapjus (6.23. att.).

|  |
| --- |
|  |

6.23. att. Sienas un grīdas skapji IP30/31/43

Sienas un grīdas skapjus var izmantot visu veidu zemsprieguma sadales skapjiem (galvenais, apakšsadales un galu sadales) lietošanai komerciālajās un industriālajās teritorijās. Skapji parasti tiek piedāvāti komplekta veidā un tos var savienot no sāniem vai no augšdaļa.

Nominālā darba strāva līdz 630 A. Aizsardzības pakāpe IP30, IP31 un IP43ar durvīm, pārsegu un starpliku. Aizsardzības pakāpe pret mehāniskiem triecieniem IK07 (bez durvīm); IK08 (ar durvīm).

Sienas skapju konstrukcija virsapmetuma montāžai parādīta 6.24. attēlā, bet zemapmetuma – 6.25. attēlā.

|  |
| --- |
| **1** |

6.24. att. Sadalnes skapis virsapmetuma montāžai: 1 - kabeļu vai caurules ievads; 2 – piestiprināšanas "austiņas"; 3 - "izgriežamas" plates ļauj ievietot kabeļus no aizmugures; 4 - sazarots "neitrāles" termināla bloks, ļauj uzstādīt neitrālā termināļu bloku starp 2 rindām tuvu diferenciāliem slēdžiem; 5 - daudzpozīciju DIN sliede; 6 - noņemamā šasija; 7 – eņģes; 8 - automātiskais slēdzis; 9 - asimetriskā nosegplate; 10 - noņemama plate kabeļu ievadam, modulārie zemejuma/neitrales terminālu bloki ar ātro savienojumu; 11 – modulārie bloki uz šasijas; 12 - modulārie bloki uz transformējama ienākošā sadalītāja blokā līdz 125A; 13 - modulārie bloki uz interfeisa aizmugurējas sienas; *14 -* modulārie blokiuz DIN sliedes; 15 - atdalītājs (izolējošs); 16 - savienojuma elementi; *17 -* interfeiss (paplašināšanas skapis); 18 - avārijas atslēgšanas poga, indikatori; 19 - modulārais komutācijas aprīkojums līdz 7 moduļiem; 20 - plate rūpniecisko ligzdu uzstādīšanai; 21 - ievads caur kabeļu šahtu vai kanālu

Virsapmetuma u zemapmetuma sadalnes ar dažāda veida konfigurāciju iespējām nodrošina ātru uzstādīšanu un vienlaicīgi drošus un noturīgus elektriskos savienojumus, kas kalpos daudzus gadus.

|  |
| --- |
|  |

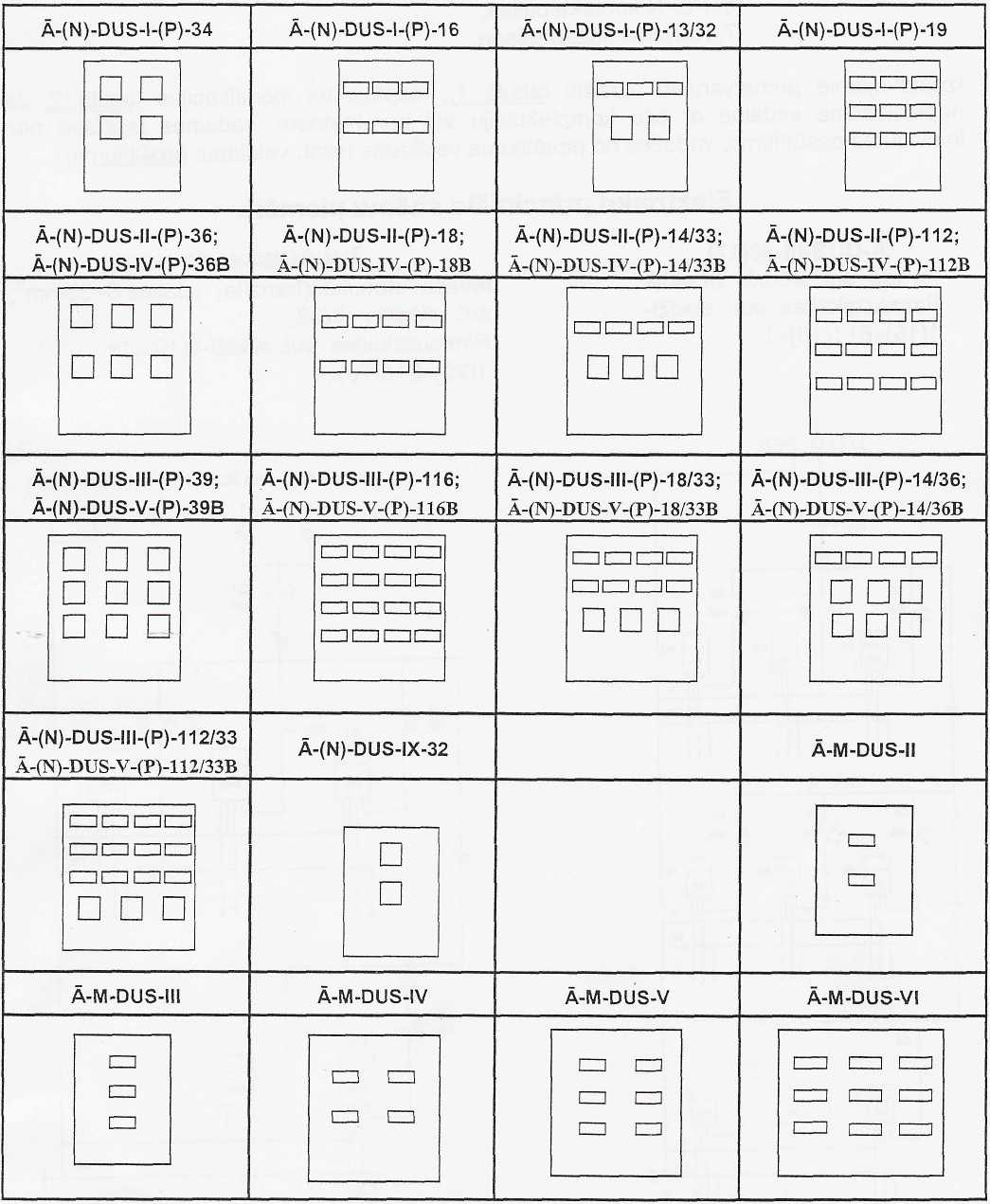
6.25. att. Sadalnes skapis zemapmetuma montāžai: 22 - montāžas komplekts ģipškartona sienām;

23 -pielāgojama šasija stiprināšanai pie sienas; 24 - sazarots "neitrāles" termināla bloks; 25 - daudzpozīciju DIN sliede; *26 -* plate kabeļu ievadiem; *27 -* atdalītājs (izolējošs); 28 - automātiskais slēdzis; 29 - noņemama plate kabeļu ievadam; 30 - kabeļu vai caurules ievads; 31 - "austiņas" piestiprināšanai; 32 - modulārie bloki uz šasijās; 33 - modulārie bloki uz transformējamas ienākošā sadalītāja blokā līdz 125A 34 - modulārie bloki uz DIN sliedes; 35 - savienojuma elementi; 36 – eņģes; 37 - asimetriskā nosegplate;

Kontaktkopnes no 125 līdz 160A sastāv no vara stieņiem ar sekcijām, kas piestiprinātas atbalstam un var tikt nogrieztas nepieciešamajā garumā. Novietotas paneļa kreisajā pusē, tās var tikt ērti pieslēgtas moduļu rindām. Moduļu skaits 13, 18 un 24, rindu skaits no 1 līdz 6. Savienotāji ir novietoti priekšpusē visā pārslēgu paneļa garumā.

Sadales bloks ir pilnīgi izolēts un ar piespiedējplāksni piestiprināts pie modulārās sliedes mugurpuses. Modulāro ierīču savstarpējās apmaināmības iespēja nodrošina maksimālas sadales bloku kombinācijas iespējas. Sadales bloki ir aprīkoti ar 6 mm2 un 10 mm2 savienotājiem.

Ir ļoti daudz daudzstāvu dzīvojamo māju apgais­mes elektroietaišu ievada sadaļu konstruktīvo izveidojumu un shēmās. Tās cita no citas atšķiras galvenokārt ar aparātu skaitu un izvietojumu, ievada nomi­nālo strāvu, kā arī ar atslēgšanas un aizsardzības aparātu raksturoju­miem. Ievadsadalnes tipu izvēlas pēc ārējo barošanas līniju skaita un ap­lēses strāvām (100, 250, 400 vai 630 A nominālās strāvas sadalnes).



6.26. att. Bāzes variantu modifikācijas pēc maksimāli iespējamā uzstādāmo skaitītāju skaita,

attiecīgajā Ā-DUS sērijas sadalņu gabarīta korpusā (3-fāzu, 1-fāzu vai kombinācijā).

Daudzstāvu dzīvojamo māju ievada sadale paredzēta apgaismošanas un spēka slodžu sa­ņemšanai, sadalīšanai un uzskaitīša­nai, kuras baro no 380/220 V vai 220/127 V sprieguma četrvadu elektriskajiem tīkliem ar cieši zemētu neitrāli. Šajās iekārtās ir aizejošo maģistrāļu un grupu līniju komutācijas un aizsardzības aparāti, kā arī skaitītāji patērētās elektroenerģijas uzskaitei. Dzīvojamo māju ievada sadales parādītas 6.26. attēlā, bet principiālā elektriskā shēma 6.27. attēlā.

|  |  |
| --- | --- |
| ***a*** | ***b*** |

6.27. att. Daudzdzīvokļu uzskaites sadalnes Ā-DUS elektriskā shēma:

*a* – ievads dubultas (tranzīta) spaile S = 35 mm2, automātiskais trīsfāzu slēdzis 32 A, pirmsuzskaites automātslēdži (10, 16 un 20 A), PE+N kontaktspailes; *b* – A-DUS-III-39(17) ievads automātiskais trīsfāzu slēdzis 40 A, pirmsuzskaites automātiskais slēdži 1(16)x6+1(10)x1

6.28. attēlā paradīta ēkas kopēja elektroapgādes shēma ar trim barošanas avotiem. Trešais rezerves barošanas avots – dīzeļelektrostacija. 1 (A) un 2 (B) grupas patērētājus baro no diviem neatkarīgiem ievadam 1 un 2 ar automātiskas rezerves ieslēgšanas sistēmu (10). 3 grupas (C) patērētājus baro no divām neatkarīgiem ievadām arī ar automātiskas rezerves ieslēgšanas sistēmu. A grupas patērētājiem paredzētas nepārtrauktas barošanas sistēmu uzstādīšana.

Elektroenerģijas slodžu saņemšanai un sadalīšanai paredzēta galvenā sadalne. Galvenā sadalne sastāv no:

- diviem ievada automātslēdžiem 8;

- rezerves dīzeļelektrostacijas 10 automātslēdža 11;

- vienas sekcijas automātslēdža 9;

- kompensācijas iekārtas diviem automātslēdžiem 12;

- sadales automātslēdžiem 6 ar diviem kopnes sekcijām 4 un 5 .

|  |
| --- |
| 6.28. att. Ēkas elektroapgādes sistēma |

Katrā sekcija 4 и 5 saņem elektroenerģiju no augstsprieguma kabeļiem 1 un 2 no transformatoriem 3.

Ekonomiskie ap­rēķini ir pierādījuši, ka izdevīgi iebūvēt transformatoru punktus ēkās, ja kopīgā slodze pārsniedz 250 kVA. Tomēr no ugunsbīstamības viedokļa ir aizliegts iebūvēt transformatoru punktus skolās un kopmītnēs, bērnudārzos, internātos, slimnīcās utt.

Transforma­toru punktus parasti izbūvē pirmajā stāvā. Ja ir sausie transforma­tori vai arī transformatori ar nedegošu izolāciju, tad transformatoru punktus var izbūvēt vidējos vai augšējos ēku stāvos. Transforma­toru skaita un jaudas izvēli nosaka, veicot tehniski ekonomiskos aprēķinus. Parasti iebūvētajās apakšstacijās uzstāda divus transfor­matorus. Relatīvi mazās ēkās, kur ir tikai otrās un trešās kategorijas elektrouzņēmēji, uzstāda tikai vienu transformatoru.

Kaut gan visus elektrouzņēmējus baro no viena transforma­tora punkta, parasti ir lietderīgi spēka un apgaismes tīklus ierīkot atsevišķi. Spēka elektrouzņēmējus pievieno pie sadales punktiem, ievērojot to tehnoloģiskās īpatnības. Lai samazinātu vadu patēriņu, ir pieļaujams nelielas jaudas elektrouzņēmējus saslēgt ķēdē. Pēc šādas shēmas drīkst slēgt

1. sabiedriskās ēdināšanas un tirdzniecības uzņēmumos — ne vairāk kā četrus elektrouzņēmējus ar jaudu līdz 3 kW;
2. mācību iestāžu darbnīcās — ne vairāk kā piecas darbmašīnas;
3. mācību iestāžu laboratorijās — līdz trīs laboratoriju sadalēm.

***Grupu paneli.*** Panelis (6.29. att. *a*) ir pie­karama metāla kārba ar noņemamu augšējo un apakšējo vāku. Caur vākiem var ieva­dīt un izvadīt barošanas un aizejošās līnijas. Kārbā uz noņemamas šasijas uzstādīti atslēgšanas aparāti. Kārbu noslēdz durtiņas, kas nostiprinātas uz tas priekšējās daļas. Paneli izgatavo noteiktām vienfāzes grupām, un tam ir automātiskie slē­dži ar termoatslēdzējiem (6.30. att.). Slēdžiem pie­vieno atsevišķo gaismekļu grupu ba­rošanas līnijas. Izgatavo grupu paneļus arī no pašdzēses izolācijas materiāla, kuram uguns- un karstumizturība sasniedz 6500C/30 s saskaņā ar standartu IEC 60695-2-1 (6.29. att. *b*).

|  |  |
| --- | --- |
| ***a*** | ***b*** |

6.29. att. Grupu paneli: a – korpuss no metāla; b – korpuss no plastmasas

|  |
| --- |
|  |

6.30. att. Grupu paneļu elektriskā shēma uz 10 aizejošiem līnijām

Grupu paneļus baro no 400/230 V sprieguma četrvadu elektriskajiem tīkliem ar cieši zemētu neitrāli. Automātslēdžu nominālā strāva 16 А, 20 А и 25 40, 63 А. Aizsardzības pakāpe no IP31 līdz IP65. Pie paneļu ievadspailēm pievieno vadus, kuru šķērsgriezums ir līdz 50 mm2, pie aiz­ejošo līniju spailēm — vadus, kuru šķērsgriezums ir līdz 6 mm2. Sadalnes skapji atļauj ievietot modulārās un nemodulāras iekārtas līdz 125A un kontaktligzdas līdz 32A, kā arī vadības ierīces, kas pieejamas skapja priekšējā daļā. Mini korpusu sadalnes uz DIN sliedēm ir 12 un 19 moduļu vietām.

Rūpniecības uzņēmumu un sabied­risko ēku elektroietaisēs lieto dažādas sērijas paneļus un konstruktīvi sarežģītākas ievada sadales, kuras paredzētas lie­lām nominālajām ievada strāvām.

**Sadalnes kastes āra apgaismojumam.** Sadalnes kastes ( 6.31. att.) ir paredzētas lietošanai apgaismojuma balstos un ārā kā savienotāji starp zemes kabeļiem un apgaismojuma ietaisi, un tām ir augsta drošības pakāpe. Hermētiskuma aizsardzības (IP) un izolācijas aizsardzības (2. klase) papildus atribūti nodrošina svarīgas darbības un ekspluatācijas īpašības

Sadales kastes sastāv no 3 funkcionālām daļām:

1. Zemes kabeļa cimdiņš un savienojuma vieta
2. Drošinātāja vieta vai DIN-sliedes
3. Lampas kabeļa pievienošanas vieta

Atkarībā no zemes kabeļu izmēra un stipruma visām kabeļu apdarēm ir pieļaujama radiālā montāža. Tās tiek ražotas kā manteļa gala apdares vai slīdošās gala apdares. Drošinātāja telpa ļauj ievietot 1 līdz 3 drošinātājus gaismekļu komponentu aizsardzībai un selektīvai aizsardzība, neiespaidojot citas apgaismes sistēmas daļas. Kā alternatīvu drošinātājiem, kastēs ar DIN-sliedēm var iemontēt papildus komponentus, piemēram, taimerus, automātus un citas elektroniskas ierīces. Lampas kabeļa telpa sastāv no balsta vai kurpes tipa gala apdarēm, kabeļa hermetizācijas un gumijas blīvslēga.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |

6.31. att. Firmas Tyco Electronics sadalnes kastes EKM 2050 āra apgaismojumam

Pieslēguma komplekts ir izgatavots no trieciendroša, liesmu aizturoša materiāla. Visas metāla daļas ir izgatavotas no nerūsējošā tērauda vai galvanizēta vara. Drošinātāja ligzdas ir no keramikas vai stiklašķiedras termoplastiskas. Atkarībā no tipa, hermētiskuma aizsardzības pakāpe savienojuma kastēm ir 43 līdz IP 54. IP 54 tipa kastes var tikt montētas ārā. Visas savienojuma kastes atbilst II aizsardzības klases prasībām. Savienojuma kastes viegli ietilpst apgaismojuma balstos ar durvju atvērumu saskaņā ar EN 40-2 (apgaismojuma balsti - izmēri un atļautās slodzes) un ar kronšteinu saskaņā ar DIN 49778 standartu (apgaismojuma balsti; kronšteini ar regulējamiem stiprinājumiem iekāru montāžai). Cita veida montāžas iespējām ir pieejami āķi.

Savienojuma kastes ir projektētas un ražotas saskaņā ar IEC- un DIN-VDE-standartiem:

* IEC-60439 (Zemsprieguma slēdži un kontrolslēdžu komplekti - 1 daļa: tipam atbilstoši komplekti),
* VDE 0660-505 (Slēdzis un kontrolslēdzis, zemsprieguma un kontrolslēdža komplekti, drošinšinātāju un savienojuma kastu specifikācijas),
* DIN 43628 (Drošinātāju kastes kabeļu aizsardzībai).

Sadales kastes ir paredzētas uzstādīšanai apgaismojuma balstos cilpā starp zemes kabeļiem un gaismekļa komponentiem, kas aizsargāti ar drošinātājiem. Speciālas ietaises kā automāti, taimeri un strāvas noplūdes ietaises var būt integrētas uz DIN sliedēm.

Savienošanas kastes ir nokomplektētas ar savienošanas bloku, drošinātāju ligzdu vai DIN-sliedēm. Taimers vai automātslēdzis MCB jāpasūta atsevišķi.

Papildus sortiments sadales kastēm vai citu lielumu kabeļiem, drošinātājiem vai aksesuāriem ir pieejams pēc pasūtījuma.

Apgaismojuma balsta diametrs ne mazāks par 54, 84, 90 un 100 mm. Kastē 5 slīdošās spailes: 2 kabeļi 2,5-25 mm2 vai 2 kabeļi 2,5-16 mm2. Drošinātāji D01 (E14) līdz 16 A

Standarta ietaišu montēšana uz DIN-sliedes līdz 3 TE platums (3x18 mm), maks. ietaises augstums 69,5 mm.

**Ielas apgaismes skapis** paredzēts elektroenerģijas pieņemšanai, sadalīšanai un uzskaitei 400/230 V sprieguma četrvadu elektriskajos tīklos ar cieši zemētu neitrāli, ka arī aizsardzībai no pārslodzēm un īsslēguma. Aizejošo līniju aizsardzība ar drošinātājiem vai ar automātslēdžiem. Barošanas līnijas un elektrouzņēmēju līnijas ievads no apakšas. Tipveida elektriskā shēma parādīta 6.32. attēlā.

|  |
| --- |
|  |

6.32. att. Ielas apgaismes sadalnes skapja principiāla elektriskā shēma

**Dzīvokļu elektrosadalne**. Dzīvokļu elektrosadalnes elektriskā shēma paradīta 6.33. un 6.34. attēlā. Patērētāju aizsardzībai izmantoti ne tikai automātslēdži, bet arī noplūdes aizsardzības ierīces (NAI). Ievadā var izmantot NAI uz 100-300 mA, bet atsevišķas iekārtas aizsardzībai virtuvē un vannās istabā NAI uz 10-30 mA.

Apskatīsim ka var izvēlēt elektrosadale dzīvoklim ar dažādu platību (6.1. tabula). Vispirms varam izvēlēt ievadjaudu un elektrisko ķēžu skaitu. Pēc tam izvēlēt vadu šķērsgriezumu un aizsardzības iekārtās.

**Vadu un aizsardzības iekārtu izvēle**. Kontaktligzdu ķēdē vadu šķērsgriezums 2,5 mm2, maksimums 1 automātiskais slēdzis uz 8 kontaktligzdām, automātiskais slēdzis uz 16 A.

Apgaismojuma ķēdē vadu šķērsgriezums 1,5 mm2, maksimums 1 automātiskais slēdzis uz 10 kontaktligzdām, automātiskais slēdzis uz 10-16 A.

Īpašā ķēdē vadu šķērsgriezums 2,5 mm2, maksimums 1 automātiskais slēdzis uz vienu iekārtu (veļas mazgājamā mašīna, plīts, ūdens sildītājs u.c.), automātiskais slēdzis uz 20-25 A.

|  |
| --- |
|  |

6.33. att. Dzīvokļu elektrosadalnes shēma ar zemēšanas sistēmu TN-C-S (vienfāzes tīkls): 1- istabas kontaktligzdas; 2 – elektriskais plīts; 3 – apgaismojums; 4 – rezerve; 5 – virtuves kontaktligzdas; 6 - vannas istabas kontaktligzdas; 7 – veļas mazgājuma mašīna

|  |
| --- |
|  |

6.33. att. Dzīvokļu elektrosadalnes shēma ar zemēšanas sistēmu TN-C-S (trīsfāžu tīkls):

1 – elektriskais plīts; 2 – virtuves kontaktligzdas; 3 - vannas istabas kontaktligzdas; 4 – džakuzi, siltas grīdas; 5 – istabas kontaktligzdas; 6 – apgaismojums; 7 - kondicionētājs, rezerve

6.1. tabula

**Elektroiekārtu skaits dzīvoklī**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
| Dzīvokļa platība | 60 m2 | 100 m2 | >100m2 |
| Vēlamā ievadjauda | 3000 VA | 6000 VA | > 6000 VA |
| Kontaktligzdu ķēžu skaits | 2 | 3 | >3 |
| Apgaismojuma ķēžu skaits | 1 | 2 | >2 |
| Īpašo ķēžu skaits | 1 | 1 | >2 |

Kontaktligzdu, apgaismojuma un īpašas ķēdes aizsardzību pret īssavienojumu un pārslodzi nodrošina automātiskie slēdži.

Cilvēku aizsardzību no nāvējošā elektrošoka nodrošina strāvas noplūdes automāts ar maksimālo strāvu 16, 25 vai 40 A (jutīgums 10 - 30 mA).

Ugunsdrošību visam dzīvoklim nodrošina strāvas noplūdes automāts ar maksimālo strāvu 40-50 A (jutīgums 300 mA), kas uzstādīts ievadlīnijā.

Elektroierīču ieslēgšanai/izslēgšanai uzstādītajā laikā var izmantot programmējamo laika slēdzi (1 iekārta uz vienu kontroles ķēdi).

Izvēlam nepie­ciešamo kontaktrozešu skaitu, kas ir atkarīgs no istabu, virtuves un palīgtelpu platības.

Pieņemsim ka 1 apgaismes līnija atbilst 20 m2 un 1 kontaktligzda uz 6m2 .

Pēc tam, izmantojot dzīvokļu skice (6.34. att.), varam sastādīt instalācijas plānu (6.35. att.), instalācijas plāna elektrisko shēmu (6.36. att.) un principiālu elektrisko shēmu (6.37. att.). Rezultātus sakopo 6.2. tabulā.

|  |
| --- |
|  |

6.34. att. Piemērs dzīvokļu plānam ( Piezīme: izmēri cm vai m, augstums logiem un durvīm uzreiz zem līnijām, logu atvēršanas virziens skicē neparada, izmēri skicē var zīmēt arī ka platums/augstums)

|  |
| --- |
| 6.35. att. Piemērs dzīvokļu instalācijas plānam |

|  |
| --- |
| 6.36. att. Piemērs dzīvokļu instalācijas plāna  elektriskajai shēmai |

|  |  |
| --- | --- |
|  | 6.37. att. Iekšējas instalācijas principiāla elektriskā shēma (savienojuma kontakti  1. – 7. atbilst sadalnes shēmai 6.33. att.) |

|  |
| --- |
| 6.38. att. Principiāla elektriskā shēma |

Šajā gadījumā varam ņemt sadalne uz 8 vai 12 moduļa vietām ar sekojošo elektroiekārtas komplektāciju:

* 3 kombinētās strāvas noplūdes automāts (1 pols + neitrāle) C16 30 mA;
* 3 kombinētās strāvas noplūdes automāts (1 pols + neitrāle) C16 30 mA;
* 2 automātiskie slēdži (1 pols) C16;
* 5 automātiskie slēdži (1 pols) C10;
* elektrosadales skapis uz 12 moduļiem;
* vienfāzes montāžas kopne.

Elektrosadalne dzīvoklim uz 100 m2 varam izvēlēt izmantojot dzīvokļu skice, instalācijas plānu, instalācijas plāna elektrisko shēmu vai principiālu elektrisko shēmu (6.33. att.) un 6.2 tabulu. Elektroiekārtas komplektācija:

* 1 noplūdes automāts (4 poli) 50A 100 mA vai 300mA;
* 3 kombinētās strāvas noplūdes automāts (1 pols + neitrāle) C40 30 mA;
* 1 kombinētās strāvas noplūdes automāts (1 pols + neitrāle) C25 10 mA;
* 1 kombinētās strāvas noplūdes automāts (1 pols + neitrāle) C16 10 mA;
* 12 automātiskais slēdzis (4 poli), 16 A (C 16);
* 2 automātiskie slēdži (1 pols), 25 A (C25);
* 1 automātiskais slēdzis (3 poli), 10 A (C10);
* 36 moduļu elektrosadales skapis;
* 3 polu montāžas kopne.

6.2. tabula

**Elektroiekārtu skaits dzīvoklī**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Mājokļa platība | 60 m2 | 100 m2 | >100m2 |
| Dzīvojama  istaba | 1 kontaktligzda uz 6m2  1 apgaismes līnija uz 20 m2 | 1 kontaktligzda uz 6 m2  1 apgaismes līnija uz 20 m2 | 1 kontaktligzda uz 6 m2  1 apgaismes līnija uz 20 m2  1 īpašā nolūka kontaktligzda |
| Guļamistaba | 1 apgaismes līnija  2 kontaktligzdas | 1 apgaismes līnija  3 kontaktligzdas | 1 apgaismes līnija  3 kontaktligzdas |
| Virtuve | 1 apgaismes līnija  3 kontaktligzdas | 2 apgaismes līnijas  3 kontaktligzdas  1 kontaktligzda uz vienu elektrisko sadzīves tehnikas iekārtu | 2 apgaismes līnijas  3 kontaktligzdas  1 īpašā nolūka kontaktligzda  1 kontaktligzda uz vienu elektrisko sadzīves tehnikas iekārtu |
| Vannas istaba | 1 apgaismes līnija  1 kontaktligzda | 2 apgaismes līnijas  1 kontaktligzda | 2 apgaismes līnijas  3 kontaktligzdas  1 īpašā nolūka kontaktligzda |
| Koridors | 1 apgaismes līnija  1 kontaktligzda | 1 apgaismes līnija uz 12 m2  1 kontaktligzda uz 12 m2 | 1 apgaismes līnija uz 12 m2  1 kontaktligzda uz 12 m2  1 īpašā nolūka kontaktligzda |

**7. NODAĻA**

**APGAISMOJUMA VADĪŠANA**

Dabīgā gaisma mainās diennakts laikā. Šīs izmaiņas piemērs atspoguļots 7.1. att., kas, savukārt, mainās sezonās.

Izmantojot trīs apgaismojuma pakāpes no rīta ar apgaismojumu E1, atslēdz pirmo pakāpi un ar E2 - otru, trešo atstājot ieslēgtu. Par ārējo apgaismojumu Ea pieņem horizontālu starojumu ar apmākušām debesīm. Zinot telpas zonu, dienas gaismas izmantošanas koeficientus D no projekta jeb apsekošanas rezultātiem un nepieciešamo apgaismojumu En (normējamo), iespējams noteikt laiku, kurā var iztikt ar dabīgo gaismu un, ja apgaismojums nav pietiekams, mākslīgās gaismas izmantošanas pakāpi.

Izsakot dienas gaismas izmantošanas koeficientu D procentos, apgaismojums darba vietā bez mākslīgā apgaismojuma izmantošanas līdzinās:

Ei = 0,01∙D∙Ea,

kur Ea - ārējais apgaismojums.

|  |
| --- |
| 7.1. att. Dienas gaismas izmaiņa diennakts laika |

Ja

Ei >En ,

kur En - nepieciešamais apgaismojums, mākslīgais apgaismojums nav vajadzīgs.

Ja Ei < En, papildus jāizmanto mākslīgais apgaismojums Em, kuram kopa ar dienas gaismas sastāvdaļu jānodrošina nepieciešamais En

Em = En - 0,01∙D∙Ea.

Ja nepieciešamais apgaismojums tiek nodrošināts bez mākslīgā apgaismojuma, to izslēdz. Samazinoties dienas gaismai, daļēji ieslēdz mākslīgo apgaismojumu. Šim nolūkam izmanto mākslīgā apgaismojuma pakāpienveidīgo regulēšanu. Pakāpienveida pielāgošana neprasa sevišķus pasākumus. Pakāpes vērtība varētu sastādīt ap 30% no kopēja apgaismojuma. Lielākas pakāpes izslēdzot, var izsaukt nepatīkamu sajūtu iztrūkstošās adaptācijas dēļ. Tādējādi mākslīgo apgaismojumu regulē atkarībā no dabīgā apgaismojuma.

Vislielāko efektu enerģijas taupīšanā dod apgaismojuma nepārtraukta regulēšana. Par to var pārliecināties no rezultātiem, attēlotiem 7.2. attēlā. Pieaugot dienas gaismas izmantošanas koeficientam D, nepārtrauktā regulēšana dod iespēju ietaupīt līdz 80% enerģijas (B), tai pašā laikā, kad pakāpienveidīgās regulēšanas ekonomija (A) nepārsniedz 20%. Abu divu vadīšanas veidu lietošana dod iespēju izmantot nepārtraukto regulēšanu šaurākā diapazonā.

|  |
| --- |
| 7.2. att. Enerģijas ekonomija atkarība no koeficienta D: l - 500 lx, 2 - 1000 lx.  A - nepārtraukta regulēšana; B – pakāpienveida regulēšana |

Vidējās dienas gaismas varbūtības dažādās sezonās mūsu ģeogrāfiskā platumā attēlotas 7.3.attēlā. Tā, piemēram, 7 klx varbūtība ziemā atbilst 25%, pavasarī un rudenī - 70%, bet vasarā 100%.

|  |
| --- |
| 7.3. att. Dienas gaismas līmeņu varbūtība. 1 - vasarā; 2 -pavasarī, rudenī; 3 - ziemā |

Nepārtrauktu gaismas regulēšanu panāk, izmantojot sprieguma regulēšanu ar diviem paņēmieniem. Pirmajā gadījumā izmanto regulējamos transformatorus vai autotransformatorus, ar kuru palīdzību tiek izmainīta efektīva sprieguma vērtība, nemainot tas līknes formu.

|  |
| --- |
| 7.4. att. Apgaismojuma kvēlspuldžu regulēšana ar tiristoriem.  a) principiālā shēma; b) sprieguma diagramma; 1 – tiristoru regulators; 2 - vadības iekārta |

Otrā gadījumā izmanto daļu no sprieguma pusperiodiem. Šajā gadījumā izmanto visvienkāršāko regulatoru uz tiristoru pamata. Tiristoru bloku ieslēdz virknē ar kvēlspuldzēm (7.4. att.) un regulēšana notiek, izmainot tiristoru ieslēgšanas leņķi α. Tiristoru strāvas sastāvdaļas atbilst Furjē rindai:



kur Bkm un Ckm - harmoniku vērtību sin un cos locekļu amplitūdas; k - harmonikas numurs.

Jaudas koeficients ir:



kur US - spriegums uz spuldzes kontaktiem; I, U - strāvas un sprieguma efektīvās vērtības.

Rezultātā, pat barojot kvēlspuldzes, kurām ir tīri aktīva pretestība, strāvas pirmās harmonikas nobīdnes dēļ rodas reaktīvās jaudas patēriņš. Kvēlspuldžu enerģētiskās raksturlīknes, tos barojot no tiristoru regulatora, parādītas 7.5. attēlā.

Luminiscento spuldžu gaismas plūsmas regulēšanai izmanto papildu augstfrekvences barošanas avotu, kurš tiek pieslēgts spuldzēm caur nelielu balasta kondensatoru un uztur spuldzes kolbā pastāvīgu metāltvaiku jonizācijas pakāpi. Šim nolūkam vajadzīgs augstfrekvences ģenerators un papildu vadi šīs frekvences sprieguma pievadīšanai spuldzēm.

|  |
| --- |
| 7.5. att. Kvēlspuldžu raksturlīknes, regulējot apgaismojumu ar tiristoriem.  ν = 1800 - α, α - tiristoru aizdedzes leņķis, λ - vadīšanas diapazons |

Spuldzes pamatstrāvas lieluma izmaiņu panāk ar jebkuru sprieguma regulatoru. Visplašāk izmanto tiristoru regulatoru. Ja pusperioda laikā samazina strāvas tecēšanas ilgumu, tad tas ir līdzvērtīgs tā vidējās vērtības izmaiņai un gaismas plūsma attiecīgi samazināsies.

Vienkāršākā shēma parādīta 7.6. attēlā. Strāvas un sprieguma laika diagrammas parādītas 7.7. attēlā.

Sākotnējo leņķi nosaka balasta induktivitāte L (7.6. att.) un tas ierobežo regulēšanas leņķi α*.* Ja α = φ, tad spuldzes strādā pilnīgi ieslēgta režīmā. Ja α > φ, tad katra tiristora vadīšanas diapazons ir λ *<* π*.* Sprieguma perioda laikā nākamais tiristors ieslēdzas tad, kad iepriekšējais ir jau aizvērts. Tātad regulēšanas leņķa iespējamais diapazons ir 0 < α < (π – φ).

|  |
| --- |
| 7.6. att. Tiristoru regulators luminiscentās spuldzes ķēdē.  1 - tiristoru regulators; 2 - vadības iekārta |
| 7.7. att. Luminiscentās spuldzes strāvas un jaudas raksturlīknes atkarība no tiristora regulēšanas leņķa |

No 7.7. att. raksturlīknēm izriet, ka patērējamās jaudas un strāvas lielumiem ir nevienmērīga atkarība no α. Praktiski visa regulēšana notiek leņķu diapazonā 0 - 600. Šajā diapazonā spriegums uz spuldzes izmainās nenozīmīgi. Gaismas plūsma izmainās proporcionāli strāvai. Lielāks regulēšanas diapazons tiek sasniegts ar induktīvi - kapacitatīviem balastiem (7.8. att.) , kur U - vidējais spuldzes spriegums.

Galvenā prasība spuldzēm, kuras tiek izmantotas gaismas plūsmas regulēšanas režīmā ir minimāls aizdedzes sprieguma līmenis. Šim nolūkam lieto elektrodu uzsildīšanu, kas novērš "auksto" aizdegšanos iespēju. Uzsildīšana atvieglo spuldžu darba strāvas pārtraukumu režīmā. Šo uzsildīšanu panāk, izmantojot elektrodu kvēlei speciālu transformatoru ar 7-8 V sprieguma tinumiem. Šim nolūkam var kalpot ari speciālas strāvu vadošas plēves, kuras nodrošina spuldžu minimālu gaismu.

Paaugstinoties regulēšanas leņķim, mazinās jaudas koeficients.

Mainoties harmoniku sastāvam, mainās spuldzes spriegums, kas izraisa gaismas plūsmas izmaiņas. Tādēļ ir racionāli stabilizēt spuldžu patērēto jaudu. Tas tiek paredzēts elektronu palaišanas iekārtās.

Paredzot tiristoru iekaltas, jāņem vērā, ka tie ir sprieguma unstrāvas augstāko harmoniku avots. Tās var radīt problēmas, kuras jānovērtē.

|  |
| --- |
| 7.8. att. Luminiscentās spuldzes raksturlīknes, regulējot ar tiristoriem un izmantojot  induktīvi - kapacitatīvu balastu. |

Kā vadības parametrus varētu izmantot: ārējās fasādes apgaismojumu, telpas apgaismojumu un gaismas blīvumu darba vietā. Automātiskās iekārtās ietver arī aizkarus, pret tiešiem saules stariem.

Dziļās telpās lietderīgas atsevišķas vadības sistēmas telpas daļās, atkarībā no dziļuma. Lielās telpās ar centrālām slēgiekārtām paredz iespēju ieslēgt apgaismojuma fragmentus.

Tālāka iespēja taupīt enerģiju ir saistīta ar apgaismojuma automātisko ieslēgšanu (izslēgšanu) no cilvēku klātesamības devējiem. It īpaši tie ir ieteicami telpās bez logiem, kur mākslīgā gaisma ir nepieciešama cilvēkiem klātesot (koridori, izstāžu telpas utt.).

Lielos ražošanas korpusos un ārējam apgaismojumam lieto centralizētu distances vadību no vienas vai divām vietām. Izpla­tīta apgaismošanas distances vadības shēma parādīta 7.9. attēlā. Apgaismošanas maģistrāle no apakšstacijas līdz grupu sadales dēļiem pieslēgta ar automāta F1 un magnētiskā palaidēja K1 starpniecību. Palaidēja K1 spole ieslēgta starp fāzes vadu un nullvadu caur drošinātāju F2, vietējās vadības slēdzi S1, distan­ces vadības slēdzi S2 un vadības režīma pārslēgu S3. Normālos apstākļos režīma pārslēgs S3 ieslēgts stāvoklī D un apgaismošanu ar slēdzi S1 vada no distances. Ja aparatūru nepiecie­šams pārbaudīt vai remontēt, režīma pārslēgu S3 ieslēdz stā­vokli M. Signālspuldzi H ieslēdz palaidēja K1 blokkontakts K1.3.

|  |
| --- |
| 7.9. att. Apgaismošanas distances vadības shēma:  *F*2 — drošinātājs, *S*1— vietējās vadības slēdzis, *S*2 — distances vadības slēdzis, *S*3 — vadības režīma pārslēgs, *K*1— magnētiskais palaidējs, *H* — signālspuldze, *F*1 — automāts. |

Apgaismošanas tīkla ieslēgšanu un atslēgšanu var realizēt automātiski atkarībā no dabiskā apgaismojuma līmeņa un saules gaismas dažādās diennakts stundās. Šim nolūkam izmanto elektrotehniskās rūpniecības ražotos fotorelejus. Ja ap­gaismojums pazeminās zem iestādītā līmeņa, fotorelejs iedarbojas un ar savu darba kontaktu ieslēdz automāta spoli, kas savukārt ieslēdz kādu noteiktu apgaismošanas ķēdes posmu. Dabiskajam apgaismojumam palielinoties līdz noteiktam līmenim, fotoreleja kontakts pārtraucas un automāts atslēdz apgaismošanas tiklu. Pašlaik apgaismošanas vadību ar fotorelejiem lieto terito­riju, uzņēmumu un dzīvojamo māju kāpņu telpu apgaismoša­nai u. c.

**Apgaismes vadība** var būt fotoautomātiskā vai programmējama (7.10. - 7.16. att.)**.**

|  |
| --- |
|  |

7.10. 9.25. att. Principiālas fotoautomātiskas un programmējamas vadības shēmas pa telefona kabeļa

dzīslām: a + b – distances vadība; a + c – fotoautomātiska un programmējama vadība.

1 – slodze; 2 – no barošanas avota ar spriegumu 60 V (9.29. un 9.30. att.); 3 – pie vadības shēmām ar citiem palaidējiem; 4 - ieslēdzas, ja barošanas spriegums augstāks par releja spoles spriegumu; 6 – normāli ciet, ja apgaismojums ieslēgts.

Fotoautomātiskas apgaismes vadības gadījumā ārējais un iekšējais apgaismojums ieslēdzas atkarība no ārēja apgaismojuma līmeni ar fotoreleja un fotoautomātu palīdzību.

**Fotoautomātisko vadību** izmanto administratīvajos ēkās, dzīvojamas ēkās, rūpniecībā (gaiteni, vestibili, kāpnēs) un ielas apgaismojumam.

**Programmējamo vadību** izmanto iekšējai apgaismošanai rūpniecības uzņēmumos. Šajā gadījumā apgaismes ieslēgšana un atslēgšana notiek atkarība no darba sākuma un beigas, pusdiena pārtraukuma utt. Vadība notiek ar programmējamo releju palīdzību.

7.10. – 7.13. attēlā paradītas principiālas vadības shēmās, 7.14.-7.16. attēlā vadības līnijas barošanas shēmās, 7.1. tabulā atrodas dati par apgaismes shēmas izvēle un 7.2. tabulā pieņemtie apzīmējumi un aparātu uzstādīšanas vietām.

|  |  |
| --- | --- |
|  | 7.11. att. Principiālas fotoautomātiskas un programmējamas vadības shēmas pa kontrolkabeļa dzīslām bez starprelejiem: a + b – distancvadība; a + c – fotoautomātiska un programmējama vadība ; 1 – slodze; 2 – normāli ciet, ja apgaismojums ieslēgts ar fotoautomātu vai releju |

|  |  |
| --- | --- |
|  | 7.12. att. Principiālas fotoautomātiskas un programmējamas vadības shēmas pa kontrolkabeļa dzīslām ar starprelejiem: a + b – distances vadība; a + c – foto automātiska un programmējama vadība; 1— patērētājs; *2* — no vadības ķēdes barošanas avota 220 V; 3 *—* citu patērētāju vadības ķēdes; 4— normāli slēgts, ja apgaismojums ieslēdzas no foto automāta vai no programmējamo laika releja |

|  |  |
| --- | --- |
|  | 7.13. att. Apgaismojuma tālvadības shēma:  1 — patērētājs; 2 — no tālvadības shēmās; 3 — normāli ciet, ja parādās komanda uz ieslēgšanu vai atslēgšanu; 4 — normāli ciet, ja ir komanda uz ieslēgšanu; 5 — normāli ciet, ja ir komanda uz atslēgšanu; 6 — divpozīcijās relejs; 7 — tele signalizācijas ķēde |

|  |  |
| --- | --- |
|  | 7.14. att. Vadības ķēdes barošanas shēma no akumulatora: а — ar katrā magnētisko palaidēju distances, fotoautomātisko un programmējamo vadību ; б — ar katrā magnētisko palaidēju distances vadību un palaidēju grupu fotoautomātiskā vai programmējamā vadība; 1 — no akumulatoru baterijas vai no taisngrieža ar UN = 60 V; 2 — uz shēmu no 7.10. att. b un c; 3 — uz shēmu no 7.10. att. b; 4 — normāli ciet, ja ieslēdzas apgaismojums |

|  |  |
| --- | --- |
|  | 7.15. att. Vadības ķēdes barošanas shēma no taisngrieža:  а — ar katrā magnētisko palaidēju distances, fotoautomātisko un programmējamo vadību (shēmās no 7.10 att. b un c); b — ar katrā magnētisko palaidēju distances vadību un palaidēju grupu fotoautomātiskā vai programmējamā vadība (shēma no 7.10 att. b); 1 — pamatbarošana (220 V); 2 — rezerves barošana (220 V); 3 – līdzstrāva (60 V); 4 – normāli ciet, ja apgaismojums ieslēgts |

|  |
| --- |
|  |

7.16. att. Vadības ķēdes barošanas shēma no maiņstrāva tīkla:

а — ar katrā magnētisko palaidēju distances, fotoautomātisko un programmējamo vadību (shēmās no 7.12 att. b un c); b — ar katrā magnētisko palaidēju distances vadību un palaidēju grupu fotoautomātiskā vai programmējamā vadība (shēma no 7.12 att. b) 1 — pamatbarošana (220 V); 2 — rezerves barošana (220 V); 3 — normāli ciet, ja apgaismojums ieslēgts

7.1. tabula

**Vadības shēmas izvēle**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Vadības veids** | **Vadības elektriskās ķēdes līnijas** | **Vadības ķēdes barošana** | | | **Attēla numurs** | | | **Pielietojums** |
| **Barošanas avots** | **Strāva** | **Spriegums, V** | **Vadības shēma** | **Vadības ķēdes barošana** | |
| Distances vadība | Telefonu kabeļi | Akumulatoru baterija | Līdzstrāva | 60 | 7.10. а, b | | 7.14. а | Ārējais apgaismojums |
| Taisngriezis | 7.10. а, b | | 7.15. а |
| Distances un fotoautomātiskā vadība | Akumulatoru baterija | 7.10. *а* | | 7.14. а |
| 7.10. а, b | | 7.14. b |
| Taisngriezis | 7.10. а, b 7.10. а, b | | 7.15. а  7.15. b |
| Distances vadība | Kontrolkabeļi | No vadāmas līnijas | Maiņstrāva | 220 | 7.10. b | | — | Iekšējais u ārējais apgaismojums |
| 7.12. а, b. 9.16. *а* | | |
| Distances un fotoautomātiskā | No divām barošanas avotiem | 7.12. а, b  7.16. b | | | Ārējais apgaismojums |
| Tālvadība (telemehāniskā) | Tālvadības sistēmas kabeļi | — | — | — | 7.13. | | — | Ārējais apgaismojums |

7.2. tabula

**Burtu apzīmējumi shēmās**

|  |  |
| --- | --- |
| **Apzīmējums** | **Nosaukums** |
| **Q** | Automātslēdzis |
| **K1** | Magnētiskais palaidējs |
| **S1** | Vadības izvēlētājs |
| **F1** | Vadības ķēdes drošinātājs |
| **K2** | Starprelejs |
| **R1** | Papildpretestība releja spoles ķēdē |
| **K3** | Foto relejs, programmējamais laika relejs vai foto elektriskais automāts |
| **K4** | Magnētiskais palaidējs |
| **S2** | Distances vadības slēdzis |
| **S3** | Vadības režīma vēlētājs |
| **S4, S5** | Vadības ķēdes barošanas līnijas slēdzis |
| **H1-Н5** | Signālspuldze |
| **F2- F7** | Vadības ķēdes drošinātājs |
| **R2** | Papildpretestība signālspuldzes ķēdē |
| **U** | Taisngriezis |
| Apzīmējumi pie vēlētājiem S1un S2: | |
| **Б** | Vietēja vadība |
| **Д** | Distances vadība |
| **A** | Automātiskā vadība |
| **Ц** | Tālvadība (telemehāniskā) |

**8. NODAĻA**

**APGAISMES TĪKLU APRĒĶINI**

**8.1. APGAISMES TĪKLA VADU UN KABEĻU IZVĒLES NOSACĪJUMI**

Apgaismes tikliem vadu un ka­beļu šķērsgriezumus nosaka, ievērojot trīs nosacījumus:

1. sprieguma zudumiem tīklā jābūt tādiem, lai spriegums pie spuldzēm būtu noteiktajā intervālā;
2. tīklos plūstošās strāvas nedrīkst pārkarsēt vadus un kabeļus, lai nebojātos instalācija un nerastos ugunsgrēka draudi;
3. izraudzīto vadu un kabeļu šķērsgriezumam ir jānodrošina nepieciešamā mehāniskā izturība, t. i., drošums, lai nerastos elektro­apgādes pārtraukumi un lai bojātie vai trūkušie vadi (kabeļi) neveicinātu elektrotraumu rašanos.

**8.2. APGAISMES TĪKLU IERĪKOŠANAS PAMATPRINCIPI.**

Projektējot elektroapgaismes tīklus, vispirms ir jāizvēlas barošanas avots, tīkla shēma, vadu marka un instalācijas veids, jāaprēķina vadu šķērsgriezumi. Elektroapgaismes projektēšana jāveic kompleksi, t.i., kopīgi jāapskata tehniski ekonomiskie rādītāji visai apgaismes sistēmai, sākot no spuldzes un beidzot ar barošanas avotu, jo, piemēram, no izraudzītā barošanas avota sprieguma ir atkarīga spuldžu tipa un jaudas izvēle — un otrādi. Esošie norma­tīvie dokumenti un rūpniecības uzņēmumu elektroapgādes projek­tēšanas pieredze dod iespēju formulēt vairākus apgaismes tīklu ierī­košanas pamatprincipus, lai varētu racionāli izstrādāt dažādus ap­gaismes tīkla projekta variantus, no kuriem savukārt, pamatojoties uz tehniski ekonomiskajiem aprēķiniem, izvēlas optimālo.

Telpās ar paaugstinātu bīstamību un sevišķi bīstamās telpās, kur vispārīgās apgaismes gaismekļi atrodas zemāk par 2,5 m no grī­das, 220 V spriegumu var izmantot, ja ir speciālas konstrukcijas gaismekļi. Pārējos gadījumos ir pieļaujams izmantot kvēlspuldzes, kuru darba spriegums nepārsniedz 42 V. Vietējai apgaismei ar kvēlspuldzēm telpās ar paaugstinātu bīstamību un sevišķi bīstamās telpās arī jāizmanto spriegums, ne lielāks par 42 V. Luminiscences spuldzes, kas paredzētas vietējai apgaismei, var pieslēgt 127 V vai 220 V spriegumam, ja nav iespējama nejauša pieskaršanās strāvu vadošajām daļām.

Pētījumi ir pierādījuši, ka praktiski nekad nav lietderīgi paredzēt cehos speciālus pazeminošos transformatorus tikai apgaismes vaja­dzībām. Parasti apgaismes tīkla pieslēgšanai paredz vienu vai divus izvadus no ceha pazeminošā transformatora sadales, ja nav spe­ciāli ierobežojumi dažādu lieljaudas patērētāju dēļ, kuru darbība var radīt ievērojamas sprieguma svārstības. Izņēmuma gadījumos, ja sprieguma līmenis un sprieguma svārstības ir normas robežās, ir pieļaujams barot apgaismes tīklu pa spēka tīklu maģistrālēm. Visbiežāk apgaismes tīkliem lieto maģistrālo vai radiāli maģistrālo shēmu, kad katrai no transformatoru punkta aizejošai līnijai ir pie­slēgtas vairākas (4-5) grupu sadales. No tām savukārt atzarojas radiālas grupu līnijas, kurām tieši pieslēdz gaismekļus. Nepiecie­šamo grupu sadaļu skaits un grupu līniju skaits ir atkarīgs no gaismas avotu skaita un jaudas. Vienai grupas līnijai pie katras fāzes var būt pieslēgtas ne vairāk kā 20 kvēlspul­dzes, nātrija, dzīvsudraba loka luminiscences vai metālhalogēnās tipa spuldzes vai arī ne vairāk kā 50 luminiscences spuldzes. Turklāt jāievēro, ka gadījumos, kad spul­džu jauda ir 10 kW un lielāka, pie katras fāzes var pieslēgt tikai vienu spuldzi. Spuldžu skaitu grupu līnijas ierobežo arī noteikums, ka katra grupas līnija ir jāaizsargā ar drošinātājiem vai ar auto­mātiem, kuru darba strāva nepārsniedz 25 A. Izņēmums ir grupu līnijas, kurām ir pieslēgtas vai nu luminiscences spuldzes ar 125 W un lielāku jaudu katra, vai arī kvēlspuldzes ar 500 W un lielāku jaudu katra. Šo līniju aizsardzībai var lietot drošinātājus vai auto­mātus ar atslēdzēm, kuru darba strāva nepārsniedz 63 A. Savu­kārt, ierīkojot nozarojumus uz gaismekļiem ar izolētiem vadiem cau­rulēs, kā arī tad, ja jebkura instalācijas veida nozarojuma garums nepārsniedz 3 metrus, nozarojumu var pieslēgt maģistrālei tieši — bez drošinātājiem vai automātiem.

Svarīgi ir izvēlēties pareizu nullvada šķērsgriezumu, jo tad, ja nullvada šķērsgriezums ir mazs, fāžu nesimetriskas noslodzes un dažāda slodzes rakstura dēļ var būt ievērojami elektroenerģijas zudumi. Savukārt, palielinot nullvada šķērsgriezumu, pieaug vada materiāla patēriņš un līniju izmaksas. Pamatojoties uz tehniski eko­nomiskiem aprēķiniem, atsevišķu rūpniecības nozaru normatīvajos projektēšanas dokumentos ir dotas rekomendācijas nullvada šķērs­griezuma izvēlei dažādu tipisku apgaismes tīklu variantiem. Trīsfāžu tīklos, kuriem ir pieslēgtas luminiscences, sudraba loka luminiscences, metālhalogēnās tipa vai nātrija spuldzes, nullvada šķērsgriezums jāpieņem 50% no fāzes vadu šķērsgriezuma, ja spuldzēm nav kompensējošo iekārtu. Gadījumos, kad uzstāda spuldzes ar kompensējošām iekār­tām, nullvada šķērsgriezumu nosaka pēc vairāk noslogotās fāzes strāvas.

**8.3. ELEKTROAPGAISMES TĪKLĀ VADU ŠĶĒRSGRIEZUMU APRĒĶINS**

Elektroapgaismošanas vadu aprēķinā vadu vai kabeļu mar­kas un minimālie šķērsgriezumi jānosaka pēc pieļaujamās silšanas slodzes strāvas Ipieļ. ietekmē un jāpārbauda pēc pieļaujama sprie­guma zuduma Δ*Upieļ*.

Apgaismošanas tīkla aprēķina jaudu nosaka, reizinot uzstā­dīto spuldžu jaudu ar pieprasījuma koeficientu, kas norāda, kādu daļu no uzstādītās jaudas patērē vienlaikus:

*Pa = K∙Pu*. (8.1)

kur *K* — pieprasījuma koeficients (8.1. tab.);

*Pu* — uzstādītā apgaismošanas jauda.

8.1. tabula

**Pieprasījuma koeficients dažādu patērētāju darba apgaismošanas barošanas līniju aprēķinam**

|  |  |
| --- | --- |
| **Patērētājs** | **Pieprasījuma**  **koeficients K** |
| Apakšstacijas un sadales iekārtas, noliktavas | 0,6 |
| Mācību, bērnu un ārstniecības iestādes | 0,8 |
| Ražošanas ēkas, kas sastāv no atsevišķām telpām | 0,85 |
| Bibliotēkas, sabiedriskās ēdināšanas uzņēmumi un adminis­tratīvas nozīmes ēkas | 0,9 |
| Ražošanas ēkas, kas sastāv no atsevišķiem lieliem laidumiem | 0,95 |
| Mazas ražošanas ēkas un tirdzniecības telpas | 1,0 |
| Āra un avārijas apgaismošana | 1,0 |

Aprēķinot barošanas tīklus ārējai un avārijas apgaismošanai, kā arī visu apgaismošanas veidu grupu tīklus, pieprasījuma koe­ficientu pieņem vienādu ar vienu (*K* = 1).

Nosakot aprēķina slodzes apgaismošanas ietaisēm ar lumi­niscences spuldzēm un izlādes spuldzēm HQL, ДРЛ, jāievēro jaudas zudumi palaišanas un regulēšanas aparātos (PRA), kas sastāda apmē­ram 20% luminiscences spuldzēm un 10% izlādes spuldzēm.

Luminiscences spuldzēm, kas ieslēg­tas shēmās ar starteri, apgaismošanas aprēķina slodze

*Pa* = l,2∙*K*∙*Pu*; . (8.2)

luminiscences spuldzēm, kas ieslēgtas shēmās bez startera,

*Pa =* 1,3∙*K∙Pu*; (8.3.)

Izlādes tipa spuldzēm

*Pa* = 1,1∙*K*∙*Pu*. (8.4)

Elektroietaišu ierīkošanas noteikumos (EIN) uz vistālākajām spuldzēm atļauts nominālā sprieguma samazinājums par 2,5% — rūpniecības uzņēmumu un sabiedrisko ēku iekšējam darba ap­gaismojumam, kā arī ārējā apgaismojuma prožektoru iekārtām; par 5% — dzīvojamo ēku, avārijas apgaismojumam un ārējā apgaismojuma gaismekļiem; par 10% — apgaismošanas tīkliem ar spriegumu 12-40 V, skaitot no pazeminošā transformatora zemākā sprieguma ievadiem. Sprieguma paaugstinājums tīklā spuldzēm nedrīkst pārsniegt 5% no nominālā.

Apgaismošanas tīklu vadu šķērsgriezumu (mm2), ievērojot sprieguma zudumu, nosaka pēc formulas

 (8.5)

kur *S* — vada šķērsgriezums (mm2);

*Pa* — aprēķina slodze (kW);

*l* — aprēķināmā līnijas posma garums (m);

Δ*U —* sprieguma zudums (%);

*c* — koeficients, kas atkarīgs no tīkla sprieguma un sistē­mas, kā arī no vada materiāla. Koeficientu c nosaka pēc 8.2. tabulas.

8.2. tabula

**Koeficienta *c* vērtības**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Tīkla spriegums, V** | **Tīkla sistēma** | **Koeficienta c vērtība** | |
| **alumīnija vadiem** | **vara vadiem** |
| 380/220 | Četrvadu (3 fāzes + nullvads) | 50 (44) | 83 (72,4) |
|  | Trīsvadu (2 fāzes + nullvads) | 22 (19,6) | 37 (32,1) |
|  | Divvadu (1 fāze + nullvads) | 8,3 (7,4) | 14 (12,1) |
| 380 | Trīsvadu (3 fāzes + bez nullvada) | 50 | 83 |
| 220/127 | Četrvadu (3 fāzes + nullvads) | 16,5 | 28 |
|  | Trīsvadu (2 fāzes + nullvads) | 7,3 | 12,2 |
|  | Divvadu (1 fāze + nullvads) | 2,8 | 4,6 |
| 3 x 220 | Trīsvadu (3 fāzes) | 16,5 | 28 |
| 2 x 220 | Divvadu (2 fāzes) | 8,3 | 14 |
| 3 x 127 | Trīsvadu (3 fāzes) | 5,6 | 9,2 |
| 2 x 127 | Divvadu (2 fāzes) | 2,8 | 4,6 |
| 3 x 40 | Trīsvadu (3 fāzes) | 0,44 | 0,74 |
| 2 x 40 | Divvadu (2 fāzes) | 0,22 (0,244) | 0,37 (0,4) |
| 3 x 12 | Trīsvadu (3 fāzes) | 0,025 | 0,082 |
| 2 x 12 | Divvadu (2 fāzes) | 0,0125 (0,022) | 0,041 (0,036) |

Ja šķērsgriezums ir zināms, sprieguma zudumu (%) aprēķina pēc formulas

 (8.6)

Reizinājumu *Pal* sauc par slodzes momentu un apzīmē ar burtu *M.* Līdz ar to izteiksmes

 un  (8.7)

pārveidojas šādi:

 un  (8.8)

Lai vienkāršotu apgaismošanas tīklu aprēķinus, izmanto tabu­las, kuras dots īpatnējais sprieguma zudums (%), kas attieci­nāts uz slodzes momenta 1 kW∙m (sk. P.1., P.2., P.3., un P.4. pielikumu).

Saskaņā ar elektroietaišu izbūves noteikumiem vadu un kabeļu minimālie šķērsgriezumi jāizvēlas ne mazāki par 8.3. tabulā uzrādītajiem lielumiem.

8.3. tabula

**Vadu un kabeļu strāvu vadošo dzīslu minimālie šķērsgriezumi**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Vadi un kabeli** | **Minimālie dzīslu**  **šķērsgriezumi (mm2)** | |
| **vara** | **alumīnija** |
| Auklas sadzīves elektroenerģijas patērētāju pievienošanai  Kabeļi pārvietojamu un pārnesamu patērētāju pievienošanai rūpniecības ietaisēs  Divdzīslu vītie vadi instalēšanai uz rullīšiem  Neaizsargāti izolēti vadi stacionārai instalācijai telpu iekš­pusē:  a) tieši uz pamata, uz rullīšiem, ar saturplāksnēm un trosēm  b) renēs, kārbās (izņemot slēgtās):  ar dzīslām, ko pievieno ar skrūvēm  ar dzīslām, ko pievieno lodējot:  — viendzīslas  — daudzdzīslu (lokanās)  c) uz izolatoriem  Neaizsargāti izolēti vadi ārējai instalācijai:  a) pa sienām, konstrukcijām vai balstiem uz izolatoriem; ēku ievados  b) zem jumta uz rullīšiem  Neaizsargāti un aizsargāti vadi un kabeļi, kas ievietoti tē­rauda vai lokanās metāla caurulēs, slēgtās kārbās  Kabeļi un aizsargāti izolēti vadi, kas montēti stacionāri (bez caurulēm, lokanām caurulēm un slēgtām kārbām):  ardzīslām, ko pievieno ar skrūvi  ar dzīslām, ko pievieno lodējot:  viendzīslas  daudzdzīslu (lokanie)  Aizsargāti un neaizsargāti vadi un kabeļi slēgtos kanālos vai celtniecības konstrukcijās, zem apmetuma | 0,35  0,75  1  1  1  0,5  0,35  1,5  2,5  1,5  1  1  0,5  0,35  1 | 2,5  2,0  4  4  2,5  2,0  2,0  2,0 |

Slodzes momenta *M* aprēķina metode ir atkarīga no apgaismes tīkla konfigurācijas.

Visvienkāršākajā gadījumā (8.1. att. a), kad slodze ir tikai līnijas beigas, moments ir slodzes reizinājums ar tīkla posma garumu

*M = Pa·L*, (8.9)

Ja slodze sadalās nevienmērīgi līnijas garumā (8.1. att. b), tad slodzes momentu var aprēķināt pēc formulas

*M = L*·(*P*1 + *P*2 + *P*3) + *L*1·(*P*2 + *P*3) + *L*2·*P*3. (8.10)

Vienmērīgas slodzes gadījumā (8.1. att. c) aprēķinam var izmantot formulu

, (8.11)

kur *L* – apgaismes tīkla posma garums no grupu sadalnes līdz pirmā apgaismes ķermeņa rindā, m.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ***a*** | ***b*** | ***c*** |

8.1. att. Apgaismes tīkla konfigurācija: *a* – vienkārša ķēde ar slodze līnijas beigas; *b* – ķēde ar

nevienmērīgu slodzes sadalījumu; *c* – ķēde ar vienmērīgu slodzes sadalījumu

***8.1. piemērs.*** Trīsfāzu līnijā ar vadu garumu 120 m un slodze 18 kW (8.1. att. *a*) pieļaujamais sprieguma zudums ir 1,4 %. Noteikt nepieciešama alumīnija vada šķērsgriezumu.

Atrisinājums.

1. Pēc formulas (8.5)



Tuvākais standarta šķērsgriezuma vads sastāda 35 mm2.

2. Ja līnijas vads izgatavots no vara, tad nepieciešamai vada šķērsgriezums



Tuvākais standarta šķērsgriezuma vads sastāda 25 mm2.

3. Lai vienkāršotu aprēķinus izmanto momentu tabulas, kuras dažādām *S* un Δ*U* doti atbilstoša momenta vērtības.

Iepriekšējam piemēram ar alumīnijas vadu līnijas slodzes moments *M = P∙l* = 18∙120 = 2160 kW∙m. No P.4. tabulas sprieguma zudumam Δ*U* = 1,4 % atrodam slodzes momentu *M* = 2156 kW∙m, jo tāds slodzes moments ir vistuvākais momentam 2160 kW∙m, un vada šķērsgriezumu *S* = 35 mm2.

***8.2. piemērs.*** Noteikt slodzes momentu apgaismes grupu līnijai (8.2. att.) un izvēlēt *Al* vada šķērsgriezumu, ja pieļaujamais sprieguma zudums no grupu sadalnes sastāda Δ*UР* = 2,5%. Vada šķērsgriezums nemainās visā līnijas garumā.

|  |
| --- |
| 8.2. att. |

*Atrisinājums.* Slodzes moments

*M = l*1·(P1 + P2 + P3) + *l*2·(P2 + P3) + *l*3·*P*3 =

= 25 (1000 + 1000 + 1000) +12 (1000 +1000) + 6 ·1000 = 75 + 24 + 6 = 105 kW·m.

2. Vada šķērsgriezums



3. Tuvākais standarta šķērsgriezums atbilstoši vada materiāla mehāniskai stiprībai (8.3. tab.) un pieļaujamai silšanai ir 2,5 mm2, tātad *Sfakt* = 2,5 mm2.

***8.3. piemērs.*** Četrvadu līnija 380/220 V baro grupas apgaismes sadalnes Nr.1 un Nr.2 (8.3. att.). Pie apgaismes sadalne Nr.1 pieslēgti patērētāji ar kopējo jaudu 17 kW, bet pie sadalne Nr.2 – ar jaudu 10 kW. Sprieguma zudums līdz grupu sadalnei Nr.2 nevar pārsniegt 2,2 %. Aprēķināt nepieciešamo līnijas vadu šķērsgriezumu atsevišķi posmam 0-1 un 1-2, ja vada materiāls ir alumīnijs.

|  |
| --- |
| 8.3. att. Piemērs apgaismes tīkla aprēķinam uz sprieguma zudumu |

Aprēķins.

1. Slodzes moments tikla posmam 0-1 līdz apgaismes sadalnei Nr.1:

*M*1 = *l*1∙(*P*1 + *P*2) = 140·(17 + 10) = 3780 kW∙m

un tīkla posmam 1-2 no pirmās apgaismes sadalnes līdz otrai

*M*2 = *l*2∙*P*2 = 60∙10 = 600 kW∙m.

Summārais moments

*M = M*1 + *M*2 = 3780 + 600 = 4380 kW∙m.

2. Pēc P.4. tabulas datiem tuvākais vada šķērsgriezums tīkla posmam 0-1 ir vienāds ar *S*1= = 50 mm2, bet sprieguma zudums



2. Sprieguma zudums posma 1-2

Δ*U*2 = Δ*U* – Δ*U*1 = 2,2 – 1,51 = 0,69 %.

Un vada šķērsgriezums



Tuvākais standarta skalas šķērsgriezums ir 25 mm2.

Faktiskais sprieguma zudums posma 1-2



Sprieguma zudums posma 0-2

Δ*U* = Δ*U*1 + Δ*U*2 = 1,51 + 0,48 = 1,99 %.

Analogi var aprēķināt arī sazarotas elektriskās tīklos

***8.4. piemērs.*** Aprēķināt vienfāzes grupas tīklu (8.4. att.) uz sprieguma zudumu. Tīkls izgatavots no alumīnija vadiem, tīkla nominālais spriegums 220 V, katras lampās jauda ir 200 W, pieļaujamais sprieguma zudums 2,4 %.

Risinājums.

Atrodam summāro slodzes momentu līdz vistālākajai lampai 1:

*M* = *l*1∙(*P*1 + *P*2 + *P*3) + *l*2∙(*P*2 + *P*3) + *l*3*P*3 = 40(0,6 + 0,6 + 0,6) + 12(0,6 + 0,6) +

+ 24∙0,6 = 101 kW∙m.

Šeit par sazarotā posma 3 līnijas garumu *l*3 pieņemts līnijas garums līdz posma 3 slodzes momenta centram, kurš atrodas uz lampas 2 (vienmērīgs slodzes sadalījums pēdējā posmā).

|  |
| --- |
| 8.4. att. Shēma grupu tīkla aprēķinam uz sprieguma zudumu |

Vada šķērsgriezums



Tuvākais standarts skalas šķērsgriezums ir 6 mm2.

No P.4. tabulas sprieguma zudumam Δ*U* = 2,4 % atbilst slodzes moments *M* = 107 kW∙m, kas ir vistuvākais aprēķinātam slodzes momentam 101 kW∙m, un vada šķērsgriezumam *S* = 6 mm2.

Ja elektroenerģijas patērētāju skaits līnijā ir liels kopējais slodzes moments var noteikt ka atsevišķo momentu summu.

**8.4. APGAISMES TĪKLA APRĒĶINS UZ MINIMĀLO VADU**

**MATERIĀLA PATERIŅU**

Šajā gadījumā katrs apgaismes tīkla posms aprēķina pēc reducēto slodzes momenta.

Reducēto jaudas momentu *Mred* aprēķina šādi:

 (8.12)

kur *pili* — *i*-tā maģistrālās līnijas posma caurplūstošās jaudas *pi* un posma garuma *li* reizinājums;

*mj* — j-tā nozarojuma jaudas un nozarojuma garuma reizinājums;

*αj* — koeficients, ar kuru reducē nozarojuma (ar dažādu vadu skaitu) jaudas momentu uz maģistrā­lās līnijas jaudas momentu (sk. 8.4. tab.).

Aprēķina uzdevums ir noteikt vadu un kabeļu minimālos šķērsgriezumus pēc pieļaujamās slodzes strāvas ietekmē un pārbaudīt pēc pieļaujamā sprieguma zuduma.

8.4. tabula

**Koeficients α nozarojuma jaudas momentu reducēšanai**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Maģistrāle | Nozarojums | α |
| Trīsfāžu ar nullvadu | Vienfāzes | 1,85 |
| Trīsfāžu ar nullvadu | Divfāžu ar nullvadu | 1,37 |
| Divfāžu ar nullvadu | Vienfāzes | 1,33 |
| Trīsfāžu bez nullvada | Divfāžu | 1,15 |
| Trīsfāžu ar nullvadu | Trīsfāžu ar nullvadu | 1,00 |

***8.5. piemērs.*** Tīkla shēma paradīta 8.5. attēlā. Par barojošo tīklu izmanto trīsfāžu tīklu 380/220 V, grupu tīkli ir vienfāzes. Grupu līnijās patērētāju jaudas ir vienādās un sastāda 2 kW. Pilnais sprieguma zudums Δ*U* = 4 %. Aprēķināt vadu šķērsgriezumu atbilstoši minimāla vada materiāla patēriņam.

|  |
| --- |
| 8.5. att. Shēma 8.5. piemēram |

*Atrisinājums.*

Pilnā tīkla slodze

*P* = *P*1 + *P*2 + *P*3 + *P*4 + *P*5 + *P*6 = 12 kW.

Pilnais reducētais slodzes moments



Vada šķērsgriezums pirmajā barošanas posmā



kur *c* = 50 (sk. 8.2. tabulu, trīsfāžu tīkls, alumīnija vadiem).

Tātad vada šķērsgriezums pirmā barojoša posmā ir *S*1 = 16 mm2 un sprieguma zudums šajā posmā ir



Pirmā grupu līnija ir vienfāzes līnija ar slodzes momentu katrā vienfāzes līnijā:

*M*2 = *P*1∙*l*2 = *P*2∙*l*2 = *P*3∙*l*2 = 2∙20 = 40 kW∙m.

Sprieguma zudums grupu līnijā

Δ*U*2 = Δ*U* – Δ*U*1 = 4 - 1,8 = 2,2 %.

Pirmā grupu līnija ir vienfāzes līnija ar vada šķērsgriezumu



kur *c* = 8,3 (sk. 8.2. tabulu, vienfāzes tīkls, alumīnija vadiem).

Tātad vada šķērsgriezums pirmā grupu līnijā ir *S*2 = 2,5 mm2 un faktiskais sprieguma zudums šajā posmā ir



Otrā barojoša tīklā vadu šķērsgriezumu varam aprēķināt izejot no sprieguma zuduma

Δ*U*3 = Δ*U* – Δ*U*2 = 4 - 1,93 = 2,07 %.

un slodzes momenta

*M*3 = *M* – *P∙l*1 – *α*(*P*1 + *P*2 + *P*3)*l*2 = 2424 – 120∙12 – 1,85∙6∙20 =

= 2424 – 1440 – 222 = 762 kW∙m.

Vada šķērsgriezums



kur *c* = 50 (sk. 8.2. tabulu, trīsfāžu tīkls, alumīnija vadiem).

Faktiskais vada šķērsgriezums *S*3 = 10 mm2 un faktiskais sprieguma zudums otrā barojoša posmā



Otrā grupu līnijā sprieguma zudums sastāda

Δ*U*4 = Δ*U* – Δ*U*2 - Δ*U*3 = 4 - 1,93 – 1,52 = 0,55 %.

Grupu līnija ir vienfāzes līnija ar slodzes momentu katrā vienfāzes līnijā:

*M*4 = *P*4∙*l*4 = *P*5∙*l*4 = *P*6∙*l*4 = 2∙20 = 40 kW∙m.

Vada šķērsgriezums



kur *c* = 8,3 (sk. 8.2. tabulu, vienfāzes tīkls, alumīnija vadiem).

Par faktisko vadu šķērsgriezuma varam izvēlēt vadu ar *S*4 = 10 mm2.

**8.5. PIEĻAUJAMIE SPRIEGUMA ZUDUMI APGAISMES TĪKLOS**

**ATKARĪBA NO SLODZES JAUDAS UN TRANSFORMATORA NOSLODZES**

Apgaismošanas tīklu slodzes rada sprieguma zudumus trans­formatorā, kas baro šo tīklu. Šie zudumi ir atkarīgi no transfor­matora jaudas, noslodzes pakāpes *β* un slodzes jaudas koeficienta(cos*φ*). Pieļaujamais sprieguma zudums apgaismes elektriskajā tīklā, t.i. sprieguma zudums no barošanas avota (spriegums uz apakšstacijas kopnēm 0,4 kV) līdz vistālākajai spuldzei rindā (tīklā), var aprēķināt pēc formulas

Δ*Upieļ* = 105 – *Umin* – Δ*UT*, (8.13)

kur 105 – spriegums transformatora zemsprieguma puse tukšgaitā, %; *Umin* – minimālais pieļaujamais spriegums uz spuldzes spailēm, %; Δ*UT* – reducētais sprieguma zudums transformatorā pret nominālo sekundāro spriegumu, kas ir atkarīgs no transformatora noslodzes *β* un jaudas koeficienta cos*φ*, %. Spriegumi *Umin* rūpniecības uzņēmumu un sabiedrisko ēku iekšējai darba apgaismošanai un ārējās apgaismošanas prožektoru iekārtam sastāda *Umin =* 97,5 %. Dzīvojamo māju, avārijas apgaismošanai un ārējai apgaismošanai ar gaismekļiem pieļaujamie spriegumi palielinās līdz 5% (*Umin =* 95 %).

8.5. *tabula*

**Sprieguma zudumi transformatorā**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Transforma­tora**  **jauda, kV∙A** | **Pieļaujamais sprieguma zudums (%)transformatoros, kas baro spēka un apgaismošanas patērētājus, atkarībā no jaudas koeficienta (cos*φ*) vērtības, ja noslodzes koeficients β = 1\*** | | | | | |
| **1,0** | **0,9** | **0,8** | **0,7** | **0,6** | **0,5** |
| 160 | 1,7 | 3,3 | 3,8 | 4,1 | 4,3 | 4,4 |
| 250 | 1,5 | 3,2 | 3,7 | 4,1 | 4,3 | 4,4 |
| 400 | 1,4 | 3,1 | 3,7 | 4,0 | 4,2 | 4,4 |
| 630 | 1,2 | 3,4 | 4,1 | 4,6 | 4,9 | 5,2 |
| 1000 | 1,1 | 3,3 | 4,1 | 4,6 | 5,0 | 5,2 |
| 1600, 2500 | 1,0 | 3,3 | 4,1 | 4,5 | 4,9 | 5,2 |

\* lai noteiktu faktisko **Δ*UT*** jāpareizina datus no tabula ar faktisko noslodzes koeficientu *β*.

Pieļaujamie sprieguma zudumi apgaismošanas tīklos atkarībā no slodzes jaudas un transformatoru noslodzes doti 8.5. tabulā vai pēc formulas

Δ*UT = β(Ua·cosφ + Up·sinφ),* (8.14)

kur *β* – transformatora noslodzes koeficients; *Ua* un *Up* – transformatora īsslēguma sprieguma aktīvā un reaktīvā komponente, kuru var aprēķināt pēc formulas

 (8.15)

kur *Pk* – transformatora īsslēguma spriegums, kW; *SN* – transformatora nominālā jauda, kVA; *Uk* - transformatora īsslēguma spriegums, %. *Pk* un *Uk* var noteikt pēc 8.6. tab.

8.6. tabula

**Transformatora īsslēguma zudumi Pk un īsslēguma spriegums Uk**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Transforma­tora**  **jauda, kV∙A** | **160** | **250** | **400** | **630** | **1000** | **1600** | **2500** |
| PK, % | 2,65 | 3,7 | 5,5 | 7,6 | 11,6 | 16,5 | 23,5 |
| UK, % | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 5,5 | 5,5 | 5,5 | 5,5 |

***8.6. piemērs.*** Noteikt atklāti instalēta kabeļa alumīnija dzīslas šķērsgriezumu posmā no apakšstacijas kopnēm līdz sadalei 1 un pēc tam no sadale 1 līdz grupu sadalei 2 (8.6. att.). Apakšstacijas transformatora jauda 250 kVA, jaudas koeficients cos*φ* = 0,8, noslodzes koeficients *β* = 0,9, līnijas nominālais spriegums *UN* = 380 V, minimālais pieļaujamais spriegums uz spuldzes spailēm *Umin =* 95 %.

|  |
| --- |
| 8.6. att. |

*Atrisinājums.*

1.Pēc 8.5. tabulas pieņemam kopējo pieļaujamo sprieguma zudumu transformatorā Δ*U*T = 3,7%.

Faktiskais sprieguma zudums transformatora Δ*U*Tfakt = Δ*U*T ·β = 3,7·0,9 = 3,33 %.

2. Aprēķināsim kopējo pieļaujamo sprieguma zudumu apgaismošanas tīklā

Δ*U*p = 105 – *Umin* - Δ*UTfakt*= 105 - 95 – 3,33 = 6,67 %.

3. Noteiksim slodzes momenti elektriskajā tīklā:

*M*1 = *L*1·(*P*1 + *P*2 + *P*3 + *P*4 + *P*5) = 50·(6 + 6 + 6 +0,6 + 0,6) = 960 kW·m;

*M*2 = *L*2·( *P*1 + *P*2 + *P*3 + *P*4 + *P*5) = 12·(6 + 6 + 6 +0,6 + 0,6) = 230,4 kW·m;

*M*3 = *L*3· *P*1 = 6·6 = 36 kW·m;

*M*4 = *L*4· *P*2 = 6·6 = 36 kW·m;

*M*5 = *L*5· *P*3 = 6·6 = 36 kW·m;

*m*6 = *m*7 = *L*6· *P*4 = *L*7· *P*5 = 6·0,6 = 3,6 kW·m.

Reducētais moments posmā 0-1 ar līnijas garumu *L*1:

*MRL*1 = *M*1 + *M*2 + *M*3 + *M*4 + *M*5 + *α*(*m*6 + *m*7 ) =

= 960 + 230,4 + 36 + 36 + 36 + 1,85(3,6 + 3,6) = 1311,7 kW·m.

4. Aprēķināsim kabeļa dzīslas šķērsgriezumu posmā 0-1 ar līnijas garumu *L*1:



Par kabeļa dzīslas šķērsgriezumu posmā 0-1 ar līnijas garumu *L*1 varam pieņemt ka 5 x 10 mm2.

Strāvas stiprums barošanas līnijā posmā 0-1



kur *UN*= 380 V (tīkla nominālais spriegums).

Pēc tabulas (P.19. tabula) atrodam pieļaujamo slodzes strāvu, kas alumīnija kabelim ar gumijas un plastmasas izolāciju un alumīnija dzīslu šķērsgriezumu 10 mm2, liekot kabeli atklāti, ir *Ipieļ* = 42 A (*IL*1 = 36,5 A < *Ipieļ* = 42 A). Tātad šķērs­griezums 10 mm2 ir pietiekams (kabelim ar dzīslu šķērsgriezumu 6 mm2 *Ipieļ* = 32 A un tādu kabeļi nedrīkst pielietot no silšanas viedokļa).

5. Faktiskais sprieguma zudums posmā 0-1 ar līnijas garumu *L*1:



6. Pieļaujamais sprieguma zudums posmā 1-2 ar līnijas garumu *L*2:

Δ*U*2 = Δ*Up* – Δ*U*1 = 6,3 – 1,92 = 4,75 %.

7. Reducētais moments posmā 1-2 ar līnijas garumu *L*2:

*MRL*2 = *M*2 + *M*3 + *M*4 + *M*5 + *α·*(*m*6 + *m*7 ) =

= 230,4 + 36 + 36 + 36 + 1,85(3,6 + 3,6) = 351,72 kW·m.

8. Aprēķināsim kabeļa dzīslas šķērsgriezumu posmā 1-2 ar līnijas garumu *L*2:



Tātad kabeļa dzīslas šķērsgriezumu posmā 1-2 ar līnijas garumu *L*2 varam pieņemt ka 5 x 10 mm2, jo strāvas stiprums barošanas līnijā



Pēc tabulas (P.19. tabula) atrodam pieļaujamo slodzes strāvu, kas alumīnija kabelim ar gumijas un plastmasas izolāciju un alumīnija dzīslu šķērsgriezumu 10 mm2, liekot kabeli atklāti, ir 42 A(*IL*2 = 36,5 A < *Ipieļ.* = 42 A). Tātad šķērs­griezums 10 mm2 ir pietiekams (kabeļiem ar dzīslas šķērsgriezumiem 2,5 mm2, 4 mm2 un 6 mm2 atbilst ilgstoši pieļaujamas strāvas 19 A, 27 A un 32 A un tādus kabeļus nevar izmantot no silšanas viedokļa).

9. Faktiskais sprieguma zudums posmā 1-2 ar līnijas garumu *L*2:



10. Pieļaujamais sprieguma zudums grupu līnijā pēc sadales 2:

Δ*UGr* = Δ*U*1 – Δ*U*2 = 4,75 – 0,46 = 4,29 %.

***8.7. Piemērs.*** No apakšstacijas transformatora (8.7. att.), kura jauda ir 400 kV∙A un spriegums 400/230 V, līdz ražošanas telpai ar luminiscences spul­džu apgaismojumu jāliek 150 m garš alumīnija markas kabelis. Spuldžu kopējā jauda — 25 kW; pieļaujamais sprieguma zudums uz spuldzes spailēm Δ*Usp* = 2,5%; jaudas koeficients tīklā cos*φ =* 0,9; transformatora noslodzes koeficients *β* = 1, pieprasījuma koeficients K = 1. Noteikt nepieciešamo kabeļa šķērs­griezumu.

|  |
| --- |
|  |

8.7. att. Shēma 8.7. piemēram

Atrisinājums.

1.Pēc 8.4. tabulas pieņemam kopējo pieļaujamo sprieguma zudumu transformatorā Δ*U*T = 3,7%.

2. Aprēķināsim kopējo pieļaujamo sprieguma zudumu apgaismošanas tīklā

Δ*Up* = 105 – 97,5 – 3,7 = 3,8 %.

3. Apgaismošanas slodzes aprēķina jauda, ievērojot jaudas zudumus palaišanas un regulēšanas aparātos

*Pa* = l,2∙*K*∙*Pu* = l,2∙1·25 = 30 kW.

4. Sprieguma zudums barošanas līnijā

Δ*Ulīn.* = Δ*Up* – Δ*Usp* = 3,8 – 2,5 = 1,3 %.

4. Kabeļa dzīslas šķērsgriezumu barošanas līnijā aprēķina pēc formulas



kur *c* = 44 (sk. 8.2. tabulu; alumīnija vadiem). Pieņem tuvāko stan­darta šķērsgriezumu *S* = 95 mm2.

Tālāk jāveic šādi pārbaudes aprēķini.

1. *Atbilstība pieļaujamajai slodzes strāvai*. Strāvas stiprums barošanas līnijā



kur *Ut*= 380 V (trīsfāžu tīkla spriegums); cos *φ* = 0,9 (luminiscences spul­dzēm).

Pēc tabulas (P.19. tabula) atrodam pieļaujamo slodzes strāvu, kas kabelim ar gumijas un plastmasas izolāciju un alumīnija dzīslu šķērsgriezumu 95 mm2, liekot kabeli atklāti, ir 170 A. Tātad šķērs­griezums 95 mm2 ir pietiekams.

2. *Atbilstība faktiskajam sprieguma zudumam*. Tā kā pēc 8.2. ta­bulas izraudzītais koeficients *c* = 44 ir aptuvens un ievērojot to, ka šķērsgriezums 95 mm2 ir lielāks par aprēķināto (78,7 mm2), jānosaka faktiskais sprieguma zudums barošanas līnijā. Šim nolūkam izmanto tabulu (P.3. tabula).

Barošanas līnijas slodzes moments



Pēc tabulas (P.3. tabula) atrod īpatnējo sprieguma zudumu, kas alumīnija dzīslu kabelim ar šķērsgriezumu 95 mm2, ja spriegums ir 380 V un cos *φ* = 0,9, ir Δ*Uīpatn. =* 0,255 %/kW·km.

Tātad faktiskais sprieguma zudums barošanas līnijā

Δ *Ulīn.fakt.* = Δ*Uīpatn.*· *M* = 0,255∙4,5 = 1,15 %.

3. *Atbilstība pēc sprieguma uz vistālākās spuldzes*. Saskaņā ar pastāvošajām normām spriegums uz vistālākajām spuldzēm ražošanas telpās nedrīkst samazināties vairāk par 2,5% no nominālā.

Mūsu gadījumā pieļaujamais sprieguma zudums Δ*UP* = 3,8 % un spriegums barošanas līnijā Δ*Ulīn.fakt.* = 1,15 %. Tātad faktiskais sprieguma zudums uz vistālākajām spuldzēm ir *Utal.sp.* = Δ*UP* - Δ*Ulīn.fakt.* = 3,8 – 1,15 = 2,65 %, kas nedaudz lielāks par pieļaujama sprieguma zudumu uz vistālākajām spuldzēm ražošanas telpā (2,65 % > 2,5 %).

Tātad uzdevums aprēķināts pareizi.

***8.8. piemērs.*** Noteikt atklāti instalēta kabeļa alumīnija dzīslas šķērsgriezumu apgaismes līnijai ar spriegumu 400/230 V (8.8. att.). Barošanas līnijā izmantots atklāti instalēts kabelis ar PVC apvalku. Grupu līnijā izmantoti kabeļi ar PVC apvalku kas instalēti uz trosi. Trīs vadu līnija *C*1 baro gaismekļus ar divām luminiscences spuldzēm (ar PRA) katrā gaismeklī. Piecu vadu līnija *C*2 baro gaismekļus ar četrām luminiscences spuldzēm (ar EPRA) katrā gaismeklī. Piecu vadu līnija *C*3 baro gaismekļus ar izlādes spuldzēm DRL. Grupu līnijas dati var atrast 8.7. tabulā. Apakšstacijas transformatora jauda 1000 kVA, jaudas koeficients cos*φ* = 0,8, noslodzes koeficients *β* = 0,85, minimālais pieļaujamais spriegums uz spuldzes spailēm *Umin* = 95 %.

Atrisinājums.

1.Pēc 8.5. tabulas pieņemam kopējo pieļaujamo sprieguma zudumu transformatorā Δ*U*T = 4,1%.

Faktiskais sprieguma zudums transformatora Δ*U*Tfakt = Δ*U*T ·β = 4,1·0,85 = 3,485 %.

8.7. tabula

**Grupu līnijas dati**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Grupu līnijas**  **parametri** | **Grupu līnijas** | | |
| ***C*1** | ***C*2** | ***C*3** |
| *l*1, m | 30 | 20 | 25 |
| *l*, m | 3 | 6 | 6 |
| *N*, gab. | 21 | 12 | 10 |
| *PN*, W | 2 x 80 | 4 x 80 | 1000 |
| cos*φ* | 0,9 | 0,95 | 0,5 |

|  |
| --- |
|  |

8.8. att.

2. Aprēķināsim kopējo pieļaujamo sprieguma zudumu apgaismošanas tīklā

Δ*U*p = 105 – *Umin* - Δ*U*Tfakt = 105 - 95 – 3,485 = 6,52 %.

3. Apgaismošanas slodzes aprēķina jauda, ievērojot jaudas zudumus palaišanas un regulēšanas aparātos līnijā *C*1, *C*2 un *C*3

*Pa*1 = l,2∙*K*∙*Pu* = l,2∙1·21·2·80 = 4032 W.

*Pa*2 = l,2∙*K*∙*Pu* = l,2∙1·12·4·80 = 4608 W.

*Pa*3 = l,1∙*K*∙*Pu* = l,1∙1·10·1000 = 11000 W.

4. Pilnā tīkla slodze

*P* = *Pa*1 + *Pa*2 + *Pa*3 = 4032 + 4608 + 11000 = 19640 W = 19,64 kW.

5. Noteiksim slodzes momenti elektriskajā tīklā:

- barošanas posms: *M* = *lb·P* = 50·19,64 = 982 kW·m;

- posms *C*1: *M*1 = *Pa*1·[*l*1 + *l*(*N*1 - 1)/2] = 4,032·[30 + 3(21-1)/2] = 241,92 kW·m;

- posms *C*2: *M*2 = *Pa*2·[*l*1 + *l*(*N*2 - 1)/2] = 4,068·[20 + 6(12-1)/2] = 215,604 kW·m;

- posms *C*3: *M*3 = *Pa*3·[*l*1 + *l*(*N*3 - 1)/2] = 11·[25 + 6(10-1)/2] = 572 kW·m;

6. Barošanas līnijas reducētais moments:

*Mred*  = *M* + *αM*1 + *M*2 + *M*3 = 982 + 1,85·241,92 + 215,604 + 572 = 2217,156 kW·m.

7. Kabeļa dzīslas šķērsgriezumu barošanas līnijā aprēķina pēc formulas



kur *c* = 44 (sk. 8.2. tabulu; trīsfāžu līnija, alumīnija vadiem). Pēc pieļaujamo sprieguma zuduma varam pieņemt tuvāko stan­darta šķērsgriezumu *S* = 10 mm2. Pieļaujama strāva vadam ar šķērsgriezumu 10 mm2 ir *Ipieļ.* = 42 A (P.19. tab.).

8. Pārbaudām barošanas apgaismes līniju uz silšanu. Vidējais nosvēršanas jaudas koeficients



Strāva barošanas līnijā



Tātad barošanas līnijai izvēlam kabeļi 5 x 10 mm2 (*I* = 41,25 A < *Ipieļ.* = 42 A).

9. Faktiskais sprieguma zudums barošanas posmā ar līnijas garumu *l*b:



10. Sprieguma zudums grupu līnijas

Δ*UGr* = Δ*Up* – Δ*Ufb* = 6,52 – 2,23 = 4,29 %.

11. Kabeļa dzīslas šķērsgriezumu grupu līnijai *C*1 aprēķina pēc formulas



kur *c* = 7,4 (sk. 8.2. tabulu; vienfāzes līnija, alumīnija vadiem). Pēc pieļaujamo sprieguma zuduma varam pieņemt tuvāko stan­darta šķērsgriezumu *S*1 = 10 mm2. Atklāti instalētam kabelim ar dzīslas šķērsgriezumu 10 mm2 pieļaujama strāva ir *Ipieļ.* = 42 A (P.19. tabula).

Pārbaudām līniju *C*1 uz silšanu. Aprēķina strāva grupu līnijā *C*1:



Tātad grupu līnijai *C*1 izvēlam kabeļi 3 x 10 mm2 (*Ipieļ.* = 42 A > *I*1 = 19,05 A).

12. Kabeļa dzīslas šķērsgriezumu grupu līnijai *C*2 aprēķina pēc formulas



kur *c* = 44 (sk. 8.2. tabulu; trīsfāžu tīkls, alumīnija vadiem). Pēc pieļaujamo sprieguma zuduma varam pieņemt tuvāko stan­darta šķērsgriezumu *S* = 2,5 mm2. Atklāti instalētam kabelim ar dzīslas šķērsgriezumu 2,5 mm2 pieļaujama strāva ir *Ipieļ.* = 19 A (P.19. tabula).

Pārbaudām līniju *C*2 uz silšanu. Aprēķina strāva grupu līnijā *C*2:



Izvēlam kabeļi 5 x 2,5 mm2 (*Ipieļ.* = 19 A > *I*2 = 7,01 A).

13. Kabeļa dzīslas šķērsgriezumu grupu līnijai *C*3 aprēķina pēc formulas



kur *c* = 44 (sk. 8.2. tabulu; trīsfāžu tīkls, alumīnija vadiem). Pēc pieļaujamo sprieguma zuduma varam pieņemt tuvāko stan­darta šķērsgriezumu *S* = 4 mm2. Atklāti instalētam kabelim ar dzīslas šķērsgriezumu 4 mm2 pieļaujama strāva ir *Ipieļ.* = 27 A (P.19. tabula).

Pie līnijai *C*3 pieslēgti 10 apgaismes ķermeni, kas izraisa nevienmērīgu slodze līnijā: pie divām fāzēm pieslēgti 3 apgaismes ķermeni, pie trešās - 4 apgaismes ķermeni. Aprēķina slodze vairāk noslogotai fāzei

*Pa*3*.max.* = l,1∙*K*∙*Pu* = l,1∙1·4·1000 = 4400 W = 4,4 kW.

Tad līnijas *C*3 aprēķina slodze ir

*Pa*3 = 3· *Pa*3*.max.* = 3·4,4 = 13,3 kW

Pārbaudām līniju *C*3 uz silšanu. Aprēķina strāva grupu līnijā *C*3:



Pēc silšanas viedokļa jāpieņem kabeļa dzīslas stan­darta šķērsgriezumu *S* = 10 mm2. Atklāti instalētam kabelim ar dzīslas šķērsgriezumu 10 mm2 pieļaujama strāva ir *Ipieļ.* = 42 A. Tātad izvēlam kabeļi 5 x 10 mm2 (*Ipieļ.* = 42 A > *I*3 = 38,15 A).

**8.6. DZĪVOJAMO UN ADMINISTRATĪVO ĒKU**

**APGAISMES SLODZES APRĒĶINS**

Dzīvojamo un administratīvajos ēkās elektriskajos tiklos elektroenerģijas patērētāju grupai ap­rēķina slodzi *Sa* (kVA) nosaka, summējot *n*-tā patērētāja vakara vai dienas maksimālās slodzes reizinājumu ar vienlaicības koefi­cientu, t. i.,

 (8.16)

Par maksimālo slodzi *Smax* sauc lielāko no vidējo slodžu vērtībām pusstundas laikā. Izšķir dienas slodzes maksimumu *Sd* un vakara slodzes maksimumu *Sv*:

*Sd = Smax∙Kd*, *Sv = Smax∙Kv*, (8.17)

kur *Kd* un *Kv* — koeficienti, kas parāda, kāda daļa no maksimālās slodzes ir dienas vai vakara maksimums.

Parasti ēkām nosaka summāro spēka, apgaismošanas un mājturī­bas slodzi, tāpēc *Kd* un *KV* dažāda rakstura ēkām ir uzrādīti kā koefi­cienti, kuri norāda, kāda daļa no maksimālās summārās slodzes ir dienas vai vakara maksimums (sk. 8.7. tab.).

8.7. tabula

**Sabiedriskās ēkās īpatnēja aprēķina slodze**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nr. p.k.** | **Sabiedriskās ēkas** | **Mērvienība**  **(koef. S)** | **Īpatnēja slodze** | **Koeficienti**  **Kv Kd** | |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** |
| **I** | **Izglītības iestādes.** |  |  |  |  |
|  | Skola: |  |  |  |  |
| 1. | - ar elektrificētu ēdnīcu un sporta zāli | kW/skolnieks | 0,25 | 0,95 | 0,38 |
| 2. | - bez elektrificētu ēdnīcu un sporta zāli | Tas pats | 0,17 | 0,92 | 0,43 |
| 3. | - ar bufete bez sporta zāli | -"- | 0,17 | 0,92 | 0,43 |
| 4. | - bez bufete un sporta zāli | -"- | 0,15 | 0,92 | 0,43 |
| 5. | Profesionāla izglītības iestāde ar ēdnīcu | -"- | 0,46 | 0,8-0,92 | 0,75-0,43 |
| 6. | Bērnudārzs | kW/vieta | 0,46 | 0,97 | 0,25 |
| **II** | **Tirdzniecības uzņēmumi** |  |  |  |  |
|  | Pārtikas veikali: |  |  |  |  |
| 7. | - bez kondicionēšanas | кW/m2 | 0,23 | 0,82 | 0,7 |
| 8.7. tabulas turpinājums | | | | | |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** |
| 8. | - ar kondicionēšanu | Tas pats | 0,25 | 0,8 | 0,75 |
|  | Pārēji veikali |  |  |  |  |
| 9. | - bez kondicionēšanas | -"- | 0,14 | 0,92 | 0,43 |
| 10. | - ar kondicionēšanu | -"- | 0,16 | 0,9 | 0,48 |
| **III** | **Sabiedriskās ēdināšanas uzņēmumi** |  |  |  |  |
|  | Pilnīgi elektrificētie ar vietu skaitu: |  |  |  |  |
| 11. | - līdz 400 | kW/vieta | 1,04 | 0,98 | 0,2 |
| 12. | - no 500 līdz 1000 | kW/vieta | 0,86 | 0,98 | 0,2 |
| 13. | - virs 1100 | kW/vieta | 0,75 | 0,98 | 0,2 |
|  | ar dabasgāzes plītīm un vietu skaitu : |  |  |  |  |
| 14. | - līdz 100 | kW/vieta | 0,9 | 0,95 | 0,33 |
| 15. | - no 100 līdz 400 | kW/vieta | 0,81 | 0,95 | 0,33 |
| 16. | - no 500 līdz 1000 | kW/vieta | 0,69 | 0,95 | 0,33 |
| 17. | - virs 1100 | kW/vieta | 0,56 | 0,95 | 0,33 |
| **IV** | **Komunālo –sadzīves uzņēmumi** |  |  |  |  |
| 18. | Ķīmiskas tīrītavas | kW/кg mantas | 0,075 | 0,8 | 0,75 |
| 19. | Frizētavas | кW/darb.vieta | 1,5 | 0,97 | 0,25 |
| **V** | **Kultūras un mākslas iestādes** |  |  |  |  |
|  | Kinoteātri un teātri |  |  |  |  |
| 20. | - bez kondicionēšanas | кW/vieta | 0,12 | 0,95 | 0,33 |
| 21. | - ar kondicionēšanu | кW/vieta | 0,14 | 0,92 | 0,43 |
| 22. | Klubi | кW/vieta | 0,46 | 0,92 | 0,43 |
| **VI** | **Administratīvās ēkas:** |  |  |  |  |
| 23. | - bez kondicionēšanas | kW/m2  kop.platības | 0,043 | 0,9 | 0,48 |
| 24. | - ar kondicionēšanu | Tas pats | 0,054 | 0,87 | 0,57 |
| VII | **Atpūtas un atveseļošanas iestādes** |  |  |  |  |
| 25. | Atpūtas nami un pansionāti bez kondicionēšanas | кW/vieta | 0,36 | 0,92 | 0,43 |
| 26. | Nometnes bērniem | кW/m2 dz.platības | 0,023 | 0,92 | 0,43 |
| **VIII** | **Komunālo –sadzīves iestādes** |  |  |  |  |
|  | Viesnīcās: |  |  |  |  |
| 27. | - bez kondicionēšanas (bez restorāna) | кW/vieta | 0,34 | 0,9 | 0,48 |
| 28. | - ar kondicionēšanu | Tas pats | 0,46 | 0,85 | 0,62 |

Aprēķina jaudu dzīvokļu grupai nosaka šādi:

*Sa = n∙Sdz ∙K*0, (8.18)

kur *n*  — dzīvokļu skaits;

*Sdz* — viena dzīvokļa īpatnējā aprēķina jauda (VA);

*K*0 — vienlaicības koeficients, kas atkarīgs no vie­nāda rakstura patērētāju skaita.

Ja nav zināma ēkas ievada maksimālā jauda, to var aprēķināt pēc formulas

*Pmax = p∙S∙K*, (8.19)

kur *p* — ēku īpatnējā apgaismošanas slodze (W/m2). To nosaka pēc 8.9 tabulas.

*S* — ēkas aizņemtais laukums (m2);

*K* — koeficients *Kd* vai *Kv* (atkarībā no tā, kad ir maksimālā slodze — dienā vai vakarā).

8.8. tabula

**Jaudas koeficients cos*φ***

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | 0,25…0,35 | 0,36…0,6 | 0,61…0,85 | 0,85…1,15 | 1,16…1,4 | 1,41 un vairāk |
| Jaudas  koeficients | vakara | 0,97 | 0,95 | 0,93 | 0,89 | 0,84 | 0,8 |
| dienas | 0,94 | 0,9 | 0,85 | 0,8 | 0,78 | 0,75 |

8.9. tabula

**Ēku īpatnējā apgaismošanas slodze**

|  |  |
| --- | --- |
| **Ēkas nosaukums** | ***P*, W/m2** |
| Mehāniskā darbnīca un kokapstrādes darbnīca | 12 |
| Dzirnavas | 14 |
| Garāža | 11 |
| Kantoris, kabineti | 16 |
| Veikals, ēdnīca | 21 |
| Bērnudārzs | 24 |
| Skola | 30 |
| Klubs | 27 |
| Bibliotēka | 17 |
| Pirts | 33 |
| Sakņu noliktava | 3 |

Ārējam apgaismojumam aprēķina slodze uz vienu ielas garuma metru ir 2 W, ja ielas platums nepārsniedz 20 m un braucamās daļas platums nepārsniedz 10 m.

**Kontroles jautājumi**

1. Kādi ir elektroapgaismošanas veidi un sistēmas?
2. Paskaidrojiet luminiscences spuldzes darbības principu!
3. Kādi ir izlādes spuldzes uzbūve un darbības princips?
4. Kas ir stroboskopiskais efekts, lietojot luminiscences spuldzes, kādēļ tas ir bīstams, un kā to var novērst?
5. Kā jāuzstāda apgaismošanas slēdži ugunsbīstamās un sprādzienbīstamās telpās?
6. Kāda ir apgaismošanas komplekto kopņvadu konstrukcija, un kādas ir to priekšrocības?
7. Izskaidrojiet shēmu apgaismošanas vadībai no divām vietām!

**9. NODAĻA**

**ELEKTRISKAIS APGAISMOJUMS**

**9.1. ELEKTRISKĀ APGAISMOJUMA APRĒĶINS**

Elektriskā apgaismojuma aprēķina mērķis ir noteikt apgaismes ķermeņu skaitu un apgaismes iekārtas summāro jaudu.

Slēgtu telpu aprēķinam parasti lieto gaismas plūsmas izmantošanas koeficienta metodi. Šādā aprē­ķinā darba virsmas apgaismojumu nosaka pēc spuldzes tiešās gaismas plūsmas un pēc plūsmas, ko atstaro griesti un sienas.

**Nepieciešamo apgaismes ķermeņu skaitu aprēķins.** Aprēķina veikšanai nepieciešams:

* Telpas garums *A*, platums *B* un augstums *H* (9.1. att.);
* sienas, griestu un grīdas atstarošanas koeficienti (sk. 9.1. tab.).
* apgaismes ķermeņa piekares augstums *H*1virs darba virsmām (9.1. att.);
* spuldzes tipu, jaudu un sākuma gaismas plūsmu *Φsp* (9.2. tab), lm;
* apgaismes ķermeņa izmantošanas koeficienti atkarība no telpas tipa (9.4. tab.);
* rekomendējami apgaismes līmeni dažāda tipa telpām (9.3. tab.);
* atstarojuma koeficienta *ρ* tabulas

|  |  |
| --- | --- |
| raschet1 |  |

9.1. att. Apgaismes ķermeņu izvietojums pēc telpas augstuma: Н — telpas augstums;

*H*1 — apgaismes ķermeņa piekares augstums virs darba virsmām; *Hn* — apgaismes

ķermeņa piekares augstums līdz grīdām; *HC* — apgaismes ķermeņa piekares augstums līdz griestiem; *HP* — darba virsmas augstums līdz grīdām.

Aprēķina formulas.

1. Telpas laukums *S = A∙B*.

2. Telpas indekss 

3. Nepieciešamo gaismekļu skaitu aprēķins



kur *Е* – virsmas apgaismojums atbilstoši standarta prasībām, lx;

*S* – telpas platums m2;

*K* – rezerves koeficients (*K* = 1,25). Ar rezerves koeficientu iegūst lielāku apgaismojumu, kas ir vajadzīgs tāpēc, lai netīrumi uz apgaismes ķermeņiem, telpas griestiem un sienām iekārtas ekspluatācijas laikā nesamazinātu apgaismojumu zem pieļaujamās vērtības. Ļoti putekļainām telpām rezerves koeficientu pieņem vienādu ar 1,5, bet maz putekļainām telpām — 1,25-1,3;

*U* – apgaismes ķermeņa izmantošanas koeficients*,* kas ir uz apgaismojamo darba virsmu krītošās gaismas plūsmas *Φkr* attiecība pret spuldzes gaismas plūsmu *Φsp*. *Š*is koeficients ir atkarīgs no apgaismes ķer­meņa tipa, griestu un sienu atstarošanas koeficienta un tel­pas indeksa. Izmantošanas koeficienta vērtības nosaka pēc 9.4. un 9.5. ta­bulas;

*Фsp* – vienas spuldzes gaismas plūsma (9.2. tab.), lm;

*n* – spuldzes skaits apgaismes ķermenī (no firmas katalogiem).

9.1. tabula

**Atstarošanas koeficienti no virsmām**

|  |  |
| --- | --- |
| **Virsmas tips** | **ρ** |
| Virsmas ar lielu atstarojumu | 0,8 |
| Baltās virsmas | 0,7 |
| Gaišās virsmas | 0,5 |
| Pelēkās virsmas | 0,3 |
| Tumši pelēkās virsmas | 0,2 |
| Tumšās virsmas | 0,1 |

9.2. tabula

**Luminiscences spuldzes sākuma gaismas plūsma**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Luminiscences spuldzes**  **nosaukums un tips** | **Luminiscences spuldzes jauda un**  **gaismas plūsma** | |
| 18W | 36 W |
| OSRAM Lumilux Standart | 1150 lm | 2850 lm |
| OSRAM Lumilux PLUS | 1350 lm | 3350 lm |
| PHILIPS TL D Standart | 1150 lm | 2850 lm |
| PHILIPS TLD SUPER | 1350 lm | 3350 lm |

9.3. tabula

**Minimālais apgaismojuma līmenis saskaņā ar pašreiz spēkā esošajām normām**

**iekštelpu apgaismošanai Latvijā (EN 12464)**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Apgaismojuma līmenis, lx** | **Apgaismojuma**  **augstums, m** | **UGR** | ***Ra*** |
| **1** | **2** | **3** | **3** | **5** |
| Mācību klases, auditorijas | 300 | 0,8 | 19 | 80 |
| Tāfeļu apgaismojums | 500 | Tāfeļu virsma | 19 | 80 |
| Sporta zāle | 300 | grīda | 22 | 80 |
| Gaitenis | 100/200 | grīda | 25/22 | 80 |
| Vestibils | 100/200 | grīda | 25/22 | 80 |
| Bibliotēkas | 500/200 | 0,8 | 19 | 80 |
| Ēdnīcas | 200 | 0,8 | 22 | 80 |
| Virtuves | 500 | 0,8 | 22 | 80 |
| Birojs, darba kabineti | 500 | 0,8 | 19 | 80 |
| Konferences zāle | 500 (regulējams) | 0,8 | 19 | 80 |
| Projektu birojs | 750 | 0,8 | 16 | 80 |
| 9.3. tabulas turpinājums | | | | |
| **1** | **2** | **3** | **3** | **5** |
| Telpa darbam ar datoru | 500 | 0,8 | 19 | 80 |
| Bankas operācijas zāle | 500 | 0,8 |  |  |
| Veikalu tirdzniecības zāle | 300 | 0,8 |  |  |
| Izstādes zāle | 300 | 0,8 |  |  |
| Ārstu kabinets | 400 | 0,8 |  |  |
| Kāpnēs | 150 | grīda |  |  |

9.4. tabula

**Apgaismes ķermeņa izmantošanas koeficienti**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Apgaismes ķermeņa gaismas stipruma raksturlīkne** (pret 1000 lm) | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | |  | Atstarošanas koeficienti | | | | | | | | | | griesti | 0.8 | | | | 0.5 | | | | 0.3 | | sienas | 0.5 | | 0.3 | | 0.5 | | 0.3 | | 0.3 | | grīdas | 0.3 | 0.1 | 0.3 | 0.1 | 0.3 | 0.1 | 0.3 | 0.1 | 0.1 | | **Gaismekļa attēlojums** | **Paskaidrojums** | ***ηAK ,***  **%** |
| Tiešā, fokusēta: A1 | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | *φ* | Izmantošanas koeficients *U*, % | | | | | | | | | | 0.6  1.0  1.5  2.0  3.0  5.0 | 61  80  95  102  111  119 | 58 75 86  91  97 102 | 54 73 88 96 106 115 | 52 69 82 87 95 100 | 59 76 90 95 103 109 | 57 73 84 89 95 98 | 53 70 84  91  99 106 | 51  68 80 86 92 97 | 51  67 79 84  91  96 | |  | Spoguļa režģi , fokusētie | 60 |
|  | Spoguļa atstarotājs, parasta lampa | 80 |
|  | Apaļš atstarotājs | 75 |
| Tiešā A2 | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | φ | Izmantošanas koeficients *U*, % | | | | | | | | | | 0.6  1.0  1.5  2.0  3.0  5.0 | 52 73 89 97 107 116 | 49 67 81 86 94 100 | 43 64 81 89 101 111 | 42 60 75 81 90 97 | 49 69 83 90 99 106 | 48 65 78 83 91 96 | 42 61 77 84 94 102 | 41 59 73 79 88 94 | 41 58 72 78 86 93 | |  | Uz pusi padziļināts prizmatiskais izkliedētājs | 65 |
|  | Paneļa tipa prizmatiskais izkliedētājs | 45 |
|  | Stikla gaismeklis | 75 |
| Pārsvara tiešā B3 | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | *φ* | Izmantošanas koeficients *U*, % | | | | | | | | | | 0.6  1.0  1.5  2.0  3.0  5.0 | 41 59 74 83 95 105 | 39 55 67 74 83 91 | 31 49 64 73 87 99 | 30 46 60 67 *77* 86 | 37 52 66 73 83 91 | 35 50 61 68 76 83 | 29 44 58 66 77 87 | 28 43 55 62 71  80 | 27 41 52 59 68 76 | |  | Pienstikla izkliedētājs | 50 |
|  | prizmatiskais izkliedētājs | 65 |
|  | Stikla gaismeklis | 70 |
| **Apgaismes ķermeņa gaismas stipruma raksturlīkne** (pret 1000 lm) | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | |  | Atstarošanas koeficienti | | | | | | | | | | griesti | 0.8 | | | | 0.5 | | | | 0.3 | | sienas | 0.5 | | 0.3 | | 0.5 | | 0.3 | | 0.3 | | grīdas | 0.3 | 0.1 | 0.3 | 0.1 | 0.3 | 0.1 | 0.3 | 0.1 | 0.1 | | **Gaismekļa attēlojums** | **Paskaidrojums** | ***ηAK ,***  **%** |
| Izkliedētā C4 | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | *φ* | Izmantošanas koeficients *U*, % | | | | | | | | | | 0.6  1.0  1.5  2.0  3.0  5.0 | 36 52 65  74 84 94 | 34 48 59 66 74 81 | 27 43 56 65 77 88 | 26 40 52 59 68 77 | 29 41  52 58 66 74 | 28 39 49 54 61 67 | 23 35 45 52 61 70 | 22 33 43 49 57 64 | 19 29 38 43 50 56 | |  | Vaļējs | 90 |
|  | Ar režģiem | 82 |
|  | Pienstikla izkliedētājs | 80 |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| 9.4. tabulas turpinājums | | | | |
| Atsta­rotā E2 | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | *φ* | Izmantošanas koeficients *U*, % | | | | | | | | | | 0.6  1.0  1.5  2.0  3.0  5.0 | 15 28 4,1  51 65 77 | 15 27 39 48 58 68 | 9  20 31  41  55 70 | 10 19 30 40 52 63 | 11  18 26 32 39 45 | 12 19 25 30 37 43 | 6  13 20 26 34 42 | 8  13 19 25 32 39 | 5  8  13 16 20 24 | |  | Padziļināts platekrāns, balts | 70 |
|  | Padziļināts, šaurs, balts | 50 |

4. Lai iegūtu pietiekamu apgaismojuma kvalitāti apgaismes ķermeņus jānovieto nominālā attālumā *LN*. Literatūrā nominālo attālumu *LN* apzīmē par SHR NOM. Nominālais attālums atkarīgs no attiecības *LN* = lB / H1, kur *lB* — attālums starp apgaismes ķermenim telpas platumā (9.2. att.). Koeficienta *LN* vai SHR NOM datus var atrast tehniskas rokasgrāmatas vai katalogos. *LN* vērtības mainas diapazonā no 0,9 līdz 2,6 atkarība no apgaismes ķermeņa tipa. Nominālo attālumu starp apgaismes ķermeņiem *LN* (SHR NOM), ka attiecību pret piekares augstumu var izvēlēt no rindas 0,5-0,75-1,0-1,25-1,5, bet ne lielāku par *Lmax* (SHR MAX).

|  |  |
| --- | --- |
| ***a*** | ***b*** |

9.2. att. Apgaismes ķermeņu izvietojums ar kvēlspuldzēm un izlādes spuldzēm (a) un ar

luminiscences spuldzēm (b).

Lai noteiktu nominālo attālumu starp AK, vispirms jāatrod maksimālo attiecību attālumam starp apgaismes ķermeņiem pret piekares augstumu *H*1. Kvadrātiskā izvietošanas gadījumā (9.3. att.) maksimālo attiecību attālumam *Lmax* (SHR MAX) starp ķermeņiem pret piekares augstumu *H*1 dod attiecība Emin/Emax > 0,7 četriem centrālajiem ķermenim.

|  |
| --- |
|  |

9.3. att.

Katalogos parasti apgaismes ķermenim var atrast nominālo *LN* (SHR NOM) un maksimālo *Lmax* (SHR MAX) attiecību pret piekares augstumu. Piemēram, firmas GE Lighting apgaismes ķermenim 5500/418/5 nominālais attālums*LN* (SHR NOM) = 1,50 un maksimālais – *Lmax* (SHR MAX) = 1,63.

Ja tas ir iespējams, tad apgaismes ķermeņus vislabāk novietot kvadrātu vir­sotnēs (9.3. att.). Ja darba vietas atrodas gar sienām, tad attālumus no sienām līdz pirmajām apgaismes ķermeņa rindām izvē­las vienādus ar (0,2-0,25) *LN* .Ja darba vietas neatrodas gar sie­nām, tad šos attālumus palielina divas reizes. Ja AK nevar izvietot atbilstoši *LN*, tad var izmantot citas attiecības, bet tikai samazinājuma pūsi.

***9.1. Piemērs***. *Izejas dati.* Biroja telpa ar piekargriestiem Tatra vai Armstrong, sienas gaišas, uz grīdām melnais kovrolins. Telpas izmēri: *a* = 9 m, *b* = 6 m, *H* = 3,2 m. Par apgaismes ķermeni izvēlam universālās apgaismes ķermeņus: firmas Lighting Tehnology apgaismes ķermeni ARS/R 4x18 W un firmas GE Lighting apgaismes ķermeni sērijas 5500**/**418/5 (9.4. att.), vienā apgaismes ķermenī ir 4 luminiscences spuldzes OSRAM Lumilux Standart. Gaismas plūsma *Φsp* = 1150 lm (9.2. tab.). Pieņemsim par apgaismes normas *E* = 300 lx augstuma 0,8 m no grīdas. Rezerves koeficients *K* = 1,25. Atstarošanas koeficienti *ρ*: griesti – 50 %; sienas – 30 %, grīdas – 10 %.

Atrisinājums.

1. Biroja telpas laukums

*S = A∙B* = 9∙6 = 54 m2.

2. Telpas indekss



|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ***a*** | ***b*** | ***c*** |

9.4. att. Universālais apgaismes ķermenis: *a* – ARS/R; *b* – sērijas 5500 apgaismes ķermenis,

*c* – fotometriskā diagramma

3. Apgaismes ķermeņa ARS/R izmantošanas koeficientu *U* var atrast no 9.5. tabulas, izejot no aprēķināta telpas indeksa un atstarošanas koeficientu vērtībām. No tabulas izriet ka *U* = 0,51.

4. Tagad varam noteikt nepieciešamo apgaismes ķermeņu skaitu pēc formulas



Tādā gadījumā apgaismes iekārtas kopjauda

*P =* *n∙N∙Psp* = 4∙9∙18 = 648 W.

Apgaismošanas īpatnēja slodze



*Piezīme*. Ja aizvietosim apgaismes ķermenis ARS/R 4x18 W uz ARS/R 2x36 W, tad apgaismes ķermeņu skaits



9.5. tabula

**Izmantošanas koeficienta *U* noteikšanai gaismas ķermenim ARS/R (S) 418**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***φ*** | ***ρ*** | | | | | | | |
| griesti | 0,80 | 0,80 | 0,80 | 0,70 | 0,50 | 0,50 | 0,30 | 0 |
| sienas | 0,80 | 0,50 | 0,30 | 0,50 | 0,50 | 0,30 | 0,30 | 0 |
| grīdas | 0,30 | 0,30 | 0,10 | 0,20 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0 |
| 0,6 | 0,53 | 0,38 | 0,32 | 0,37 | 0,35 | 0,31 | 0,31 | 0,27 |
| 0,8 | 0,60 | 0,45 | 0,38 | 0,44 | 0,41 | 0,38 | 0,37 | 0,34 |
| 1 | 0,65 | 0,51 | 0,43 | 0,49 | 0,46 | 0,43 | 0,42 | 0,38 |
| 1,25 | 0,70 | 0,57 | 0,49 | 0,54 | 0,51 | 0,48 | 0,47 | 0,44 |
| 1,5 | 0,72 | 0,61 | 0,52 | 0,57 | 0,54 | 0,51 | 0,51 | 0,47 |
| 2 | 0,76 | 0,66 | 0,56 | 0,61 | 0,57 | 0,55 | 0,54 | 0,51 |
| 2,5 | 0,78 | 0,70 | 0,59 | 0,64 | 0,60 | 0,58 | 0,57 | 0,54 |
| 3 | 0,80 | 0,73 | 0,62 | 0,67 | 0,62 | 0,60 | 0,59 | 0,57 |
| 4 | 0,81 | 0,76 | 0,64 | 0,69 | 0,63 | 0,62 | 0,61 | 0,58 |
| 5 | 0,82 | 0,78 | 0,65 | 0,70 | 0,65 | 0,64 | 0,62 | 0,60 |

Tādā gadījumā apgaismes iekārtas kopjauda

*P* = *n∙N∙Psp* = 2∙7∙36 = 504 W

un apgaismošanas īpatnēja slodze



Ja izmantosim firmas Ge Lighting apgaismes ķermeni 5500 sērijas, tad apgaismes ķermeņa izmantošanas koeficientu var atrast no 9.6. tabulas, izejot no aprēķināta telpas indeksa un atstarošanas koeficientu vērtībām. No 9.6. tabulas izriet ka *U* = 0,453 un nepieciešamais apgaismes ķermeņu skaits

9.6. tabula

**Izmantošanas koeficienta *U* noteikšanai gaismas ķermenim 5500/418/5**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Atstarojuma koeficienti *ρ*** | | | **Telpas koeficients *φ*** | | | | | |
| Griesti | Sienas | Grīdas | 1.00 | 1.50 | 2.00 | 3.00 | 4.00 | 5.00 |
| 0.70 | 0.50 | 0.10 | 0.428 | 0.488 | 0.519 | 0.554 | 0.572 | 0.583 |
| 0.70 | 0.30 | 0.10 | 0.394 | 0.459 | 0.495 | 0.535 | 0.556 | 0.570 |
| 0.70 | 0.10 | 0.10 | 0.369 | 0.436 | 0.474 | 0.518 | 0.542 | 0.558 |
| 0.50 | 0.50 | 0.10 | 0.420 | 0.478 | 0.509 | 0.542 | 0.559 | 0.571 |
| 0.50 | 0.30 | 0.10 | 0.390 | 0.453 | 0.488 | 0.525 | 0.546 | 0.560 |
| 0.50 | 0.10 | 0.10 | 0.367 | 0.433 | 0.469 | 0.511 | 0.534 | 0.S49 |
| 0.30 | 0.50 | 0.10 | 0.412 | 0.469 | 0.499 | 0.531 | 0.548 | 0.559 |
| 0.30 | 0.30 | 0.10 | 0.386 | 0.447 | 0.481 | 0.517 | 0.537 | 0.550 |
| 0.30 | 0.10 | 0.10 | 0.365 | 0.429 | 0.465 | 0.505 | 0.527 | 0.641 |
| 0.70 | 0.50 | 0.20 | 0.442 | 0.509 | 0.545 | 0.586 | 0.608 | 0.ё22 |
| 0.70 | 0.30 | 0.20 | 0.404 | 0.474 | 0.515 | 0.561 | 0.587 | 0.ё05 |
| 0.70 | 0.10 | 0.20 | 0.375 | 0.448 | 0.490 | 0.540 | 0.569 | 0.589 |
| 0.50 | 0.50 | 0.20 | 0.431 | 0.494 | 0.527 | 0.565 | 0.585 | 0.587 |
| 0.50 | 0.30 | 0.20 | 0.397 | 0.464 | 0.502 | 0.544 | 0.568 | 0.583 |
| 0.50 | 0.10 | 0.20 | 0.371 | 0.440 | 0.480 | 0.527 | 0.553 | 0.570 |



Tādā gadījumā apgaismes iekārtas kopjauda

*P =* *n∙N∙Psp* = 4∙10∙18 = 720 W.

Apgaismošanas īpatnēja slodze



5. Lai iegūtu pietiekamu apgaismojumu apgaismes ķermeņus jānovieto nominālā attālumā *LN*. Nominālo attālumu starp apgaismes ķermeņiem *LN* (SHR NOM), ka attiecību pret piekares augstumu var izvelēt no rindas 0,5-0,75-1,0-1,25-1,5, bet ne lielāku par *Lmax* (SHR MAX). Piemēram, firmas GE Lighting apgaismes ķermenim 5500/418/5 nominālais attālums*LN* = 1,50 un maksimālais – *Lmax* = 1,63.

Ka zināms, apgaismes ķermeņus (AK) vislabāk novietot kvadrātu vir­sotnēs (9.3. att.). Maksimālā attiecība pret piekares augstumu ir *Lmax* = 1,63, piekares augstums *H*1 = 2,4 m. Tad maksimālais attālums starp AK nevar pārsniegt 3,91 m, nominālai attālums - 3,6 m. Nominālo attālumu starp apgaismes ķermeņiem *LN* (SHR NOM) var izvelēt no rindas 0,5-0,75-1,0-1,25 vai no rinda 1,8 m – 2,7 m – 3,6 m – 4,5 m. Attālumu no sienām līdz pirmajām apgaismes ķermeņa rindām var izvē­lēt vienādus ar (0,4-0,5) *LN*, tātad attālums var būt no 1,44 m līdz 1,8 m. Viens no iespējamam apgaismes ķermeņu novietojumam telpā parādīts 9.5. attēlā.

|  |  |
| --- | --- |
| ***a*** | ***b*** |

9.5. att. Apgaismes ķermeņa ARS/R (*a*) un 5500**/**418/5 (*b*) novietojums telpā

Pirmajā gadījumā (9.5. att. *a*) *LNB* = *lB*/*H*1 = 2/2,4 = 0,83 un *LNB*/2 = 0,42, *LNA* = *lA*/*H*1 = 3/2,4 = 1,25 un *LNA*/2 = 0,625. Tātad *LNB* = 0,83 < *LN* = 1,5 un *LNA* = 1,25 < *LN* = 1,5. Labāk izmantot apgaismes ķermeņus ARS/R 2x36 W ar *N* = 7 vai 8.

Otrajā gadījumā (9.5. att. *b*) *LNB* = *lB*/*H*1 = 3/2,4 = 1,25 un *LNB*/2 = 0,625, *LNA* = *lA*/*H*1 = 1,75/2,4 = 0,73 un *LNA*/2 = 0,36. Tātad *LNB* = 1,25 < *LN* = 1,5 un *LNA* = 0,73 < *LN* = 1,5. Te arī labāk samazināt AK skaitu izmatojot luminiscences spuldzes OSRAM Lumilux PLUS.

Tālāk varam pārbaudīt, ka ietekmē spuldzes jaudas uz AK skaitu un uz patērēto jaudu. Aprēķina rezultāti sakopoti 9.6. tabulā.

No iegūtiem rezultātiem var secināt, ka no patērētas jaudas viedokļa vislabāk izmantot 3 AK ARS/R 4x36 W ar spuldzēm OSRAM Lumilux PLUS vai PHILIPS TLD SUPER.

Tātad, lietojot racionālas iekārtas, varētu panākt jaudu 8 W/m2 biroja telpām, neskaitot vietējo darba apgaismojumu, kurš vajadzīgs konkrētiem mērķiem.

9.6. tabula

**Apgaismes ķermenis ARS/R un 5500 ar 4 luminiscences spuldzēm**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **AK tips** | **Spuldžu jaudas, W** | **Φsp,**  **lm** | **Apgaismes ķermeņu skaits N** | ***P*,**  **W** | ***LNB*** | ***LNB*/2** | ***LNA*** | ***LNA*/2** | ***p*,**  **W/m2** |
| ARS/R | 18 | 1150 | 9 | 648 | 0,83 | 0,42 | 1,25 | 0,625 | 12 |
| ARS/R | 18 | 1350 | 8 | 576 | 1,25 | 0,625 | 0,94 | 0,47 | 10,7 |
| ARS/R | 36 | 2850 | 4 | 576 | 1,25 | 0,625 | 1,875 | 0,94 | 10,7 |
| ARS/R | 36 | 3350 | 3 | 432 | 1,25 | - | 1,25 | 0,625 | 8 |
| 5500 | 18 | 1150 | 10 | 720 | 1,25 | 0,625 | 0,73 | 0,36 | 13,3 |
| 5500 | 18 | 1350 | 9 | 648 | 0,83 | 0,42 | 1,25 | 0,625 | 12 |
| 5500 | 36 | 2850 | 4 | 576 | 1,25 | 0,625 | 1,875 | 0,94 | 13,3 |
| 5500 | 36 | 3350 | 4 | 576 | 1,25 | 0,625 | 1,875 | 0,94 | 13,3 |

Lai pārbaudīt cik vienmērīgi sadalās apgaismojums pa telpu jāizmanto speciālas aprēķina programmas, piemēram DIALUX.

**9.2. APGAISMOJUMA IZVĒLE DZĪVOKĻOS**

Racionālai enerģijas izmantošanai apgaismojumam ir vairāki aspekti:

1. lietderīga dabīgās gaismas izmantošana;
2. pareiza kopējā un vietējā apgaismojuma izmantošana;
3. pareiza spuldžu gaismas spējas izvēle;
4. spuldžu un apgaismojuma tipu izvēle;
5. pareiza gaismekļa izvēle.

Eksistē pieci paņēmieni enerģijas patēriņa minimizācijā apgaismojuma vajadzībām:

1. augsta spuldžu gaismas atdeve;
2. augsts apgaismojuma iekārtas lietderības rādītājs;
3. zemi zudumi palaišanas iekārtās;
4. augstas telpas atstarošanas īpašības;
5. optimālā apgaismojuma vadīšana.

Dzīvokļos ir jāgādā par augstu redzes komfortu. Ar komfortu ir jāsaprot redze bez jūtamas adaptācijas mobilizācijas nepieciešamības. Bez tādiem iepriekš minētiem faktoriem kā gaismas plūsma vēl ir svarīgi tās spektrs un gaismas plūsmas fokusējums. Tas rada pareizas gaismas un ēnas attiecības, kuras ir gaismas komforta pamatā. Dzīves telpās tam ir vēl svarīgāka nozīme, nekā darba vietās.

Izšķir kopējo, vietējo un kombinēto apgaismojumu.

|  |
| --- |
| 9.6. att. Kopējā un vietējā apgaismojuma rādītāji |

Īpatnējās enerģijas daudzums kopējam apgaismojumam ir 1,5 kWh/m2 ziemā nedēļas laikā. Tieši tiek izmantoti 29% no izlietotās enerģijas. Cita ir šī attiecība, izmantojot vietējo apgaismojumu. Šajā gadījumā nepieciešami tikai 0,7 kWh/m2 un tieši tiek izmantoti 61% no izlietotās enerģijas (9.6. att.).

Kopējais apgaismojums tiek uzskatīts par pietiekamu, ja uz 1 m2 platības pienākas 15 - 25 W (atkarībā no gaismekļa konstrukcijas) kvēlspuldžu jaudas un telpas rakstura (9.7. tab.)

9.7. tabula

**Kopēja apgaismojuma vidēja jauda dzīvokļos**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Telpa | Vidēja jauda, W/m2 | | |
| Kvēlspuldze | Halogēna spuldze | Luminiscences spuldze |
| Guļamistaba | 10-20 | 14-17 | 4-5 |
| Viesistaba | 10-35 | 25-30 | 7-9 |
| Virtuve | 12-40 | 30-35 | 8-10 |
| Vannas istaba | 10-30 | 23-27 | 6-8 |
| Gaitenis | 10-15 | 11-13 | 3-4 |
| Pagrabs / garāža | 10-15 | 11-13 | 3-4 |
| Hobijs istaba | 30-90 | 70-80 | 18-22 |

Kopējam apgaismojumam grīdas līmenī ir jābūt 30 lx. Pie kopējā apgaismojuma var izpildīt darbu, kurš neprasa redzes sasprindzinājumu. Šis apgaismojums mīkstina pāreju no gaismas uz ēnu, kas ir kaitīgi redzei un apvieno telpas interjeru funkcionālās zonas kopējā interjera kompozīcijā. Kopējais apgaismojums piedervisai telpai un tāpēc tam kalpo gaismekļi, kurus piekar pie griestiem telpas vidū.

Kopējā apgaismojuma gaismekli atšķiras ar gaismas virzienu. Gaismekļi, ar gaismu virzītu uz augšu (9.7. att. a), rada vienmērīgu apgaismojumu. Gaismekļus, kuru gaisma virzīta galvenokārt uz leju (9.7. att. b), izmanto gadījumos, ja šāds apgaismojums nav vienīgā kopēja apgaismojuma sastāvdaļa. Tās izmanto atsevišķu telpu zonu apgaismojumam.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ***изображение непрямого освещения***  ***a*** | ***изображение направленного освещения***  ***b*** | изображение рассеянного освещения  c |

9.7. att. Gaismekļi, ar gaismu virzītu uz augšu (a) un gaismekļus, kuru gaisma

virzīta galvenokārt uz leju (b), gaismeklis ar izkliedētu gaismu (c)

Minimālais dažādu dzīvokļa zonu apgaismojums ir šāds:

kopējais istabu apgaismojums 30 lx

virtuvju kopējais apgaismojums 75 lx

galda virsmu apgaismojums 100 lx

ēdienu gatavošanas zonā 100 lx

ēšanas zonā 50 lx

Parādes apgaismojumam gaismas plūsma jāpalielina vidēji trīskārtīgi.

Lai vidējais apgaismojums būtu vienāds 100 lx, var izmantot datus no 9.8. tabulas, kura parāda vidējas jaudas uz 1 m2 ar dažāda tipa gaismekļiem.

9.8. tabula

**Gaismekļu vidējas jaudas kopējam apgaismojumam uz 100 lx**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Gaismekļa tips**  **kopējam apgaismojumam uz 100 lx** | **Istaba** | **Kvēlspuldze,**  **W/m2** | **Halogēna lampa, W/ m2** | **Luminiscences spuldze, W/ m2** |
| Stāvlampa  Galda lampa  Sienas lampa  Lustra  Plafons | Gaiša | 20 | 15 | 4 |
| Tumša | 30 | 20 | 6 |

**9.3. VIETĒJAIS APGAISMOJUMS**

Pie daudziem nodarbošanās veidiem nepietiek ar kopēju apgaismojumu. Šim nolūkam vienā vai vairākās telpas vietās, saskaņā ar konkrētām vajadzībām, paredz vietējo apgaismojumu (9.8. att. a). Ja uz galda maz vietas, var izmantot spuldzi, ko pieskrūvē galda malai. Ērtas ir spuldzes, kuru stāvokli virs darba vietas var mainīt. Atpūtas vietā lasīšanai ērts ir grīdas vai sienas gaismeklis. Ērts arī griestiem piekarams gaismeklis ar regulējamu augstumu.

|  |  |
| --- | --- |
| ***изображение местного освещения***  ***a*** | ***изображение смешанного освещения***  ***b*** |

9.8. att. Vietējais apgaismojums (*a*), kombinētais apgaismojums (*b*)

Dažādiem nodarbošanās veidiem atbilst sekojošas prasības pret apgaismojumu:

|  |  |
| --- | --- |
| Darba veids | lx |
| Lasīšanai, darbam pie rakstāmgalda | 300 |
| Ēdiena gatavošanai | 200 |
| Šūšanai, adīšanai | 400 |
| Rasēšanai | 500 |

Vietējam apgaismojumam obligāti nepieciešams spoguļa vai baltais reflektors, kurš virza gaismu darba vietā neatkarīgi no tā, vai tas ir darba galds, skolnieka darba vieta vai atpūtas vieta dīvāna stūri, kur cilvēks lasa. Jāatceras, ka apgaismojums ir apgriezti proporcionāls attāluma kvadrātam no gaismas avota.

Tātad, jo tuvāk spuldze darba vietai, jo mazāka var būt tās jauda. Lasīšanai var izmantot 60 W spuldzi 0,5 m attālumā. Rasēšanai var izmantot 100 – 150 W spuldzi 0,8 - 1,0 m attālumā no virsmas. Vietējā apgaismojuma gaismekļi konstruktīvi 0,5 m aplī dod gaismu, pietiekošu lasīšanai vai rakstīšanai vidēja vecuma cilvēkam. Vecākiem cilvēkiem vajadzīgs spilgtāks apgaismojums, ko panāk, nepalielinot spuldžu jaudu, bet izmainot attālumu. Šādas lampas dod iespēju gaismu novirzīt uz darba priekšmetu un vienlaicīgi pasargāt acis no tiešiem gaismas stariem. Tāds gaismeklis ar 40 - 60 W spuldzi dod 200 lx apgaismojumu 30 - 40 cm attālumā.

Atpūtas vietās, telpas dizaina efekta iegūšanai, bieži lieto sienas gaismekli ar sveču spuldzītēm bez reflektoriem. Vietējā apgaismojuma efekts līdz ar to ir zems. Vēlamo efektu var sasniegt, izmantojot foliju. Izgriežot sektoru aplī un salīmējot malas izgriezuma vietā, veidojas konuss, ko no augšpuses uzmauc spuldzēm. Attiecīgi to novietojot, var novirzīt gaismu vajadzīgā vietā, praktiski divkārši palielinot apgaismojumu.

Kombinēto apgaismojumu var panākt ne tikai ar kopējā un vietējā apgaismojuma kombināciju, bet arī ar kombinētiem gaismekļiem, kuri noteiktās telpu zonās rada vietējo ar pietiekamu kopējā apgaismojuma intensitāti (9.8. att. *b*). Pie šādiem gaismekļiem pieder tādi, kam ir vairākas spuldžu grupas, pie kam vienas grupas gaisma virzīta uz leju. Kopējais apgaismojums tiek panākts ar izkliedētu gaismu. Vietējo apgaismojumu var nodrošināt centrālā spuldze, kopējo - vairākas mazākas jaudas spuldzes, novietotas aplī ap centrālo.

Zinot vēlamo apgaismojumu un dzīvojamās telpas platību, var noteikt nepieciešamo kopējā apgaismojuma spuldžu jaudu. Tā, piemēram, vēlamais apgaismojums ir 50 lx. Gaismeklis ar gaismas virzienu uz leju. Platība 10 m2. Kvēlspuldzes jauda - 120 W vai luminiscentā 35 W.

Visracionālākais apgaismojums, kurs nodrošina kā utilitārās, tā arī dekoratīvās prasības, ir zonāls apgaismojums. Šādam apgaismojumam vajadzīgs lielāks gaismekļu skaits un tātad tas dod lielāku apgaismojuma paņēmienu dažādību. Ja šādiem mērķiem tiek izmantoti virzīti gaismas gaismekļi, galda, grīdas un sienai piestiprināmie, tad tas palielina dzīvokļa mājīgumu un komfortu. Šādiem gaismekļiem der 1,5-2 reizes mazākas jaudas spuldzes, nekā kopējos gaismekļos. Rezultātā 18 - 20 m2 istabā var ietaupīt līdz 200 kWh gadā.

Izmantojot kvēlspuldzes, var ietaupīt enerģiju:

* aizvietojot divas mazākas jaudas spuldzes ar vienu nedaudz lielāku, piemēram, divas 60 W uz vienu 100 W, kas ar to pašu apgaismojumu samazina enerģijas patēriņu par 12%;
* lietojot vietējo apgaismojumu;
* aizvietojot spuldzes uz lietošanas perioda beigām;
* lietojot kriptona spuldzes;
* nodrošinot mazās sprieguma novirzes;
* samazinot apgaismojumu papildtelpās;
* regulāri tīrot spuldzes un gaismekļus.

Uz ekspluatācijas beigām kvēlspuldžu gaismas plūsma samazinās par 15%.

Dzīvojamo telpu apgaismojumam var lietot arī luminiscentās spuldzes. Šajā gadījumā jāgādā par labu gaismas spektru, ko var sasniegt ar silti-balto vai neitrāli balto krāsu gaismu. Sevišķa nozīme tam ir telpās, kur izmanto televizorus vai videoiekārtas. Šim nolūkam der, piemēram, minimālas jaudas (20 W) kompaktspuldzes, ko novieto aiz tele- vai videoiekārtas, aizklājot to no priekšpuses.

Virtuve ir dzīvokļa pamatdarba vieta. Virtuves darba vietu apgaismojumam jānodrošina ergonomiskās prasības. Tam jāatbilst optimālām darba prasībām, jānodrošina darba virsmu apgaismojumu ar izkliedētu (difūzu) gaismu (9.9. att.). Kā gaismas avotus var izmantot arī luminiscentās silti-baltās gaismas spuldzes. Tās var ērti novietot, piemēram, zem uzkaramiem skapīšiem, tādējādi nodrošinot neaizēnotu darba vietu apgaismojumu. Tai pašā laikā spuldzes piever ar speciālu armatūru, lai pasargātu tiešās gaismas iekļūšanu redzes lokā.

Vannas istabai ir ļoti noderīgas parastās luminiscentās vai kompaktspuldzes. Tikai jāņem vērā, ka pēdējās, ieslēdzot, attīsta pilnu gaismu pēc zināma laika, kas var izrādīties būtiski, piemēram, no rītiem, gatavojoties darbam.

**Vannas un dušas istabas** - mitras telpas. Elektroinstalācijai vannas istabā ir noteikti stingri noteikumi. Tādām elektroierīcēm, kā galda lampas, stāvlampas, putekļu sūcēji, audio iekārta, matu žāvētāji, ultravioleto staru lampas utt., kuras tiek ieslēgtas neiezemētās ligzdās, var būt negatīvas sekas. Elektrības noteikumos vannas istaba ir sadalīta atsevišķās zonās. Jo tuvāk vannai vai dušai, jo stingrākas prasības.

|  |
| --- |
| освещение столовой комнаты  9.9. att. Virtuves apgaismojuma piemērs |

Telpās ar vannu un dušu izšķir zonas 0, 1, 2 un 3 (9.10. att.). Ar šo zonu iedalījumu tiek noteiktas bīstamības zonas, kurās mitrums, cilvēka ķermeņa pretestības samazinājums un savienojums ar zemes potenciālu, var veidot bīstamu strāvu caur ķermeni.

Zona 0 ietver vannas vai dušas kabīnes iekšpusi. Šajā zonā pastāv ļoti liela bīstamības pakāpe. Var izmantot apgaismes ķermeņus ar IP 57, barošana ar transformatoru ≤ 12 V.

Zona 1 tiek norobežota ar vertikālām plaknēm ap vannas vai dušas telpu. Ap atsevišķi stāvošu dušu bez dušas telpas zona 1 veidojas atbilstoši cilindra ārējai virsmai ar rādiusu R = 0,6 m ap dušas sietiņu. Zonā 1 var izmantot apgaismes ķermeņus ar IP 44, barošana ar transformatoru ≤ 12 V.

Zona 2 sāniski robežojas ar zonu 1 platumā 0,6 m (smidzināšanas zona). Zonā 2 var izmantot apgaismes ķermeņus ar IP 23, barošana ar transformatoru ≤ 12 V.

|  |  |
| --- | --- |
| ***a*** | ***b*** |

9.10. att. Zonu iedalījums vannu un dušas telpās: *a* – apgaismojumam; *b* – elektriskajai

instalācijai

Zona 3 sāniski robežojas ar zonu 2 platumā 2,4 m. Zonā 3 var izmantot apgaismes ķermeņus ar IP 21, barošana ar transformatoru ≤ 50 V.

Zonās Nr.1 un Nr.2 apgaismošanas elementiem jābūt stacionāri samontētiem. Lai elektroinstalācija tiktu ierīkota izmantojot izolācijas materiālus un lai gaismas avots būtu pilnīgi izolēts no mitruma, var vadīties pēc sienas lampu klasifikācijas.

**Zonā Nr.1** vispār nedrīkst būt nekādu elektrības ligzdu.

**Zonā Nr.2** var būti ligzdas, kas paredzētas tikai elektriskajiem skujamajiem, kuru aizsardzības klase IP24, bet spriegums – 110 V. Šīm ligzdām ir jābūt montētām ne zemāk kā 1,7 m no grīdu virsmas.

**Zonā Nr.3** atļauts ierīkot 230 V ligzdas ar iezemējumu, kuru aizsardzības klase IP21 un IP20. Ligzdām jābūt pievienotām caur strāvās noplūdes releju un ierīkotām ne zemāk kā 1,7 m no grīdu virsmas. Tad var izmantot iezemētas ierīces ar divkāršu izolāciju, tādas, kā audio iekārta, matu žāvētāji un fēni utt. Nelietojiet šīs ierīces, ja esat slapji vai kā citādi esat saskāries ar ūdeni.

Ārējam apgaismojumam kompaktspuldzes labi aizstāj kvēlspuldzes. Sevišķi ņemot vērā, ka spriegumam naktīs ir tendence paaugstināties, kā rezultātā kvēlspuldzes ātri iziet no ierindas. Ārējam apgaismojumam var ieteikt gaismas regulēšanas iekārtas (pusvadītāju regulatorus). Pastāvīgam drošības apgaismojumam var rekomendēt nātrija zemspiediena spuldzes to mazā enerģijas patēriņa dēļ. Brīvi stāvošās celtnes pietiek apgaismot no diviem diagonāliem punktiem, lai panāktu visu fasāžu pietiekamu apgaismojumu.

**9.4. APGAISMOJUMS DARBA TELPĀS**

Risinot apgaismojuma problēmas, jāvadās ne tikai no enerģētiskiem apsvērumiem, bet jāievēro cilvēku labsajūta, veselība un darba vietas drošība. Faktori, kas ir labvēlīgi cilvēkam vienlaicīgi izrādās arī enerģētiski racionāli. No medicīniskā viedokļa izriet, ka maiņu darbos ar apgaismojuma līmeni iespējams labvēlīgi iespaidot bioloģiskos ritmus, paceļot nepieciešamā laikā uztveres asumu un uzmanību. No šāda viedokļa racionāli ir dažādi apgaismojuma līmeņi tumšajā un gaišajā diennakts laikā (nakts, vakara un dienas apgaismojums).

Apgaismojuma pamatā ir kopējā gaisma. Tai jānodrošina telpas vienmērīgs apgaismojums, neatkarīgi no iekārtojuma un darba vietu izvietojuma. Kopējais apgaismojums nodrošina telpas brīvu un saprātīgu izmantošanu. Gadījumos, ja kopējais apgaismojums darba vietās nav pietiekams, tām papildus jāparedz vietējais apgaismojums.

Darba vietu apgaismojums tiek paredzēts tur, kur darbs saistīts ar lielāku redzes piepūli, vai arī vecāku cilvēku darba vietās, kuriem sliktākas redzes dēļ, ir nepieciešama lielāka gaisma.

Lietojot uz darba vietām orientētu gaismu, tiek apgaismota arī visa telpa, bet apgaismojuma galvenais uzdevums ir radīt komforta apstākļus darba vietās. Šajā gadījumā kopējā apgaismojuma līmenis var būt zemāks, bet tam ir jābūt pietiekamam kustību zonās. Tādā veidā var ietaupīt enerģiju.

Veikalu un reprezentatīvās telpās ar noteiktu attiecību starp kopējo un vietējo apgaismojumu var ietaupīt daudz enerģijas. Šajā gadījumā kopējam apgaismojumam lieto spuldzes ar lielu gaismas atdevi (luminiscentās vai kompaktspuldzes). Samērā tumšu virsmu vietējo, labi fokusēto apgaismojumu panāk ar kvēlspuldzēm, halogēnām vai halogēnām metāltvaiku spuldzēm. Spuldžu izvēli saskaņo ar precīzām apgaismojuma intensitātēm un objektu izmēriem. Ar starojuma leņķi uz objektu ir iespējams ar līdzīgām apgaismošanas intensitātēm ietaupīt līdz 2/3 enerģijas un palielināt lietderību.

Lietojot racionālas iekārtas, varētu panākt jaudu: 12 W/m2 mazām kantora telpām (10 m2) un 10 W/m2 lielākām telpām, neskaitot vietējo darba apgaismojumu, kurš vajadzīgs konkrētiem mērķiem. Ja galda gaismekļos lieto halogēna spuldzes, jālieto līdzekļi, kuri minimizē ultravioleto starojumu.

Enerģētiski racionāls risinājums tiek sasniegts ar noteikumu, ja izvēlas ne tikai izdevīgas spuldzes un gaismekļus, bet arī racionāli organizē visu sistēmu, kurā tiek iekļauti dienas gaisma, mākslīgās gaismas vadības un regulēšanas sistēmas, kā arī apgaismojuma un citu sistēmu (klimatisku) kopējā optimizācijā.

**9.5. APGAISMOJUMA LIETDERĪBAS PAKĀPE**

Apgaismojuma lietderības pakāpe rāda, kāda gaismas daļa tiek lietderīgi izmantota. Ja lietderības koeficients pārsniedz 0,8, tad to uzskata par ļoti labu. Ja tas ir mazāks par 0,5, tad tas ir zems.

Labs gaismas virzības iekārtu materiāls ir tāds, kas atbilst augstām atstarošanas spējām, augstai caurlaides pakāpei gaismas caurlaidošiem materiāliem (stikli, rastri, drēbe). Opālstikls absorbē gaismu maz, bet atstaro lielu tas daļu spuldzes virzienā, samazinot derīgo starojumu.

Parabolspoguļrastriem parasti ir lieli izgriezumi spuldzes ielikšanai, kur arī notiek liela gaismas absorbcija vai tās atstarošana uz spuldzi.

Pietiekoši lielam jābūt izejas atvērumam. Kompaktiem gaismas avotiem šaurās armatūrās lielas gaismas plūsmas dēļ daļa gaismas zūd. Tas attiecas arī uz spuldzēm ar netīrām kolbām.

Divu un vairākspuldžu gaismekļos attālumam starp spuldzēm ir jābūt vismaz divreiz lielākam par spuldzes diametru. Pretējā gadījumā starp spuldzēm notiek liela savstarpējā enerģijas absorbcija.

|  |
| --- |
| 9.11. att. Dziļā starojuma spoguļrastra gaismekļi |

Telpiskā lietderības pakāpe rāda, kāda daļa no gaismas plūsmas sasniedz horizontālo plakni 85 cm augstumā no grīdas (galdu virsmas). Augsta telpiskā lietderība atbilst zemām, bet lielas platības telpām, ar labi atstarojošām sienām un griestiem ar netiešu gaismu un tieši starojošiem gaismas sadalījumiem.

Priekšstati par pareizo īpatnējo enerģijas patēriņu apgaismojumam svārstās starp "mazāk par 9W/m2" un "maksimāli 15W/m2". Vērtējumu pamatā tomēr ir dati par apgaismojumu. Apgaismojuma sistēmu salīdzinājumiem jāiziet no W/m2 uz lx (uz 100 lx). Tā, piemēram:

* mazās ofisu telpās 2,7 W/m2 uz 100 lx
* ofisos ar vairākām darba vietām - 2,5 W/m2 uz 100 lx
* lielās darba telpās - 2,3 W/m2 uz 100 lx

ar gaišām telpu plaknēm un augstās gaismas atdeves spuldzēm.

Apgaismojums var būt:

* dziļā starojuma spoguļrastra gaismekļi (9.11.att.);
* dziļi plašā starojuma spoguļrastra gaismekļi (9.12. att.);
* tiešā - netiešā starojuma piekargaismekļi (9.13.att.);
* orientētais uz darba vietām netiešais apgaismojums (9.14 .att.).

*Dziļā starojuma spoguļrastra gaismekļi* (9.11.att.)

Gaismekļos var izmantot luminiscentās 2xT 36 W; iekārtas lietderības pakāpe 0,6; īpatnējā jauda 2,8 W/m2 uz 100 lx. Priekšrocības:

* izslēgts tiešais apžilbinājums;
* bez traucējošiem spīguļojumiem darba vietā pat, ja gaismas plūsma virzīta 200 uz aizmuguri.

Trūkumi:

* traucējošie spīguļojumi uz horizontālām vai nedaudz noliektām plaknēm, ja gaismas plūsma nav precīzi virzīta uz darba vietu;
* sliktāks vertikālais gaismas sadalījums, kas vairumā gadījumos dod pārāk augstu gaišuma starpību starp horizontālām un vertikālām plaknēm;
* griestu un sienu zonas parasti tiek nepietiekami izgaismotas, kas izsauc neapmierinošu telpisku efektu;
* jūtīgs pret piesārņojumiem (putekļu nosēdumi un pirkstu nospiedumi skaidri redzami).

Dziļi plašā starojuma spoguļrastra gaismekļi (9.12. att.).

|  |
| --- |
| 9.12. att. Dziļi plašā starojuma spoguļrastra gaismekļi |

Var izmantot, piemēram, 2xT 36W; apgaismojuma iekārtas lietderības grāds 0,7; īpatnējā jauda 2,6 W/m2 uz 100 lx.

Priekšrocības:

• labi aizsargātas pret tiešo apžilbinājumu;

* iespējams lielāks atstatums no gaismas avota, kas samazina apžilbinājuma zonu lielumu;
* samazināta gaismas intensitāte un gaismas blīvums 0-200 leņķī, kas mazina spīguļojumu;
* mazāka jutība pret piesārņojumu.

Trūkumi:

* pamatstarojuma zonas robežās iespējams spīguļojuma efekts;
* pastāv iespēja, ka telpiskais efekts ir neapmierinošs, jo griesti un sienas ir nepietiekami izgaismotas;
* spuldzes skaidri redzamas ārpus galvenās gaismas plūsmas;
* vertikālais gaismas sadalījums vēl ir nepietiekami labs.

*Tiešā netiešā starojuma apgaismojums* (9.13.att.)

Gaismekļos var izmantot 2xT 36 W, lietderība 0,8; īpatnējā jauda 3 W/m2 uz l00 lx.

Priekšrocības:

* laba aizsardzība pret tiešo apžilbinājumu;
* labs gaismas sadalījums vertikālā plaknē;
* augsta lietderība telpā ar gaišiem griestiem;
* ļoti augsta apgaismojuma lietderība.

|  |
| --- |
| 9.13. att. Tiešā - netieša starojuma piekargaismekļi |

Trūkumi:

• nepieciešami matēti, pēc iespējas gludi griesti ar augstu atstarošanas spēju;

* dažreiz nepieciešami piekargriesti;
* minimāls griestu augstums (apmēram 2,6 m).

***Uz darba vietām orientēts netiešais apgaismojums***

Gaismekļos var izmantot lxHIT 150 W; apgaismojuma lietderības grāds 0,75; īpatnējā jauda 2 - 4 W/m2 uz 100 lx darba vietas plaknē.

|  |
| --- |
| 9.14. att. Orientētais uz darba vietām netiešais apgaismojums |

Priekšrocības:

* izslēgti gaismas spīguļojumi;
* ērti strādāt ar displejiem;
* telpa šķiet gaiša;
* apgaismojums orientēts uz darba vietām;
* enerģijas patēriņš samērā neliels, jo gaismekļus ieslēdz pēc vajadzības;
* neliela uzstādītā jauda;

vienkārša ekspluatācija.  
Trūkumi:

* nepieciešami matēti, labi atstarojoši griesti;
* vienlampu gaismekļi var radīt stroboskopisku efektu;
* pilna gaisma iestājas dažas minūtes pēc ieslēgšanas;
* pēc atslēgšanas siltās spuldzes ar esošām iekārtām var ieslēgt pēc apmēram 10 minūšu atdzišanas;
* vēlams mazākas jaudas papildapgaismojums pārejas laikam no gaišas uz tumšo diennakts laiku;
* netiecas uz vienmērīgu kopējās telpas apgaismojumu.

**9.6. APGAISMOJUMA IZMAKSAS**

Apgaismojuma izmaksas pēc iespējas jāminimizē. To panāk analīzes rezultātā, kas ir svarīga kā no tehnoloģiskās, tā arī no telpas dizaina prasību viedokļa. Analīzē jāievēro daudzi subjektīvie apsvērumi, kas ir iespējams, piedaloties patērētājiem.

Gada izdevumi apgaismojumam sastāv no amortizācijas, spuldžu nomaiņas, enerģijas un tīrīšanas izmaksām. Gada izmaksu analīze rāda, ka neliela izmantošanas ilguma gadījumā (telpās ar labu dienas gaismas nodrošinājumu) pārsvarā ir amortizācijas izdevumi. Lielā izmantošanas laika gadījumā (lielbirojos,lielrūpniecībā) pamatizdevumi ir enerģijas jomā. Spuldžu izmaksa sastāda tikai 5%no kopējiem izdevumiem. Tāpēc pat palielināta spuldžu izmaksa atmaksājas, ja tas dod enerģijas ietaupījumu.

Kvēlspuldzes un halogēnspuldzes ir slikti enerģijas pārveidotāji un tos lieto tikai tur, kur izmantojama spuldžu jauda un to izmantošanas laiks ir neliels.

Kompaktās spuldzes salīdzināmu parametru gadījumā dod 75% enerģijas ietaupījumu.

Vēl lielāku - 80% ietaupījumu dod cauruļtipa luminiscentās 36 un 58 W spuldzes.

**9.7. APGAISMOJUMA SANĀCIJAS PIEMĒRI**

***Piemērs.*** Izejas stāvoklī 120 m2 telpā tika izmantoti 24 luminiscentie T40W 4 spuldžu gaismekļi ar opālu stiklu un parasto ieslēgšanu iekārtu. Gaismas plūsma 2500 1m, apgaismojums 680 lx, īpatnējais jaudas patēriņš 6W/m3 uz 100 lx, kopējā jauda 4,8 kW, gada izmantošanas laiks 1400 st., gada patēriņš 6720 kWh.

|  |  |
| --- | --- |
| ***a*** | ***b*** |

9.15. att. Pirmais sanācijas piemērs

Pēc rekonstrukcijas tika lietoti divspuldžu gaismekļi ar spoguļreflektoriem un zīdmatētu stiklu (9.15. att.). Spuldzes T 32 W - dabīgi-baltās gaismas, gaismas plūsma 3200 lm, elektroniskā ieslēgšanas iekārta, apgaismojums 640 lx, īpatnējā jauda 2,2 W/nr.

Enerģijas ietaupījums 4340 kWh.

Kā racionāla apgaismojuma rekonstrukcijas piemēru var minēt novecojušā gaismekļa (9.16. att. *a*) aizstāšanu ar efektīvākiem (9.16. att. *b*), kuros liek izmantoti baltie vai spoguļreflektori ar mazāku spuldžu skaitu vai sevišķi efektīvas izlādes spuldzes.

|  |  |
| --- | --- |
| ***a*** | ***b*** |

9.16. att. Otrs sanācijas piemērs

Lielas enerģijas taupīšanas iespējas ir mācību auditorijās. Šeit jāparedz kā racionālu gaismekļu izvēli, tā arī iespējas pielāgot apgaismojumu kā klausītāju skaitam, tā arī dabīgās gaismas intensitātei. Šim nolūkam jāparedz zonālo apgaismojuma ieslēgšanu kvadrātu vai taisnstūru veidā. Atkarībā no klausītāju skaita ieslēdz attiecīgo zonu apgaismojumu. Bez tam, pielāgojot apgaismojumu dažādām diennakts stundām, jāparedz iespēja gaišā diennakts laikā ieslēgt "retinātus" taisnstūrus, tādējādi ietaupot enerģiju.

Svarīgi nodrošināt labu tāfeļu apgaismojumu, ko enerģijas taupīšanas nolūkos panāk nevis ar kopējo, bet ar vietējo apgaismojumu.

**10. NODAĻA**

**APGAISMOŠANAS TĪKLU UZBŪVE**

**10.1. APGAISMES INSTALĀCIJAS ELEMENTU SAGATAVOŠANA**

Instalācijas elementu sagatavo­šanu veic elektromontāžas sagatavju darbnīcas uz stendiem, aizzīmēšanas galdiem un skrūvgaldiem, kas veido tehnoloģisko līniju.

Ja sagatavošanas darbu apjoms ir liels vadu un kabeļu dzīslu apstrādi veic tehnoloģiskajā līnijā, kura sastāv no sarežģītu un augstražīgu mehānismu.

Ir dažādas tehnoloģiskās līnijas, kuras ar specializētiem mehānismiem pilnīgi apstrādā tērauda un plast­masas caurules, vara un alumīnija kopnes, trolejus utt. Tā, piemēram, augsti mehanizētā tērauda cauruļu sagataves tehnoloģiskajā līnijā ar mašīnām un mehānismiem veic

cauruļu griešanu noteikta garuma atsevišķos gabalos;

vītnes uzgriešanu cauruļu galiem;

cauruļu ķīmisku tīrīšanu;

cauruļu iekšējās un ārējās virsmas krāsošanu;

cauruļu locīšanu normalizētos leņ­ķos;

tērauda cauruļu atsevišķu detaļu savienošanu metinot u. c.

Kopņu apstrādes tehnoloģiskajās līnijās ar mehānismiem izdara

taisnstūra kopņu taisnošanu uz platas un šaurās malas;

kopņu savienošanas un nozarošanas vietu aizzīmēšanu;

kopņu griešanu noteikta garuma gabalos;

dotā skaita nepieciešamo izmēru caurumu urbšanu kopnēs;

kopņu locīšanu uz platās un šau­rās malas vai savērpjot;

kopņu kontaktu virsmu tīrīšanu;

kopņu metināšanu un cita metāla plākšņu piemetināšanu tām (piemē­ram, vara plāksnes piemetināšanu alumīnija kopnei, lai to pievienotu elektriskajam aparātam ar vara kon­taktu izvadiem);

fāžu kopņu krāsošanu standarta krāsās.

Katras tehnoloģiskās līnijas sa­stāvs ir individuāls, un tas galveno­kārt ir atkarīgs no elektromontāžas darbu apjoma, esošo mehānismu komplekta un šo mehānismu ražī­guma, atsevišķo apstrādes procesu mehanizācijas ekonomiskās lietderī­bas.

Vadu, kabeļu, cauruļu, kopņu, elektrokonstrukciju un citu elektroietaišu elementu apstrāde ārpus montāžas zonas ir mūsdienu elektromontāžas darbu izpildes progresīva forma: ne­pieciešamie materiāli tiek centrali­zēti piegādāti tieši no elektromontā­žas sagatavju darbnīcām. Ja montā­žas organizācija nepieciešamos ma­teriālus un elektroiekārtas saņem tieši no pasūtītāja, ievērojamu daļu sagatavošanas darbu, kuru veikšanai nav nepieciešami sarežģīti mehā­nismi, lietderīgi veikt montāžas vietā. Tas ietaupa laiku un līdzekļus, kas jāpatērē, nogādājot materiālus no celtniecības vietas uz elektromontāžas sagatavju darbnīcu, bet pēc tam — sagatavotos izstrādājumus no­gādājot atpakaļ uz celtniecības vietu.

Visu elektroietaišu elementu indus­triāla sagatavošana iegūst plašu vē­rienu un ir ieviesta daudzās lielās elektromontāžas organizācijās

### 10.2. ELEKTROINSTALĀCIJAS VEIDI

Elektroinstalācijas metode var izvēlēt pēc 10.1. tabulas atkarība no vada vai kabeļa tipa, ja ārējas vides iedarbība uz vadiem un kabeļiem atbilst standarta prasībām.

Elektroinstalācijas montāža metodes ir atkarīgas no guldīšanas vietas atbilstoši 10.2. tabulai.

10.1. tabula

**Elektroinstalācijas izvēle (IEC 364-5-52-93)**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Vadi un kabeli** | | **Montāža metode** | | | | | | | |
| **Bez stiprinājuma** | **Ar tiešo stiprinājumu** | **Cauruļvados** | **Kārbās** | **Speciālas kārbās** | **Uz balsteņiem, renēs** | **Uz izolatoriem** | **Uz trose (stīga)** |
| Kailvadi | | - | - | - | - | - | - | + | - |
| Izolētie vadi | | - | - | + | + | + | - | + | - |
| Izolētie vadi aizsargapvalkā un kabeli apvalkā, tajā skaitā bruņotie | Daudzdzīslu | + | + | + | + | + | + | ○ | + |
| Viendzīslu | ○ | + | + | + | + | + | ○ | + |

Apzīmējumi: “+” - atļauts; “-” – nav atļauts; “○” – praksē neizmanto.

10.2. tabula

**Elektroinstalācijas sistēmās montāža (IEC 364-5-52-93)**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Guldīšanas vieta** | **Montāža metode** | | | | | | | |
| **Bez stiprinājuma** | **Ar tiešo stiprinājumu** | **Cauruļvados** | **Kārbās** | **Speciālas kārbās** | **Uz balsteņiem, renēs** | **Uz izolatoriem** | **Uz trose (stīga)** |
| Būvniecības konstrukciju tukšumos | 21, 25, 73, 74 | 0 | 22, 73, 74 | - | 23 | 12-16 | - | - |
| Kabeļu kanālos | 43 | 43 | 41, 42 | 31, 32 | 4, 23 | 12-16 | - | - |
| Zemē | 62, 63 | 0 | 61 | - | 61 | 0 | - | - |
| Būvniecības konstrukcijās | 52, 53 | 51 | 1, 2, 5 | 33 | 24 | 0 | - | - |
| Atklāta instalācija pa celtniecības konstrukcijām |  | 11 | 3 | 31, 32, 71, 72 | 4 | 12-16 | 18 | - |
| Gaisā | - | - | 0 | 34 | - | 12-16 | 18 | 17 |
| Ūdenī | 81 | 81 | 0 | - | 0 | 0 | - | - |

Apzīmējumi: “-” – nav atļauts; “0” – praktiski neizmanto.

Piezīme: Cipari tabulā rāda uz numuru pārlūktabulā (sk. 10.3. tabulu)

10.3. tabula

**Montāžās piemēri (IEC 364-5-52-93)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Piemērs** | **Apraksts** | **Uzziņas numurs** |
| **1** | **2** | **3** |
|  | Izolētie vadi cauruļvados zem apmetuma | 1 |
|  | Daudzdzīslu kabeļi cauruļvados zem apmetuma | 2 |
|  | Izolētie vadi cauruļvados atklāti virs apmetuma | 3 |
|  | Viendzīslu un daudzdzīslu vadi cauruļvados atklāti virs apmetuma | 3А |
|  | Izolētie vadi specialas kārbās virs apmetuma  Viendzīslu un daudzdzīslu vadi specialas kārbās virs apmetuma | 4  4A |
|  | Izolētie vadi cauruļvados mūrī | 5 |
|  | Viendzīslu un daudzdzīslu vadi cauruļvados mūrī | 5A |
|  | Izolētie vadi aizsargapvalkā, kabeļi apvalkā, viendzīslu un daudzdzīslu bruņotie kabeļi: |  |
|  | - uz sienas | 11 |
|  | - uz griestiem | 11А |
|  | - uz neperforētām renēm | 12 |
|  | - uz perforētām renēm | 13 |
|  | - uz balsteņiem vertikāli vai horizontāli | 14 |
|  | - uz rievām | 15 |
|  | - uz kāpņu veida rievām | 16 |
|  | *Izolētie vadi aizsargapvalkā*, viendzīslu un daudzdzīslu kabeļi apvalkā, piekarinātie uz troses (stīgas) vai ar nesošo trosi. | 17 |
| **1** | **2** | **3** |
|  | Kailvadi un izolētie vadi uz izolatoriem | 18 |
|  | *Izolētie vadi aizsargapvalkā,* viendzīslu un daudzdzīslu kabeļi apvalkā celtniecības konstrukciju tukšumos | 21 |
|  | Izolētie vadi cauruļvados celtniecības konstrukciju tukšumos | 22 |
|  | Viendzīslu un daudzdzīslu kabeļi cauruļvados celtniecības konstrukciju tukšumos | 22А |
|  | Izolētie vadi speciālās kārbās celtniecības konstrukciju tukšumos | 23 |
|  | Viendzīslu un daudzdzīslu kabeļi speciālās kārbās celtniecības konstrukciju tukšumos | 23А |
|  | Izolētie vadi speciālās kārbās mūrī | 24 |
|  | Viendzīslu un daudzdzīslu kabeļi speciālās kārbās mūrī | 24A |
|  | Viendzīslu un daudzdzīslu kabeļi aizsargapvalkā: | 25 |
|  | - ieguldītie griestu tukšumos  - dubults grīdās |  |
|  | Izolētie vadi, viendzīslu un daudzdzīslu kabeļi kārbās virs apmetuma: |  |
|  | - ieguldītie horizontāli | 31, 31A |
|  | - ieguldītie vertikāli | 32, 32А |
|  | Izolētie vadi kārbās, iegremdētās viena līmenī sienās vai grīdās | 33 |
|  | Viendzīslu un daudzdzīslu kabeļi, iegremdētās viena līmenī sienās vai grīdās | 33А |
|  | Izolētie vadi piekarkārbās  Viendzīslu un daudzdzīslu kabeļi piekarkārbās | 34  34A |
|  | Izolētie vadi cauruļvados ieguldītos horizontāli vai vertikāli slēgtos kabeļu kanālos | 41 |
| **1** | **2** | **3** |
|  | Izolētie vadi cauruļvados ieguldītos ventilējamos kanālos grīdās | 42 |
|  | Viendzīslu un daudzdzīslu kabeļi apvalkos ieguldītie horizontālos vai vertikālos atklātos vai slēgtos kabeļu kanālos, tajā skaitā ventilējamos | 43 |
|  | Izolētievadi aizsargapvalkā, daudzdzīslu kabeli apvalkāietaisītie tieši mūrī | 51 |
|  | Izolētie viendzīslu un daudzdzīslu vadi aizsargapvalkā, viendzīslu un daudzdzīslu kabeli apvalkā ietaisītie tieši mūrī: |  |
|  | - bez papildus mehāniskās aizsardzības | 52 |
|  | - ar papildus mehāniskās aizsardzības | 53 |
|  | Viendzīslu un daudzdzīslu kabeli apvalkā cauruļvados vai specialās kārbās zemē | 61 |
|  | Viendzīslu un daudzdzīslu kabeli apvalkā zemē: |  |
|  | - bez papildus mehāniskās aizsardzības | 62 |
|  | - ar papildus mehāniskās aizsardzības | 63 |
|  | Izolētievadi un kabeļi karnīzēs | 71 |
|  | Izolētievadi un kabeļi grīdlīstu kārbās  \* Vieta sakaru kabeļiem un datortīkliem | 72 |
|  | Izolētievadi cauruļvados vai viendzīslu un daudzdzīslu kabeli apvalkā ieguldinātie: |  |
|  | - durvju kārbās | 73 |
|  | - logu rāmjos | 74 |
|  | Viendzīslu un daudzdzīslu kabeli apvalkā ieguldinātie ūdenī | 81 |

Piezīme. Ilustrācijas nedod precīzu izstrādājuma aprakstu vai montāžas praktiskos paņēmienus, bet izskata tikai montāžas metodes.

Pieļaujamas strāvas pēc IEC 364-5-523.

**10.3. APGAISMES IETAIŠU ATKLĀTĀS INSTALĀCIJAS MONTĀŽA**

Instalācijas sauc par atklātām, ja tās montē tieši pa celtniecības kon­strukciju virsmām (sienām, gries­tiem, kolonnām u.c.), uz izolējošiem balstiem vai caurulēs.

**10.3.1. ATKLĀTAS INSTALĀCIJAS MONTĀŽA TIEŠI PA CELTNIECĪBAS**

**KONSTRUKCIJU VIRSMĀM**

Tieši pa celtniecības konstrukciju virsmām instalē vadus ar polivinilhlorīda izolāciju, va­dus, kas pārklāti ar plānu metāla apvalku, kā arī ka­beļus ar gumijas izolāciju. Atklātas instalācijas kopskats parādīts 10.1. attēlā.

Saskaņa ar elektroietaišu ierīkoša­nas noteikumiem (EIN) vadus ar polivinilhlorīda izolāciju atļauts montēt tieši pa sienām, starpsienām un pārsegu­miem, kas pārklāti ar slapjo vai sauso apmetumu, kā arī pa nedego­šām sienām un šķērssienām sausās telpās, ja elektrisko tīklu spriegums nepārsniedz 380 V.

Vadus novieto paralēli un perpen­dikulāri telpas celtniecības un arhi­tektūras līnijām. Montējot vairākas paralēlas instalācijas līnijas, starp atsevišķo līniju vadiem jābūt vismaz 3 mm.

|  |  |
| --- | --- |
| ***a*** | ***b*** |

10.1. att. Atklātas instalācijas kopskats: iekšēja instalācija; b – ārēja instalācija

Ja vadus ar polivinilhlorīda izolāciju montē pa koka virsmām, taisnos posmos tos stiprina ik pēc 200-250 mm ar naglām (10.2. att. *a*),paliekot zem vadiem tāda platuma izzolējošo lokšņu, lai tas uz katru pusi no vada pār­sniegtu tā platumu par 3-4 mm. Vadus montējot pa betona konstruk­cijām, tos stiprina ar speciālām skaviņām (10.3. att. *b*).Stiprinot ar naglām, nagla no sākuma jāiesit par 3/4 tās garuma tieši pa vidu plēvītei, kas atdala vada dzīslas. Pēc tam, pieliekot naglas galvai tapni, iesit naglu pavisam. Lietojot tapni, tiek novērsta iespēja bojāt vadu ar āmuru. Jācenšas izvairīties no vadu šķērsošanās. Apejot šķēršļus uz be­tona vai ķieģeļu konstrukcijām, va­dus iegulda vaļējās apmestās rievās. Šķērsojot vadus uz koka virsmām, to izolācija šķērsošanas posmā jāpa­stiprina ar 2-3 izolācijas lentes kārtām.

Vadu ar polivinilhlorīda izolāciju ievadot kārbā un lokot uz šaurās malas, dzīslu at­dalošo plēvīti izgriež un tikai tad ievada kārbā (10.2. att. *c*)vai loka taisnā leņķī (10.2. att. *d*). Instalācijas operāciju secība ar plakaniem vadiem paradīta 10.3. attēlā.

|  |
| --- |
| 10.2. att. Atklātās instalācijas elementu mon­tāža, lietojot plakanos vadus ar polivinilhlorīda izolāciju: *a -*stiprināšana ar naglām, *b* — stiprināšana ar speciālām skaviņām, *c —* ievads kārbā,  *d* — vadu locīšana. |
|  |

10. 3. att. Elektroinstalācija ar plakaniem vadiem:

*a* — palīgierīce vadu izlīdzināšanai*; b-h* — vadu apstrāde ar knaiblēm; *i* — palīgierīce divdzīslu vadu pagriešanai par 900; *j* — palīgierīce trīsdzīslu vadu pagriešanai par 900; *k* — palīgierīce vadu krustošanai; *l* — sadales kārbas uzstādīšana; *m* — vadu savienošana sadales kārbā; *п* — nozarojuma kopskats

Pārejot no viena stāva uz otru, vadu ar polivinilhlorīda izolāciju vismaz 2 m aug­stuma no pārseguma instalē tērauda caurulē, lai aizsargātu pret mehānis­kiem bojājumiem. Pārejot no viena telpa uz otro vadu jāaizsarga no mitruma (10.4. att.)

Instalācijas montāžā ar vadiem polivinilhlorīda izolācijā iz­manto arī elektrouzstādīšanas izstrādā­jumu tiešu pielīmēšanu celtniecības (betona, ķieģeļu, metāla u. c.) vir­smām. Pielīmēšanai lieto līmi, kuru montāžas objektos piegādā gatavā veidā, iepildītu tūbi­ņās. Ar pielīmēšanas metodi atļauts stiprināt plastmasas elektrouzstādīšanas izstrādājumus, kuru masa nav lielāka par 200 g un kuriem ir vis­maz 11 mm bieza raupja atbalsta virsma ar vismaz 6 cm2 lielu lau­kumu. Šādus izstrādājumus stiprina pie betona, ķieģeļu, stikla un kerami­kas celtniecības virsmām, kurām ir nepieciešamā stiprība.

|  |
| --- |
|  |

10.4. att. Vadu instalācija caur sienu: *а* - no mitra uz sauso telpu; *b* – no sausa uz sauso telpu;

1— ieliktnis*;* 2 — izolācija caurule; 3— ieejas piltuve mitra telpā; 4— vads

Pielīmēt vadus ar līmi tieši celtniecības konstrukcijām nav ieteicams, jo līmes īpašības ātrās žū­šanas dēļ krasi mainās, kā rezultātā vada stiprinājuma izturība vada posma sākumā un beigās nav vie­nāda. Līdz ar to vads vienā galā var atlīmēties, bet pēc tam atlīmēties var viss instalācijas posms. Vadu stipri­nāšanai ar līmēšanas paņēmienu lieto tikai plastmasas (izņemot polietilēna) stiprināšanas detaļas, jo tērauda de­taļas ātri rūsē, bet alumīnija detaļas nenodrošina nepieciešamo stiprinā­juma izturību līmes pazeminātās adhēzijas dēļ attiecībā pret alumīniju.

Elektrouzstādīšanas izstrādājumu pielīmēšanas operāciju veic divos etapos (sagatavošanas un noslē­guma),

Pirms līmēšanas apskata celtniecī­bas virsmas, lai pārliecinātos par to noderību. Celtniecības virsmai izstrā­dājumu pielīmēšanas vietā jābūt iz­turīgai un līdzenai. Aizliegts pielīmēt izstrādājumus pie mitrām, ar eļļu piesūcinātām, nobalsinātām, krāso­tām un apmestām virsmām.

Pirmā (sagatavošanas) etapa dar­bos ietilpst līniju un pielīmējamo iz­strādājumu uzstādīšanas vietu aizzī­mēšana; izstrādājumu pielīmēšanas vietu notīrīšana; izstrādājumu kom­plektācija un to virsmu attaukošana ar acetonu. Otrā (noslēguma) etapa darbi ir līmes izspiešana no tūbiņas uz celtniecības virsmas un pielīmē­jamā izstrādājuma virsmas tādā daudzumā, kāds nepieciešams, lai iz­veidotos 0,5-1 mm biezs slānītis; lī­mes izsmērēšana ar lāpstiņu (špakteli) uz celtniecības virsmas un pie­līmējamā izstrādājuma (ar līmi pār­klātajam celtniecības virsmas lauku­mam nedaudz jāpārsniedz pielīmē­jamā izstrādājuma virsma); pielīmē­jamā izstrādājuma viegla piespiešana ar līmi pārklātajai celtniecības vir­smai un šāda stāvokļa saglabāšana 3-5 sekundes. Pielīmēt elektrouz­stādīšanas izstrādājumus var tikai tad, ja temperatūra telpa ir augstāka par 0° C. Nostiprināt vadus, kabeļus un citus izstrādājumus pie pielīmē­tām detaļām nedrīkst ātrāk kā 24 stundas pēc pielīmēšanas operācijas pabeigšanas.

Darbojoties ar līmi, stingri jāievēro piesardzība, kā arī ugunsdrošības noteikumi, jo līmes sastāvā ietilpst viegli uzliesmojošais un toksiskais šķīdinātājs — acetons. Pielīmēšanas metode par 70-80% samazina caurumu kalšanas darbu apjomu un 2-3 reizes pa­augstina elektromontetāju darba ra­žīgumu.

Atklāto instalāciju ar aizsargātiem vadiem veic sau­sas apkurināmās, karstās un putek­ļainas sadzīves un ražošanas telpās, ja mehāniskas iedarbības rezultātā instalāciju iespējams sabojāt.

Cauruļveida vadus instalē paralēli un perpendikulāri telpas arhitektūras līnijām. Vadu stiprināšanai izmanto stan­darta štancētas skavas ar vienu vai divām kājiņām. Skavas ar vienu kā­jiņu paredzētas atsevišķa vada stiprināšanai trases horizontālos pos­mos; kājiņai jāatrodas apakšā. Tādas vienas kājiņas skavas, kurām ir štancēta stiprības riba, var izmantot arī vertikāla vada instalēšanai. In­stalējot vadus ar šķērsgriezumu līdz 4 mm2 ieskaitot, attālums starp ska­vām nedrīkst būt lielāks par 500 mm, ja vadi novietoti horizontāli, un lie­lāks par 700 mm, ja vadi novietoti vertikāli. Ja vadu šķērsgriezums ir 6 mm2 un lielāks, attālumus starp skaviņām var palielināt līdz 1000 mm. No kārbām, aparātiem, galu apda­rēm vai ejām cauri sienām skavas jānovieto 50-100 mm attāluma. Attālums no vada liekuma sākuma līdz tuvākajai stiprināšanas skavai nedrīkst būt lielāks par 15 mm (10.5. att. *a ...d*)*.*

|  |
| --- |
|  |

10. 5. att. Atklāti instalētu aizsargājamo vadu stiprināšana:

*a* — instalējot vertikāli ar divu kājiņu skavām, *b* — instalējot horizontāli ar vienas kājiņas skavām, *c* — instalējot ar skavu vairākus vadus, *d* — vadu locījums un skavu stiprināšana pie tā.

Stiprinot cauruļveida vadus alumī­nija apvalkā ar skavām vai ar slok­snītēm un sprādzēm, zem tām jāpa­liek elastīgas (presšpana u. tml.) starplikas, kuram jāpārsniedz skavas vai sloksnītes platums uz katru pusi par 1 mm. Aizsargāto vadu instalē­šanas augstums no grīdas līmeņa vai apkalpošanas laukuma netiek nor­mēts.

Instalējot cauruļveida vadus verti­kāli pa sienām, kā arī horizontāli pa griestiem, metāla apvalka šuvei jā­būt vērstai uz atbalsta konstrukcijas pusi. Šos vadus instalējot pa sienām horizontāli, apvalka šuvei jābūt vēr­stai uz leju, lai mitrums nenokļūtu zem apvalka.

Skavas, kārbas un citus izstrādājumus pie ķieģeļu, betona un līdzī­gām pamatnēm stiprina ar tapām (dībeļiem). Skavu stiprināšanai lieto tapas-naglas. Tās iesit ar pirotehnisko tapni, kura enerģijas avots ir būvmontāžas pistoles B sērijas patrona. Patronas kapsele uzliesmo, uzsitot ar āmuru pa pirotehniskā tapņa kāta galu. Smagas skavas un konstrukcijas, kas tur vadu kūļus, stiprina ar izplēšamajām tapām, kuru uzstādīšanas secība parādīta 10.6. attēlā a, b. Vadus ar aizsargapvalkiem var stiprināt arī pēc viena no 10.7. attēlā parādītajiem paņē­mieniem.

Aizsargātus vadus loka ar speciālām knaiblēm, kurām ir nomaināmi puansoni, vai arī ar konstruktīvi pilnīgākām knaiblēm, kam ir pagriežams universāls puansons.

Cauruļveida vadu liekuma rādiuss nedrīkst būt mazāks par seškāršu vada apvalka diametru. Lokot vadu, knaibles iespiež apvalku. Iespiedumu vietām jāatrodas iespējami tuvu vie­nai pie otras, tomēr tās nedrīkst sa­skarties.

|  |  |
| --- | --- |
| ***a*** | ***b*** |

10.6. att. Operāciju secība, uzstādot un nostiprinot iz­plešamās tapas:

*a* — ar šķiedrvielas pildījumu, *b* — ar izplēšamu uzgriezni.

Knaibļu puansoniem jāatbilst lo­kāmo vadu šķērsgriezumam, bet ap­valks jāiespiež tā, lai to nepārgrieztu un nesabojātu zem tā esošo izolāciju.

Šķērsojot ar aizsargātiem vadiem citus vadus vai cauruļvadus, izveido apeju apmestā rievā vai tē­rauda caurules gabalā, kuru novieto zem vadiem vai cauruļvadiem, kas jāšķērso.

|  |
| --- |
| 10.7. att. Vadu stiprināšana pie celtniecības konstrukcijām:  *a*— ar atsperīgām plastmasas skavām, *b* — ar metāla sloksnīti un sprādzi, *c* — ar atskabargainu tērauda sloksnīti, stienīti un sprādzi, *d* — ar rievotu plastmasas bandāžas sloksnīti pie speciāla nostiprinājuma, e — pabeigti stiprinā­jumi: 1— plastmasas skava, 2 — tapa-nagla, 3 — atskabargaina tērauda sloksnīte, 4 —me­tāla stienītis, 5 — rievota plastmasas bandāžas sloksnīte, 6 — speciāli nostiprinājumi. |

Vietās, kur aizsargātiem vadiem jāiet cauri apmestām koka, ķieģeļu vai betona sienām, uz tiem uzmauc izolācijas vai metāla cauruļu gabalus, kuru galos ievieto porcelāna vai plastmasas tilles.

Lai aizsargātu vadus pret mehā­nisku iedarbību, izvadot instalāciju cauri starpstāvu pārsegumam, tos iesaka ievilkt cauruļu gabalos.

Aizsargātiem vadiem galu apdarina ar nazi, metāla apvalkā izdarot gre­dzenveida un garenisku iegriezumu. Papīra izolāciju nedrīkst pārgriezt ar nazi, tā jānoplēš ar rokam, lai ne­tiktu sabojāta vada izolācija.

Aizsargāto vadu dzīslas savieno un nozaro nozarkārbās metinot, lodējot, sapresē­jot vai izmantojot spailes. Aizsargā­tie vadi jāievada kārbās, aparātos un ierīcēs kopā ar aizsargapvalku.

Lai montētu apgaismes instalācijas tieši pa celtniecības konstrukciju vir­smām, mitrās, sevišķi mitrās, uguns­nedrošās telpās un telpās ar agre­sīvu vidi, kas iedarbojas uz metāla: apvalku, lieto kabeļus ar gu­mijas izolāciju. Kabeļus ar gumijas izolāciju var montēt, ja ap­kārtējās vides temperatūra nav ze­māka par — 15 °C. Atklāti montējot kabeļus ar gumijas izolāciju tos nedrīkst pakļaut tiesai saules staru iedarbī­bai, lai neradītu ātru gumijas izolā­cijas īpašību pavājināšanos.

Kabeļus var locīt ar rokām; lie­kuma, rādiuss nedrīkst būt mazāks par desmitkāršu kabeļa apvalka ārējo diametru. Kabeļu savienošanu un nozarošanu veic kārbās.

**10.3.2. ATKLĀTAS INSTALĀCIJAS MONTĀŽA UZ**

**IZOLĒJOŠIEM BALSTIEM**

Vadu instalēšana uz izolējošiem balstiem ir konstruktīvi vienkārša, bet tajā pašā laikā samērā reti iz­mantojama, tādēļ ka instalācijas mūžs ir īss un nav iespējams plaši lietot industriālās montāžas metodes. Montējot atklāto instalāciju uz izo­lējošiem balstiem, lieto kailus, bet visbiežāk izolētos vadus, kurus stiprina uz izolatoriem ar kāšu, tapu, enkuru vai pusenkuru armatūrām.

Uz armatūras izolatorus stiprina ar vairākiem paņēmieniem: uz kāša atskabargainās daļas uztinot pakulas vai džutu, kas piesūcinātas ar mīniju vai cinka balto; aizlejot izolatora iekšējo tilpumu ar cementa javu, iz­kausētu sēru vai uzkarsētu polieti­lēnu; uzdzenot kāša galam polieti­lēna uzvāzni. Lai nostiprinātu uz armatūras izolatoru ar pakulām un mīniju, kāsi (tapu, enkuru vai pus-enkuru) iespiež skrūvspīlēs un aptin tā atskabargainajam galam vairākas pakulu (džutas) kārtas, kas piesūci­nātas ar mīniju (cinka balto). Tas jādara tā, lai pakulu aptinuma dia­metrs nepārsniegtu izolatora iekšējo diametru vairāk par 8…10 mm; tas nodrošina stingru izolatora uzsēdināšanu uz kāša. Pēc tam izola­tora dibenā ievieto nedaudz pakulu vai tūbas gabaliņu, lai pasargātu to no bojāšanas ar kāša galu, tam pa­garinoties temperatūras izmaiņu dēļ. Ar noteiktu spēku izolatoru uzskrūvē līdz atdurei, bet pēc tam pagriež par puspagriezienu atpakaļ. Šī paņēmiena trūkums: izolatora stiprinājums džu­tas izžūšanas dēļ pēc neilga eksplua­tācijas laika var atslābt.

Izolatora stiprināšanu uz armatū­ras, aizlejot ar cementa javu vai izkausētu sēru, veic šādi. Izolatora iekšpusē ievieto nedaudz pakulu vai tūbas starpliku un uzmauc to uz skrūvspīlēs iespiesta kāša, turklāt atskabargainajai daļai jāatrodas izola­tora dobuma centrā. Pēc tam do­bumu aizlej ar 400 vai 500 markas cementa javu. Analoģiski izolatorus uz armatūras nostiprina, aizlejot ar izkausētu sēru vai polietilēnu. Ja izolatoru aizlej ar karstu sēru vai polietilēnu, tajā var veidoties plai­sas, kas vēlāk izraisa daļēju vai pil­nīgu porcelāna saplīšanu.

Kā pirmo izolatora stiprināšanas paņēmienu rekomendē tā aizliešanu ar sakarsētu polietilēnu, jo tas vis­labāk nodrošina mehānisko stiprību, ķīmisko izturību un montāžas āt­rumu.

Kopīgs trūkums izolatoru stiprinā­šanai uz armatūras, aizlejot tos ar cementu, sēru vai polietilēnu, ir grū­tības šādus izolatorus no armatūras nomontēt, kad jānomaina bojātie izo­latori.

Izolatoru uzskrūvēšana kāšiem ir ļoti darbietilpīga operācija, tādēļ, veicot to lielā apjomā, lieto dažādus mehānismus, to skaitā darbmašīnu izolatoru uzskrūvēšanai.

Lai stiprinātu kāšus un enkurus, uz kuriem nostiprināti izolatori, vis­pirms to uzstādīšanas vietā koka konstrukcijās ar svārpstu izurbj 5-6 mm mazāka diametra caurumus nekā kāša vai enkura vītnes galiņa diametrs. Kokā jābūt ieskrūvētai vi­sai kāša vai enkura vītnei.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ***a*** | ***c*** | ***d*** |
| ***b*** |

10.8. zīm. Izolatoru stiprināšana pie konstruk­cijām:

*a* — uz kāša betona un koka sienā, *b* — uz en­kura un pusenkura, *c* — uz tapām un horizon­tālas skavas,

*d* — uz kāšiem un vertikālas ska­vas.

Uz tapām nostiprinātus izolatorus montē uz skavām. Ķieģeļu, betona un citās celtniecības konstrukcijās cau­rumus kāšu vai enkuru iestiprināša­nai izurbj ar elektriskajām urbjmašī­nām, kuru urbju griezējdaļām pieme­tinātas sevišķi izturīga tērauda plāk­snītes. Kāša uzstādīšanas cauruma dzijumam jābūt tādam, lai tajā ievie­totos kāša galenis, bet cauruma dia­metram jābūt trīs reizes lielākam par kāša diametru. Caurumā jāatrodas vismaz 1/3 no enkura galiņa garuma. Skavu stiprināšanai izkaļ kvadrāt­veida caurumus, kuru mala ir divas reizes garāka par skavas šķeltās da­ļas platumu, bet cauruma dziļumam jābūt vienādam ar 1/3 no skavas stip­rināmās daļas garuma, bet ne mazā­kam par 50 mm.

Pirms kāšu, enkuru un skavu iemūrēšanas no tiem notīra netīru­mus un eļļu, bet caurumus rūpīgi iz­tīra un samitrina ar ūdeni. Cauru­mos ievietotos kāšus, enkurus un skavas iemūrē ar javu, kuras sa­stāvā viena daļa ir cements un trīs daļas — smiltis.

Vadu montāžas sākumā sagatavo­tos vadus novieto gar trasi tā, lai nozarojumi uz gaismekļiem, slēdžiem un kontaktrozetēm atrastos uz izola­toriem. Pēc tam novieto vadus uz izolatoriem, nostiprina tos instalāci­jas sākumposmā un, nostiepjot ar rokām vai polispastu, stiprina pie izolatoru galviņām un kakliņiem ar cinkotu 0,8-1 mm diametra stiepli. Pirms stiprināšanas vadam uztin 2-3 izolācijas lentes kārtas, lai stiprināšanas stieple nesabojātu (ne­pārgrieztu) vada izolāciju. Instalāci­jas taisnos posmos vadus stiprina pie izolatoru kakliņiem vai uz to galviņām (10.9. att. a, b), bet pagrie­zienos un instalācijas virziena mai­ņas vietās — tikai pie kakliņiem vai ar gala sējumu (10.9. att. c, d, e). Vadu šķērsošanās vietās vienu no vadiem ievelk izolācijas caurulītē.

Ja montāžu veic ar darbnīcā iepriekš nesagatavotiem vadiem, vadu nostiepj uz izolatoriem un uz tā at­zīmē nozarošanās un stiprinājumu vietas. Pēc tam vadu noņem, iz­pilda nepieciešamos nozarojumus, vadu stiprināšanas vietās uztin 2-3 izolācijas lentes kārtas, bet pēc tam vadu paceļ, nostiepj un nostip­rina, kā norādīts iepriekš.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |

10.9. zīm. Vadu stiprināšanas veidi, tos at­klāti montējot uz izolatoriem:

*a —* pie izolatora kakliņa, *b —* uz izolatora gal­viņas, c — gala sējums, *d* — instalējot vadus pa sienu,

*e* — instalējot vadus pa griestiem.

**10.3.3. ATKLĀTĀS INSTALĀCIJAS MONTĀŽA CAURULES**

Vadu atklātā instalācija caurulēs var būt noblīvēta vai vaļēja. Vadu insta­lāciju noblīvēt caurulēs nozīmē hermetizēt cauruļu vītņu savienojumus. Šai nolūkā caurules citu ar citu vai ar kārbām savieno, uztinot vītnei pa­kulas, kas piesūcinātas ar mīniju vai cinka balto. Caurules jānoblīvē, mon­tējot instalāciju sprādzienbīstamās, sevišķi mitrās telpās un telpās ar ķīmiski agresīvu vidi, lai aizsargātu izolāciju un vadus pret bojāšanos un koroziju. Cauruļvadu blīvējumam jā­iztur normās noteiktie pārbaudes spiedieni, kuru lielumi atkarīgi no telpu rakstura un apkārtējās vides. Atklāto instalāciju ierīkošanai sau­sās, valgās, karstās, putekļainās un ugunsnedrošās telpās lieto plānsienu tērauda (elektrometinātas) caurules, mitrās un ļoti mitrās telpās — plastmasa caurules. Sprādzienbīstamās telpās atklātās hermētiskās instalā­cijas montē galvenokārt ūdensvadu-gāzvadu tērauda caurulēs. Katrā ga­dījumā cauruļu izvēli un to montā­žas veidu nosaka pēc projekta atka­rībā no instalācijas nozīmes, telpas kategorijas, apkārtējās vides un in­stalācijas īpašām prasībām.

Izmantojot industriālas montāžas metodes, cauruļu, cauruļu pakešu un bloku sagatavošanu (10.10. zīm. *a...d)* veic rūpnīcā vai elektromontāžas sa­gatavju darbnīcās pēc komplektācijas sarakstiem. Sagatavošanas darbu apjomā ietilpst cauruļu tīrīšana, to locīšana vajadzīgajā leņķī, cauruļu galu apstrāde, lai realizētu izrau­dzīto paņēmienu, savienojot tās savā starpā vai ar kārbām (izmantojot vītņotas uzmavas, metinot u. tml.). Sagatavošanas darbos ietilpst arī krāsošana un cauruļu montāža pake­tēs vai blokos.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |

10.10. att. Cauruļu sagataves: a — normalizētos leņķos izliektas caurules, *b* — saliekto cauruļu paketes, c — taisno cauruļu pa­ketes un bloki, *d –* cauruļu bloki ar kopīgiem atlokiem.

Atklāti novietotas nenoblīvētas elektrometinātas caurules savā starpā savieno ar vītņotu savienotājuzmavu (10.11. att. *a*), ar uzmavu un ķīļveida nospriegotāju (10.11. att. *b*), čaulā sa-metinot (10.11. att. *c*) vai apskavā ar skrūvēm (10.11. att. *d*). Viniplasta cau­rules noblīvētos cauruļvados savieno uzmavās līmējot, ar karsto sēžu vai metinot, bet vaļējos cauruļvados — uzmavās bez līmēšanas un metinā­šanas.

Lai caurules būtu ērtāk savienot un ievadīt ievilkšanas kārbās un nozarkārbās, iesaka ievērot 10.4. tabulā dotos attālumus starp cauruļu asīm.

10.4. tabula

**Minimālie pieļaujamie attālumi starp atsevišķi un paketēs montējamu tērauda**

**un plastmasas cauruļu asīm**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Ūdens­vadu —gāzvadu cauruļu nosacītie diametri | | Elektrometi-nāto cau­ruļu ārē­jais dia­metrs, mm | Minimālais attālums, mm | | Plastmasa cau­ruļu ārē­jais dia­metrs, mm | Mini­mālais attā­lums starp blo­kos no­vieto­tām cau­rulēm, mm |
| starp atse­višķi no­vieto­tām cau­rulēm | starp cau­rulēm pake­tēs |
| mm | collas |
| 15  20  25  32  40  50 | ½  ¾  1  1¼  1½  2 | 20  26  32  39  47  59 | 50  65  65  80  80  105 | 60  80  80  100  100  120 | 20  25  32  40  50  63 | 32  40  50  60  70  80 |

Uz celtniecības elementu virsmām atsevišķas caurules stiprina ar ska­vām (10.12. att. *a*) un tapām vai spe­ciāliem stiprinātājiem (10.12. att. *b*).

Lai nostiprinātu vairākas blakus novietotas caurules, lieto speciālas atbalsta konstrukcijas (10.12. att. *c, d, e, f*). Stiprināt ar metināšanu (10.12. att. *e*) drīkst, tikai montējot ūdensvadu-gāzvadu caurules, kurām ir normāls sieniņu biezums.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |

10.11. att. Atklāti novietotu tērauda plānsienu cauruļu savienošanas veidi: *a* — ar vītņotu uzmavu,

*b —* ar uzmavu un ķīļveida nospriegotāju, c — sametinot čaulā, *d* — apskavā ar skrūvēm.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
| 10.12 att. Tērauda cauruļu stiprināšana uz celtniecības elementu virsmām:  *a—* atsevišķas caurules stiprināšana ar skavām, *b —* stiprināšana ar speciāliem stiprinātājiem, *c —* vairāku cauruļu stiprināšana ar tapām uz izvirzītas skavas, *d* — stiprināšana ar balste­ņiem, *e* — stiprināšana uz iemūrētas skavas, tai piemetinot caurules, *f —* cauruļu kūļa stiprinā­šana renēs. |  |  |

Izmantojot instalācijas tērauda caurules par zemēšanas vadu, jāga­rantē drošs cauruļu savstarpējais kontakts un elektriskās ķēdes nepār­trauktība visā cauruļu garumā.

Attālumiem starp atklāti novietotu tērauda cauruļu stiprināšanas pun­ktiem jābūt 2,3-2,5 m, ja to dia­metrs nepārsniedz 26 mm; 2,8-3,0 m, ja diametrs ir 32-40 mm; 3,5-4 m, ja diametrs ir 50 mm un lielāks. Caurulēs ievietotos vadus savieno un nozaro savienošanas, ievilkšanas kārbās un nozarkārbās.

Pēc trases garuma un sarežģītības nosaka nepieciešamo trasē uzstā­dāmo kārbu skaitu. Maksimālais cau­ruļvada garums starp divām blakus esošam kārbām ir atkarīgs no cau­ruļu līkumu skaita šajā posmā, un tas nedrīkst pārsniegt 50 m — posmā ar vienu līkumu, 40 m — posmā ar diviem līkumiem, 20 m — posmā ar trīs līkumiem, 10 m — posmā ar čet­riem līkumiem.

Caurules montē slīpumā uz ievilk­šanas kārbu un nozarkārbu pusi, un tam jābūt vismaz 3 mm uz katru cauruļu līnijas metru, lai caurulēs neuzkrātos gaisā esošo tvaiku kon-densācijas mitrums.

Mitrās un sevišķi mitrās telpās cauruļu instalāciju ievilkšanas kār­bām un nozarkārbām nepieciešamas speciālas mitruma savācējcaurulītes ar ierīci uzkrata ūdens izliešanai. Fi-tinga vai T gabala aizbāžņu, kā arī mitruma savācēju uzmavu montāžā izmanto ar mīniju piesūcinātas pa­kulas.

Tērauda cauruļu savienošanai savā starpā un ar kārbām lieto dažādus paņēmienus (10.13. att. a...f). Sausās telpās, telpās, kurās nav putekļu un vadu izolācijai agresīvu gāzu, tē­rauda caurules atļauts savienot ar uzmavām bez blīvējuma. Ja caurules izmanto par zemēšanas vadiem, to savienojuma vietā jārada drošs elek­trisks kontakts, piemetinot lokanu vai stingu metāla pārvienojumu (10.13. att. f).

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |
|  | 10.13. att. Tērauda cauruļu savienošana sava starpā un ar kārbām: *a —* sametinot čaulā un kārbas īscaurulē, *b —* ievadot caurules tieši kārbā, *c —* ar vītņotu uz­mavu, *d* — ar skrāpējošiem uzgriežņiem, *e —* ar uzmavu un pretuzgriežņiem, *f* — metinot, ar pārvienojumu apejot uzmavas un kārbas;  1 — čaula, 2 — kārbas īscaurulē, *3* — vītņota uz­mava,  *4* — skrāpējošais uzgrieznis, 5 — pretuzgriežņi, 6— pārvienojumi nepārtrauktas elektris­kās ķēdes radīšanai. |

Ja tērauda cauruļu instalācija šķērso ēkas temperatūras vai sēšanās šuves, pāreju izveido ar fitingiem (sk. 10.13. att. c), kurus uzstāda 300 mm uz abām pusēm no šuves un savieno ar lokanām profilskārda. šļūtenēm.

Cauruli piemetina kārbai vai arī caurulei un kārbai piemetinātajai īscaurulei uzskrūvē uzmavu. Lai starp cauruli un kārbu radītu labu kon­taktu, caurules galam uzskrūvē skrā­pējošos uzgriežņus (10.13. att. d) tā, lai tie cieši piekļautos līdz metālis­kam spīdumam notīrītai kārbas sie­niņai.

Caurulēs ievelkamo vadu un kabeļu marku, šķērsgriezumu un skaitu, kā arī cauruļu iekšējos izmērus nosaka pēc projekta. Nepieciešamie dati, lai izvēlētos izmērus tērauda caurulēm, kurās jāievelk viendzīslas vadi, doti 10.5. tabulā.

10.5. tabula

**Tērauda cauruļu izvēles dati, ja tajās** **jāievelk viendzīslas vadi**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Ūdensvadu-gāzvadu cauruļu nosacītais diametrs, mm | Elektrometinātu cauruļu ārējais diametrs,  mm | Lielākais pieļaujamais vadu skaits caurulē, ja dzīslu šķērsgriezums, mm | | |
| 2 | 3 | 4 |
| 20 | 26 | 4...6 | 4...6 | 4...6 |
| 25 | 32 | 10...16 | 10...16 | 10 |
| 40 | 47 | 25...35 | 25..35 | 25 |
| 50 | 59 | 50 | 50 | 35 |
| 70 | — | 70 | 70 | 50 |
| 80 | — | 95-120 | 95 | 70 |

Vadus tērauda caurulēs ievelk ar rokām vai izmanto ievilkšanas palīg­ierīces. Vertikāli novietotās maģistrā­lēs (stāvvados) vadiem jābūt droši nostiprinātiem ar saturplāksnēm vai spailēm, kuras uzstāda cauruļu ga­los vai ievilkšanas kārbās. Vadu stiprināšanas punkti cits no cita ne­drīkst atrasties tālāk par 30 m, ja vadu šķērsgriezums nepārsniedz 50 mm2, un tālāk par 20 m, ja vadu šķērsgriezums ir 70 mm2 un lielāks. Plānsienu caurulēs montētas ap­gaismes instalācijas kopskats para­dīts 10.14. attēlā.

|  |
| --- |
| 10.14. att. Plānsienu tērauda caurulēs montētas apgais­mes instalācijas kopskats:  1 — elektrobarošanas pievads līdz sadalnes panelim, *2* — sa­dalnes panelis, *3* — ievilkšanas kārba, *4* — nozarkārba slēdža un gaismekļa pievadiem, 5 — slēdzis, *6 —* gaismeklis. |

Instalācija plastmasas caurulēs praktiski maz atšķiras no vadu instalācijas papīra-metāla cau­rulēs.

Jaunās paaudzes aizveramās caurules ir klasisko elektroinstalācijas cauruļu un brīvi novietotu vadu apvienojums. Nodrošina drošu instalāciju uz apmetuma, kur kabeļi jāsargā kā pret bojājumiem, tā arī pret putekļiem un netīrumiem. Caurule ir apgādāta ar segumu, kurš, pagriežot turekli, automātiski aizveras. Instalācija ar caurulēm, ka redzams no 10.15. attēla ir pavisam vienkārša: caurule atvēršana; vadu ielikšana pa garenisko atveri; turekļa pagrieziens atļauj aizvērt cauruli. Pateicoties konstrukcijai caurules vāks aizveras pats.

|  |  |
| --- | --- |
| ***a*** | ***b*** |
| ***c*** | ***d*** |

10.15. att. aizveramās OBO Quick - Pipe caurules: a – atvērtā caurulē var ielikt vadu vai kabeli; b – turekļa pagrieziens; c – aizvērta caurule; d - caurule ar vadu gatava stāvokļi

Speciālie formas elementi, kuru izskats un funkcija pielāgoti aizveramam caurulēm, padara iespējamus savienojumus, atzarojumus vai liekumus. Savienojumi un loki, tāpat kā T-gabali sastāv no divām daļām un tos var bez problēmām piemontēt arī papildus. Ir iespējams arī pagarinājums. 90o loku var lietot gan kā iekšējo, gan arī kā ārējo. Instalētos formas elementus var viegli no jauna atvērt, piemēram, ja sistēmai jāpievieno papildus vadi.

Cauruļu sistēma padara iespējamu arī vadu instalāciju ar iepriekš piemontētiem gala elementiem, jo kabeļi tiek ievietoti gareniskajā atverē.

Cauruļu sistēma tiek piegādāta metriskajos izmēros M16, M20, M25 un M32 ar standarta garumu 2 m.

**10.3.4. ATKLĀTĀS INSTALĀCIJAS MONTĀŽA KANALOS**

Mūsdienas remontējamās un jaunās administratīvajos un biroja ēkās plaši pielieto instalācijas kanālus, kolonnas, grīdas kārbas un iebūvējamās kontaktligzdas veidotas kā vienota instalācijas sistēma (10.16. att.). Kabeļu sadale var būt izveidota grīdā ar sadales kārbu (10.16. att.) vai griestos (10.17. att.).

Instalācijas kanāli. Instalācijas kanāli ir mūsdienīgs un pilnīgs risinājums elektrības, tālruņu un datu kabeļu uzstādīšanai remontējamās un jaunās biroja ēkās. Montāžai pielieto vairāk nekā 40 varianti no alumīnija, lokšņu tērauda un bezsvina PVC kanālus. Kanāla standarta garums ir 2 - 2,5 metri. Citi garumi pieejami pēc pieprasījuma.

Kabeļu kanālu sistēma kalpo ātrai un vieglai spēka, datu, komunikāciju un signalizācijas vadu virsapmetuma instalācijai. Plašs piederumu klāsts nodrošina praktiski jebkuru nepieciešamo instalācijas risinājumu, pievilcīgu ārējo izskatu un drošu kabeļu aizsardzību.

Instalācijas kanāli (10.18. att.) viegli pielāgojami uzstādīšanai tieši uz sienas vai uz sienas kronšteiniem (fiksētos vai regulējamos). Kabeļu plauktus 4 var lietot, lai sadalītu kanālu dažādos nodalījumos.

|  |
| --- |
|  |

10.16. att. Instalācijas sistēma administratīvajos un biroja ēkās ja kabeļu sadale atrodas grīdā

|  |
| --- |
|  |

10.17. att. Instalācijas sistēma administratīvajos un biroja ēkās ja kabeļu sadale atrodas griestos

|  |
| --- |
|  |

10.18. att. Firmas Thorsman instalācijas kanāls no alumīnija : 1 – kabeļa plaukti;

2 – priekšējais atvērums; 3 - kontaktligzdas; 4 – montāžas kārbas

Instalācijas kanāli no kadmiju un svinu nesaturoša PVC ir paredzētas galvenokārt uzstādīšanai sienas vidusdaļā (zem loga palodzes) vai grīdas līmenī. Var izmantot arī kā pievadkanālus. Temperatūras diapazons: -50C - +600C, izolācijas pretestība: 100 MΩ/m, Aizsardzības pakāpe: IP30. PVC kabeļu kanāla kopskats un konstrukcija parādīti 10.19. attēlā.

|  |
| --- |
| ***a*** |
| ***b*** |

10.19. att. Instalācijas kanāli no PVC grīdas līmenī: a – kopskats; b – konstrukcija;

1 – kanāla pamatne; 2 – ārējais leņķis; 3 – iekšējais leņķis; 4 - 90° atzarojums; 5 - T-gabals; 6 - gala noslēgs; 7 – kabeļa plaukts; 8 - skava; 9 – bulta (saspraude); 10 – paplāksne; 11 – lokans kabelis; 12 – priekšējais vāks; 13 – nagla-tapa

Kabeļu kanālus izmanto arī apgaismes instalācijai. Apgaismes kabeļu kanāla kopskats parādīts 10.20. attēlā.

|  |
| --- |
|  |

10.20. att. Apgaismes instalācijas kanāls

Piederumu klāstā ir iekļauti ārējie, iekšējie un plaknes stūri, T-veida elementi, galu nosedzās, savienojumu un sienu nosedzās, savienojošās detaļas, kabeļu plaukti, sienas konsoles, ventilācijas spraišļi un piederumi apkures radiatoru nosegšanai.

Standarta elektroinstalācijas ierīces montējas tieši kanālā izmantojot montāžas kārbas. Spēka un vājstrāvas kabeļus var sadalīt ar kanāla plauktiem vai ar atdalošu kanālu, kas ļauj veidot atsevišķu "kanālu kanālā" (10.21. att.).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ***a*** | ***b*** | ***c*** |

10.21. att. Firmas Lexel KP instalācijas kanāla izmēri un šķērsgriezumi: *a* – kanāla izmēri; *b* – kanāls ar kabeļu plauktiem PR; *c* – kanāls ar atdalošo kanālu KW

**Instalācijas kanāla šķērsgriezuma izvēle.**

*Uzdevums.* Jāaprēķina vada vai kabeļa lietderīgas šķērsgriezumus kanālam no divām sekcijām (10.22. att.).

Instalācijai izmanto viendzīslas montāžas vadu H07 V-K. Vada dati atrodas 10.6. tabulā.

|  |  |
| --- | --- |
| **Aprēķins.**  1. Sekcijā A atrodas 6 vadi ar šķērsgriezumu 1,5 mm2. Aprēķināsim vadu apjomu. No 10.6. tabulas varam atrast viena vada pilno šķērsgriezumu ar izolāciju, tas ir 9,08 mm2. Kopējais apjoms ko aizņem 6 vadi ir 6 x 9,08 = 54,48 mm2. | 10.22. att. Instalācijas kanāls |

2. Sekcijā B atrodas 5 vadi ar šķērsgriezumu 1,5 mm2. Vada pilnais šķērsgriezums ar izolāciju, tas ir 9,08 mm2 un kopējais apjoms ko aizņem 5 vadi ir 5 x 9,08 = 45,4 mm2.

3. Sekcijas A lietderīgas platības aprēķins ar rezervi: 54,48 x 1,3 = 70,82 mm2.

4. Sekcijas B lietderīgas platības aprēķins ar rezervi: 45,4 x 1,3 = 59,02 mm2.

10.6.tabula

**Montāžas vada H07 šķērsgriezumi**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Vada tips un šķērsgriezums,  mm2 | Šķērsgriezums ar  izolāciju, mm2 | Diametrs maksimālais,  mm |
| H07 V-K 1,5 mm2 | 9,08 | 3,4 |
| H07 V-K 2,5 mm2 | 13,2 | 4,1 |
| H07 V-K 4 mm2 | 18,1 | 4,8 |
| H07 V-K 6 mm2 | 22,1 | 5,3 |

5. Praktiski katra instalācijas kanāla šķērsgriezumu vēl jāpalielina par 60%. Tātad sekcijas A šķērsgriezums ir 113,3 mm2 un sekcijas B – 94,4 mm2. 6. Varam izvēlēt mini kanālu ar katras sekcijās šķērsgriezumu 10 x 20 mm (firmas Lexel mini kanāls KM tipa vai firmas Thorsman TMK-T20 tipa.

Montāžas kārbas (10.23. att.) kalpo standarta kontaktligzdu un slēdžu montāžai instalācijas kanālos. Montāžas kārbai ir izlaužamie caurumi ērtai spēka un vājstrāvas kabeļu ievadīšanai. Pateicoties īpašai kārbu konstrukcijai, vienmēr ir nodrošināts nepieciešams attālums elektromontāžas izstrādājumu uzstādīšanai rāmju konstrukcijās.

Ir pieejamas arī universālas kārbas citu ražotāju kontakt­ligzdu lietošanai. Izstrādāti ātrai uzstādīšanai. Uzspiežamie vāki un piederumi padara uzstādīšanu ļoti ātru

Kontaktligzdas montējas tieši kanāla priekšējā atvērumā nav vajadzīgi atsevišķie kontaktligzdu vāki

Instalācijas kanāli, kolonnas, grīdas kārbas un iebūvējamās kontaktligzdas veidoti kā vienota instalācijas sistēma.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| ***a*** | ***b*** |

10.23. att. Montāžas kārbas un kontaktligzdas:

a – spēka kontaktligzdas; b – vājstrāvas kontaktligzdas

Instalācijas piemērs ar mini kanāliem paradīts 10.24. attēlā *a*, bet instalācijas konstruktīvais izveidojums – 10.24. attēla *b*.

|  |
| --- |
| ***a*** |
| ***b***  10.24. att. Instalācija ar mini kanāliem: a – instalācijas kopskats; b - mini kanāla TML-E komponenti: 1 – kanāla pamatne; 2 – vāks; 3 – ārējais leņķis ar vāku; 4 – iekšējais leņķis ar vāku; 5 – savienošanas L bloks; 6 - savienošanas T bloks; 7 – gala noslēgs; 8 – savienojuma punkta gabals; 9 – adapteris starp grīdas kanālu un instalācijas kārbai; 10 – adapteris starp sienas kanālu un instalācijas kārbai; 11 – instalācijas kārba. |

**10.4. TROŠU INSTALĀCIJAS MONTĀŽA**

Trošu instalācijām lieto speciālus trošu, kā arī aizsargātus un neaiz­sargātus izolētus vadus un kabeļus, kurus tur pie celtniecības konstruk­cijām piestiprinātas nesošās troses.

Trošu instalācijas ir īpašs atklātās instalācijas paveids. Tās lieto apgais­mes un spēka elektropatērētāju baro­šanai ražošanas telpās, ja tajās nav tilta celtņu, kā arī āra ietaisēs ceļu, uzņēmumu teritoriju un noliktavu ap­gaismošanai.

Trošu instalācijas galvenās priekš­rocības ir

* iespēja pilnīgi industrializēt mon­tāžu, sagatavojot visu instalāciju elektromontāžas sagatavju darbnī­cās;
* vienkārša konstrukcija un stiprinā­juma detaļu nelielais daudzums;
* iespēja instalāciju samontēt, de­montēt un pārcelt īsos termiņos, ne­kavējot ražošanas procesa gaitu;
* mazs darba patēriņš un zemas montāžas izmaksas;
* ekspluatācijas ērtība un drošība.

Trošu instalācijas montāžu parasti realizē divās stadijās.

*Pirmajā montāžas stadijā* izpilda visus sagatavošanas darbus, kuru apjomā ietilpst

* detaļu, stiprināšanas konstrukciju, ieliekamo detaļu uzstādīšana un iemūrēšana;
* nesošās stieples vai troses iepriek­šēja sagatavošana un apstrāde (iz­taisnošana, notīrīšana, griešana mē­rītos gabalos, troses galu izveide ar cilpu, cilpturi\* un līdzīgas operāci­jas, lai pievienotu stiprināšanas kon­strukcijai);
* kabeļu un vadu apstrāde (ietverot taisnošanu, aizzīmēšanu un griešanu mērītos gabalos), izolācijas notīrī­šana no vadu un kabeļu dzīslām, nozarošanas spaiļu uzstādīšana un stip­rināšana, dzīslu savienošana (lodēšana, metināšana), vadu un kabeļu dzīslu galu apdare, vadu un kabeļu pievienošana pie aparātiem.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ***a*** | | ***b*** | |
| ***c*** | | | |
| ***d*** | ***e*** | | ***f*** |

10.25. att. Trošu instalāciju galu stiprinājumu konstrukcijas un to uzstādīšanas veidi:

*a* — nostiepšanas skrūve ar kāši, *b* — trošu nostiepšanas enkurs, *c* — ar tapskrūvēm, tapām un elektrometināšanu nostiprināti enkuri stiepļu stīgu gala stiprinājumam, *d* — rūpnīcā izgatavoti tē­rauda trošu stiprināšanas gala enkuri, *e* — kon­strukcija troses un stieples stiprināšanai pie kop­nēm no profiltērauda un T veida sijām, *f* — konstrukcija paralēlu nesošo trošu stiprināšanai.

\* Par cilpturi sauc pagarinātu teknes veida tērauda ietveri, kura ievietojama ne­sošās troses gala cilpā, lai to aizsargātu pret pārrīvēšanu vietā, kur tā pievienota stiprināšanas konstrukcijai.

Visus trošu sagatavošanas un ap­strādes darbus veic darbnīcās mon­tāžas objektā, bet, izmantojot industriālās montāžas metodes, — elektro­montāžas sagatavju darbnīcās.

Trošu instalācijas montāžu sāk ar detaļu, stiprināšanas konstrukciju un ieliekamo detaļu uzstādīšanu un iemūrēšanu. Šos darbus veic celtnieki ēkas būvēšanas procesā. Ja montāžu izdara gatavā ēkā, kur norādītie darbi nav veikti, tos izpilda elektromontētāji, caurumu un aku izkalša­nai celtniecības konstrukcijās lietojot elektrificētus mehānismus, kam ir griezējinstrumenti ar cietsakausējumu plāksnītēm.

|  |  |
| --- | --- |
| ***a*** | ***d*** |
| ***b*** | ***e*** |
| ***c*** | ***f*** |

10.26. att. Izstrādājumi un detaļas trošu in­stalāciju montāžai:

*a —* kārba nozarošanai no maģistrālajām līni­jām, *b* — krustveida un T veida spailes, *c* — plakanspailes, *d* — pakars ar plastmasas satur-plāksnēm, *e —* tērauda pakari, *f —* sloksnīte ar sprādzi un sloksnīte-sprādze vadu un kabeļu stip­rināšanai; 1— plāksne nozarkārbas stiprināšanai, 2 — kārbas korpuss, 3 — spaile, *4* — plāksnes, 5— pakara saturplāksnes, 6 *—* skava gaismekļa nostiprināšanai.

Nesošās stieples vai troses ar in­stalāciju stiprina, izmantojot kon­strukcijas (10.25. att. a,.., f).

Par nesošajiem elementiem, pakariem un atsaitēm lieto 1,95...6,5 mm diametra tērauda trosi, 2,5...6 mm diametra cinkotu tērauda stiepli, 5...8 mm diametra apaļa šķērsgrie­zuma karsti velmētu stiepli, 6, 8 mm un 7,5 mm diametra kailu cinkotu tē­rauda stiepli, trosi, kas savīta no pa­rastām tērauda vai ar varu pārklā­tām tērauda stieplēm un kuru vien­laikus izmanto par nesošo trosi un nullvadu.

Sagatavošanas darbu procesā uz troses uzstāda un nostiprina pakarus, alumīnija un vara vadiem — nozarošanas spailes, bet vadiem aizsargapvalku — kārbas. Tad izdara nepie­ciešamos savienojumus un izveido pievadus, lai varētu pieslēgties baro­šanas maģistrālei.

Lai nozarotos no trīsdzīslu vai četrdzīslu markas vadu maģis­trālajām līnijām, lieto trīs tipu nozarkārbas (10.26. att. a): 02 — ap­gaismes tīkliem, kuru maģistrālo vadu dzīslu šķērsgriezums ir 4...10 mm2, bet nozarojumu dzīslu šķērsgriezums — 1...2,5 mm2; C2 — apgaismes un spēka tīkliem, kuru maģistrālo vadu un nozarojumu dzīslu šķērsgriezums ir 4...10 mm2; C3 — spēka tīkliem, kuru maģistrālo vadu dzīslu šķērsgriezums ir 16... 35 mm2, bet nozarojumu dzīslu šķērsgriezums — 4...10 mm2. Noza­rojumus no alumīnija un vara ma­ģistrālajiem vadiem izpilda ar krustveida un T veida spailēm (10.26. att. b). Lai nozarotu 6, 10 un 16 mm2 šķērsgriezuma vadus no maģistrālo līniju 35 mm2 un 50 mm2 šķērsgriezuma vadiem, izmanto plakanspailes (10.26. att. c). Lai 4...7 mm diametra trosei piekārtu četrus izolētus vadus, kuru šķērsgrie­zums ir līdz 6 mm2, un gaismekļus, lieto pakarus ar plastmasas satur-plāksnēm (10.26. att. d), bet, lai piekārtu trosei līdz 10 mm diametra kabeli, izmanto tērauda pakarus (10.26. att. e). Vadus un kabeļus stiprina ar tērauda sloksnīti un sprādzi vai ar sloksnīti-sprādzi (10.26. att. f).

Otrajā montāžas stadijā samontē sagatavotos trošu instalācijas pos­mus un mezglus kopējā virtenē un piekar tos pie nostiepšanas ierīcēm un balsta konstrukcijām, kuras tika uzstādītas montāžas pirmajā stadijā.

Montāžas vietā nogādāto trošu instalācijas sagatavi atritina un sa­kārto, vienlaikus pārbaudot tās stā­vokli un komplektumu. Ja instalācija nogādāta kā atsevišķi posmi un montāžas vienības, tos samontē trošu virtenēs, bet pēc tam gatavo instalāciju uzkar vieta. Trošu instalācijas montāža un uzkāršana shematiski pa­rādīta 10.27. attēlā.

Lai samontētu un uzkārtu trošu instalāciju, nesošās troses vienā galā (10.27. att. pa labi) izveido cilpu 1 un uzāķē to uz labā pagaidu enkura kāša, kurš uzstādīts 1,5 m aug­stumā. Uz otrā pagaidu enkura kāša pretējā telpas sienā novieto polispasta 2 viena gala cilpu, bet pie polispasta brīvā gala piestiprina ķīļ­veida spaili 4, ar kuru satver nesošo trosi nelielā attālumā no tās gala cil­pas. Tādējādi brīvais (10.27. att. pa kreisi) troses gals un pie tā piestip­rinātā nostiepšanas uzmava 8 atro­das piekārtā stāvoklī. Nesošo trosi, kas ar nostiprinātajiem instalācijas elementiem piekārta starp diviem pa­gaidu enkuriem, nostiepj ar polispastu, līdz izveidojas nepieciešamā nokare. Nesošās troses nostiepumu kontrolē ar dinamometru, kas novie­tots starp polispastu un ķīļveida spaili.

Pēc trošu instalācijas nostiepšanas nesošās troses brīvo galu ar nostiepšanas ierīci uzmauc uz kreisā enkura kāša 1, atbrīvo polispastu 2 un no­ņem to no kāša. Pēc tam zem troses uzstāda paliktņus 10, kuri notur insta­lāciju darbam ērtā augstumā.

Montāžas noslēguma stadijā pie­kar un uz troses nostiprina gaismek­ļus bez stikla detaļām (atstarotā­jiem, stikla kupoliem u. c), regulē (izmainot pakaru 5 garumu) insta­lācijas piekāršanas augstumu starp enkuru stiprinājumiem, kā arī izpilda virkni citu montāžas operāciju.

Samontēto instalācijas virteni pa­cel, savieno ar enkuru stiprināju­miem un nostiepšanas ierīci. Pēc tam virteni ar nostiepšanas ierīci nostiepj, bet vertikālos stiepļu pakarus galīgi noregulē un nostiprina. Gaismekļos uzstāda spuldzes un nostiprina atsta­rotājus un kupolus. Beigās pārbauda visu instalācijas detaļu savstarpējā novietojuma pareizību.

Atbilstoši noteikumu EIN prasī­bām trošu instalācijas elementiem (nesošajai trosei, gaismekļu korpu­siem, kabeļu apvalkiem u. c.) jābūt zemētiem. Trošu instalācijas zemēša­nai to stiprināšanas konstrukcijas un nesošo trosi pievieno zemēšanas kop­nei ar lokaniem tērauda troses gaba­liem, kuru diametrs ir vismaz 5 mm, vai ar daudzdzīslu vara vadu, kura šķērsgriezums ir vismaz 2,5 mm2.

Ja nesošo trosi izmanto par nullvadu vai zemēšanas vadu, troses ze­mēšanas vada šķērsgriezumam jāat­bilst nullvada vai zemēšanas vada aprēķina šķērsgriezumam.

Zemēšanu izdara šādi. Nogriež ne­pieciešamā garuma un šķērsgriezuma trosi vai lokanu vara vadu. Vienam tā galam piemetina tērauda čaulu vai karodziņu, kuru savukārt pieme­tina zemēšanas kopnei. Pretējo brīvo galu nesošajai trosei pievieno ar skrūvju spailēm.

Uz nesošās troses novietotas me­tāla atbalsta un kabeļu konstrukci­jas zemē, droši pievienojot tās neso­šajai trosei.

|  |
| --- |
| ***a*** |
|  |

10.27. att. Trošu instalāci­jas montāža un uzkār­šana montāžas vietā:

*а* — aptuvena darbu organizācija; *b* — enkura nostiprināšana; c — iepriekšējais troses spriegojuma veids;

*d* — gaismekļa piekare mezgls; *e* — galējais troses spriegojums; 1 — pagaidu un pastāvīgais enkurs; 2 — polispasts; 3 — dinamometrs; 4 — ķīļveida spaile; 5 — vertikālie stiepļu pakāri; 6 — trošu instalācijas virtene; 7 — gaismeklis; 8 — nostiepšanas uzmava; 9 — ne­esošās troses brīvais gals; 10 — inventārpaliktņi

No aizsargājamajiem vadiem montētas trošu instalācijas zemē, no izolācijas atbrī­voto nesošo trosi savienojot ar nozarkārbas korpusu, kurā ir speciāla spaile.

Apgaismes ietaisēs ar cieši zemētu neitrāli pie speciālo kārbu enkura ierīces vai parastās kārbās pie null­vada pievieno arī gaismekļu korpusu nullvadus. Šajā gadījumā instalācija un nesošā trose tiek zemēta ar ap­gaismes tīkla nullvadu.

Trošu atklātajās instalācijās gais­mekļu metāla korpusus zemē ar at­sevišķiem izolētiem vara zemēšanas vadiem, kuru šķērsgriezums ir vis­maz 1,5 mm2. Zemēšanas vadu galus pievieno pie gaismekļu korpusu zemē­šanas skrūvēm, bet pie nullvada vai nesošās troses (ja to izmanto par nullvadu) pielodē vai pievieno ar mehāniskām spailēm.

Trošu instalācijās, atklāti novieto­jot aizsargātus vadus un kabeļus, gaismekļus zemē ar papildu dzīslu, kura ietilpst kabeļa vai vada kon­strukcijā. Tādā gadījumā zemēšanas-dzīslu nozarkārbā pievieno nevis nullvadam, bet gaismekļa korpusam tā iekšpusē vai ārpusē atkarībā no gaismekļa konstrukcijas.

Beidzot trošu instalācijas montāžu:

* ar 1000 V sprieguma megommetru izmēra trošu instalācijas vadu un ka­beļu dzīslu izolācijas pretestību - drošinātāju kūstošie ieliktņi jāizņem, apgaismes ķēdes jāizskrūvē spuldzes, bet slēdži, kontaktrozetes un grupu sadales jāatstāj pievienotas; izolāci­jas pretestība nedrīkst būt mazāka par 0,5 MΩ;
* nosaka trošu instalācijas un tās nozarojumu fāzēšanas pareizību — fāzēm jāsakrīt;
* pārbauda vadu un kabeļu strāvu vadošo dzīslu izolācijas stāvokli at­tiecībā pret nesošo trosi, kā arī ze­mēšanas ķēdes (trose—nozarkārbā— zemēšanas dzīsla) nepārtrauktību.

Pēc izdarīto pārbaužu apmierino­šiem rezultātiem trošu instalāciju no­dod ekspluatācijā.

**10.5. APGAISMOŠANAS KOPŅVADI**

Шинопроводом называется жесткий токопровод на напряжение до 1000 В заводского изготовления, поставляемый комплектными секциями. Rūpniecības uzņēmumu iekšējos tīklos aizvien vairāk kabeļu vietā sāk izmantot visdažādāko konstrukciju kopņvadus, līdz ar to nodrošinot maģistrālo shēmu plašāku lietošanu dārgākās radiālās tīkla shēmas vietā. Lietojot kopņvadus, var izveidot universālus elektriskos tīklus, kas ir droši ekspluatācijā un kuriem ir ļoti ērti izmainīt formu, ja mainās ražošanas tehnoloģiskais process un elektrouzņēmēju izvietojums cehā. Kopņvadiem var viegli pieslēgt jaunus patērētājus praktiski jebkurā vada vietā, ievērojami samazinot nozarojumu garumus.

Kopņvadiem ir augsts darba drošums, ērta apkalpošana, un, kas ir sevišķi svarīgi montāžai, tie ir sa­montējami no atsevišķām sekcijām, iz­veidojot visdažādākā garuma un formas tīklus. Tādējādi ievērojami samazinās montāžas izmaksas un darbu ilgums.

Kopņvadiem ir arī virkne elektro­tehnisku priekšrocību. Salīdzinājumā ar atklātu kopņu līnijām kopņvadiem ir daudz mazāka induktīvā pretestība, jo kopņvadu konstrukcijas dēļ var ievēro­jami samazināt attālumus starp kop­nēm.

Lai samazinātu krāsainā metāla pa­tēriņu, ir vēlams pēc iespējas palielināt strāvas blīvumu kopņvados. To var pa­nākt, lietojot termoizturīgus izolācijas materiālus, efektīvu ventilāciju un iz­vēloties kopņu racionālu skaitu katrai fāzei un to optimālos ģeometriskos iz­mērus un savstarpējo izvietojumu, lai samazinātu jaudas zudumus kopņvadā.

Pēc dažādu fāžu kopņu savstarpējā novietojuma kopņvadus iedala trīs gru­pās (10.28. att.):

1. kopņvadi ar dalītām fāžu kopnēm;
2. kopņvadi, kuros kopnes ir grupētas pa dažādu fāžu pāriem;
3. kopņvadi, kuros ir vairākas trīsfāžu kopņu paketes.

Kopņvados ar dalītām fāžu kopnēm katrai fāzei ir paredzēta at­sevišķa kopņu pakete. Salīdzinājumā ar nedalītiem kopņvadiem dalī­tajiem kopņvadiem ir labāki dzesēšanas apstākļi, un tāpēc var pa­lielināt strāvas blīvumu kopnē. Parasti izveido katrai fāzei vienu divkopņu vai trīskopņu paketi. Sadalīt kopnes vel sīkāk nav racio­nāli, jo, palielinoties kopņu skaitam paketē vairāk par trīs, dzesē­šanas apstākļu uzlabošanās ir niecīga.

|  |
| --- |
| 10.28. att. Kopņvadu fāžu izvieto­jums:  *a* — kopņvadi ar dalītām fāžu kop­nēm; *b —* kopņvadu grupējums fāžu pāros;  *c* — kopņvadi ar trīsfāžu kopņu paketēm. |

Lietojot kopņvadus ar dažādu fāžu kopņu pāriem, kopējā kopņ­vada caurlaides spēja palielinās par 20-30% un sprieguma zudumi samazinās vairāk nekā trīs reizes. Turklāt fāžu kopņu pāru vados notiek slodžu izlīdzināšanās starp fāzēm nesimetrisku un pat vien­fāzes slodžu gadījumos sakarā ar lielo induktīvo saiti starp fāzēm.

Vismazākie jaudas zudumi ir kopņvadiem ar vairākām trīsfāžu kopņu paketēm. Šajos kopņvados atsevišķo fāžu kopnes apvieno blīvās paketēs, kurām līdz ar to uzlabojas elektrodinamiskā izturība pret varbūtējo īsslēguma strāvu iedarbību. Blīvais kopņu izvietojums ar maziem attālumiem starp dažādām fāzēm ievērojami samazina arī kopņvada induktivitāti un tā ģeometriskos parametrus. Dažreiz kopņvadus izveido no vairākām trīsfāžu paketēm atsevišķos apval­kos. Šādus kopņvada moduļus var samontēt atbilstoši aplēses (aprēķinu) strā­vām.

Kopņvadiem visplašāk lieto alumīnija vai alumīnija sakausējuma kopnes. Alumīnija kopnes ir viegli apstrādāt, metināt. Tās ir samērā izturīgas pret koroziju, jo ātri izveidojas aizsargājošā oksīda kār­tiņa. Taču alumīnija kopnēm ir arī virkne trūkumu. Tās ir mehā­niski neizturīgas, ir grūti izveidot labu elektrisko kontaktu kopņu savienojumos oksīda kārtiņas dēļ. Tāpēc pašreiz kopņvadu kopnes izgatavo no alumīnija sakausējumiem, kuri no­drošina kopņu savienojumu pietiekamu drošumu.

Kopņu izolācijai izmanto dažādas izolējošas caurules vai polimēru laku. Kopņu savienojumu aizsargāšanai un izolēšanai lieto izjaucamus pārvalkus, kurus var nofiksēt nepieciešama stāvoklī.

Lai aizsargātu kopņvadus pret mehāniskiem bojājumiem un no­drošinātu nepieciešamo darba drošību, visiem kopnēm ir apvalki. Ap­valki var būt pilnīgi noslēgti vai arī ar dažādiem izgriezumiem (caurumiem), kuri uzlabo kopņvadu ventilāciju un samazina putekļu uzkrāšanos.

Pēc konstrukcijas un lieto­šanas jomas izšķir maģistrālos un sadales kopņvadus (standarts IEC/NE 60439-1 un 2; DIN VDE 0660 500 un 502).

Maģis­trālos kopņvadus pie­slēdz tieši pie transformatora vai nu ar viena automāta starp­niecību, vai arī, ja ir vairākas aizejošās maģistrāles, uzstāda līniju slēdžus.

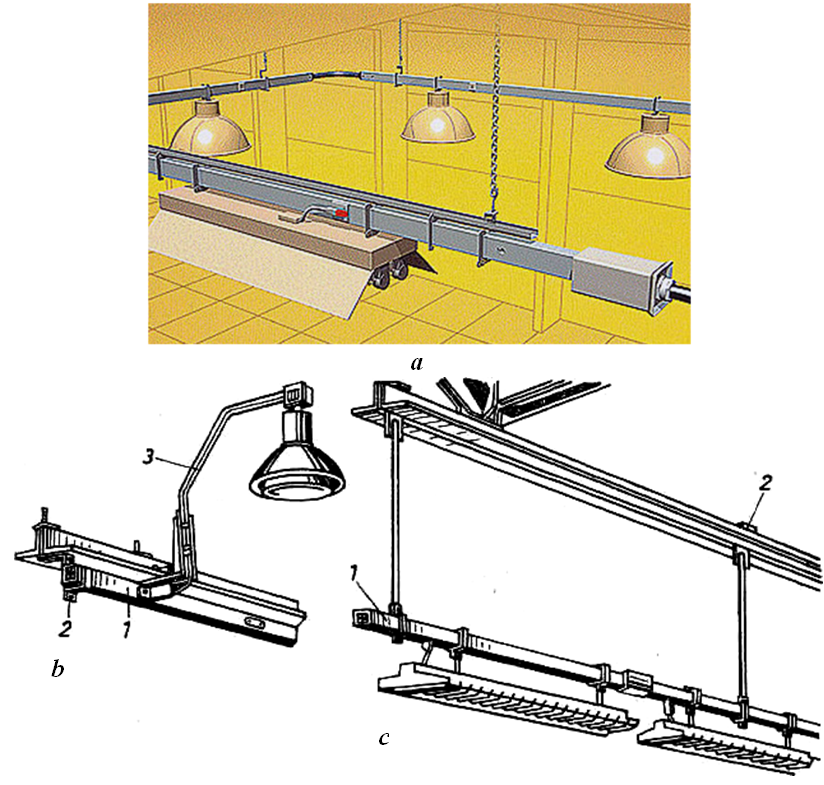
Sadales kopņvadus (10.30. att.) lieto elektroenerģijas sadales pēdējā pakāpē. Sevišķi ieteicams tos izmantot tad, ja cehā ir iespējamas biežas iz­maiņas tehnoloģisko iekārtu iz­vietojumā, un cehos, kur iekār­tas ir novietotas pa rindām. Pie sadales kopņvadiem parasti pie­slēdz elektrouzņēmēju ievada skapjus.

Tā kā kopņvadu vienmēr cenšas izvietot tuvāk elektrouzņēmējiem, nozarojumu garums no sadales kopņvada līdz ievada skapim nepārsniedz 3…5 m. Līdz ar to nozarojumos nav nepieciešams uzstādīt aizsargaparatūru, bet nepieciešamo apara­tūru ievieto ievada skapī. Dažu marku sadales kopņvadiem ir pa­redzētas speciālas nozarkārbas, kurās var būt dažāda komutācijas un aizsardzības aparatūra (automāti, slēdži, drošinātāji). Ja kopņvadam pieslēdz trīsfāžu elektrouzņēmēju, ir jāizmanto arī iezemētais izvads. Vienfāzes elektrouzņēmēju pieslēgšanai jāizmanto fāzes vads, nullvads un zemēšanas izvads.

|  |
| --- |
| 10.29. Maģistrālais kopņvads SC (3L+N+PE) strāvai no 630 A līdz 5000 A |

|  |
| --- |
| 10.30. Sadales kopņvadu DCD un DVCU sekcijas (630…5000 A) |

Rūpniecības uzņēmumu apgaismošanas tīklos plaši izmanto komplektos apgaismošanas kopņvadus (10.31. att.), kurus lie­tojot iespējams sasniegt apgaismošanas tīklu montāžas pilnīgu industrializāciju un kuri ir ļoti ērti ekspluatācijā. Tādi kopņvadi ir paredzēti rūpniecības cehiem ar normālu vidi 380/220 V sprie­guma četrvadu līniju izveidošanai.



10.31. att. Atzarojumu kopņvadi stiprināšanai pie metāla kopnēm:

*a* – kopskats*; b —* gaismekļu pieslēgšanai pie balsteņiem, *c* — luminiscences spuldžu gaismekļu pie­slēgšanai; 1 *—* kopņvads, 2 — stiprinājums pie kopnēm, 3 *—* balstenis

Rūpniecībā ražo taisnas un leņķa (stūra) kopņvadu sekcijas, kā arī ievada sekcijas ar spraudņu savienojumiem. Kopņvada komplektā ietilpst atzarojumu spraudņi, gala noslēgi un stiprināšanas konstrukcijas.

Apgaismes kopņvadiem (10.32. att.) ir aizsargātais izpildījums, nominālā strāva 25-40 A. Kopņvada sekcija ir 1,5…3 m gara tērauda vai alumīnija kārba ar iekšpusē ievietotiem izolētiem vara vadiem, kuru šķērsgriezums ir līdz 10 mm2. Vienam sekcijas galam var būt kontaktligzda, otram — kontaktdakša. Ievada sekcija ir 0,5 m gara, un tai ir kārba ar spailēm baro­šanas maģistrāles vadu pieslēgšanai.

Cehos, kur izmanto spēka sadales kopņvadus, plaši lieto (it īpaši automobiļu rūpnīcās) kopēju ietaisi apgaismošanas un spēka kopņvadiem (10.33. att.).

|  |
| --- |
|  |

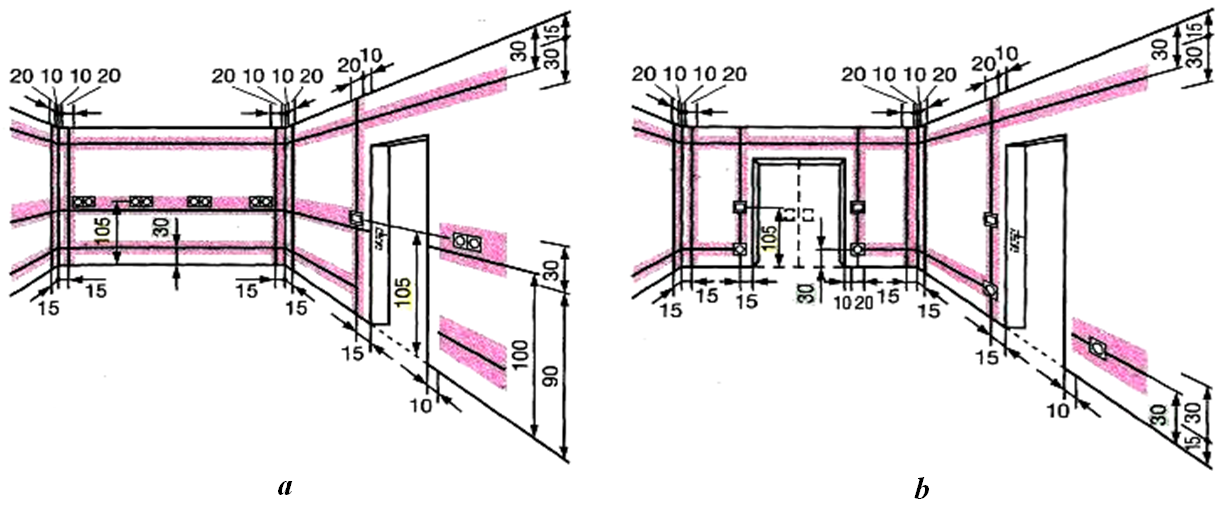
10.32. att. Apgaismes kopņvads HL

|  |
| --- |
| 10.33. att. Apgaismošanas kopņvada un spēka kopņvada kopēja uzstādīšana:  *a* — kopskats, *b* — šķērsgriezums; 1 — spēka kopņvads, 2 — no caurules izgata­vots balstenis,  3 — gaismeklis, 4 — pakars, 5 — apskava, 6 — saspraudnis, 7 — ap­gaismošanas kopņvads. |

**10.6. SEGTAS INSTALĀCIJAS MONTĀŽA**

Instalāciju sauc par segtu, ja tā novietota zem apmetuma (10.35. att.), celtniecības konstrukciju slēgtos kanālos, kā arī iebūvēta celtniecības konstrukcijās šo konstrukciju izgatavošanas laikā.

Segtas instalācijas metodes vajag izvēlēt tā, lai kontaktligzdas un slēdžu izvietošana dzīvojamas vai administratīvajos telpas būtu ērta tā izmantošanai patērētajiem. Piemēram, segtas instalācijas zonēs dzīvokļos paradītas 10.34. attēlā.



|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 10.34 . att. Instalācijas vietās dzīvokļos (izmēri cm):  *a* – virtuve, saimniecības telpās; *b* – dzīvojamas istabās | | | |
|  | - instalācijas zona  - rekomendējamas pozīcijās vadiem un kabeļiem |  | - uzstādīšanas augstums slēdžiem;  - rekomendējamais uzstādīšanas augstums kontaktligzdām |

Izšķir nomaināmas un nenomainā­mas segtās instalācijas. Nomaināmā segtā instalācija atšķiras no neno­maināmās ar montāžas tehnoloģiju, kā arī ar to, ka bojājuma gadījumā jebkuru līnijas vadu var viegli no­mainīt.

Segtas instalācijas aksesuāri montāžai plastmasas caurules paradīts 10.36. attēlā.

|  |
| --- |
|  |

10.35. att. Segtas instalācijas piemērs ar PVC vadiem: 1 – PVC kabelis (vads) zem apmetuma;

2 – kārba; 3 – apmetums; 4 – grīdas; 5 – sifons; 6 – kabelis caur sijas; 7 – piekaramie griesti;

8 - siena

|  |
| --- |
| 3_1 10.36. att. Cauruļvadu instalācijas shēma 1 - uzmava; 2 - savienojuma leņķis 900; 3 – T gabals; 4 – savienojuma kārba atklātai instalācijai;  5 – skava; 6 – hermētiskais ievads; 7 – plastmasas caurule; 8 – kabelis; 9 – universāla skava. |

Montējot nomaināmo segto insta­lāciju, trasē iepriekš uzstāda ievilkša­nas kārbas un caurules ar tajās ievil­ktām stieplēm, bet pēc tam ar stiep­lēm ievelk tajās sagatavotus vadu posmus. Var arī vispirms ievilkt va­dus caurulēs, bet pēc tam novietot un nostiprināt tās trasē; tad nepie­ciešamības gadījumā var nomainīt jebkuru no caurulē ievietotajiem va­diem.

Montējot nenomaināmu instalāciju, vispirms ievelk caurulēs vadus, bet pēc tam novieto caurules ar vadiem pa īsāko ceļu, lokot tās nepieciešamo reižu skaitu vajadzīgajā virzienā. Pēc tam tās celtniecības konstrukci­jās iemūrē, pārklājot ar apmetumu vai cementa javu. Nomaināmās un nenomaināmās segtās instalācijas piemēri parādīti 10.37. attēlā *a, b.*

Nomaināmās segtās instalācijas vadus ievada nozarkārbās tā, lai tos varētu savienot sapresējot vai me­tinot.

Segto instalāciju montē galveno­kārt puscietās gofrētas plastmasas caurulēs pēc apmešanas un pielīdzināšanas dar­biem pirms krāsošanas darbu veik­šanas.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |

***a***

|  |  |
| --- | --- |
| ***b*** |  |

10.37. att. Segtās instalācijas izpildes piemēri: *a* — nomaināmās, *b* — nenomaināmās.

**10.6.1. SEGTĀ INSTALĀCIJA PUSCIETĀS CAURULĒS**

Par puscietām caurulēm visbiežāk izmanto gofrētas caurules (10.38. att.).

|  |  |
| --- | --- |
| труба гофрированная - схематический профиль |  |

10.38. Gofrētas caurules

10.7. tabula

**Gofrētas caurules**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Ārējais diametrs D, mm** | **Iekšējais diametrs d, mm** | **Caurules garums ritulī, m** |
| 16 | 10,7 | 100 |
| 20 | 14,1 | 100 |
| 25 | 18,3 | 50 |
| 32 | 24,3 | 25 |
| 40 |  |  |
| 50 |  |  |

Ir divi paņēmieni, kā veikt segto vadu montāžu puscietās cau­rulēs.

Pēc pirmā paņēmiena katru vadu ievelk atsevišķā caurulē vai vienā caurulē ievelk vairākus vadus. Pēc tam caurules ievieto rievās, kuras izveidotas sienās un starpsienās, un aizmūrē ar apmetuma javu. Sienās un starpsienās caurules atļauts ievie­tot tikai vienā kārtā.

Pēc otrā paņēmiena caurules ievieto rievās bez vadiem. Vadus ievelk caurulēs ar iepriekš tajās ievietotu 1,2...1,5 mm diametra tē­rauda stiepli pēc apmešanas darbu pabeigšanas un sienu nožūšanas.

Lai atvieglotu vadu ievilkšanu caurulēs, lieto ievilkšanas kārbas, ku­ras uzstāda tad, ja attālums starp divām blakus esošām nozarkārbām pārsniedz 10 m. Atļauts ievilkt vadus caurulēs arī pirms to ievietošanas rievās, — tas vienkāršo un atvieglo vadu ievilkšanas operāciju.

Montējot vadus puscietās gumijas caurulēs pa koka vai citām uguns­nedrošām virsmām, zem caurulēm jā­būt vismaz 5 mm biezai ģipša javas vai vismaz 3 mm biezai nedegošai lokšņu kārtiņai. Ģipša javai vai az­bestam jābūt platākam par cauruli uz katru pusi no tās vismaz par 15...20 mm. Caurules stiprina, pie­sienot tās ar cinkotu stiepli pie sienā šaha lauciņu veidā iedzītam naglām. Virs caurulēm uzklāj apmetuma kārtu.

Guldot caurules rievās vai kanā­los, kas izcirsti ķieģeļu vai betona sienās, tās nostiprina ar ģipša javu («piesaldē»).

Puscietās gumijas caurules liec ar rokām. Liekuma rādiusam jābūt 6...10 reizes lielākam par caurules ārējo diametru. Lai nodrošinātu lie­lāku stingrību, caurules liekuma posmus aptin ar izolācijas lenti, virs ku­ras spirālveidā uztin 1…1,5 mm diametra cinkotu stiepli. Tas atvieglo vadu ievilkšanu caurulē.

Lai nodrošinātu hermētiskumu, caurules galus taisni nogriež un 30…40 mm garumā pārklāj ar karstu bitumena masu. Pēc tam tos ievieto uzmavā, kura izgatavota no lielāka diametra 100...120 mm garas gumijas caurules. Uzmavas galus apsmērē ar biezu bitumena masu, aptin visu savienojuma posmu ar divām izolācijas vai sveķotas len­tes kārtam, bet pēc tam uz izolācijas uzklāj bitumena masas kārtu. Uz gumijas caurules galiem, kas izvadīti virspusē, nostiprina tillītes vai pīpītes.

Lai pievienotu vadus segti uzstādītam slēdzim vai kontaktrozetei, cauruļu galus ievada kārbā.

**10.6.2. SEGTA INSTALĀCIJA CIETĀS PLASTMASAS CAURULĒS**

Pēdējā laikā, ierīkojot instalāciju pa degošām, vāji degošām un nede­gošām sienām, pārsegumiem un kon­strukcijām sausās, valgās, mitrās, se­višķi mitrās, putekļainās telpās, kā arī telpās ar ķīmiski aktīvu vidi un āra instalācijās, lieto cietās plastmasas caurules.

Plastmasas caurules instalēt pa degošām sienām atļauts tikai virs aizsargājoša lok­šņu kārtas, kas nav plānāka par 3 mm, vai uz vismaz 5 mm bie­zas apmetuma kartiņas, kas ir izvir­zīta ne mazāk par 5 mm uz katru pusi no caurules. Pēc tam cauruli pārklāj ar vismaz 10 mm biezu ap­metuma kārtu.

Instalācija plastmasas caurulēs ugunsnedrošās un sprādzienbīstamās telpās ir aizliegta.

Segtā vadu instalācija plastmasas caurulēs praktiski maz atšķiras no vadu instalācijas metāla cau­rulēs.

Plastmasas caurules savā starpā savieno ar plastmasas uzmavām vai vienas caurules galā izveido platgalu, kura iekšējais diametrs atbilst savienojamās caurules ārējam dia­metram. Šajā platgalā ievada cau­ruli.

Pēc segtās instalācijas montāžas pabeigšanas ar 1000 V sprieguma megommetru pārbauda, vai vados nav pārrāvumu, vai tie pareizi savie­noti un nozaroti, kāda ir vadu izolā­cijas pretestība attiecībā pret instalā­cijas zemētām metāla daļām.

**Rūpnieciski izolētas caurules.** Rūpnieciski izolēta caurule parasti sastāv no trim daļām. Iekšpusē atrodas nesējcaurule, kas parasti izgatavota no tērauda, nerūsējošā tērauda, vara vai plastmasas. Tai apkārt ir poliuretāna putu (PUR) izolējošais slānis, kas jo sevišķi piemērots, pateicoties tā lieliskajām izolējošām īpašībām, salīdzinot tā masu un tilpumu. Ārpusē ir plastmasas vai tērauda aizsargapvalks.

***Rūpnieciski izolētas caurules uzbūve.***

**Nesējcaurule.** Tās var būt izgatavotas no tērauda St.37 . St.35.8 . 33.2, nerūsējošā tērauda AISI 304L,AISI 316L, vara vai plastmasas PEX , HDPE, PVDF, PVC. Caurulēs var būt daudzfunkcionālas vai ar iegremdētu apsildes kabeli.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ***rupn%20izolcaurule***  ***a*** | ***fig08***  ***b*** | ***cfig07*** |

10.39. att. Rūpnieciski izolēta caurule: *a* – caurules uzbūve: 1 – nesējcaurule; 2 – izolācija;

3 – apvalkcaurule; *b* – nesējcaurule, apvalks un izolācija no plastmasas; *c* – nesējcaurule un

apvalks no metāla

**Apvalks.** Parasti rūpnieciskajām caurulēm ir melns vai balts HDPF (polietilēna) apvalks. Šiem apvalkiem ir daudz priekšrocību – tie ir triecienizturīgi, ūdensnecaurlaidīgi, izturīgi pret sāli un ķīmiskām vielām, higiēniski un nav pakļauti korozijai. Caurules ar melnu HDPE apvalku ir izturīgas pret ultravioletajiem stariem, jo apvalka sastāvā ir piedevas, kas aiztur ultravioletos starus. Līdz ar to caurules ar melnu apvalku var lietot gan telpās, gan ārpus tām. Caurules ar melnu HDPE apvalku vienmēr lieto cauruļvadu likšanai zemē. Baltos apvalkus var lietot tikai instalācijai telpās.

**Izolācija.** Rūpnieciski izolētajās caurulēs lietotās poliuretāna putas ir efektīvs izolācijas materiāls. Tas ir pierādīts fakts, ka siltuma zudums rūpnieciski izolētā caurulē ir apmēram par 40% mazāks nekā atbilstošā sistēmā ar tradicionālo izolāciju (minerālvati un metāla apvalku). Šis ietaupījums bieži ir tik nozīmīgs, ka jebkuras papildu izmaksas piegādes brīdī tiek atgūtas nepilna gada laikā. Izolācijai kopā ar apvalku ir ļoti augsta mehāniskā izturība, kas padara rūpnieciski izolētu cauruļu sistēmas izturīgas pret fizisku iedarbību, piemēram, kad tās lieto kā gājēju tiltu.

Poliuretāna putas ražo no poliola un izocianāta. Putas ir viendabīgas un atbilst EN 253 funkcionālajām prasībām. PUR ir nepārspēts izolācijas materiāls visām cauruļvadu sistēmām temperatūrā no -200oC līdz +140oC un kopā ar minerālvati – līdz pat +315oC. Tas ir spiedienizturīgs un savienojumā ar transportējamo vielu un apvalkcauruli veido daudzslāņu struktūru.

PUR saglabā savas mehāniskās īpašības nemainīgas vairāk nekā 30 gadu.

Caurules un to apvalku savienojumi ir 100% ūdensnecaurlaidīgi, tā ka cauruļvadu sistēmas var skalot un mazgāt. Tīras caurules veicina labāku darba vidi ar zemām ekspluatācijas izmaksām.

Lai ievietotu apsildes kabeļus vai uzsildāmo šķidrumu, cauruļvadu sistēmas var aprīkot ar daudzfunkcionālām caurulēm. Šī starplika var gan pasargāt cauruļvadu no sala, gan uzturēt nepieciešamo temperatūru. Daudzfunkcionālas caurules var lietot, piemēram, elektrībai, ūdenim, tvaikam vai karstai eļļai. Standarta caurules un armatūru var apgādāt ar iegremdētām daudzfunkcionālām caurulēm (10.40. att.).

|  |  |
| --- | --- |
| ***fig17*** | 10.40. att. Daudzfunkcionāla caurule:  1- alumīnija caurule, kurā ir apsildes kabelis. 2 - pašregulējošos apsildes kabelis. 3 - varš šķidru vielu, piemēram, ūdens vai eļļas, transportēšanai. |

Pašregulējošus apsildes kabeļus ar izejas jaudu līdz 35W/m var ievietot taisni izolācijā. Kā alternatīvu, pašregulējošus apsildes kabeļus vai kabeļus ar konstantu jaudu līdz 65W/m var ievilkt iegremdētās daudzfunkcionālās caurulēs. Ja nepieciešams vairāk kabeļu, jālieto vairākas daudzfunkcionālas caurules vai speciāls šķīdums.

Apsildes kabeļa uzbūve paradīta 10.41. attēlā.

|  |  |
| --- | --- |
| ***fig18*** | 10.41. att. Apsildes kabeļa uzbūve:  1- fluoropolimēra ārējais apvalks (-CT) vai  modificēts fluoropolimēra ārējais apvalks (-CR).  2 - alvota vara pinums (maks. pretestība 0,010W/m). 3 - modificēta poliolefīna izolācija. 4 - pašregulējoša vadītspējīga serde. 5 - vara vadītāji ar vada šķērsgriezumu 2 mm2. |

**PIELIKUMI**

P.1. tabula

**Līdzstrāvas un maiņstrāvas divvadu līnijas (1L + 1N) īpatnējie sprieguma zudumi**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Vada**  **šķērsgriezums, mm2** | **Spriegums, V** | | | | | | | | | |
| **220** | | **127** | | **110** | | **40** | | **12** | |
| **varš** | **alumīnijs** | **varš** | **alumīnijs** | **varš** | **alumīnijs** | **varš** | **alumīnijs** | **varš** | **alumīnijs** |
| 1,0  1,5  2,5  4,0  6,0  10  16  25  35  50  70  95  120 | 77,7  51,7  31,1  19,2  12,7  7,61  4,96  3,06  2,23  1,61  1,16  0,827  — | —  —  52,8  33,1  22,0  13,2  8,18  5,29  3,80  2,64  1,90  1,45  1,15 | 233,0  155,0  93,3  57,9  38,1  22,8  14,9  9,18  6,69  4,83  3,48  2,48  — | —  —  158,0  99,3  66,0  39,6  24,5  15,9  11,4  7,92  5,70  4,35  3,45 | 311,0 206,0 125,0 76,8 50,6 30,4 19,8 12,2 8,93 6,45 4,63 3,31  — | —  —  213,0 132,0  88,0  52,8  32,7  21,2  15,2  10,6  7,60  5,62  4,46 | 2,90  1,93  1,16  0,717  0,472  0,284  0,185  0,114  0,083  0,060  0,043  0,031  — | —  —  1,97  1,23  0,823  0,494  0,306  0,198  0,142  0,099  0,071  0,042  — | 26,1  17,3  10,4 6,44 4,24 2,56 1,66 1,03 0,749 0,541 0,389 0,277  — | —  —  17,8  11,1  7,44  4,43  2,75  1,78  1,29  0,888  0,640  0,378  — |

P.2. tabula

**Izolētu vadu 380 V trīsfāzu līnijas īpatnējie sprieguma zudumi, [%/(kW∙km)]**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Vada**  **šķērsgriezums, mm2** | **Jaudas koeficients (cos φ)** | | | | | | | |
| **0,7** | | **0,8** | | **0,9** | | **1,0** | |
| **varš** | **alumīnijs** | **varš** | **alumīnijs** | **varš** | **alumīnijs** | **varš** | **alumīnijs** |
| 1,0  1,5  2,5  4,0  6,0  10  16  25  35  50  70  95  120 150 | 13,2 8,85 5,39 3,39 2,29 1,43 0,993 0,664 0,527 0,415 0,365 0,301 0,276  — | —  —  9,03  5,71  3,86  2,37  1,53  1,04  0,790  0,588  0,488  0,398  0,345  0,298 | 13,2 8,81 5,35 3,36 2,25 1,40 0,958 0,631 0,494 0,388 0,328 0,265 0,233  — | —  —  9,0  5,67  3,82  2,34  1,50  1,01  0,757  0,558  0,451  0,362  0,301  0,265 | 13,1  8,76  5,31  3,32  2,21  1,37 0,924 0,60 0,462 0,358 0,292 0,231 0,199  — | —  —  8,96  5,63  3,78  2,31  1,46  0,974 0,725 0,528 0,415 0,328 0,277 0,233 | 13,0 8,65 5,21 3,22 2,12 1,28 0,831 0,512 0,374 0,270 0,196 0,138 0,109  — | —  —  8,85  5,54  3,69  2,22  1,37  0,886 0,637 0,443 0,319 0,235 0,187 0,145 |

P.3. tabula

**380 V trīsfāzu kabeļu līnijas īpatnējie sprieguma zudumi, [%/(kW∙km)]**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Kabeļa**  **šķērsgriezums, mm2** | **Jaudas koeficients (cos φ)** | | | | | | | |
| **0,7** | | **0,8** | | **0,9** | | **1,0** | |
| **varš** | **alumīnijs** | **varš** | **alumīnijs** | **varš** | **alumīnijs** | **varš** | **alumīnijs** |
| 4  6  10  16  25  35  50  70  95  120  150  185  240 | 3,29  2,18  1,33  0,879  0,559  0,419  0,314  0,240  0,181  0,152  0,127  0,113  0,100 | 5,61  3,75  2,27  1,42  0,933  0,632  0,487  0,363  0,277  0,230  0,187  0,160  0,133 | 3,27  2,16  1,32  0,866  0,546  0,407  0,302  0,228  0,169  0,140  0,116  0,102  0,085 | 5,59  3,73  2,26  1,41  0,920  0,670  0,475  0,351  0,266  0,218  0,176  0,149  0,122 | 3,25  2,15  1,30  0,853  0,534  0,395  0,291  0,216  0,158  0,129  0,105  0,091  0,074 | 5,57  3,72  2,24  1,39  0,908  0,658  0,464  0,339  0,255  0,207  0,165  0,138  0,111 | 3,22  2,12  1,26  0,831  0,512  0,374  0,270  0,196  0,138  0,109  0,085  0,071  0,054 | 5,54  3,69  2,22  1,37  0,886  0,637  0,443  0,319  0,235  0,187  0,145  0,118  0,092 |

P.4. tabula

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **ΔU,**  **%** | **Slodzes momenti M, kW∙m, atkarība no alumīnija vada šķērsgriezuma** | | | | | | | | | | |
| **6** | **10** | **16** | **25** | **35** | **50** | **2,5** | **4** | **6** | **10** | **16** |
| **Trīsfāžu tīkli 380/220 V** | | | | | | **Vienfāzes tīkli 220 V** | | | | |
| 0,2 | 53 | 88 | 141 | 220 | 308 | 440 | 4 | 6 | 9 | 15 | 24 |
| 0.4 | 106 | 176 | 282 | 440 | 616 | 880 | 7 | 12 | 18 | 30 | 47 |
| 0,6 | 158 | 264 | 422 | 660 | 924 | 1320 | 11 | 18 | 27 | 44 | 71 |
| 0,8 | 211 | 352 | 563 | 880 | 1232 | 1760 | 15 | 24 | 35 | 59 | 94 |
| 1,0 | 264 | 440 | 704 | 1100 | 1540 | 2200 | 18 | 30 | 44 | 74 | 118 |
| 1,2 | 317 | 528 | 845 | 1320 | 1848 | 2640 | 22 | 36 | 53 | 89 | 142 |
| 1.4 | 370 | 616 | 986 | 1540 | 2156 | 3080 | 25 | 41 | 62 | 104 | 166 |
| 1.6 | 422 | 704 | 1126 | 1760 | 2464 | 3520 | 30 | 47 | 71 | 118 | 189 |
| 1,8 | 475 | 792 | 1267 | 1980 | 2772 | 3960 | 33 | 53 | 80 | 133 | 213 |
| 2.0 | 528 | 880 | 1408 | 2200 | 3080 | 4400 | 37 | 59 | 89 | 148 | 237 |
| 2.2 | 581 | 968 | 1549 | 2420 | 3388 | 4840 | 41 | 65 | 98 | 163 | 260 |
| 2,4 | 634 | 1056 | 1690 | 2640 | 3696 | 5280 | 44 | 71 | 107 | 178 | 284 |
| 2,6 | 686 | 1144 | 1830 | 2860 | 4004 | 5720 | 48 | 77 | 115 | 192 | 308 |
| 2.8 | 739 | 1232 | 1971 | 3080 | 4312 | 6160 | 52 | 83 | 124 | 207 | 331 |
| 3,0 | 792 | 1320 | 2112 | 3300 | 4620 | 6600 | 55 | 89 | 133 | 221 | 355 |
| 3.2 | 845 | 1408 | 2253 | 3520 | 4928 | 7040 | 59 | 95 | 142 | 236 | 379 |
| 3.4 | 898 | 1496 | 2394 | 3740 | 5236 | 7480 | 63 | 101 | ĪSI | 251 | 403 |
| 3,6 | 950 | 1584 | 2534 | 3960 | 5544 | 7920 | 67 | 107 | 160 | 265 | 426 |
| 3,8 | 1003 | 1672 | 2675 | 4180 | 5852 | 8360 | 70 | 112 | 169 | 260 | 450 |
| 4,0 | 1056 | 1760 | 2816 | 4400 | 6160 | 6800 | 74 | 118 | 178 | 296 | 474 |

P.5. tabula

**Slodzes momenti alumīnija vadītājiem**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **ΔU, %** | **Slodzes moments, kW·m, četrvadu līnijai (3L + 1N) uz spriegumu 380/220 V un**  **trīsvadu līnijai (3L) uz spriegumu 380 V, ja vadītāja šķērsgriezums S, mm2 vienāds ar** | | | | | | | | | | | | | | | |
| **2,5** | **4** | **6** | **10** | **16** | **25** | **35** | **50** | **70** | **95** | | **120** | **150** | **185** | | **240** |
| 0,2 | 22 | 35 | 53 | 88 | 141 | 220 | 308 | 440 | 616 | 836 | | 1056 | 1320 | 1628 | | 2112 |
| 0,4 | 44 | 70 | 106 | 176 | 282 | 440 | 616 | 880 | 1232 | 1672 | | 2112 | 2640 | 3256 | | 4224 |
| 0,6 | 66 | 106 | 158 | 264 | 422 | 660 | 924 | 1320 | 1848 | 2508 | | 3168 | 3960 | 4884 | | 6336 |
| 0,8 | 88 | 141 | 211 | 352 | 563 | 880 | 1232 | 1760 | 2464 | 3341 | | 4224 | 5280 | 6512 | | 8448 |
| 1 | 110 | 176 | 264 | 440 | 704 | 1100 | 1540 | 2200 | 3080 | 4180 | | 5280 | 6600 | 8140 | | 10560 |
| 1,2 | 132 | 211 | 317 | 528 | 845 | 1320 | 1848 | 2640 | 3696 | 5016 | | 6336 | 7920 | 9768 | | 12672 |
| 1.4 | 154 | 246 | 370 | 616 | 986 | 1540 | 2156 | 3080 | 4312 | 5852 | | 7392 | 9240 | 11396 | | 14784 |
| 1.6 | 176 | 282 | 422 | 704 | 1126 | 1760 | 2464 | 3520 | 4928 | 6688 | | 8448 | 10560 | 13024 | | 16896 |
| 1,8 | 198 | 317 | 475 | 792 | 1267 | 1980 | 2772 | 3960 | 5544 | 7524 | | 9504 | 11880 | 14652 | | 19008 |
| 2 | 220 | 352 | 528 | 880 | 1408 | 2200 | 3080 | 4400 | 6160 | 8360 | | 10560 | 13200 | 16280 | | 21120 |
| 2.2 | 242 | 387 | 581 | 968 | 1549 | 2420 | 3388 | 4840 | 6776 | 9196 | | 11616 | 14520 | 17908 | | 23232 |
| 2.4 | 264 | 422 | 634 | 1056 | 1690 | 2640 | 3696 | 5280 | 7392 | 10032 | | 12672 | 15840 | 19536 | | 25344 |
| 2.6 | 286 | 458 | 686 | 1144 | 1830 | 2860 | 4004 | 5720 | 8008 | 10868 | 13728 | | 17160 | 21164 | 27456 | |
| 2.8 | 308 | 493 | 739 | 1232 | 1971 | 3080 | 4312 | 6160 | 8624 | 11704 | 14784 | | 18480 | 22792 | 29568 | |
| 3 | 330 | 528 | 792 | 1320 | 2112 | 3300 | 4620 | 6600 | 9240 | 12540 | 15840 | | 19800 | 24420 | 31680 | |
| 3,2 | 352 | 563 | 845 | 1408 | 2253 | 3520 | 4928 | 7040 | 9856 | 13376 | 16896 | | 21120 | 26048 | 33792 | |
| 3.4 | 374 | 598 | 898 | 1496 | 2394 | 3740 | 5236 | 7480 | 10472 | 14212 | 17952 | | 22440 | 27676 | 35904 | |
| 3.6 | 396 | 634 | 950 | 1584 | 2534 | 3960 | 5544 | 7920 | 11088 | 15048 | 19008 | | 23760 | 29304 | 38016 | |
| 3,8 | 418 | 669 | 1003 | 1672 | 2675 | 4180 | 5852 | 8360 | 11704 | 15884 | 20064 | | 25080 | 30932 | 40128 | |
| 4 | 440 | 704 | 1056 | 1760 | 2816 | 4400 | 6160 | 8800 | 12320 | 16720 | 21120 | | 26400 | 32560 | 42240 | |
| 4.2 | 462 | 739 | 1109 | 1848 | 2957 | 4620 | 6468 | 9240 | 12936 | 17556 | 22176 | | 27720 | 34188 | 44352 | |
| 4.4 | 484 | 774 | 1162 | 1936 | 3098 | 4840 | 6776 | 9680 | 13552 | 18392 | 23232 | | 29040 | 35816 | 46464 | |
| 4,6 | 506 | 810 | 1214 | 2024 | 3238 | 5060 | 7084 | 10120 | 14168 | 19228 | 24288 | | 30360 | 37444 | 48576 | |
| 4,8 | 528 | 845 | 1267 | 2112 | 3379 | 5280 | 7392 | 10560 | 14784 | 20064 | 25344 | | 31680 | 39072 | 50688 | |
| 5 | 550 | 880 | 1320 | 2200 | 3520 | 5500 | 7700 | 11000 | 15400 | 20900 | 26400 | | 33000 | 40700 | 52800 | |

P.6. tabula

**Slodzes momenti alumīnija vadītājiem**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **ΔU,**  **%** | **Slodzes moments, kW·m, četrvadu līnijai (3L + 1N) uz spriegumu 220/127 V un**  **trīsvadu līnijai (3L) uz spriegumu 220 V, ja vadītāja šķērsgriezums S, mm2 vienāds ar** | | | | | | | | | | | | | |
| **2,5** | **4** | **6** | **10** | **16** | **25** | **35** | **50** | **70** | **95** | **120** | **150** | **185** | **240** |
| 0,2 | 7 | 12 | 18 | 29 | 47 | 73 | 103 | 147 | 206 | 279 | 353 | 441 | 544 | 706 |
| 0,4 | 15 | 23 | 35 | 59 | 94 | 147 | 206 | 294 | 412 | 558 | 706 | 882 | 1088 | 1411 |
| 0,6 | 22 | 35 | 53 | 58 | 141 | 220 | 309 | 441 | 617 | 837 | 1055 | 1323 | 1633 | 2116 |
| 0,8 | 29 | 47 | 71 | 118 | 188 | 294 | 412 | 558 | 823 | 1117 | 1411 | 1764 | 2176 | 2822 |
| 1,0 | 37 | 59 | 88 | 147 | 235 | 367 | 514 | 735 | 1029 | 1396 | 1764 | 2205 | 2719 | 3528 |
| 1,2 | 44 | 71 | 106 | 176 | 282 | 440 | 617 | 282 | 1235 | 1675 | 2117 | 2646 | 3263 | 4234 |
| 1,4 | 52 | 82 | 123 | 206 | 329 | 514 | 720 | 1029 | 1441 | 1954 | 2470 | 3087 | 3807 | 4939 |
| 1,6 | 59 | 94 | 141 | 235 | 376 | 587 | 823 | 1176 | 1646 | 2233 | 2822 | 3528 | 4352 | 5644 |
| 1.8 | 66 | 106 | 159 | 265 | 423 | 661 | 926 | 1323 | 1852 | 2513 | 3175 | 3969 | 4895 | 6350 |
| 2,0 | 74 | 118 | 176 | 294 | 470 | 735 | 1029 | 1470 | 2058 | 2792 | 3528 | 4410 | 5439 | 7056 |
| 2,2 | 81 | 130 | 194 | 323 | 517 | 808 | 1132 | 1617 | 2264 | 3071 | 3881 | 4851 | 5983 | 7762 |
| 2,4 | 89 | 141 | 211 | 353 | 564 | 882 | 1235 | 1764 | 2470 | 3350 | 4234 | 5292 | 6527 | 8467 |
| 2,6 | 96 | 153 | 229 | 382 | 611 | 955 | 1338 | 1911 | 2675 | 3629 | 4586 | 5733 | 7072 | 9172 |
| 2,8 | 103 | 165 | 247 | 412 | 658 | 1029 | 1441 | 2058 | 2881 | 3909 | 4939 | 6174 | 7615 | 9878 |
| 3 | 110 | 176 | 265 | 441 | 706 | 1102 | 1543 | 2205 | 3087 | 4188 | 5292 | 6615 | 8158 | 10584 |
| 3,2 | 117 | 188 | 283 | 470 | 753 | 1175 | 1646 | 2352 | 3293 | 4467 | 5645 | 7056 | 8702 | 11290 |
| З,4 | 125 | 199 | 300 | 588 | 800 | 1249 | 1749 | 2499 | 3499 | 4746 | 5998 | 7497 | 9246 | 11995 |
| 3,6 | 132 | 211 | 318 | 529 | 847 | 1324 | 1852 | 2646 | 3704 | 5025 | 6350 | 7938 | 9791 | 12700 |
| 3,8 | 139 | 223 | 336 | 559 | 894 | 1396 | 1955 | 2793 | 3910 | 5305 | 6703 | 8379 | 10334 | 13406 |
| 4 | 147 | 235 | 353 | 588 | 941 | 1470 | 2058 | 2940 | 4116 | 5584 | 7056 | 8820 | 10878 | 14112 |
| 4,2 | 154 | 247 | 371 | 617 | 988 | 1543 | 2161 | 3087 | 4322 | 5863 | 7409 | 9261 | 11422 | 14818 |
| 4,4 | 162 | 258 | 388 | 647 | 1035 | 1617 | 2264 | 3234 | 4528 | 6142 | 7762 | 9702 | 11966 | 15523 |
| 4,6 | 169 | 270 | 406 | 1676 | 1082 | 1690 | 2367 | 3381 | 4733 | 6421 | 8114 | 10143 | 12513 | 16228 |
| 4,8 | 176 | 282 | 424 | 706 | 1129 | 1764 | 2470 | 3528 | 4939 | 6701 | 8467 | 10584 | 13504 | 16934 |
| 5 | 184 | 294 | 441 | 735 | 1176 | 1837 | 2572 | 3675 | 5145 | 6980 | 8820 | 11025 | 13597 | 17640 |

P.7. tabula

**Slodzes momenti alumīnija vadītājiem, kW·m**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **ΔU,**  **%** | **Divvadu līnija (1L + 1N) uz**  **spriegumu 220 V** | | | | | | | | | | | | **Trīsvadu divfāzu līnija (2L +1N) uz**  **spriegumu 380/220 V** | | | | | | | | | | | | | |
| **ja vadītāja šķērsgriezums S, mm2 vienāds ar** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **2,5** | | **4** | | **6** | | **10** | | **16** | | **25** | | **2,5** | | **4** | | **6** | | **10** | | **16** | | **25** | | **35** | |
| 0,2 | 4 | | 6 | | 9 | | 15 | | 24 | | 37 | | 10 | | 16 | | 23 | | 39 | | 62 | | 97 | | 136 | |
| 0,4 | 7 | | 12 | | 18 | | 30 | | 47 | | 74 | | 19 | | 31 | | 45 | | 78 | | 125 | | 195 | | 273 | |
| 0,6 | 11 | | 18 | | 27 | | 44 | | 71 | | 101 | | 29 | | 47 | | 67 | | 117 | | 187 | | 292 | | 409 | |
| 0,8 | 15 | | 24 | | 35 | | 59 | | 95 | | 148 | | 39 | | 62 | | 91 | | 156 | | 250 | | 390 | | 546 | |
| 1 | 18 | | 30 | | 44 | | 74 | | 118 | | 185 | | 49 | | 78 | | 117 | | 195 | | 312 | | 487 | | 682 | |
| 1,2 | 22 | | 36 | | 53 | | 89 | | 142 | | 222 | | 58 | | 94 | | 140 | | 234 | | 374 | | 585 | | 819 | |
| 1,4 | 25 | | 41 | | 62 | | 104 | | 166 | | 259 | | 68 | | 109 | | 162 | | 273 | | 437 | | 682 | | 955 | |
| 1,6 | 30 | | 17 | | 71 | | 118 | | 189 | | 296 | | 78 | | 125 | | 181 | | 312 | | 499 | | 780 | | 1092 | |
| 1,8 | 33 | | 53 | | 80 | | 133 | | 213 | | 333 | | 88 | | 140 | | 211 | | 351 | | 562 | | 877 | | 1228 | |
| 2 | 37 | | 59 | | 89 | | 148 | | 237 | | 370 | | 97 | | 156 | | 231 | | 390 | | 624 | | 975 | | 1365 | |
| 2,2 | 41 | | 65 | | 98 | | 163 | | 260 | | 407 | | 107 | | 172 | | 257 | | 429 | | 686 | | 1072 | | 1501 | |
| 2,4 | 44 | | 71 | | 107 | | 178 | | 284 | | 444 | | 117 | | 187 | | 279 | | 468 | | 749 | | 1170 | | 1633 | |
| 2,6 | 48 | | 77 | | 115 | | 192 | | 308 | | 481 | | 127 | | 203 | | 301 | | 507 | | 811 | | 1267 | | 1774 | |
| 2,8 | 52 | 83 | | 121 | | 207 | | 331 | | 518 | | 136 | | 218 | | 325 | | 546 | | 874 | | 1365 | | 1911 | |
| 3 | 55 | 89 | | 133 | | 221 | | 355 | | 555 | | 146 | | 234 | | 351 | | 585 | | 936 | | 1162 | | 2047 | |
| 3,2 | 59 | 95 | | 142 | | 236 | | 379 | | 592 | | 156 | | 250 | | 374 | | 624 | | 998 | | 1560 | | 2184 | |
| 3,4 | 63 | 101 | | 151 | | 251 | | 403 | | 629 | | 166 | | 265 | | 396 | | 663 | | 1061 | | 1657 | | 2320 | |
| 3,6 | 67 | 107 | | 160 | | 265 | | 426 | | 666 | | 175 | | 281 | | 418 | | 702 | | 1123 | | 1755 | | 2457 | |
| 3,8 | 70 | 112 | | 169 | | 280 | | 450 | | 703 | | 185 | | 296 | | 445 | | 741 | | 1186 | | 1852 | | 2593 | |
| 4 | 74 | 118 | | 178 | | 296 | | 474 | | 740 | | 195 | | 312 | | 468 | | 780 | | 1248 | | 1950 | | 2730 | |
| 4,2 | 78 | 124 | | 186 | | 311 | | 497 | | 777 | | 205 | | 328 | | 491 | | 819 | | 1310 | | 2047 | | 2866 | |
| 4,4 | 81 | 130 | | 195 | | 326 | | 521 | | 814 | | 214 | | 343 | | 513 | | 858 | | 1373 | | 2145 | | 3003 | |
| 4,6 | 85 | 136 | | 201 | | 340 | | 545 | | 851 | | 224 | | 359 | | 535 | | 897 | | 1435 | | 2242 | | 3139 | |
| 4,8 | 89 | 142 | | 213 | | 355 | | 568 | | 888 | | 234 | | 374 | | 562 | | 936 | | 1498 | | 2340 | | 3276 | |
| 5 | 92 | 148 | | 222 | | 370 | | 592 | | 925 | | 214 | | 390 | | 585 | | 975 | | 1560 | | 2137 | | 3112 | |

P.8. tabula

**Slodzes momenti alumīnija vadītājiem, kW·m**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **ΔU,**  **%** | **Slodzes moments līnijai ar spriegumu 36 V** | | | | | | | | | | | |
| **Divvadu līnija** | | | | | | **Trīsfāzu trīsvadu** | | | | | |
| **ja vadītāja šķērsgriezums S, mm2 vienāds ar** | | | | | | | | | | | |
| **2,5** | **4** | **6** | **10** | **16** | **25** | **2,5** | **4** | **6** | **10** | **16** | **25** |
| 1 | 0,5 | 0,8 | 1,19 | 1,98 | 3,17 | 5 | 1 | 1,58 | 2,38 | 3,96 | 6,34 | 10 |
| 2 | 1 | 1,58 | 2,38 | 3,96 | 6,34 | 10 | 2 | 3,17 | 4,75 | 7,92 | 12,7 | 20 |
| 3 | 1,49 | 2,38 | 3,57 | 5,94 | 9,51 | 14,9 | 2,98 | 4,76 | 7,14 | 11,9 | 19 | 29,8 |
| 4 | 1,98 | 3,17 | 4,75 | 7,92 | 12,7 | 19,8 | 3,96 | 6,34 | 9,5 | 15,8 | 25,4 | 39,6 |
| 5 | 2,48 | 3,96 | 5,94 | 9,9 | 15,9 | 24,8 | 4,96 | 7,92 | 11,9 | 19,8 | 31,8 | 49,6 |
| 6 | 2,98 | 4,76 | 7,13 | 11,9 | 19 | 29,8 | 5,96 | 9,52 | 14,3 | 23,8 | 38 | 59,6 |
| 7 | 3,47 | 5,54 | 8,32 | 13,9 | 22,2 | 34,7 | 6,94 | 11,1 | 16,6 | 27,8 | 44,4 | 69,4 |
| 8 | 3,97 | 6,34 | 9,51 | 15,9 | 25,4 | 39,7 | 7,94 | 12,7 | 19 | 31,8 | 50,8 | 79,4 |
| 9 | 4,46 | 7,13 | 10,7 | 17,8 | 28,5 | 44,6 | 8,92 | 14,3 | 21,4 | 35,6 | 57 | 89,2 |
| 10 | 4,95 | 7,92 | 11,9 | 19,8 | 31,7 | 49,5 | 10 | 15,8 | 23,8 | 39,6 | 63,4 | 100 |

P.9. tabula

**Slodzes momenti alumīnija vadītājiem, kW·m**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **ΔU, %** | **Slodzes moments līnijai ar spriegumu 24 V** | | | | | | | | | | | |
| **Divvadu līnija** | | | | | | **Trīsfāzu trīsvadu** | | | | | |
| **ja vadītāja šķērsgriezums S, mm2 vienāds ar** | | | | | | | | | | | |
| **2,5** | **4** | **6** | **10** | **16** | **25** | **2,5** | **4** | **6** | **10** | **16** | **25** |
| 1 | 0,22 | 0,35 | 0,53 | 0,88 | 1,41 | 2,2 | 0,44 | 0,7 | 1,06 | 1,76 | 2,82 | 4,4 |
| 2 | 0,44 | 0.7 | 1,06 | 1,76 | 2,82 | 4,4 | 0,88 | 1,4 | 2,12 | 3,52 | 5,64 | 8,8 |
| 3 | 0,66 | 1,04 | 1,6 | 2,64 | 4,23 | 6,6 | 1,32 | 2,08 | 3,2 | 5,28 | 8,46 | 13,2 |
| 4 | 0,88 | 1,4 | 2,11 | 3,52 | 5,64 | 8,8 | 1,76 | 2,8 | 4,22 | 7,04 | 113 | 17,6 |
| 5 | 1,1 | 1,76 | 2,64 | 4,4 | 7,04 | 11 | 2,2 | 3,52 | 5,28 | 8,8 | 14,1 | 22 |
| 6 | 1,32 | 2,12 | 3,17 | 5,28 | 8,4 | 13,2 | 2,64 | 4,21 | 6,34 | 10,6 | 16,8 | 26,4 |
| 7 | 1,54 | 2,47 | 3,7 | 6,16 | 9,81 | 15,4 | 3,08 | 4,94 | 7,4 | 12,3 | 19,6 | 30,8 |
| 8 | 1,76 | 2,82 | 4,22 | 7,04 | 11,3 | 17,6 | 3,52 | 5,64 | 8,44 | 14,1 | 22,6 | 35,2 |
| 9 | 1,98 | 3,17 | 4,75 | 7.92 | 12,7 | 19,8 | 3,96 | 6,34 | 9,5 | 14,8 | 25,4 | 39,6 |
| 10 | 2,2 | 3,52 | 5,28 | 8,8 | 14,1 | 22 | 4,4 | 7,04 | 10,6 | 17,6 | 28,2 | 44 |

P.10. tabula

**Slodzes momenti alumīnija vadītājiem, kW·m**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **ΔU, %** | **Slodzes moments līnijai ar spriegumu 12 V** | | | | | | | | | | | |
| **Divvadu līnija** | | | | | | **Trīsfāzu trīsvadu** | | | | | |
| **ja vadītāja šķērsgriezums S, mm2 vienāds ar** | | | | | | | | | | | |
| **2,5** | **4** | **6** | **10** | **16** | **25** | **2,5** | **4** | **6** | **10** | **16** | **25** |
| 1 | 0,06 | 0,09 | 0,13 | 0,22 | 0,35 | 0,55 | 0,11 | 0,18 | 0,26 | 0,44 | 0,7 | 1,1 |
| 2 | 0,11 | 0,18 | 0,26 | 0,44 | 0,7 | 1,1 | 0,22 | 0,36 | 0,52 | 0,88 | 1,4 | 2,2 |
| 3 | 0,165 | 0.26 | 0,4 | 0,66 | 1,05 | 1,65 | 0,33 | 0,52 | 0,8 | 1,32 | 2,1 | 3,31 |
| 4 | 0,22 | 0,35 | 0,53 | 0,83 | 1.41 | 2,2 | 0,44 | 0,7 | 1,06 | 1,76 | 2,82 | 4,4 |
| 5 | 0,275 | 0,44 | 0,66 | 1,1 | 1,76 | 2,75 | 0,55 | 0,88 | 1,32 | 2,2 | 3,52 | 5,5 |
| 6 | 0,33 | 0,53 | 0,79 | 1,32 | 2,1 | 3,3 | 0,66 | 1,06 | 1,58 | 2,64 | 4,2 | 6,6 |
| 7 | 0,39 | 0,62 | 0,92 | 1,54 | 2,45 | 3,9 | 0,78 | 1,24 | 1,84 | 3,08 | 4,9 | 7,8 |
| 8 | 0,44 | 0,7 | 1,06 | 1,76 | 2,82 | 4,4 | 0,88 | 1,4 | 2,12 | 3,52 | 5,64 | 8,8 |
| 9 | 0,5 | 0,8 | 1,19 | 1,98 | 3,17 | 5 | 1,0 | 1,6 | 2,38 | 3,96 | 6,31 | 10 |
| 10 | 0,55 | 0,88 | 1,32 | 2,2 | 3,52 | 5,5 | 1,1 | 1,76 | 2,64 | 4,4 | 7,04 | 11 |

P.11. tabula

**Vara vada slodzes momenti M, kW∙m**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **ΔU, %** | **Slodzes moments, kW·m, četrvadu līnijai (3L + 1N) uz spriegumu 380/220 V un**  **trīsvadu līnijai (3L) uz spriegumu 380 V, ja vadītāja šķērsgriezums S, mm2 vienāds ar** | | | | | | | | | | | | | |
| **1,5** | **2,5** | **4** | **6** | **10** | **16** | **25** | **35** | **50** | **70** | **95** | **120** | **150** | **185** |
| 0,2 | 22 | 36 | 58 | 86 | 144 | 230 | 360 | 504 | 720 | 1008 | 1368 | 1728 | 2160 | 2664 |
| 0,4 | 43 | 72 | 115 | 173 | 288 | 461 | 720 | 1008 | 1440 | 2016 | 2736 | 3456 | 4320 | 5328 |
| 0,6 | 65 | 108 | 173 | 259 | 432 | 691 | 1080 | 1512 | 2160 | 3024 | 4104 | 5184 | 6480 | 7992 |
| 0,8 | 86 | 144 | 230 | 346 | 576 | 922 | 1440 | 2016 | 2880 | 4032 | 5472 | 6912 | 8640 | 10656 |
| 1 | 108 | 180 | 288 | 432 | 720 | 1152 | 1800 | 2520 | 3600 | 5040 | 6840 | 8640 | 10800 | 13320 |
| 1,2 | 130 | 216 | 346 | 518 | 864 | 1382 | 2160 | 3024 | 4320 | 6048 | 8208 | 10368 | 12960 | 15984 |
| 1.4 | 151 | 252 | 403 | 605 | 1008 | 1613 | 2520 | 3528 | 5040 | 7056 | 9576 | 12096 | 15120 | 18648 |
| 1.6 | 173 | 288 | 462 | 691 | 1152 | 1843 | 2880 | 4032 | 5760 | 8064 | 10944 | 13824 | 17280 | 21312 |
| 1,8 | 194 | 324 | 518 | 778 | 1296 | 2074 | 3240 | 4536 | 6480 | 9072 | 12312 | 15552 | 19440 | 23976 |
| 2 | 216 | 360 | 576 | 864 | 1440 | 2304 | 3600 | 5040 | 7200 | 10080 | 13680 | 17280 | 21600 | 26640 |
| 2.2 | 238 | 396 | 636 | 950 | 1584 | 2534 | 3960 | 5544 | 7920 | 11088 | 15048 | 19008 | 23760 | 29304 |
| 2.4 | 259 | 432 | 691 | 1037 | 1728 | 2765 | 4320 | 6048 | 8640 | 12096 | 16416 | 20736 | 25920 | 31968 |
| 2.6 | 281 | 478 | 749 | 1121 | 1872 | 2995 | 4780 | 6552 | 9360 | 13104 | 17784 | 22464 | 28100 | 34632 |
| 2.8 | 302 | 504 | 806 | 1210 | 2016 | 3226 | 5040 | 7056 | 10080 | 14112 | 19152 | 24392 | 30200 | 37296 |
| 3 | 324 | 540 | 864 | 1296 | 2160 | 3456 | 5400 | 7560 | 10800 | 15120 | 20520 | 25920 | 32400 | 39960 |
| 3,2 | 346 | 576 | 922 | 1386 | 2304 | 3686 | 5760 | 8064 | 11520 | 16128 | 21888 | 27648 | 34560 | 42624 |
| 3.4 | 367 | 612 | 979 | 1469 | 2448 | 3917 | 6120 | 8568 | 12240 | 17136 | 23256 | 29376 | 36720 | 45288 |
| 3.6 | 389 | 648 | 1037 | 1555 | 2592 | 4147 | 6480 | 9072 | 12960 | 18144 | 24624 | 31104 | 38880 | 47952 |
| 3,8 | 410 | 684 | 1094 | 1642 | 2736 | 4378 | 6840 | 9576 | 13680 | 19152 | 25992 | 32832 | 41040 | 50616 |
| 4 | 432 | 720 | 1152 | 1728 | 2880 | 4608 | 7200 | 10080 | 14400 | 20160 | 27360 | 34560 | 43200 | 53280 |
| 4.2 | 454 | 756 | 1210 | 1814 | 3024 | 4838 | 7560 | 10584 | 15120 | 21168 | 28728 | 36288 | 45360 | 55944 |
| 4.4 | 475 | 792 | 1267 | 1901 | 3168 | 5069 | 7920 | 11088 | 15840 | 22176 | 30096 | 38016 | 47520 | 58608 |
| 4,6 | 497 | 828 | 1325 | 1987 | 3312 | 5299 | 8280 | 11592 | 16560 | 23184 | 31464 | 39744 | 49680 | 61272 |
| 4,8 | 518 | 864 | 1382 | 2074 | 3456 | 5530 | 8640 | 12096 | 17280 | 24192 | 32832 | 41472 | 51840 | 63936 |
| 5 | 540 | 900 | 1440 | 2160 | 3600 | 5760 | 9000 | 12600 | 18000 | 25200 | 34200 | 43200 | 54000 | 66600 |

P.12. tabula

**Vara vada slodzes momenti M, kW∙m**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **ΔU, %** | **Slodzes moments, kW·m, četrvadu līnijai (3L + 1N) uz spriegumu 220/127 V un**  **trīsvadu līnijai (3L) uz spriegumu 220 V, ja vadītāja šķērsgriezums S, mm2 vienāds ar** | | | | | | | | | | | | | |
| **1,5** | **2,5** | **4** | **6** | **10** | **16** | **25** | **35** | **50** | **70** | **95** | **120** | **150** | **185** |
| 0,2 | 7 | 12 | 19 | 29 | 48 | 77 | 120 | 168 | 240 | 336 | 456 | 576 | 720 | 888 |
| 0,4 | 14 | 24 | 38 | 58 | 96 | 154 | 240 | 336 | 480 | 672 | 912 | 1152 | 1440 | 1776 |
| 0,6 | 22 | 36 | 58 | 86 | 144 | 230 | 360 | 504 | 720 | 1008 | 1368 | 1728 | 2160 | 2664 |
| 0,8 | 29 | 48 | 77 | 115 | 192 | 307 | 480 | 672 | 960 | 1344 | 1824 | 2304 | 2880 | 3552 |
| 1 | 36 | 60 | 96 | 144 | 240 | 384 | 600 | 840 | 1200 | 1680 | 2280 | 2880 | 3600 | 4440 |
| 1,2 | 43 | 72 | 115 | 173 | 288 | 461 | 720 | 1008 | 1440 | 2016 | 2736 | 3456 | 4320 | 5323 |
| 1.4 | 50 | 84 | 134 | 202 | 336 | 538 | 840 | 1176 | 1680 | 2352 | 3192 | 4032 | 5040 | 6216 |
| 1.6 | 58 | 96 | 154 | 230 | 384 | 614 | 960 | 1344 | 1920 | 2688 | 3648 | 4608 | 5760 | 7104 |
| 1,8 | 65 | 108 | 173 | 259 | 432 | 691 | 1080 | 1512 | 2160 | 3024 | 4104 | 5184 | 6480 | 7992 |
| 2 | 72 | 120 | 192 | 288 | 480 | 768 | 1200 | 1680 | 2400 | 3360 | 4560 | 5760 | 7200 | 8880 |
| 2.2 | 79 | 132 | 211 | 317 | 528 | 845 | 1320 | 1848 | 2640 | 3696 | 5016 | 6336 | 7920 | 9768 |
| 2.4 | 86 | 144 | 230 | 346 | 576 | 922 | 1440 | 2016 | 2880 | 4032 | 5472 | 6912 | 8640 | 10656 |
| 2.6 | 94 | 156 | 250 | 376 | 624 | 998 | 1560 | 2184 | 3120 | 4368 | 5928 | 7488 | 9360 | 11544 |
| 2.8 | 101 | 168 | 269 | 403 | 672 | 1075 | 1780 | 2352 | 3360 | 4704 | 6384 | 8064 | 10080 | 12432 |
| 3 | 108 | 180 | 288 | 432 | 720 | 1152 | 1800 | 2520 | 3600 | 5040 | 6840 | 8640 | 10800 | 13320 |
| 3,2 | 115 | 192 | 307 | 461 | 768 | 1229 | 1920 | 2688 | 3840 | 5376 | 7296 | 9216 | 11520 | 14208 |
| 3.4 | 122 | 204 | 326 | 490 | 816 | 1306 | 2040 | 2856 | 4080 | 5712 | 7752 | 9792 | 12240 | 15096 |
| 3.6 | 130 | 216 | 346 | 518 | 864 | 1382 | 2160 | 3024 | 4320 | 6048 | 8208 | 10368 | 12960 | 15984 |
| 3,8 | 137 | 228 | 365 | 547 | 912 | 1459 | 2280 | 3192 | 4560 | 6384 | 8664 | 10944 | 13680 | 16872 |
| 4 | 144 | 240 | 384 | 576 | 960 | 1536 | 2400 | 3360 | 4800 | 6720 | 9120 | 11520 | 14400 | 17760 |
| 4.2 | 151 | 252 | 403 | 605 | 1008 | 1613 | 2520 | 3528 | 5040 | 7056 | 9576 | 12096 | 15120 | 18648 |
| 4.4 | 158 | 264 | 422 | 634 | 1056 | 1690 | 2640 | 3696 | 5280 | 7392 | 10032 | 12672 | 15840 | 19536 |
| 4,6 | 166 | 276 | 442 | 662 | 1104 | 1766 | 2760 | 3864 | 5520 | 7728 | 10488 | 13248 | 16560 | 20424 |
| 4,8 | 173 | 288 | 461 | 691 | 1152 | 1843 | 2880 | 4032 | 5760 | 8064 | 10944 | 13824 | 17280 | 21312 |
| 5 | 180 | 300 | 480 | 720 | 1200 | 1920 | 3000 | 4200 | 6000 | 8400 | 11400 | 14400 | 18000 | 22200 |

P.13. tabula

**Vara vada slodzes momenti M, kW∙m**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **ΔU, %** | **divvadu līnijai (L + 1N) uz spriegumu**  **220 V** | | | | | | | **trīsvadu līnijai (2L + 1N) uz**  **spriegumu 380/220 V** | | | | | |
| **ja vadītāja šķērsgriezums S, mm2 vienāds ar** | | | | | | | | | | | | |
| **1** | **1,5** | **2,5** | **4** | **6** | **10** | **16** | **1,5** | **2,5** | **4** | **6** | **10** | **16** |
| 0,2 | 2 | 4 | 6 | 10 | 14 | 24 | 38 | 10 | 16 | 26 | 38 | 64 | 102 |
| 0,4 | 5 | 7 | 12 | 19 | 29 | 48 | 77 | 19 | 32 | 51 | 77 | 128 | 205 |
| 0,6 | 7 | 11 | 18 | 29 | 43 | 72 | 115 | 29 | 48 | 77 | 115 | 192 | 307 |
| 0,8 | 10 | 14 | 24 | 38 | 58 | 96 | 154 | 38 | 64 | 102 | 154 | 256 | 410 |
| 1 | 12 | 18 | 30 | 48 | 72 | 120 | 192 | 48 | 80 | 128 | 192 | 320 | 512 |
| 1,2 | 14 | 22 | 36 | 58 | 86 | 144 | 230 | 58 | 96 | 154 | 230 | 384 | 614 |
| 1.4 | 17 | 25 | 42 | 67 | 101 | 168 | 269 | 67 | 112 | 179 | 209 | 418 | 717 |
| 1.6 | 19 | 29 | 48 | 77 | 115 | 192 | 307 | 77 | 128 | 205 | 307 | 512 | 819 |
| 1,8 | 22 | 32 | 54 | 86 | 130 | 216 | 346 | 86 | 144 | 230 | 346 | 576 | 922 |
| 2 | 24 | 36 | 60 | 96 | 144 | 240 | 384 | 96 | 160 | 256 | 384 | 640 | 1024 |
| 2.2 | 26 | 40 | 66 | 106 | 158 | 264 | 422 | 106 | 176 | 282 | 422 | 704 | 1126 |
| 2.4 | 29 | 43 | 72 | 115 | 173 | 288 | 461 | 115 | 192 | 307 | 461 | 764 | 1229 |
| 2.6 | 31 | 47 | 78 | 125 | 187 | 312 | 499 | 125 | 208 | 333 | 499 | 832 | 1331 |
| 2.8 | 34 | 50 | 84 | 134 | 202 | 336 | 538 | 134 | 224 | 358 | 538 | 896 | 1434 |
| 3 | 36 | 54 | 90 | 144 | 216 | 360 | 576 | 144 | 240 | 384 | 576 | 960 | 1536 |
| 3,2 | 38 | 58 | 96 | 154 | 230 | 384 | 614 | 154 | 256 | 410 | 614 | 1025 | 1638 |
| 3.4 | 41 | 61 | 102 | 163 | 245 | 408 | 653 | 163 | 272 | 435 | 653 | 1088 | 1741 |
| 3.6 | 43 | 65 | 108 | 173 | 259 | 432 | 691 | 173 | 288 | 461 | 691 | 1152 | 1843 |
| 3,8 | 46 | 68 | 114 | 182 | 274 | 456 | 730 | 182 | 304 | 486 | 730 | 1216 | 1946 |
| 4 | 48 | 72 | 120 | 192 | 288 | 480 | 768 | 192 | 320 | 512 | 768 | 1280 | 2048 |
| 4.2 | 50 | 76 | 126 | 202 | 302 | 504 | 806 | 202 | 336 | 538 | 806 | 1344 | 2150 |
| 4.4 | 53 | 79 | 132 | 211 | 317 | 528 | 845 | 211 | 352 | 563 | 845 | 1408 | 2253 |
| 4,6 | 55 | 83 | 138 | 221 | 331 | 552 | 883 | 221 | 368 | 589 | 883 | 1172 | 2355 |
| 4,8 | 58 | 86 | 144 | 230 | 346 | 576 | 922 | 230 | 384 | 614 | 922 | 1546 | 2458 |
| 5 | 60 | 90 | 150 | 240 | 360 | 600 | 960 | 240 | 400 | 640 | 960 | 1600 | 2560 |

P.14. tabula

**Vara vada slodzes momenti M, kW∙m**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **ΔU, %** | **divvadu līnijai uz spriegumu**  **36 V** | | | | | | **trīsvadu trīsfāžu līnijai uz spriegumu 36 V** | | | | | |
| **ja vadītāja šķērsgriezums S, mm2 vienāds ar** | | | | | | | | | | | |
| **1,5** | **2,5** | **4** | **6** | **10** | **16** | **1,5** | **2,5** | **4** | **6** | **10** | **16** |
| 1 | 0,49 | 0,81 | 1,3 | 1,95 | 3,24 | 5,18 | 0,97 | 1,62 | 2,59 | 3,89 | 6,48 | 10,4 |
| 2 | 0,97 | 1,62 | 2,59 | 3,89 | 6,48 | 10,4; | 1,94 | 3,24 | 5,18 | 7,78 | 13 | 20,8 |
| 3 | 1,46 | 2,43 | 3,39 | 5,83 | 9,72 | 15,5 | 2,92 | 4,86 | 7,78 | 11,7 | 19,4 | 31,1 |
| 4 | 1,95 | 3,24 | 5,18 | 7,78 | 13 | 20,7 | 3.9 | 6,48 | 10,4 | 15,6 | 26 | 41,4 |
| 5 | 2,43 | 4,05 | 6,48 | 9,72 | 16,2 | 25,9 | 4,86 | 8,1 | 13 | 19,4 | 32,4 | 51,8 |
| б | 2,92 | 4,86 | 7,78 | 11,7 | 19,4 | 31,1 | 5,84 | 9,72 | 15,6 | 23,4 | 38,8 | 62,2 |
| 7 | 3,41 | 5,67 | 9,08 | 13,6 | 22,6 | 36,3 | 6,82 | 11,3 | 18.2 | 27,2 | 45,2 | 72,6 |
| 8 | 3,89 | 6,48 | 10,4 | 15,5 | 25,9 | 41,5 | 7,78 | 13 | 20,8 | 31,1 | 51,8 | 83 |
| 9 | 4,37 | 7,29 | 11,7 | 17,5 | 29,2 | 46,7 | 8,74 | 14,6 | 23,4 | 35 | 58,4 | 93,3 |
| 10 | 4,86 | 8,1 | 13 | 19,4 | 32,4 | 51,8 | 9,72 | 16,2 | 25,9 | 38,9 | 64,8 | 104 |

P.15. tabula

**Vara vada slodzes momenti M, kW∙m**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **ΔU, %** | **divvadu līnijai uz spriegumu**  **24 V** | | | | | | **trīsvadu trīsfāžu līnijai uz spriegumu**  **24 V** | | | | | |
| **ja vadītāja šķērsgriezums S, mm2 vienāds ar** | | | | | | | | | | | | |
| **1.5** | **2.5** | **4** | **6** | **10** | **16** | **1,5** | **2,5** | **4** | **6** | **10** | **16** | |
| 1 | 0,22 | 0,36 | 0,58 | 0,86 | 1,44 | 2,3 | 0,43 | 0,72 | 1,15 | 1,73 | 2,88 | 4,6 | |
| 2 | 0,43 | 0,72 | 1,15 | 1,73 | 2,88 | 4,6 | 0,86 | 1,44 | 2,3 | 3,46 | 5,76 | 9,2 | |
| 3 | 0,65 | 1,08 | 1,73 | 2,59 | 4,32 | 6,9 | 1,3 | 2,16 | 3,46 | 5,18 | 8,64 | 13,8 | |
| 4 | 0,86 | 1,44 | 2,3 | 3,46 | 5,76 | 9,2 | 1,72 | 2,88 | 4,6 | 6,92 | 11,5 | 18,4 | |
| 5 | 1,08 | 1,8 | 2,88 | 4,32 | 7,2 | 11,5 | 2,16 | 3,6 | 5,76 | 8,64 | 14,4 | 23 | |
| 6 | 1,3 | 2,16 | 3,46 | 5,18 | 8,64 | 13,8 | 2,6 | 432 | 6,92 | 10,3 | 17,3 | 27,6 | |
| 7 | 1,5 | 2,52 | 4,03 | 6,05 | 10,1 | 16,1 | 3 | 5,04 | 8,06 | 12,1 | 20,2 | 32,2 | |
| 8 | 1,72 | 2,88 | 4,61 | 6,91 | 11,5 | 18,4 | 3,44 | 5,76 | 9,22 | 13,8 | 23 | 36,8 | |
| 9 | 1,94 | 3,24 | 5,18 | 7,78 | 13 | 20,7 | 3,88 | 6,48 | 10,4 | 15,6 | 26 | 41,4 | |
| 10 | 2,16 | 3,6 | 5,76 | 8,64 | 14,4 | 23 | 4,32 | 7,2 | 11,5 | 17,3 | 28,8 | 46,1 | |

P.16. tabula

**Vara vada slodzes momenti M, kW∙m**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **ΔU, %** | **divvadu līnijai uz spriegumu**  **12 V** | | | | | | **trīsvadu trīsfāžu līnijai uz spriegumu 12 V** | | | | | |
| **ja vadītāja šķērsgriezums S, mm2 vienāds ar** | | | | | | | | | | | |
| **1,5** | **2,5** | **4** | **6** | **10** | **16** | **1,5** | **2,5** | **4** | **6** | **10** | **16** |
| 1 | 0,05 | 0,09 | 0,14 | 0,22 | 0,36 | 0,58 | 0,1 | 0,18 | 0,29 | 0,43 | 0,72 | 1,15 |
| 2 | 0,1 | 0,18 | 0,29 | 0,43 | 0,72 | 1,15 | 0,22 | 0,36 | 0,58 | 0,86 | 1,44 | 2,3 |
| 3 | 0,16 | 0,27 | 0,43 | 0,65 | 1,08 | 1,73 | 0,32 | 0,54 | 0,86 | 1,3 | 2Д6 | 3,46 |
| 4 | 0,22 | 0,36 | 0,58 | 0,86 | 1,44 | 2,3 | 0,44 | 0,72 | 1,16 | 1,72 | 2,88 | 4,6 |
| 5 | 0,27 | 0,45 | 0,72 | 1,08 | 1,8 | 2,88 | 0,54 | 0,9 | 1,44 | 2,16 | 3,6 | 5,76 |
| 6 | 0,32 | 0,54 | 0,86 | 1,3 | 2,16 | 3,46 | 0,64 | 1,08 | 1,72 | 2,6 | 4,32 | 6,92 |
| 1 | 0,38 | 0,63 | 1 | 1,51 | 2,52 | 4,03 | 0,76 | 1,26 | 2 | 3,02 | 5,04 | 8,06 |
| 8 | 0,44 | 0,72 | 1,16 | 1,72 | 2,88 | 4,6 | 0,88 | 1,44 | 2,32 | 3,44 | 5,76 | 9,2 |
| 9 | 0,49 | 0,81 | 1,3 | 1,94 | З,24 | 5,18 | 0,98 | 1,62 | 2,6 | 3,88 | 6,48 | 10,4 |
| 10 | 0,54 | 0,9 | 1,44 | 2,16 | 3,6 | 5,76 | 1,08 | 1,8 | 2,88 | 4,32 | 7,2 | 11,5 |

P.17. tabula

**Vara vadi ar gumijas vai polivinilhlorīda izolāciju un auklas ar**

**gumijas izolāciju**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Dzīslu šķērs­griezums,**  **mm2** | **Ilgstoši pieļaujamā strāva (A), ja apkārtējās vides temperatūra 25 0C** | | | | | |
| **atklāti instalēti vadi** | **vienā caurulē instalēti vadi** | | | |  |
| **divi viendzīslas**  **vadi** | **trīs viendzīslas**  **vadi** | **četri viendzīslas**  **vadi** | **viens divdzīslu**  **vads** | **viens trīsdzīslu**  **vads** |
| 0,5 | 11 | — | — | — | — | — |
| 0,75 | 15 | — | — | — | — | — |
| 1,0 | 17 | 16 | 15 | 14 | 15 | 14 |
| 1,2 | 20 | 18 | 16 | 15 | 16 | 14,5 |
| 1,5 | 23 | 19 | S7 | 16 | 18 | 15 |
| 2,0 | 26 | 24 | 22 | 20 | 23 | 19 |
| 2,5 | 30 | 27 | 25 | 25 | 25 | 21 |
| 3,0 | 34 | 32 | 28 | 26 | 28 | 24 |
| 4,0 | 41 | 38 | 35 | 30 | 32 | 27 |
| 5,0 | 46 | 42 | 39 | 34 | 37 | 31 |
| 6,0 | 50 | 46 | 42 | 40 | 40 | 34 |
| 8,0 | 62 | 54 | 51 | 46 | 48 | 43 |
| 10 | 80 | 70 | 60 | 50 | 55 | 50 |
| 16 | 100 | 85 | 80 | 75 | 80 | 70 |
| 25 | 140 | 115 | 100 | 90 | 100 | 85 |
| 35 | 170 | 135 | 125 | 115 | 125 | 100 |
| 50 | 215 | 185 | 170 | 150 | 160 | 135 |
| 70 | 270 | 225 | 210 | 185 | 195 | 175 |
| 95 | 330 | 275 | 255 | 225 | 245 | 215 |
| 120 | 385 | 315 | 290 | 260 | 295 | 250 |
| 150 | 440 | 360 | 330 | — | — | — |
| 185 | 510 | — | — | — | — | — |
| 240 | 605 | — | — | — | — | — |
| 300 | 695 | — | — | — | — | — |
| 400 | 830 | — | — | — | — | — |

P.18. tabula

**Alumīnija vadi ar gumijas vai polivinilhlorīda izolāciju**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Dzīslas šķērs­griezums (mm2) | Ilgstoši pieļaujamā strāva (A), ja apkārtējās vides temperatūra 25 °C | | | | | |
| atklāti  insta­lēti  vadi | vienā caurule instalēti vadi | | | | |
| divi  viendzīslas vadi | trīs  viendzīslas vadi | četri  viendzīslas vadi | viens  divdzīslu vads | viens  trīsdzīslu vads |
| 2,0  2,5  3,0  4,0  5,0  6,0  8,0  10  16  25  35  50  70  95  120  150  185  240  300  400 | 21  24  27  32  36  39  46  60  75  105  130  165  210  255  295  340  390  465  535  645 | 19  20  24  28  32  36  43  50  60  85  100  140  175  215  245  275  —  —  —  — | 18  19  22  28  30  32  40  47  60  80  95  130  165  200  220  255  —  —  —  — | 15  19  21  23  27  30  37  39  55  70  85  120  140  175  200  —  —  —  —  — | 17  19  22  25  28  31  38  42  60  75  95  125  150  190  230  —  —  —  —  — | 14  16  18  21  24  26  32  38  55  65  75  105  135  165  190  —  —  —  —  — |

P.19. tabula

**Bruņoti un nebruņoti kabeļi ar alumīnija dzīslām un gumijas izolāciju**

**polivinilhlorīda un nedegošas gumijas apvalkos**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Dzīslas  šķērsgriezums,  mm2 | Ilgstoši pieļaujamā strāva (A), ja apkārtējas vides temperatūra 25 °C | | | | |
| vadi un kabeli | | | | |
| viendzīslas.  gaisā | divdzīslu | | trīsdzīslu | |
| gaisā | zemē | gaisā | zemē |
| 2,5 | 23 | 21 | 34 | 19 | 29 |
| 4 | 31 | 29 | 42 | 27 | 38 |
| 6 | 38 | 38 | 55 | 32 | 46 |
| 10 | 60 | 55 | 80 | 42 | 70 |
| 16 | 75 | 70 | 105 | 60 | 90 |
| 25 | 105 | 90 | 135 | 75 | 115 |
| 35 | 130 | 105 | 160 | 90 | 140 |
| 50 | 165 | 135 | 205 | 110 | 175 |
| 70 | 210 | 165 | 245 | 140 | 210 |
| 95 | 250 | 200 | 295 | 170 | 255 |
| 120 | 295 | 230 | 340 | 200 | 295 |
| 150 | 340 | 270 | 390 | 235 | 335 |
| 185 | 390 | 310 | 440 | 270 | 385 |
| 240 | 465 | — | — |  | — |

*Piezīme. Č*etrdzīslu plastmasas izolācijas kabeļiem ar spriegumu līdz 1000 V 6. pielikumā dotās ilgstoši pieļaujamas strāvu vērtības jāreizina ar koeficientu 0,92.

P.20. tabula

**Ilgstoši pieļaujamais strāvas stiprums ampēros (A) kabeļiem, kas atrodas**

**atmosfērā (gaisā) (300C)**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Šķērsgriezums mm2 | **Cu** | | | | | **AL** | | | | |
| **NYY** | | | **NYCWY** | | **NAYY** | | | **NAYCWY** | |
| 3dz | 3 4 | 1)  1dz | 3dz | 3 4 | 3dz | 3 4 | 1) 1dz | 3dz | 3 4 |
| 1,5 2,5 4 6 10 16 25 35 50 70 95 120 150 185 240 300 400 500 630 800 1000 | 21 28 37 47 64 84 114 139 169 213 264 307 352 406 483 557 646 747 858 971 1078 | 19,5 25 34 43 59 79 106 129 157 199 246 285 326 374 445 511 597 669 - - - | 27 35 47 59 81 107 144 176 214 270 334 389 446 516 618 717 843 994 1180 1396 1620 | 22 29 39 49 67 89 119 146 177 221 270 310 350 399 462 519 583 657 744 - - | 19,5 26 34 44 60 80 108 132 160 202 249 289 329 377 443 504 577 626 - - - | - - - - - - 87 107 131 166 205 239 273 317 378 437 513 600 701 809 916 | - - - - - - 82 100 119 152 186 216 246 285 338 400 472 539 - - - | - - - - - - 110 135 166 210 259 302 345 401 479 555 653 772 915 1080 1258 | - - - - - - 91 112 137 173 212 247 280 321 374 426 488 556 628 - - | - - - - - - 83 101 121 155 189 220 249 287 339 401 468 524 - - - |

1) Nominālā strāva līdzstrāvas sistēmās ar attālinātiem vadītājiem

P.21. tabula

**Pārveides koeficents daudzdzīslu kabeļiem (≥5 dzīslas)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Dzīslu skaits** | **Zemē guldāmie** | **Atmosfērā** |
| 5 | 0,70 | 0,75 |
| 7 | 0,60 | 0,65 |
| 10 | 0,50 | 0,55 |
| 14 | 0,45 | 0,50 |
| 19 | 0,40 | 0,45 |
| 24 | 0,35 | 0,40 |
| 40 | 0,30 | 0,35 |
| 61 | 0,25 | 0,30 |

Piezīme: Pārveides koeficents tiek izmantots kā pieskaitāmā vērtība pie iepriekšējā tabulā dotajiem datiem – atkarīgs no dzīslu daudzuma. Dotā tabula ir spēkā tikai pie kabeļu šķērsgriezuma 1,5-10 mm2

P.22. tabula

**Vadu un kabeļu ilgstoši pieļaujamās strāvas Ip (vadītāja darba temperatūra**

**no** **400 С līdz 180 0С, apkārtējas vides temperatūra no 30 0С līdz 150 0С)**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Vada, kabeļa tips** | **1** | **2** | | **3** | **4** | |
| **Montāža** | **Ārējā instalācija** | **Instalācija tieši uz pamata, pa sienām, konstrukcijām** | | | | |
|  |  | |  | |  |
|  | |  | |  |
| **Dzīslu skaits** | **1** | **2** | **3** | **2 или 3** | | |
| **Šķērsgriezums, mm2** | **Pieļaujamā strāva Ipieļ, А** | | | | | |
| 0.5 | - | 3 | 3 | 9 | | 9 |
| 0.75 | 15 | 6 | 6 | 12 | | 12 |
| 1 | 19 | 10 | 10 | 15 | | 15 |
| 1.5 | 24 | 16 | 16 | 18 | | 18 |
| 2,5 | 32 | 25 | 20 | 26 | | 26 |
| 4 | 42 | 32 | 25 | 34 | | 34 |
| 6 | 54 | 40 | - | 44 | | 44 |
| 10 | 73 | 63 | - | 61 | | 61 |
| 16 | 98 | - | *-* | 82 | | 82 |
| 25 | 129 | - | - | 108 | | 108 |
| 35 | 158 | - | - | 135 | | 135 |
| 50 | 198 | - | *-* | 168 | | 168 |
| 70 | 245 | - | *-* | 207 | | 207 |
| 95 | 292 | - | *-* | 250 | | 250 |
| 120 | 344 | - | *-* | 292 | | 292 |
| 150 | 391 | - | *-* | 335 | | 335 |
| 185 | 448 | - | *-* | 382 | | 382 |
| 240 | 528 | - | - | 453 | | 453 |
| 300 | 608 | - | - | 523 | | 523 |
| 400 | 726 | - | - | - | | - |
| 500 | 830 | - | - | - | | - |

*Piezīme.* Vada, kabeļa tips:

**1** — H05V-U-K; Н07V-U, -R, -К; H07V3-U, -Р, -К; N05XAFX; NO7XAFX; NFYW; H05RN-F; H07RN-F; H05V2-U; H05V2-K; H07V2-U; H07V2-K; H05Z-U; H07Z-U, -R, -К; NHXA; NHXAF; H05G-U; H05G-K; H07G-U; -R, -К; N7YA; N7YAF; N2GFA; N2GFAF; H05S-U; H05S-K; H05SJ-K; A05SJ-U, -K; H07ZZ-F; ПВ-3; ПВ-4

**2** — H03RT-F; A03RT-F; H05RR-F; A05RR-F; A05RRT-F; H05RN-F; A05RN-F; H05RNH2-F; H07RN-F, A07RN-F; H03VH-Y; H03VH-H; H03VV-F; A03VV-F; H03VVH2-F; H05VV-F; A05VV-F; H05VVH2-F; H03VVH8-F; H03VVH2H8-F; H05VVH8-F; H05VVH2H8-F; H07ZZ-F1).

**3** — NPL; NMHCOU; NYMHYV; NSHCOU; NGFLGOU; NSHTOU; H05RTD5-F; H05RND5-F; H05RTD5-F; H05RND5-F; H07RTD5-F, H07RND5-F; H07RTD3-F; H07RND3-F; H07RN-F; A07RN-F; NYMH11YO; NGMH11YO; H05VVH6-F; H05VVD3H6-F; H07VVH6-F; H07VVD3H6-F; A07VVH6-F; A07VVD3H6-F; NXMHX; H05VV5-F; H05VVC4V5-K; NYSLY; NYSLYCY; NLSY; NLSCY; NSY; NSCY; NYPLYW; NYFAZW; N2GSA; N2GMH2G.

**4** — JZ-500, -J8, -OZ, -OB; JZ-600, -CY; JZ-750; SY-JZ, -JB; JZ-602, -CY, -RC, -RC-CY; JZ-HF, -CY; PURO-JZ; F-C-PURO-JZ; Y0-C-PUR0-JZ; PUR-750; PUT0-JZ-HF, -CY; MULTIFLEX512 PUR; C-PUR; PUR-ORANGE, YELLOW; PUR-C-PUR; TRONIC (≥0,5 mm2); TRONIC-CY (≥0,5 mm2); F-CY-JZ, -OZ; Y-CY-JZ; THERM 120; JZ-500 HMKH; BAUFLEX; MULTIFLEX-PLUS; Lift-Hoist cable; Lift-2S; PVC-Flat, -CY; NEO-Flat, -CY; TOPSERV, TOPFLEX

P.23. tabula

**Ilgstoši pieļaujamās strāvas Ip lokaniem kabeļiem un vadiem**

**(DIN VDE 0100, 430 daļa), ja apkārtējās vides temperatūra līdz 30 0С**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Šķērsgriezums,**  **mm2** | **1 grupa** | | **2 grupa** | | **3 grupa** | |
| **Ipieļ.,**  **А** | **INdr.,**  **А** | **Ipieļ.,**  **А** | **INdr.,**  **А** | **Ipieļ.,**  **А** | **INdr.,**  **А** |
| 0,05 | 1 | — | 1 | — | 2 | — |
| 0,14 | 2 | — | 2 | — | 3.5 | — |
| 0,25 | 4 | — | 4.5 | — | 6 | — |
| 0,34 | 6 | — | 6 | — | 9 | — |
| 0,5 | 9 | — | 9 | — | 12 | — |
| 0,75 | 12 | — | 12 | 10 | 15 | 10 |
| 1 | 15 | 10 | 15 | 10 | 19 | 16 |
| 1,5 | 18 | 16 | 18 | 16 | 24 | 20 |
| 2,5 | 26 | 25 | 26 | 25 | 32 | 25 |
| 4 | 34 | 25 | 34 | 25 | 42 | 35 |
| 6 | 44 | 35 | 44 | 35 | 54 | 50 |
| 10 | 61 | 50 | 61 | 50 | 73 | 63 |
| 16 | 82 | 80 | 82 | 80 | 98 | 80 |
| 25 | 108 | 100 | 108 | 100 | 129 | 100 |
| 55 | 135 | 125 | 135 | 125 | 158 | 125 |
| 50 | 168 | 160 | 168 | 160 | 198 | 160 |
| 70 | 207 | 200 | 207 | 200 | 245 | 200 |
| 95 | 250 | 250 | 250 | 250 | 292 | 250 |
| 120 | 292 | 250 | 292 | 750 | 344 | 315 |
| 150 | 535 | 500 | 335 | 300 | 591 | 555 |
| 185 | 382 | 355 | 382 | 355 | 448 | 400 |
| 240 | — | — | 453 | 425 | 528 | 500 |
| 300 | — | — | 523 | 500 | 608 | 600 |
| 400 | — | — | — | — | 726 | 630 |

Piezīme:

1 grupa – viens vai dažas viendzīslu vadi, kasa ievietoti caurulēs, piemēram, PVH vadi H03V../H05V../H07V.. (DIN VDE 0281).

2 grupa – daudzdzīslu vadi: izolētie, pārnesamie, vadi instalācijai caurulēs un kanālos.

3 grupa – viendzīslas vadi atklātai instalācijai sadalnēs

P.24. tabula

**Ilgstoši pieļaujamā strāva NYY, NAYY, NYCY, NYCWY, NAYCWY**

**0,6/1 kV kabeļiem (guldīšana zemē)**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Šķērs-griezums mm2** | **Cu** | | | | | **AL** | | | | |
| **NYY** | | | **NYCWY** | | **NAYY** | | | **NAYCWY** | |
| **3dz** | **3 4** | **1) 1dz** | **3dz** | **3 4** | **3dz** | **3 4** | **1) 1dz** | **3dz** | **3 4** |
| 1,5 2,5 4 6 10 16 25 35 50 70 95 120 150 185 240 300 400 500 630 800 1000 | 30 39 50 62 83 107 138 164 195 238 286 325 365 413 479 541 614 693 777 859 936 | 27 36 47 59 79 102 133 159 188 232 280 318 359 401 473 535 613 687 - - - | 41 55 71 90 124 160 208 250 296 365 438 501 563 639 746 848 975 1125 1304 1507 1715 | 31 40 51 63 84 108 139 166 196 238 281 315 347 385 432 473 521 574 636 - - | 27 36 47 59 79 102 133 160 190 234 280 319 357 402 463 518 579 624 - - - | - - - - - - 106 127 151 185 222 253 284 322 375 425 487 558 635 716 796 | - - - - - - 102 123 144 179 215 245 275 313 364 419 484 553 - - - | - - - - - - 160 193 230 283 340 389 436 496 578 656 756 873 1011 1166 1332 | - - - - - - 108 129 153 187 223 252 280 314 358 397 441 489 539 - - | - - - - - - 103 123 145 180 216 246 276 313 362 415 474 528 - - - |

1) Nominālā strāva līdzstrāvas sistēmās ar attālinātiem vadītājiem

P.25. tabula

**Koriģējošie koeficienti zemē guldāmajiem kabeļiem**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Attālums starp kabeļiem vai viendzīslu kabeļu grupām, mm** | **Paralēlo kabeļu skaits vai grupas no viendzīslu kabeļiem** | | | | | | |
| **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **8** | **10** |
| 0 | 0,79 | 0,69 | 0,63 | 0,58 | 0,55 | 0,50 | 0,46 |
| 70 | 0,85 | 0,75 | 0,68 | 0,64 | 0,60 | 0,55 | 0,53 |
| 250 | 0,87 | 0,79 | 0,75 | 0,72 | 0,69 | 0,66 | 0,64 |

Piezīme: Vairāku paralēli zemē guldīto kabeļu ietekmē. Koeficienti priekš trīsdzīslu kabeļiem un trijiem vienas grupas viendzīslu kabeļiem.

P.26. tabula

**Instalācijas shēmās pieņemtie apzīmējumi**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Nosaukums.** | **Apzīmējums** | |
| 380 V, 50 Hz maiņstrāvas līnija ar kabeli, kas likts pa sienu AAB 3 x 120 |  | |
| Nullvads |  | |
| Zemējuma vads |  | |
| Nullvads un zemējuma vads |  | |
| Trīsfāzu līnija ar nullvadu un zemējuma vadu |  | |
| Zemēšanas līnija |  | |
| Metāla konstrukcija, ko izmanto par zemēšanas maģistrāli |  | |
| Zemētāji |  | |
| Zemējuma vads ar zemētājiem. |  | |
| Vadības ķēdes līnija |  | |
| Televīzijas līnija |  | |
| Avārijas apgaismojuma un dežūrapgaismojuma tīklu līnija |  | |
| 42 V un zemāka sprieguma līnija |  | |
| Atklāta vientuļā vada likšana |  | |
| Vientuļā vada likšana zem pārsegumā |  | |
| Instalācija ar lokanu kabeli |  | |
| Instalācija caurulēs, ja caurule novietota segti (betonā, grīdā, zemē utt.), uzrādot novietošanas augstumu |  | |
| Instalācija caurulēs, ja instalācija izveidota zem pārse­gumiem, laukumiem |  | |
| Instalācija caurulēs, ja instalācija izveidota atklāti |  | |
| Instalācija caurulēs, ja instalācija izveidota atklāti |  | |
| Instalācija virs apmetuma |  | |
| Instalācija apmetumā |  | |
| Instalācija zem apmetuma |  | |
| Vada pakarināšanu uz troses un troses stiprināšanas vietu |  | |
| Gaisa elektroapgādes līniju uz balstiem |  | |
| Apakšzemes elektroapgādes līniju |  | |
| Gaisa elektroapgādes līnijas stūra balstu ar atsaiti |  | |
| Vada likšanu renē |  | |
| Vada likšanu kārbā |  | |
| Vada likšanu zem grīdlīstes |  | |
| Kailu kopņu, lentu vai vadu līnija |  | |
| Kopne uz statnēm |  | |
| *P.26. tabulas turpinājums* | | |
| **Nosaukums** | **Apzīmējums** | |
| Kopne uz piekariem |  | |
| Kopne uz balsteņiem |  | |
| Kopnes kompensators |  | |
| kopne uz izolatoriem |  | |
| Kabeļu kanāls |  | |
| Kabeļu tranšeja |  | |
| Kabeļu bloks |  | |
| Kabeļu aka |  | |
| Kabeļu tunelis |  | |
| Vertikālā instalācija: *a —* līnija pienāk no apakšas, b *—* līnija pienāk no augšas, *c* — līnija virzīta no augšas uz leju |  | |
| Nozarkārba |  | vai разветвляющая розетка или распределительная коробка |
| Ievada kārba |  | |
| Nozarkārba bez spailēm |  | |
| Kārba ar spailēm |  | |
| Komutācijas vai vadības sadale, skapis vai pults (vis­pārīgs apzīmējums) |  | |
| Sadales punkts vai skapis |  | |
| Darba apgaismojuma maģistrāles skapis |  | |
| Darba apgaismojuma grupas slēgdēlis |  | |
| Avārijas apgaismojuma grupas slēgdēlis |  | |
| Sadalnes skapis ar apkalpošanu no vienas puses |  | |
| Sadalnes skapis ar apkalpošanu no divām pusēm |  | |
| Slēdža vispārīgs apzīmējums |  | |
| Slēdzis ar laika kavējumu |  | |
| Slēdzis ar aizsardzības pakāpe no IP20 līdz IP23 uzstādīšanai virs apmetuma: |  | |
| Vienpola slēdzis |  | |
| Divpolu slēdzis |  | |
| *P.26. tabulas turpinājums* | | |
| **Nosaukums** | **Apzīmējums** | |
| Trīspolu slēdzis |  | |
| Divpolu pārslēgs divos virzienos |  | |
| Vienpola slēdzis dubultais (ar divām taustiņam) |  | |
| Vienpola slēdzis trīskāršotais (ar trim taustiņam) |  | |
| Grupas pārslēgs |  | |
| Daudzpozīciju pārslēgs |  | |
| Slēdzis ar aizsardzības pakāpe no IP20 līdz IP23 uzstādīšanai zem apmetuma: |  | |
| Vienpola slēdzis |  | |
| Vienpola slēdzis dubultais (ar divām taustiņam) |  | |
| Vienpola slēdzis trīskāršotais (ar trim taustiņam) |  | |
| Divpolu slēdzis |  | |
| Slēdzis ar aizsardzības pakāpe no IP44 līdz IP55 uzstādīšanai virs apmetuma: |  | |
| Vienpola slēdzis |  | |
| Divpolu slēdzis |  | |
| Trīspolu slēdzis |  | |
| Vienpolu pārslēgs divos virzienos |  | |
| Divpolu pārslēgs divos virzienos |  | |
| Trīspolu pārslēgs divos virzienos |  | |
| Pārslēgs ar taimeru | переключатель с таймером | |
| Dimmers | плавный выключатель | |
| Poga | кнопка | |
| Poga ar pagaismošanu | кнопка со световым сигналом | |
| Sienas kontakts (vispārīgs apzīmējums) | vai | простая розетка без защитного контакта |
| *P.26. tabulas turpinājums* | | |
| **Nosaukums** | **Apzīmējums** | |
| Divkāršs sienas kontakts | vai | двойная розетка |
| Sienas kontakts ar slēdzi |  | |
| Kontakts, kurā kontaktdakšu var ieslēgt tikai vienā no­teiktā stāvoklī |  | |
| Kontaktligzda ar aizsardzības pakāpe no IP20 līdz IP23 uzstādīšanai virs apmetuma: |  | |
| Divpolu |  | |
| Divpolu dubultā |  | |
| Divpolu ar aizsardzības kontaktu | vai | простая розетка с защитным контактом |
| Divpolu ar aizsardzības kontaktu un ar slēdzi | простая выключательная розетка с защитным контактом | |
| Trīspolu ar aizsardzības kontaktu |  | |
| Kontaktligzda ar aizsardzības pakāpe no IP20 līdz IP23 uzstādīšanai zem apmetuma: |  | |
| Divpolu |  | |
| Divpolu dubultā |  | |
| Divpolu ar aizsardzības kontaktu |  | |
| Trīspolu ar aizsardzības kontaktu |  | |
| Kontaktligzda ar aizsardzības pakāpe no IP44 līdz IP55: |  | |
| Divpolu |  | |
| Divpolu ar aizsardzības kontaktu |  | |
| Vājstrāvas spraudkontaktu savienojums ar *n* poliem  Apgaismošanas armatūra ar kvēlspuldzēm: |  | |
| a) piekararmatūra | vai |  |
| b) sienas |  | |
| c) griestu |  | |
| d) iebūvēta |  | |
| Apgaismošanas armatūra ar luminiscences spuldzēm:  a) piekararmatūra | vai |  |
| b) sienas |  | |
| c) griestu |  | |
| d) iebūvēta |  | |
| Līnija ar luminiscences armatūrām |  | |
| Ārējām apgaismojumam uz kronšteinu |  | |
| *P.26. tabulas turpinājums* | | |
| **Nosaukums** | **Apzīmējums** | |
| Armatūra ar izlādesspuldzi (ДРЛ, HQL) |  | |
| Armatūra ar izlādesspuldzi uz kronšteinu |  | |
| Prožektors | vai |  |
| Lustra |  | |
| Signālarmatūra |  | |
| Armatūra avārijas izejas norādīšanai |  | |
| Luminiscences spuldze ar diviem izvadiem |  | |
| Luminiscences spuldze ar četriem izvadiem |  | |
| Bezelektrodu luminiscences spuldze |  | |
| Luminiscences spuldze ar parastiem elektrodiem |  | |
| Luminiscences spuldze ar augsto katodu |  | |
| Luminiscences spuldze ar uzsildītāju |  | |
| Luminiscences spuldzes palaidējs |  | |
| Mirdzizlādes spuldze |  | |
| Elektroenerģijas patērētājs: *a* — patērētāja numurs pēc plāna; *b —* nominālā jauda |  | |
| Instalācija metāla caurulēs |  | |
| Instalācija plastmasas caurulēs |  | |
| Instalācija lokanās metāla caurulēs |  | |
| Instalācija uz izolatoriem |  | |
| Instalācija pie trosēm |  | |
| Armatūras uzstādīšanas dati: *a* — armatūrā uzstādīto spuldžu jauda; b— armatū­ras piekāršanas augstums virs grīdas |  | |
| Uzraksti pie apgaismošanas barošanas tīkla līnijām: *a* —- aprēķina slodze; *b* — aprēķina strāva; *c* — posma garums; *d* — jaudas moments; *e* — sprieguma zudums līnijā; *f* — vada vai kabeļa marka; *g* — vada vai ka­beļa šķērsgriezums; *h* — instalācijas veids |  | |
| Prožektoru masts (M), tornis *(B)* uz ēkas jumta: Nr. — numurs pēc plāna; *a* — kopējā uzstādītā jauda; *b* — prožektora uzstādīšanas augstums; *d* — torņa augstums |  | |

*P.27. tabula*

**Komutācijas iekārtas un kontaktu shēmās pieņemtie apzīmējumi**

|  |  |
| --- | --- |
| **Nosaukums.** | **Apzīmējums** |
| Saslēdzošais kontakts (NO) | 755_001 |
| Atvienojošs kontakts (NC) |  |
| Pārslēdzošais kontakts |  |
| Pārslēdzošais kontakts ar neitrālo stāvokli |  |
| Dubults atvienojošs kontakts |  |
| Dubults saslēdzošs kontakts |  |
| Kontaktora nekustīgs kontakts |  |
| Slēdža nekustīgs kontakts |  |
| Atvienotāja nekustīgs kontakts |  |
| Slēdža-atvienotāja nekustīgs kontakts |  |
| Kustīgs automātiskais kontakts |  |
| Kustīgs beigu kontakts |  |
| Nekustīgs kontakts ar pašatgriezi |  |
| Nekustīgs kontakts bez pašatgriezi |  |
| Nekustīgs kontakts ar loka dzēšanu |  |
| Saslēdzošs kontakts bez pašatgriezes |  |
| Atvienojošs (atslēdzošais) kontakts bez pašatgriezes |  |
| *P.27. tabulas turpinājums* | |
| **Nosaukums** | **Apzīmējums** |
| Saslēdzošs kontakts ar pašatgriezi |  |
| Atvienojošs (atslēdzošais) kontakts ar pašatgriezi |  |
| Kontaktora saslēdzošs kontakts |  |
| Kontaktora atvienojošs (atslēdzošais) kontakts |  |
| Kontaktora saslēdzošs kontakts ar loka dzēšanu |  |
| Kontaktora atvienojošs (atslēdzošais) kontakts ar loka dzēšanu |  |
| Kontaktora automātisks saslēdzošs kontakts |  |
| Slēdža saslēdzošs kontakts |  |
| Atvienotāju saslēdzošs kontakts |  |
| Slēdzi-atvienotāju saslēdzošs kontakts |  |
| Saslēdzošais gala kontakts |  |
| Atvienojošs beigu kontakts |  |
| Pārslēdzošais kontakts bez ķēdes pārraušanas |  |
| *P.27. tabulas turpinājums* | |
| **Nosaukums** | **Apzīmējums** |
| Termoreleja atvienojošais kontakts |  |
| Saslēdzošs kontakts, kurš saslēdzas ar aizkavēšanu |  |
| Saslēdzošs kontakts, kurš atlaižas ar aizkavēšanos |  |
| Saslēdzošs kontakts, kurš saslēdzas un atlaižas ar aizkavēšanu |  |
| Atvienojošais kontakts, kurš atslēdzas ar aizkavēšanos |  |
| Atvienojošais kontakts, kurš atlaižas ar aizkavēšanos |  |
| Slēdzis-drošinātājs |  |
| Atvienotājs-drošinātājs |  |
| Releja spole ar vienu tinumu |  |
| Releja spole ar vienu tinumu un papildus izvadu |  |
| Releja spole ar vienu tinumu un papildus izvadu |  |
| Releja spole ar diviem tinumiem |  |
| Trīsfāzu releja spole |  |
| Releja spole ar diviem pretī ieslēgtiem tinumiem |  |
| Maiņstrāvas releja spole |  |
| *P.27. tabulas turpinājums* | |
| **Nosaukums** | **Apzīmējums** |
| Līdzstrāvas releja spole |  |
| Sprieguma relejs |  |
| Strāvas relejs |  |
| Maksimālās strāvas relejs |  |
| Minimālā sprieguma relejs |  |
| Polarizētais relejs |  |
| Polarizētais relejs |  |
| Relejs ar mehānisko bloķēšanu |  |
| Relejs, kurš ieslēdzas ar paātrināšanu |  |
| Relejs, kurš ieslēdzas ar aizkavēšanu |  |
| Relejs, kurš izslēdzas ar aizkavēšanu |  |
| Relejs, kurš ieslēdzas un izslēdzas ar paātrināšanu |  |
| Relejs, kurš ieslēdzas un izslēdzas ar aizkavēšanu |  |
| Relejs, kurš nejutīgs maiņstrāvai |  |
| Siltumreleja uztverošā daļa |  |
| Magnēta palaidējs |  |
| *P.27. tabulas turpinājums* | |
| **Nosaukums** | **Apzīmējums** |
| Automātiskais slēdzis |  |
| Trīsfāzu diferenciālais relejs |  |
| Vienfāžu diferenciālais relejs |  |
| Mainīgs rezistors |  |
| Šunts |  |
| Pieregulēšanas rezistors |  |
| Termorezistors |  |
| Tenzorezistors |  |
| Rezistors |  |
| Mainīgs rezistors |  |
| Varistors ar nelineāro raksturojumu |  |
| Pieregulēšanas rezistors |  |
| Strāvmainis ar vienu sekundāro tinumu |  |
| Strāvmainis ar diviem sekundāriem tinumiem |  |
| *P.27. tabulas turpinājums* | |
| **Nosaukums** | **Apzīmējums** |
| Ātri piesātināms strāvmainis ar vienu sekundāru tinumu |  |
| Strāvmainis ar vienu sekundāru tinumu |  |
| Strāvmainis ar diviem sekundāriem tinumiem |  |
| Ātri piesātināms strāvmainis ar vienu sekundāru tinumu |  |
| Kūstošais drošinātājs | предохранитель |
| Kūstošais drošinātājs trīs poli | 3-х полюсный предохранитель |
| Izlādnis |  |
| Cauruļizlādētājs |  |
| Lodveida izlādnis |  |
| Izlādētājs |  |
| Diodes izlādētājs |  |
| Ragu izlādētājs |  |
| *P.27. tabulas turpinājums* | |
| **Nosaukums** | **Apzīmējums** |
| Aizsardzības dzirksteļu atstarpe |  |
| Kontaktligzda, rozete |  |
| Kontaktdakša |  |
| Spraudņu savienojums |  |
| Spraudņu savienojums ar zemējuma kontaktu |  |
| Spraudņu savienojums trīs poli |  |
| Savienojuma nekustīgs kontakts |  |
| Savienojuma kustīgs kontakts |  |
| Spraudņu savienojums ar divām kontaktligzdām |  |
| Spraudņu savienojuma adapters |  |
| Savienojuma posms slēgta stāvoklī |  |
| Savienojuma posms atslēgta stāvoklī |  |
| Kontakta vispārējais apzīmējums |  |
| Spaile |  |
| Kontaktu plāksne |  |
| Kontaktu plāksne ar kontaktu marķējumu |  |

**IZMANTOTĀ LITERATŪRA**

1. Atabekovs. Rūpniecības uzņēmumu elektroiekārtu remonts. – R.: Zvaigzne. 1982.

2. Blumberga D., Veidenbergs I., Krieviņš P. Apgaismes standarti Latvijā. – R.: Stampa, 2002.

3. Popovs V., Nikolajevs. Elektrotehnika. - Rīga: Zvaigzne, 1971. 582 lpp.

4. Elektroapgāde. J.Gerharda redakcijā. - Rīga: Zvaigzne, 1989, 329 lpp.

5. Barkāns J. Kā taupīt enerģiju un saudzēt vidi. - Rīga: Bota, 1997, 367 lpp.

6. Latvijas energostandarts, LEK 025, Drošības prasības, veicot darbus elektroietaisēs, 2001.

7. Latvijas energostandarts, LEK 002, Elektrostaciju, tīklu un lietotāju elektroietaišu tehniskā ekspluatācija, 2000.

8. Hager. Modulārās ierīces. Automātiskie slēdži un noplūdes strāvas automāti. [www.hager.lv](http://www.hager.lv).

9. Hager. Sadales skapju sistēmas. www.hager.lv

10. Hager. Ēku elektroierīču vadības sistēma. www.hager.lv

11. Hager. Sadales skapju sērija Gamma. www.hager.lv

12. Elektroniskie produkti. Tehniskā informācija. [www.schneider-electric.lv](http://www.schneider-electric.lv)

13. Ceļvedis elektroinstalāciju pasaule. LEXEL. [www.schneider-electric.lv](http://www.schneider-electric.lv)

14. Lexel kabeļu kanāli. [www.schneider-electric.lv](http://www.schneider-electric.lv)

15. Schneider Electric produkcijas katalogs. Zemsprieguma iekārtas. R.: 200410. Unica. Produktu katalogs. "Schneider Electric Latvijā", SIA. [www.schneider-electric.lv](http://www.schneider-electric.lv).

16. Trunkovskis L. Rūpniecības uzņēmumu elektroietaišu apkalpošana. – R.: Zvaigzne, 1981. 292 lpp.

17. Thorsman UFB grīdas kārbas. Sistēma elektrības, komunikācijas un datu pievienošanai biroja grīdā. [www.schneider-electric.lv](http://www.schneider-electric.lv)

18. Thorsman instalācijas kanāli. [www.schneider-electric.lv](http://www.schneider-electric.lv)

19. Pragma modulārie korpusi.[www.schneider-electric.lv](http://www.schneider-electric.lv)

20. Thorsman CYB-PS. Ātras pievienošanas kontaktligzdas. [www.schneider-electric.lv](http://www.schneider-electric.lv)

21. Linsley T. Basic electrical installation work. - Oxford: Newnes, 2003, 219 p.

22. Linsley T. Advanced electrical installation work. - Oxford: Newnes, 2003, 179 p.

23. Dzieia M., Hubscher H., Jagla D., Klaue J., Wickert H. Handbook for electricians. Power Engineering and building systems. – Braunschweig: Westermann, 2005. 325 p.

24. Schneider Electric. Electrical installation guide. 2007. [www.schneider-electric.](http://www.schneider-electric.)com.

25. Catalog Legrand 2006-2007. [www.legrand.com](http://www.legrand.com).

26. Кнорринг Г. М. Осветительные установки. — Л.: Энергоиздат. Ленингр. отд-иие, 1981. — 288 с, ил.

27. Оболенцев Ю.Б., Гиндин Э.Л. Электрическое освещение общепромышленных помеще­ний. - М.: Энергоатомиздат, 1990. - 112 с: ил. - (Б-ка свето­техника; Вып. 20)

28. Справочная книга по светотехнике/Под ред. Ю. Б. Айзенберга. — М.: Энергоатомиздат, 1983.— 472 с, ил.

29. Световые Технологии. Каталог продукции 2006. www.Ltcom.ru

30. Светотехника. Краткое справочное пособие. – М.: 2004. www.Ltcom.ru

31. Фугенфиров М.И. Газоразрядные лампы. - М.: Энергоатомиздат, 1975.

32. Кунгс Я.А. Автоматизация управления электрическим освещением. – М.: Энергоатомиздат, 1989.

33. Ефимкина В. Ф., Софронов Н. Н. Светильники с газоразрядными лампами вы­сокого давления — М.: Энергоатомиздат, 1984.— 104 с, ил. — (Б-ка светотехника; Вып. 8)

34. Ртутные лампы высокого давления: Пер. с англ/ Под ред. И. М. Весельннцкого и Г. Н. Рохлина. М.: Энергия, 1971. 328 с.

35. Уэймаус Дж. Газоразрядные лампы Пер. с англ./ Под ред. Г. Н. Рохлина и М. И. Фугенфнрова. М.: Энергия, 1977, 344 с.

36. СНиП 11-4-79. Естественное и искусственное освещение. М.: Стройиздат, 1980. 48 с.

37. Джадд Д., Вышецки Г. Цвет в науке и технике: Пер. с англ./ Под ред. Л. Ф. Артюшина. М.: Мир, 1978. 592 с.

38. Фугенфиров М. И. Электрические схемы с газоразрядными лампами М.: Энергия, 1974. 368 с.

39. Правила устройства электроустановок. Разд. IV. Электриче­ское освещение. Изд. 5-е. М.: Атомиздат. 1977. 64 с.

40. Клюев С. А. Освещение производственных помещений. М.: Энергия, 1979. 152 с. (Б-ка светотехника, вып. 3).

41. Мешков В. В. Основы светотехники.— М.: Энергия, 1979.

42. Мешков В. В., Епанешников М. М. Осветительные установки. М.. Энергия, 1972.

43. Волоцкой Н. В. Светотехника.— М.: Стройиздат, 1979.

44. Кнорринг Г. М. Светотехнические расчеты в установках искусственного освещения.— Л.: Энергия, 1973.

45. Кнорринг Г. М., Оболенцев Ю. Б., Верим Р. И., Крючков В. М. Справочная книга для проектирования электрического освещения.— Л.: Энергия, 1976.

46. Гусев Н. М. Основы строительной физики. М.: Стройиздат, 1975.

47. Дадиомов М. С. Прожекторное освещение.- Л.: Энергия, 1978.

48. Волоцкой Н. В., Кнорринг Г. М., Рябов М. Сю, Шайкевич Л. С. Электрическое освещение производственных и гражданских зданий. Под ред. Г. М. Кнорринга.— М.— Л.: Энергия, 1964.

49. Клюев С. А. Освещение производственных помещений. - М.: Энергия, 1979.

50. Гуторов М. М. Основы светотехники и источники света. — М.: Энергоатомиздат, 1983.

51. Айзенберг Ю.Б. Световые приборы. — М.: Энергия. 1980.

52. Скобелев В. М., Афанасьева Е. И. Источники света и пускорегулирующая аппаратура.— М.: Энергия, 1973.