**Profesionālās izglītības kompetences centrs**

**Rīgas Valsts tehnikums**

**Uzdevumu krājums**

**„Apgaismes elektroiekārtas”**

**IEGULDĪJUMS TAVĀ NĀKOTNĒ**

**Rīga**

**2012**

# PRIEKŠVĀRDS

Mācību mteriāls „Uzdevumu krājums „Apgaismes elektroiekārtas” ” paredzēts Rīgas Valsts tehnikuma Enerģētikas specialitātes izglītojamiem. Grāmatā ievietoti tipveida un paaugstinātas grūtības uzdevumi un to risinājumi ar nepieciešamo likumu un formulu izskaidrojumiem. Uzdevuma krājumu var izmantot arī patstāvīgai šī priekšmeta apgūšanai.

Uzdevumu krājuma četrās pamatnodaļās apskatītas tēmas par elektriskās apgaismes iekārtām, 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.

Darba kopapjoms ir 200 lappuses, tas satur 4 nodaļas, 41 tabula un tajā ir atsauces uz 54 informācijas avotiem. Labākai izpratnei par attiecīgajām tēmām darbā ir iekļauti 74 attēli un 35 pielikumi.

Darbu sastādīja Mg. sc. ing. Sandis Breiers.

# SATURS

[PRIEKŠVĀRDS 2](#_Toc330227325)

[SATURS 3](#_Toc330227326)

[IEVADS 5](#_Toc330227327)

[VISPĀRĪGIE METODISKIE NORĀDĪJUMI 8](#_Toc330227328)

[1. Pamatjēdzieni un mērvienības 9](#_Toc330227329)

[1.1. Gaismas definīcija un raksturs 9](#_Toc330227330)

[1.2. Galvenie gaismu raksturojošie parametri 11](#_Toc330227331)

[1.3. Fotometriskā diagramma 24](#_Toc330227332)

[1.4. Pamatlielumu aprēķina uzdevumi 26](#_Toc330227333)

[1. Uzdevums 26](#_Toc330227334)

[2. Uzdevums 28](#_Toc330227335)

[3. Uzdevums 30](#_Toc330227336)

[2. Apgaismojuma vadīšana 33](#_Toc330227337)

[2.1. Sakarība starp telpu un āra apgaismojumu 33](#_Toc330227338)

[2.2. Nepārtrauktā gaismas regulēšana 35](#_Toc330227339)

[2.3. Apgaismes vadība 39](#_Toc330227340)

[2.4. Apgaismojuma vadīšanas aprēķina uzdevums 44](#_Toc330227341)

[1. Uzdevums 44](#_Toc330227342)

[3. Apgaismes tīklu aprēķini 47](#_Toc330227343)

[3.1. Apgaismes tīklu vadu un kabeļu izvēles nosacījumi 47](#_Toc330227344)

[3.2. Apgaismes tīklu ierīkošanas pamatprincipi 47](#_Toc330227346)

[3.3. Elektroapgaismes tīklu vadu šķērsgriezuma aprēķins 49](#_Toc330227347)

[3.4. Apgaismes tīkla aprēķins uz minimālo vadu materiālu patēriņu 60](#_Toc330227349)

[3.5. Pieļaujamie sprieguma zudumi apgaismes tīklos atkarībā no slodzes jaudas un transformatora noslodzes 65](#_Toc330227351)

[3.6. Dzīvojamo un administratīvo ēku apgaismes slodzes aprēķins 78](#_Toc330227354)

[3.7. Apgaismes tīklu aprēķina uzdevumi 81](#_Toc330227356)

[1. Uzdevums 81](#_Toc330227357)

[2. Uzdevums 83](#_Toc330227358)

[3. Uzdevums 86](#_Toc330227359)

[4. Uzdevums 88](#_Toc330227360)

[5. Uzdevums 90](#_Toc330227361)

[6. Uzdevums 93](#_Toc330227362)

[7. Uzdevums 95](#_Toc330227363)

[8. Uzdevums 97](#_Toc330227364)

[9. Uzdevums 100](#_Toc330227365)

[10. Uzdevums 102](#_Toc330227366)

[11. Uzdevums 104](#_Toc330227367)

[12. Uzdevums 107](#_Toc330227368)

[13. Uzdevums 109](#_Toc330227369)

[14. Uzdevums 112](#_Toc330227370)

[4. Elektriskais apgaismojums 115](#_Toc330227371)

[4.1. Elektriskā apgaismojuma aprēķins 115](#_Toc330227372)

[4.2. Elektriskā apgaismojuma aprēķina uzdevums 125](#_Toc330227373)

[1. Uzdevums 125](#_Toc330227374)

[4.3. Apgaismojuma izvēle dzīvokļos 128](#_Toc330227375)

[4.4. Vietējais apgaismojums 131](#_Toc330227376)

[4.5. Apgaismojums darba telpās 136](#_Toc330227377)

[4.6. Apgaismojuma lietderības pakāpe 141](#_Toc330227378)

[4.7. Apgaismojuma izmaksas 145](#_Toc330227379)

[4.8. Apgaismojuma sanācijas piemēri 148](#_Toc330227380)

[4.9. Gaismas piesārņojums 149](#_Toc330227381)

[LITERATŪRAS SARAKSTS 151](#_Toc330227382)

[Pielikumi 154](#_Toc330227383)

# IEVADS

Pēdējā laikā tehnika un tehnoloģijas attīstās ļoti straujos tempos un ar katru dienu pieprasa no zinātniekiem un inženieriem jaunākas paaudzes apgaismošanas elektroiekārtas ar plašākām funkcionālajām iespējām, efektīvi izmantojot pieejamos resursus ražošanas procesā, kā arī samazinot to enerģētiskos zudumus un palielinot funkcionalitāti.

Dēļ intensīvās zinātnes un tehnikas attīstības, pieaugušo informācijas pieplūdumu un tās daudzveidību, kā arī ar to, ka priekšmetā „Elektroiekārtas, montāža, apkope” palielinās mācību programmas apjoms un dziļums, tehnikuma audzēkņiem neilgā mācību perioda laikā jāapgūst un jānostiprina liels zināšanu apjoms. Turklāt mūsdienu sarežģītā tehnika un darba nemitīgā saspringtība prasa no katra sagatavotā vidējā posma speciālista ne tikai noteiktas vispārīgas teorētiskās zināšanas, bet arī prasmi tās radoši izmantot un pastāvīgi pilnveidot praksē.

Tas nozīmē, ka audzēkņiem studiju laikā jāiegūst dziļas un noturīgas zināšanas, jāattīsta izziņas spējas, jāformē tehniskā domāšana, jāiegūst specialitātē nepieciešamā darba prasme un praktiskās iemaņas.

Audzēkņiem jāapgūst zināšanas un prasme risināt uzdevumus par:

* apgaismes tīkliem;
* dzīvojamo un administratīvo ēku apgaismes slodzi;
* elektrisko apgaismojumu;
* apgaismojuma izvēli dzīvokļos.

Vadoties pēc mūsdienu pedagoģiskās teorijas un prakses, kā arī zinātniski - eksperimentālo pētījumu rezultātiem, tad stabilu un apzinātu zināšanu apgūšanas, izziņas aktivizēšanas un tehniskās domāšanas attīstības procesu pamatā ir tikai katra audzēkņa patstāvīga un sistemātiska mācību darbība.

Tāpēc daļējai šī mērķa sasniegšanai tika sagatavots metodiskais materiāls, kas ir izveidots kā mācību palīglīdzeklis priekšmetā „Elektroiekārtas, montāža, apkope” un paredzēts patstāvīgai vielas apgūšanai.

Metodiskā materiāla izmantošanai var rekomendēt šādu darba kārtību:

* attiecīgās tēmas teorētiskā materiāla iepazīšana;
* doto uzdevumu piemēru risinājumu analīze;
* patstāvīgā uzdevuma atrisināšana un tā pārbaude pēc dotajiem rezultātiem;
* pašsagatavošanās darba precizēšana vai pārbaude, ja tas ir nepieciešams, konsultējoties ar pasniedzēju.

Katrs audzēknis strādā ar mācību palīglīdzekli patstāvīgi, izmantojot mācību literatūru, papildliteratūru vai tehniskās rokasgrāmatas.

Pielāgojot mācību metodes mūsdienu apstākļiem, ir iespējams panākt, ka:

* audzēkņi iegūst prasmes saskatīt dažādas problēmas un izprast to būtību;
* paši audzēkņi kļūst atbildīgi par mācību procesu;
* audzēkņi piedalās kā aktīvi dalībnieki visos darba procesa posmos (idejas izvirzīšana, plānošana, reālā izstrāde, atbilstība);
* audzēkņiem veidojas spēja saskatīt sistēmas kopsakarības attiecībā uz zināšanām, prasmēm un attiecībām.

Uzdevumu krājums domāts tehnikuma elektrotehnisko specialitāšu audzēkņiem elektrotehnikas uzdevumu risināšanas metožu apgūšanai. Krājumā ievietoti tipveida uzdevumi un to risinājumi ar nepieciešamo likumu un formulu izskaidrojumiem. Krājumu var izmantot arī patstāvīgai elektrotehnikas kursa apgūšanai.

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 līdz 15% no visas mūsu saražotās elektroenerģijas.

Apgaismošanas iekārtas ir ierīces, kas pārvērš elektrisko enerģiju gaismā un siltumā. Jo mazāka ir nelietderīgā siltuma enerģija, jo plūsma, kas aiziet gaismas starojumā ir lielāka. Tāpēc lietotājam jāveic rūpīga apgaismošanas ierīču izvēle, lai panāktu kvalitatīvo normatīvo apgaismojumu katrā objektā ar minimālu elektroenerģijas izlietojumu. No apgaismošanas iekārtu ekspluatācijas viedokļa, vislielākos izdevumus prasa tieši gaismekļu apkope ar mazu gaismas atdeves koeficientu, piemēram, kvēlspuldzes, jo to temperatūra darbības laikā ievērojami palielinās, kas izsauc paātrinātu kontaktu pārejas pretestības palielināšanos un izolācijas materiālu novecošanos.

Pie apgaismojuma avotu apskatēm un apkopēm jāveic šādi darbi:

• rūpīgi jāattīra gaismekļu korpusi un gaismu atstarojošās virsmas no netīrumiem;

• atjauno kontaktu pārejas pretestību (kontaktus notīra);

• gaismekļiem ar metāla korpusiem pārbauda zemējuma spaili;

• atjauno blīvējumu (hermētiskiem gaismekļiem);

• ievieto gaismas avotu (izmanto tikai noteiktās jaudas spuldzes);

• pārbauda gaismekļu veiktspēju.

Protams, lai darbu veiktu, jāatslēdz spriegums un jāievēro ekspluatācijas instrukcijās paredzētie drošības pasākumi.

# VISPĀRĪGIE METODISKIE NORĀDĪJUMI

Apgūstot mācību vielu, tā burtnīcā jākonspektē. Galvenie definējumi jāpasvītro, bet formulas jāierāmē. Zīmējot elektriskās shēmas, jāievēro ar valsts standartiem nosacītie apzīmējumi, kas doti pielikumā.

Neskaidros jautājumos jākonsultējas pie mācību priekšmeta pasniedzēja.

Rūpīgi jāizpēta mācību grāmatās, kā arī šajos mācību uzdevumos rekomendētie uzdevumi un piemēri.

Katram no audzēkņiem jāizpilda sava varianta uzdevumi. Patstāvīgā darba variantu izvēlas atbilstoši pasniedzēja norādījumiem. Ja atrisinātie uzdevumi neatbilst audzēkņa patstāvīgā darba variantam, darbu neieskaita.

Patstāvīgo darbu uzdevumu risināšana:

1. Noraksta uzdevuma noteikumus un uzzīmē zīmējumu vai shēmu, ja tāda ir dota vai nepieciešama uzdevuma risināšanas gaitā;
2. Uzraksta nepieciešamos paskaidrojumus, aprēķināmo lielumu apzīmējumus, formulas, kurās jāievieto skaitļi un aprēķinātiem lielumam pieraksta mērvienības.

Uzdevumu risināšanas piemēri doti šajos mācību uzdevumos.

Patstāvīgā darba izpildei ir svarīga nozīme mācību priekšmeta apgūšanā. Tas jāizpilda uz A4 lapām, atstājot brīvu lapu malas recenzenta piezīmēm. Zīmējumus un shēmas izpildīt ar zīmuli. Zīmējumos jānorāda nepieciešamie izmēri. Shēmās jālieto tikai ar valsts standartiem noteiktie nosacītie apzīmējumi. Zīmējot vektoru diagrammas un grafikus, jānorāda mērogs.

Risinot uzdevumus, jālieto Starptautiskā mērvienību sistēma SI.

Darba beigās jānorāda izmantotā literatūra un darba izpildes datums.

Saņemot pārbaudītu darbu ar pasniedzēja aizrādījumiem, jāizlabo kļūdas un jāatkārto nepietiekami apgūtā mācību viela. Ja darbs nav ieskaitīts, tas jāpārstrādā atbilstoši pasniedzēja norādījumiem un kopā ar neieskaitīto darbu jānosūta recenzēšanai.

# 

# 1. Pamatjēdzieni un mērvienības

## 1.1. Gaismas definīcija un raksturs

Par gaismu parasti sauc elektromagnētisko starojumu, ko spēj uztvert cilvēka acs. Gaisma ir elektromagnētiskas viļņi. Mūsu lielākais dabiskais gaismas avots ir saule. Savukārt 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. attēlā. 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.

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.

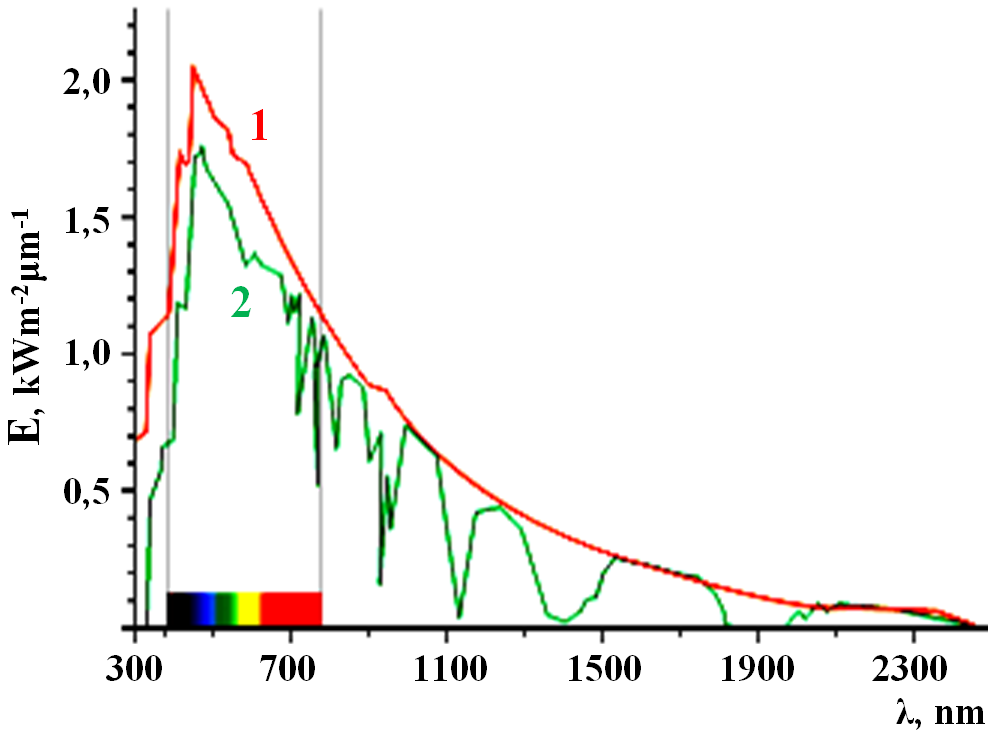
|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

1.1 att. Elektromagnētisko viļņu starojuma spektrs

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 1.2. attēlā parādītajās spektrālkrāsās. Mākslīgajos gaismas avotos, izmantojot atšķirīgus materiālus un to dažādas fizikālās 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 spektrālā jutība. Uz dienas gaismas līkni V(λ) (1.3. att.) sastādīta gaismas raksturlielumu sistēma. Maksimums cilvēka acs spektrāla jutībai atbilst viļņas garumam 555 nm dzeltens-zaļa daļa spektra diapazonā.

## 1.2. Galvenie gaismu raksturojošie parametri

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 lūmens (lm). Lūmens – 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 spektrālā jutība: *a –* V(λ) - dienā; V’(λ) – naktī; *b* – 1 – dienā; 2 – naktī

Tātad gaismas stiprums:

 (1.2.)

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:

 (1.3.)

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 cd. Tādējādi 1 lm = l cd∙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.,

 (1.4.)

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):

 (1.5.)

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

1 lx = 1 lm/1 m2.

|  |
| --- |
|  |

1.5. att. Apgaismotās virsmas laukums

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

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

 (1.6.)

un pret normāli leņķī α novilktas taisnes virzienā tas ir

 (1.7.)

|  |
| --- |
|  |

1.6. att. Spī­došas virsmas spožums.

Spilgtuma (spožuma) mērvienība ir:

1 cd/1 m2.

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

**1.1. Piemērs.** Vai gaismas stiprums pietiks lasīšanai, ja virs galda R = 2 m austumā ir novietota lampa ar gaismas stiprumu I = 200 cd un zināms, ka lasīšanai apgaismojumam jābūt E2 = 400 lx. Cik liela ir lampas gaismas plūsma un apgaismojamās virsmas spilgtums, ja apgaismojamā virsma S = 1 m2 liela?

Atrisinājums.

1. Apgaismojuma aprēķins:



2. Apgaismojuma salīdzinājums:



3. Gaismas plūsma:



4. Spilgtums uz dotās virsmas:



**1.2. Piemērs.** Apaļa matēta stika laukums ir apļveida ar diametru 0,45 m. Perpendikulāri pret laukumu krīt 120 lumenu gaismas plūsma. Telpiskais leņķis ir 0,5 steradiāni. Aprēķināt stikla apgaismojumu un cik reižu apgaismojums samazināsies, ja stiklu pagriezīs par 30 grādiem. Noteikt arī gaismas stiprumu.

Atrisinājums.

1. Apaļā stikla laukums



2. Stikla apgaismojums



3. Apgaismojums pēc stikla pagriešanas



4. Apgaismojuma samazinājums



5. Apgaismojuma samazinājums



**1.3. Piemērs.** R1 = 2 m virs galda E = 40 lx kvēlspuldze apgaismo galda centru. Par cik procentiem palielināsies apgaismojums galda centrā, ja kvēlspuldzi pakārs augstumā R2 = 1,8 m virs galda? Zinot gaismas stiprumu I = 300 cd un telpas leņķi ω = 0,5 sr, noteikt apgaismotās virsmas spilgtumu.

Atrisinājums.

1. Pirmkārt izmantojot izteiksmes 1.2., 1.3. un 1.5. iegūst sekojošu apgaismojuma vienādojumu:



2. Tālāk pēc iepriekš iegūtās formulas izsaka apgaismojumus abos augstumos, attiecīgi R1 un R2:

 un 

3. Nosaka par cik procentiem palielināsies apgaismojums galda centrā pēc kvēlspuldzes pārvietošanas:



4. Apgaismojamās virsmas laukums:



5. Spilgtums uz dotās virsmas:



Uz ķermeni krītošā gaismas plūsma var sadalīties trīs daļās (1.7. att.). Vienu gaismas, plūsmas daļu (Φat) atstaro ķermeņa virsma, otra daļa 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. Uz ķermeni krītošā gaismas plūsma

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

** (1.8.)

Gaismas laušanas koeficients rāda, cik reizes gaismas ātrums konkrētā vidē ir mazāks nekā gaismas ātrums vakuumā. Vakuumā gaismas absolūtais laušanas koeficients ir 1. Gaismai pārejot no optiski blīvākas uz optiski mazāk blīvu vidi, krišanas leņķis ir mazāks nekā laušanas leņķis. Ja krišanas leņķis ir tik liels (šo leņķi sauc par krišanas robežleņķi), lai gaismas laušanas leņķis būtu 900, tad lauztais stars neieiet otrajā vidē un lauztais stars slīd pa robežvirsmu starp abām vidēm. Savukārt, ja gaismas krišanas leņķis ir lielāks par gaismas krišanas robežleņķi, tad notiek process, ko sauc par pilnīgo gaismas atstarošanos, tas ir, gaisma pilnīgi atstarojas pirmajā vidē.

Laušanas koeficienti dažādām vielām:

Dimants 2,4

Dzintars 1,55

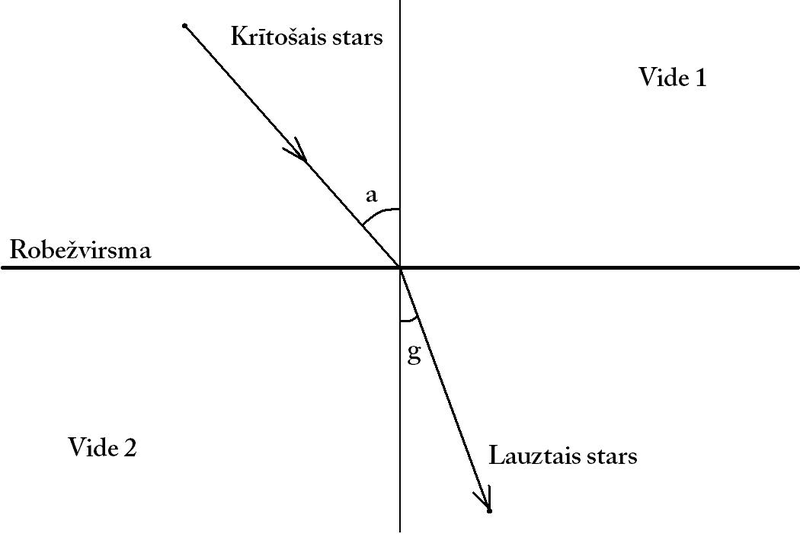
Etilspirts 1,36

Rubīns 1,76

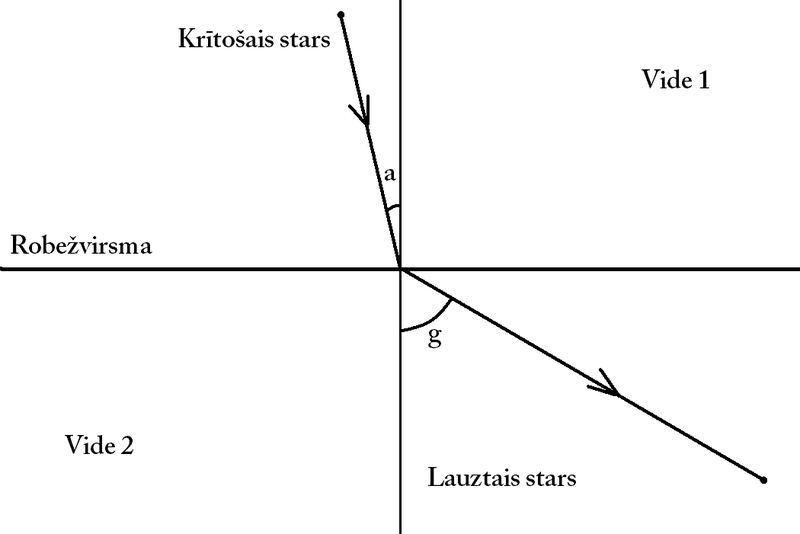
Ūdens 1,33

Ledus 1,31

Stikls 1,46 – 1,74



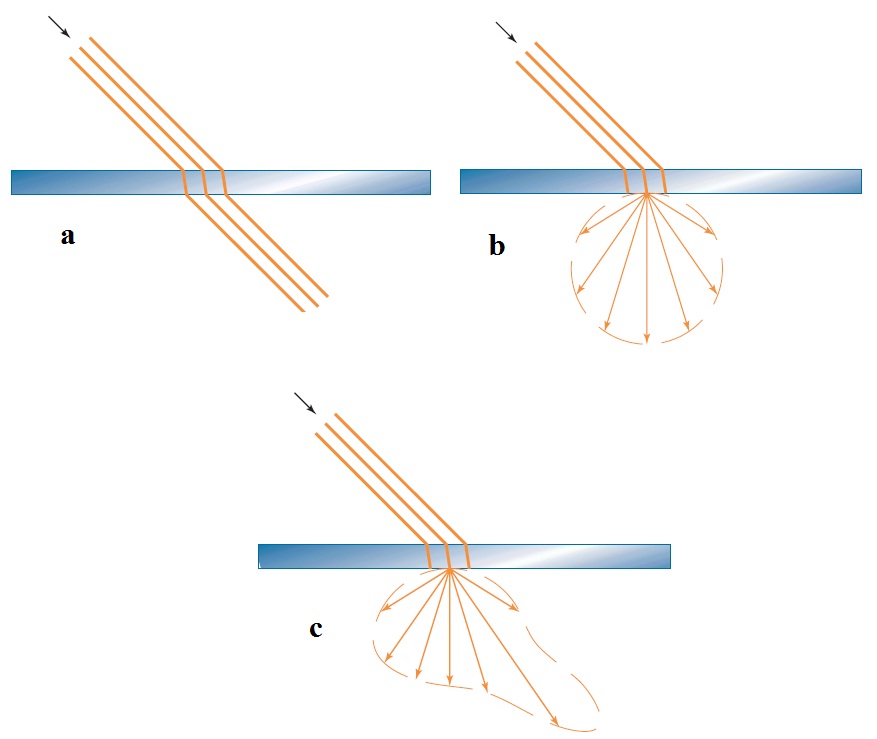
1.8. att. Gaismas laušana, kad vidē 1 gaismas ātrums ir lielāks nekā gaismas ātrums vidē 2



1.9. att. Gaismas laušana, kad vidē 1 gaismas ātrums ir mazāks nekā gaismas ātrums vidē 2

1.8. un 1.9. attēlos ir parādīts gaismas laušanas princips divām dažādām vidēm. Attēlos ar a ir apzīmēts gaismas krišanas leņķis, bet ar g gaismas laušanas leņķis. 1.8. attēlā vidē 1 gaismas ātrums ir lielāks (tā ir optiski mazāk blīva vide) nekā gaismas ātrums vidē 2, bet 1.9. attēlā vidē 1 gaismas ātrums ir mazāks (tā ir optiski blīvāka vide) nekā gaismas ātrums vidē 2.

Atkarībā no virsmas gaismas laušana var būt daudzveidīga, piemēram, paralēla, izkliedēta vai jaukta (1.10. att.).



1.10. att. Gaismas laušana, a – paralēlā, b – izkliedētā, c – jauktā laušana

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%

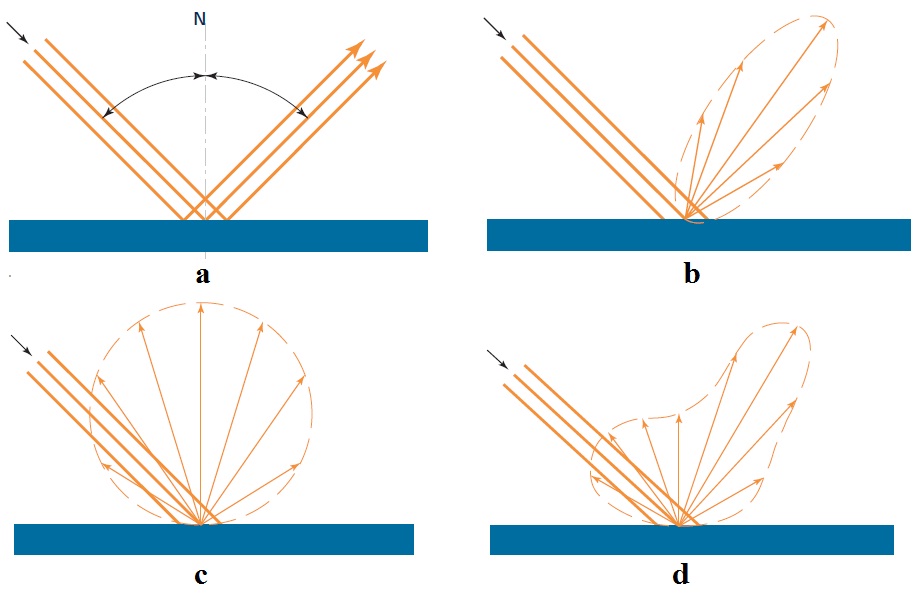
Citām sienām 60%

Grīdām 20 – 40%

Galdu virsmām 30 – 60%.

Jāmēģina šos lielumus saglabāt arī pēc telpu iekārtošanas.

Atkarībā no virsmas gaismas atstarošanās var būt pietiekami daudzveidīga, piemēram, spoguļveida, koncentrētā, izkliedētā vai jauktā (1.11. att.).



1.11. att. Gaismas atstarošana, a – spoguļveida, b – koncentrētā, c – izkliedētā, d – jauktā atstarošana

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 cd/m2, bet ārpus tiešā redzes loka – 2000 cd/m2. Rekomendējamās prasības – attiecīgi 500 cd/m2 un 1000 cd/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* . (1.9.)

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

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 pieņemtā krāsu atdevi (atveidi) raksturojošā 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.

|  |
| --- |
|  |

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

Acs jutība pret gaismas svārstībām ir dažāda dažādām svārstību frekvencēm (1.12. 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 Kn:

*Kп =* 2*(Етах - Emin)*100 *%/(Emax* + *Emin,),* (1.10.)

kur *Emax* un *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 augstākās 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.

## 1.3. 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 (1.13. att.).

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

1.13. att. Apgaismojuma ķermeņa galvenās plaknes

Iekšējam un ārējam apgaismojumam izmanto polāro vai Dekarta koordinātu sistēmu (1.14. 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 intensitāti *IAK real* ar uzstādīto gaismas avotu (lampu) aprēķina izmantojot formulu:

*IAK real = IAK 1000 ∙ФAK* /1000. (1.10.)

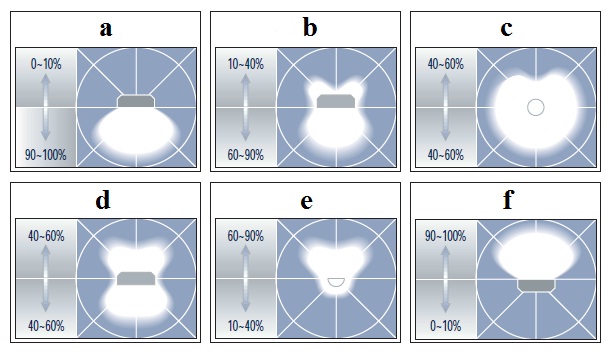
Ja AK izmanto daudz lampas, tad *ФAK* — visas apgaismes avotus gaismas plūsmas summa.

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

1.14. att. Gaismas avota apgaismes stip­ruma sadalījuma līknes:

a – polāro koordinātu sistēmā; b – Dekarta koordinātu sistēmā

Atkarībā no gaismas plūsmas sadalījuma rakstura ap­gaismes ķermeņus iedala sešās klasēs: tiešas (T), pārsvarā tiešās (PT), izkliedētās (I), pārsvarā atstarotās (PA), atsta­rotas (A) un dubultas (D) gaismas gaismekļi (1.15. att.).



1.15. att. Gaismas sadalījuma klasēs: a – tiešas; b - pārsvarā tiešas; c – izkliedētas;

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

## 1.4. Pamatlielumu aprēķina uzdevumi

### 1. Uzdevums

Vai gaismas stiprums pietiks lasīšanai, ja virs galda R, m augstumā ir novietota lampa ar gaismas stiprumu ir I, cd un zināms, ka lasīšanai apgaismojumam jābūt E2 = 400 lx. Cik liela ir lampas gaismas plūsma un apgaismojamās virsmas spilgtums, ja apgaismojamā virsma ir S, m2 liela? Variantam atbilstoši izejas dati doti 1.3. tabulā.

1.3. tabula

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Dotie lielumi** | | | |
| **Varianti** | **R, m** | **I, cd** | **E2, lx** | **S, m2** |
| **1** | 2 | 200 | 400 | 1 |
| **2** | 1 | 500 | 400 | 0.4 |
| **3** | 4 | 200 | 400 | 0.3 |
| **4** | 5 | 350 | 400 | 0.2 |
| **5** | 4 | 250 | 400 | 0.25 |
| **6** | 1 | 350 | 400 | 0.35 |
| **7** | 2 | 275 | 400 | 0.45 |
| **8** | 3 | 250 | 400 | 0.55 |
| **9** | 4 | 275 | 400 | 0.6 |
| **10** | 1 | 375 | 400 | 0.65 |
| **11** | 4 | 300 | 400 | 0.7 |
| **12** | 3 | 250 | 400 | 0.5 |
| **13** | 1 | 600 | 400 | 0.4 |
| **14** | 3 | 350 | 400 | 0.8 |
| **15** | 1 | 250 | 400 | 0.8 |
| **16** | 5 | 350 | 400 | 0.7 |
| **17** | 4 | 275 | 400 | 0.3 |
| **18** | 1 | 250 | 400 | 0.2 |
| **19** | 2 | 275 | 400 | 0.25 |
| **20** | 3 | 375 | 400 | 0.35 |
| **21** | 1 | 300 | 400 | 0.45 |
| **22** | 5 | 250 | 400 | 0.55 |
| **23** | 4 | 200 | 400 | 0.6 |
| **24** | 1 | 600 | 400 | 0.65  1.3. tabulas turpinājums |
| **25** | 2 | 250 | 400 | 0.3 |
| **26** | 1 | 350 | 400 | 0.2 |
| **27** | 4 | 275 | 400 | 0.25 |
| **28** | 1 | 250 | 400 | 0.35 |
| **29** | 4 | 275 | 400 | 0.45 |
| **30** | 3 | 375 | 400 | 0.55 |
| **31** | 1 | 600 | 400 | 0.6 |
| **32** | 3 | 250 | 400 | 0.65 |
| **33** | 4 | 200 | 400 | 0.7 |
| **34** | 5 | 350 | 400 | 0.3 |
| **35** | 1 | 550 | 400 | 0.2 |
| **36** | 3 | 350 | 400 | 0.25 |
| **37** | 2 | 275 | 400 | 0.35 |
| **38** | 3 | 250 | 400 | 0.45 |
| **39** | 1 | 275 | 400 | 0.55 |
| **40** | 5 | 375 | 400 | 0.6 |
| **41** | 4 | 300 | 400 | 0.65 |
| **42** | 1 | 250 | 400 | 0.7 |
| **43** | 2 | 200 | 400 | 0.5 |
| **44** | 3 | 350 | 400 | 0.3 |
| **45** | 4 | 250 | 400 | 0.2 |
| **46** | 1 | 550 | 400 | 0.25 |
| **47** | 4 | 275 | 400 | 0.35 |
| **48** | 3 | 250 | 400 | 0.45 |
| **49** | 1 | 550 | 400 | 0.55 |
| **50** | 3 | 375 | 400 | 0.6 |
| **51** | 4 | 300 | 400 | 0.65 |
| **52** | 5 | 250 | 400 | 0.7 |
| **53** | 1 | 200 | 400 | 0.5 |
| **54** | 3 | 350 | 400 | 0.4 |
| **55** | 2 | 250 | 400 | 0.8 |
| **56** | 3 | 350 | 400 | 0.8 |
| **57** | 1 | 550 | 400 | 0.7 |
| **58** | 5 | 250 | 400 | 0.3  1.3. tabulas turpinājums |
| **59** | 4 | 275 | 400 | 0.2 |
| **60** | 1 | 550 | 400 | 0.25 |

### 2. Uzdevums

Apaļa matēta stikla laukums ir apļveida ar diametru d. Perpendikulāri pret laukumu krīt gaismas plūsma Φ. Telpiskais leņķis ir ω. Aprēķināt stikla apgaismojumu un cik reižu apgaismojums samazināsies, ja stiklu pagriezīs par α grādiem. Noteikt arī gaismas stiprumu. Variantam atbilstoši izejas dati doti 1.4. tabulā.

1.4. tabula

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Dotie lielumi** | | | |
| **Varianti** | **d, m** | **Φ, lm** | **ω, sr** | **α, o** |
| **1** | 0.45 | 120 | 0.5 | 30 |
| **2** | 0.35 | 123 | 0.4 | 25 |
| **3** | 0.25 | 135 | 0.3 | 20 |
| **4** | 0.15 | 164 | 0.2 | 15 |
| **5** | 0.05 | 144 | 0.25 | 10 |
| **6** | 0.53 | 140 | 0.35 | 5 |
| **7** | 0.42 | 130 | 0.45 | 55 |
| **8** | 0.36 | 125 | 0.55 | 60 |
| **9** | 0.41 | 110 | 0.6 | 70 |
| **10** | 0.38 | 153 | 0.65 | 65 |
| **11** | 0.49 | 166 | 0.7 | 55 |
| **12** | 0.51 | 138 | 0.5 | 45 |
| **13** | 0.45 | 130 | 0.4 | 40 |
| **14** | 0.35 | 145 | 0.3 | 35 |
| **15** | 0.25 | 120 | 0.2 | 30 |
| **16** | 0.15 | 123 | 0.25 | 20 |
| **17** | 0.05 | 135 | 0.35 | 30 |
| **18** | 0.53 | 164 | 0.45 | 25 |
| **19** | 0.42 | 144 | 0.55 | 20 |
| **20** | 0.36 | 140 | 0.6 | 15 |
| **21** | 0.41 | 130 | 0.65 | 10  1.4. tabulas turpinājums |
| **22** | 0.38 | 125 | 0.7 | 5 |
| **23** | 0.49 | 110 | 0.5 | 55 |
| **24** | 0.51 | 153 | 0.4 | 60 |
| **25** | 0.45 | 166 | 0.3 | 70 |
| **26** | 0.35 | 138 | 0.2 | 65 |
| **27** | 0.25 | 130 | 0.25 | 55 |
| **28** | 0.15 | 145 | 0.35 | 45 |
| **29** | 0.05 | 120 | 0.45 | 40 |
| **30** | 0.53 | 123 | 0.55 | 35 |
| **31** | 0.42 | 135 | 0.6 | 30 |
| **32** | 0.36 | 164 | 0.65 | 20 |
| **33** | 0.41 | 144 | 0.7 | 30 |
| **34** | 0.38 | 140 | 0.5 | 25 |
| **35** | 0.49 | 130 | 0.4 | 20 |
| **36** | 0.51 | 125 | 0.3 | 15 |
| **37** | 0.45 | 110 | 0.2 | 10 |
| **38** | 0.35 | 153 | 0.25 | 5 |
| **39** | 0.25 | 166 | 0.35 | 55 |
| **40** | 0.15 | 138 | 0.45 | 60 |
| **41** | 0.05 | 130 | 0.55 | 70 |
| **42** | 0.53 | 145 | 0.6 | 65 |
| **43** | 0.42 | 120 | 0.65 | 55 |
| **44** | 0.36 | 123 | 0.7 | 45 |
| **45** | 0.41 | 135 | 0.5 | 40 |
| **46** | 0.38 | 164 | 0.4 | 35 |
| **47** | 0.49 | 144 | 0.3 | 30 |
| **48** | 0.51 | 140 | 0.2 | 20 |
| **49** | 0.45 | 130 | 0.25 | 30 |
| **50** | 0.35 | 125 | 0.35 | 25 |
| **51** | 0.25 | 110 | 0.45 | 20 |
| **52** | 0.15 | 153 | 0.55 | 15 |
| **53** | 0.05 | 166 | 0.6 | 10 |
| **54** | 0.53 | 138 | 0.65 | 5 |
| **55** | 0.42 | 130 | 0.7 | 55  1.4. tabulas turpinājums |
| **56** | 0.36 | 145 | 0.5 | 60 |
| **57** | 0.41 | 120 | 0.4 | 70 |
| **58** | 0.38 | 123 | 0.3 | 65 |
| **59** | 0.49 | 135 | 0.2 | 55 |
| **60** | 0.51 | 164 | 0.25 | 45 |

### 3. Uzdevums

R1 metrus virs galda kvēlspuldze ar apgaismojumu E, lx apgaismo galda centru. Par cik procentiem palielināsies apgaismojums galda centrā, ja kvēlspuldzi pakārs augstumā R2, m virs galda? Zinot gaismas stiprumu I, cd un telpas leņķi ω, sr, noteikt apgaismotās virsmas spilgtumu. Variantam atbilstoši izejas dati doti 1.5. tabulā.

.

1.5. tabula

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Dotie lielumi** | | | | |
| **Varianti** | **R1, m** | **R2, m** | **E, lx** | **I, cd** | **ω, sr** |
| **1** | 2 | 1.8 | 40 | 300 | 0.5 |
| **2** | 3 | 1.7 | 25 | 250 | 0.4 |
| **3** | 4 | 1.9 | 20 | 200 | 0.3 |
| **4** | 5 | 1.75 | 15 | 350 | 0.2 |
| **5** | 4 | 1.95 | 10 | 250 | 0.25 |
| **6** | 3 | 1.55 | 5 | 350 | 0.35 |
| **7** | 2 | 1.65 | 55 | 275 | 0.45 |
| **8** | 3 | 1.6 | 60 | 250 | 0.55 |
| **9** | 4 | 1.75 | 70 | 275 | 0.6 |
| **10** | 5 | 1.85 | 65 | 375 | 0.65 |
| **11** | 4 | 1.8 | 55 | 300 | 0.7 |
| **12** | 3 | 1.95 | 45 | 250 | 0.5 |
| **13** | 2 | 1.8 | 40 | 200 | 0.4 |
| **14** | 3 | 1.7 | 35 | 350 | 0.3 |
| **15** | 4 | 1.9 | 30 | 250 | 0.2 |
| **16** | 5 | 1.75 | 20 | 350 | 0.25 |
| **17** | 4 | 1.95 | 30 | 275 | 0.35 |
| **18** | 3 | 1.55 | 25 | 250  1.5. tabulas turpinājums | 0.45 |
| **19** | 2 | 1.65 | 20 | 275 | 0.55 |
| **20** | 3 | 1.6 | 15 | 375 | 0.6 |
| **21** | 4 | 1.75 | 10 | 300 | 0.65 |
| **22** | 5 | 1.85 | 5 | 250 | 0.7 |
| **23** | 4 | 1.8 | 55 | 200 | 0.5 |
| **24** | 3 | 1.95 | 60 | 350 | 0.4 |
| **25** | 2 | 1.8 | 70 | 250 | 0.3 |
| **26** | 3 | 1.7 | 65 | 350 | 0.2 |
| **27** | 4 | 1.9 | 55 | 275 | 0.25 |
| **28** | 5 | 1.75 | 45 | 250 | 0.35 |
| **29** | 4 | 1.95 | 40 | 275 | 0.45 |
| **30** | 3 | 1.55 | 35 | 375 | 0.55 |
| **31** | 2 | 1.65 | 30 | 300 | 0.6 |
| **32** | 3 | 1.6 | 20 | 250 | 0.65 |
| **33** | 4 | 1.75 | 30 | 200 | 0.7 |
| **34** | 5 | 1.85 | 25 | 350 | 0.5 |
| **35** | 4 | 1.8 | 20 | 250 | 0.4 |
| **36** | 3 | 1.95 | 15 | 350 | 0.3 |
| **37** | 2 | 1.8 | 10 | 275 | 0.2 |
| **38** | 3 | 1.7 | 5 | 250 | 0.25 |
| **39** | 4 | 1.9 | 55 | 275 | 0.35 |
| **40** | 5 | 1.75 | 60 | 375 | 0.45 |
| **41** | 4 | 1.95 | 70 | 300 | 0.55 |
| **42** | 3 | 1.55 | 65 | 250 | 0.6 |
| **43** | 2 | 1.65 | 55 | 200 | 0.65 |
| **44** | 3 | 1.6 | 45 | 350 | 0.7 |
| **45** | 4 | 1.75 | 40 | 250 | 0.5 |
| **46** | 5 | 1.85 | 35 | 350 | 0.4 |
| **47** | 4 | 1.8 | 30 | 275 | 0.3 |
| **48** | 3 | 1.95 | 20 | 250 | 0.2 |
| **49** | 2 | 1.8 | 30 | 275 | 0.25 |
| **50** | 3 | 1.7 | 25 | 375 | 0.35 |
| **51** | 4 | 1.9 | 20 | 300 | 0.45 |
| **52** | 5 | 1.75 | 15 | 250  1.5. tabulas turpinājums | 0.55 |
| **53** | 4 | 1.95 | 10 | 200 | 0.6 |
| **54** | 3 | 1.55 | 5 | 350 | 0.65 |
| **55** | 2 | 1.65 | 55 | 250 | 0.7 |
| **56** | 3 | 1.6 | 60 | 350 | 0.5 |
| **57** | 4 | 1.75 | 70 | 275 | 0.4 |
| **58** | 5 | 1.85 | 65 | 250 | 0.3 |
| **59** | 4 | 1.8 | 55 | 275 | 0.2 |
| **60** | 3 | 1.95 | 45 | 375 | 0.25 |

# 2. Apgaismojuma vadīšana

## 2.1. Sakarība starp telpu un āra apgaismojumu

Dabīgā gaisma mainās diennakts laikā. Šīs izmaiņas piemērs atspoguļots 2.1. attēlā, 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, (2.1.)

kur Ea - ārējais apgaismojums.

|  |
| --- |
| 2.1. att. Dienas gaismas izmaiņa diennakts laikā |

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 (2.2.)

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 2.2. 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.

|  |
| --- |
| 2.2. att. Enerģijas ekonomija atkarība no koeficienta D: l - 500 lx, 2 - 1000 lx.  A - nepārtraukta regulēšana; B – pakāpienveida regulēšana  **2.1. Piemērs.** Telpai nepieciešamais apgaismojums ir En = 100 lx, bet ārējais apgaismojums Ea = 1000 lx. Noteikt vai un cik liels ir nepieciešams mākslīgais apgaismojums EM, ja dienas gaismas izmantošanas koeficients D = 8 %.  Atrisinājums.  1. Dabīgā apgaismojuma noteikšana:    2. Tālāk salīdzina Ei un En:  Ei = 80 lx < En = 100 lx (mākslīgais apgaismojums ir nepieciešams)  3. Nosaka nepieciešamo mākslīgo apgaismojumu:   2.2. Nepārtrauktā gaismas regulēšana |

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.

|  |
| --- |
| 2.3. 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 (2.3. att.) un regulēšana notiek, izmainot tiristoru ieslēgšanas leņķi α. Tiristoru strāvas sastāvdaļas atbilst Furjē rindai:

 (2.3.)

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

Jaudas koeficients ir:

 (2.4.)

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 nobīdes dēļ rodas reaktīvās jaudas patēriņš. Kvēlspuldžu enerģētiskās raksturlīknes, tos barojot no tiristoru regulatora, parādītas 2.4. 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.

|  |
| --- |
| 2.4. 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 2.5. attēlā. Strāvas un sprieguma laika diagrammas parādītas 2.6. attēlā.

Sākotnējo leņķi nosaka balasta induktivitāte L (2.5. 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).

|  |
| --- |
| 2.5. att. Tiristoru regulators luminiscentās spuldzes ķēdē.  1 - tiristoru regulators; 2 - vadības iekārta |
| 2.6. att. Luminiscentās spuldzes strāvas un jaudas raksturlīknes atkarība no tiristora regulēšanas leņķa |

No 2.6. att. raksturlīknēm izriet, ka patērējamās jaudas un strāvas lielumiem ir nevienmērīga atkarība no α. Praktiski visa regulēšana notiek leņķu diapazonā 0 – 60o. Šajā diapazonā spriegums uz spuldzes izmainās nenozīmīgi. Gaismas plūsma izmainās proporcionāli strāvai. Lielāks regulēšanas diapazons tiek sasniegts ar induktīvi - kapacitatīviem balastiem (2.7. 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.

|  |
| --- |
| 2.7. 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 2.8. 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.

|  |
| --- |
| 2.8. att. Apgaismošanas distances vadības shēma:  F2 — drošinātājs, S1— vietējās vadības slēdzis, S2 — distances vadības slēdzis, S3 — vadības režīma pārslēgs, K1— magnētiskais palaidējs, H — signālspuldze, F1 — 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.

## 2.3. Apgaismes vadība

Apgaismes vadībavar būt fotoautomātiskā vai programmējama (2.9. - 2.15. att.).

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

|  |
| --- |
|  |

2.9. 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; 3 – pie vadības shēmām ar citiem palaidējiem; 4 - ieslēdzas, ja barošanas spriegums augstāks par releja spoles spriegumu; 6 – normāli ciet, ja apgaismojums ieslēgts

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

Programmējamo vadībuizmanto 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.

2.9. – 2.12. attēlā paradītas principiālas vadības shēmās, 2.13.-2.15. attēlā vadības līnijas barošanas shēmās, 2.1. tabulā atrodas dati par apgaismes shēmas izvēli.

|  |  |
| --- | --- |
|  | 2.10. 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 |

|  |  |
| --- | --- |
|  | 2.11. 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 |

|  |  |
| --- | --- |
|  | 2.12. 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 |

|  |  |
| --- | --- |
|  | 2.13. 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 2.9. att. b un c; 3 — uz shēmu no 2.9. att. b; 4 — normāli ciet, ja ieslēdzas apgaismojums |

|  |  |
| --- | --- |
|  | 2.14. att. Vadības ķēdes barošanas shēma no taisngrieža:  а — ar katrā magnētisko palaidēju distances, fotoautomātisko un programmējamo vadību (shēmās no 2.9. att. b un c); b — ar katrā magnētisko palaidēju distances vadību un palaidēju grupu fotoautomātiskā vai programmējamā vadība (shēma no 2.9. att. b); 1 — pamatbarošana (220 V); 2 — rezerves barošana (220 V); 3 – līdzstrāva (60 V); 4 – normāli ciet, ja apgaismojums ieslēgts |

|  |
| --- |
|  |

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

а — ar katrā magnētisko palaidēju distances, fotoautomātisko un programmējamo vadību (shēmās no 2.11. att. b un c); b — ar katrā magnētisko palaidēju distances vadību un palaidēju grupu fotoautomātiskā vai programmējamā vadība (shēma no 2.11. att. b) 1 — pamatbarošana (220 V); 2 — rezerves barošana (220 V); 3 — normāli ciet, ja apgaismojums ieslēgts

2.1. 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 | 2.9. а, b | | 2.13. а | Ārējais apgaismojums |
| Taisngriezis | 2.9. а, b | | 2.14. а |
| Distances un fotoautomātiskā vadība | Akumulatoru baterija | 2.9. *а* | | 2.13. а |
| 2.9. а, b | | 2.13. b |
| Taisngriezis | 2.9. а, b 2.9. а, b | | 2.14. а  2.14. b |
| Distances vadība | Kontrolkabeļi | No vadāmas līnijas | Maiņstrāva | 220 | 2.9. b | | — | Iekšējais u ārējais apgaismojums |
| 2.11. а, b. 2.15. *а* | | |
| Distances un fotoautomātiskā | No divām barošanas avotiem | 2.11. а, b  2.15. b | | | Ārējais apgaismojums |
| Tālvadība (telemehāniskā) | Tālvadības sistēmas kabeļi | — | — | — | 2.12. | | — | Ārējais apgaismojums |

## 2.4. Apgaismojuma vadīšanas aprēķina uzdevums

### 1. Uzdevums

Telpai nepieciešamais apgaismojums ir En, lx, bet ārējais apgaismojums ir Ea, lx. Noteikt vai un cik liels ir nepieciešams mākslīgais apgaismojums EM, ja dots dienas gaismas izmantošanas koeficients D, %. Variantam atbilstoši izejas dati doti 2.2. tabulā.

2.2. tabula

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **Dotie lielumi** | | |
| **Varianti** | **Ea, lx** | **D, %** | **En, lx** |
| **1** | 1000 | 8 | 100 |
| **2** | 1010 | 7 | 80 |
| **3** | 1035 | 6 | 85 |
| **4** | 1045 | 5 | 110 |
| **5** | 1030 | 4 | 120 |
| **6** | 1020 | 6 | 115 |
| **7** | 990 | 7 | 85 |
| **8** | 985 | 9 | 95 |
| **9** | 995 | 8 | 90 |
| **10** | 1045 | 6 | 85 |
| **11** | 1090 | 4 | 100 |
| **12** | 980 | 6 | 105 |
| **13** | 1010 | 7 | 100 |
| **14** | 1025 | 8 | 85 |
| **15** | 1000 | 6 | 85 |
| **16** | 1010 | 5 | 110 |
| **17** | 1035 | 8 | 120 |
| **18** | 1045 | 8 | 115 |
| **19** | 1030 | 7 | 85 |
| **20** | 1020 | 6 | 95 |
| **21** | 990 | 5 | 90 |
| **22** | 985 | 4 | 85 |
| **23** | 995 | 6 | 100 |
| **24** | 1045 | 7 | 105 |
| **25** | 1090 | 9 | 100 |
| **26** | 980 | 8 | 80 |
| **27** | 1010 | 6 | 85 |
| **28** | 1025 | 4 | 110 |
| **29** | 1000 | 6 | 120 |
| **30** | 1010 | 7 | 115 |
| **31** | 1035 | 8 | 85 |
| **32** | 1045 | 6 | 95  2.2. tabulas turpinājums |
| **33** | 1030 | 5 | 90 |
| **34** | 1020 | 8 | 85 |
| **35** | 990 | 8 | 100 |
| **36** | 985 | 7 | 105 |
| **37** | 995 | 6 | 100 |
| **38** | 1045 | 5 | 80 |
| **39** | 1090 | 4 | 85 |
| **40** | 980 | 6 | 110 |
| **41** | 1010 | 7 | 120 |
| **42** | 1025 | 9 | 115 |
| **43** | 1000 | 8 | 85 |
| **44** | 1010 | 6 | 95 |
| **45** | 1035 | 4 | 90 |
| **46** | 1045 | 6 | 85 |
| **47** | 1030 | 7 | 100 |
| **48** | 1020 | 8 | 105 |
| **49** | 990 | 6 | 100 |
| **50** | 985 | 5 | 80 |
| **51** | 995 | 8 | 85 |
| **52** | 1045 | 8 | 110 |
| **53** | 1090 | 7 | 120 |
| **54** | 980 | 6 | 115 |
| **55** | 1010 | 5 | 85 |
| **56** | 1025 | 4 | 95 |
| **57** | 1000 | 6 | 90 |
| **58** | 1010 | 7 | 85 |
| **59** | 1035 | 9 | 100 |
| **60** | 1045 | 8 | 105 |

# 3. APGAISMES TĪKLU APRĒĶINI

## 3.1. Apgaismes tīklu vadu un kabeļu izvēles

## nosacījumi

Apgaismes tīkliem 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 pārtrūkušie vadi (kabeļi) neveicinātu elektrotraumu rašanos.

## 3.2. 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 metālhalogēntipa 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, metālhalogēntipa 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.

## 3.3. Elektroapgaismes tīklu vadu šķērsgriezuma

## aprēķins

Elektroapgaismošanas vadu aprēķinā vadu vai kabeļu mar­kas un minimālie šķērsgriezumi jānosaka pēc pieļaujamās silšanas slodzes strāvas Ipieļ ietekmē un jāpārbauda pēc pieļaujamā 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*. (3.1.)

kur *K* — pieprasījuma koeficients (3.1. tab.);

*Pu* — uzstādītā apgaismošanas jauda.

3.1. 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*; (3.2.)

Luminiscences spuldzēm, kas ieslēgtas shēmās bez startera:

*Pa =* 1,3∙*K∙Pu*; (3.3.)

Izlādes tipa spuldzēm:

*Pa* = 1,1∙*K*∙*Pu*. (3.4)

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:

 (3.5.)

kur S — vada šķērsgriezums (mm2);

Pa — aprēķina slodze (kW);

l — aprēķināmā līnijas posma garums (m);

ΔU — sprieguma zudums (%);

c — koeficients, kas atkarīgs no tīkla sprieguma un sistē­mas, kā arī no vada materiāla. Koeficientu c nosaka pēc 3.2. tabulas.

3.2. tabula

Koeficienta *c* vērtības

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Tīkla spriegums, V** | **Tīkla sistēma** | **Koeficienta c vērtība** | |
| **alumīnija vadiem, Al** | **vara vadiem, Cu** |
| 380/220 | Četrvadu (3 fāzes + nullvads) | 50 | 83 |
|  | Trīsvadu (2 fāzes + nullvads) | 22 | 37 |
|  | Divvadu (1 fāze + nullvads) | 8,3 | 14 |
| 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 | 0,37 |
| 3 x 12 | Trīsvadu (3 fāzes) | 0,025 | 0,082 |
| 2 x 12 | Divvadu (2 fāzes) | 0,0125 | 0,041 |

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

 (3.6.)

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

 un  (3.7.)

pārveidojas šādi:

 un  (3.8.)

Lai vienkāršotu apgaismošanas tīklu aprēķinus, izmanto tabu­las, kuras dots īpatnējais sprieguma zudums (%), kas attieci­nāts uz slodzes momenta 1 kW∙m (sk. P.11., P.12., P.13., un P.14. pielikumu).

Saskaņā ar elektroietaišu izbūves noteikumiem vadu un kabeļu minimālie šķērsgriezumi jāizvēlas ne mazāki par 3.3. tabulā uzrādītajiem lielumiem.

3.3. 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 (3.1. att. a), kad slodze ir tikai līnijas beigās, moments ir slodzes reizinājums ar tīkla posma garumu:

*M = Pa·L*, (3.9.)

Ja slodze sadalās nevienmērīgi līnijas garumā (3.1. 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. (3.10.)

Vienmērīgas slodzes gadījumā (3.1. att. c) aprēķinam var izmantot sekojošu formulu:

, (3.11.)

kur *L* – apgaismes tīkla posma garums no grupu sadalnes līdz pirmā apgaismes ķermeņa rindā, m.

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

3.1. att. Apgaismes tīkla konfigurācija: *a* – vienkārša ķēde ar slodzi līnijas beigās; *b* – ķēde ar nevienmērīgu slodzes sadalījumu; *c* – ķēde ar vienmērīgu slodzes sadalījumu

**3.1. piemērs.** Trīsfāzu līnijā ar vadu garumu 120 m un slodzi 18 kW (3.1. att. a) pieļaujamais sprieguma zudums ir 1,4 %. Noteikt nepieciešamā alumīnija vada šķērsgriezumu. Kāds būtu vada šķērsgriezums, ja izmantotu vara vadu?

Atrisinājums.

1. Pēc formulas (3.5.) nosaka vadu šķērsgriezumu (mm2), ievērojot sprieguma zudumu:



Tuvākais standarta šķērsgriezuma vads sastāda 35 mm2.

2. Ja līnijas vadu vajadzētu izgatavot no vara, tad nepieciešamais vada šķērsgriezums: 

Tuvākais standarta šķērsgriezuma vads sastāda 25 mm2.

3. Lai vienkāršotu aprēķinus izmanto momentu tabulas, kuras dažādām *S* un Δ*U*pieļ dotas atbilstošā momenta vērtības.

Iepriekšējam piemēram ar alumīnija vadu līnijas slodzes moments būs sekojošs:

*M = P∙l* = 18∙120 = 2160 kW∙m. No P.14. tabulas sprieguma zudumam Δ*U*pieļ = 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.

**3.2. piemērs*.*** Divvadu tīkla sistēmā ar vadu garumu 20 m un uzstādīto apgaismošanas slodzi 15 kW (3.1. att. a) pieļaujamais sprieguma zudums ir 1,8 %. Noteikt nepieciešamo alumīnija vada šķērsgriezumu, ja sabiedriskās ēdināšanas uzņēmuma apgaismošanai izmanto luminiscences spuldzes, kas ieslēg­tas shēmās ar starteri.

Atrisinājums.

1. Vispirms nosaka apgaismošanas tīkla aprēķina jaudu izmantojot formulu 3.2., jo apgaismošanai izmanto luminiscences spuldzes, kas ieslēg­tas shēmās ar starteri:

*Pa* = l,2∙*K*∙*P*u = 1.2∙0,9∙15 = 16,2 kW,

kur pieprasījuma koeficients K = 0,9, jo apgaismo sabiedriskās ēdināšanas uzņēmumu.

2. Pēc formulas (3.5.) nosaka vadu šķērsgriezumu (mm2), ievērojot sprieguma zudumu:

,

kur koeficients c = 8,3 (pēc 3.2. tabulas), jo apgaismošanas tīklam izmanto divvadu sistēmu.

Tuvākais standarta šķērsgriezuma vads sastāda 25 mm2.

3. Ja līnijas vadu vajadzētu izgatavot no vara, tad nepieciešamais vada šķērsgriezums: 

Tuvākais standarta šķērsgriezuma vads sastāda 16 mm2.

4. Lai vienkāršotu aprēķinus izmanto momentu tabulas, kuras dažādām *S* un Δ*U*pieļ dotas atbilstošā momenta vērtības.

Iepriekšējam piemēram ar alumīnija vadu līnijas slodzes moments būs sekojošs:

*M = Pa∙l* = 16,2∙20 = 324 kW∙m. No P.16. tabulas sprieguma zudumam Δ*U*pieļ = 1,8 % atrodam slodzes momentu *M* = 333 kW∙m, jo tāds slodzes moments ir vistuvākais momentam 324 kW∙m, un vada šķērsgriezumu *S* = 25 mm2.

**3.3. piemērs*.*** Noteikt slodzes momentu apgaismes grupu līnijai (3.2. att.) ar neaizsargātiem izolētiem alumīnija vadiem stacionārai instalācijai telpu iekš­pusē tieši uz pamata, ja pieļaujamais sprieguma zudums no grupu sadalnes sastāda Δ*Upieļ* = 2,5%. Vada šķērsgriezums nemainās visā līnijas garumā.

|  |
| --- |
| 3.2. att. Apgaismes grupu līnija |

Atrisinājums.

1. 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 = 75000 + 24000 + 6000 = 105000 W·m = 105 kW·m.

2. Vada šķērsgriezums:



3. Tuvākais standarta šķērsgriezums atbilstoši vada materiāla mehāniskai stiprībai (3.3. tab.) un pieļaujamai silšanai ir 2,5 mm2, tātad *Sfakt* = 2,5 mm2.

**3.4. piemērs*.*** Noteikt slodzes momentu apgaismes grupu līnijai (3.3. att.) ar neaizsargātiem izolētiem četriem viendzīslas vara vadiem stacionārai instalācijai telpu iekš­pusē tieši uz pamata, ja pieļaujamais sprieguma zudums no grupu sadalnes sastāda Δ*Upieļ* = 2,2%. Trīsfāžu tīkla spriegums UN = 380 V un cosφ = 0,9. Pārbaudīt vadu pēc pieļaujamās strāvas. Vada šķērsgriezums nemainās visā līnijas garumā.

|  |
| --- |
| 3.3. att. Apgaismes grupu līnija |

Atrisinājums.

1. Slodzes moments:

*M = l*1·(P1 + P2 + P3) + *l*2·(P2 + P3) + *l*3·*P*3 =

= 20 (3000 + 800 + 1000) +10 (800 +1000) + 5 ·1000 = 96000 + 18000 + 5000 = 119000 W·m = 119 kW·m.

2. Vada šķērsgriezums:



3. Tuvākais standarta šķērsgriezums atbilstoši vada materiāla mehāniskai stiprībai (3.3. tab.) un pieļaujamai silšanai ir 1 mm2, tātad *Sfakt* = 1 mm2.

4. Strāvas stiprums apgaismes grupai:



5. Pārbaude pēc pieļaujamās strāvas:



Pieļaujamā strāva tiek noteikta pēc P.26. tabulas.

**3.5. piemērs.** Četrvadu līnija 380/220 V baro grupas apgaismes sadalnes Nr.1 un Nr.2 (3.4. att.). Pie apgaismes sadalnes Nr.1 pieslēgti patērētāji ar kopējo jaudu 17 kW, bet pie sadalnes 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.

|  |
| --- |
| 3.4. att. Piemērs apgaismes tīkla aprēķinam uz sprieguma zudumu |

Atrisinājums.

1. Slodzes moments tīkla 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.13. tabulas datiem tuvākais vada šķērsgriezums tīkla posmam 0 - 1 ir vienāds ar *S*1 = 50 mm2

3. No tā var noteikt, ka sprieguma zudums būs



4. Sprieguma zudums posmā 1 - 2:

Δ*U*2 = Δ*U* – Δ*U*1 = 2,2 – 1,51 = 0,69 %.

5. Un vada šķērsgriezums:



Tuvākais standarta skalas šķērsgriezums ir 25 mm2.

6. Faktiskais sprieguma zudums posmā 1 - 2:



Sprieguma zudums posma 0 - 2:

Δ*U* = Δ*U*1 + Δ*U*2 = 1,51 + 0,48 = 1,99 %.

**3.6. piemērs.** Četrvadu līnija 220/127 V baro divus aktīvās elektroenerģijas patērētājus (3.5. attēls). Pirmā patērētāja jauda ir 20 kW, bet otrā patērētāja jauda 5 kW. Sprieguma zudums līdz katram no patērētājiem nedrīkst pārsniegt 2,4 %. Aprēķināt nepieciešamo līnijas vadu šķērsgriezumu atsevišķi katram no līnijas posmiem: 0 - 1, 1 -3 un 1 - 2, ja vada materiāls ir alumīnijs.

|  |
| --- |
| 3.5. att. Piemērs apgaismes tīkla aprēķinam uz sprieguma zudumu |

Atrisinājums.

1. Slodzes moments tīkla posmam 0 - 1 līdz sazarojumam:

*M*1 = *l*1∙(*P*1 + *P*2) = 100·(20 + 5) = 2500 kW∙m.

2. Slodzes moments tīkla posmam 1 – 2:

*M*2 = *l*2∙*P*2 = 50∙5 = 250 kW∙m.

3. Slodzes moments tīkla posmam 1 – 3:

*M*3 = *l*3∙*P*1 = 20∙20 = 400 kW∙m.

4. Summārais moments:

*M = M*1 + *M*2 + *M*3 = 2500 + 250 + 400 = 3150 kW∙m.

5. Pēc P.15. tabulas datiem, zinot sprieguma zudumus 2,4 % un summāro momentu *M =* 3150 kW∙m. Tuvākais vada šķērsgriezums tīkla posmam 0 - 1 ir vienāds ar *S*1 = 95 mm2

6. No tā var noteikt, ka sprieguma zudums būs



7. Sprieguma zudums posmā 1 - 2:

Δ*U*2 = Δ*U* – Δ*U*1 = 2,4 – 1,59 = 0,81 %.

8. Un vada šķērsgriezums:



Tuvākais standarta skalas šķērsgriezums ir 25 mm2.

9. Faktiskais sprieguma zudums posmā 1 - 2:



Sprieguma zudums posma 0 - 2:

Δ*U* = Δ*U*1 + Δ*U*2 = 1,59 + 0,61 = 2,2 %.

10. Sprieguma zudums posmā 1 - 3:

Δ*U*3 = Δ*U* – Δ*U*1 = 2,4 – 1,59 = 0,81 %.

11. Un vada šķērsgriezums:



Tuvākais standarta skalas šķērsgriezums ir 35 mm2.

12. Faktiskais sprieguma zudums posmā 1 - 3:



Sprieguma zudums posmā 0 - 3:

Δ*U* = Δ*U*1 + Δ*U*3 = 1.59 + 0.69 = 2,28 %.

**3.7. piemērs*.*** Aprēķināt vienfāzes grupas tīklu (3.6. attēls) uz sprieguma zudumu. Tīkls izgatavots no alumīnija vadiem, tīkla nominālais spriegums 220 V, katras lampas jauda ir 200 W, pieļaujamais sprieguma zudums 2,4 %.

Atrisinājums.

1. Atrod 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).

|  |
| --- |
| 3.6. att. Shēma grupu tīkla aprēķinam uz sprieguma zudumu |

2. Vada šķērsgriezums:



Tuvākais standarts skalas šķērsgriezums ir 6 mm2.

No P.13. 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, tad kopējais slodzes moments var tikt noteikts kā atsevišķo momentu summa.

## 3.4. Apgaismes tīkla aprēķins uz minimālo vadu

## materiāla patēriņu

Šajā gadījumā katrs apgaismes tīkla posmu aprēķina pēc reducētā slodzes momenta. Reducēto jaudas momentu *Mred* aprēķina šādi:

 (3.12.)

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. 3.4. tab.).

Aprēķina uzdevums ir noteikt vadu un kabeļu minimālos šķērsgriezumus pēc pieļaujamās slodzes strāvas ietekmē un pārbaudīt pēc pieļaujamā sprieguma zuduma.

3.4. 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 |

**3.8. piemērs.** Tīkla shēma paradīta 3.7. attēlā. Par barojošo tīklu izmanto trīsfāžu tīklu 380/220 V, grupu tīkli ir divfāžu ar nullvadu. Grupu līnijās patērētāju jaudas ir vienādas un sastāda 3 kW. Pilnais sprieguma zudums Δ*U* = 3,5 %. Aprēķināt vara vadu šķērsgriezumu atbilstoši minimālā vada materiāla patēriņam.

|  |
| --- |
| 3.7. att. Trīsfāžu tīkls 380/220 V ar divfāzu ar nullvadu grupu tīklu |

Atrisinājums.

1. Pilnā tīkla slodze:

*P* = *P*1 + *P*2 + *P*3 + *P*4 = 12 kW.

2. Pilnais reducētais slodzes moments:



α = 1,37 — koeficients ar kuru reducē nozarojuma (ar dažādu vadu skaitu) jaudas momentu uz maģistrā­lās līnijas jaudas momentu (sk. 3.4. tab.).

3. Vada šķērsgriezums pirmajā barošanas posmā



kur *c* = 83 (sk. 3.2. tabulu, trīsfāžu tīkls ar vara vadiem).

Tātad vada šķērsgriezums pirmajā barojošajā posmā ir *S*1 = 10 mm2 un sprieguma zudums šajā posmā ir



4. Pirmā grupu līnija ir vienfāzes līnija ar slodzes momentu katrā vienfāzes līnijā:

*M*2 = *P*1∙*l*2 = *P*2∙*l*2 = 3∙30 = 90 kW∙m.

5. Sprieguma zudums grupu līnijā

Δ*U*2 = Δ*U* – Δ*U*1 = 3,5 – 1,45 = 2,05 %.

6. Pirmā grupu līnija ir vienfāzes līnija ar vada šķērsgriezumu



kur *c* = 14 (sk. 3.2. tabulu, vienfāzes tīkls, vara vadiem).

Tātad vada šķērsgriezums pirmā grupu līnijā ir *S*2 = 4 mm2 un faktiskais sprieguma zudums šajā posmā ir



7. Otrā barojošā tīklā vadu šķērsgriezumu var aprēķināt izejot no sprieguma zuduma

Δ*U*3 = Δ*U* – Δ*U*2 = 3,5 – 1,6 = 1,9 %.

un slodzes moments:

*M*3 = *M* – *P∙l*1 – *α*(*P*1 + *P*2 )*l*2 = 2173,2 – 100∙12 – 1,37∙6∙30 =

= 2173,2 – 1200 – 246,6 = 726,6 kW∙m.

8. Vada šķērsgriezums



kur *c* = 83 (sk. 3.2. tabulu, trīsfāžu tīkls, vara vadiem).

Faktiskais vada šķērsgriezums *S*3 = 6 mm2 un faktiskais sprieguma zudums otrā barojoša posmā



9. Otrā grupu līnijā sprieguma zudums sastāda

Δ*U*4 = Δ*U* – Δ*U*2 - Δ*U*3 = 3,5 - 1,6 – 1,46 = 0,44 %.

10. Grupu līnija ir vienfāzes līnija ar slodzes momentu katrā vienfāzes līnijā:

*M*4 = *P*3∙*l*4 = *P*4∙*l*4 = 3∙30 = 90 kW∙m.

11. Vada šķērsgriezums:



kur *c* = 14 (sk. 3.2. tabulu, vienfāzes tīkls, vara vadiem).

Par faktisko vadu šķērsgriezuma varam izvēlēt vadu ar *S*4 = 16 mm2.

**3.9. piemērs.** Tīkla shēma paradīta 3.8. attēlā. Par barojošo tīklu izmanto trīsfāžu tīklu 380/220 V, grupu tīkli ir vienfāzes. Grupu līnijās patērētāju jaudas ir vienādas un sastāda 2 kW. Pilnais sprieguma zudums Δ*U* = 4 %. Aprēķināt alumīnija vadu šķērsgriezumu atbilstoši minimālā vada materiāla patēriņam.

|  |
| --- |
| 3.8. att. Trīsfāžu tīkls 380/220 V ar vienfāzes grupu tīklu |

Atrisinājums.

1. Pilnā tīkla slodze:

*P* = *P*1 + *P*2 + *P*3 + *P*4 + *P*5 + *P*6 = 12 kW.

2. Pilnais reducētais slodzes moments:



α = 1,85 — koeficients ar kuru reducē nozarojuma (ar dažādu vadu skaitu) jaudas momentu uz maģistrā­lās līnijas jaudas momentu (sk. 3.4. tab.).

3. Vada šķērsgriezums pirmajā barošanas posmā



kur *c* = 50 (sk. 3.2. tabulu, trīsfāžu tīkls ar alumīnija vadiem).

Tātad vada šķērsgriezums pirmajā barojošajā posmā ir *S*1 = 16 mm2 un sprieguma zudums šajā posmā ir



4. 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.

5. Sprieguma zudums grupu līnijā

Δ*U*2 = Δ*U* – Δ*U*1 = 4 - 1,8 = 2,2 %.

6. Pirmā grupu līnija ir vienfāzes līnija ar vada šķērsgriezumu



kur *c* = 8,3 (sk. 3.2. tabulu, vienfāzes tīkls, alumīnija vadiem).

Tātad vada šķērsgriezums pirmā grupu līnijā ir *S*2 = 2,5 mm2 un faktiskais sprieguma zudums šajā posmā ir



7. Otrā barojošā tīklā vadu šķērsgriezumu var aprēķināt izejot no sprieguma zuduma

Δ*U*3 = Δ*U* – Δ*U*2 = 4 - 1,93 = 2,07 %.

un slodzes moments:

*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.

8. Vada šķērsgriezums



kur *c* = 50 (sk. 3.2. tabulu, trīsfāžu tīkls, alumīnija vadiem).

Faktiskais vada šķērsgriezums *S*3 = 10 mm2 un faktiskais sprieguma zudums otrā barojoša posmā



9. Otrā grupu līnijā sprieguma zudums sastāda

Δ*U*4 = Δ*U* – Δ*U*2 - Δ*U*3 = 4 - 1,93 – 1,52 = 0,55 %.

10. 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.

11. Vada šķērsgriezums:



kur *c* = 8,3 (sk. 3.2. tabulu, vienfāzes tīkls, alumīnija vadiem).

Par faktisko vadu šķērsgriezuma varam izvēlēt vadu ar *S*4 = 10 mm2.

## 3.5. Pieļaujamie sprieguma zudumi apgaismes tīklos

## atkarībā 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*, (3.13.)

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 %).

3.5. tabula

**Sprieguma zudumi transformatorā**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Transforma­tora**  **jauda, kVA** | 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 ΔUT jāpareizina datus no tabula ar faktisko noslodzes koeficientu *β*.

Pieļaujamie sprieguma zudumi apgaismošanas tīklos atkarībā no slodzes jaudas un transformatoru noslodzes doti 3.5. tabulā vai pēc formulas:

Δ*UT = β(Ua·cosφ + Up·sinφ),* (3.14.)

kur *β* – transformatora noslodzes koeficients;

*Ua* un *Up* – transformatora īsslēguma sprieguma aktīvā un reaktīvā komponente, kuru var aprēķināt pēc formulas:

 (3.15.)

kur *Pk* – transformatora īsslēguma spriegums, kW;

*SN* – transformatora nominālā jauda, kVA;

*Uk* - transformatora īsslēguma spriegums, %.

*Pk* un *Uk* var noteikt pēc 3.6. tab.

3.6. 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 |

**3.10. piemērs.** Noteikt atklāti instalēta kabeļa vara dzīslas šķērsgriezumu posmā no apakšstacijas kopnēm līdz sadalei 1 un pēc tam no sadales 1 līdz grupu sadalei 2 (3.9. att.). Apakšstacijas transformatora jauda 160 kVA, jaudas koeficients cos*φ* = 0,9, noslodzes koeficients *β* = 0,9, līnijas nominālais spriegums *UN* = 380 V, minimālais pieļaujamais spriegums uz spuldzes spailēm *Umin =* 95 %.

|  |
| --- |
| 3.9. att. Apgaismes tīkls |

Atrisinājums.

1.Pēc 3.5. tabulas pieņem kopējo pieļaujamo sprieguma zudumu transformatorā Δ*U*T = 3,3%.

2. Faktiskais sprieguma zudums transformatorā:

Δ*U*Tfakt = Δ*U*T ·β = 3,3·0,9 = 2,97 %.

3. Aprēķina kopējo pieļaujamo sprieguma zudumu apgaismošanas tīklā:

Δ*U*p = 105 – *Umin* - Δ*UTfakt*= 105 - 95 – 2,97 = 7,03 %.

4. Nosaka slodzes momentus elektriskajā tīklā:

*M*1 = *L*1·(*P*1 + *P*2 + *P*3) = 30·(10 + 8 + 15) = 990 kW·m;

*M*2 = *L*2·( *P*1 + *P*2 + *P*3) = 10·(10 + 8 + 15) = 330 kW·m;

*M*3 = *L*3· *P*1 = 5·10 = 50 kW·m;

*M*4 = *L*4· *P*2 = 5·8 = 40 kW·m;

*M*5 = *L*5· *P*3 = 5·15 = 75 kW·m;

Reducētais moments posmā 0-1 ar līnijas garumu *L*1:

*MRL*1 = *M*1 + *M*2 + *M*3 + *M*4 + *M*5 =

= 990 + 330 + 50 + 40 + 75 = 1485 kW·m.

5. Aprēķina kabeļa dzīslas šķērsgriezumu posmā 0-1 ar līnijas garumu *L*1:



Par kabeļa dzīslas šķērsgriezumu posmā 0-1 ar līnijas garumu *L*1 var pieņemt kā 5 x 8 mm2.

6. Strāvas stiprums barošanas līnijā posmā 0-1:



kur UN = 380 V (tīkla nominālais spriegums).

Pēc tabulas (P.26. tabula) atrodam pieļaujamo slodzes strāvu, kas atbilst vara kabelim ar gumijas un plastmasas izolāciju un vara dzīslu šķērsgriezumu 8 mm2, liekot kabeli atklāti, ir *Ipieļ* = 62 A (*IL*1 = 55,8 A < *Ipieļ* = 62 A). Tātad šķērs­griezums 8 mm2 ir pietiekams (kabelim ar dzīslu šķērsgriezumu 6 mm2 *Ipieļ* = 50 A un tādu kabeli nedrīkst pielietot no silšanas viedokļa).

7. Faktiskais sprieguma zudums posmā 0-1 ar līnijas garumu *L*1:



8. Pieļaujamais sprieguma zudums posmā 1-2 ar līnijas garumu *L*2:

Δ*U*2 = Δ*Up* – Δ*U*1 = 7,03 – 1,5 = 5,53 %.

9. Reducētais moments posmā 1-2 ar līnijas garumu *L*2:

*MRL*2 = *M*2 + *M*3 + *M*4 + *M*5 =

= 330 + 50 + 40 + 75 = 495 kW·m.

10. Aprēķina kabeļa dzīslas šķērsgriezumu posmā 1-2 ar līnijas garumu *L*2:



Tātad kabeļa dzīslas šķērsgriezumu posmā 1-2 ar līnijas garumu *L*2 var pieņemt kā 5 x 8 mm2, jo strāvas stiprums barošanas līnijā:



Pēc tabulas (P.26. tabula) atrod pieļaujamo slodzes strāvu, kas vara kabelim ar gumijas un plastmasas izolāciju un vara dzīslu šķērsgriezumu 8 mm2, liekot kabeli atklāti, ir 62 A (*IL*2 = 55,8 A < *Ipieļ.* = 62 A). Tātad šķērs­griezums 8 mm2 ir pietiekams (kabeļiem ar dzīslas šķērsgriezumu 6 mm2 atbilst attiecīgi ilgstoši pieļaujamā strāva 50 A un tādus kabeļus nevar izmantot no silšanas viedokļa).

11. Faktiskais sprieguma zudums posmā 1-2 ar līnijas garumu *L*2:



12. Pieļaujamais sprieguma zudums grupu līnijā pēc sadales 2:

Δ*UGr* = Δ*U*1 – Δ*U*2 = 5,53 – 0,5 = 5,03 %.

**3.11. piemērs.** Noteikt atklāti instalēta kabeļa alumīnija dzīslas šķērsgriezumu posmā no apakšstacijas kopnēm līdz sadalei 1 un pēc tam no sadales 1 līdz grupu sadalei 2 (3.10. 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 %.

|  |
| --- |
| 3.10. att. Apgaismes tīkls |

Atrisinājums.

1.Pēc 3.5. tabulas pieņem kopējo pieļaujamo sprieguma zudumu transformatorā Δ*U*T = 3,7%.

2. Faktiskais sprieguma zudums transformatorā:

Δ*U*Tfakt = Δ*U*T ·β = 3,7·0,9 = 3,33 %.

3. Aprēķina kopējo pieļaujamo sprieguma zudumu apgaismošanas tīklā:

Δ*U*p = 105 – *Umin* - Δ*UTfakt*= 105 - 95 – 3,33 = 6,67 %.

4. Nosaka slodzes momentus 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) = 360 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 + 360 + 36 + 36 + 36 + 1,85(3,6 + 3,6) = 1441,32 kW·m.

5. Aprēķina kabeļa dzīslas šķērsgriezumu posmā 0-1 ar līnijas garumu *L*1:



Par kabeļa dzīslas šķērsgriezumu posmā 0-1 ar līnijas garumu *L*1 var pieņemt kā 5 x 10 mm2.

6. Strāvas stiprums barošanas līnijā posmā 0-1:



kur UN = 380 V (tīkla nominālais spriegums).

Pēc tabulas (P.28. tabula) atrodam pieļaujamo slodzes strāvu, kas atbilst 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 kabeli nedrīkst pielietot no silšanas viedokļa).

7. Faktiskais sprieguma zudums posmā 0-1 ar līnijas garumu *L*1:



8. 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 %.

9. 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 ) =

= 360 + 36 + 36 + 36 + 1,85(3,6 + 3,6) = 481,32 kW·m.

10. Aprēķina kabeļa dzīslas šķērsgriezumu posmā 1-2 ar līnijas garumu *L*2:



Tātad kabeļa dzīslas šķērsgriezumu posmā 1-2 ar līnijas garumu *L*2 var pieņemt kā 5 x 10 mm2, jo strāvas stiprums barošanas līnijā:



Pēc tabulas (P.28. tabula) atrod 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 attiecīgi ilgstoši pieļaujamās strāvas 19 A, 27 A un 32 A un tādus kabeļus nevar izmantot no silšanas viedokļa).

11. Faktiskais sprieguma zudums posmā 1-2 ar līnijas garumu *L*2:



12. Pieļaujamais sprieguma zudums grupu līnijā pēc sadales 2:

Δ*UGr* = Δ*U*1 – Δ*U*2 = 4,75 – 0,72 = 4,03 %.

**3.12. Piemērs.** No apakšstacijas transformatora (3.11. 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 =* 0,8; transformatora noslodzes koeficients *β* = 1, pieprasījuma koeficients K = 1. Noteikt nepieciešamo kabeļa šķērs­griezumu.

|  |
| --- |
|  |

3.11. att. Shēma 3.12. piemēram

Atrisinājums.

1.Pēc 3.5. tabulas nosaka kopējo pieļaujamo sprieguma zudumu transformatorā:

Δ*U*T = 3,7%.

2. Aprēķina 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 %.

5. Kabeļa dzīslas šķērsgriezumu barošanas līnijā aprēķina pēc formulas:



kur *c* =50 (sk. 3.2. tabulu; alumīnija vadiem). Pieņem tuvāko stan­darta šķērsgriezumu *S* = 70 mm2.

Tālāk jāveic šādi pārbaudes aprēķini.

1. Atbilstība pieļaujamajai slodzes strāvai. Strāvas stiprums barošanas līnijā:



kur Ut = 380 V (trīsfāžu tīkla spriegums).

Pēc tabulas (P.28. tabula) atrod pieļaujamo slodzes strāvu, kas kabelim ar gumijas un plastmasas izolāciju un alumīnija dzīslu šķērsgriezumu 70 mm2, liekot kabeli atklāti, ir 140 A. Tātad šķērs­griezums 70 mm2 ir pietiekams.

2. Atbilstība faktiskajam sprieguma zudumam. Tā kā pēc 3.2. ta­bulas izraudzītais koeficients c = 50 ir aptuvens un ievērojot to, ka šķērsgriezums 70 mm2 ir lielāks par aprēķināto (69,3 mm2), jānosaka faktiskais sprieguma zudums barošanas līnijā. Šim nolūkam izmanto tabulu (P.12. tabula).

Barošanas līnijas slodzes moments:



Pēc tabulas (P.12. tabula) atrod īpatnējo sprieguma zudumu, kas alumīnija dzīslu kabelim ar šķērsgriezumu 70 mm2, ja spriegums ir 380 V un cos φ = 0,8, ir Δ*Uīpatn. =* 0,351 %/kW·km.

Tātad faktiskais sprieguma zudums barošanas līnijā:

Δ *Ulīn.fakt.* = Δ*Uīpatn.*· *M* = 0,351∙4,5 = 1,6 %.

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.* = 1,6 %. Tātad faktiskais sprieguma zudums uz vistālākajām spuldzēm ir *Utal.sp.* = Δ*UP* - Δ*Ulīn.fakt.* = 3,8 – 1,6 = 2,2 %, kas nedaudz mazāks par pieļaujamo sprieguma zudumu uz vistālākajām spuldzēm ražošanas telpā (2,2 % < 2,5 %).

Tātad uzdevums aprēķināts pareizi.

**3.13. Piemērs.** No apakšstacijas transformatora (3.12. att.), kura jauda ir 250 kV∙A un spriegums 400/230 V, līdz ražošanas ēkai, kas sastāv no atsevišķām telpām ar luminiscences spul­džu apgaismojumu, kas ieslēgtas shēmā bez startera, jāliek 200 m garš vara markas kabelis. Spuldžu kopējā jauda — 20 kW; pieļaujamais sprieguma zudums uz spuldzes spailēm Δ*Usp* = 2,5%; jaudas koeficients tīklā cos*φ =* 0,9; transformatora noslodzes koeficients *β* = 1. Noteikt nepieciešamo kabeļa šķērs­griezumu.

|  |
| --- |
|  |

3.12. att. Shēma 3.13. piemēram

Atrisinājums.

1.Pēc 3.5. tabulas nosaka kopējo pieļaujamo sprieguma zudumu transformatorā:

Δ*U*T = 3,2%.

2. Aprēķina kopējo pieļaujamo sprieguma zudumu apgaismošanas tīklā:

Δ*Up* = 105 – 97,5 – 3,2 = 4,3 %.

3. Apgaismošanas slodzes aprēķina jauda, ievērojot jaudas zudumus palaišanas un regulēšanas aparātos:

*Pa* = l,3∙*K*∙*Pu* = l,3∙0,85·20 = 22,1 kW.

Pieprasījuma koeficients K = 0,85 ražošanas ēkai, kas sastāv no atsevišķām telpām.

4. Sprieguma zudums barošanas līnijā:

Δ*Ulīn.* = Δ*Up* – Δ*Usp* = 4,3 – 2,5 = 1,8 %.

5. Kabeļa dzīslas šķērsgriezumu barošanas līnijā aprēķina pēc formulas:



kur *c* =83 (sk. 3.2. tabulu; vara vadiem). Pieņem tuvāko stan­darta šķērsgriezumu *S* = 35 mm2.

Tālāk jāveic šādi pārbaudes aprēķini.

1. Atbilstība pieļaujamajai slodzes strāvai. Strāvas stiprums barošanas līnijā:



kur Ut = 380 V (trīsfāžu tīkla spriegums).

Pēc tabulas (P.28. tabula) atrod pieļaujamo slodzes strāvu, kas kabelim ar gumijas vai polivinilhlorīda izolāciju un auklas ar gumijas izolāciju un vara dzīslu šķērsgriezumu 35 mm2, liekot kabeli atklāti, ir 170 A. Tātad šķērs­griezums 35 mm2 ir pietiekams.

2. Atbilstība faktiskajam sprieguma zudumam. Tā kā pēc 3.2. ta­bulas izraudzītais koeficients c = 83 ir aptuvens un ievērojot to, ka šķērsgriezums 35 mm2 ir lielāks par aprēķināto (29,6 mm2), jānosaka faktiskais sprieguma zudums barošanas līnijā. Šim nolūkam izmanto tabulu (P.12. tabula).

Barošanas līnijas slodzes moments:



Pēc tabulas (P.12. tabula) atrod īpatnējo sprieguma zudumu, kas vara dzīslu kabelim ar šķērsgriezumu 35 mm2, ja spriegums ir 380 V un cos φ = 0,9, ir Δ*Uīpatn. =* 0,395 %/kW·km.

Tātad faktiskais sprieguma zudums barošanas līnijā:

Δ *Ulīn.fakt.* = Δ*Uīpatn.*· *M* = 0,395∙4,42 = 1,75 %.

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* = 4,3 % un spriegums barošanas līnijā Δ*Ulīn.fakt.* = 1,75 %. Tātad faktiskais sprieguma zudums uz vistālākajām spuldzēm ir *Utal.sp.* = Δ*UP* - Δ*Ulīn.fakt.* = 4,3 – 1,75 = 2,55 %, kas tikai nedaudz lielāks par pieļaujamo sprieguma zudumu uz vistālākajām spuldzēm ražošanas telpā (2,55 % > 2,5 %).

Tātad uzdevums aprēķināts pareizi.

**3.14. piemērs.** Noteikt atklāti instalēta kabeļa alumīnija dzīslas šķērsgriezumu apgaismes līnijai ar spriegumu 400/230 V (3.13. 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 datus var atrast 3.7. 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 3.5. tabulas nosaka kopējo pieļaujamo sprieguma zudumu transformatorā:

Δ*U*T = 4,1%.

2. Faktiskais sprieguma zudums transformatorā:

Δ*U*Tfakt = Δ*U*T ·β = 4,1·0,85 = 3,485 %.

3.7. 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 |

|  |
| --- |
|  |

3.13. att.

3. Aprēķina kopējo pieļaujamo sprieguma zudumu apgaismošanas tīklā:

Δ*U*p = 105 – *Umin* - Δ*U*Tfakt = 105 - 95 – 3,485 = 6,52 %.

4. Apgaismošanas slodzes aprēķina jauda, ievērojot jaudas zudumus palaišanas un regulēšanas aparātos līnijā C1, C2 un C3:

*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.

5. Pilnā tīkla slodze:

*P* = *Pa*1 + *Pa*2 + *Pa*3 = 4032 + 4608 + 11000 = 19640 W = 19,64 kW.

6. Tālāk nosaka slodzes momentus 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] = 4,608·[20 + 6(12-1)/2] = 244,224 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;

7. Barošanas līnijas reducētais moments:

*Mred*  = *M* + *αM*1 + *M*2 + *M*3 = 982 + 1,85·241,92 + 244,224 + 572 = 2245,78 kW·m.

8. Kabeļa dzīslas šķērsgriezumu barošanas līnijā aprēķina pēc formulas:



kur *c* = 50 (sk. 3.2. tabulu; trīsfāžu līnija, alumīnija vadiem). Pēc pieļaujamo sprieguma zuduma var pieņemt tuvāko stan­darta šķērsgriezumu: *S* = 10 mm2. Pieļaujamā strāva vadam ar šķērsgriezumu 10 mm2 ir *Ipieļ.* = 42 A (P.28. tab.).

9. Pārbauda barošanas apgaismes līniju uz silšanu. Vidējais nosvēršanas jaudas koeficients:



Strāva barošanas līnijā:



Tātad barošanas līnijai izvēlas kabeļus 5 x 10 mm2 (*I* = 41,25 A < *Ipieļ.* = 42 A).

10. Faktiskais sprieguma zudums barošanas posmā ar līnijas garumu *l*b:



11. Sprieguma zudums grupu līnijās:

Δ*UGr* = Δ*Up* – Δ*Ufb* = 6,52 – 1,962 = 4,551 %.

12. Kabeļa dzīslas šķērsgriezumu grupu līnijai *C*1 aprēķina pēc formulas:



kur *c* = 7,4 (sk. 3.2. tabulu; vienfāzes līnija, alumīnija vadiem). Pēc pieļaujamā sprieguma zuduma var pieņemt tuvāko stan­darta šķērsgriezumu *S*1 = 10 mm2. Atklāti instalētam kabelim ar dzīslas šķērsgriezumu 10 mm2 pieļaujama strāva ir *Ipieļ.* = 42 A (P.28. tabula).

Pārbauda līniju *C*1 uz silšanu. Aprēķina strāvu grupu līnijā *C*1:



Tātad grupu līnijai *C*1 izvēlas kabeli 3 x 10 mm2 (*Ipieļ.* = 42 A > *I*1 = 19,48 A).

13. Kabeļa dzīslas šķērsgriezumu grupu līnijai C2 aprēķina pēc formulas:



kur *c* = 50 (sk. 3.2. 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.28. tabula).

Pārbauda līniju C2 uz silšanu. Aprēķina strāvu grupu līnijā *C*2:



Izvēlas kabeli 5 x 2,5 mm2 (*Ipieļ.* = 19 A > *I*2 = 7,01 A).

14. Kabeļa dzīslas šķērsgriezumu grupu līnijai C3 aprēķina pēc formulas:



kur *c* = 50 (sk. 3.2. tabulu; trīsfāžu tīkls, alumīnija vadiem). Pēc pieļaujamā sprieguma zuduma var pieņemt tuvāko stan­darta šķērsgriezumu *S* = 4 mm2. Atklāti instalētam kabelim ar dzīslas šķērsgriezumu 4 mm2 pieļaujama strāva ir *Ipieļ.* = 27 A (P.28. tabula).

Pie līnijai *C*3 pieslēgti 10 apgaismes ķermeni, kas izraisa nevienmērīgu slodzi 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 = 13,2 kW

Pārbauda līniju *C*3 uz silšanu. Aprēķina strāvu grupu līnijā *C*3:



Pēc silšanas viedokļa pieņem kabeļa dzīslas stan­darta šķērsgriezumu *S* = 10 mm2. Atklāti instalētam kabelim ar dzīslas šķērsgriezumu 10 mm2 pieļaujamā strāva ir *Ipieļ.* = 42 A. Tātad izvēlas kabeli 5 x 10 mm2 (*Ipieļ.* = 42 A > *I*3 = 38,15 A).

## 3.6. Dzīvojamo un administratīvo ēku

## apgaismes slodzes aprēķins

Dzīvojamās un administratīvajās ēkās elektriskajos tīklos elektroenerģijas patērētāju grupai slodzi *Sa* (kVA) nosaka, summējot *n*-tā patērētāja vakara vai dienas maksimālās slodzes reizinājumu ar vienlaicības koefi­cientu, t. i.,

 (3.16.)

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*, (3.17.)

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. 3.8. tab.).

3.8. tabula

**Sabiedriskās ēkās īpatnējā aprēķina slodze**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nr. p.k.** | **Sabiedriskās ēkas** | **Mērvienība**  **(koef. S)** | **Īpatnējā 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 elektrif. ēdnīcas un sporta zāles | Tas pats | 0,17 | 0,92 | 0,43 |
| 3. | - ar bufeti bez sporta zāli | -"- | 0,17 | 0,92 | 0,43 |
| 4. | - bez bufetes un sporta zāles | -"- | 0,15 | 0,92 | 0,43 |
| 5. | Profesionālās izglītības iestādes 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 | kW/m2 | 0,23 | 0,82 | 0,7 |
| **1** | **2** | **3** | **4**  3.8. tabulas turpinājums | **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 499 | kW/vieta | 1,04 | 0,98 | 0,2 |
| 12. | - no 500 līdz 1000 | kW/vieta | 0,86 | 0,98 | 0,2 |
| 13. | - virs 1000 | kW/vieta | 0,75 | 0,98 | 0,2 |
|  | ar dabasgāzes plītīm un vietu skaitu : |  |  |  |  |
| 14. | - līdz 99 | kW/vieta | 0,9 | 0,95 | 0,33 |
| 15. | - no 100 līdz 499 | kW/vieta | 0,81 | 0,95 | 0,33 |
| 16. | - no 500 līdz 1000 | kW/vieta | 0,69 | 0,95 | 0,33 |
| 17. | - virs 1000 | kW/vieta | 0,56 | 0,95 | 0,33 |
| **IV** | **Komunālie un sadzīves uzņēmumi** |  |  |  |  |
| 18. | Ķīmiskās tīrītavas | kW/кg mantas | 0,075 | 0,8 | 0,75 |
| 19. | Frizētavas | kW/darb.  vieta | 1,5 | 0,97 | 0,25 |
| **V** | **Kultūras un mākslas iestādes** |  |  |  |  |
|  | Kinoteātri un teātri |  |  |  |  |
| 20. | - bez kondicionēšanas | kW/vieta | 0,12 | 0,95 | 0,33 |
| 21. | - ar kondicionēšanu | kW/vieta | 0,14 | 0,92 | 0,43 |
| 22. | Klubi | kW/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 atveseļošanās iestādes** |  |  |  |  |
| 25. | Atpūtas nami un pansionāti  bez kondicionēšanas | kW/vieta | 0,36 | 0,92 | 0,43 |
| 26. | Nometnes bērniem | kW/m2 dz.platības | 3.8. tabulas turpinājums  0,023 | 0,92 | 0,43 |
| **VIII** | **Komunālie un sadzīves iestādes** |  |  |  |  |
|  | Viesnīcas: |  |  |  |  |
| 27. | - bez kondicionēšanas (bez restorāna) | kW/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, (3.18.)

kur *n*  — dzīvokļu skaits;

*Sdz* — viena dzīvokļa īpatnējā aprēķina jauda (VA);

*K*0 — vienlaicības koeficients, kas ir atkarīgs no vie­nāda rakstura patērētāju skaita.

Ja nav zināma ēkas ievada maksimālā jauda, to var aprēķināt pēc formulas:

*Pmax = p∙S∙K*, (3.19.)

kur *p* — ēku īpatnējā apgaismošanas slodze (W/m2). To nosaka pēc 3.10. tabulas.

*S* — ēkas aizņemtais laukums (m2);

*K* — koeficients *Kd* vai *Kv* (atkarībā no tā, kad ir maksimālā slodze — dienā vai vakarā). Dienas un vakara slodzes maksimumi *Sd* un *Sv* ir atkarīgi no jaudas koeficienta cos*φ*, kas ir attēlots 3.9. tabulā.

3.9. 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 |

3.10. 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.

## 3.7. Apgaismes tīklu aprēķina uzdevumi

### 1. Uzdevums

Trīsfāzu līnijā ar vadu garumu l, m un slodzi P, kW (3.1. att. a) pieļaujamais sprieguma zudums ir ΔUpieļ, %. Noteikt nepieciešamā alumīnija vada šķērsgriezumu. Kāds būtu vada šķērsgriezums, ja izmantotu vara vadu? Variantam atbilstoši izejas dati doti 3.11. tabulā.

3.11. tabula

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Dotie lielumi** | | | |
| **Varianti** | **l, m** | **P, kW** | **Tīkla sistēma** | **ΔUpieļ, %** |
| **1** | 50 | 33 | 3L +N | 1.4 |
| **2** | 115 | 16 | 3L +N | 1.45 |
| **3** | 135 | 22 | 3L +N | 1.3 |
| **4** | 150 | 15 | 3L +N | 1.2 |
| **5** | 145 | 23 | 3L +N | 1.25  3.11. tabulas turpinājums |
| **6** | 110 | 55 | 3L +N | 1.44 |
| **7** | 95 | 26 | 3L +N | 1.53 |
| **8** | 90 | 59 | 3L +N | 1.6 |
| **9** | 50 | 14 | 3L +N | 1.55 |
| **10** | 145 | 77 | 3L +N | 1.42 |
| **11** | 130 | 19 | 3L +N | 1.57 |
| **12** | 100 | 20 | 3L +N | 1.28 |
| **13** | 90 | 26 | 3L +N | 1.26 |
| **14** | 40 | 23 | 3L +N | 1.32 |
| **15** | 110 | 28 | 3L +N | 1.49 |
| **16** | 125 | 69 | 3L +N | 1.4 |
| **17** | 120 | 15 | 3L +N | 1.45 |
| **18** | 50 | 17 | 3L +N | 1.3 |
| **19** | 135 | 18 | 3L +N | 1.2 |
| **20** | 150 | 16 | 3L +N | 1.25 |
| **21** | 145 | 63 | 3L +N | 1.44 |
| **22** | 110 | 15 | 3L +N | 1.53 |
| **23** | 95 | 23 | 3L +N | 1.6 |
| **24** | 90 | 21 | 3L +N | 1.55 |
| **25** | 85 | 26 | 3L +N | 1.42 |
| **26** | 145 | 24 | 3L +N | 1.57 |
| **27** | 130 | 14 | 3L +N | 1.28 |
| **28** | 100 | 17 | 3L +N | 1.26 |
| **29** | 90 | 19 | 3L +N | 1.32 |
| **30** | 80 | 20 | 3L +N | 1.49 |
| **31** | 110 | 26 | 3L +N | 1.4 |
| **32** | 125 | 23 | 3L +N | 1.45 |
| **33** | 120 | 28 | 3L +N | 1.3 |
| **34** | 115 | 19 | 3L +N | 1.2 |
| **35** | 135 | 15 | 3L +N | 1.25 |
| **36** | 150 | 17 | 3L +N | 1.44 |
| **37** | 145 | 18 | 3L +N | 1.53 |
| **38** | 110 | 16 | 3L +N | 1.6 |
| **39** | 95 | 22 | 3L +N | 1.55  3.11. tabulas turpinājums |
| **40** | 90 | 15 | 3L +N | 1.42 |
| **41** | 85 | 23 | 3L +N | 1.57 |
| **42** | 145 | 21 | 3L +N | 1.28 |
| **43** | 130 | 26 | 3L +N | 1.26 |
| **44** | 100 | 24 | 3L +N | 1.32 |
| **45** | 90 | 14 | 3L +N | 1.49 |
| **46** | 80 | 17 | 3L +N | 1.4 |
| **47** | 110 | 19 | 3L +N | 1.45 |
| **48** | 125 | 20 | 3L +N | 1.3 |
| **49** | 120 | 26 | 3L +N | 1.2 |
| **50** | 115 | 23 | 3L +N | 1.25 |
| **51** | 135 | 28 | 3L +N | 1.44 |
| **52** | 150 | 19 | 3L +N | 1.53 |
| **53** | 145 | 15 | 3L +N | 1.6 |
| **54** | 110 | 17 | 3L +N | 1.55 |
| **55** | 95 | 18 | 3L +N | 1.42 |
| **56** | 90 | 16 | 3L +N | 1.57 |
| **57** | 85 | 22 | 3L +N | 1.28 |
| **58** | 145 | 15 | 3L +N | 1.26 |
| **59** | 130 | 23 | 3L +N | 1.32 |
| **60** | 100 | 21 | 3L +N | 1.49 |

### 2. Uzdevums

Divvadu tīkla sistēmā ar vadu garumu l, m un uzstādīto apgaismošanas slodzi 15 kW (3.1. att. a) pieļaujamais sprieguma zudums ir 1,8 %. Noteikt nepieciešamo alumīnija vada šķērsgriezumu, ja sabiedriskās ēdināšanas uzņēmuma apgaismošanai izmanto luminiscences spuldzes, kas ieslēg­tas shēmās ar starteri. Variantam atbilstoši izejas dati doti 3.12. tabulā.

3.12. tabula

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Dotie lielumi** | | | | |
| **Varianti** | **l, m** | **Pu, kW** | **Tīkla sistēma** | **ΔUpieļ, %** | **Vada materiāls** |
| **1** | 20 | 15 | 1L+N | 1.8 | Al |
| **2** | 15 | 14 | 1L+N | 2 | Cu |
| **3** | 16 | 13 | 1L+N | 1.6 | Cu |
| **4** | 19 | 12 | 1L+N | 1.4 | Al |
| **5** | 22 | 11 | 1L+N | 1.2 | Cu |
| **6** | 14 | 10 | 1L+N | 1.4 | Al |
| **7** | 16 | 16 | 1L+N | 1.8 | Al |
| **8** | 19 | 14 | 1L+N | 1.4 | Cu |
| **9** | 21 | 12 | 1L+N | 1.8 | Al |
| **10** | 20 | 17 | 1L+N | 1.8 | Cu |
| **11** | 14 | 14 | 1L+N | 2 | Cu |
| **12** | 20 | 15 | 1L+N | 1.6 | Al |
| **13** | 13 | 14 | 1L+N | 1.4 | Cu |
| **14** | 15 | 13 | 1L+N | 1.2 | Al |
| **15** | 15 | 12 | 1L+N | 1.4 | Al |
| **16** | 16 | 11 | 1L+N | 1.8 | Cu |
| **17** | 19 | 10 | 1L+N | 1.4 | Al |
| **18** | 22 | 16 | 1L+N | 1.8 | Cu |
| **19** | 14 | 14 | 1L+N | 1.8 | Cu |
| **20** | 16 | 12 | 1L+N | 2 | Al |
| **21** | 19 | 17 | 1L+N | 1.6 | Cu |
| **22** | 12 | 14 | 1L+N | 1.4 | Al |
| **23** | 14 | 15 | 1L+N | 1.2 | Al |
| **24** | 14 | 14 | 1L+N | 1.4 | Cu |
| **25** | 22 | 13 | 1L+N | 1.8 | Al |
| **26** | 13 | 12 | 1L+N | 1.4 | Cu |
| **27** | 20 | 11 | 1L+N | 1.8 | Cu |
| **28** | 15 | 10 | 1L+N | 1.8 | Al |
| **29** | 16 | 16 | 1L+N | 2 | Cu |
| **30** | 19 | 14 | 1L+N | 1.6 | Al |
| **31** | 22 | 12 | 1L+N | 1.4  3.12. tabulas turpinājums | Al |
| **32** | 14 | 17 | 1L+N | 1.2 | Cu |
| **33** | 16 | 14 | 1L+N | 1.4 | Al |
| **34** | 19 | 15 | 1L+N | 1.8 | Cu |
| **35** | 21 | 14 | 1L+N | 1.4 | Cu |
| **36** | 20 | 13 | 1L+N | 1.8 | Al |
| **37** | 14 | 12 | 1L+N | 1.8 | Cu |
| **38** | 22 | 11 | 1L+N | 2 | Al |
| **39** | 13 | 10 | 1L+N | 1.6 | Al |
| **40** | 20 | 16 | 1L+N | 1.4 | Cu |
| **41** | 15 | 14 | 1L+N | 1.2 | Al |
| **42** | 16 | 12 | 1L+N | 1.4 | Cu |
| **43** | 19 | 17 | 1L+N | 1.8 | Cu |
| **44** | 22 | 14 | 1L+N | 1.4 | Al |
| **45** | 14 | 15 | 1L+N | 1.8 | Cu |
| **46** | 16 | 14 | 1L+N | 1.8 | Al |
| **47** | 19 | 13 | 1L+N | 2 | Al |
| **48** | 21 | 12 | 1L+N | 1.6 | Cu |
| **49** | 20 | 11 | 1L+N | 1.4 | Al |
| **50** | 14 | 10 | 1L+N | 1.2 | Cu |
| **51** | 22 | 16 | 1L+N | 1.4 | Cu |
| **52** | 13 | 14 | 1L+N | 1.8 | Al |
| **53** | 20 | 12 | 1L+N | 1.4 | Cu |
| **54** | 15 | 15 | 1L+N | 1.8 | Al |
| **55** | 16 | 14 | 1L+N | 1.8 | Al |
| **56** | 19 | 13 | 1L+N | 2 | Cu |
| **57** | 22 | 12 | 1L+N | 1.6 | Al |
| **58** | 14 | 11 | 1L+N | 1.4 | Cu |
| **59** | 16 | 10 | 1L+N | 1.2 | Cu |
| **60** | 19 | 16 | 1L+N | 1.4 | Al |

### 3. Uzdevums

Noteikt slodzes momentu apgaismes grupu līnijai (3.14. att.) ar neaizsargātiem izolētiem alumīnija vadiem stacionārai instalācijai telpu iekš­pusē tieši uz pamata, ja pieļaujamais sprieguma zudums no grupu sadalnes ir dots Δ*Upieļ*, %. Vada šķērsgriezums nemainās visā līnijas garumā.

|  |
| --- |
| 3.14. att. Apgaismes grupu līnija |

Variantam atbilstoši izejas dati doti 3.13. tabulā.

3.13. tabula

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Dotie lielumi** | | | | | | |
| **Varianti** | **l1, m** | **l2, m** | **l3, m** | **P1, W** | **P2, W** | **P3, W** | **ΔUpieļ, %** |
| **1** | 25 | 12 | 6 | 1000 | 1000 | 1000 | 2.5 |
| **2** | 16 | 10 | 5 | 1100 | 990 | 1100 | 2.6 |
| **3** | 22 | 15 | 7 | 1200 | 980 | 1200 | 2.3 |
| **4** | 15 | 13 | 4 | 1250 | 970 | 1300 | 2.5 |
| **5** | 23 | 11 | 5 | 1150 | 985 | 1400 | 2.1 |
| **6** | 55 | 14 | 8 | 1350 | 960 | 1500 | 2.7 |
| **7** | 26 | 16 | 9 | 1200 | 900 | 1450 | 2.5 |
| **8** | 59 | 13 | 6 | 1250 | 950 | 1350 | 2.3 |
| **9** | 14 | 12 | 4 | 1000 | 955 | 1250 | 2.6 |
| **10** | 77 | 15 | 6 | 1050 | 980 | 1150 | 2.2 |
| **11** | 19 | 12 | 5 | 1200 | 940 | 1050 | 2.1 |
| **12** | 20 | 10 | 8 | 1000 | 935 | 1000 | 2.5 |
| **13** | 26 | 15 | 7 | 1100 | 1000 | 1100 | 2.4 |
| **14** | 23 | 13 | 5 | 1200 | 990 | 1200 | 2.6 |
| **15** | 28 | 11 | 9 | 1250 | 980 | 1300 | 2.3 |
| **16** | 69 | 14 | 5 | 1150 | 970 | 1400 | 2.5 |
| **17** | 15 | 16 | 6 | 1350 | 985 | 1500 | 2.6 |
| **18** | 17 | 13 | 5 | 1200 | 960 | 1450  3.13. tabulas turpinājums | 2.3 |
| **19** | 18 | 12 | 7 | 1250 | 900 | 1350 | 2.5 |
| **20** | 16 | 15 | 4 | 1000 | 950 | 1250 | 2.1 |
| **21** | 63 | 12 | 5 | 1050 | 955 | 1150 | 2.7 |
| **22** | 15 | 10 | 8 | 1200 | 980 | 1050 | 2.5 |
| **23** | 23 | 15 | 9 | 1000 | 940 | 1000 | 2.3 |
| **24** | 21 | 13 | 6 | 1100 | 935 | 1100 | 2.6 |
| **25** | 26 | 11 | 4 | 1200 | 1000 | 1200 | 2.2 |
| **26** | 24 | 14 | 6 | 1250 | 990 | 1300 | 2.1 |
| **27** | 14 | 16 | 5 | 1150 | 980 | 1400 | 2.5 |
| **28** | 17 | 13 | 8 | 1350 | 970 | 1500 | 2.4 |
| **29** | 19 | 12 | 7 | 1200 | 985 | 1450 | 2.6 |
| **30** | 20 | 15 | 5 | 1250 | 960 | 1350 | 2.3 |
| **31** | 26 | 12 | 9 | 1000 | 900 | 1250 | 2.5 |
| **32** | 23 | 10 | 5 | 1050 | 950 | 1150 | 2.6 |
| **33** | 28 | 15 | 6 | 1200 | 955 | 1050 | 2.3 |
| **34** | 19 | 13 | 5 | 1000 | 980 | 1000 | 2.5 |
| **35** | 15 | 11 | 7 | 1100 | 940 | 1100 | 2.1 |
| **36** | 17 | 14 | 4 | 1200 | 935 | 1200 | 2.7 |
| **37** | 18 | 16 | 5 | 1250 | 1000 | 1300 | 2.5 |
| **38** | 16 | 13 | 8 | 1150 | 990 | 1400 | 2.3 |
| **39** | 22 | 12 | 9 | 1350 | 980 | 1500 | 2.6 |
| **40** | 15 | 15 | 6 | 1200 | 970 | 1450 | 2.2 |
| **41** | 23 | 12 | 4 | 1250 | 985 | 1350 | 2.1 |
| **42** | 21 | 10 | 6 | 1000 | 960 | 1250 | 2.5 |
| **43** | 26 | 15 | 5 | 1050 | 900 | 1150 | 2.4 |
| **44** | 24 | 13 | 8 | 1200 | 950 | 1050 | 2.6 |
| **45** | 14 | 11 | 7 | 1000 | 955 | 1000 | 2.3 |
| **46** | 17 | 14 | 5 | 1100 | 980 | 1100 | 2.5 |
| **47** | 19 | 16 | 9 | 1200 | 940 | 1200 | 2.6 |
| **48** | 20 | 13 | 5 | 1250 | 935 | 1300 | 2.3 |
| **49** | 26 | 12 | 6 | 1150 | 1000 | 1400 | 2.5 |
| **50** | 23 | 15 | 5 | 1350 | 990 | 1500 | 2.1 |
| **51** | 28 | 12 | 7 | 1200 | 980 | 1450 | 2.7 |
| **52** | 19 | 10 | 4 | 1250 | 970 | 1350  3.13. tabulas turpinājums | 2.5 |
| **53** | 15 | 15 | 5 | 1000 | 985 | 1250 | 2.3 |
| **54** | 17 | 13 | 8 | 1050 | 960 | 1150 | 2.6 |
| **55** | 18 | 11 | 9 | 1200 | 900 | 1050 | 2.2 |
| **56** | 16 | 14 | 6 | 1000 | 950 | 1000 | 2.1 |
| **57** | 22 | 16 | 4 | 1100 | 955 | 1100 | 2.5 |
| **58** | 15 | 13 | 6 | 1200 | 980 | 1200 | 2.4 |
| **59** | 23 | 12 | 5 | 1250 | 940 | 1300 | 2.6 |
| **60** | 21 | 15 | 8 | 1150 | 935 | 1400 | 2.3 |

### 4. Uzdevums

Noteikt slodzes momentu apgaismes grupu līnijai (3.15. att.) ar neaizsargātiem izolētiem četriem viendzīslas vara vadiem stacionārai instalācijai telpu iekš­pusē tieši uz pamata, ja pieļaujamais sprieguma zudums no grupu sadalnes sastāda Δ*Upieļ*, %. Dots trīsfāžu tīkla spriegums UN, V un cosφ. Pārbaudīt vadu pēc pieļaujamās strāvas. Vada šķērsgriezums nemainās visā līnijas garumā. Variantam atbilstoši izejas dati doti 3.14. tabulā.

|  |
| --- |
| 3.15. att. Apgaismes grupu līnija |

3.14. tabula

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Dotie lielumi** | | | | | | | | |
| **Varianti** | **l1, m** | **l2, m** | **l3, m** | **P1, W** | **P2, W** | **P3, W** | **ΔUpieļ, %** | **UN, V** | **cosφ** |
| **1** | 20 | 10 | 5 | 3000 | 800 | 1000 | 2.2 | 380 | 0.9 |
| **2** | 19 | 13 | 4 | 3200 | 700 | 1200 | 2.5 | 380 | 0.91 |
| **3** | 21 | 11 | 5 | 3100 | 500 | 1300 | 2.1 | 380 | 0.89 |
| **4** | 23 | 14 | 8 | 3400 | 450 | 1250 | 2.7 | 380 | 0.93 |
| **5** | 25 | 16 | 9 | 3400 | 550 | 1240 | 2.5 | 380 | 0.95 |
| **6** | 27 | 13 | 6 | 3200 | 530 | 1280 | 2.3 | 220 | 0.96 |
| **7** | 25 | 12 | 4 | 2800 | 490 | 1430  3.14. tabulas turpinājums | 2.6 | 220 | 0.89 |
| **8** | 28 | 15 | 6 | 3000 | 580 | 1400 | 2.2 | 380 | 0.9 |
| **9** | 29 | 12 | 5 | 3100 | 410 | 1240 | 2.1 | 380 | 0.92 |
| **10** | 23 | 10 | 8 | 3100 | 610 | 1120 | 2.5 | 220 | 0.93 |
| **11** | 22 | 15 | 7 | 3000 | 990 | 1800 | 2.4 | 380 | 0.9 |
| **12** | 21 | 13 | 5 | 3200 | 630 | 1550 | 2.6 | 380 | 0.91 |
| **13** | 20 | 11 | 9 | 2600 | 650 | 980 | 2.3 | 220 | 0.88 |
| **14** | 26 | 14 | 5 | 3100 | 780 | 1000 | 2.5 | 220 | 0.93 |
| **15** | 28 | 16 | 6 | 3400 | 830 | 1200 | 2.6 | 380 | 0.95 |
| **16** | 24 | 13 | 5 | 3200 | 800 | 1300 | 2.3 | 380 | 0.96 |
| **17** | 20 | 13 | 4 | 2700 | 700 | 1250 | 2.5 | 220 | 0.89 |
| **18** | 19 | 11 | 5 | 3000 | 500 | 1240 | 2.1 | 380 | 0.9 |
| **19** | 21 | 14 | 8 | 3100 | 450 | 1100 | 2.5 | 380 | 0.92 |
| **20** | 23 | 16 | 9 | 2900 | 550 | 1500 | 2.1 | 220 | 0.93 |
| **21** | 25 | 13 | 6 | 2800 | 530 | 1350 | 2.7 | 220 | 0.9 |
| **22** | 27 | 12 | 4 | 3200 | 490 | 1240 | 2.5 | 380 | 0.91 |
| **23** | 25 | 15 | 6 | 3100 | 580 | 1120 | 2.3 | 380 | 0.88 |
| **24** | 28 | 12 | 5 | 3100 | 410 | 1100 | 2.6 | 220 | 0.93 |
| **25** | 29 | 10 | 8 | 3200 | 610 | 1350 | 2.2 | 380 | 0.95 |
| **26** | 23 | 15 | 7 | 3200 | 990 | 1000 | 2.1 | 380 | 0.96 |
| **27** | 22 | 13 | 5 | 2700 | 630 | 1200 | 2.5 | 220 | 0.89 |
| **28** | 21 | 11 | 9 | 3000 | 650 | 1110 | 2.4 | 220 | 0.9 |
| **29** | 20 | 14 | 5 | 3100 | 780 | 1250 | 2.6 | 380 | 0.92 |
| **30** | 26 | 16 | 6 | 3000 | 830 | 1240 | 2.3 | 380 | 0.93 |
| **31** | 28 | 13 | 5 | 2600 | 800 | 1280 | 2.5 | 220 | 0.9 |
| **32** | 24 | 13 | 4 | 3100 | 700 | 1630 | 2.6 | 380 | 0.91 |
| **33** | 20 | 11 | 5 | 3400 | 500 | 1550 | 2.3 | 380 | 0.88 |
| **34** | 19 | 14 | 8 | 3400 | 450 | 1240 | 2.5 | 220 | 0.93 |
| **35** | 21 | 16 | 9 | 3200 | 550 | 1120 | 2.1 | 220 | 0.95 |
| **36** | 23 | 13 | 6 | 3000 | 530 | 1800 | 2.5 | 380 | 0.96 |
| **37** | 25 | 12 | 4 | 3200 | 490 | 1550 | 2.1 | 380 | 0.89 |
| **38** | 27 | 15 | 6 | 3100 | 580 | 1280 | 2.7 | 220 | 0.9 |
| **39** | 25 | 12 | 5 | 3400 | 410 | 1000 | 2.5 | 380 | 0.92 |
| **40** | 28 | 10 | 8 | 3400 | 610 | 1200 | 2.3 | 380 | 0.93 |
| **41** | 29 | 15 | 7 | 3200 | 990 | 1300  3.14. tabulas turpinājums | 2.6 | 220 | 0.9 |
| **42** | 23 | 13 | 5 | 3500 | 630 | 1250 | 2.2 | 220 | 0.91 |
| **43** | 22 | 11 | 9 | 3000 | 650 | 1240 | 2.1 | 380 | 0.88 |
| **44** | 21 | 14 | 5 | 3200 | 780 | 1280 | 2.5 | 380 | 0.93 |
| **45** | 20 | 16 | 6 | 3100 | 830 | 1630 | 2.4 | 220 | 0.95 |
| **46** | 26 | 13 | 5 | 3400 | 800 | 1550 | 2.6 | 380 | 0.96 |
| **47** | 28 | 13 | 4 | 3400 | 700 | 1240 | 2.3 | 380 | 0.89 |
| **48** | 24 | 11 | 5 | 3200 | 500 | 1120 | 2.5 | 380 | 0.9 |
| **49** | 20 | 14 | 8 | 2900 | 450 | 1200 | 2.6 | 220 | 0.92 |
| **50** | 19 | 16 | 9 | 3000 | 550 | 1550 | 2.3 | 380 | 0.93 |
| **51** | 21 | 13 | 6 | 3100 | 530 | 1280 | 2.5 | 380 | 0.9 |
| **52** | 23 | 12 | 4 | 3000 | 490 | 1000 | 2.1 | 220 | 0.91 |
| **53** | 25 | 15 | 6 | 3000 | 580 | 1000 | 2.5 | 220 | 0.88 |
| **54** | 27 | 12 | 5 | 3100 | 410 | 1300 | 2.1 | 380 | 0.93 |
| **55** | 25 | 10 | 8 | 3400 | 610 | 1250 | 2.7 | 380 | 0.95 |
| **56** | 28 | 15 | 7 | 3400 | 990 | 1240 | 2.5 | 220 | 0.96 |
| **57** | 29 | 13 | 5 | 3200 | 630 | 1280 | 2.3 | 380 | 0.89 |
| **58** | 23 | 11 | 9 | 3500 | 650 | 1630 | 2.6 | 380 | 0.9 |
| **59** | 22 | 14 | 5 | 2800 | 780 | 1550 | 2.7 | 220 | 0.99 |
| **60** | 21 | 16 | 6 | 2800 | 830 | 1240 | 2.1 | 220 | 0.93 |

### 5. Uzdevums

Četrvadu līnija 380/220 V baro grupas apgaismes sadalnes Nr.1 un Nr.2 (3.16. att.). Pie apgaismes sadalnes Nr.1 pieslēgti patērētāji ar kopējo jaudu P1, kW, bet pie sadalnes Nr.2 – ar jaudu P2, kW. Sprieguma zudums līdz grupu sadalnei Nr.2 nevar pārsniegt Δ*Upieļ*, %. Aprēķināt nepieciešamo līnijas vadu šķērsgriezumu atsevišķi posmam 0 - 1 un 1 - 2, ja vada materiāls ir alumīnijs. Variantam atbilstoši izejas dati doti 3.15. tabulā.

|  |
| --- |
| 3.16. att. Apgaismes grupu līnija |

3.15. tabula

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Dotie lielumi** | | | | | |
| **Varianti** | **l1, m** | **l2, m** | **P1, kW** | **P2, kW** | **ΔUpieļ, %** | **UN, V** |
| **1** | 140 | 60 | 17 | 10 | 2.2 | 380/220 |
| **2** | 150 | 45 | 15 | 12 | 2 | 380/220 |
| **3** | 170 | 55 | 12 | 9 | 1.8 | 380/220 |
| **4** | 140 | 70 | 14 | 9 | 2.4 | 380/220 |
| **5** | 130 | 80 | 17 | 6 | 2.6 | 380/220 |
| **6** | 170 | 90 | 19 | 8 | 2.2 | 380/220 |
| **7** | 140 | 85 | 12 | 7 | 1.8 | 380/220 |
| **8** | 120 | 60 | 21 | 9 | 2 | 380/220 |
| **9** | 170 | 20 | 12 | 8 | 1.6 | 380/220 |
| **10** | 160 | 15 | 12 | 7 | 1.8 | 380/220 |
| **11** | 140 | 35 | 19 | 9 | 2.4 | 380/220 |
| **12** | 150 | 65 | 17 | 13 | 2.2 | 380/220 |
| **13** | 170 | 30 | 14 | 7 | 2 | 380/220 |
| **14** | 140 | 40 | 21 | 8 | 1.8 | 380/220 |
| **15** | 130 | 70 | 22 | 7 | 2.4 | 380/220 |
| **16** | 170 | 20 | 17 | 9 | 2.6 | 380/220 |
| **17** | 140 | 30 | 15 | 10 | 2.2 | 380/220 |
| **18** | 120 | 45 | 16 | 12 | 1.8 | 380/220 |
| **19** | 110 | 35 | 11 | 8 | 2 | 380/220 |
| **20** | 160 | 70 | 11 | 7 | 2.8 | 380/220 |
| **21** | 140 | 80 | 19 | 6 | 1.8 | 380/220 |
| **22** | 150 | 90 | 22 | 8 | 2.4 | 380/220 |
| **23** | 170 | 85 | 21 | 7 | 2.2 | 380/220 |
| **24** | 140 | 60 | 20 | 9 | 2 | 380/220 |
| **25** | 130 | 35 | 18 | 13 | 1.8  3.15. tabulas turpinājums | 380/220 |
| **26** | 170 | 35 | 19 | 12 | 2.4 | 380/220 |
| **27** | 140 | 45 | 17 | 9 | 2.6 | 380/220 |
| **28** | 120 | 25 | 19 | 6 | 2.2 | 380/220 |
| **29** | 170 | 60 | 10 | 6 | 1.8 | 380/220 |
| **30** | 160 | 45 | 22 | 8 | 2 | 380/220 |
| **31** | 140 | 55 | 17 | 7 | 1.6 | 380/220 |
| **32** | 150 | 70 | 15 | 9 | 1.8 | 380/220 |
| **33** | 170 | 80 | 16 | 10 | 2.4 | 380/220 |
| **34** | 140 | 90 | 14 | 12 | 2.2 | 380/220 |
| **35** | 130 | 85 | 17 | 14 | 2 | 380/220 |
| **36** | 170 | 60 | 19 | 9 | 1.8 | 380/220 |
| **37** | 140 | 80 | 22 | 6 | 2.4 | 380/220 |
| **38** | 120 | 75 | 21 | 8 | 2.6 | 380/220 |
| **39** | 170 | 45 | 20 | 7 | 2.2 | 380/220 |
| **40** | 160 | 65 | 18 | 9 | 1.8 | 380/220 |
| **41** | 140 | 80 | 19 | 13 | 2 | 380/220 |
| **42** | 150 | 85 | 17 | 12 | 1.6 | 380/220 |
| **43** | 170 | 60 | 19 | 9 | 1.8 | 380/220 |
| **44** | 140 | 45 | 21 | 13 | 2.4 | 380/220 |
| **45** | 130 | 55 | 22 | 11 | 2.2 | 380/220 |
| **46** | 170 | 70 | 17 | 8 | 2 | 380/220 |
| **47** | 140 | 80 | 15 | 7 | 1.8 | 380/220 |
| **48** | 120 | 90 | 16 | 9 | 2.4 | 380/220 |
| **49** | 170 | 85 | 14 | 10 | 2.6 | 380/220 |
| **50** | 160 | 60 | 17 | 12 | 2.2 | 380/220 |
| **51** | 140 | 80 | 19 | 14 | 1.8 | 380/220 |
| **52** | 150 | 75 | 22 | 9 | 2 | 380/220 |
| **53** | 170 | 45 | 21 | 6 | 1.6 | 380/220 |
| **54** | 140 | 65 | 20 | 8 | 1.8 | 380/220 |
| **55** | 130 | 80 | 18 | 7 | 2.4 | 380/220 |
| **56** | 170 | 85 | 19 | 9 | 2.2 | 380/220 |
| **57** | 140 | 70 | 17 | 13 | 2 | 380/220 |
| **58** | 120 | 60 | 19 | 12 | 1.8 | 380/220 |
| **59** | 170 | 45 | 21 | 9 | 2.4  3.15. tabulas turpinājums | 380/220 |
| **60** | 160 | 55 | 22 | 13 | 2.6 | 380/220 |

### 6. Uzdevums

Četrvadu līnija 220/127 V baro divus aktīvās elektroenerģijas patērētājus (3.17. attēls). Pirmā patērētāja jauda ir P1, kW, bet otrā patērētāja jauda P2, kW. Sprieguma zudums līdz katram no patērētājiem nedrīkst pārsniegt Δ*Upieļ*, %. Aprēķināt nepieciešamo līnijas vadu šķērsgriezumu atsevišķi katram no līnijas posmiem: 0 - 1, 1 -3 un 1 - 2, ja vada materiāls ir alumīnijs. Variantam atbilstoši izejas dati doti 3.16. tabulā.

|  |
| --- |
| 3.17. att. Piemērs apgaismes tīkla aprēķinam uz sprieguma zudumu |

3.16. tabula

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Dotie lielumi** | | | | | | |
| **Varianti** | **l1, m** | **l2, m** | **l3, m** | **P1, kW** | **P2, kW** | **ΔUpieļ, %** | **UN, V** |
| **1** | 100 | 50 | 20 | 20 | 5 | 2.4 | 220/127 |
| **2** | 120 | 45 | 15 | 15 | 4 | 2.2 | 220/127 |
| **3** | 110 | 55 | 10 | 12 | 6 | 1.2 | 220/127 |
| **4** | 115 | 70 | 25 | 14 | 7 | 1.4 | 220/127 |
| **5** | 125 | 80 | 30 | 17 | 8 | 2.6 | 220/127 |
| **6** | 125 | 90 | 20 | 19 | 4 | 2.8 | 220/127 |
| **7** | 135 | 85 | 10 | 12 | 6 | 2 | 220/127 |
| **8** | 140 | 60 | 15 | 21 | 9 | 1.6 | 220/127 |
| **9** | 100 | 20 | 20 | 12 | 3 | 1.8 | 220/127 |
| **10** | 120 | 15 | 15 | 12 | 5 | 2.4 | 220/127 |
| **11** | 110 | 35 | 10 | 19 | 7 | 2.2 | 220/127 |
| **12** | 115 | 65 | 25 | 17 | 4 | 1.2 | 220/127 |
| **13** | 125 | 30 | 30 | 14 | 7 | 1.4  3.16. tabulas turpinājums | 220/127 |
| **14** | 125 | 40 | 20 | 21 | 6 | 2.6 | 220/127 |
| **15** | 135 | 70 | 10 | 22 | 4 | 2.8 | 220/127 |
| **16** | 140 | 20 | 15 | 17 | 5 | 2 | 220/127 |
| **17** | 100 | 30 | 20 | 15 | 4 | 1.6 | 220/127 |
| **18** | 120 | 45 | 15 | 16 | 6 | 1.8 | 220/127 |
| **19** | 110 | 35 | 10 | 11 | 7 | 2.4 | 220/127 |
| **20** | 115 | 70 | 25 | 11 | 8 | 2.2 | 220/127 |
| **21** | 125 | 80 | 30 | 19 | 4 | 1.2 | 220/127 |
| **22** | 125 | 90 | 20 | 22 | 6 | 1.4 | 220/127 |
| **23** | 135 | 85 | 10 | 21 | 9 | 2.6 | 220/127 |
| **24** | 140 | 60 | 15 | 20 | 3 | 2.8 | 220/127 |
| **25** | 100 | 35 | 10 | 18 | 5 | 2 | 220/127 |
| **26** | 120 | 35 | 25 | 19 | 7 | 1.6 | 220/127 |
| **27** | 110 | 45 | 30 | 17 | 4 | 1.8 | 220/127 |
| **28** | 115 | 25 | 20 | 19 | 7 | 2.4 | 220/127 |
| **29** | 125 | 60 | 10 | 10 | 6 | 2.2 | 220/127 |
| **30** | 125 | 45 | 15 | 22 | 4 | 1.2 | 220/127 |
| **31** | 135 | 55 | 20 | 17 | 5 | 1.4 | 220/127 |
| **32** | 140 | 70 | 15 | 15 | 4 | 2.6 | 220/127 |
| **33** | 100 | 80 | 10 | 16 | 6 | 2.8 | 220/127 |
| **34** | 120 | 90 | 25 | 14 | 7 | 2 | 220/127 |
| **35** | 110 | 85 | 30 | 17 | 8 | 1.6 | 220/127 |
| **36** | 115 | 60 | 20 | 19 | 4 | 1.8 | 220/127 |
| **37** | 125 | 80 | 10 | 22 | 6 | 2.4 | 220/127 |
| **38** | 125 | 75 | 15 | 21 | 9 | 2.2 | 220/127 |
| **39** | 135 | 45 | 20 | 20 | 3 | 1.2 | 220/127 |
| **40** | 140 | 65 | 15 | 18 | 5 | 1.4 | 220/127 |
| **41** | 100 | 80 | 10 | 19 | 7 | 2.6 | 220/127 |
| **42** | 120 | 85 | 10 | 17 | 4 | 2.8 | 220/127 |
| **43** | 110 | 60 | 25 | 19 | 7 | 2 | 220/127 |
| **44** | 115 | 45 | 30 | 21 | 6 | 1.6 | 220/127 |
| **45** | 125 | 55 | 20 | 22 | 4 | 1.8 | 220/127 |
| **46** | 125 | 70 | 10 | 17 | 5 | 2.4 | 220/127 |
| **47** | 135 | 80 | 15 | 15 | 4 | 2.2  3.16. tabulas turpinājums | 220/127 |
| **48** | 140 | 90 | 20 | 16 | 6 | 1.2 | 220/127 |
| **49** | 100 | 85 | 15 | 14 | 7 | 1.4 | 220/127 |
| **50** | 120 | 60 | 10 | 17 | 8 | 2.6 | 220/127 |
| **51** | 110 | 80 | 25 | 19 | 4 | 2.8 | 220/127 |
| **52** | 115 | 75 | 30 | 22 | 6 | 2 | 220/127 |
| **53** | 125 | 45 | 20 | 21 | 9 | 1.6 | 220/127 |
| **54** | 125 | 65 | 10 | 20 | 3 | 1.8 | 220/127 |
| **55** | 135 | 80 | 15 | 18 | 5 | 2.4 | 220/127 |
| **56** | 140 | 85 | 20 | 19 | 7 | 2.2 | 220/127 |
| **57** | 100 | 70 | 15 | 17 | 4 | 1.2 | 220/127 |
| **58** | 120 | 60 | 10 | 19 | 7 | 1.4 | 220/127 |
| **59** | 110 | 45 | 25 | 21 | 6 | 2.6 | 220/127 |
| **60** | 115 | 55 | 35 | 22 | 4 | 2.8 | 220/127 |

### 7. Uzdevums

Aprēķināt vienfāzes grupas tīklu (3.6. attēls) uz sprieguma zudumu. Tīkls izgatavots no alumīnija vai vara vadiem, tīkla nominālais spriegums UN, V, katras lampas jauda ir P, W, pieļaujamais sprieguma zudums Δ*Upieļ*, %. Variantam atbilstoši izejas dati doti 3.17. tabulā.

3.17. tabula

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Dotie lielumi** | | | |
| **Varianti** | **P, W** | **vadu materiāls** | **ΔUpieļ, %** | **UN, V** |
| **1** | 200 | Al | 2.4 | 220 |
| **2** | 145 | Al | 2.2 | 220 |
| **3** | 130 | Al | 2.6 | 220 |
| **4** | 160 | Cu | 3 | 220 |
| **5** | 250 | Cu | 3.2 | 220 |
| **6** | 440 | Al | 2.8 | 220 |
| **7** | 560 | Al | 1.8 | 220 |
| **8** | 210 | Cu | 1.6 | 220 |
| **9** | 435 | Al | 1.4  3.17. tabulas turpinājums | 220 |
| **10** | 370 | Al | 2.6 | 220 |
| **11** | 535 | Al | 2.8 | 220 |
| **12** | 450 | Cu | 2.2 | 220 |
| **13** | 355 | Cu | 2.4 | 220 |
| **14** | 200 | Al | 3.2 | 220 |
| **15** | 145 | Al | 2.4 | 220 |
| **16** | 130 | Cu | 2.6 | 220 |
| **17** | 160 | Al | 2.4 | 220 |
| **18** | 250 | Al | 2.2 | 220 |
| **19** | 440 | Al | 2.6 | 220 |
| **20** | 560 | Cu | 3 | 220 |
| **21** | 210 | Cu | 3.2 | 220 |
| **22** | 435 | Al | 2.8 | 220 |
| **23** | 370 | Al | 1.8 | 220 |
| **24** | 535 | Cu | 1.6 | 220 |
| **25** | 450 | Al | 1.4 | 220 |
| **26** | 355 | Al | 2.6 | 220 |
| **27** | 200 | Al | 2.8 | 220 |
| **28** | 145 | Cu | 2.2 | 220 |
| **29** | 130 | Cu | 2.4 | 220 |
| **30** | 160 | Al | 3.2 | 220 |
| **31** | 250 | Al | 2.4 | 220 |
| **32** | 440 | Cu | 2.6 | 220 |
| **33** | 560 | Al | 2.4 | 220 |
| **34** | 210 | Al | 2.2 | 220 |
| **35** | 435 | Al | 2.6 | 220 |
| **36** | 370 | Cu | 3 | 220 |
| **37** | 535 | Cu | 3.2 | 220 |
| **38** | 450 | Al | 2.8 | 220 |
| **39** | 355 | Al | 1.8 | 220 |
| **40** | 200 | Cu | 1.6 | 220 |
| **41** | 145 | Al | 1.4 | 220 |
| **42** | 130 | Al | 2.6 | 220 |
| **43** | 160 | Al | 2.8  3.17. tabulas turpinājums | 220 |
| **44** | 250 | Cu | 2.2 | 220 |
| **45** | 440 | Cu | 2.4 | 220 |
| **46** | 560 | Al | 3.2 | 220 |
| **47** | 210 | Al | 2.4 | 220 |
| **48** | 435 | Cu | 2.6 | 220 |
| **49** | 370 | Al | 2.4 | 220 |
| **50** | 535 | Al | 2.2 | 220 |
| **51** | 450 | Al | 2.6 | 220 |
| **52** | 355 | Cu | 3 | 220 |
| **53** | 200 | Cu | 3.2 | 220 |
| **54** | 145 | Al | 2.8 | 220 |
| **55** | 130 | Al | 1.8 | 220 |
| **56** | 160 | Cu | 1.6 | 220 |
| **57** | 250 | Al | 2.4 | 220 |
| **58** | 440 | Al | 2.2 | 220 |
| **59** | 560 | Al | 2.6 | 220 |
| **60** | 210 | Cu | 3 | 220 |

### 8. Uzdevums

Tīkla shēma paradīta 3.18. attēlā. Par barojošo tīklu izmanto trīsfāžu tīklu 380/220 V, grupu tīkli ir divfāžu ar nullvadu. Grupu līnijās patērētāju jaudas ir vienādas un ir dotas P, kW. Pilnais sprieguma zudums Δ*U*, %. Aprēķināt vara vadu šķērsgriezumu atbilstoši minimālā vada materiāla patēriņam. Variantam atbilstoši izejas dati doti 3.18. tabulā.

|  |
| --- |
| 3.18. att. Trīsfāžu tīkls 380/220 V ar divfāzu ar nullvadu grupu tīklu |

3.18. tabula

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Dotie lielumi** | | | | | |
| **Varianti** | **P, kW** | **ΔU, %** | **l1, m** | **l2, m** | **l3, m** | **l4, m** |
| **1** | 3 | 3.5 | 100 | 30 | 80 | 30 |
| **2** | 3 | 3 | 130 | 25 | 80 | 20 |
| **3** | 4 | 3.3 | 135 | 20 | 70 | 20 |
| **4** | 4 | 3.6 | 120 | 35 | 70 | 40 |
| **5** | 5 | 3.7 | 125 | 30 | 80 | 30 |
| **6** | 4 | 3.2 | 135 | 24 | 90 | 30 |
| **7** | 3 | 3.4 | 110 | 26 | 60 | 20 |
| **8** | 4 | 3.5 | 100 | 20 | 70 | 30 |
| **9** | 5 | 3.8 | 105 | 38 | 80 | 20 |
| **10** | 4 | 3.9 | 130 | 37 | 60 | 40 |
| **11** | 3 | 3.1 | 100 | 25 | 90 | 30 |
| **12** | 2 | 3.6 | 105 | 29 | 70 | 20 |
| **13** | 3 | 3 | 110 | 30 | 80 | 30 |
| **14** | 4 | 3.9 | 100 | 25 | 80 | 20 |
| **15** | 5 | 3 | 130 | 20 | 70 | 30 |
| **16** | 4 | 3 | 135 | 35 | 70 | 20 |
| **17** | 3 | 3.3 | 120 | 30 | 80 | 20 |
| **18** | 3 | 3.6 | 125 | 24 | 90 | 40 |
| **19** | 3 | 3.7 | 135 | 26 | 60 | 30 |
| **20** | 4 | 3.2 | 110 | 20 | 70 | 30 |
| **21** | 4 | 3.4 | 100 | 38 | 80 | 20 |
| **22** | 5 | 3 | 105 | 37 | 60 | 30 |
| **23** | 4 | 3.8 | 130 | 25 | 90  3.18. tabulas turpinājums | 20 |
| **24** | 3 | 3 | 100 | 30 | 70 | 40 |
| **25** | 4 | 3.1 | 105 | 25 | 60 | 30 |
| **26** | 5 | 3.6 | 100 | 20 | 80 | 20 |
| **27** | 4 | 3.8 | 130 | 35 | 70 | 30 |
| **28** | 3 | 3.9 | 135 | 30 | 70 | 20 |
| **29** | 2 | 3.5 | 120 | 24 | 80 | 30 |
| **30** | 3 | 3 | 125 | 26 | 90 | 20 |
| **31** | 4 | 3.3 | 135 | 20 | 60 | 20 |
| **32** | 5 | 3.6 | 110 | 38 | 70 | 40 |
| **33** | 4 | 3.7 | 100 | 37 | 80 | 30 |
| **34** | 4 | 3 | 120 | 30 | 60 | 30 |
| **35** | 3 | 3.4 | 130 | 29 | 90 | 20 |
| **36** | 3 | 3.5 | 100 | 30 | 70 | 30 |
| **37** | 4 | 3 | 105 | 25 | 60 | 30 |
| **38** | 4 | 3.9 | 110 | 20 | 80 | 40 |
| **39** | 5 | 3.1 | 100 | 35 | 70 | 30 |
| **40** | 4 | 3.6 | 130 | 30 | 70 | 20 |
| **41** | 3 | 3.8 | 135 | 24 | 80 | 30 |
| **42** | 4 | 3.9 | 120 | 26 | 90 | 20 |
| **43** | 5 | 3.5 | 125 | 20 | 60 | 30 |
| **44** | 4 | 3 | 135 | 30 | 70 | 20 |
| **45** | 3 | 3 | 110 | 30 | 80 | 30 |
| **46** | 2 | 3.6 | 100 | 20 | 60 | 40 |
| **47** | 3 | 3.7 | 105 | 35 | 90 | 30 |
| **48** | 4 | 3.2 | 130 | 30 | 70 | 30 |
| **49** | 5 | 3.4 | 100 | 24 | 80 | 20 |
| **50** | 4 | 3.5 | 100 | 26 | 80 | 30 |
| **51** | 3 | 3.8 | 130 | 20 | 70 | 20 |
| **52** | 3 | 3.9 | 135 | 38 | 70 | 40 |
| **53** | 3 | 3.1 | 120 | 30 | 80 | 30 |
| **54** | 4 | 3.6 | 125 | 25 | 90 | 20 |
| **55** | 4 | 3.8 | 135 | 20 | 60 | 30 |
| **56** | 5 | 3.5 | 110 | 35 | 70 | 20 |
| **57** | 4 | 3 | 100 | 30 | 80  3.18. tabulas turpinājums | 30 |
| **58** | 3 | 3 | 105 | 30 | 80 | 30 |
| **59** | 4 | 3.6 | 130 | 26 | 80 | 30 |
| **60** | 5 | 3.7 | 100 | 20 | 70 | 40 |

### 9. Uzdevums

Tīkla shēma paradīta 3.19. attēlā. Par barojošo tīklu izmanto trīsfāžu tīklu 380/220 V, grupu tīkli ir vienfāzes. Grupu līnijās patērētāju jaudas ir vienādas un sastāda P, kW. Pilnais sprieguma zudums Δ*U*, %. Aprēķināt alumīnija vadu šķērsgriezumu atbilstoši minimālā vada materiāla patēriņam. Variantam atbilstoši izejas dati doti 3.19. tabulā.



3.19. att. Trīsfāžu tīkls 380/220 V ar vienfāzes grupu tīklu

3.19. tabula

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Dotie lielumi** | | | | | |
| **Varianti** | **P, kW** | **ΔU, %** | **l1, m** | **l2, m** | **l3, m** | **l4, m** |
| **1** | 2 | 4 | 120 | 20 | 90 | 20 |
| **2** | 3 | 3 | 130 | 10 | 80 | 20 |
| **3** | 4 | 3.3 | 135 | 15 | 70 | 20 |
| **4** | 5 | 4.2 | 120 | 20 | 75 | 30 |
| **5** | 6 | 4.1 | 145 | 30 | 60 | 40 |
| **6** | 5 | 3.9 | 155 | 25 | 80 | 10 |
| **7** | 1 | 3.6 | 138 | 10 | 90 | 20 |
| **8** | 2 | 3.4 | 132 | 20 | 95 | 10 |
| **9** | 5 | 4.1 | 134 | 20 | 75 | 20 |
| **10** | 3 | 2.9 | 154 | 10 | 65 | 20 |
| **11** | 6 | 3.6 | 132 | 15 | 60  3.19. tabulas turpinājums | 20 |
| **12** | 2 | 3.8 | 162 | 20 | 75 | 10 |
| **13** | 7 | 4 | 129 | 30 | 80 | 20 |
| **14** | 4 | 4.5 | 141 | 25 | 85 | 10 |
| **15** | 2 | 3.3 | 120 | 10 | 90 | 20 |
| **16** | 3 | 4.2 | 130 | 20 | 80 | 20 |
| **17** | 4 | 3 | 135 | 20 | 70 | 20 |
| **18** | 5 | 3.9 | 120 | 10 | 75 | 10 |
| **19** | 6 | 3.6 | 145 | 15 | 60 | 10 |
| **20** | 4 | 3.4 | 155 | 20 | 80 | 20 |
| **21** | 1 | 4.1 | 138 | 30 | 90 | 20 |
| **22** | 2 | 2.9 | 132 | 25 | 95 | 20 |
| **23** | 5 | 3.6 | 134 | 10 | 75 | 20 |
| **24** | 3 | 3.8 | 154 | 20 | 65 | 20 |
| **25** | 6 | 4 | 132 | 20 | 60 | 30 |
| **26** | 2 | 4.5 | 162 | 10 | 75 | 20 |
| **27** | 4 | 3.3 | 129 | 15 | 80 | 20 |
| **28** | 4 | 4.2 | 141 | 20 | 85 | 10 |
| **29** | 2 | 4.1 | 120 | 30 | 90 | 10 |
| **30** | 3 | 3.9 | 130 | 25 | 80 | 20 |
| **31** | 4 | 3.6 | 135 | 10 | 70 | 20 |
| **32** | 5 | 3.4 | 120 | 20 | 75 | 30 |
| **33** | 6 | 4.1 | 145 | 20 | 60 | 20 |
| **34** | 4 | 2.9 | 155 | 10 | 80 | 30 |
| **35** | 1 | 3.6 | 138 | 15 | 90 | 40 |
| **36** | 2 | 3.8 | 132 | 20 | 95 | 20 |
| **37** | 5 | 4 | 134 | 30 | 75 | 20 |
| **38** | 3 | 4.5 | 154 | 25 | 65 | 10 |
| **39** | 6 | 3.3 | 132 | 10 | 60 | 30 |
| **40** | 2 | 4.2 | 162 | 20 | 75 | 20 |
| **41** | 4 | 4.1 | 129 | 20 | 80 | 20 |
| **42** | 4 | 3.9 | 141 | 10 | 85 | 10 |
| **43** | 2 | 3.6 | 120 | 15 | 90 | 20 |
| **44** | 3 | 3.4 | 130 | 20 | 80 | 30 |
| **45** | 4 | 4.1 | 135 | 30 | 70  3.19. tabulas turpinājums | 40 |
| **46** | 5 | 2.9 | 120 | 25 | 75 | 20 |
| **47** | 6 | 3.6 | 145 | 10 | 60 | 20 |
| **48** | 4 | 3.8 | 155 | 20 | 80 | 10 |
| **49** | 1 | 4 | 138 | 20 | 90 | 30 |
| **50** | 2 | 4.5 | 132 | 10 | 95 | 20 |
| **51** | 5 | 3.3 | 134 | 15 | 75 | 20 |
| **52** | 3 | 4.2 | 154 | 20 | 65 | 10 |
| **53** | 6 | 4.1 | 132 | 30 | 60 | 20 |
| **54** | 2 | 3.9 | 162 | 25 | 75 | 30 |
| **55** | 4 | 3.6 | 129 | 10 | 80 | 40 |
| **56** | 4 | 3.4 | 141 | 20 | 90 | 20 |
| **57** | 2 | 4.1 | 120 | 20 | 80 | 20 |
| **58** | 3 | 2.9 | 130 | 10 | 70 | 10 |
| **59** | 4 | 3.6 | 135 | 15 | 75 | 30 |
| **60** | 5 | 3.8 | 120 | 20 | 60 | 20 |

### 10. Uzdevums

Noteikt atklāti instalēta kabeļa vara dzīslas šķērsgriezumu posmā no apakšstacijas kopnēm līdz sadalei 1 un pēc tam no sadales 1 līdz grupu sadalei 2 (3.20. att.). Apakšstacijas transformatora jauda P, kVA, jaudas koeficients cos*φ*, noslodzes koeficients *β* = 0,9, līnijas nominālais spriegums *UN* = 380 V, minimālais pieļaujamais spriegums uz spuldzes spailēm *Umin =* 95 %. Variantam atbilstoši izejas dati doti 3.20. tabulā.

|  |
| --- |
| 3.20. att. Apgaismes tīkls |

3.20. tabula

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Dotie lielumi** | | | | | | | |
| **Varianti** | **S, kVA** | **cosφ** | **L1, m** | **L2, m** | **L3, m** | **P1, kW** | **P2, kW** | **P3, kW** |
| **1** | 160 | 0.9 | 30 | 10 | 5 | 10 | 8 | 15 |
| **2** | 160 | 0.8 | 45 | 10 | 5 | 10 | 7 | 17 |
| **3** | 160 | 0.8 | 45 | 13 | 4 | 12 | 9 | 19 |
| **4** | 160 | 0.9 | 44 | 12 | 4 | 14 | 8 | 22 |
| **5** | 160 | 0.9 | 36 | 11 | 5 | 13 | 6 | 21 |
| **6** | 250 | 0.8 | 54 | 14 | 6 | 15 | 7 | 20 |
| **7** | 250 | 0.8 | 57 | 16 | 5 | 13 | 9 | 17 |
| **8** | 250 | 0.9 | 48 | 14 | 3 | 15 | 8 | 22 |
| **9** | 250 | 0.9 | 52 | 13 | 5 | 12 | 6 | 18 |
| **10** | 250 | 0.8 | 54 | 20 | 7 | 10 | 8 | 15 |
| **11** | 160 | 0.9 | 55 | 17 | 6 | 10 | 7 | 17 |
| **12** | 160 | 0.8 | 61 | 18 | 4 | 12 | 9 | 19 |
| **13** | 160 | 0.8 | 39 | 11 | 5 | 14 | 8 | 22 |
| **14** | 160 | 0.9 | 48 | 15 | 6 | 13 | 6 | 21 |
| **15** | 160 | 0.9 | 38 | 17 | 7 | 15 | 7 | 20 |
| **16** | 250 | 0.8 | 30 | 10 | 5 | 13 | 9 | 17 |
| **17** | 250 | 0.8 | 45 | 10 | 5 | 15 | 8 | 22 |
| **18** | 250 | 0.9 | 45 | 13 | 4 | 12 | 6 | 18 |
| **19** | 250 | 0.9 | 44 | 12 | 4 | 10 | 8 | 15 |
| **20** | 250 | 0.8 | 36 | 11 | 5 | 10 | 7 | 17 |
| **21** | 160 | 0.9 | 54 | 14 | 6 | 12 | 9 | 19 |
| **22** | 160 | 0.8 | 57 | 16 | 5 | 14 | 8 | 22 |
| **23** | 160 | 0.8 | 48 | 14 | 3 | 13 | 6 | 21 |
| **24** | 160 | 0.9 | 52 | 13 | 5 | 15 | 7 | 20 |
| **25** | 160 | 0.9 | 54 | 20 | 7 | 13 | 9 | 17 |
| **26** | 250 | 0.8 | 55 | 17 | 6 | 15 | 8 | 22 |
| **27** | 250 | 0.8 | 61 | 18 | 4 | 12 | 6 | 18 |
| **28** | 250 | 0.9 | 39 | 11 | 5 | 10 | 8 | 15 |
| **29** | 250 | 0.9 | 48 | 15 | 6 | 10 | 7 | 17 |
| **30** | 250 | 0.8 | 38 | 17 | 7 | 12 | 9 | 19 |
| **31** | 160 | 0.9 | 30 | 10 | 5 | 14 | 8 | 22 |
| **32** | 160 | 0.8 | 45 | 10 | 5 | 13  3.20. tabulas turpinājums | 6 | 21 |
| **33** | 160 | 0.8 | 45 | 13 | 4 | 15 | 7 | 20 |
| **34** | 160 | 0.9 | 44 | 12 | 4 | 13 | 9 | 17 |
| **35** | 160 | 0.9 | 36 | 11 | 5 | 15 | 8 | 22 |
| **36** | 250 | 0.8 | 54 | 14 | 6 | 12 | 6 | 18 |
| **37** | 250 | 0.8 | 57 | 16 | 5 | 10 | 8 | 15 |
| **38** | 250 | 0.9 | 48 | 14 | 3 | 10 | 7 | 17 |
| **39** | 250 | 0.9 | 52 | 13 | 5 | 12 | 9 | 19 |
| **40** | 250 | 0.8 | 54 | 20 | 7 | 14 | 8 | 22 |
| **41** | 160 | 0.9 | 55 | 17 | 6 | 13 | 6 | 21 |
| **42** | 160 | 0.8 | 61 | 18 | 4 | 15 | 7 | 20 |
| **43** | 160 | 0.8 | 39 | 11 | 5 | 13 | 9 | 17 |
| **44** | 160 | 0.9 | 48 | 15 | 6 | 15 | 8 | 22 |
| **45** | 160 | 0.9 | 38 | 17 | 7 | 12 | 6 | 18 |
| **46** | 250 | 0.8 | 30 | 10 | 5 | 10 | 8 | 15 |
| **47** | 250 | 0.8 | 45 | 10 | 5 | 10 | 7 | 17 |
| **48** | 250 | 0.9 | 45 | 13 | 4 | 12 | 9 | 19 |
| **49** | 250 | 0.9 | 44 | 12 | 4 | 14 | 8 | 22 |
| **50** | 250 | 0.8 | 36 | 11 | 5 | 13 | 6 | 21 |
| **51** | 160 | 0.9 | 54 | 14 | 6 | 15 | 7 | 20 |
| **52** | 160 | 0.8 | 57 | 16 | 5 | 13 | 9 | 17 |
| **53** | 160 | 0.8 | 48 | 14 | 3 | 15 | 8 | 22 |
| **54** | 160 | 0.9 | 52 | 13 | 5 | 12 | 6 | 18 |
| **55** | 160 | 0.9 | 54 | 20 | 7 | 10 | 8 | 15 |
| **56** | 250 | 0.8 | 55 | 17 | 6 | 10 | 7 | 17 |
| **57** | 250 | 0.8 | 61 | 18 | 4 | 12 | 9 | 19 |
| **58** | 250 | 0.9 | 39 | 11 | 5 | 14 | 8 | 22 |
| **59** | 250 | 0.9 | 48 | 15 | 6 | 13 | 6 | 21 |
| **60** | 250 | 0.8 | 38 | 17 | 7 | 15 | 7 | 20 |

### 11. Uzdevums

Noteikt atklāti instalēta kabeļa alumīnija dzīslas šķērsgriezumu posmā no apakšstacijas kopnēm līdz sadalei 1 un pēc tam no sadales 1 līdz grupu sadalei 2 (3.21. att.). Apakšstacijas transformatora jauda S, kVA, jaudas koeficients cos*φ*, noslodzes koeficients *β* = 0,9, līnijas nominālais spriegums *UN* = 380 V, minimālais pieļaujamais spriegums uz spuldzes spailēm *Umin =* 95 %. L3 = L4 = L5 = L6 = L7; P1 = P2 = P3 un P4 = P5. Variantam atbilstoši izejas dati doti 3.21. tabulā.

|  |
| --- |
| 3.21. att. Apgaismes tīkls |

3.21. tabula

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Dotie lielumi** | | | | | | |
| **Varianti** | **S, kVA** | **cosφ** | **L1, m** | **L2, m** | **L3, m** | **P1, kW** | **P4, kW** |
| **1** | 250 | 0.8 | 50 | 12 | 6 | 6 | 0.6 |
| **2** | 400 | 0.8 | 45 | 10 | 5 | 10 | 0.4 |
| **3** | 400 | 0.8 | 45 | 13 | 4 | 12 | 0.8 |
| **4** | 250 | 0.8 | 47 | 14 | 7 | 11 | 0.9 |
| **5** | 400 | 0.8 | 43 | 15 | 8 | 6 | 0.4 |
| **6** | 250 | 0.7 | 57 | 18 | 4 | 8 | 0.5 |
| **7** | 250 | 0.7 | 63 | 17 | 6 | 9 | 0.7 |
| **8** | 400 | 0.7 | 49 | 14 | 7 | 7 | 0.3 |
| **9** | 400 | 0.7 | 63 | 10 | 5 | 10 | 0.7 |
| **10** | 250 | 0.7 | 45 | 16 | 8 | 12 | 0.5 |
| **11** | 400 | 0.8 | 54 | 17 | 6 | 7 | 0.7 |
| **12** | 250 | 0.8 | 50 | 14 | 5 | 9 | 0.7 |
| **13** | 250 | 0.8 | 61 | 19 | 4 | 10 | 0.6 |
| **14** | 400 | 0.8 | 52 | 12 | 7 | 14 | 0.4 |
| **15** | 400 | 0.8 | 44 | 10 | 8 | 7 | 0.8 |
| **16** | 250 | 0.7 | 39 | 13 | 4 | 9 | 0.9 |
| **17** | 400 | 0.7 | 58 | 14 | 6  3.21. tabulas turpinājums | 6 | 0.4 |
| **18** | 250 | 0.7 | 50 | 15 | 7 | 10 | 0.5 |
| **19** | 250 | 0.7 | 45 | 18 | 5 | 12 | 0.7 |
| **20** | 400 | 0.7 | 45 | 17 | 8 | 11 | 0.3 |
| **21** | 400 | 0.8 | 47 | 14 | 6 | 6 | 0.7 |
| **22** | 250 | 0.8 | 43 | 10 | 5 | 8 | 0.5 |
| **23** | 400 | 0.8 | 57 | 16 | 4 | 9 | 0.7 |
| **24** | 250 | 0.8 | 63 | 17 | 7 | 7 | 0.7 |
| **25** | 250 | 0.8 | 49 | 14 | 8 | 10 | 0.6 |
| **26** | 400 | 0.7 | 63 | 19 | 4 | 12 | 0.4 |
| **27** | 400 | 0.7 | 45 | 12 | 6 | 7 | 0.8 |
| **28** | 250 | 0.7 | 54 | 10 | 7 | 9 | 0.9 |
| **29** | 400 | 0.7 | 50 | 13 | 5 | 10 | 0.4 |
| **30** | 250 | 0.7 | 61 | 14 | 8 | 14 | 0.5 |
| **31** | 250 | 0.8 | 52 | 15 | 6 | 7 | 0.7 |
| **32** | 400 | 0.8 | 44 | 18 | 5 | 9 | 0.3 |
| **33** | 400 | 0.8 | 39 | 17 | 4 | 6 | 0.7 |
| **34** | 250 | 0.8 | 58 | 14 | 7 | 10 | 0.5 |
| **35** | 400 | 0.8 | 50 | 10 | 8 | 12 | 0.7 |
| **36** | 250 | 0.7 | 45 | 16 | 4 | 11 | 0.7 |
| **37** | 250 | 0.7 | 45 | 17 | 6 | 6 | 0.6 |
| **38** | 400 | 0.7 | 47 | 14 | 7 | 8 | 0.4 |
| **39** | 400 | 0.7 | 43 | 19 | 5 | 9 | 0.8 |
| **40** | 250 | 0.7 | 57 | 12 | 8 | 7 | 0.9 |
| **41** | 400 | 0.8 | 63 | 10 | 6 | 10 | 0.4 |
| **42** | 250 | 0.8 | 49 | 13 | 5 | 12 | 0.5 |
| **43** | 250 | 0.8 | 63 | 14 | 4 | 7 | 0.7 |
| **44** | 400 | 0.8 | 45 | 15 | 7 | 9 | 0.3 |
| **45** | 400 | 0.8 | 54 | 18 | 8 | 10 | 0.7 |
| **46** | 250 | 0.7 | 50 | 17 | 4 | 14 | 0.5 |
| **47** | 400 | 0.7 | 61 | 14 | 6 | 7 | 0.7 |
| **48** | 250 | 0.7 | 52 | 10 | 7 | 9 | 0.7 |
| **49** | 250 | 0.7 | 44 | 16 | 5 | 6 | 0.6 |
| **50** | 400 | 0.7 | 39 | 17 | 8 | 10 | 0.4 |
| **51** | 400 | 0.8 | 58 | 14 | 6 | 12  3.21. tabulas turpinājums | 0.8 |
| **52** | 250 | 0.8 | 50 | 19 | 5 | 11 | 0.9 |
| **53** | 400 | 0.8 | 45 | 12 | 4 | 6 | 0.4 |
| **54** | 250 | 0.8 | 45 | 10 | 7 | 8 | 0.5 |
| **55** | 250 | 0.8 | 47 | 13 | 8 | 9 | 0.7 |
| **56** | 400 | 0.7 | 43 | 14 | 4 | 7 | 0.3 |
| **57** | 400 | 0.7 | 57 | 15 | 6 | 10 | 0.7 |
| **58** | 250 | 0.7 | 63 | 18 | 7 | 12 | 0.5 |
| **59** | 400 | 0.7 | 49 | 17 | 5 | 7 | 0.7 |
| **60** | 250 | 0.7 | 63 | 14 | 8 | 9 | 0.7 |

### 12. Uzdevums

No apakšstacijas transformatora (3.22. att.), kura jauda ir S, kV∙A un spriegums 400/230 V, līdz ražošanas telpai ar luminiscences spul­džu apgaismojumu jāliek l, m garš alumīnija kabelis. Spuldžu kopējā jauda — P, kW; pieļaujamais sprieguma zudums uz spuldzes spailēm Δ*Usp* = 2,5%; dots jaudas koeficients tīklā cos*φ*; transformatora noslodzes koeficients *β* = 1, dots arī pieprasījuma koeficients K. Noteikt nepieciešamo kabeļa šķērs­griezumu. Variantam atbilstoši izejas dati doti 3.22. tabulā.

|  |
| --- |
|  |

3.22. att. Luminiscences spuldžu barošanas shēma

3.22. tabula

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Dotie lielumi** | | | | | | | |
| **Varianti** | **UN, V** | **S, kVA** | **cosφ** | **β** | **Pu, kW** | **l, m** | **ΔUsp, %** | **K** |
| **1** | 380 | 400 | 0.8 | 1 | 25 | 150 | 2.5 | 1 |
| **2** | 380 | 250 | 0.9 | 1 | 20 | 200 | 2.5 | 1 |
| **3** | 380 | 160 | 0.8 | 1 | 19 | 160 | 2.5 | 0.95 |
| **4** | 380 | 250 | 0.9 | 1 | 16 | 170 | 2.5 | 0.98 |
| **5** | 380 | 400 | 0.9 | 1 | 22 | 180 | 2.5 | 0.96 |
| **6** | 380 | 250 | 0.8 | 1 | 32 | 150  3.22. tabulas turpinājums | 2.5 | 0.97 |
| **7** | 380 | 160 | 0.8 | 1 | 17 | 210 | 2.5 | 1 |
| **8** | 380 | 400 | 0.9 | 1 | 19 | 230 | 2.5 | 1 |
| **9** | 380 | 400 | 0.8 | 1 | 26 | 210 | 2.5 | 1 |
| **10** | 380 | 250 | 0.9 | 1 | 20 | 200 | 2.5 | 1 |
| **11** | 380 | 160 | 0.8 | 1 | 30 | 170 | 2.5 | 0.98 |
| **12** | 380 | 250 | 0.9 | 1 | 24 | 160 | 2.5 | 1 |
| **13** | 380 | 400 | 0.9 | 1 | 27 | 190 | 2.5 | 0.99 |
| **14** | 380 | 250 | 0.8 | 1 | 17 | 200 | 2.5 | 0.98 |
| **15** | 380 | 160 | 0.8 | 1 | 19 | 140 | 2.5 | 1 |
| **16** | 380 | 400 | 0.9 | 1 | 16 | 130 | 2.5 | 1 |
| **17** | 380 | 400 | 0.8 | 1 | 24 | 160 | 2.5 | 1 |
| **18** | 380 | 250 | 0.9 | 1 | 29 | 150 | 2.5 | 0.95 |
| **19** | 380 | 160 | 0.8 | 1 | 25 | 200 | 2.5 | 0.98 |
| **20** | 380 | 250 | 0.9 | 1 | 20 | 160 | 2.5 | 0.96 |
| **21** | 380 | 400 | 0.9 | 1 | 19 | 170 | 2.5 | 0.97 |
| **22** | 380 | 250 | 0.8 | 1 | 16 | 180 | 2.5 | 1 |
| **23** | 380 | 160 | 0.8 | 1 | 22 | 150 | 2.5 | 1 |
| **24** | 380 | 400 | 0.9 | 1 | 32 | 210 | 2.5 | 1 |
| **25** | 380 | 400 | 0.8 | 1 | 17 | 230 | 2.5 | 1 |
| **26** | 380 | 250 | 0.9 | 1 | 19 | 210 | 2.5 | 0.98 |
| **27** | 380 | 160 | 0.8 | 1 | 26 | 200 | 2.5 | 1 |
| **28** | 380 | 250 | 0.9 | 1 | 20 | 170 | 2.5 | 0.99 |
| **29** | 380 | 400 | 0.9 | 1 | 30 | 160 | 2.5 | 0.98 |
| **30** | 380 | 250 | 0.8 | 1 | 24 | 190 | 2.5 | 1 |
| **31** | 380 | 160 | 0.8 | 1 | 27 | 200 | 2.5 | 1 |
| **32** | 380 | 400 | 0.9 | 1 | 17 | 140 | 2.5 | 1 |
| **33** | 380 | 400 | 0.8 | 1 | 19 | 130 | 2.5 | 0.95 |
| **34** | 380 | 250 | 0.9 | 1 | 16 | 160 | 2.5 | 0.98 |
| **35** | 380 | 160 | 0.8 | 1 | 24 | 150 | 2.5 | 0.96 |
| **36** | 380 | 250 | 0.9 | 1 | 29 | 200 | 2.5 | 0.97 |
| **37** | 380 | 400 | 0.9 | 1 | 25 | 160 | 2.5 | 1 |
| **38** | 380 | 250 | 0.8 | 1 | 20 | 170 | 2.5 | 1 |
| **39** | 380 | 160 | 0.8 | 1 | 19 | 180 | 2.5 | 1 |
| **40** | 380 | 400 | 0.9 | 1 | 16 | 150  3.22. tabulas turpinājums | 2.5 | 1 |
| **41** | 380 | 400 | 0.8 | 1 | 22 | 210 | 2.5 | 0.98 |
| **42** | 380 | 250 | 0.9 | 1 | 32 | 230 | 2.5 | 1 |
| **43** | 380 | 160 | 0.8 | 1 | 17 | 210 | 2.5 | 0.99 |
| **44** | 380 | 250 | 0.9 | 1 | 19 | 200 | 2.5 | 0.98 |
| **45** | 380 | 400 | 0.9 | 1 | 26 | 170 | 2.5 | 1 |
| **46** | 380 | 250 | 0.8 | 1 | 20 | 160 | 2.5 | 1 |
| **47** | 380 | 160 | 0.8 | 1 | 30 | 190 | 2.5 | 1 |
| **48** | 380 | 400 | 0.9 | 1 | 24 | 200 | 2.5 | 0.95 |
| **49** | 380 | 400 | 0.8 | 1 | 27 | 140 | 2.5 | 0.98 |
| **50** | 380 | 250 | 0.9 | 1 | 17 | 130 | 2.5 | 0.96 |
| **51** | 380 | 160 | 0.8 | 1 | 19 | 160 | 2.5 | 0.97 |
| **52** | 380 | 250 | 0.9 | 1 | 16 | 150 | 2.5 | 1 |
| **53** | 380 | 400 | 0.9 | 1 | 24 | 200 | 2.5 | 1 |
| **54** | 380 | 250 | 0.8 | 1 | 29 | 160 | 2.5 | 1 |
| **55** | 380 | 160 | 0.8 | 1 | 25 | 170 | 2.5 | 1 |
| **56** | 380 | 400 | 0.9 | 1 | 20 | 180 | 2.5 | 0.98 |
| **57** | 380 | 400 | 0.8 | 1 | 19 | 150 | 2.5 | 1 |
| **58** | 380 | 250 | 0.9 | 1 | 16 | 210 | 2.5 | 0.99 |
| **59** | 380 | 160 | 0.8 | 1 | 22 | 230 | 2.5 | 0.98 |
| **60** | 380 | 250 | 0.9 | 1 | 32 | 210 | 2.5 | 1 |

### 13. Uzdevums

No apakšstacijas transformatora (3.23. att.), kura jauda ir S, kV∙A un spriegums 400/230 V, līdz ražošanas ēkai, kas sastāv no atsevišķām telpām ar luminiscences spul­džu apgaismojumu, kas ieslēgtas shēmā bez startera, jāliek l, m garš vara markas kabelis. Spuldžu kopējā jauda — P, kW; pieļaujamais sprieguma zudums uz spuldzes spailēm Δ*Usp* = 2,5%; dots arī jaudas koeficients tīklā cos*φ*; transformatora noslodzes koeficients *β* = 1. Noteikt nepieciešamo kabeļa šķērs­griezumu. Variantam atbilstoši izejas dati doti 3.23. tabulā.

|  |
| --- |
|  |

3.23. att. Luminiscences spuldžu, kas ieslēgtas shēmā bez startera, barošanas shēma

3.23. tabula

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Dotie lielumi** | | | | | |
| **Varianti** | **UN, V** | **S, kVA** | **cosφ** | **β** | **Pu, kW** | **l, m** |
| **1** | 380 | 250 | 0.9 | 1 | 20 | 200 |
| **2** | 380 | 250 | 0.9 | 1 | 25 | 230 |
| **3** | 380 | 160 | 0.8 | 1 | 30 | 250 |
| **4** | 380 | 250 | 0.9 | 1 | 25 | 190 |
| **5** | 380 | 400 | 0.9 | 1 | 27 | 180 |
| **6** | 380 | 250 | 0.8 | 1 | 19 | 220 |
| **7** | 380 | 160 | 0.8 | 1 | 22 | 240 |
| **8** | 380 | 400 | 0.9 | 1 | 23 | 220 |
| **9** | 380 | 400 | 0.8 | 1 | 27 | 290 |
| **10** | 380 | 250 | 0.9 | 1 | 31 | 250 |
| **11** | 380 | 160 | 0.8 | 1 | 32 | 280 |
| **12** | 380 | 250 | 0.9 | 1 | 26 | 210 |
| **13** | 380 | 400 | 0.9 | 1 | 29 | 220 |
| **14** | 380 | 250 | 0.8 | 1 | 30 | 250 |
| **15** | 380 | 160 | 0.8 | 1 | 20 | 330 |
| **16** | 380 | 400 | 0.9 | 1 | 27 | 320 |
| **17** | 380 | 400 | 0.8 | 1 | 19 | 310 |
| **18** | 380 | 250 | 0.9 | 1 | 29 | 320 |
| **19** | 380 | 160 | 0.8 | 1 | 20 | 260 |
| **20** | 380 | 250 | 0.9 | 1 | 25 | 240 |
| **21** | 380 | 400 | 0.9 | 1 | 30 | 200 |
| **22** | 380 | 250 | 0.8 | 1 | 25 | 230 |
| **23** | 380 | 160 | 0.8 | 1 | 27 | 250 |
| **24** | 380 | 400 | 0.9 | 1 | 19 | 190 |
| **25** | 380 | 400 | 0.8 | 1 | 22 | 180 |
| **26** | 380 | 250 | 0.9 | 1 | 23 | 220 |
| **27** | 380 | 160 | 0.8 | 1 | 27  3.23. tabulas turpinājums | 240 |
| **28** | 380 | 250 | 0.9 | 1 | 31 | 220 |
| **29** | 380 | 400 | 0.9 | 1 | 32 | 290 |
| **30** | 380 | 250 | 0.8 | 1 | 26 | 250 |
| **31** | 380 | 160 | 0.8 | 1 | 29 | 280 |
| **32** | 380 | 400 | 0.9 | 1 | 30 | 210 |
| **33** | 380 | 400 | 0.8 | 1 | 20 | 220 |
| **34** | 380 | 250 | 0.9 | 1 | 27 | 250 |
| **35** | 380 | 160 | 0.8 | 1 | 19 | 330 |
| **36** | 380 | 250 | 0.9 | 1 | 29 | 320 |
| **37** | 380 | 400 | 0.9 | 1 | 20 | 310 |
| **38** | 380 | 250 | 0.8 | 1 | 25 | 320 |
| **39** | 380 | 160 | 0.8 | 1 | 30 | 260 |
| **40** | 380 | 400 | 0.9 | 1 | 25 | 240 |
| **41** | 380 | 400 | 0.8 | 1 | 27 | 200 |
| **42** | 380 | 250 | 0.9 | 1 | 19 | 230 |
| **43** | 380 | 160 | 0.8 | 1 | 22 | 250 |
| **44** | 380 | 250 | 0.9 | 1 | 23 | 190 |
| **45** | 380 | 400 | 0.9 | 1 | 27 | 180 |
| **46** | 380 | 250 | 0.8 | 1 | 31 | 220 |
| **47** | 380 | 160 | 0.8 | 1 | 32 | 240 |
| **48** | 380 | 400 | 0.9 | 1 | 26 | 220 |
| **49** | 380 | 400 | 0.8 | 1 | 29 | 290 |
| **50** | 380 | 250 | 0.9 | 1 | 30 | 250 |
| **51** | 380 | 160 | 0.8 | 1 | 20 | 280 |
| **52** | 380 | 250 | 0.9 | 1 | 27 | 210 |
| **53** | 380 | 400 | 0.9 | 1 | 19 | 220 |
| **54** | 380 | 250 | 0.8 | 1 | 29 | 250 |
| **55** | 380 | 160 | 0.8 | 1 | 20 | 330 |
| **56** | 380 | 400 | 0.9 | 1 | 25 | 320 |
| **57** | 380 | 400 | 0.8 | 1 | 30 | 310 |
| **58** | 380 | 250 | 0.9 | 1 | 25 | 320 |
| **59** | 380 | 160 | 0.8 | 1 | 27 | 260 |
| **60** | 380 | 250 | 0.9 | 1 | 19 | 240 |

### 14. Uzdevums

Noteikt atklāti instalēta kabeļa alumīnija dzīslas šķērsgriezumu apgaismes līnijai ar spriegumu 400/230 V (3.13. 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 datus var atrast 3.7. tabulā. Apakšstacijas transformatora jauda 1000 kVA, ir dotts jaudas koeficients cos*φ*, noslodzes koeficients *β* un minimālais pieļaujamais spriegums uz spuldzes spailēm *Umin*, %. Variantam atbilstoši izejas dati doti 3.24. tabulā.

3.24. tabula

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Dotie lielumi** | | | |
| **Varianti** | **UN, V** | **cosφ** | **Umin, %** | **β** |
| **1** | 230/400 | 0.8 | 95 | 0.85 |
| **2** | 230/400 | 0.84 | 97 | 0.87 |
| **3** | 230/400 | 0.9 | 98 | 0.88 |
| **4** | 230/400 | 0.95 | 95 | 0.9 |
| **5** | 230/400 | 0.88 | 94 | 0.84 |
| **6** | 230/400 | 0.91 | 93 | 0.82 |
| **7** | 230/400 | 0.93 | 92 | 0.82 |
| **8** | 230/400 | 0.95 | 93 | 0.86 |
| **9** | 230/400 | 0.89 | 96 | 0.83 |
| **10** | 230/400 | 0.83 | 97 | 0.89 |
| **11** | 230/400 | 0.91 | 93 | 0.86 |
| **12** | 230/400 | 0.83 | 94 | 0.91 |
| **13** | 230/400 | 0.88 | 95 | 0.93 |
| **14** | 230/400 | 0.81 | 96 | 0.85 |
| **15** | 230/400 | 92 | 94 | 0.87 |
| **16** | 230/400 | 0.79 | 92 | 0.88 |
| **17** | 230/400 | 0.8 | 94 | 0.9 |
| **18** | 230/400 | 0.84 | 96 | 0.84 |
| **19** | 230/400 | 0.9 | 95  3.24. tabulas turpinājums | 0.82 |
| **20** | 230/400 | 0.95 | 97 | 0.82 |
| **21** | 230/400 | 0.88 | 98 | 0.86 |
| **22** | 230/400 | 0.91 | 95 | 0.83 |
| **23** | 230/400 | 0.93 | 94 | 0.89 |
| **24** | 230/400 | 0.95 | 93 | 0.86 |
| **25** | 230/400 | 0.89 | 92 | 0.91 |
| **26** | 230/400 | 0.83 | 93 | 0.93 |
| **27** | 230/400 | 0.91 | 96 | 0.85 |
| **28** | 230/400 | 0.83 | 97 | 0.87 |
| **29** | 230/400 | 0.88 | 93 | 0.88 |
| **30** | 230/400 | 0.81 | 94 | 0.9 |
| **31** | 230/400 | 92 | 95 | 0.84 |
| **32** | 230/400 | 0.79 | 96 | 0.82 |
| **33** | 230/400 | 0.8 | 94 | 0.82 |
| **34** | 230/400 | 0.84 | 92 | 0.86 |
| **35** | 230/400 | 0.9 | 94 | 0.83 |
| **36** | 230/400 | 0.95 | 96 | 0.89 |
| **37** | 230/400 | 0.88 | 95 | 0.86 |
| **38** | 230/400 | 0.91 | 97 | 0.91 |
| **39** | 230/400 | 0.93 | 98 | 0.93 |
| **40** | 230/400 | 0.95 | 95 | 0.85 |
| **41** | 230/400 | 0.89 | 94 | 0.87 |
| **42** | 230/400 | 0.83 | 93 | 0.88 |
| **43** | 230/400 | 0.91 | 92 | 0.9 |
| **44** | 230/400 | 0.83 | 93 | 0.84 |
| **45** | 230/400 | 0.88 | 96 | 0.82 |
| **46** | 230/400 | 0.81 | 97 | 0.82 |
| **47** | 230/400 | 92 | 93 | 0.86 |
| **48** | 230/400 | 0.79 | 94 | 0.83 |
| **49** | 230/400 | 0.8 | 95 | 0.89 |
| **50** | 230/400 | 0.84 | 96 | 0.86 |
| **51** | 230/400 | 0.9 | 94 | 0.91 |
| **52** | 230/400 | 0.95 | 92 | 0.93 |
| **53** | 230/400 | 0.88 | 94  3.24. tabulas turpinājums | 0.85 |
| **54** | 230/400 | 0.91 | 95 | 0.87 |
| **55** | 230/400 | 0.93 | 97 | 0.88 |
| **56** | 230/400 | 0.95 | 98 | 0.9 |
| **57** | 230/400 | 0.89 | 95 | 0.84 |
| **58** | 230/400 | 0.83 | 94 | 0.82 |
| **59** | 230/400 | 0.91 | 93 | 0.82 |
| **60** | 230/400 | 0.83 | 92 | 0.86 |

# 4. ELEKTRISKAIS APGAISMOJUMS

## 4.1. 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 skaita aprēķins.** Aprēķina veikšanai nepieciešams:

* telpas garums *A*, platums *B* un augstums *H* (4.1. att.);
* sienas, griestu un grīdas atstarošanas koeficienti (sk. 4.1. tab.).
* apgaismes ķermeņa piekares augstums *H*1virs darba virsmām (4.1. att.);
* spuldzes tips, jauda un sākuma gaismas plūsma *Φsp* (4.2. tab), lm;
* apgaismes ķermeņa izmantošanas koeficienti atkarībā no telpas tipa (4.4. tab.);
* rekomendējamie apgaismes līmeņi dažāda tipa telpām (4.3. tab.);
* atstarojuma koeficienta *ρ* tabulas

|  |  |
| --- | --- |
| raschet1 |  |

4.1. att. Apgaismes ķermeņu izvietojums pēc telpas augstuma: Н - telpas augstums;

H1 - apgaismes ķermeņa piekares augstums virs darba virsmām; Hn - apgaismes

ķermeņa piekares augstums līdz grīdai; HC - apgaismes ķermeņa piekares augstums līdz griestiem; HP - darba virsmas augstums līdz grīdai.

Aprēķina formulas.

1. Telpas laukums:

*S = A∙B.*  (4.1.)

2. Telpas indekss:

 (4.2.)

3. Nepieciešamo gaismekļu skaitu aprēķins:

 (4.3.)

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 4.4. un 4.5. ta­bulas;

*Фsp* – vienas spuldzes gaismas plūsma (4.2. tab.), lm;

*n* – spuldzes skaits apgaismes ķermenī (no firmas katalogiem).

4.1. 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 |

4.2. 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 TLD Standart | 1150 lm | 2850 lm |
| PHILIPS TLD SUPER | 1350 lm | 3350 lm |

4.3. 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 |
| 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 |  |  |

4.4. 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 prizmatisk. izkliedētājs | 65 |
|  | Paneļa tipa prizmatisk. 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 |
|  | prizmatisk. izkliedētājs | 65 |
|  | Stikla gaismeklis | 70 |
| **Apgaismes ķermeņa gaismas stipruma raksturlīkne** (pret 1000 lm) | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | |  | Atstarošanas koeficienti  4.4. tabulas turpinājums | | | | | | | | | | gries-ti | 0.8 | | | | 0.5 | | | | 0.3 | | sien-as | 0.5 | | 0.3 | | 0.5 | | 0.3 | | 0.3 | | grīd-as | 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 |
| 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 |
|  | Padziļinātsšaurs, balts | 50 |

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, (4.4.)

kur lB — attālums starp apgaismes ķermeņiem telpas platumā (4.2. att.). Koeficienta LN vai SHR NOM datus var atrast tehnikas rokasgrāmatās vai katalogos. LN vērtības mainās diapazonā no 0,9 līdz 2,6 atkarībā no apgaismes ķermeņa tipa. Nominālo attālumu starp apgaismes ķermeņiem LN (SHR NOM) nosaka kā attiecību pret piekares augstumu un var izvēlēties no rindas 0,5-0,75-1,0-1,25-1,5, bet ne lielāku par Lmax (SHR MAX).

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

4.2. 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 H1. Kvadrātiskās izvietošanas gadījumā (4.3. att.) maksimālo attiecību attālumam Lmax (SHR MAX) starp ķermeņiem pret piekares augstumu H1 dod attiecība Emin/Emax > 0,7 četriem centrālajiem ķermeņiem.

|  |
| --- |
|  |

4.3. att. Apgaismes ķermeņu izvietojums telpā

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 (4.3. 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 uzsamazinājuma pusi.

**4.1. Piemērs**. Mācību telpā 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 izvēlas universālās apgaismes ķermeņus: firmas Lighting Tehnology apgaismes ķermeni ARS/R un firmas GE Lighting apgaismes ķermeni ar sērijas numuru 5500**/**418/5 (4.4. att.), vienā apgaismes ķermenī ir 4 luminiscences spuldzes OSRAM Lumilux Standart. Gaismas plūsma *Φsp* = 1150 lm (4.2. tab.). Pieņem par apgaismes normu *E* = 300 lx augstumā 0,8 m no grīdas. Rezerves koeficients *K* = 1,25. Atstarošanas koeficienti *ρ*: griesti – 50 %; sienas – 30 %, grīda – 10 %.

Atrisinājums.

1. Biroja telpas laukums:

*S = A∙B* = 9∙6 = 54 m2.

2. Telpas indekss:



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

4.4. 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 4.5. tabulas, izejot no aprēķinātā telpas indeksa un atstarošanas koeficientu vērtībām. No tabulas izriet, ka *U* = 0,51.

4. Tālāk var noteikt nepieciešamo apgaismes ķermeņu skaitu pēc sekojošas formulas:



Tādā gadījumā apgaismes iekārtas kopjauda būs:

*P =* *n∙N∙Psp* = 4∙9∙18 = 648 W.

Apgaismošanas īpatnējā slodze:



Ja aizvieto apgaismes ķermeni ARS/R 4x18 W uz ARS/R 2x36 W, tad apgaismes ķermeņu skaits:



4.5. 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 izmanto firmas GE Lighting apgaismes ķermeni 5500 sērijas, tad apgaismes ķermeņa izmantošanas koeficientu var atrast no 4.6. tabulas, izejot no aprēķinātā telpas indeksa un atstarošanas koeficientu vērtībām.

4.6. 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 |

No 4.6. tabulas izriet, ka *U* = 0,453 un nepieciešamais apgaismes ķermeņu skaits:



Tādā gadījumā apgaismes iekārtas kopjauda:

*P =* *n∙N∙Psp* = 4∙10∙18 = 720 W.

Apgaismošanas īpatnējā slodze:



5. Lai iegūtu pietiekamu apgaismojumu apgaismes ķermeņus jānovieto nominālā attālumā *LN*. Nominālo attālumu starp apgaismes ķermeņiem *LN* (SHR NOM) kā attiecību pret piekares augstumu var izvelēties 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.

Kā zināms, apgaismes ķermeņus (AK) vislabāk novietot kvadrātu vir­sotnēs (4.3. att.). Maksimālā attiecība pret piekares augstumu ir *Lmax* = 1,63, piekares augstums H1 = 2,4 m. Tad maksimālais attālums starp AK nevar pārsniegt 3,91 m, nominālais attālums - 3,6 m. Nominālo attālumu starp apgaismes ķermeņiem *LN* (SHR NOM) var izvelēties 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. Attālumus no sienām līdz pirmajām apgaismes ķermeņa rindām var izvē­lēties vienādus ar (0,4-0,5) *LN*, tātad attālums var būt no 1,44 m līdz 1,8 m. Viens no iespējamiem apgaismes ķermeņu novietojumiem telpā parādīts 4.5. attēlā.

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

4.5. att. Apgaismes ķermeņa ARS/R (*a*) un 5500**/**418/5 (*b*) novietojums telpā

Pirmajā gadījumā (4.5. 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 (4.5. 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 var pārbaudīt, kā ietekmē spuldzes jauda uz AK skaitu un uz patērēto jaudu. Aprēķina rezultāti sakopoti 4.7. tabulā.

No iegūtiem rezultātiem var secināt, ka no patērētās 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.

4.7. tabula

**Apgaismes ķermeņi 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 pārbaudītu cik vienmērīgi sadalās apgaismojums pa telpu jāizmanto speciālas aprēķina programmas, piemēram DIALUX.

## 4.2. Elektriskā apgaismojuma aprēķina uzdevums

### 1. Uzdevums

Dotajā telpā ar piekargriestiem Tatra vai Armstrong, sienas gaišas, uz grīdām melnais kovrolins. Telpas izmēri ir doti (m): *a*, b un *H*. Par apgaismes ķermeni izvēlas universālās apgaismes ķermeņus: firmas Lighting Tehnology apgaismes ķermeni ARS/R vai firmas GE Lighting apgaismes ķermeni ar sērijas numuru 5500**/**418/5 (4.4. att.), vienā apgaismes ķermenī ir attiecīgās markas 4 luminiscences spuldzes. Rezerves koeficients *K* = 1,25. Atstarošanas koeficienti *ρ* griestiem, sienām un grīdai arī ir doti. Noteikt nepieciešamo apgaismes ķermeņu skaitu un apgaismošanas īpatnējo slodzi dotajā telpā. Variantam atbilstoši izejas dati doti 4.8. tabulā.

4.8. tabula

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Dotie lielumi** | | | | | | | | | |
| **Varianti** | **Telpa** | **a, m** | **b, m** | **H, m** | **Apgaismes ķermenis** | **Spuldze** | **Spuldzes jauda, W** | **ρgriesti, %** | **ρsienas, %** | **ρgrīda, %** |
| **1** | Mācību telpa | 9 | 6 | 3.2 | ARS/R | Osram lumilux standart | 18 | 50 | 30 | 10 |
| **2** | Birojs | 6 | 4 | 3.2 | 5500/418/5 | Osram lumilux plus | 18 | 70 | 50 | 10 |
| **3** | Sporta zāle | 7 | 5 | 3.6 | ARS/R | Osram lumilux standart | 36 | 80 | 80 | 30 |
| **4** | Ēdnīca | 8 | 6 | 4.2 | 5500/418/5 | Osram lumilux plus | 36 | 70 | 30 | 10 |
| **5** | Virtuve | 9 | 7 | 2.7 | ARS/R | Philips tld standart | 18 | 80 | 50 | 30 |
| **6** | Kāpnes | 12 | 8 | 3.2 | 5500/418/5 | Osram lumilux standart | 18 | 70 | 10 | 10 |
| **7** | Māc. tāfele | 13 | 9 | 2.9 | ARS/R | Philips tld standart | 36 | 80 | 30 | 10 |
| **8** | Projektu birojs | 14 | 8 | 4.2 | 5500/418/5 | Philips tld super | 36 | 50 | 50 | 10 |
| **9** | Datorklase | 6 | 6 | 3.2 | ARS/R | Osram lumilux standart | 18 | 70 | 50 | 20 |
| **10** | Veikals | 5 | 7 | 2.7 | 5500/418/5 | Osram lumilux plus | 18 | 50 | 30 | 10 |
| **11** | Ārstu kabinets | 8 | 8 | 3.5 | ARS/R | Osram lumilux standart | 36 | 50 | 50 | 10 |
| **12** | Mācību telpa | 9 | 9 | 3.8 | 5500/418/5 | Osram lumilux plus | 36 | 50 | 10 | 10 |
| **13** | Birojs | 14 | 5 | 2.6 | ARS/R | Philips tld standart | 18 | 30 | 30 | 10 |
| **14** | Sporta zāle | 17 | 4 | 3.3 | 5500/418/5 | Osram lumilux standart | 18 | 30 | 50 | 10 |
| **15** | Ēdnīca | 19 | 6 | 3.1 | ARS/R | Philips tld standart | 36 | 50 | 30 | 10 |
| **16** | Virtuve | 13 | 8 | 3.2 | 5500/418/5 | Philips tld super | 36 | 70 | 50 | 10 |
| **17** | Kāpnes | 10 | 9 | 3.2 | ARS/R | Osram lumilux standart | 18 | 80 | 80 | 30 |
| **18** | Māc. tāfele | 8 | 6 | 4.2 | 5500/418/5 | Osram lumilux plus | 18 | 70 | 30 | 10 |
| **19** | Projektu birojs | 9 | 7 | 3.9 | ARS/R | Osram lumilux standart | 36 | 80 | 50 | 30 |
| **20** | Datorklase | 4 | 8 | 3.5 | 5500/418/5 | Osram lumilux plus | 36 | 70 | 10 | 10 |
| **21** | Veikals | 6 | 9 | 2.6 | ARS/R | Philips tld standart | 18 | 80 | 30 | 10 |
| **22** | Ārstu kabinets | 8 | 8 | 3.5 | 5500/418/5 | Osram lumilux standart | 18  4.8. tabulas turpinājums | 50 | 50 | 10 |
| **23** | Mācību telpa | 21 | 6 | 3.2 | ARS/R | Philips tld standart | 36 | 70 | 50 | 20 |
| **24** | Birojs | 9 | 5 | 2.9 | 5500/418/5 | Philips tld super | 36 | 50 | 30 | 10 |
| **25** | Sporta zāle | 6 | 6 | 3 | ARS/R | Osram lumilux standart | 18 | 50 | 50 | 10 |
| **26** | Ēdnīca | 7 | 7 | 3.1 | 5500/418/5 | Osram lumilux plus | 18 | 50 | 10 | 10 |
| **27** | Virtuve | 8 | 8 | 4 | ARS/R | Osram lumilux standart | 36 | 30 | 30 | 10 |
| **28** | Kāpnes | 9 | 6 | 3.5 | 5500/418/5 | Osram lumilux plus | 36 | 30 | 50 | 10 |
| **29** | Māc. tāfele | 12 | 5 | 2 | ARS/R | Philips tld standart | 18 | 50 | 30 | 10 |
| **30** | Projektu birojs | 13 | 6 | 3.5 | 5500/418/5 | Osram lumilux standart | 18 | 70 | 50 | 10 |
| **31** | Datorklase | 14 | 9 | 3 | ARS/R | Philips tld standart | 36 | 80 | 80 | 30 |
| **32** | Veikals | 6 | 3 | 2.8 | 5500/418/5 | Philips tld super | 36 | 70 | 30 | 10 |
| **33** | Ārstu kabinets | 5 | 4 | 2.3 | ARS/R | Osram lumilux standart | 18 | 80 | 50 | 30 |
| **34** | Mācību telpa | 8 | 7 | 3.3 | 5500/418/5 | Osram lumilux plus | 18 | 70 | 10 | 10 |
| **35** | Birojs | 9 | 9 | 3 | ARS/R | Osram lumilux standart | 36 | 80 | 30 | 10 |
| **36** | Sporta zāle | 14 | 6 | 2.8 | 5500/418/5 | Osram lumilux plus | 36 | 50 | 50 | 10 |
| **37** | Ēdnīca | 17 | 7 | 4.1 | ARS/R | Philips tld standart | 18 | 70 | 50 | 20 |
| **38** | Virtuve | 19 | 8 | 2.7 | 5500/418/5 | Osram lumilux standart | 18 | 50 | 30 | 10 |
| **39** | Kāpnes | 13 | 9 | 2.6 | ARS/R | Philips tld standart | 36 | 50 | 50 | 10 |
| **40** | Māc. tāfele | 10 | 5 | 4.1 | 5500/418/5 | Philips tld super | 36 | 50 | 10 | 10 |
| **41** | Projektu birojs | 8 | 6 | 3.1 | ARS/R | Osram lumilux standart | 18 | 30 | 30 | 10 |
| **42** | Datorklase | 9 | 7 | 3.4 | 5500/418/5 | Osram lumilux plus | 18 | 30 | 50 | 10 |
| **43** | Veikals | 4 | 8 | 2.6 | ARS/R | Osram lumilux standart | 36 | 50 | 30 | 10 |
| **44** | Ārstu kabinets | 6 | 7 | 2.9 | 5500/418/5 | Osram lumilux plus | 36 | 70 | 50 | 10 |
| **45** | Mācību telpa | 8 | 5 | 3.3 | ARS/R | Philips tld standart | 18 | 80 | 80 | 30 |
| **46** | Birojs | 21 | 6 | 3.1 | 5500/418/5 | Osram lumilux standart | 18  4.8. tabulas turpinājums | 70 | 30 | 10 |
| **47** | Sporta zāle | 9 | 8 | 4 | ARS/R | Philips tld standart | 36 | 80 | 50 | 30 |
| **48** | Ēdnīca | 6 | 6 | 2.8 | 5500/418/5 | Philips tld super | 36 | 70 | 10 | 10 |
| **49** | Virtuve | 7 | 7 | 3.2 | ARS/R | Osram lumilux standart | 18 | 80 | 30 | 10 |
| **50** | Kāpnes | 8 | 8 | 4 | 5500/418/5 | Osram lumilux plus | 18 | 50 | 50 | 10 |
| **51** | Māc. tāfele | 9 | 8 | 3.6 | ARS/R | Osram lumilux standart | 36 | 70 | 50 | 20 |
| **52** | Projektu birojs | 12 | 6 | 2.8 | 5500/418/5 | Osram lumilux plus | 36 | 50 | 30 | 10 |
| **53** | Datorklase | 13 | 7 | 3 | ARS/R | Philips tld standart | 18 | 50 | 50 | 10 |
| **54** | Veikals | 14 | 8 | 2.5 | 5500/418/5 | Osram lumilux standart | 18 | 50 | 10 | 10 |
| **55** | Ārstu kabinets | 6 | 6 | 3.8 | ARS/R | Philips tld standart | 36 | 30 | 30 | 10 |
| **56** | Mācību telpa | 5 | 5 | 3.3 | 5500/418/5 | Philips tld super | 36 | 30 | 50 | 10 |
| **57** | Birojs | 8 | 9 | 3.6 | ARS/R | Osram lumilux standart | 18 | 50 | 30 | 10 |
| **58** | Sporta zāle | 9 | 8 | 2.8 | 5500/418/5 | Osram lumilux plus | 18 | 70 | 50 | 10 |
| **59** | Ēdnīca | 14 | 9 | 3 | ARS/R | Osram lumilux standart | 36 | 80 | 80 | 30 |
| **60** | Virtuve | 17 | 8 | 2.6 | 5500/418/5 | Osram lumilux plus | 36 | 70 | 30 | 10 |

## 4.3. 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. Dzīvojamās telpās tam ir vēl svarīgāka nozīme nekā darba vietās.

Izšķir kopējo, vietējo un kombinēto apgaismojumu.

|  |
| --- |
| 4.6. 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 šī attiecība ir tad, ja izmanto vietējo apgaismojumu. Šajā gadījumā nepieciešami tikai 0,7 kWh/m2 un tieši tiek izmantoti 61% no izlietotās enerģijas (4.6. 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 (4.9. tab.)

4.9. tabula

**Kopējā apgaismojuma vidējā jauda dzīvokļos**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Telpa | Vidējā 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 |
| Atpūtas telpa | 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 gaismekļi atšķiras ar gaismas virzienu. Gaismekļi ar gaismu virzītu uz augšu (4.7. att. a), rada vienmērīgu apgaismojumu. Gaismekļus, kuru gaisma virzīta galvenokārt uz leju (4.7. att. b), izmanto gadījumos, ja šāds apgaismojums nav vienīgā kopējā apgaismojuma sastāvdaļa. Tās izmanto atsevišķu telpu zonu apgaismojumam.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ***изображение непрямого освещения***  ***a*** | ***изображение направленного освещения***  ***b*** | изображение рассеянного освещения  **c** |

4.7. att. Gaismekļi ar gaismu virzītu uz augšu (a) un gaismekļi, 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 ar 100 lx, var izmantot datus no 4.10. tabulas, kura parāda vidējās jaudas uz 1 m2 ar dažāda tipa gaismekļiem.

4.10. tabula

**Gaismekļu vidējās 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 |

## 4.4. Vietējais apgaismojums

Pie daudziem nodarbošanās veidiem nepietiek ar kopēju apgaismojumu. Šim nolūkam vienā vai vairākās telpas vietās, saskaņā ar konkrētām vajadzībām, paredz vietējo apgaismojumu (4.8. 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 ir arī griestiem piekarams gaismeklis ar regulējamu augstumu.

|  |  |
| --- | --- |
| ***изображение местного освещения***  ***a*** | ***изображение смешанного освещения***  ***b*** |

4.8. 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 apgaismojumu ar pietiekamu kopējā apgaismojuma intensitāti (4.8. 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, ja vēlamais apgaismojums ir 50 lx. Gaismeklis ar gaismas virzienu uz leju. Platība 10 m2. Kvēlspuldzes jauda būs - 120 W vai luminiscentā spuldze ar jaudu 35 W.

Visracionālākais apgaismojums, kurš nodrošina kā primārās, tā arī dekoratīvās prasības, ir zonālais 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 mazas 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 (4.9. 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  4.9. att. Virtuves apgaismojuma piemērs |

Telpās ar vannu un dušu izšķir zonas 0, 1, 2 un 3 (4.10. 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*** |

4.10. 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.

## 4.5. Apgaismojums darba telpās

Darba vietai ir ļoti nozīmīga loma nodarbināto dzīvē, jo aptuveni trešo daļu no sava darba mūža mēs pavadam darbā, un lielāko daļu mūsu darba laika tieši mūsu darba vietā. Tāpēc ir ļoti svarīgi, lai nodarbinātais sava darba vietā tiešām justos labi, pēc iespējas ērti un droši. Pasaules prakse ir pierādījusi, ka labā un sakārtotā darba vietā pieaug darba ražīgums, samazinās nelaimes gadījumu un arodslimību skaits, nodarbinātie stradā efektīgak un viņu darba mūžs pagarinās. Vieni no svarīgākajiem darba vides parametriem, lai cilvēki justos ērti un varētu efektīvi strādāt, ir veicamajam darbam piemērots apgaismojums un optimāls mikroklimats 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.

Katrai darba vietai nepieciešams noteikts apgaismojums, kas ir atkarīgs no:

• veicamā darba (saskatāmo objektu lieluma un formas, krāsas, veicamā darba precizitātes, darba virsmas krāsas, spilgtuma, no kontrasta starp saskatāmajiem priekšmetiem un fonu u.c.);

• attāluma no nodarbinātā acīm līdz saskatāmajam objektam;

• nodarbinātā individuālajām īpatnībām (piemēram, vecuma, redzes asuma un

acs piemērošanās spējām u.c.).

Prasības telpu apgaismojumam reglamentē Ministru kabineta (MK) noteikumi nr.125 “Darba aizsardzības prasības darba vietās” (pieņemti 19.03.2002., spēkā no 27.03.2002., turpmāk tekstā “MK 125”), paredzot to, ka:

• darba vietas ir nodrošinātas ar dabisko apgaismojumu un aprīkotas ar mākslīgo apgaismojumu tā, lai kopējais apgaismojums būtu pietiekams nodarbināto drošībai un veselībai;

• apgaismes ķermeņi darba telpās un ejās ir izvietoti tā, lai pasargātu nodarbinātos no nelaimes gadījumu un arodslimību riska, kas saistīts ar nepietiekamu apgaismojumu;

• darba vietas, kur pēkšņa apgaismojuma izslēgšanas dēļ var rasties kaitējums nodarbināto drošībai un veselībai, ir nodrošinātas ar pietiekamu avārijas apgaismojumu.

MK noteikumi nr. 411 "Noteikumi par Latvijas būvnormatīvu LBN 208-00 "Publiskas ēkas un būves" (pieņemti 28.11.2000., spēkā no 01.01.2001.) nosaka, ka publiskajām telpām paredz dabisko apgaismojumu caur logiem ārsienās vai virsgaismas logiem jumta pārsegumā, kā arī mākslīgo apgaismoju atbilstoši higiēnas prasībām. Dabisko apgaismojumu var neparedzēt tualetēs, higiēnas telpās un dušas telpās, kā arī citās cilvēku īslaicīgas uzturēšanās telpās, kur tas nav nepieciešams atbilstoši telpas izmantošanas veidam un projektēšanas uzdevuma nosacījumiem. Papildus tam minētie noteikumi nosaka arī telpu logu orientāciju pēc debespusēm, piemēram, nodarbību telpu logiem jābūt vērstiem uz dienvidiem.

Attiecībā uz apgaismojumu MK 125 nosaka, ka kopējam apgaismojumam jābūt pietiekamam nodarbināto drošībai un veselībai. Spēkā esošie normatīvie akti nenosaka konkrētus apgaismojuma līmeņus dažādām darba vietām, taču darba devēji brīvprātīgi var piemērot standartu LVS EN 12464-1:2003 “Gaisma un apgaismojums - Darbvietu apgaismojums - 1.daļa: Darbvietas telpās” (Latvijā šis standarts nav saistošs, bet ir brīvprātīgs, šobrīd standarts nav pieejams latviešu valodā). Šis standarts ir balstīts uz jaunākajiem zinātnes un tehnikas sasniegumiem, kā arī nodrošina cilvēka dzīvības un veselības aizsardzību.

To, vai apgaismojums ir pietiekams, iespējams noteikt, veicot darba vides laboratoriskos mērījumus. Latvijā nav normatīvo aktu vai dokumentu, kas nosaka (vai iesaka) mērījumu veikšanas regularitāti un periodiskumu, tādēļ pašam darba devējam jāizlemj par apgaismojuma mērījumu veikšanu. Iegūtos rezultātus salīdzina ar ieteicamajiem lielumiem atbilstoši standartam LVS EN 12464-1:2003 “Gaisma un apgaismojums - Darbvietu apgaismojums - 1.daļa: Darbvietas telpās”.

Starp biežākajām ar apgaismojumu saistītajām problēmām minams:

• nepietiekams apgaismojums,

• slikts vai nepilnīgs gaismas sadalījums,

• pārmērīgi spilgts apgaismojums.

Viens no biežākajiem slikta apgaismojuma cēloņiem ir nepietiekama gaismas atstarošanās no dažādām virsmām (to nosaka netīras sienas, griesti), kā arī izdegušas spuldzītes vai bojātas elektroinstalācijas (4.11. attēls), kā rezultātā spuldzītes nedeg. Bieži vien vainojama arī nepietiekami bieži vai nesistemātiski veiktā gaismas ķermeņu tīrīšana. Problēmas var radīt arī nepareiza gaismas ķermeņu kupolu izvēle vai kvalitāte. Jāatceras, ka darba videi nepiemērots kupols ātrāk kļūs nespodrs vai blīvs. Savukārt, putekļainā vidē nenoslēgti gaismas ķermeņu kupoli var novest pie ļoti biežas lampu izdegšanas (to veicina uz lampām nosēdušies putekļi).



4.11. att. Nesakārtots apgaismojums

MK 125 paredz to, ka logus un virsgaismas logus projektē, ierīko un uztur, ievērojot šādas prasības:

• logi, virsgaismas logi un stikla šķērssienas ļauj izvairīties no saules staru pārmērīgas iedarbības uz darba vietu, ņemot vērā darba un darba vietas īpatnības;

• nodarbinātajiem ir iespēja droši atvērt, aizvērt, noregulēt vai nostiprināt logus,

virsgaismas logus un vēdināšanas lūkas;

• atvērti logi, virsgaismas logi un vēdināšanas lūkas nerada draudus nodarbināto veselībai un drošībai;

• logi un virsgaismas logi ir projektēti kopā ar aprīkojumu to tīrīšanai vai ir apgādāti ar ierīcēm, kas ļauj tos tīrīt, nepakļaujot riskam nodarbinātos, kuri veic šo darbu vai atrodas logu tuvumā.



4.12. att. Bojāti logi

MK noteikumi nr.343 "Darba aizsardzības prasības, strādājot ar displeju" (pieņemti

06.08.2002.) nosaka, ka logiem biroju telpās ir jābūt aprīkotiem ar atbilstoši pielāgojamu logu aizsegu sistēmu, lai samazinātu dienasgaismu, kas krīt uz darbstaciju. Sliktas prakses piemērs attiecībā par logu ierīkošanu ir parādīts 4. 12. attēlā. Normatīvie akti nenosaka citus gadījumus, kad logi būtu aprīkojami ar aizsegu sistēmām, lai gan daudzos gadījumos tas būtu nepieciešams (piemēram, pakošanas darba vietās, dažās darbnīcās utt.).

Vairumā gadījumu darba devēji logus ir aprīkojuši ar žalūzijām, taču bieži vien izvēlētās žalūzijas nav efektīvas - t.i. tās nespēj aizsargāt no saules gaismas, it īpaši, ja logi ir vērsti uz austrumu vai dienvidu pusi. Šādās situācijās ieteicams izvēlēties žalūzijas ar speciālu atstarojošo pārklāju vai ar aptumšojošo klājumu, kā rezultātā telpā iespējams iegūt gandrīz pilnīgu tumsu. Šobrīd viens no populārākajiem risinājumiem ir t.s. saules ekrāna audums, kurš ir caurredzams, bet tā īpatnējā struktūra lauž saules starus, radot iespēju saglabāt vizuālo kontaktu ar ārpasauli un nezaudēt žalūziju galveno funkciju - aizsardzību pret sauli.



4.13. att. Biroja telpas logi

Biroja telpas logi aprīkoti ar nepiemērotām žalūzijām (grūti saskatāmas 4.13. attēla kreisajā malā), nodarbinātie izrādījuši savu iniciatīvu – lai nodrošinātu tiešo saules staru neiekļūšanu, logi aizklāti ar kartona plāksnēm.

Nepietiekama apgaismojuma gadījumā nodarbinātie var nesaredzēt detaļas, kas var izraisīt nelaimes gadījumus, traumas, acu sasprindzinājumu. Sliktas redzamības apstākļos, ja darbs ir saistīts ar augstu precizitāti, var būt nepieciešamība strādāt piespiedu pozā (nodarbinātais pieliecas tuvāk priekšmetam vai virsmai, kas jāsaredz). Tas, savukārt, izraisa balsta – kustību aparāta problēmas (galvenokārt, sāpes mugurā kakla daļā un jostas krustu daļā, kā arī plecos).

Biežākais cēlonis, kā rezultātā rodas nepareizs gaismas sadalījums, ir nepareizi izvietoti gaismas ķermeņi, kas var izraisīt nodarbinātā apžilbināšanu, tādējādi liekot acīm visu laiku adaptēties gaismas intensitātes maiņai. Arī šādā situācijā var rasties acu sasprindzinājums. Visbiežāk pārmērīgi spilgts apgaismojums raksturīgs birojos, kur šī apgaismojuma dēļ uz monitoriem rodas atspulgi, kas samazina attēla kvalitāti.

## 4.6. 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 tās 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.

|  |
| --- |
| 4.14. 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 (4.14. att.);
* dziļi plašā starojuma spoguļrastra gaismekļi (4.15. att.);
* tiešā - netiešā starojuma piekargaismekļi (4.16. att.);
* orientētais uz darba vietām netiešais apgaismojums (4.17 . att.).

*Dziļā starojuma spoguļrastra gaismekļi* (4.14. 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* (4.15. att.).

|  |
| --- |
| 4.15. att. Dziļi plašā starojuma spoguļrastra gaismekļi |

Var izmantot, piemēram, 2xT 36W; apgaismojuma iekārtas lietderības koeficients 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* (4.16. 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.

|  |
| --- |
| 4.16. 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* (4.17. att.).

Gaismekļos var izmantot lxHIT 150 W; apgaismojuma lietderības grāds 0,75; īpatnējā jauda 2 - 4 W/m2 uz 100 lx darba vietas plaknē.

|  |
| --- |
| 4.17. 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.

## 4.7. Apgaismojuma izmaksas

Apgaismojumam tiek patērēti ~ 15 % no visas patērētās elektroenerģijas. Lielākā daļa šīs enerģijas tiek nelietderīgi iztērēta, izmantojot novecojušas tehnoloģijas apgaismojumā.

Lielu elektroenerģijas patēriņu mājoklī veido apgaismojums. Protams, nav jāskopojas ar apgaismojumu tajās telpās, kur atrodaties, bet nav vajadzības iedegt gaismu telpās, kurās neviena nav. Parastās, mums tik pierastās un lētās kvēlspuldzes ir ļoti neefektīvas, jo 90% no patērētās elektroenerģijas pārvērš siltumā un tikai 10% – gaismā. Veikalos ir nopērkamas modernas, enerģiju taupošas spuldzes. Tās gan ir dārgākas nekā parastās, taču enerģijas ietaupījuma un ilgās kalpošanas dēļ ir tā vērtas.

Lampām, kas tiek bieži un ilgi lietotas, izvēlaties ekonomiskās dienas gaismas spuldzes.

Telpās, kur uzturas retāk, var ieviest reflektoriskas, jutīgas (sensoru) spuldzes, kas ieslēdzas, kad telpā ienāk cilvēks. Tas gan sadārdzina telpu apgaismojuma sākotnējās ierīkošanas izmaksas, bet to darbības laikā tas atmaksājas.

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.

Kompaktās fluorescentās spuldzes, dodot tikpat daudz gaismas, patērē par trešdaļu mazāk enerģijas un kalpo 10 reižu ilgāk. Protams, ka kvalitatīvas fluorescentās spuldzes arī maksā dārgāk, dažkārt ir problēmas ar to ievietošanu gaismas ķermeņos. Tomēr neapšaubāms ir to ekonomiskais izdevīgums un vides ieguvumi.

Taču fluorescentās spuldzes, kad tās ir izdegušas, nedrīkst izmest atkritumu grozā, jo tās satur dzīvsudrabu, kas ir bīstams apkārtējai videi. Tāpēc šīs spuldzes ir jānogādā bīstamo atkritumu glabātavās, lai tās tiktu pārstrādātas.

Zemāk dots piemērs, kā var veikt aprēķinus un salīdzināt parastās kvēlspuldzes un kompaktās fluorescentās spuldzes izmaksas (skatīt 4.11. tab.).

4.11. tabula

Kvēlspuldzes un luminiscentās spuldzes izmaksu salīdzinājums

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Kvēlspuldze, 100 W** | **Ekonomiskā spuldze, 23 W** |
| **Vidējais kalpošanas laiks** | 1000 h | 6000 h |
| **Cena, Ls** | 0,19 | 4,00 |
| **Spuldžu cena uz 6000 stundām** | 1,14 (6 gab.) | 4,00 (1 gab.) |
| **1 kWh cena, Ls** | 0,0825 | 0,0825 |
| **Maksa par elektroenerģiju (6000 h)** | 6000 \* 0,1 \* 0,0825 = 49,5 | 6000 \* 0,023 \* 0,0825 = 11,39 |
| **Kopējās izmaksas, Ls** | 1,14 + 49,5 = 50,64 | 4,00 + 11,39 = 15,39 |
| **Ekonomija** | - | 35,25 Ls |

Vislielākā energoresursu ekonomija ir iespējama, maksimāli izmantojot dabisko gaismu – tā nepatērē elektroenerģiju, neko nemaksā, nepiesārņo apkārtējo vidi. Tā nav kaitīga cilvēka veselībai – neietekmē redzi, kā arī visu organismu kopumā.

Visieteicamākie gaismas avoti ir lieli, plaši un tīri logi. Logi jātīra regulāri, jo netīri logi aiztur līdz 30% ārējās gaismas plūsmas. Nav ieteicams logus aizsegt ar telpu augiem un citiem priekšmetiem. Ja dienasgaisma ir pārāk spilgta, var izmantot nekrāsotus linaudekla aizkarus vai žalūzijas.

Svarīgi ir rūpēties par lampu kupolu tīrību, kas nodrošinās energoresursu ekonomiju. Noputējuši gaismekļi dod 1/3 mazāk gaismas nekā spodri.

Nākamais solis ir nomainīt apgaismojuma vidi. Visvieglāk to ir izdarīt, nomainot vecā tipa spuldzītes un dienas gaismas pret daudz efektīvākām un ekonomiskākām.

Lielās telpās ieteicams sadalīt apgaismojumu sekcijās ar atsevišķiem slēdžiem – vairākas atsevišķas lampas vai daudzlampu lustra ar grupu slēdžiem, tādējādi dodot iespēju dienas gaitā regulēt elektriskās gaismas patēriņu atkarībā no nepieciešamības – ieslēgt tieši tik daudz spuldzīšu, cik vajadzīgs, ja sāk zust dabiskais apgaismojums.

Efektīvs elektroenerģijas izlietojums ir iespējams, lietojot gaismas regulatoru – ar šīs ierīces palīdzību var plūstoši samazināt apgaismojumu vietās, kur tas nav nepieciešams tik spilgts.

## 4.8. 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.

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

4.18. att. Pirmais sanācijas piemērs

Pēc rekonstrukcijas tika lietoti divspuldžu gaismekļi ar spoguļreflektoriem un zīdmatētu stiklu (4.18. 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 (4.19. att. *a*) aizstāšanu ar efektīvākiem (4.19. att. *b*), kuros liek izmantoti baltie vai spoguļreflektori ar mazāku spuldžu skaitu vai sevišķi efektīvas izlādes spuldzes.

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

4.19. 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.

## 4.9. Gaismas piesārņojums

Gaismas piesārņojums ir debesu izgaismojums naktī no mākslīgajiem gaismas avotiem, kuru gaisma izkliedējas [atmosfēras](http://lv.wikipedia.org/wiki/Atmosf%C4%93ra) zemākajos slāņos.

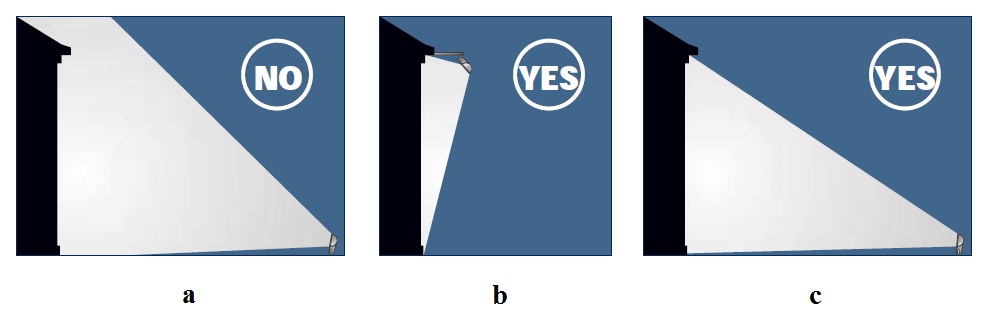
Lielāko gaismas piesārņojumu rada lielās pilsētas un rūpniecības objekti. Gaismas piesārņojumu rada ielu apgaismojums, lieli reklāmas paneļi, atsevišķu [ēku](http://lv.wikipedia.org/wiki/%C4%92ka) izgaismojums, utt. Liels daudzums gaismas tiek virzīts vai arī atstarojas uz augšu. Gaismas piesārņojumu pastiprina arī putekļu daļiņas gaisā.

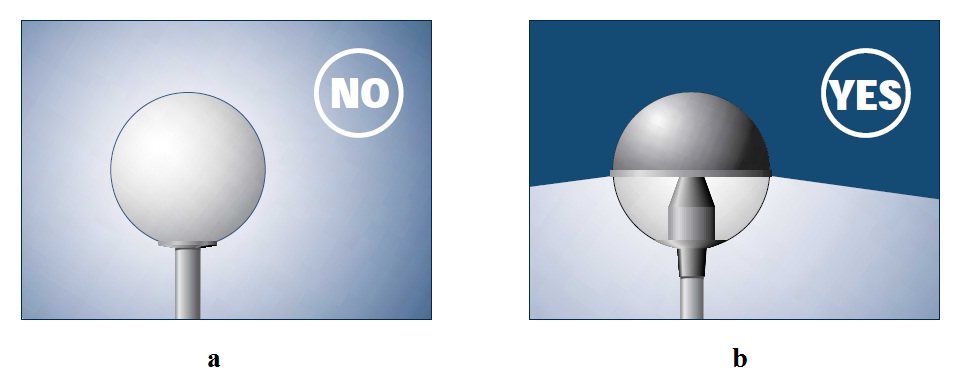
Gaismas piesārņojums ir kā blakusefekts civilizācijas industrializācijai. Tas ir sevišķi izplatīts blīvi apdzīvotās attīstītās valstīs. Ir aprēķināts, ka [Eiropas](http://lv.wikipedia.org/wiki/Eiropa) valstīs gaismas piesārņojums ik gadu palielinās par 6 — 12%.

Gaismas piesārņojums ietekmē ne vien zvaigžņu redzamību naktī (piemēram, tikai viena desmitā daļa Lielbritānijas iedzīvotāju naktī var lūkoties patiesi tumšās debesīs. Salīdzinoši, 20. gadsimta 50. gados gandrīz visi valsts iedzīvotāji varēja saskatīt Piena Ceļu), bet arī atstāj nopietnu negatīvu ietekmi uz dzīvnieku, putnu un kukaiņu dzīvi. Tāpat apgaismojums nakts laikā var būtiski ietekmēt cilvēku bioloģisko procesu norisi - smadzeņu viļņu darbību,  šūnu darbību u. c. Gaismas piesārņojums rodas arī kā nelietderīgs apgaismojuma izmantojums, piemēram, laternas, kurām būtu jāapgaismo ietvi, raida gaismas starus neparedzētā virzienā (piemēram, nama iedzīvotāju logos) vai ielu apgaismojums ieslēdzas laikā, kad tā izmantošana ir nelietderīga. Tas rada neracionālu elektroenerģijas patēriņu.

 Kā galveno iespējamo risinājumu, lai samazinātu apgaismojuma piesārņojumu un vienlaikus neradītu problēmas izmanto inteleģento apgaismojumu. Inteliģentais apgaismojums spēj racionalizēt elektroenerģijas patēriņu, jo spēj ieslēgties un izslēgties, analizējot reālo gaismas daudzumu pilsētā, tāpat ar to ir iespējams samazināt gaismas intensitāti, aptumšojot spuldzes.

4.20. un 4.21. attēlos ir parādīts kā pareizi ir jāizgaismo objekti, lai nerastos apgaismojuma piesārņojums.

4.20. att. Apgaismojuma piesārņojums: a – neracionāli izgaismots objekts, b un c - racionāli izgaismoti objekti



4.21. att. Apgaismojuma piesārņojums: a – neracionāli izgaismots objekts, b – racionāli izgaismots objekts

# LITERATŪRAS SARAKSTS

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. Meļņikovs V. Apgaismes elektroiekārtas. Rīga, RVT. 2012.

52. Айзенберг Ю.Б. Световые приборы. — М.: Энергия. 1980.

53. Скобелев В. М., Афанасьева Е. И. Источники света и пускорегулирующая аппаратура.— М.: Энергия, 1973.

54. Valsts darba inspekcija. http://www.vdi.gov.lv/files/vsaa\_darbavietasparam.pdf

# Pielikumi

P. 1. tabula



P. 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  **8** |  | Pilnīgi aizsargāts pret iegremdēšanas efektu |

Noteikts ar CEI 70-1- IEC 144 standartu

P. 3. 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 |

P. 4. 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 makro klimatiskajiem rajoniem uz sauszemes, izņemot rajonus ar ļoti aukstu klimatu | U | 0 | 5 |

P. 5. 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.

P. 6. tabula

**Lietošanas kategorijas (līdzstrāvas ķēdes)**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Katego­rija** | **Lietošana** | **Pārbaudes strāva** | | | | | |
| **Ieslēgšana** | | | **Atslēgšana** | | |
| **I/In** | **U/UN** | **L/R, ms** | **I/In** | **U/UN** | **L/R,**  **ms** |
| DC-1 | Aktīva vai mazinduktīva slodze | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| DC-2 | Paralēlās ierosmes dzinēji: palaide, atslēgšana gaitā | 2,5 | 1 | 2 | 1 | 0,1 | 7,5 |
| DC-3 | Paralēlās ierosmes dzinēji: palaide, bremzēšana | 2,5 | 1 | 2 | 2,5 | 1 | 2 |
| DC-4 | Virknes ierosmes dzinēji: palaide, atslēgšana gaitā | 2,5 | 1 | 7,5  P. 6. tabulas turpinājums | 1 | 0,3 | 10 |
| DC-5 | Virknes ierosmes dzinēji: palaide, bremzēšana, grūdienrežīms | 2,5 | 1 | 7,5 | 2,5 | 1 | 7,5 |
| DC-11 | Elektromagnēti:1) kontaktoriem, ventiļiem, piedziņai | 1 | 1 | 6P3) | 1 | 1 | p3) |
| DC-12 | Aktīvas slodzes un optronu vadības ķēžu vadība | 1 | 1 | 6P3) | 1 | 1 | p3) |
| DC-13 | Elektromagnētu1), 2) vadība | 1 | 1 | 6P3) | 1 | 1 | p3) |

1) Anormālos nosacījumos, ko rada atvērtā stāvoklī nobloķēti elektromagnēti (δ max), var komutēt 1,1IN pie 1,1UN.

2) Bezkontakta komutējošiem elementiem uzrādot anormaalos nosacījumus, jāparedz izgatavotāju rekomendētās pārslodzes aizsardzības palielināšana.

3) P = UN x IN, W. Vērtība 6 P iegūta no empīriskas formulas, kas atbilst lielākai daļai līdzstrāvas elektromagnētu slodzei līdz pat P = 50 W. Tātad 6 P = 6∙50 = 300 ms.

P. 7. tabula

**Lietošanas kategorijas maiņstrāvas ķēdes**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Kategorija** | **Lietošana** | **Nominālā strāva** | **Pārbaudes strāva** | | | | | |
| **Ieslēgšana** | | | **Atslēgšana** | | |
| **I/IN** | **U/UN** | **L/R,**  **ms** | **I/IN** | **U/UN** | **L/R,**  **ms** |
| AC-1 | Aktīva vai mazinduktīva slodze | Visas vērtības | 1 | 1 | 0,95 | 1 | 1 | 0,95 |
| AC-2 | Slīdgredzenu asinhronie dzinēji: palaide, atsl. gaitā | Visas vērtības | 2,5 | 1 | 0,65 | 2,5 | 1 | 0,65 |
| AC-3 | Īsslēgti asinhronie dzinēji: palaide, atslēgšana gaitā | IN ≤ 17 A | 6 | 1 | 0,65 | 1 | 0,17 | 0,65 |
| IN ≤ 100 A | 6 | 1 | 0,35 | 1 | 0,17 | 0,35 |
| IN >100 A | 6 | 1 | 0,35 | 1 | 0,17 | 0,35 |
| AC-4 | Īsslēgti asinhronie dzinēji: palaide, bremzēšana, grūdienrežīms | IN ≤ 17 A | 6 | 1 | 0,65  P. 7. tabulas turpinājums | 1 | 0,17 | 0,65 |
| IN ≤ 100 A | 6 | 1 | 0,35 | 1 | 0,17 | 0,35 |
| IN > 100 A | 6 | 1 | 0,35 | 1 | 0,17 | 0,35 |
| AC-11 | Elektromagnēti: kontaktoriem, ventiļiem, piedziņai |  | 10 | 1 | 0,7 | 1 | 1 | 0,4 |

Iat – atslēgšanas strāva; Uk – komutācijas pārspriegums (reğeneratīvais spriegums).

IEC 60947-5 uzrāda vēl šādas kategorijas:

AC-12 – aktīvas slodzes un optisko sajūgelementu ieejas ķēžu pusvadītāju slodzes vadība;

AC-13 – pusvadītāji slodzes vadība, ja ķēdes atdalītas ar transformatoru (induktīvā saite).

P. 8. tabula

**Elektrisko aparātu un shēmu elementu apzīmējumi**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nr. p/k** | | **Grafiskais apzīmējums** | | | **Apzīmējuma nosaukums latviešu, angļu, krievu un**  **vācu valodā** | |
|
| **1** | | **4** | | | **5** | |
| 2. Funkcijorientēti vispārējā lietojuma grafiskie apzīmējumi | | | | | | |
| 1 | |  | | | Mehāniskās saites līnija Mechanical link Линия механической связи Mechanische Wirkverbindung | |
| 2 | |  | | | Mehāniskās saites līnija Mechanical link Линия механической связи Mechanische Wirkverbindunq | |
| 3 | |  | | | Zeme (vispārīgais apzīmējums) Earth (general symbol) Земля (общее обозначение) Erde (allgemein) | |
| 4 | |  | | | Aizsargzemējums Protective earthing защитное заземление Schutzerde; Schutzerdnung  P. 8. tabulas turpinājums | |
| 5 | |  | | | Bojājums Fault  Повреждение Fehler | |
| 3. Vadu un savienojumu grafiskie apzīmējumi | | | | | | |
| 6 | |  | | | Elektrolīnija (vispārīgais apzīmējums) Connection (general symbol) Эпектрическая линия (общее обозначение) Leitunq (allqemein) | |
| 7 | |  | | | Elektrolīnija (ar uzrādītu vadu skaitu) Group of connections (number of connections indicated) Электрическая линия (указано число проводов) Verbindungen (Zahl der Leiter angezeigt) | |
| 8 | |  | | | Elektrolīnija (ar uzrādītu vadu skaitu) Group of connections (number of connections indicated) Электрическая линия (указано число проводов) Verbindungen (Zahl der Leiter angezeigt) | |
| 9 | |  | | | Trīsfāžu ķēde (četrvadu) Three-phase circuit  Трёхфазная четырехпроводная цепь Dreiphasen-Vierleitersystem | |
| 10 | |  | | | Savienojums (neizjaucama savienojuma apzīmējums) Connection point Соединение (неразборное) Verbindunqspunkt | |
| 11 | |  | | | Savienojums (izjaucama savienojuma apzīmējums) Terminal  Соединение (разборное) Anschluss | |
| 12 | |  | | | Spaiļu līste Terminal strip  P. 8. tabulas turpinājums  Планка зажимов (зажимы наборные) Anschlussleiste | |
| 13 | |  | | | Т veida savienojums T-connection Т-образное соединение T-Verbindung | |
| 14 | |  | | | Spraudligzda  Female contact; socket [contact] Гнездо разъемного соединения  Buchse (von einer Steckdose Oder Steckverbindung); Pol einer Steckbuchse | |
| 15 | |  | | | Spraudnis Male contact; plug  Штырь разъемного соединения; штекер  Stecker (fūr eine Steckdose oder Steckverbindung);  Poleines Steckers | |
| 16 | |  | | | Spraudligzda un spraudnis Socket and plug  Гнездо и штырь; штекерное соединение Buchse und Stecker; Steckverbindung | |
| 17 | |  | | | Spraudligzda un spraudnis (vairākpolu, vienlīnijas attēlojumā) Plug and socket (multipole. single-line representation) Гнездо и штырь (многопопюсные, в однолинейном исполнении) Buchse und Stecker (vielpolig, einpolige Darstellung) | |
| 18 | |  | | | Kabeļa gala uzmava (vairākdzīslu kabelim) Cable sealing end (multi-core cable) Концевая муфта (многожипьного кабепя) Kabeiendverschluss (mehradriger Kabel) | |
| 19 | |  | | | Kabeļu gala uzmava (viendzīslas kabeļiem) Cable sealing end (one-core cables) Концевая муфта (одножипьных кабелей) Kabeiendverschluss (einadriger Kabeln)  P. 8. tabulas turpinājums | |
| 20 | |  | | | Nozaruzmava (vienlīnijas attēlojumā) Junction box (single-line representation) Ответвительная муфта (в однолинейном исполнении) Abzweigmuffe (einpolige Darstellung) | |
| 4. Pasīvie elementi | | | | | | |
| 21 | |  | | | Rezistors (vispārīgais apzīmējums) Resistor (general symbol) Резистор (общее обозначение) Widerstand (allqemein) | |
| 22 | |  | | | Rezistors (regulējams) Resistor (adjustable) Резистор (регулируемый) Widerstand (verānderbar) | |
| 23 | |  | | | Kondensators (vispārīgais apzīmējums) Capacitor (general symbol) Конденсатор (общее обозначение) Kondensator (allgemein) | |
| 24 | |  | | | Polārais kondensators Capacitor (polarized) Конденсатор (поляризованный) Kondensator (gepolt) | |
| 25 | |  | | | Induktivitāte; spole; tinums; drosele  (paralēli slēdzama) Coil; Winding (shunt connection)  Индуктивность; катушка; обмотка; дроссель (параллельного включения)  Induktivitāt; Spule; Wicklung; Drossel  (fur NebenschluB) | |
| 26 | |  | | | Induktivitāte (spole, tinums) ar magnētserdi Inductor with magnetic core  P. 8. tabulas turpinājums  Индуктивность с ферромагнитным магнитопроводом Induktivitāt mit Magnetkern | |
| 5. Pusvadītāji un radiolampas | | | | | | |
| 27 | |  | | | Pusvadītāju diode (vispārīgais apzīmējums) Semiconductor diode (general symbol) Полупроводниковый диод (общее обозначение) Halbleiterdiode (allgemein) | |
| 28 | |  | | | Anodvadāms tiristors  Reverse blocking triode thyristor (N-gate. anode-side controlled)  Тиристор триодный (управляемый по аноду)  Ruckwarts sperrende Thyristortriode (N-Gate. Anode gesteuert) | |
| 29 | |  | | | Katodvadāms tiristors  Reverse blocking triode thyristor (P-gate. cathode-side controlled)  Тиристор триодный (управляемый по катоду)  Rūckvvārts sperrende Thyristortriode (P-Gate. Kathode gesteuert) | |
| 30 | |  | | | PNP tipa tranzistors PNP transistor PNP транзистор PNP Transistor | |
| 6. Elektroenerģijas ražošana un pārveidošana | | | | | | |
| 31 | |  | | | Nepilnā trīsstūra slēgums V-connection; Vee connection  Соединение в неполный треугольник; соединение неполным  треугольником  V-Schaltung | |
| 32 | |  | | | Trīsstūra slēgums Delta connection  P. 8. tabulas turpinājums  Соединение в треугольник; соединение треугольником Dreieckschaltung | |
| 33 | |  | | | Pārtrauktā trīsstūra slēgums Open delta connection  Соединение в разомкнутый треугольник; соединение разомкнутым треугольником Offene Dreieckschaltung | |
| 34 | |  | | | Zvaigznes slēgums Star connection; wye connection Соединение в звезду; соединение звездой Sternschaltung | |
| 35 | |  | | | Zvaigznes slēgums ar izvadītu neitrāli  Star connection with neutral brought out; grounded wye connection Соединение в звезду с выведенной нейтральной точкой Sternschaltung mit herausgefūhrtem Neutralleiter | |
| 36 | |  | | | Cikcak slēgums  Zigzag connection; interconnected star connection  Соединение зигзагом  Zickzackschaltung | |
| 37 | |  | | | Elektriskā mašīna (vispārīgais apzīmējums) Machine (general symbol) Электрическая машина (общее обозначение) Maschine (allgemein) | |
| 38 | |  | | | Divtinumu transformators (vispārīgais apzīmējums) Transformer with two windings (general symbol) Трансформатор двухобмоточный (общее обозначение) Transformator mit zwei Wicklungen (allgemein) | |
| 39 | |  | | | Divtinumu transformators (vispārīgais apzīmējums) Transformer with two windings (general symbol) Трансформатор двухобмоточный (общее обозначение) Transformator mit zwei Wicklungen (allgemein)  P. 8. tabulas turpinājums | |
| 40 | |  | | | Autotransformators (vispārīgais apzīmējums) Auto-transformer (general symbol) Автотрансформатор (общее обозначение) Spartransformator | |
| 41 | |  | | | Autotransformators (vispārīgais apzīmējums) Auto-transformer (general symbol) Автотрансформатор (общее обозначение) Spartransformator (allgemein) | |
| 42 | |  | | | Strāvmainis (vispārīgais apzīmējums) Current transformer (general symbol) Трансформатор тока (общее обозначение) Stromwandler (allgemein) | |
| 43 | |  | | | Strāvmainis (vispārīgais apzīmējums) Current transformer (general symbol) Трансформатор тока (общее обозначение) Stromwandler (allgemein) | |
| 44 | | |  | | | Spriegummainis (vispārīgais apzīmējums) Voltage transformer (general symbol) Трансформатор напряжения (общее обозначение) Spannungswandler (allgemein) | |
| 45 | | |  | | | Spriegummainis (vispārīgais apzīmējums) Voltage transformer (general symbol) Трансформатор напряжения (общее обозначение) Spannungswandler (allgemein) | |
| 46 | | |  | | | Strāvmainis ar divām serdēm un vienu sekundāro tinumu uz katras no serdēm  P. 8. tabulas turpinājums  Current transformer with two cores with one secondary winding on each core  Трансформатор тока с двумя магнитопроводами и двумя вторичными обмотками  Stromwandler mit zwei Kernen und einer Sekundarwicklung auf jedem Kern | |
| 47 | | |  | | | Strāvmainis ar diviem sekundārajiem tinumiem uz vienas serdes Current transformer with two secondary windings on one core Трансформатор тока с двумя вторичными обмотками на одном магнитопроводе  Stromwandler mit zwei Sekundarwicklungen auf einem Kern | |
| 48 | | |  | | | Trīsfāžu transformators (zvaigzne-trīsstūris slēgums) Three-phase transformer (connection star-delta) Трансформатор трёхфазный с соединением обмоток по схеме звезда-треугольник  Drehstromtransformator (Stern/Dreieckschaltung) | |
| 49 | | |  | | | Trīsfāžu transformators (zvaigzne-trīsstūris slēgums) Three-phase transformer (connection star-delta) Трансформатор трёхфазный с соединением обмоток по схеме звезда-треугольник  Drehstromtransformator (Stern/Dreieckschaltung) | |
| 50 | | |  | | | Taisngriezis Rectifier выпрямитель Gleichrichter | |
| 51 | | |  | | | Taisnigriezis tiltsl§gum5 Rectifier in full wave (bridge) connection Выпрямитель (соединенный no мостовой схеме) Gleichrichter in Bruckenschaltung | |
| 52 | | |  | | | Galvansikais elements Primary cell  P. 8. tabulas turpinājums  Гальванический элемент  Primarzelle; galvanisches Element; galvanische Zelle | |
| 7. Komutācijas aparatūra, sadales un aizsargierīces | | | | | | | |
| 53 |  | | | Saslēdzējkontakts (vispārīgais apzīmējums) Make contact (general symbol) Замыкающий контакт (общее обозначение) Schliesser (allgemein) | | |
| 54 |  | | | Pārtraucējkontakts Break contact Размыкающий контакт Offner | | |
| 55 |  | | | Pārslēdzējkontakts ar iepriekšēju pārtraukšanu Change-over break before make contact Перекпючающий контакт с предворитепьным размыканием Wechsler mit Unterbrechung | | |
| 56 |  | | | Momentkontakts ar saskari nostrādājot un atgriežoties Passing make contact  Проскальзывающий контакт с замыканием при срабатывании и возврате  Wischer mit Kontaktgabe bei Betātigung und Ruckfall | | |
| 57 |  | | | Saslēdzējkontakts (saslēdzas ar laika kavējumu) Make contact (delayed closing)  Замыкающий контакт (срабатывающий с замедлением) Anzugverzogerter Offner | | |
| 58 |  | | | Saslēdzējkontakts (pārtraucas ar laika kavējumu) Make contact (delayed opening)  Замыкающий контакт (с выдержкой времени при размыкании) Abfallverzogerter Schliesser | | |
| 59 |  | | | Manuāldarbināms slēdzis (vispārīgs apzīmējums) Switch (manually operated, general symbol) Выключатель ручного управления (общее обозначение) Handbetātigter Schalter (allgemein)  P. 8. tabulas turpinājums | | |
| 60 |  | | | Spiedslēdzis; spiedpoga; saslēdzējkontakts ar pašatgriezi Switch (manually operated, push-button, automatic return) Выключатель кнопочный нажимной; замыкающий контакт с самовозвратом  Druckschalter; Schliesser mit selbsttātigem Rūckgang | | |
| 61 |  | | | Galaslēdzis (ar noslēdzējkontaktu)  Position switch (make contact)  Концевой выключатель (с замыкающим контактом)  Endschalter-Schliesser | | |
| 62 |  | | | Termiskais (piemēram, bimetāla) pārtraucējkontakts ar pašiedarbi Thermal switch (self-operating, break contact) Термический (например, биметаллический) саморазмыкающий контакт  Offner mit selbsttātiger termischer Betātigung; Thermokontakt (z. В. Bimetall) | | |
| 63 |  | | | Kontaktors vai tā darba saslēdzējkontakts Contactor; Main make contact of a contactor Контактор, рабочий контакт контактора Schutz; Leistungsschliesser eines Schiitzes | | |
| 64 |  | | | Jaudas slēdzis Circuit-breaker Выключатель мощности Leistungsschalter | | |
| 65 |  | | | Atdalītājs Disconnector Разъединитель Trennschalter  P. 1.7. tabulas turpinājums | | |
| 66 |  | | | Slodzes slēdzis, slodzes atdalītājs Load switch, Switch-disconnector  P. 8. tabulas turpinājums  Выключатель нагрузки, выключатель нагрузки-разъединитель Lasttrennschalter | | |
| 67 |  | | | Brīvās sakabes mehānisms, brīvsajūgs Trip-free mechanism Механизм свободного расцепления Ausloseeinrichtung | | |
| 68 |  | | | Elektromehāniskā piedziņa, releja spole (vispārīgs apzīmējums) Operating device; Relay coil (general symbol) Электромеханический привод, катушка электромеханического устройства (общее обозначение) Elektromechanischer Antrieb; Relaisspule (allgemein) | | |
| 69 |  | | | Elektriskā termoreleja uztvērējdaļa Operating device of a thermal relay Воспринимающая часть элекротеплового реле Elektromechanischer Antrieb eines Thermorelais | | |
| 70 |  | | | [Kustošais] drošinātājs (vispārīgais apzīmējums) Fuse (general symbol)  Предохранитель [плавкий] (общее обозначение) Sicherung (allgemein) | | |
| 71 |  | | | Drošinātājslēdzis Fuse-switch  Предохранитель-выключатель Sicherungslastschalter | | |
| 72 |  | | | Izlādnis  Surge diverter; Lightning arrester Разрядник  Ūberspannungsableiter | | |
| 8. Mērinstrumenti, lampas un signālierīces | | | | | | |
| 73 |  | | | Integrētājmēraparāts (vispārīgais apzīmējums) Integrating instrument (general symbol)  P. 8. tabulas turpinājums  Измерительный прибор интегрирующий (общее обозначение) Messgerāt, integrierend (allgemein) | | |
| 74 |  | | | Rādošs sprieguma mērītājs, voltmetrs  Voltmeter  Измерительный прибор напряжения показывающий, вольтметр Spannungsmessgerāt (anzeigend); Voltmeter | | |
| 75 |  | | | Rādošs strāvas mērītājs, ampērmetrs Ammeter  Измерительный прибор тока показывающий, амперметр Amperemeter | | |
| 76 |  | | | Vatmetrs Wattmeter Ваттметр Wattmeter | | |
| 77 |  | | | Aktīvās elektroenerģijas skaitītājs Watt-hour meter  Счетчик активной электроэнергии Wattstundenzahler; Elektrizitātszāhler | | |
| 78 |  | | | Reaktīvās elektroenerģijas skaitītājs Var-hour meter  Счетчик реактивной электроэнергии Blindverbrauchszāhler | | |
| 79 |  | | | Spuldze (vispārīgais apzīmējums) Lamp (general symbol) Лампа (общее обозначение) Lampe (allgemein) | | |
| 80 |  | | | Neitrālvads. N vads Neutral conductor; N conductor Нейтральный провод, N-провод Neutralleiter. N-Leiter: Mittelleiter. M-Leiter | | |
| 81 |  | | | Aizsargvads. PE vads Protective conductor; PE conductor Защитный провод, РЕ-провод Schutzleiter, PE-Leiter  P. 8. tabulas turpinājums | | |
| 82 |  | | | Aizsargneitrālvads. PEN vads  Combined protective and neutral conductor; PEN conductor Совмещенный нейтральный и защитный провод. РЕN-провод Neutralleiter mit Schutzfunktion. PEN-Leiter | | |
| 83 |  | | | Līnija ar trim fāzes vadiem, neitrālvadu un aizsargvadu Three-phase wiring with neutral conductor and protective conductor Линия с тремя фазными, нейтральным и защитным проводами Drei Leiter, ein Neutralleiter, ein Schutzleiter | | |
| 84 |  | | | Sadalne  Distribution centre Распределительный щит Verteiler | | |
| Pārējie reglamantētie grafiskie simboli | | | | | | |
| 85 |  | | | Aizsargslēdzis ar elektromagnētisko atkabni  Circuit-breaker with electromagnetic release  Автоматический воздушный выключатель с электромагнитным расцепителем  Schutzschalter mit elektromagnetischem Ausloser | | |
| 86 |  | | | Aizsargslēdzis ar termoatkabni  Circuit-breaker with termal release  Автоматический воздушный выключатель с тепловым  расцепителем  Schutzschalter mit thermischem Ausloser | | |
| 87 |  | | | Aizsargslēdzis ar elektromagnētisko un termisko atkabni Circuit-breaker with electromagnetic and termal release Автоматический воздушный выключатель с электромагнитным и тепловым расцепителями  P. 8. tabulas turpinājums  Schutzschalter mit elektromagnetischem und thermischem Ausloser | | |
| 88 |  | | | Noplūdstrāvas aizsargslēdzis  Earth leakage circuit-breaker, e.l.c.b.; residual current operated circuit breaker, r.c.c.b. Устройство защитного отключения. УЗО Fehlerstrom-Schutzschalter; Fl-Schutzschalter | | |
| 89 |  | | | Aizsargslēdzis ar elektromagnētisko atkabnĻ termisko atkabni, un noplūdstrāvas aizsargierīci  Circuit-breaker with electromagnetic and termal release and an residual current device  Автоматический воздушный выкпючатель с электромагнитным и тепловым расцепителями. совмещенный с устройством защитного отключения  Schutzschalter mit elektromagnetischem Ausloser, thermischem Ausloser und Schutzeinrichtung gegen Fehlerstrom | | |
| 90 |  | | | Funkcionālzemēšana Functional earthing функциональное заземление Funktionserdung | | |
| 91 |  | | | Akustiska signālierīce; zvans (vispārīgais apzīmējums) Acoustic ignaling device; Bell (general symbol) Акустическое сигнальное устройство; звонок (общее обозначение)  Akustische Signaleinrichtung; Klingel (allgemein) | | |
| 92 |  | | | Kopne Busbar  сборная шина Sammelschiene | | |

P. 9. tabula

**Vienburta un divburtu kodi principshēmās biežāk lietojamo elementu apzīmēšanai**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Koda**  **pirmais**  **burts** | **Apzīmējamo elementu grupa** | **Grupā ietilpstošo elementu raksturīgi piemēri** | **Divbur- tu kods** |
| **1** | **2** | **3** | **4** |
| A | Ietaise, iekārta, ierīce (vispārīgs apzīmējums) |  |  |
| B | Neelektrisku lielumu pārveidotāji elektriskos lielumos (atskaitot ģeneratorus un barošanas avotus) vai pretēji. | Telefons | BF |
| Termodevējs | BK |
| Fotoelements | BL |
| C | Kondensatori |  |  |
| D | Integrālās shēmas, mikroierīces |  |  |
| E | Dažādi elementi | Sildelements | EK |
| Apgaismes spuldze (gaismeklis) | EL |
| F | Aizsardzības ierīces | Kūstošais drošinātājs | FU |
| Izlādnis | FV |
| G | Ģeneratori, barošanas avoti | Baterija | GB |
| H | Signālierīces | Skaņas signālierīce | HA |
| Gaismas signālierīce | HL |
| K | Releji, kontaktori | Strāvas relejs | KA |
| Signālrelejs | KH |
| Elektrotermiskais relejs | KK |
| Kontaktors, magnētiskais palaidējs (magnētslēdzis) | KM |
| Laika relejs | KT |
| Sprieguma relejs | KV |
| Starprelejs | KL |
| L | Induktivitātes, droseles |  |  |
| M | Elektrodzinējs |  |  |
| P | Mēraparāti | Ampērmetrs  P. 9. tabulas turpinājums | PA |
| Aktīvās enerģijas skaitītājs | PI |
| Reaktīvās enerģijas skaitītājs | PK |
| Laika mērītājs | PT |
| Voltmetrs | PV |
| Vatmetrs | PW |
| Q | Komutācijas aparāti spēka (pēc padomju  nostādnēm tikai augstsprieguma, bet pēc ES valstu prakses arī zemsprieguma) ķēdēs | Jaudas slēdzis | QF |
| Slodzes slēdzis | QW |
| Atdalītājs | QS |
| R | Rezistori | Potenciometrs | RP |
| S | Komutācijas aparāti vadības, signalizācijas un mērķēdēs | Slēdzis vai pārslēdzis | SA |
| Pogslēdzis, vadības poga | SB |
| Automātisks slēdzis, aizsargslēdzis | SF |
| Ceļaslēdzis, galaslēdzis | SQ |
|  | Transformatori un autotransformatori | Strāvmainis | TA |
| Spriegummainis | TV |
| U | Sakaru iekārtas, elektrisku lielumu pārveidotāji elektriskos lielumos |  |  |
| **1** | **2** | **3** | **4** |
| V | Vakuuma un pusvadītāju ierīces | Diode, stabilitrons | VD |
| Tranzistors | VT |
| Tiristors | VS |
| W | Līnija |  |  |
| X | Kontaktsavienojumi | Kontaktspraudnis | XP |
| Kontaktligzda | XS |
| Izjaucams kontaktsavienojums, nozarkārba | XT |
| Y | Mehāniskas ierīces ar elektromagnētisku piedziņu | Elektromagnēts | YA |

P. 10. 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. 11. 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  P. 11. tabulas turpinājums | 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. 12. 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. 13. 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  P. 13. tabulas turpinājums | 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. 14. 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  P. 14. tabulas turpinājums | 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.15. 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. 16. 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. 17. 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. 18. 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. 19. 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. 20. 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. 21. 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. 22. 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. 23. 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. 24. 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. 25. 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.26. 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.27. 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.28. 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.* Četrdzīslu plastmasas izolācijas kabeļiem ar spriegumu līdz 1000 V 6. pielikumā dotās ilgstoši pieļaujamas strāvu vērtības jāreizina ar koeficientu 0,92.

P.29. 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.30. 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.31. 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.32. 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. 33. 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. 34. 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. 35. tabula

**Instalācijas shēmās pieņemtie apzīmējumi**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Nosaukums.** | **Apzīmējums** | |
| 380V, 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 |  | |
| Kailu kopņu, lentu vai vadu līnija |  | |
| Kopne uz statnēm |  | |
| P. 35. tabulasturpinājums | | |
| **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. 35. 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. 35. 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.35. tabulas turpinājums | | |
| **Nosaukums** | **Apzīmējums** | |
| Armatūra ar izlādes spuldzi (ДРЛ, HQL) |  | |
| Armatūra ar izlādes spuldzi 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 |  | |