|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| **Profesionālās izglītības kompetences centrs RĪGAS VALSTS TEHNIKUMS** |

**Vladimirs Meļņikovs**

**ELEKTROAPGĀDE**

**UZDEVUMU KRĀJUMS**

**RĪGA, 2012**

PRIEKŠVĀRDS

Elektroapgāde ir bāzes priekšmets elektroenerģētikas un elektrotehnikas speciālistu sagatavošanai. Bez dziļām zināšanām elektroapgādē nav iespējams darboties daudzās ar elektrotehniku saistītajās profesijās. Elektroapgāde sevī ietver šādus pamatelementus: elektrostacijas elektroenerģijas ražošanai; elektropārvades līnijas un kabeļu tīklus elektroenerģijas pārvadīšanai un sadalīšanai; spriegumu paaugstinošās un pazeminošās transformatoru apakšstacijas; elektroenerģijas patērētājus rūpniecībā, transportā, celtniecībā un sadzīvē.

Uzdevumu krājums sastāv no priekšvārda un sešām nodaļām: zemsprieguma tīklu aizsardzība; elektrisko slodžu aprēķina metodes; transformatoru izvēle; sprieguma, jaudas un enerģijas zudumi; zemētāju aprēķins; aizsardzība pret pārspriegumiem. Katrā nodaļā ir uzdevumi un vingrinājumi par noteiktiem tematiem, kas atbilst spēkā esošajām mācību programmām. Daudziem uzdevumiem dots atrisinājums ar paskaidrojumiem. Atsevišķām nodaļām pievienotie pielikumi ļauj risināt uzdevumus, nelietojot papildu izziņas materiālus.

Uzdevumu krājuma saturs atbilst Rīgas Valsts tehnikuma īstenojamai programmai „Enerģētika un elektrotehnika”.

Uzdevumu krājums satur 273 lpp. teksta, 92 attēlus, 136 tabulas un 38 nosaukuma informācijas avotus.

**SATURS**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Priekšvārds | | | | | 2 |
|  | Saturs | | | | | 3 |
| 1. | Zemsprieguma tīklu aizsardzība | | | | | 5 |
|  | 1.1. | | Vadu un kabeļu aizsardzība pret silšanu | | | 5 |
|  | 1.2. | | Drošinātāja uzbūve un darbības princips | | | 5 |
|  | 1.3. | | Drošinātāju izvēle | | | 6 |
|  | 1.4. | | Automātslēdža darbības princips | | | 12 |
|  | 1.5. | | Automātslēdžu izvēle | | | 14 |
|  | 1.6. | | Automātslēdžu izvēle | | | 17 |
|  | 1.7. | | Svirslēdžu un paketslēdžu izvēle | | | 20 |
|  | 1.8. | | Releju izvēle | | | 21 |
|  | 1.9. | | Magnētisko palaidēju izvēle | | | 22 |
|  | 1.10. | | Magnētdiskā palaidēja izvēlēs piemērs | | | 24 |
|  | 1.11. | | Komandkontrolleru raksturojušie parametri un izvēle | | | 25 |
|  | 1.12. | | Apgaismošanas tīklu aizsardzība | | | 27 |
|  | 1.13. | | Spēka elektrisko tīklu aizsardzība | | | 31 |
|  | 1.14. | | Vadu un kabeļu šķērsgriezumu izvēle | | | 33 |
|  | 1.15. | | Pārbaudes darbi | | | 42 |
| 2. | Elektrisko slodžu aprēķina metodes | | | | | 52 |
|  | 2.1. | | Aprēķina slodzi pielīdzina nominālajai patērētāja jaudai | | | 52 |
|  | 2.2. | | Aprēķina slodzi pielīdzina vidējai slodzei | | | 52 |
|  | 2.3. | | Aprēķina slodzi pielīdzina maksimālajai jaudai, kuru patērē no tīkla | | | 52 |
|  | 2.4. | | Pieprasījuma koeficienta metode | | | 57 |
|  | 2.5. | | Īpatnējās elektroenerģijas patēriņa metode | | | 58 |
|  | 2.6. | | Īpatnējās slodzes metode | | | 59 |
|  | 2.7. | | Maksimālā strāva patērētāju grupai | | | 59 |
|  | 2.8. | | Aplēses slodzes aprēķins apgaismojumam un lauksaimniecības objektiem | | | 59 |
|  | 2.9. | | Slodzes aprēķina piemēri spēka elektriskajos tīklos | | | 61 |
|  | 2.10. | | Daudzdzīvokļu māju elektroapgādes sistēmu slodzes noteikšana | | | 71 |
|  | 2.11. | | Pārbaudes darbi | | | 83 |
| 3. | Transformatoru izvēle | | | | | 94 |
|  | 3.1. | | Transformatora tipa izvēle | | | 94 |
|  | 3.2. | | Transformatoru skaita izvēle | | | 94 |
|  | 3.3. | | Transformatora nominālās jaudas izvēle | | | 95 |
|  | 3.4. | | Transformatoru (autotransformatoru) izvēle rajona apakšstacijai | | | 98 |
|  | 3.5. | | Ceha transformatoru izvēle | | | 100 |
|  | 3.6. | | Pārbaudes darbs | | | 108 |
|  | 3.7. | | Apakšstaciju izvietošanas princips | | | 109 |
|  | 3.8. | | Pārbaudes darbs | | | 112 |
| 4. | Sprieguma, jaudas un enerģijas zudumi | | | | 115 | |
|  | 4.1. | Jaudas un enerģijas zudumi elektroapgādes sistēmas elementos | | | 115 | |
|  | 4.2. | Zemsprieguma tīkla pārbaude asinhronā elektrodzinēja palaišanas brīdī | | | 120 | |
|  | 4.3. | Līdzstrāvas un maiņstrāvas apgaismošanas divvadu līniju aprēķins | | | 124 | |
|  | 4.4. | Sprieguma zuduma aprēķins trīsfāzu līnijai ar vairākām slodzēm | | | 126 | |
|  | 4.5. | Trīsfāzu maiņstrāvas maģistrāle ar visā līnijas garumā  vienāda šķērsgriezuma vadiem | | | 127 | |
|  | 4.6. | Trīsfāzu maiņstrāvas tīkla aprēķins, ievērojot minimālo vada materiāla patēriņu | | | 129 | |
|  | 4.7. | Ekonomiskais strāvas blīvums | | | 132 | |
|  |  | 4.7.1. | | Vadītāju šķērsgriezuma izvēle pēc sprieguma zuduma | 133 | |
|  |  | 4.7.2. | | Gaisvadu līnijas aprēķins | 134 | |
|  |  | 4.7.3. | | Vadītāju šķērsgriezuma izvēle pēc silšanas | 137 | |
|  |  | 4.7.4. | | Vadītāju šķērsgriezuma izvēle pēc termiskās izturības īs­slēguma gadījumos | 138 | |
|  | 4.8. | Reaktīvās jaudas kompensēšana | | | 142 | |
|  |  | 4.8.1. | | Reaktīvās jaudas kompensēšanas paņēmieni | 142 | |
|  |  | 4.8.2. | | Kompensatoru izvietošana un pieslēgšanas shēmas | 143 | |
|  |  | 4.8.3. | | Kompensatoru aprēķins | 144 | |
|  |  | 4.8.4. | | Izlādes pretestības aprēķins | 146 | |
|  | 4.9. | Pārbaudes darbi | | | 147 | |
| 5. | Zemētāju aprēķins | | | | 160 | |
|  | 5.1. | Zemētāju aprēķina metodes | | | 160 | |
|  | 5.2. | Zemētāja aprēķina piemērs | | | 165 | |
|  | 5.3. | Pārbaudes darbs | | | 168 | |
| 6. | Aizsardzība pret pārspriegumiem | | | | 170 | |
|  | 6.1. | Aizsardzība pret pārspriegumiem tiešiem zibens spērieniem | | | 170 | |
|  | 6.2. | Zibens aizsardzības aprēķina metodes | | | 172 | |
|  | 6.3. | Zibensnovedēja aprēķina piemēri | | | 177 | |
|  | 6.4. | Pārbaudes darbs | | | 179 | |
|  | 1. Pielikums | | | | 182 | |
|  | 2. Pielikums | | | | 204 | |
|  | 3. Pielikums | | | | 227 | |
|  | 4. Pielikums | | | | 262 | |
|  | Literatūras saraksts | | | | 272 | |

**1. NODAĻA**

**ZEMSPRIEGUMA TĪKLU AIZSARDZĪBA**

**1.1. VADU UN KABEĻU AIZSARDZĪBA PRET SILŠANU**

Ja strāva vadā vai kabelī pārsniedz pieļaujamo vērtību, vads vai kabelis sasilst virs pieļaujamās temperatūras. Sasilšanas re­zultātā bojājas izolācija, var izcelties ugunsgrēks, sprādziennedrošās telpās var rasties sprādziens. Tāpēc elektriskajā tīklā uzstāda aizsardzības aparatūru, kuras uzdevums automātiski atslēgt tīkla posmu, kurā strāva pārsniedz pieļaujamo vērtību.

Tīklos ar spriegumu līdz 1000 V par aizsardzības aparatūru lieto

* kūstošos drošinātājus,
* automātiskos gaisa slēdžus
* automātus un termorelejus.

Termorelejus iemontē arī magnētiskajos palaidējos un kontaktoros.

**1.2. DROŠINĀTĀJA UZBŪVE UN DARBĪBAS PRINCIPS**

Drošinātājiem ir vienkārša konstrukcija, vienkārša ekspluatācija un vēsturiski tā bija pirmā elektriskā aizsardzības ierīce. Visvairāk drošinātājus izmanto elektroie­kārtās ar spriegumu līdz 1000 V, bet izmanto arī 6, 10, 20 kV elektroiekārtās, ļoti reti — 110 kV iekārtās.

Drošinātājs var aizsargāt elektrisko ķēdi pret īsslēgumu un pārslodzi (gG tipa drošinātāji) vai tikai no īsslēguma (aM tipa drošinātāji).

Praksē sastopami dažādas konstrukcijas drošinātāji, bet tie visi sastāv no divām daļām: drošinātāja izņemamās daļas un drošinātāja pamatnes (1.1. att.).

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

1.1. att. NH sērijas drošinātājs: *a* – drošinātāja ieliktnis un tā griezums; *b* – kopskats; *c* - grafiskais apzīmējums; 1 – drošinātāja korpuss; 2 – drošinātāja ieliktņa kontaktdetaļa (kontaktnazis);

3 – gala vāks; 4 – āķi ielikta satveršanai; 5 – skrūves vāka piestiprināšanai; 6 – kūstošais elements; 7 – kvarca smilšu pildījums; 8 – nostrādes indikators; 9 – indikatora atspere; 10 – indikatora stieplīte

Drošinātāja izņemamā daļa sastāv no drošinātāja ieliktņa 6 un drošinātāja ieliktņa turētāja 1. Drošinātāja ieliktnis ir drošinātāja daļa, kam ir viens vai vairāki kūstošie elementi, kas izkūst, ja strāva aizsargājamā ķēdē zināmu laiku pārsniedz noteiktu vērtību un kas pēc drošinātāja nostrādes paredzēts nomaiņai.

Drošinātāja ieliktņa turētājs ir drošinātāja noņemama daļa, kas paredzēta dro­šinātāja ieliktņa saturēšanai. Izolējošie korpusi tiek izgatavoti no temperatūras svārstību noturīgiem materiāliem - steatīta, korderīta vai porcelāna caurules, kuras ārpuse ir kvadrātiska vai cilindriska, iekšpusē atrodas kūstošais elements. Tai pievieno drošinātāja ieliktņa kontaktdetaļas 2. Turklāt keramiskais korpuss ir aizpildīts ar kvarca smiltīm 7.

Drošinātāja pamatne 3 ir drošinātāja balsta daļa, kura ar skrūvēm piestipri­nātas drošinātāja pamatnes kontaktdetaļas (2), kuras ar izņemamās daļas kontaktnažiem veido pārtraucamu kontaktu. Kontaktnaža serdi veido varš vai misiņš, bet aizsargkārtu - sudrabs vai niķelis. Lai samazinātu pārtraucamā kontakta pārejas pre­testību, pamatnes kontaktdetaļas saspiež tērauda gredzens. Drošinātāja izņemamo dalu apmaina, izmantojot speciālu maiņas rokturi, ko aizkabina aiz ieliktņa turētāja aizkabes.

Ir arī drošinātāju ieliktņi ar nostrādes indikatoru 8. Pirms kūstošais elements ir pārdedzis, indikatora atsperīti 9 noslogo indikatora stieplīte 10. Kad elements pārdeg, stieplīte atbrīvo atsperi un nostrādes indikators tiek izstumts uz āru. Indikatora stāvokļus var apskatīt 1.2. attēlā.



***a b***

1.2. att. Nostrādes indikators: *a* - *nostrādājis, b – nav nostrādājis*

Ir tādi drošinātāju ieliktņi, kuriem nostrādes indikators ir arī gala vākā (1.1. att. *a* un 1.3. att.). Tādā gadījumā ir iespējams piemontēt mikroslēdzi (2.3. att.), kas, reaģējot uz indikatora stāvokli, saslēdz vai atslēdz savus kontaktiņus (1.3. att. *b*). Tādejādi var organizēt attālinātu drošinātāju stāvokļa uzraudzību.

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

1.3. att. Mikroslēdzis: *a* – drošinātāji ar mikroslēdžiem; *b* – mikroslēdzis; *c* — mikroslēdža

principshēma; 1, 2, 3— mikroslēdža pieslēgspailes.

**1.3. DROŠINĀTĀJU IZVĒLE**

Drošinātāju uzdevums ir pasargāt elektroenerģijas patērētājus, vadus un kabe­ļus no īsslēguma strāvu un pārslodzes strāvu iedarbības. Asinhroniem elektrodzinējiem ar īsslēgtu rotoru palaišanas brīdī strāvas ir 3,5-7,5 reizes lielākas par elektrodzinēju nominālām strāvām, tāpēc drošinātāju ieliktņu nominālās strāvas jāizvē­las, ievērojot elektrodzinēju palaides strāvas. Līdz ar to drošinātājs var aizsargāt elektrodzinējus ar īsslēgtu rotoru tikai no īsslēguma strāvām un nevar aizsargāt pār­slodzes gadījumā. Asinhronam dzinējam ar fāžu rotoru palaišanas brīdī strāvas ir ievērojami mazākas un kūstošo ieliktņu nominālo strāvu nosaka šādi:

*In.iel.* ≥ (1,0-1,25) *IN.dz.* , (1.1)

kur *IN.dz* — elektrodzinēja ar fāžu rotoru nominālā strāva.

Ja pārslodze ir neliela, drošinātājs neaizsargā arī asinhrono elektrodzinēju ar fāžu rotoru no pārslodzes, bet tikai no īsslēguma.

Drošinātāja kūstošā ieliktņa pārdegšanas laiks var atšķirties pat par 50 % no tā pārdegšanas laika, kas dots rokasgrāmatās vai katalogos, jo drošinātāja kvalitāte un apkārtējās vides temperatūra ekspluatācijas laikā mainās. Tāpēc praksē lieto jutī­gākas aizsardzības ierīces, bet drošinātājus izmanto tikai mazāk atbildīgu elektro­enerģijas patērētāju aizsardzībai.

Drošinātājus izvēlas, ievērojot šādus nosacījumus.

1. Drošinātāja nominālam spriegumam *UN.dr.* jābūt lielākam vai vienādam ar tīkla nominālo spriegumu *UN.t.*

*UN.dr. ≥ UN.t.* . (1.2)

2. Apgaismes tīklā kūstošā ieliktņa nomināli strāvai *IN.iel.* jābūt lielākai vai vienādai ar aplēses strāvu *Iapr.*, ievērojot drošuma koeficientu *Kdr*.

*IN.iel. ≥ Kdr Iapr.* , (1.3)

kur *Kdr.* = 1, ja drošinātājs aizsargā apgaismes elektriskā tīkla posmu, kas baro gaismekļus ar kvēlspuldzēm vai sildierīces;

*Kdr.* = 1,25, ja drošinātājs aizsargā elektriskā tīkla posmu, kas baro gaismekļus ar luminiscences spuldzēm;

*Kdr.* = 1,1, ja drošinātājs aizsargā elektriskā tīkla posmu, kas baro gaismekļus ar dzīvsudraba loka spuldzēm.

3. Asinhrona elektrodzinēja ar īsslēgtu rotoru aizsardzībai drošinātāja kūstoša ieliktņa nominālai strāvai *IN.iel.* jābūt lielākai vai vienādai ar tā palaišanas strāvu *Ipal*, dalītai ar empīrisku koeficientu (pārslodzes) *Kpārsl.*

 (1.4)

kur *Kpārsl.* = 1,6-2,5 (ja elektrodzinējs iegriežas ātrāk par 4 s, tad *Kpārsl.* = 2,5, ja iegriežas 5-10 s, tad *Kpārsl.* = 1,6-2).

Precīzāku rezultātu iegūst, izmantojot drošinātāja laikstrāvas raksturlīkni (sk. izvēles piemēru).

4. Ja drošinātājs aizsargā elektrisko tīklu (1.4. att.), elektriskā tīkla vadu vai kabeļu pie­ļaujamai strāvai *Ip* jābūt lielākai vai vienādai ar *IN.iel.*, dalītai ar koeficientu *Kaiz*

 (1.5)

Gg tipa drošinātājiem: *Kaiz* = 1,31, ja drošinātāja nomināla strāva *IN.iel.* < 16А; *Kaiz* = =1,10, ja drošinātāja nomināla strāva *IN.iel.* ≥ 16А.

5. Ja drošinātājs aizsargā maģistrāllīniju, kas baro vairākus elektrodzinējus, drošinātāja kūstošā ieliktņa nominālai strāvai IN.iel jābūt lielākai vai vienādai ar aprēķina strāvu

 (1.6)

kur *K*0 — vienlaicības koeficients, kas norāda, kāda daļa no visiem elektrodzinējiem strādā; (ja visi elektrodzinēji strādā, *K*0 = 1, bet pārējos gadījumos *K*0 var noteikt aptuveni atkarībā no elektrodzinēju skaita, izmantojot 1.1. tabulas datus vai 1.5 attēlu);

 — darbojošos elektrodzinēju darba strāvu summa, kad palaiž to elektrodzinēju, kuram attiecība *Ipal.*/*Kpārsl.* ir vislielākā.

|  |  |
| --- | --- |
|  | 1.4. att. Elektriskā tīkla aizsardzība ar drošinātājiem: 1- izolēto kabeļu vai vadu termiskās izturības raksturlīkne; 2 – drošinātāja laikstrāvas raksturlīkne; 3 – elektrodzinēja palaišana |

1.1. tabula

**Vienlaicības koeficients *K*0 atkarībā no elektrodzinēju skaita**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Elektrodzinēju**  **skaits** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** | **15** | **20** |
| ***K*0** | 1,0 | 1,0 | 0,9 | 0,8 | 0,7 | 0,61 | 0,55 | 0,5 | 0,47 | 0,44 | 0,35 | 0,31 |

|  |  |
| --- | --- |
|  | 1.5. att. Koeficienta K0 atkarība no dzinēju skaita. |

6. Drošinātāju maksimālai atslēgtspējai jābūt lielākai vai vienādai ar maksimālo trīsfāžu īsslēguma strāvu

 (1.7)

7. Lai drošinātāju aizsardzība būtu selektīva, virkne slēgtus drošinātājus izvēlas šādi: skaitot no elektroenerģijas patērētāja puses, katra nākamā drošinātāja kūstošā elementa nominālai strāvai jābūt par vienu pakāpi augstākai. Drošinātāja darbības selektivitāte jāpārbauda arī trīsfāžu īsslēgumā (kad īsslēguma strāvai ir maksimālā vērtība). Jo var būt tādi gadījumi, kad pie lielām īsslēguma strāvām pārdeg vairāki virknē slēgtie drošinātāji.

PN-2 tipa drošinātāju kūstošos ieliktņus izvēlas selektīvi, ja aprēķina trīsfāžu īs­slēguma strāvu un pārbauda, vai katras nākamās pakāpes drošinātāju kūstošā ieliktņa nominālā strāva ir vienāda vai lielāka, izmantojot 1.2. tabulas datus.

Piemēram, ja trīsfāžu īsslēguma strāva *Ik*(3) ir 50 reizes lielāka par drošinātāja kūstošā elementa nominālo strāvu *IN.iel.* un elektroenerģijas patērētāja aizsardzībai uzstādīts 30 A kūstošais elements, nākamajam drošinātāja kūstošam elementam, kas slēgts virknē, jābūt vismaz 120 A.

8. Pārbaude: fāzes vada un nullvada šķērsgriezumam jābūt tādam, lai pieļaujamā vienfāzes īsslēguma strāva būtu vismaz trīs reizes lielāka par drošinātāja kūstoša ieliktņa nominālo strāvu

*Ik*(1) ≥ 3·*IN.iel*.. (1.8)

bet sprādziennedrošās zonās

*Ik*(1) ≥ 4·*IN.iel.*. (1.9)

1.2. tabula

**Virknē slēgtu PN-2 drošinātāju kūstošo elementu izvēle**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **IN.iel., A(drošinātājs vistuvāk**  **patērētājam)** | **I N.iel., A (nākamais drošinātājs,**  **skaitot no patērētāju puses)** | | | | |
| 30 | 50 | 60 | 120 | 150 | 200 |
| 40 | 60 | 80 | 120 | 200 | 200 |
| 50 | 80 | 100 | 120 | 250 | 250 |
| 60 | 100 | 120 | 150 | 250 | 250 |
| 80 | 120 | 120 | 200 | 250 | 250 |
| 100 | 120 | 120-150 | 250 | 250 | 250 |
| 120 | 150 | 200 | 300 | 300 | 300 |
| 150 | 200 | 250 | 300 | 300 | 300 |
| 200 | 300 | 350 | 400 | 400 | 400 |
| 250 | 350 | 400 | 600 | >600 |  |
| 300 | 400 | 600 | >600 |  |  |

Šo nosacījumu var neievērot, ja tīkli jāaizsargā tikai no īsslēguma, izņemot lauku elektriskos tīklus un komunālos tīklus, kuriem ir ievērojams garums, kā arī gadījumos, kad īsslēguma strāva ir vismaz trīs reizes lielāka par vada vai kabeļa pieļaujamo strāvu no silšanas viedokļa

*Ik*(1) ≥ 3 *Ipieļ.*. (1.10)

No pārslodzes jāaizsargā vadi vai kabeļi ar degošu ārējo apvalku vai izolāciju, ja tie novietoti atklāti, kā arī vadi un kabeļi apgaismošanas tīklos tirdzniecības telpās, rūpniecības uzņēmumu administratīvās un sadzīves telpās (ieskaitot gludekļu, šuj­mašīnu, elektrisko plītiņu, ledusskapju, pārnesamo elektroenerģijas lietotāju pie­slēgšanai paredzētos elektriskos tīklus), dzīvojamās un sabiedriskās ēkās.

Spēka tīklos uzstādītie vadi un kabeļi jāaizsargā no pārslodzes, ja tie uzstādīti rūpniecības uzņēmumos, dzīvojamās un sabiedriskās ēkās, tirdzniecības telpās, tikai tādos gadījumos, ja ir tāds tehnoloģiskais process vai darba režīms, kad var rasties pārslodze.

No pārslodzes un īsslēguma jāaizsargā vadi un kabeļi spēka, apgaismošanas, sekundāro ķēžu elektriskos tīklos, kuri uzstādīti V-I, V-Ia, V-II, V-IIa klases sprā­dziennedrošās zonās, bet V-Ib un V-Ig klases sprādziennedrošās zonās vadu un ka­beļu aizsardzība jāveido kā sprādziennedrošās ietaisēs.

***1.1. Piemērs.*** Aprēķināt kūstošā ieliktņa strāvu un izvēlēties drošinātāju 4 kW asinhronam elektrodzinējam ar īsslēgtu rotoru, ja elektrodzinēja rotācijas frekvence *n* = 1420 min-1, lietderības koeficients *η =* 0,84, cos *φ* = 0,84, palaides strāva 6 reizes lielāka par nominālo strāvu.

**Atrisinājums**

1. Nominālā strāva 

1. Palaides strāva *Ipal.* = 6∙*IN* = 6∙8,7 = 52,2 A
2. Drošinātāja kūstošā ieliktņa nominālā strāva 
3. Izvēlas NH-gl tipa drošinātāju ar kustoša ieliktņa nominālo strāvu *IN.iel.* = 20 A (sk. P.3.5. tab.).
4. Pārbauda, vai izvēlētais drošinātājs nodrošina reālu dzinēja palaides laiku (*tpal* = l-4 s). No drošinātāju Ferraz NH-gG laikstrāvas raksturlīknēm P.3.2. attēlā atrod, ka pie *Ipal* =52,2 A drošinātāja minimālais nostrādes laiks *tno* ≈ 3 s (3.2. att. a). No drošinātāju HRC NH-gG laikstrāvas raksturlīknēm, piemēram OFAF000H20 gabarīts 000 (P.3.6. tab.), P.3.3. attēlā atrod, ka pie *Ipal* =52,2 A drošinātāja minimālais nostrādes laiks *tno* = 40 s. No drošinātāju Weber NH-gG/gL laikstrāvas raksturlīknēm, piemēram NH00LP 20MR gabarīts 00 (P.3.7. tab.), P.3.4. attēlā atrod, ka pie *Ipal* =52,2 A drošinātāja minimālais nostrādes laiks *tno* = 60-70 s. Tātad dzinēja palaides laikam jābūt mazākam par 4 s, kas atbilst reālām iespējām.

Piezīme: ja iegūtais palaides laiks ir nepietiekams, jāizvēlas nākamā lielākā *IN.iel.* vērtība.

**1.2. piemērs.** Aprēķināt kūstošo ieliktņu strāvas un izvēlēties drošinātājus mehānisko darbnīcu trīsfāžu četrvadu maiņstrāvas tīkla 380/220 V aizsardzībai, ja tam pieslēgti trīs elektrodzinēji RAM180M2 (*PN*1 = 22 kW, n1 = 2940 min-1; *η*1 *=* 0,91, cos*φ*1 = 0,89, *kI*1 = 7,5, *Kn*1 = 0,8), RAM100L2 (*PN*2 = 3 kW, n2 = 2840 min-1; *η*2 *=* 0,83, cos*φ*2 = 0,87, *kI*1 = 6, *Kn*1 = 0,9), RAM132SA2 (*PN*3 = 5,5 kW, n3 = 2895 min-1; *η*3 *=* 0,89, cos*φ*3 = 0,89, *kI*3= 6,5, *Kn*3 = 0,85).

|  |  |
| --- | --- |
|  | 1.6. att. Tīkla aprēķina shēma |

Atrisinājums

1. Sastāda tīkla aprēķina shēmu

2. Izvēlas drošinātājus elektrodzinēju aizsardzībai pret īsslēgumu

2.1. Pirmais elektrodzinējs

2. 1.1. Nominālā strāva: 

2.1.2. Aprēķina pirmā elektrodzinēja darba strāvu *Id*1 = *Kn*1*∙IN*1.

Elektrodzinēja *M*1 darba strāva *IM*1*d* = 0,8∙41,32 = 33,06 A.

2.1.3. Palaides strāva *Ipal.*1 = *kI*1 ∙*IN*1 = 7,5∙*IN*1 = 7,5∙41,32 = 309,9 A.

2.1.4. Drošinātāja kūstošā ieliktņa nominālā strāva



2.1.5. Izvēlas NH-gl tipa drošinātāju ar kustoša ieliktņa nominālo strāvu *IN.iel*.1 = 125 A (sk. P.3.4. tab.) vai NH-aM tipa drošinātāju ar kustoša ieliktņa nominālo strāvu *IN.iel.*1 = 63 A.

Izvēlamies drošinātāja HRC kūstošo ieliktni, kura nominālā strāva ir 40 A (P.3.5. tab.). Elektriskajās shēmās drošinātājus pieņemts apzīmēt šādi: , kur 3 — fāzu skaits; OFAF – drošinātāja tips, 00 – gabarīts, H – gG tipa drošinātājs, 125 – drošinātāja nominālā strāva (A), 50 A — kūstošā ieliktņa nominālā strāva. aM tipa drošinātājs .

2.1.6. Pārbauda, vai izvēlētais drošinātājs nodrošina reālu dzinēja palaides laiku (*tpal* = 4-10 s). No drošinātāju HRC NH-gl *tno* = 200 s (P.3.2. attēls). Dzinēja palaides laikam jābūt mazākam par 4 s, kas atbilst reālām iespējām *tpal.*1 < *tno.*1.

2.2. Otrais elektrodzinējs

2. 2.1. Nominālā strāva: 

2.2.2. Aprēķina elektrodzinēja darba strāvu *Id*2 = *Kn*2*∙IN*2.

Elektrodzinēja *M*2 darba strāva *IM*2*d* = 0,9∙6,32 = 5,69 A.

2.2.3. Palaides strāva *Ipal.*2 = *kI*2 ∙*IN*2 = 6∙*IN*2 = 6∙6,32 = 37,92 A

2.2.4. Drošinātāja kūstošā ieliktņa nominālā strāva



2.2.5. Izvēlas NH-gl tipa drošinātāju ar kustoša ieliktņa nominālo strāvu *IN.iel*.2 = 16 A (sk. P.3.4. tab.) vai NH-aM tipa drošinātāju ar kustoša ieliktņa nominālo strāvu *IN.iel.*2 = 10 A.

Izvēlamies drošinātāja HRC kūstošo ieliktni, kura nominālā strāva ir 16 A (P.3.5. tab.). Elektriskajās shēmās drošinātājus pieņemts apzīmēt šādi: , kur 3 — fāzu skaits; OFAF – drošinātāja tips, 000 – gabarīts, H – gG tipa drošinātājs, 16 – drošinātāja nominālā strāva (A), 16 A — kūstošā ieliktņa nominālā strāva. aM tipa drošinātājs .

2.2.6. Pārbauda, vai izvēlētais drošinātājs nodrošina reālu dzinēja palaides laiku (*tpal* = 4-10 s). No drošinātāju HRC NH-gl *tno* = 50 s (P.3.3. attēls). Dzinēja palaides laikam jābūt mazākam par 4 s, kas atbilst reālām iespējām *tpal.*2 < *tno.*2.

2.3. Trešais elektrodzinējs

2. 3.1. Nominālā strāva: 

2.3.2. Aprēķina katra elektrodzinēja darba strāvu *Id*3 = *Kn*3*∙IN*3.

Elektrodzinēja *M*3 darba strāva *IM*3*d* = 0,85∙10,56 = 8,98 A.

2.3.3. Palaides strāva *Ipal.*3 = *kI*3 ∙*IN*3 = 6,5∙*IN*3 = 6,5∙10,56 = 68,64 A

2.3.4. Drošinātāja kūstošā ieliktņa nominālā strāva



2.3.5. Izvēlas NH-gl tipa drošinātāju ar kustoša ieliktņa nominālo strāvu *IN.iel*.3 = 25 A (sk. P.3.4. tab.) vai NH-aM tipa drošinātāju ar kustoša ieliktņa nominālo strāvu *IN.iel.*3 = 10 A.

Izvēlamies drošinātāja HRC kūstošo ieliktni, kura nominālā strāva ir 25 A (P.3.5. tab.). Elektriskajās shēmās drošinātājus pieņemts apzīmēt šādi: , kur 3 — fāzu skaits; OFAF – drošinātāja tips, 000 – gabarīts, H – gG tipa drošinātājs, 25 – drošinātāja nominālā strāva (A), 25 A — kūstošā ieliktņa nominālā strāva. aM tipa drošinātājs .

2.3.6. Pārbauda, vai izvēlētais drošinātājs nodrošina reālu dzinēja palaides laiku (*tpal* = 4-10 s). No drošinātāju HRC NH-gl *tno.*3 = 20-30 s (P.3.3. attēls). Dzinēja palaides laikam jābūt mazākam par 4 s, kas atbilst reālām iespējām *tpal.*3 < *tno.*3.

2.4. Aprēķina galvenos (maģistrālajos) drošinātājus:

a) elektrodzinējam M1 ar lielāko pārstrāvu palaišanas brīdī jābūt spēkā šādai sakarībai:



b) pārbauda darba strāvu summu



Izvēlas galvenos drošinātājus  vai .

*tno.mag.* = 1000 s, ja palaišanas strāva 309,9 A.

Maģistrālā drošinātāja nominālo strāvu var aprēķināt arī pēc formulas:



2.5. Pārbauda drošinātāju selektivitāti

2.5.1. pēc nominālām strāvām



2.5.2. pēc aizsardzības darbības laiku



Pēc nostrādās laika selektivitāte ir nodrošināta visiem dzinējiem, bet pēc nominālajām strāvām pilnīgi nodrošināta 2. un 3. dzinējam, bet nav nodrošināta 1. dzinējam. Pirmajam dzinējam jāizveido atsevišķo aizsardzības līniju.

**1.4. AUTOMĀTSLĒDŽA DARBĪBAS PRINCIPS**

Lai izprastu automātslēdža darbības principu, apskata blokshēmu (1.7. att.). Iedarbes signāls Xied nonāk jutīgā mezglā JM (termoatkabnis, elektromagnē­tisks atkabnis, pusvadītāju atkabnis) un iedarbina brīvatkabes mehānismu BAM. BAM atbrīvo atslēdzošo atsperi jeb iedarbina atslēgšanas mezglu AM, kas pārtrauc elektrisko ķēdi, nostrādā izejas mezgls IM, t.i., pārtraucas darba kontakti. Brīvatkabes mehānismu var iedarbināt arī vadības signāls VS (ar roku nospiesta spiedpoga, tālvadības signāls caur elektromagnētu).

Automātslēdža funkcionāla shēma ar elektromagnētisko un siltuma atkabni parādīta 1.8. attēlā, bet tikai ar elektromagnētisko atkabni 1.9. attēlā. Viens no automāta pamatmezgliem ir vienpola, divpolu vai trīspolu slēdzis, kas apgādāts ar loka dzēšanas iekār­tām un atslēgšanas atsperēm. Slēdzis paredzēts darba un īsslēguma strāvu atslēgšanai.

|  |  |
| --- | --- |
|  | 1.7. att.Automatslēdža blokshēma |

|  |  |
| --- | --- |
| 1.8. att. Automāta ar temomagnētisko atkabni funkcionālā shēma: 1 — vadītāja cilpa elektrodinamiskajai kontaktu piespiešanai, 2 — loka dzēšanas kontakti, 3 — darba kontakti, 4 — lokans vads, 5 — bimetāla plāksnīte, 6 — papildpretestība, 7 — sildelements, 8 — elektro­magnētiskā pārstrāvas atslēdze, 9 — mazsprieguma atslēdze,  10 — neatkarīgā at­slēdze, 11 —belznis (sprūda mehānisms), 12 — ieslēgšanas rokturis, 13 — elektromagnē­tiskā piedziņa, 14, 15 — brīvatkabes «lūsto­šās» sviras,  16 — kus­tīgo kontaktu svira, 17 — atslēgšanas at­spere, 18 — loka dzē­šanas kamera | 1.9. att. Automātslēdža ar elektromagnētisko atkabni uzbūve: 1  -  lokdzēsēs kontakti;  2  -  spēka ķēdes (galvenie) kontakti;  3  -  kontaktu svira; 4  -  atspere; 5  -  brīvatkabes mehānisma sviras; 6  - atslēgšanas elektromagnēts; 7  -  rokturis; 8  -  ieslēgšanas elektromagnēts; 9  -  lokdzēsēs kameras režģi |

Automātu ieslēdzot, atslēgšanas atsperes tiek uz­vilktas. Slēdzi ieslēgtā un atsperes uzvilktā stāvoklī notur sprūds vai aizkrite, kuras aizkrišanu nodrošina sviru griežpāra šarnīrpunkta pāreja pāri līdzsvara stāvoklim līdz atdurei. Ja kontaktu spiediena spēks samazinās, slēdzis atsperu ietekmē ātri atslēdzas. Atslēgšanai vajadzīgs ne­liels spēks, ko var attīstīt elektromagnētisko vai termisko releju enkuri. Šādus tiešās darbības relejus, kurus iebūvē automātos, sauc paratslēdzēm. Automāta ieslēgšana ir saistīta ar atslēgšanas at­speru saspriegšanu, un tāpēc ieslēgšanai vajadzīgs lielāks spēks nekā atslēgšanai. Lai automatizētu ieslēgšanu, nepieciešama pie­dziņa ar papildu enerģijas avotu. Tādu piedziņu uzstāda lieliem automātiem, kuru ieslēgšanai vajadzīgs ievērojams spēks, un to pa­rasti izveido ar universālo kolektordzinēju vai ar elek­tromagnētu.

Vispārīgā gadījumā ar automātiem var veikt šādas komutācijas operācijas: operatīvo ieslēgšanu un atslēgšanu, avārijas atslēgšanu ar atslēdzi un automātisko ieslēgšanu ar elektrisko piedziņu. Savu­kārt operatīvo ieslēgšanu un atslēgšanu var veikt ar manuālās va­dības mehānismiem vai distancvadības automātiku. Atkarībā no auto­māta lieluma manuālai vadībai izmanto divus pogslēdžus, mēlītes vai roktura tipa sviras.

Ar brīvatkabes mehānismu ieslēdz kontaktus, notur tos ieslēgta stāvoklī līdz brīdim, kad saņem atslēgšanas signālu. Tad tas atbrīvo atslēdzošo atsperi (vai iedarbina citu atslēgšanas mehānismu) un kontakti atslēdzas.

**1.5. AUTOMĀTSLĒDŽU IZVĒLE**

Zemsprieguma elektrisko tīklu aizsardzībai no īsslēguma un pārslodzes uzstāda automātslēdžus ar elektro­magnētisko atkabni, kas nostrādā bez laika ieturējuma, kā arī automātslēdžus ar termoatkabni vai automātslēdžus, kuriem ir termoatkabnis un elektromagnētiskais atkabnis, tātad automātslēdžus ar kombinēto atkabni. Termoatkabnim ir laika ieturē­jums, un tas ir apgriezti proporcionāls caur termoatkabni plūstošās strāvas stipru­mam. Izgatavo automātslēdžus ar regulējamu atkabni un neregulējamu atkabni. Vadiem un kabeļiem uzrāda ilgstoši pieļaujamo strāvu *Ip*. Automātslēdžu termoatkabņa un elektromagnētiskā atkabņa iestatījumu strāvas jāizvēlas atkarībā no vadu un kabeļu pieļaujamām strāvām un īsslēguma strāvām *Ik* (sk. 1.5. tab.).

Automātslēdžus izvēlas atbilstoši uzstādīšanas vietai shēmā, saskaņojot to ar lietotāja parametriem (1.10. att.).

|  |  |
| --- | --- |
|  | 1.10. att. Elektriskā tīkla aizsardzība ar automātslēdžiem: 1 – aplēses (aprēķina jeb maksimālā) strāva; 2 - dzinēja palaišanas strāva; 3 – kabeļa laikstrāvas raksturlīkne I2t; 4 – automātslēdža laikstrāvas raksturlīkne. |

1. Automātslēdža nominālam spriegumam *Ue* jābūt lielākam vai vienādam ar elektroiekārtas nominālo spriegumu *UN*, kuras komutācijai un aizsardzībai automātslēdzis uzstādīts:

*Ue ≥ UN*. (1.12)

2. Automātslēdžu nominālai strāvai *In* jābūt vienādai vai lielākai par elektroiekārtas nominālo strāvu *In*, kuras komutācijai un aizsardzībai automātslēdzis uzstādīts;

*In ≥ IN* . (1.13)

Automātslēdžiem ar neregulējamo atkabni *In = Ir*.

3. Automātslēdža termoatkabņa iestatījuma strāvai *Ir* jābūt vienādai vai lielākai par elektroiekārtas aplēses (maksimālo) strāvu *Ia*, ievērojot drošības koeficientu *kdr.*, kuru nosaka katram automātslēdzim pēc tā termoatslēdzes laikstrāvas raksturlīknes:

*Ir ≥ kdr.∙Ia*, (1.14)

bet mazāks par maksimāli pieļaujamo strāvu *Ip* tīklā, t.i.

*Ia ≤ In ≤ Ip*, (1.15)

kas atbilst *a* diapazonam 1.11. attēlā.

Parasti pieņem, ka *kdr* = 1,05-1,1.

4. Automātslēdža standartizētai iestatījuma strāvai I2 jābūt vienādai vai mazākai nekā 1,45*Ip*, kas atbilst diapazonam *b* 1.11. attēlā. Iestatījuma strāva I2 ievēro neprecizitātes termoatkabņa izgatavošanas laikā. Parasti I2 par 10-40 % lielāka par *Ir* vai *In*. Iestatījuma I2 atslēgšanas laiks var būt 1 h vai 2 h atkarība no plūstošas strāvas vērtības, tātad

*In* ≤ 1,45 *Ip*. (1.16)

5. Automātslēdža elektromagnētiskā atkabņa nominālai strāvai *Im* jābūt lielākai vai vienādai ar maksimāli īslaicīgi pieļaujamo strāvu *Ik*(3), ievērojot drošuma koeficientu *kdr.m*.

*Im ≥ kdr.m·Ik*(3), (1.17)

kur *kdr.m* = 1,25 — drošuma koeficients.

Precīzāk drošuma koeficientu nosaka no raksturlīknēm. Piemēram, automātam A 3100 viņš sastāda *kdr.m* = 1,5.

|  |
| --- |
|  |

1.11. att. Automātslēdža raksturlielumu noteikšana atkarība no elektriskā tīkla strāvas vērtībām.

6. Palaižot īsslēgto asinhrono elektrodzinēju, pa­laišanas brīdī strāva *Ipal* ir 5...7 reizes lielāka par nominālo strāvu. Automātslēdža elektromagnētiskais atkabnis nedrīkst atslēgties elektrodzinēja palaides brīdī, tātad jāizvēlas, lai

*Im* > 1,25 *Ipa*l, (1.18)

kur *Ipal* – elektrodzinēja palaišana strāva.

7. Dzinēja aizsardzībai automātu termoatslēdzes iestatījuma strāvu izvēlas pēc šāda noteikuma:

*Ir ≥ kdrIMd*, (1.19)

kur *Ir* — termoelementa iestatījuma strāva;

*kdr* – drošuma koeficients (*kdr* = 1,05-1,1);

*IMd* - elektrodzinēja darba strāva (*IMd* = *Kn·IN*, kur *Kn* – dzinēja noslodzes koeficients, *IN* – dzinēja nominālā strāva). Ja noslodzes koeficients nav zināms, tad dzinēja darba strāvu pieņem vienādu ar dzinēja nominālo strāvu *IMd* = *IN*.

8. Automātslēdža maksimālai atslēgtspējai (atslēgšanās robežstrāvai) *Isc* jābūt vienādai vai lielākai ar trīsfāžu īsslēguma strāvu *Ik*(3)

*Isc* ≥ *Ik*(3), (1.20)

ja īsslēgums ir automātslēdža uzstādīšanas vietā. Tam atbilst diapazons *c* (1.11. att.).

*Ik*(3) – trīsfāžu īsslēguma strāva, *Isc* – nominālā atslēgtspēja (atslēgšanas nominālā strāva).

9. Jāpārbauda, vai vienfāzes īsslēguma strāva ir pietiekami liela un elektromagnētiskais atkabnis atslēgsies vienfāzes īsslēguma gadījumā

*Ik*(1) > *Im*. (1.21)

10. Automātslēdzim jāatslēdz trīsfāzu īsslēguma strāvu elektriskā tīklā laika *tc* izejot no vada vai kabeļa termiskās izturības, kur  ja *tc* < 5 s.

Automatslēdža raksturlīknes salīdzinājums ar vadu termiskās izturības raksturlīknei parāda ka šis noteikums izpildīts, ja *Ik*(1) > *Im* (1.12. att.).

11. Vairākiem elektrodzinējiem (*n* = 2…5) ar īsslēgtu rotoru var uzstādīt maģistrālo (galveno) automātu, bet tikai ar elektromagnētisko atkabni, kura nominālo iestatījuma strāvu izvēlas pēc nosacījuma

 (1.22)

kur - vienlaicīgi darbojošos elektrodzinēju nominālas darba strāvas summa, A;

 - starpība starp palaišanas un nominālo strāvu elektrodzinējam, kuram šo strāvu vērtība ir vislielākās, A.

Ja vienlaicīgi palaiž vairākus dzinējus, tad palaišana strāva vienāda ar to summu.

|  |  |
| --- | --- |
|  | 1.12. att. Vadu aizsardzība ar automātslēdžiem |

12. Ja elektrodzinēju skaits *n* > 5 vai automāts aizsarga sajaukto ar dažāda rakstura patērētājus

 (1.23)

kur  - vislielākā palaišanas strāva starp dzinējiem;

*Imax* – vislielākā aplēses (aprēķina) stāva līnijā ar pārējiem elektropātērētājiem (30 min laikā);

*KI* – izmantošanas koeficients mehānismam, kas izmanto dzinēju ar vislielāko palaišanas strāvu;

 – nomināla darba strāva dzinējam ar vislielāko palaišanas strāvu

No pārslodzes jāaizsargā vadi vai kabeļi ar degošu ārējo apvalku vai izolāciju, ja tie novietoti atklāti, kā arī vadi un kabeļi apgaismošanas tīklos tirdzniecības telpās, rūpniecības uzņēmumu administratīvās un sadzīves telpās (ieskaitot gludekļu, šujmašīnu, elektrisko plītiņu, ledusskapju, pārnesamo elektroenerģijas lietotāju pie­slēgšanai paredzētos elektriskos tīklus), dzīvojamās un sabiedriskās ēkās.

Spēka tīklos uzstādīto iekārtu vadi un kabeļi jāaizsargā no pārslodzes, ja tie uzstādīti rūpniecības uzņēmumos, dzīvojamās un sabiedriskās ēkās, tirdzniecības telpās, tikai tādos gadījumos, ja ir tāds tehnoloģiskais process vai darba režīms, kad var rasties ilgstoša vadu pārslodze.

Ja vadi un kabeļi uzstādīti apgaismošanas, sekundāro ķēžu elektriskos tīklos V-l, V-1a, V-2, V-2a klases sprādziennedrošās zonās, tie jāaizsargā no īsslēguma un pārslodzes, bet V-1b, V-1g klases sprādziennedrošās zonās vadu un kabeļu aizsar­dzība jāizveido tāpat kā sprādziennedrošās elektroietaisēs.

**1.6. AUTOMĀTSLĒDŽA IZVĒLES PIEMĒRS.**

**1.3. piemērs**. Izvēlēties automātslēdzi asinhronā elektrodzinēja ar īsslēgtu rotoru komutācijai un aizsardzībai. Elektrodzinēja nominālā jauda *PN* = 4 kW, nominālais spriegums *UN* = 380 V, nominālā strāva *IN* = 8,62 A, palaides strāva 6 reizes lielāka par elektro­dzinēja nominālo strāvu *I* = 6∙*IN* = 51,7 A. Elektrodzinēja uzstādīšanas vietā maksi­mālā īsslēguma strāva *Ik max* = 400 A.

1. Izvēlamies automātslēdzi MMS 32 S 10A (P.3.10. tab.). Tehniskie dati:

* termoatkabņa regulēšanas strāva *Ir.* = 6-10 A,
* elektromagnētiskā atkabņa nostrādes strāva *Im* = 13∙*Ir* = 76-130 A,
* atslēdzamās īsslēguma strāvas robežvērtība *Icu* = 50 kA.

2. Automātslēdža nominālais spriegums *Ue* = 400 V, tātad lielāks par tīkla spriegumu automātslēdža uzstādīšanas vietā

*Ue.* = 400 V > *UN* = 380 V.

3. Automātslēdža termoatkabņa nominālo strāvu izvēlas, ievērojot nosacījumu, ka termoatkabņa nominālā strāva *Ir* 1,1 reizi lielāka par elektrodzinēja nominālo strāvu, lai īslaicīgas pārslodzes gadījumā automātslēdzis neatslēgtos

*Ir* = 1,1∙*IN.dz.* = 1,1∙8,62 = 9,48 A.

Izvēlamies termoatkabņa iestatījuma strāvu *Ir* = 10 A.

4. Automātslēdža elektromagnētiskā atkabņa nominālā strāva

*Im* = 130 A > *Ip* = 51,7 A.

5. Atslēdzamās īsslēguma strāvas robežvērtība automātslēdzim *Icu* = 20 kA ievērojami lielāka par maksimālo īsslēguma strāvu *Ik max* = 400 A

*Icu* = 50 kA > *Ik max* = 400A

6. Pēc laikstrāvas raksturlīknes P.3.4. attēlā pārbauda pieļaujamo dzinēja palaides laiku. Pie *Ip* = 6∙*IN* automātslēdzis atslēdzas vidēji pēc *tno* = 8 s, tātad pieļaujamais palaides laiks *tp* = 4 s, kas nodrošina slogota dzinēja palaišanu.

**1.4. piemērs.** Izvēlēties automātslēdžus mehānisko darbnīcu trīsfāžu četrvadu maiņstrāvas tīkla 380/220 V aizsardzībai, ja tam pieslēgti trīs elektrodzinēji :

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Elektroenerģijas patērētāja nosaukums un tips** | **Jauda, kW** | **Jaudas koeficients, cos *φN*** | **Lietderības koeficients, *ηN*** | ***kI = Ipal/IN*** | **Noslodzes**  **koeficients, *Kn*** |
| Elektrodzinēji |  |  |  |  |  |
| M1 - RAM180M2 | 22 | 0,89 | 0,91 | 7,5 | 0,80 |
| M2 - RAM100L2 | 3 | 0,87 | 0,83 | 6 | 0,90 |
| M3 - RAM132SA2 | 5,5 | 0,89 | 0,89 | 6,5 | 0,85 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Atrisinājums  1. Sastāda tīkla aprēķina shēmu 1.13. att.  2. Izvēlas automātslēdžus elektrodzinēju aizsardzībai pret īsslēguma un pārslodzi.  2.1. Pirmais elektrodzinējs  2. 1.1. Nominālā strāva: |  | 1.13. att. |

2.1.2. Aprēķina katra elektrodzinēja darba strāvu *Id* = *Kn∙IN*.

Elektrodzinēja *M*1 darba strāva *IM*1*d* = *Kn*1·*IN*1 = 0,8∙41,32 = 33,06 A.

2.1.3. Palaides strāva *Ipal.*1 = *kI*1 ∙*IN*1 = 7,5∙*IN*1 = 7,5∙41,32 = 309,9 A.

2.1.4. Automātu termoatslēdzes iestatījuma strāvu izvēlas pēc šāda noteikuma:

*Ir ≥ I Md*.

kur *Ir* — termoelementa iestatījuma strāva; *IMd* -elektrodzinēja darba strāva.

Automātslēdža termoatkabņa iestatījuma strāvu izvēlas, ievērojot nosacījumu, ka termoatkabņa nominālā strāva *Ir* 1,1 reizi lielāka par elektrodzinēja darba strāvu, lai īslaicīgas pārslodzes gadījumā automātslēdzis neatslēgtos

*Ir*1= 1,1∙ *IM*1*d* = 1,1∙33,06 = 36,37 A.

Izvēlas termoatkabņa iestatījuma strāvu *Ir*1 = 37 A.

2.1.5. Automātisko slēdžu elektromagnētiskās atslēdzes momentānās iedarbes strāvai *Im* jābūt vienādai vai lielākai par iekārtas īslaicīgo maksimālo strāvu *Ik*:

*Im* ≥ l,25∙*Ik*.

Asinhronā elektrodzinēja palaišanas brīdī palaišanas strāva varam pieņemt par īsslēguma strāvu *Ipal = Ik*. Tātad

*Im*1 = 1,25·*Ipal*1 = 1,25·309,9 = 387,4 A

2.1.6. Pirmā elektrodzinēja aizsardzībai izvēlas automātslēdzi 3RV11 Klase 10 uz 40A (P.2.11. tab.). Automātslēdža 3RV11 Klase 10 tehniskie dati:

* termoatkabņa regulēšanas strāva *Ir* = 28-40 A,
* elektromagnētiskā atkabņa nostrādes strāva *Im* = 520 A,
* atslēdzamās īsslēguma strāvas robežvērtība *Icu* = 100 kA.

2.1.7. Automātslēdža nominālais spriegums *Ue* = 400 V, tātad lielāks par tīkla spriegumu automātslēdža uzstādīšanas vietā

*Ue*. = 400 V > *UN.t* = 380 V.

2.1.8. Pēc laikstrāvas raksturlīknes P.2.5. attēlā pārbauda pieļaujamo dzinēja palaides laiku. Pie *Ipal*1 = 7,5∙*IN*1 automātslēdzis atslēdzas vidēji pēc *tno* = 15 s, tātad pieļaujamais palaides laiks *tpal* = 4-6 s, kas nodrošina slogota dzinēja palaišanu.

2.2. Otrais elektrodzinējs

2. 2.1. Nominālā strāva: 

2.2.2. Aprēķina elektrodzinēja *M*2 darba strāvu *IM*2*d* = *Kn*2*∙IN*2 *=* 0,9∙6,32 = 5,69 A.

2.2.3. Palaides strāva *Ipal.*2 = *kI*2 ∙*IN*2 = 6∙*IN*2 = 6∙6,32 = 37,92 A

2.2.4. Automātslēdža termoatkabņa iestatījuma strāvu izvēlas, ievērojot nosacījumu, ka termoatkabņa nominālā strāva *Ir* 1,1 reizi lielāka par elektrodzinēja darba strāvu, lai īslaicīgas pārslodzes gadījumā automātslēdzis neatslēgtos

*Ir* = 1,1∙ *IM*2*d* = 1,1∙5,69 = 6,26 A.

Izvēlas termoatkabņa iestatījuma strāvu *Ir*2 = 7 A.

2.2.5. Automātisko slēdžu elektromagnētiskās atslēdzes momentānās iedarbes strāvu *Im*

*Im*2 = 1,25·*Ipal*2 = 1,25·37,92 = 47,4 A

2.2.6. Otrā elektrodzinēja aizsardzībai izvēlamies automātslēdzi MMS 32 S 10A (P.3.10. tab.). Automātslēdža MMS 32 S 10A tehniskie dati:

* termoatkabņa regulēšanas strāva *Ir*. = 6-10 A,
* elektromagnētiskā atkabņa nostrādes strāva *Im* = 13∙*Ir* = 112,1 A,
* atslēdzamās īsslēguma strāvas robežvērtība *Icu* = 50 kA.

2.2.7. Automātslēdža nominālais spriegums *Ue* = 400 V, tātad lielāks par tīkla spriegumu automātslēdža uzstādīšanas vietā

*Ue* = 400 V > *UN.t* = 380 V.

2.2.8. Pēc laikstrāvas raksturlīknes P.3.4. attēlā pārbauda pieļaujamo dzinēja palaides laiku. Pie *Ipal*2 = 6∙*IN*2 automātslēdzis atslēdzas vidēji pēc *tno* = 8 s, tātad pieļaujamais palaides laiks *tpal* = 4-6 s, kas nodrošina slogota dzinēja palaišanu.

2.3. Trešais elektrodzinējs

2. 3.1. Nominālā strāva: 

2.3.2. Aprēķina elektrodzinēja *M*3 darba strāvu *IM*3*d* = *Kn*3*∙IN*3 *=* 0,85∙10,56 = 8,98 A.

2.3.3. Palaides strāva *Ipal*3 = *kI*3 ∙*IN*3 = 6,5∙*IN*3 = 6,5∙10,56 = 68,64 A

2.3.4. Automātslēdža termoatkabņa iestatījuma strāvu izvēlas, ievērojot nosacījumu, ka termoatkabņa nominālā strāva *Ir* 1,1 reizi lielāka par elektrodzinēja darba strāvu, lai īslaicīgas pārslodzes gadījumā automātslēdzis neatslēgtos

*Ir*3= 1,1∙ *IM*3*d* = 1,1∙8,98 = 9,88 A.

Izvēlas termoatkabņa iestatījuma strāvu *Ir*3 = 10 A.

2.3.5. Automātisko slēdžu elektromagnētiskās atslēdzes momentānās iedarbes strāvu *Im*

*Im*3 = 1,25·*Ipal*3 = 1,25·68,64 = 85,8 A

2.3.6. Trešā elektrodzinēja aizsardzībai izvēlamies automātslēdzi MMS 32 S 13A (P.3.10. tab.). Tehniskie dati:

* termoatkabņa regulēšanas strāva *Ir*. = 9-13 A,
* elektromagnētiskā atkabņa nostrādes strāva *Im* = 13∙*Ir* = 112,1 A,
* atslēdzamās īsslēguma strāvas robežvērtība *Icu* = 50 kA.

vai automātslēdzi 3RV 10 uz nominālo strāvu 12,5 A. Automātslēdža 3RV 10 tehniskie dati:

* termoatkabņa regulēšanas strāva *Ir*. = 9-12,5 A,
* elektromagnētiskā atkabņa nostrādes strāva *Im* = 163 A,
* atslēdzamās īsslēguma strāvas robežvērtība *Icu* = 100 kA.

2.3.7. Automātslēdža MMS 32 S un 3RV 10 nominālais spriegums *Ue* = 400 V, tātad lielāks par tīkla spriegumu automātslēdža uzstādīšanas vietā

*Ue* = 400 V > *UN.t* = 380 V.

2.3.8. Pēc laikstrāvas raksturlīknes P.3.4. un P.3.5. attēlā pārbauda pieļaujamo dzinēja palaides laiku. Pie *Ipal*3 = 6,5∙*IN*3 automātslēdzis atslēdzas pēc *tno* = 8 s, tātad pieļaujamais palaides laiks *tpal* = 4-6 s, kas nodrošina slogota dzinēja palaišanu.

2.4. Galvenais (maģistrālais) automātslēdzis:

2.4.1. Maksimālā darba strāva tīklā

*Id*4 = *IM*1*d + IM*2*d + IM*3*d =* 33,06 + 5,69 + 8,98 = 47,73 A.

2.4.2. Maģistrālā automāta elektromagnētiskā atkabņa nostrādes strāvu var aprēķināt pēc formulas:



2.4.3. Automātslēdža termoatkabņa nominālo strāvu izvēlas, ievērojot nosacījumu, ka termoatkabņa nominālā strāva *Ir* 1,1 reizi lielāka par elektrodzinēja darba strāvu, lai īslaicīgas pārslodzes gadījumā automātslēdzis neatslēgtos

*Ir*4= 1,1∙ *Id*4 = 1,1∙47,73 = 52,5 A.

Izvēlas termoatkabņa iestatījuma strāvu *Ir*4 = 53 A.

2.4.5. Par maģistrālo automātu izvēlas spēka automātslēdzi 3RV11 Klase 10 uz nominālo strāvu 63 A, termoatkabņa regulēšanas strāva *Ir*. = 45-63 A, elektromagnētiskā atkabņa nostrādes strāva *Im*4 = 819 A, atslēdzamās īsslēguma strāvas robežvērtība *Icu*4 = 100 kA.

2.5. Automātslēdžu selektīvas darbības pārbaude.

2.5.1. Selektīva aizsardzība no pārslodzēm

  

Selektīva aizsardzība tiek nodrošināta 2. un 3. dzinējam un daļēji 1. dzinējam.

2.5.2. Selektīva aizsardzība pret īsslēguma strāvām

 *Icu*1 = 100 kA > *Im*4 = 819 A; 

*Icu*2 = 50 kA > *Im*4 = 819 A;  *Icu*3 = 50 kA > *Im*4 = 819 A;

Selektīva aizsardzība pret īsslēguma strāvām tikai daļēja.

**1.7. SVIRSLĒDŽU UN PAKETSLĒDŽU IZVĒLE**

Svirslēdžus izvēlas, ievērojot šādus nosacījumus.

1. Svirslēdža nominālam spriegumam *UN* jābūt vienādam vai lielākam par tīkla nominālo spriegumu *UN.t.*, kurā svirslēdzis uzstādīts

*UN > UN.t..* (1.24)

2. Svirslēdža nominālai strāvai *IN* jābūt vienādai vai lielākai par aprēķina strāvu *Iapr*

*IN ≥ Iapr*, (1.25)

kur *Iapr* — aizsargājamā objekta nominālā strāva.

Vienfāzes maiņstrāvas ķēdēs divpolīgs svirslēdzis dzēš elektrisko loku, tāpēc var atslēgt elektrisko ķēdi, ja spriegums nav lielāks par 380 V, bet vienpolīgs svir­slēdzis droši dzēš elektrisko loku, ja spriegums nav lielāks par 220 V.

Ja svirslēdzim ir centrālais rokturis, elektriskais loks var iedarboties uz apkal­pes personāla roku atslēgšanas brīdī, tāpēc ar šādu svirslēdzi drīkst atslēgt elek­trisko ķēdi, ja tajā neplūst strāva.

Ja svirslēdzim atslēgšanas rokturis ir sānos vai izveidota sviras piedziņa un tas ir uzstādīts līdzstrāvas ķēdē, kuras nominālais spriegums ir 220 V, ar to var atslēgt strāvu, ne lielāku par 0,2∙*IN*. Ja svirslēdzis ir uzstādīts maiņstrāvas ķēdē, kuras no­minālais spriegums ir 380 V, ar to var atslēgt strāvu ne lielāku par 0,3∙*IN*.

Līdzstrāvas 440 V ķēdes un 500 V vai 660 V maiņstrāvas ķēdēs ar svirslēdzi var pārtraukt elektrisko ķēdi, ja slodze atslēgta ar elektrisko aparātu, kas paredzēts slodzes atslēgšanai.

Ja svirslēdzim uzstādīta lokdzēses kamera, ar svirslēdzi var atslēgt līdzstrāvas ķēdi ar 440 V vai maiņstrāvas ķēdi līdz 500 V, ja strāva nepārsniedz 0,5·*IN*. Ar svir­slēdzi var atslēgt 220 V līdzstrāvas ķēdes un 380 V maiņstrāvas ķēdes, ja svirslēdzim ir lokdzēses kamera un strāva ķēdē nepārsniedz *IN* (1.3. tab.).

Ja *U* = 380 V un cos *φ* = 0,8 , ar svirslēdzi var atslēgt nominālo strāvu *IN* , bet, ja cos *φ* = 0,4, var atslēgt strāvu ne lielāku par 0,5·*IN*.

3. Svirslēdža normētai caurplūdes strāvas momentānai vērtībai *idyn* jābūt lielākai vai vienādai ar triecienstrāvu īsslēguma vietā (pārbaudi izdara, ja *IN* > 100A).

*idyn. ≥ iu,* (1.26)

kur *idyn* = 2,55∙*Idyn*; *Idyn* — normēta pieļaujamās periodiskās caurplūdes strāvas efektīvā vērtība (dod izgatavotājrūpnīca).

4. Pārbaudi pēc termiskās izturības izdara, ja *IN* >100 A, pārbaudot vai

*I2th∙tth = Bk,* (1.27)

kur *I*2*th*∙*tth* — izgatavotājrūpnīcas garantētais siltuma impulss, ko svirslēdzis spēj izturēt;

*Bk* — siltuma impulss, kas aprēķināts svirslēdža uzstādīšanas vietā.

1.3. tabula

**Svirslēdžu atslēgšanas strāvas**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Līdzstrāva, aktīva slodze, T = 0,0025 s** | | | | **Maiņstrāva, mazinduktīva slodze, cos *φ* = 0,8** | | | |
| ***UN* =220V** | | ***UN* = 400V** | | ***UN* = 380V** | | ***UN* = 500V** | |
| Bez  lokdzēses kameras | Ar  lokdzēses  kameru | Bez  lokdzēses kameras | Ar  lokdzēses kameru | Bez  lokdzēses  kameras | Ar  lokdzēses kameru | Bez  lokdzēses kameras | Ar  lokdzēses kameru |
| 0,2·*IN* | *IN* | *Iatsl.* =0 | 0,5·*IN* | 0,*3·IN* | *IN* | *Iatsl.* = 0 | 0,5·*IN* |

Paketslēdžus izvēlas, ievērojot tīkla nominālo spriegumu un strāvu paketslēdža uzstādīšanas vietā

*UN* ≥ *UtN*; (1.28)

*IN ≥ Iapr.*, (1.29)

kā arī tā komutācijas spēju. Paket­slēdžu komutācijas spēju raksturo iespēja pie *UN* un cos*φ* = =0,35 ± 0,5 (maiņstrāvai) un *T* = 0,01 s (līdzstrāvai) 50 reizes ieslēgt strāvu *Iiesl* = 7*IN* un 5 reizes atslēgt strāvu *Iatsl* = 3*IN*. Resurss pie *UN* un *IN* atkarīgs no cos*φ* vai *T* un paketslēdža gabarīta (sk. 1.4. tab.).

1.4. tabula

**Paketslēdžu resurss**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Shēmas parametri** | **Gabarīts *IN*, A** | **Resurss** |
| cos *φ* = 0,8  T = 0,0025s | 1; 3  5  6; 8; 9 | 15000  10000  5000 |
| cos *φ* = 0,3  T = 0,01s | 1;3  5  6; 8; 9 | 7500  5000  2500 |

**1.8. RELEJU IZVĒLE.**

Firmu katalogos uzrādīti šādi dati:

1. releja šifrs;
2. ekspluatācijas noteikumi — apkārtējās vides temperatūras, maksimālais augstums virs jūras līmeņa, uzstādīšanas stāvoklis, stiprinājuma veids, atbilstība normām un standartiem;
3. kontaktu skaits un funkcijas, nominālais izolācijas spriegums, nominālā strāva;
4. darbinātāja elektromagnēta ķēdes parametri — spoļu nominālais spriegums, nostrādes un atgriezes sprieguma vai strāvas vērtības, spoļu jauda;
5. dinamiskie parametri: nostrādes un atgriezes laiki;
6. garantētais ciklu skaits (resurss — mehāniskais un elektriskais);
7. maksimālais komutāciju skaits stundā;
8. gabarīti, svars;
9. aizsardzība pret apkārtējās vides iedarbību — IP.

Releja izvēle pamatojas uz konkrēta objekta vadībai nepieciešamo funkciju veik­šanu un parametru un apstākļu salīdzināšanu ar katalogos doto releju atbilstošajiem datiem. Izvēlētā releja parametriem jāatbilst objekta prasībām vai arī neatbilstības gadījumā tam ir jābūt nedaudz lielākam. Jāņem vērā, ka pārāk liela parametru re­zerve gan nodrošina garāku kalpošanas laiku un lielāku resursu, bet palielina apa­rāta gabarītus un cenu.

Strāvas un sprieguma relejiem jābūt spēkā nevienībām

*INR ≥ INV*, (1.30)

*UNR ≥ UNV*, (1.31)

kur INV, UNV — vadības ķēdes nominālā strāva un spriegums; INR, UNR — releja spoles nominālā strāva un spriegums.

*INK ≥ INS*, (1.32)

*UNK ≥ UNS*, (1.33)

kur *INK*, *UNK* — releja kontaktu nominālā strāva un spriegums;

*INS*, *UNS* — komutējamā slodzes ķēdes nominālā strāva un spriegums.

Ar vienu releju komutējamo ķēžu skaitam jāatbilst releja kontaktu skaitam (at­tiecīgi ieslēdzošie un izslēdzošie kontakti).

Laika relejiem jāsaskaņo arī nostrādes laiks ar nepieciešamo aizturi.

Termorelejiem ļoti svarīga ir pareiza nominālās strāvas saskaņošana. Lielākajai daļai termoreleju nominālo strāvu var regulēt robežās (0,75 -1,25)∙*INB*, kur *INB* — bimetāla plāksnītes vai sildelementa nominālā strāva, kurai ilgstoši plūstot relejs nenostrādā. Izvēloties termoreleju kāda patērētāja ar strāvu INP aizsardzībai, *INB = INP*. Ja izvēlas termoreleju elektrodzinēja aizsardzībai, kam ir liela palaides strāva, pēc laikstrāvas raksturlīknes (dota katalogā) jāpārbauda, vai relejs dotajos darba apstākļos neatslēgs palaides strāvu paredzētajā palaides laikā.

Tā kā termoreleja nostrādes strāva ir atkarīga no apkārtējās vides temperatūras Ө0, relejam bez temperatūras kompensācijas jāveic nominālās strāvas pārrēķins pēc formulas:

 (1.34)

kur δ — koeficients, kas ievēro apkārtējās vides temperatūras izmaiņu par kat­riem 100°C (dots katalogā);

*Ө*0 — nominālā apkārtējās vides temperatūra.

**1.5. Piemērs***.* Izvēlēties termoreleju elektrodzinēja aizsardzībai. Dzinēja dati: PN = 75 kW, UN = 380V, ηN = 93%, cos *φ* = 0,9, Ip/IN = 7*.*

**Atrisinājums**

Vispirms aprēķina dzinēja nominālo strāvu:

A

No tabulas P.3.14. izvēlas termoreleju GTH(K)-150 ar strāvas regulēšanas diapa­zonu 100-150A, kas saskaņots ar gG tipa kūstošo drošinātāju *IN iel* = 250 A vai no tabulas P.3.15. termoreleju 11RF180.200 ar strāvas regulēšanas diapa­zonu 120-200A, kas paredzēts elektrodzinēju ar jaudu 75-100 kW aizsardzībai un saskaņots ar kūstošo drošinātāju: ja ir ar aM tipa raksturlīkni, *IN iel* = 200 A; ja ir gG tipa raksturlīkne, *IN iel* = 315 A.

**1.9. MAGNĒTISKO PALAIDĒJU IZVĒLE**

Galvenā prasība pret magnētisko palaidēju izvēle ir komutējamo strāvu lielums. Pēc strāvas lieluma visi palaidēji var sadalīt šādas grupās:

magnētiskie palaidēji ar strāvu līdz 100 A, piemēram, ПМЛ uz strāvām 10-80 А vai ПМУ uz strāvām 9-95 А;

magnētiskie palaidēji ar strāvu līdz 400 А, piemēram, palaidēji Chint Group Co sērijas NC1 un NC3 uz strāvām 9-370 А;

magnētiskie palaidēji ar strāvu līdz 1000 А, piemēram, firmas Moeller palaidēji DIL sērijas uz strāvām 20-855 А;

magnētiskie palaidēji ar strāvu virs 1000 А, piemēram, firmas GE Power Controls palaidēji sērijas CL un CK uz strāvām 25-1250 А.

Lai pareizi izvēlēt magnētisko palaidēju jāzina sekojošos datus.

**1.6. piemērs.**

1. Vadāmā asinhrondzinēja nominālie parametri: PN, kW; UN, V; IN, A; cos φN, ηN, palaides strāvas attiecība Ipal/IN, slodzes koeficients β = Ifakt/In. Ja nav dota IN vērtība, to aprēķina šādi:



Faktiskā slodzes strāva: Ifakt = IN∙β, A.

1. Prognozējamais darba režīms, ciklu intensitāte, nepieciešamais resurss, dro­šums, izmaksu robeža.
2. Vadības shēma, kas nosaka vadības aparātu nomenklatūru, aparātu lietošanas kategoriju un novietojumu.

4. Dzinēja nomaiņas vai remonta problēmas un izmaksas (ar to saistīta aizsargaparātu izvēle).

**II. Izvēles nosacījumi.** Aizsardzības aparāti, kuru para­metri apmierina izejas datu prasības, jāizvēlas atbilstoši standartam EN 60-204-1, IEC 947-4-1 un koordinācijas tipam.

Koordinācija I tips – visvairāk izmantojams risinājums, optimālā vērtība, pirms palaišanas jāpārbauda palaidējus, nav nepieciešams paaugstināts iedarbes drošums. Īpatnības – palielināta aparātu dīkstāve, paaugstinātas prasībās tehniskajam personālām: remonts, apkalpe, ekspluatācija. Piemērs: kondicionēšanas sistēmās.

Koordinācija II tips – risinājums nodrošina iedarbes drošumu. Īpatnības – samazinātā aparātu dīkstāve, pareiza funkcionēšana. Piemērs: eskalators.

Pilnā koordinācija – aizsardzības un komutācijas aparātus var izvēlēties ar nelielu rezervi, kas savukārt noved pie izmaksas un gabarītu, kā arī resursa un drošuma pieauguma, turpretī aizsardzības aparātu parametriem jābūt precīzi saskaņotiem ar aizsargājamā objekta prasībām (sk. 1.14. att.). Tāpat jābūt izpildītam noteikumam, ka spēka ķēdē ieslēgtiem īsslēguma aizsardzības aparātiem jāpārtrauc īsslēgums, pirms sprieguma samazināšanās dēļ sāk atkrist palaidēja kontaktora darbinātāja elektromagnēta en­kurs, t.i.,

*tīssl. < tat.pal*,

kur *tat.pal*, — palaidēja atgriezes laiks, jo kontaktora galvenie kontakti nedrīkst atvērties īsslēguma procesa laikā tīssl.. Pilnās koordinācijas īpatnības – ātrā atgriešana darba stāvoklī, pareiza funkcionēšana, vienkāršotā apkalpe. Piemērs: ugunsdzēšanas sistēmās.

|  |
| --- |
|  |

1.14. 7.37. att. Aizsargaparātu raksturlīkņu novietojums

1 – termorelejs; 2 – drošinātājs; 3 – iedarbošanās drošums; 4 – automātslēdža termoatkabņa iedarbes slieksnis; 5 – termoreleja iedarbes slieksnis; 6 – automātslēdža garantētas iedarbes robežās; 7 – elektromagnētiskais atkabnis; In – nominālā strāva; Ic – pārslodzes strāva; Ir – zemā līmeņa īsslēguma strāva (10∙In ≤ Ir ≤ 50∙In); Iq – īsslēguma strāva (Iq > 50∙In)

**Zema līmeņa īsslēguma strāvas diapazons**

**Pārslodzes diapazons**

***III. Vadu, kabeļu izvēle.*** Magnētisko palaidēju un asinhrondzinēju savienojošo vadu vai kabeļu marku nosaka elektroiekārtu uzstādīšanas un lietošanas nosacījumi (atklāta vai slēgta, stacionāra vai daudzkārt pārvietojama iekārta, telpu kategorija u.c.), bet šķērsgrie­zumu — aizsargājošā kūstošā drošinātāja nominālā strāva vai automātslēdža iestatījuma strāva.

Vadības ķēdēs, kas satur kontaktoru un releju spoles, signālspuldzes, salāgojošos mazjaudas transformatorus u.c., paredzēta strāva līdz 10 A, tāpēc parasti jāiz­vēlas minimāli pieļaujamais savienojošo vadu šķērsgriezums no mehāniskās iztu­rības viedokļa.

**1.10. MAGNĒTISKĀ PALAIDĒJA IZVĒLES PIEMĒRS**

**1.7. piemērs.** Ventilatoru darbina asinhrondzinējs, kura nominālie dati: PN = 4 kW, UN = 350 V, ηN = 84%, cos φN = 0,84, kI = Ip / IN = 6, Kn = 0,8. Vadības shēma parādīta 1.15. attēlā. Vadības un aizsargaparāti novietoti pie ēkas ārējās sienas. Režīms S1, lietošanas kategorija AC3, vadības ķēdes spriegums 380 V.

Izvēle.

1. Variants: Magnētiskos palaidējus ar nepieciešamo kontaktoru skaitu, papildkontaktiem, mehāniskās bloķēšanas svirām, termorelejiem un kārbām komplektē izgatavotājfirma slēgtā vai atklātā izpildījumā.

|  |  |
| --- | --- |
| Aprēķina strāva    Darba strāva *Id* = Kn ∙*IN* = 0,8∙8,62 = 6,9 A.  Palaišanas strāva *Ip* = 6∙*IN* = 6 ∙8,62 = 51,72 A.  Salīdzinot dzinēja datus ar firmas „National Electric” kataloga datiem P.3.18. tabulā, tuvākais piemērotais ir palaidējs ar kontaktoru GMC-18 un spēka automātslēdzi MMS-32S 10А.  Automātslēdža MMS-32S 10А siltuma atkabņa iestatījuma strāvu Ir var regulēt diapazonā no 6 līdz 10 A, elektromagnētiskā atkabņa nominālā strāva Im = 13∙IN (INE = 78-130 A) ir lielāka par palaišanas strāvu Ip. Kontaktora GMC-18 strāva ir lielāka par aprēķina strāvu (18 A > 8,62 A). | 1.15. 7.5. att.Nereversīva magnētiskā palaidēja pieslēgumshēma asinhrondzinēja manuālai distancvadībai. Aizsardzība ar kūstošo drošinātāju un termoreleju. Poga SB1 — "STOP"; SB2 — "START" |

Pēc tam atbilstoši standarta IEC 947-4-1 prasībām var pārbaudīt vai nav vajadzīgi rezerves drošinātāji. Salīdzinot spēka automātslēdža MMS-32S datus ar IEC 947-4-1 prasībām (P. 3.19. tabula) varam redzēt kā mūsu gadījumā vēlams izmantot dzinēja aizsardzībai rezerves drošinātājus ar nominālo strāvu INdr = 80 A.

No firmas „Siemens” kataloga datiem P.3.20. tabulā, tuvākais piemērotais ir palaidējs 3RA11 20-1J\_26-0AP0 ar kontaktoru 3RT10 26-1AP008 un spēka automātslēdzi 3RV10 21-1JA10. Automātslēdža siltuma atkabņa iestatījuma strāva *Ir* = (7 – 10) A, elektromagnētiskā atkabņa nominālā strāva *Im* = 13∙IN .

No firmas „Schneider Electric” kataloga datiem P.3.21. tabulā var izvēlēt reversīvo palaidēju GV2-DP214 slēgtā vai atklātā izpildījuma. Kontaktors LC2-D09, spēka automātslēdzis GV2-P14. Automātslēdža siltuma atkabņa iestatījuma strāva *Ir* = (6 – 10) A, elektromagnētiskā atkabņa nominālā strāva *Im* = 13∙IN .

2. Variants: vadības un aizsargaparāti ievietoti slēgtā skapī (IP65) pie ēkas ār­sienas, tātad aparāti var būt atklāta izpildījuma (IP00), aizsardzība ar automātslēdzi.

*Kontaktora izvēle.* Salīdzinot dzinēja datus ar firmas "Lovato Electric" kataloga datiem P.3.22. tabulā, tuvākais piemērotais ir MC9 tipa kontaktors.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Parametrs | Kontaktors | Asinhrondzinējs |
| IN,A | 9 > 8,62 (6,9) | |
| PN, kW | 4 = 4 | |
| UN, V | ≤ 690 > 380 | |
| Uvad, V | ≤ 4 15 > 380 | |

Kontaktora iebūvēts 1 ieslēdzošs paligkontakts, spoles spriegums 380 V un jauda 35 / 4 VA (no P.3.22. tabulas).

Izmēri: 44•48•56 mm, svars — 0,14 kg. Vadu pievienojums — ar skrūvspailēm, elektriskais resurss — N = 100 000 komutācijas ciklu. Tieši pievienojams RF9 tipa termorelejs.

*Termoreleja izvēle.* P.3.16. tabulā doti termoreleja dati. Izvēlas 11RF9.10 termoreleju ar sildelementa regulējuma diapazonu 6-10 A. Termorelejs izveidots ar diferen­ciālo sistēmu un manuālo atgriezi. Kontaktora termoreleja kopējā bloka izmēri ir 44•87•48 mm, svars — 0,250 kg.

*Vadības pogu izvēle.* Firmas „Lovato Electric” kataloga doti slēgta izpildījuma (IP65) LP2T tipa vadības pogu komplekti. Izvēlas komplektu ar 2 elementiem ("START", "STOP"). Izmēri ir 71•117•65 mm. Kontaktu komutācijas spēja — kategorijai AC15 (maiņ­strāvas elektromagnēta vadība) un 400 V spriegumam — 1,9 A. Izvēlētā 11MC9.10 tipa kontaktora spoles ieslēgšanas strāva



Resurss — 1 000 000 komutācijas ciklu, nepieciešamais spiediens uz pogu — 8N.

Piezīme: izmaksu salīdzināšanai jāizmanto attiecīgajā periodā spēkā esošie firmu cenrāži. Drošuma parametri firmu katalogos atrodami samērā reti.

Vadošās elektroiekārtu izgatavotājfirmas savu izstrādājumu pamatdatus ierak­sta disketēs, lai lietotāji varētu ērti pārskatīt plašo nomenklatūru un pēc tam vaja­dzīgo informāciju paplašināt.

Piemēram, firma "Siemens" piedāvā katalogu CD PROKOM, EXCEL V 4.0, DATANORM V 4 u.c. formātos. Izmantojot šo informāciju, var sastādīt aparātu izvē­les daudzkritēriju datorprogrammu, vai arī izmantot firmu piedāvātās izvēles pro­grammas, piemēram ELLE versiju 2.1 ("Siemens") maiņstrāvas kontaktoru izvēlei pēc jaudas, lietošanas kategorijas, elektriskā resursa, kā arī komplicētas slodzes gadījumos.

**1.11. KOMANDKONTROLLERU RAKSTUROJUŠIE PARAMETRI UN**

**IZVĒLE.**

Katalogos komandkontrollerus raksturo šādi parametri: nominālais spriegums *UN*, V, ilg­stošā strāva *IN*, A, komutācijas spēja attiecīgai lietošanas kategorijai AC vai DC (komutējamā strāva atbilstošam spriegumam), ķēdē ieslēdzamā kūstošā drošinātāja dati, kontaktu pārejas pretestība *RK*, mΩ, aizsardzības pakāpe IP, pievienojamo vadu šķērsgriezums mm2, spiediena spēks kontaktas iedarbināšanai *N*, mehāniskais, elektris­kais resurss miljonos ciklu, maksimālā komutācijas frekvence (ciklu skaits stundā), apkārtējās vides temperatūras robežas, standarti un sertifikāti, kuriem atbilst konrtolleris, kvalitātes standarts, izmēri, svars.

Komandkontrolleruizvēle balstās uz tās parametru salīdzināšanu ar elektroiekārtas pa­rametriem, kurā kontrolleris tiks uzstādīts un ekspluatēts. Komandkontrolleruizvēlei var izmantot speciālās tabulās no izgatavotājfirmas katalogiem (sk. 1.16. att.).

**Piemērs.** Izvelēt izciļņu kontrolleru asinhronā dzinēja ar īsi slēgto rotoru palaišanai un bremzēšanai. Dzinēja jauda 7 kW, nepieciešama komutācija 30 operācijas stundā, dzinēja ekspluatācijas kategorija AC 4.

Atrodam diagrammā komutāciju stundā – 30 komutācijas stundā. Velkot abscisu asij paralēlu taisni, līdz tā krustojas ar līnijas ekspluatācijas kategorijas AC 4 punktā *k*. Pēc tam atrodam diagrammā dzinēja jaudu (7 kW, 380 V) un velkam horizontālu līniju 7 kW - s. Krustpunkts s ar vertikālo līniju no punktā *k* atrodas kontrollera 4G 40 darba diapazonā.

|  |
| --- |
| ***k*** |

1.16. att. Izciļņu kontrolleru izvēles tabula atkarība no komutācijas skaitu un dzinēja vai

patērētāja jaudas

**1.12. APGAISMOŠANAS TĪKLU AIZSARDZĪBA.**

Apgaismošanas tīklos vadi un kabeļi visos gadījumos jā­aizsargā pret īsslēguma strāvas iedarbību.

Ja tīkla aizsardzība izveidota ar kūstošiem drošinātājiem vai automātiem, kuriem atslēgšanas raksturlīkne ir atkarīga no strāvas, īsslēguma strāvai jābūt trīs reizes lielākai par aizsardzības aparāta nominālo strāvu *IN*:

*Ik* ≥ *Kk*∙*IN* = 3∙*IN*, (1.35)

kur *Ik* – īsslēguma strāva, A;

*Kk* – īsslēguma koeficients.

Ja automātam ir tikai elektromagnētiskā atslēdze, tad automātiem ar nominālo strāvu līdz 100 A īsslēguma strāvai 1,4 reizes jāpārsniedz automāta iestatījuma strāvu (*Kk* = 1,4):

*Ik* ≥ *Kk*∙*Iie* = 1,4∙*Iie*, (1.36)

bet automātiem ar nominālo strāvu virs 100 A īsslēguma strāvai 1,25 reizes jāpārsniedz automāta iestatījuma strāvu (*Kk* = 1,25):

*Ik* ≥ *Kk*∙*Iie* = 1,25∙*Iie*. (1.37)

Īsslēguma strāvu *Ik* zemsprieguma tīklā aprēķina pēc aptuvenas formulas:

 (1.38)

kur *Uf* – fāzes spriegums;

- pilna pretestība cilpai fāzes vads – nullvads, Ω;

*R*0*f* – nullvada un fāzes vada aktīvā pretestība, Ω;

*X*0*f* = *X*0∙*l* - nullvada un fāzes vada reaktīvā (induktīvā) pretestība, Ω;

*X*0 = 0,6 Ω/km;

*ZT* – barojošā transformatora pretestība vienfāzes īsslēguma gadījumā, Ω.

Ēkās un telpās, kur jābūt sevišķi drošai tīkla darbībai vai arī kur uzturas nekvalificēts apkalpošanas personāls, tīkli jāaizsargā arī pret iespējamām pārslodzēm.

Visās telpās pret pārslodzi jāaizsargā apgaismošanas tīkli, kas izveidoti no atklāti instalētiem neaizsargātiem izolētiem vadiem de­gošā apvalkā. Neatkarīgi no instalācijas veida apgaismošanas tīkli pret pārslodzi obligāti jāaizsargā dzīvojamās un sabiedriskās ēkās, tirdzniecības telpās, sadzīves pakalpojumu telpās, rūpniecības uz­ņēmumos, ugunsnedrošās telpās. Neatkarīgi no instalācijas veida ap­gaismošanas tīkli pret pārslodzi jāaizsargā arī sprādzienbīstamās telpās un sprādzienbīstamās āra iekārtās.

Vadu un kabeļa šķērsgriezumi jāizvēlas tā, lai to ilgstoši pieļau­jamās slodzes attiecība pret aizsardzības aparātu nominālo strāvu nebūtu lielāka par 1.5. tabulā uzrādītajiem lielumiem.

Tīkliem, kurus aizsargā pret pārslodzi, drošinātāju kūstošie ielik­tņi vai automātu atslēdze jāizvēlas pēc aprēķina strāvas. Jāievēro arī strāvas maksimums, lai tie neatslēgtos īslaicīgu pārslodžu laikā. Aizsardzības aparāti jāuzstāda vietās, kur barojošai līnijai pievienoti aizsargājamie vadi.

Apgaismošanas tīklu aizsardzībai parasti lieto automātus ar ter­misko aizsardzību. Automātu iestatījuma strāvu *Iie* un drošinātāju kūstošo ieliktņu nominālo strāvu *I Ndr*izvēlas pēc darba strāvas *Id*:

*Iie = Id* ;  *I Ndr* = *Id* (kvēlspuldzēm, luminiscences spuldzēm); (1.39)

*Iie* = 1,4∙*Id* ; *I Ndr* = 1,2∙*Id* (izlādes spuldzēm HQL, ДРЛ). (1.40)

Kustošo ieliktņu nominālo strāvu *IN dr* un automātisko slēdžu termoatslēdžu un kombinēto atslēdžu iestatījuma strāvu *Iie* grupu līni­jām un barojošām līnijām aprēķina pēc formulām

 (1.41)

kur *Ipal* — palaišanas strāva;

*Id* — darba strāva.

Apgaismošanas tīklos ar cieši zemētu neitrāli jāpārbauda, vai darbojas aizsardzības aparatūra vienfāzes īsslēguma gadījumā.

Lai atvieglotu aprēķinus, rūpniecības ietaisēs atļauts aizsardzības elementa aizsargāšanas spēju pārbaudīt, izmantojot ilgstoši pieļaujamo strāvu, pēc sekojoša noteikuma:

*Ip* ≥ *Kaizs*∙*IN*, (1.42)

kur *Kaizs* – aizsardzības koeficients, kuru nosaka no 1.5. tabulas.

Ja noteikums (1.42) nav izpildīts, tīkliem, kurus neaizsargā no pārslodzēm, izdara īsslēguma strāvu aprēķinu. Ja izpildīts noteikums, ka

*Ia* < *Kk*∙*Ik*, (1.43)

tīkls no īsslēguma strāvām ir aizsargāts. Ja šis noteikums nav ievērots, jāizskata iespējas samazināt *Ia*. Bet, ja tas nav iespējams, jāpalielina vadu šķērsgriezums.

1.5. tabula

**Aizsardzības koeficienta *Kaizs* vērtības (vadu un kabeļu ilgstoši pieļaujamās**

**strāvas *Ip* un aizsardzības aparātu nominālās strāvas *IN* normētās attiecības)**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Instalācijas veids** | **Telpu raksturojums** | **Normētā attiecība *Ip /IN*** | | | |
| **aizsardzība ar kūstošiem drošinātājiem** | **aizsardzība ar automātiem, kuriem ir termoatslēdze un apgriezti proporcionāla strāvas un laika kavējuma sakarība** | | **Aizsardzība ar automātiskiem slēdžiem, kuriem ir maksimālā momentānas darbības atslēdze** |
| **neregu­lējama**  **atslēdze** | **regulējama atslēdze** |
| **Pret īsslēguma strāvām aizsargājamie tīkli** | | | | | |
| Visa veida instalā­cijas | Visas telpas | ≥ 0,33 | ≥ l,0 | ≥ 0,66 | ≥ 0,22 |
| **Pret pārslodzi aizsargājamie tīkli** | | | | | |
| Atklāti instalēti, neaizsargāti izolēti vadi ar degošu apvalku | Sprādziendrošās ražo­šanas telpas |  |  | ≥ l,0 |  |
| Pārējās telpas | ≥ l,25 | ≥ l,0 | ≥ l,0 | ≥ 1,25 |
| Aizsargāti vadi, gumijas un plastmasas izolācijas kabeļi, vadi cau­rulēs | Ugunsnedrošas ražo­šanas telpas |  |  | ≥ l,0 |  |
| Rūpniecības uzņēmu­mi, tirdzniecības, sa­dzīves pakalpojumu, sabiedriskās, dzīvojamās ēkas, sprādziennedrošas iekār­tas | ≥ l,25 | ≥ l,0 | ≥ l,0 | ≥ l,25 |

Saskaņā ar elektroietaišu izbūves noteikumiem vadu un kabeļu minimālie šķērsgriezumi jāizvēlas ne mazāki par 1.6. tabulā uzrādītajiem lielumiem.

**1.8. piemērs**. Prožektoru iekārta ar trim prožektoriem apgaismo būvlaukumu. Iekārtu baro no trīsfāzu ievada pa 85 m garu divdzīslu vara kabeli (1.17. att.).

Aprēķināt kabeļa dzīslas šķērsgriezumu un izvēlēties drošinātāja kūstošo ieliktni, ja katra prožektora jauda ir 1 kW ar spriegumu 220 V. Pieļaujamais sprieguma zu­dums ir 2,5%.

|  |
| --- |
|  |

1.17. att.

***Atrisinājums***. Kabeļa dzīslas šķērsgriezumu at­rod atbilstoši pieļaujamam sprieguma zudumam un ievēro­jot pieļaujamo silšanu. No abiem šķērsgriezumiem izvēlas lielāko.

Aprēķinam pēc pieļaujamā sprieguma zuduma vados jāatrod šī zuduma vērtība:



1.6. tabula

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

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

Aprēķinām šim sprieguma zudumam atbilstošo divdzīslu kabeļa dzīslas šķērsgriezumu:



Lai izvēlētos kabeli atbilstoši pieļaujamai silšanai, jā­aprēķina iekārtas nominālo strāvu:



No P.2.22. tabulas izvēlamies kabeli ar 1,5 mm2 dzīs­las šķērsgriezumu, kam pieļaujamā strāva ir 19 A.

No abiem šķērsgriezumiem izvēlamies lielāko (S = 7,8 mm2), kam atbilst dzīslas normētais šķērsgriezums 10 mm2 ar pieļaujamo strāvu 70 A (P.2.22. tabula).

Drošinātāja kūstošo ieliktni izvēlas tā, lai ieliktņa no­minālā strāva *IN iel* būtu lielāka vai vienāda ar slodzes nominālo strāvu *ΙN*. Mūsu gadījumā *IN iel* ≥ 13,6 A.

Iekārtas aizsardzībai no P.2.3. tabulas izvēlas firmas Bussmann 16D27 tipa drošinātāja kūstošo ieliktni ar nominālo strāvu *IN iel* = 16 A.

Pēc kabeļa šķērsgriezuma un kūstošā ieliktņa izvēles vēl jāpārbauda kūstošā ieliktņa nominālās strāvas atbil­stība izvēlētā kabeļa šķērsgriezumam pieļaujamai strāvai *Ipieļ*.

Nepieciešams, lai

*Ipieļ ≥ Kaizs IN iel*,

kur *Kaizs* — aizsardzības atbilstības koeficients.

*Kaizs* vērtības dotas 1.5. tabulā.

Drošinātājiem, kuri aizsargā rūpniecības ietaises no pārslodzes, *Kaizs* vērtību izvēlamies 1,25.

Tātad

*Kaizs IN iel* = 1,25·16 = 20 A. *Ipieļ* =70 A,

t.i., aizsardzības atbilstības noteikums ir izpildīts.

Izvēlētajam šķērsgriezumam vēl jāpārbauda mehāniskā izturība.

No mehāniskās izturības viedokļa pārvietojamām elek­troiekārtām šķērsgriezums nedrīkst būt mazāks par 2,5 mm2 (1.6. tabula).

**1.9. piemērs**. Aprēķināt kabeļa dzīslas šķērsgriezumu un izvē­lēties drošinātāja kūstošo ieliktni 1.8. piemēra prožek­toru iekārtai, kura atrodas 25 m attālumā no barošanas punkta.

Atrisinājums. Atbilstoši dotajai sprieguma zu­duma vērtībai kabeļa dzīslas šķērsgriezums



Izvēloties kabeļa dzīslas šķērsgriezumu atbilstoši pie­ļaujamai silšanai, no P.2.22. tabulas atrodam strāvai *IN* = 13,6 Α lietojamo šķērsgriezumu 1,5 mm2, kuram *Ipieļ* = 19 A.

No mehāniskās izturības viedokļa kabeļa dzīslas mi­nimālais šķērsgriezums ir 2,5 mm2 (1.6. tabula). No trim iegūtajiem šķērsgriezumiem izvēlamies lielāko (S = 2,5 mm2) ar pieļaujamo strāvu *Ipieļ* = 27 A.

No P.2.3. tabulas atbilstoši noteikumam *IN iel ≥ IN* izvēlamies drošinātāju ar kūstošā ieliktņa nominālo strāvu *IN iel* = 16 A. Saskaņā ar aizsardzības atbilstības noteikumu *Ipieļ ≥ KaizsINiel*, kur *Kaizs* = 1,25, *Ipieļ* = 1,25·16 = 20 A, kas ir mazāks par *Ipieļ* = 27 A.

**1.13. SPĒKA ELEKTRISKO TĪKLU AIZSARDZĪBA.**

Spēka elektriskie tīkli jāaizsargā pret pārslodzi un īsslēgumu. Elektrodzinēji jāaizsargā pret starpfāzu un vienfāzes īsslēgumiem, pārslodzi, pret sprieguma pazemināšanos vai sprieguma pazušanu. Pret pārslodzi aizsarga visus elektrodzinējus, izņemot tos, kuriem darba laikā pārslodze nav iespējama (piemēram, ventilatori, ūdens sūkņi). Aizsardzību pret pārslodzi neizveido arī elektrodzinējiem, kas strādā atkārtoti īslaicīgā režīmā.

Aizsardzību pret sprieguma pazemināšanos uzstāda elektrodzinējiem, ja tos nedrīkst ieslēgt, spriegumam pazeminoties.

Magnētiskajos palaidējos iemontētie termoreleji aizsargā elektrodzinēju pret pārslodzi, bet neaizsargā pret īsslēgumu, jo tiem ir siltuma inerce. Tāpēc vēl papildus uzstāda drošinātājus vai automātus aizsardzībai pret īsslēgumu.

Vadi un kabeļi jāaizsargā pret pārslodzi:

a) ja instalācija izveidota atklāti no neaizsargātiem izolētiem vadiem degošā apvalkā;

b) tīklos no aizsargātiem vadiem vai kabeļiem caurulēs, nedego­šās celtniecības konstrukcijās, ja pēc tehnoloģiskā procesa apstāk­ļiem vai darba režīma iespējama ilgstoša pārslodze;

c) tīklos sprādziennedrošās telpās neatkarīgi no instalācijas iz­pildījuma.

*Aizsardzības aparātu izvēle.* Aizsardzības aparāti, kas aizsargā vadus vai kabeļus pret pārslodzi vai īsslēgumu, jāizvēlas tā, lai drošinātāja kūstošā ieliktņa nominālā strāva *INiel* vai termoreleja iestatījuma strāva *Ir* būtu lielāka par pārbaudāmā tīkla posma aprēķina strāvu *Ia* vai vienāda ar to, tātad

*Ia* ≤ *IN iel*; *Ia* ≤ *Ir*. (1.44)

Aizsardzības aparāta atslēdzes iestatījuma strāva jāizvēlas iespē­jami minimāla, bet tai pašā laikā aparāts nedrīkst iedarboties pēc īslaicīgas pārslodzes. Palaižot īsslēgto asinhrono elektrodzinēju, pa­laišanas brīdī strāva *Ipal* ir 5...7 reizes lielāka par nominālo strāvu. Aizsargājot elektrodzinējus pret īsslēgumu ar kūstošajiem drošinātājiem kūstošā ieliktņa nominālā strāva jāizvēlas šāda:

 (1.45)

kur *Ipal* — elektrodzinēja strāva palaišanas brīdī;

*α* — koeficients, kas atkarīgs no palaišanas apstākļiem un palaišanas ilguma.

Koeficientu *α* izvēlas sekojoši:

* dzinējiem ar viegliem palaišanas apstākļiem (palaišana ir reta, un palaišanas ilgums nepārsniedz 10 sekundes) izvēlas koeficientu *α* = 2,5;
* dzinējiem ar vidējiem palaišanas apstākļiem izvēlas koeficientu *α* = 2,0;
* dzinējiem ar smagiem palaišanas apstākļiem (palaišana ir bieža, un palaišanas ilgums pārsniedz 10 sekundes) izvēlas koeficientu *α* = 1,6.

Metināšanas aparātiem kūstošā ieliktņa nominālā strāva jāizvēlas šāda:

 (1.46)

kur *Iε* – metināšanas aparāta strāva pie noteikta *ε*.

Ja barošanas maģistrāle pievada elektroenerģiju vairākiem patē­rētājiem, bieži maģistrālē lieto kopīgu drošinātāju, ko sauc par *galveno drošinātāju.*

Galvenos drošinātājus izvēlas atkarībā no darba strāvas un palaišanas strāvas brīdī, kad visi elektrodzinēji vai daļa no elektrodzinējiem strādā un ir ieslēgts elektrodzinējs, kuram ir vislielākā pārstrāva (elektrodzinēja palaišanas strāvas un nominālas strāvas starpība)

*Ipārstr = Ipal – IN*.

Lai drošinātāja kūstošais ieliktnis nepārdegtu brīdī, kad ieslēdz elektrodzinēju ar lielāko pārstrāvu, jābūt spēkā nevienādībai

 (1.47)

kur *K*0 — elektrodzinēju vienlaicības koeficients, kas raksturo, kāda elektrodzinēju daļa strādā;

*n —* elektrodzinēju skaits (n-1 — visu elektrodzinēju skaits, atskaitot to elektrodzinēju, kuram ir vislielākā pārstrāva *Ipārstr*);

*Id* — darba strāva; *Id = Kn∙IN (Kn* — elektrodzinēja noslodzes koeficients; *IN* — elektrodzinēja nomi­nālā strāva);

*Ipal* — palaišanas strāva elektrodzinējam, kuram ir lielākā pār­strāva.

Izraudzīto drošinātāja kūstošo ieliktni pārbauda šādi:

 (1.48)

kur  — elektrodzinēju darba strāvu summa.

Magnētiskajos palaidējos iemontētajiem termoelementiem ir liela siltuma inerce, un tos izvēlas atkarībā no elektrodzinēja darba strāvas:

*Ir ≈ IMd*, (1.49)

kur *Ir* — termoelementa iestatījuma strāva; *IMd* -elektrodzinēja darba strāva.

Automātu termoatslēdzes iestatījuma strāvu izvēlas pēc šāda noteikuma:

*Ir ≥ I Md*. (1.50)

Automātisko slēdžu elektromagnētiskās atslēdzes momentānās iedarbes strāvai *Irm* jābūt vienādai vai lielākai par iekārtas īslaicīgo maksimālo strāvu *Ik*:

*Irm* ≥ l,25∙*Ik*. (1.51)

A 3100 sērijas automātu elektromagnētiskās atslēdzes momentānās iedarbes strāvu izvēlas pēc šāda noteikuma:

*Irm*≥ l,5∙*Ik*. (1.52)

Asinhronā elektrodzinēja palaišanas brīdī palaišanas strāva *Ipal = Ik*.

**1.14. VADU UN KABEĻU ŠĶĒRSGRIEZUMU IZVĒLE.**

Vadu un kabeļu šķērsgriezumus izvēlas pēc aprēķina strāvas un pārbauda, vai izraudzīto vadu pret silšanu aizsargā aizsardzības aparatūra. Lai noteikums būtu ievē­rots, jābūt spēkā nevienādībai

 ( 1.53)

kur *Ip* — vada vai kabeļa pieļaujamā strāva (nosaka no tabulām);

*Ia* — aprēķina strāva;

*K* — koeficients, kuru izvēlas atkarībā no vides maksimālās temperatūras (sk. P.2.15.-P.2.18. tabulas). Izraudzīto vada šķērsgriezumu vēl pārbauda pēc šāda noteikuma:

 (1.54)

kur *IN iel —* drošinātāja kūstošā ieliktņa nominālā strāva vai aizsar­dzības aparāta iestatījuma strāva;

*Kaizs* — koeficients jeb ilgstoši pieļaujamās vada vai kabeļa strāvas un aizsardzības aparāta nominālās strāvas nor­mētā attiecība (sk. 1.5. tab.).

Ja elektrodzinējs uzstādīts sprādziennedrošās telpās, vadu un ka­beļu pieļaujamai strāvai jābūt ne mazākai par 1,25∙*IN iel* (*IN iel* *—* droši­nātāja ieliktņa nominālā strāva).

Ja elektrodzinējs uzstādīts sprādziennedrošās telpās un vadi ir aizsargāti pret pārslodzi, vadu un kabeļu šķērsgriezumus izvēlas at­karībā no elektrodzinēja nominālās strāvas. Pārbauda arī īsslēguma strāvas normētās attiecības *I*p /*IN* (sk. 1.5. tab.).

**1.10. piemērs**. Zemē ieguldīts četrdzīslu alumīnija kabelis baro ēku grupu, kurā it trīs dzīvojamās mājas, kā tas paradīts 1.18. attēlā. Katras mājas slodze ir 12 kW ar cosφ = 0,95. Līnijas nominālais spriegums 380/220 V.

Nosacīt maģistrāles posmu kabeļu šķērsgriezumus un drošinātājuFU1 unFU2 kūstošo ieliktņu nominālās strā­vas, ja maģistrālei ir dažāda šķērsgriezuma kabeļi.

|  |
| --- |
|  |

1.18. att.

Atrisinājums. Maģistrāles posma 1—2 nomināla strāva



No P.2.5. tabulas izvēlamies četrdzīslu kabeli ar dzīs­las šķērsgriezumu 6 mm2 un pieļaujamo strāvu *Ip* = 46 A.

Maģistrāles posma 1—2 aizsardzībai var izvēlēties  drošinātāju, kuru kūstošo ieliktņu nominālā strāva *IN iel* = 40 A (P.3.1. tabula). Saskaņā ar 1.5. tabulu kabeļiem ar plastmasas vai gumijas izolāciju aizsardzības pret pārslodzi atbilstības koeficients *K*0 = 1,25. Posmam 1—2 reizinājums *K*0 *IN iel* ir 50 A un pieļaujama slodze *Ip* = 46 A, tātad aizsardzības atbil­stības noteikums *Ip* ≥ *K*0 *IN iel* nav izpildīts. No P.2.5. tabulas izvēlamies četrdzīslu kabeli ar dzīs­las šķērsgriezumu 10 mm2 un pieļaujamo strāvu *Ip* = 70 A.

Maģistrāles posma 0—1 nomināla strāva



DrošinātājaFU2 kūstošā ieliktņa nominālajai strāvai jāatbilst noteikumiem *IN iel* ≥ *IN* 0-1 un *Ip* ≥ *K*0 *IN iel* un jānodro­šina aizsardzības selektivitāte. Atbilstoši diviem pirma­jiem noteikumiem no P.3.1. tabulas var izvēlēties droši­nātājaFU2 kūstošā ieliktņa nominālo strāvu 60 A.

Lai nodrošinātu aizsardzības selektivitāti, tad divu viens aiz otra novietotu drošinātāju kūstošo ieliktņu nomi­nālajām strāvām jāatšķiras par strāvu skalas divām pa­kāpēm. Tāpēc no P.3.1. tabulas izvēlamies drošinātāja FU2 kūstošā ieliktņa nominālo strāvu *IN iel* = 80 Α (tipa drošinātāju). Kabeļa šķērsgriezumu posmam0—1 izvēlamies atbilstoši noteikumiem *IN iel* ≥ *IN* 01 un *Ipieļ* ≥ *K*0 *IN iel*.

Ja *K*0 *=* 1,25, tad *K*0 *IN iel* = 1,25·80 =100 A no P.2.5. tabulas izvēlamies alumīnija četrdzīslu kabeli ar dzīslas šķērsgriezumu 25 mm2, kam pieļaujamā strāva 115 A.

**1.11. piemērs .** Ražošanas telpas ventilatoru, kas novietots 50 m attālumā no sadales, piedzen trīsfāzu asinhronais dzinējs, kuram ir šādi pases dati: *PN* = 20 kW, *UN* = 380 V, cos*φN* = 0,82*, ηN* = 0,88; palaišanas strāvas koeficients *KI* = 5.

Aprēķināt atklāti gar sienu novietota trīsdzīslu alumī­nija kabeļa ar gumijas izolāciju šķērsgriezumu un izvēlē­ties drošinātāja kūstošo ieliktni. Aprēķināt jaudu un cos*φ* dzinēju barojošās līnijas sākumā. Dzinēja noslodzes koefi­cients *Kn* = l. Kabeļa reaktīvo pretestību neievērot.

Atrisinājums. Dzinēja darba strāva



Kabelim pieļaujamai strāvai *Ip* jābūt lielākai par dzi­nēja nominālo strāvu *IN*, tāpēc no P.2.5. tabulas izvēlamies šķērsgriezumu 16 mm2, kam *Ipieļ* = 60 Α.

Drošinātāja kūstošā ieliktņa izvēlei aprēķinām maksi­mālo strāvu kabeļa dzīslā dzinēja palaišanas momentā:

*Ip = KIId* = 5· 42,16 = 210,8 A.

Lai kūstošais ieliktnis, palaižot dzinēju, neizkustu, jā­būt izpildītam noteikumam



Mūsu gadījumā



No P.3.1. tabulas izvēlamies kūstošo ieliktni ar nominālo strāvu 100 A ().

Pārbaudīsim aizsardzības atbilstības noteikumu, izraugoties no 1.5. tabulas atbilstības koeficientu aizsardzībai pret īsslēgumu *K*aizs = 0,33.

Tad

*K*aizs *IN iel* = 0,33· 100 = 33 A.

Tātad *Ip* =60 A > *K*aizs *IN iel* = 33 A un aizsardzības atbilstības noteikums ir izpildīts.

Pārbaudīsim kabeļa šķērsgriezuma atbilstību pieļaujamajam sprieguma zudumam.

Vienas dzīslas pretestība



Sprieguma zudums kabeļa fāzē

Δ*Uf* ≈ *R*1*IN* cos*φN* = 0,098 · 42,16 · 0,82 = 3,39 V.

Līnijas sprieguma zudums





Jaudas zudums kabelī

Δ*P*1 = 3*IN*2*R*1 ·10-3 = 3 · 42,162 · 0,098= 553 W = 0,55 kW.

Jauda līnijas sākumā



Spriegums līnijas sākumā

*U*1 = *UN* + Δ*U* = 380 + 5,9 = 385,9 V.

Jaudas koeficients līnijas sakuma



**1.12. piemērs.** Metalurģiskās rūpnīcas ceha portālceltņa pie­dziņai uzstādīts līdzstrāvas dzinējs ar šādiem pa­ses datiem: *PN* = 66 kW, *IN* =172 A, *UN*= 440 V, *nN* = 500 apgr./min. Dzinējs darbojas atkārtoti īslaicīgā darba režīmā. Darba perioda ilgums ir *td* = 2,4 min, cikla ilgums *tc* = 6 min.

Aprēķināt barojošā kabeļa ar alumīnija dzīslām un polihlorvinila izolāciju šķērsgriezumu. Izvēlēties drošinātāja kūstošo ieliktni, ja dzinēja palaišanas strāvas koeficients *KI* = 2.

Atrisinājums. Elektroiekārtu atkārtoti īslaicīgam, īslaicīgam un līdzīgiem darba režīmiem ar cikla ilgumu 10 min un ar darba perioda ilgumu ne vairāk kā 4 min kabeļa dzīslas šķērsgriezuma izvēlei no silšanas vie­dokļa par slodzes aprēķina strāvu pieņem uz ilgstošo režīmu attiecināto aprēķina strāvas slodzi *Ia.*

Vara vadiem ar šķērsgriezumu virs 10 mm2 un alumī­nija vadiem ar šķērsgriezumu virs 16 mm2 slodzes aprē­ķina strāvu *Ia* atrod, nominālo strāvu *IN* reizinot ar koefi­cientu , kur *ε* — relatīvās vienībās izteikts darba perioda ilgums (relatīvais ieslēgšanas ilgums).

Aprēķinām relatīvo ieslēgšanas ilgumu *ε:*



Atrodam kabeļa dzīslas slodzes aprēķina strāvu, kas attiecināta uz ilgstošo režīmu, pieņemot *IN* =172 A:



No P.2.5. tabulas atbilstoši noteikumam *Ip ≥ Ia* iz­vēlamies kabeļa dzīslas šķērsgriezumu 35 mm2 ar *Ip* = 140 Α guldīšanai zemē.

Kūstošā ieliktņa nominālo strāvu atradīsim atbilstoši noteikumam *IN iel* ≥ *IN*. No P.2.1. tabulas strāvai *IN* =172 A var izvēlēties *IN iel* = 200 A.

Pārbaudīsim aizsardzības atbilstības noteikumu. No 1.5. tabulas spēka tīkliem aizsardzībai pret īsslēgumu Kaizs = 0,33. Tad *Kaizs IN iel* = 0,33 · 200 = 66 A.

Tādejādi *Ip* =140 A > *Kaizs IN iel* = 66 A, un aizsardzības atbilstības no­teikums ir izpildīts.

**1.13. piemērs**. Montāžās cehā 380 V speķa tīkla maģistrāle baro 5 īsi slēgtos asinhronos dzinējus. Maģistrālē atklāti novietots trīsdzīslu alumīnija kabelis ar gumijas izolāciju (1.19. att.).

|  |
| --- |
|  |

1.19. att.

Aprēķināt kabeļa dzīslas šķērsgriezumu un drošinātāju FU1 un FU2 kūstošo ieliktņu nominālās strāvas. Aprēķinā pieņemt dzinēju noslodzes koeficientu *Kn* = 0,8 un dzinēju darba vienlaicības koeficientu *K*0 no 1.1. tabulas. Dzinēju pases dati:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Dzinējs | *PN* ,kW | *IN,* A | *KI* |
| M1 | 1,7 | 4,3 | 6 |
| M2 | 7 | 15,5 | 4,5 |
| M3 | 10 | 19,5 | 5 |
| M4 | 7 | 13,8 | 6 |
| M5 | 4,5 | 9,4 | 6 |

Aprēķināsim dzinēju palaišanas strāvās:

*Ip*l = 6·4,3 = 25,8 A, *Ip*2 = 4,5·15,5 = 69,75 A, *Ip*3 = 5·19,5 = 97,5 A,

*Ip*4 = 6·13,8 = 82,8 A, *Ip*5 = 6·9,4 = 56,4 A.

Darba strāva maģistrāles posmā1—2



kur *K*0 = 0,9 (1.1. tabula).

Posma 1—2 maksimālā strāva trešā dzinēja palaiša­nas momentā



DrošinātājaFU2 kūstošā ieliktņa nominālo strāvu iz­vēlamies atbilstoši noteikumiem

*IN iel* *2* ≥ *Id*2 = 30,74 A, 

No P.3.1. tabulas pielikuma izvēlamies drošinātāju  ar kūstošā ieliktņa nominālo strāvu 60 A (*Idr*2 = 60 A).

Kabeļa dzīslas šķērsgriezumu posmam 1—2 nosakām atbilstoši noteikumiem

*Ip*.2 *≥ Id*2 = 30,74 A, *Ip*.2 *≥ K*aizs *IN iel* 2 = 0,33·60 = 19,8 A,

kur *Kaizs* = 0,33 (1.5. tabula).

No P.3.5. tabulas izvēlamies kabeli ar dzīslas šķērs­griezumu 10 mm2 un pieļaujamo strāvu 42 A.

Darba strāva maģistrāles posmā 0—1

*Id*1 = *Id*2 + *K*0(*KnIN*1 + *KnIN*2) = 30,74 + 0,7(0,8·4,3 + 0,8·15,5) = 41,83 A,

kur *K*0 = 0,7 (1.1. tabula).

Posma 0—1 maksimālā strāva

*Imax*1 = *K*0*Kn*(*IN*1 + *IN*2 + *IN*4 + *IN*5) + *Ip*3 =

= 0,7·0,8(4,3+15,5+13,8 + 9,4) + 97,5 = 121,6 A.

DrošinātājaFU1 kūstošā ieliktņa nominālā strāva

*IN iel* *1* ≥ *Id*1 = 41,83 A, 

Izvēlamies drošinātāju ar kūstošā ieliktņa no­minālo strāvu 100 A (P.3.1.tabulas), jo, lai aizsardzība būtu selektīva, diviem vienam aiz otra novietotiem droši­nātāju ieliktņiem jāatšķiras par strāvas skalas divām pa­kāpēm.

Kabeļa dzīslas šķērsgriezumu posmam 0—1 nosakām atbilstoši noteikumiem

Kabeļa dzīslas šķērsgriezumu posmam 1—2 nosakām atbilstoši noteikumiem

*Ip*.1 *≥ Id*1 = 41,83 A, *Ip*.1 *≥ K*aizs *IN iel* 1 = 0,33·100 = 33 A,

kur *Kaizs* = 0,33 (1.5. tabula).

Izvēlamies kabeli ar dzīslas šķērsgriezumu 10 mm2 un pieļaujamo strāvu 42 A (P.3.5. tabula).

**1.14. piemērs.** Izvēlēties instalācijas veidu, vada marku un šķērs­griezumu, aprēķināt un izvēlēties elektrodzinēju un apgaismošanas tīkla aizsardzības aparatūru 1.20. attēlā dotajai shēmai. Apkārtējās vides maksimālā temperatūra telpā nepārsniedz 25°C. Patērētāju vien­laicības koeficients *K*0 = 0,8, Līnijas *L*1, *L*2 un *L*3 baro gaismekļus. Elektroenerģijas patērētāju dati sakopoti 1.7. tabulā. Visiem dotajiem, elektrodzinējiem *Ipal* / *IN* = 7.

*Risinājums.*

1. Aprēķina katra elektrodzinēja nominālo strāvu



kur *PN* — elektrodzinēja nominālā jauda (W);

*UN* = 380 V — tīkla nominālais spriegums;

*ηN* — elektrodzinēja nominālais lietderības koeficients;

cos *φN* — elektrodzinēja nominālais jaudas koeficients.

|  |
| --- |
|  |

1.20. att. Tīkla aprēķina shēma 1.14. piemēram.

1.7. tabula

**Elektroenerģijas patērētāju tehniskie dati**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Elektroenerģijas**  **patērētājs**  **nosaukums un tips** | **Jauda, kW** | **Jaudas koeficients, cos *φN*** | **Lietderības koeficients, *ηN*** | **Noslodzes**  **koeficients, *Kn*** |
| Elektrodzinēji |  |  |  |  |
| M1 | 7,5 | 0,87 | 0,88 | 0,80 |
| M2 | 10,0 | 0,88 | 0,89 | 0,90 |
| M3 | 13,0 | 0,89 | 0,89 | 0,80 |
| M4 | 17,0 | 0,89 | 0,89 | 0,85 |
| M5 | 22,0 | 0,90 | 0,90 | 0,70 |
| Ražošanas telpas gaismekļi | 2,5 | 1 | — | 1 |
| Kantora telpas gaismekļi | 1,6 | 1 | — | 1 |
| Noliktavas gaismekļi | 1,2 | 1 | — | 1 |

Elektrodzinēja *M*1 nominālā strāva



Elektrodzinēja *M*2 nominālā strāva



Elektrodzinēja *M*3 nominālā strāva



Elektrodzinēja *M*4 nominālā strāva



Elektrodzinēja *M*5 nominālā strāva



2. Aprēķina katra elektrodzinēja darba strāvu *Id* = *Kn∙IN*.

Elektrodzinēja *M*1 darba strāva *IM*1*d* = 0,8∙14,88 = 11,91 A.

Elektrodzinēja *M*2 darba strāva *IM*2*d* = 0,9∙19,4 = 17,46 A.

Elektrodzinēja *M*3 darba strāva *IM*3*d* = 0,8∙24,94 = 19,95 A.

Elektrodzinēja *M*4 darba strāva *IM*4*d* = 0,85∙32,61 = 27,72 A.

Elektrodzinēja *M*5 darba strāva *IM*5*d* = 0,7∙41,27 = 28,89 A.

3. Aprēķina katra elektrodzinēja palaišanas strāvu  
 

kur *I pal* /*IN* = 7 (piemērā dotajiem elektrodzinējiem visiem vienāda ar 7).

Elektrodzinējam *M*1 palaišanas strāva

*IM*1 *pal* = 7∙*IM*1*N* = 7∙14,91 = 104,19 A.

Elektrodzinējam *M*2 palaišanas strāva

*IM*2 *pal* = 7∙ *IM*2*N*  = 7∙19,4 = 135,79 A.

Elektrodzinējam *M*3 palaišanas strāva

*IM*3 *pal* = 7∙ *IM*3*N* = 7∙24,94 = 174,55 A.

Elektrodzinējam *M*4 palaišanas strāva

*IM*4 *pal* = 7∙ *IM*4*N* = 7∙32,61 = 228,26 A.

Elektrodzinējam *M*5 palaišanas strāva

*IM*5 *pal* = 7∙ *IM*5*N* = 7∙41,27 = 288,86 A.

Ap­rēķina rezultātus sakopo 1.8. tabulā.

4. Elektrodzinēju M1, M2, M3 aizsardzībai pret īsslēgumu izvēla­mies kustošos drošinātājus un pret pārslodzi — magnētiskajos palaidējos iemontētos termorelejus.

Katra elektrodzinēja aizsardzības drošinātāju kūstošo ieliktņu nominālo strāvu izvēlamies pēc sakarības

*IN iel* ≥ *Ipal* / *α*.

Tā, piemēram, elektrodzinēja *M*1 *IN iel* ≥ *IM*1 *pal* /*α* = 104,19/2,5 = 41,68 A. Izvēlamies drošinātāja kūstošo ieliktni, kura nominālā strāva ir 50 A (P.3.5. tab.). Elektriskajās shēmās drošinātājus pieņemts apzīmēt šādi:  kur 3 — fāzu skaits; OFAF - drošinātāja tips, 0 – gabarīts, H – gG tipa drošinātājs, 50 - drošinātāja nominālā strāva, 50 A — kūstošā ieliktņa nominālā strāva.

Otrais piemērs:  kur 3 — fāzu skaits; PN-22-100 — drošinātāja tips; 50 A — kūstošā ieliktņa nominālā strāva.

Elektrodzinēja *M*2 *IN iel* ≥ *IM*2 *pal* /α = 135,79/2,5 = 54,32 A. Izvēlamies drošinātāja kūstošo ieliktni, kura nominālā strāva ir 60-63 A:  vai 

Elektrodzinēja *M*3 *IN iel* ≥ *IM*3 *pal* /α = 174,55/2,5 = 69,82 A. Izvēlamies drošinātāja kūstošo ieliktni, kura nominālā strāva ir 80 A:  vai 

5. Elektrodzinējus *M*1*, M*2, *M*3 pret pārslodzi aizsargā magnētiskajos palaidējos iemontētie termoreleji. Izvēloties termoreleju kāda patērētāja ar strāvu *IN* aizsardzībai, *Ir = IN*. Ja izvēlas termoreleju elektrodzinēja aizsardzībai, kam ir liela palaides strāva, pēc laikstrāvas raksturlīknes jāpārbauda, vai relejs dotajos darba apstākļos neatslēgs palaides strāvu paredzētajā palaides laikā.

1.8. tabula

**Aprēķina rezultātu tabula**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Patērētāja**  **nosaukums,**  **apzī­mējums**  **vai aprēķina posms** | **Nomi­nālā**  **strāva I*N* (A)** | **Darba strāva *Id*, A** | **Palaišanas strāva *Ipa*l, A** | **Drošinātāja nominālā strāva *INdr*, A** | **Aizsardzības aparāta iestatījuma strāva**  ***Iie*, A** | | ***Iie∙Kz*, A,**  **ja izveidota aizsardzība pret** | | **Vada pieļaujamā strāva *Ip*, A** | **Vadu marka. skaits, šķērsgrie­zums, instalācijas veids** |
| **auto­māta** | **termoreleja** | **pār­slo­dzi** | **īsslēgumu** |
| Elektrodzinēji  M1  M2  M3  M4  M5  Līnija L3  Līnija LI  Līnija L2 | 14,88  19,40  24,94  32,61  41,27  15,5  11,3  7,3 | 11,91 17,46 19,95  27,72 28,89 5,5 11,3 7,3 | 104,19  135,79  174,55  228,26  288,86  —  —  — | 50  60  80  —  —  6  15  10 | —  —  —  40  50  —  —  — | 12,5 20  20  —  —  —  —  — | 12,5 20,0 20,0 30,0 30,0  4,95 3,3 1,98 | 16,5 19,8 26,4 19,8 19,8 18,7 12,5 7,5 | 27  27  27  47  50  20  20  20 | NYM-J (4x4 re)C NYM-J (4x4 re)C  NYM-J (4x4 re)C NYM-J (4x10 re)C NYM-J (4xl6 rm)C NYM-J (3x2,5 re) NYM-J (3x2,5 re)  NYM-J (3x2,5 re) |

re – viendzīslu vads, rm – daudzdzīslu vads.

*Elektrodzinējs M1.* No tabulas P.3.14. izvēlas termoreleju GTH(K)-85 ar strāvas regulēšanas diapazonu 12-18 A, kas saskaņots ar kūstošo drošinātāju ar gL/gG raksturlīkni *INiel* = 35 A. Termoreleja iestatījuma strāva *Ir* = 15 A, tno ≈ 5 s (P.3.7. att.). Pārbauda, vai tas aizsargā vadu pret pārslodzi, *IP* = 28 A > *Ir∙ Kaizs* = 15∙1 = 15A.

No tabulas P.3.16. izvēlas termoreleju 11RF95.23 ar strāvas regulēšanas diapazonu 14-23 A, kas saskaņots ar kūstošo drošinātāju: ja ir ar *aM* tipa raksturlīkni *IN iel* = 25 A, ja ar *gG* tipa raksturlīkne *INdr* = 50 A. Termoreleja iestatījuma strāva *Ir* = 15 A, tno ≈ 3 s (P.3.10. att.). Pārbauda, vai tas aizsargā vadu pret pārslodzi, *IP* = 28 A > *Iie∙ Kaizs* = 15∙1 = 15A.

*Elektrodzinējs M2.* No tabulas P.3.14. izvēlas termoreleju GTH(K)-85 ar strāvas regulēšanas diapazonu 18-26 A, kas saskaņots ar kūstošo drošinātāju ar gL/gG raksturlīkni *INiel* = 50 A. Termoreleja iestatījuma strāva *Ir* = 20 A, tno ≈ 3,5-4 s (P.3.7. att.). Pārbauda, vai tas aizsargā vadu pret pārslodzi, *IP* = 28 A > *Ir∙ Kaizs* = 20∙1 = 20 A.

No tabulas P.3.16. izvēlas termoreleju 11RF95.23 ar strāvas regulēšanas diapazonu 14-23 A, kas saskaņots ar kūstošo drošinātāju: ja ir ar *aM* tipa raksturlīkni *IN iel* = 25 A, ja ar *gG* tipa raksturlīkne *IN iel* = 50 A. Termoreleja iestatījuma strāva *Ir* = 20 A, tno ≈ 5 s (P.3.10. att.). Pārbauda, vai tas aizsargā vadu pret pārslodzi, *IP* = 28 A > *Ir∙ Kaizs* = 20∙1 = 20A.

Elektrodzinējs *M*3. No tabulas P.3.14. izvēlas termoreleju GTH(K)-85 ar strāvas regulēšanas diapazonu 18-26 A, kas saskaņots ar kūstošo drošinātāju ar gL/gG raksturlīkni *INiel* = 63 A. Termoreleja iestatījuma strāva *Ir* = 20 A, tno ≈ 9 s (P.3.8. att.). Pārbauda, vai tas aizsargā vadu pret pārslodzi, *IP* = 28 A > *Ir∙ Kaizs* = 25∙1 = 25 A.

No tabulas P.3.16. izvēlas termoreleju 11RF95.33 ar strāvas regulēšanas diapazonu 20-33 A, kas saskaņots ar kūstošo drošinātāju: ja ir ar *aM* tipa raksturlīkni *IN iel* = 40 A, ja ar *gG* tipa raksturlīkne *IN iel* = 63 A. Termoreleja iestatījuma strāva *Ir* = 25 A, *tno* ≈ 3 s (P.3.10. att.).. Pārbauda, vai tas aizsargā vadu pret pārslodzi, *IP* = 28 A > *Ir∙ Kaizs* = 25∙1 = 25A.

5. Aprēķina darba strāvas apgaismošanas tīklā: 

DIAZED tipa drošinātāju kūstošos ieliktņus izvēlamies atkarībā no apgaismošanas tīkla darba strāvām (P.3.2. tabula):

līnijai *L*1 — , līnijai *L*2— , līnijai *L*3— .

Firmas „Bussmann” „D” tipa drošinātāju kūstošos ieliktņus (P.3.3. tabula):

līnijai L1 — , līnijai L2 — , līnijai L3 —.

6. Elektrodzinēju *M*4 un *M*5aizsardzībai izvēlas spēka automātslēdzi 3RV11 (P.3.11. tabula) ar siltuma atkabņa iestatījuma nominālo strāva *Ir* = 28-40 A, tātad varam pieņemt strāvu *IN* = 30 A, kura ir lielāka par katra elektrodzinēja darba strāvu:

*IN* = 30 A > *IM*4*d* = 27,72 A un *IN* = 30 A > *IM*5*d* = 28,89 A.

7. Pārbauda, vai automātu elektromagnētiskās atslēdzes strāva *Im* ir vismaz 1,5 reizes lielāka par elektrodzinēju palaišanas strāvām: *Im*= 520 A > 1,5∙*IM*4 *pal* = 1,5∙228,26 = 342,4 A.

Līdzīgi elektrodzinēja *M*5 gadījumā: *Im*= 520 A > 1,5∙*IM*5 *pal* = 1,5∙288,86 = 433,3 A.

Pārbauda, vai automāts aizsarga vadu pret pārslodzi (sk. 2.8. tab.), saskaņā ar sakarību Ip > *Kaizs* ∙Ir, pieļaujamai strāvai Ip jābūt lielākai par reizinājumu *Kaizs* ∙Ir. Vada pieļaujamo strāvu paņemt no punkta 9.

Elektrodzinējs *M*4. Automātam ar regulējamo atslēdzi Ip > *Kaizs* ∙Ir = 47 A > 1∙30 A = 30 A.

Automātam maksimālo momentānas darbības atslēdzi Ip > *Kaizs* ∙Ir = 47 A > 1,25∙30 A = 37,5 A.

Elektrodzinējs *M*5. Automātam ar regulējamo atslēdzi Ip > *Kaizs* ∙Ir = 50 A > 1∙30 A = 30 A.

Automātam ar maksimālo momentānas darbības atslēdzi Ip > *Kaizs* ∙Ir = 50 A > 1,25∙30 A = 37,5 A.

Pārbauda, vai automāts aizsarga vadu pret īsslēgumu (sk. 3.8. tab.), saskaņā ar sakarību Ip > *Kaizs* ∙Ir, pieļaujamai strāvai Ip jābūt lielākai par reizinājumu *Kaizs* ∙Ir.

Elektrodzinējs *M*4. Automātam ar regulējamo atslēdzi Ip > *Kaizs* ∙Ir = 47 A > 0,66∙30 A = 19,8 A.

Automātam ar maksimālo momentānas darbības atslēdzi Ip > *Kaizs* ∙Ir = 47 A > 0,22∙30 A = 6,6 A.

Elektrodzinējs *M*5. Automātam ar regulējamo atslēdzi Ip > *Kaizs* ∙Ir = 50 A > 0,66∙30 A = 19,8 A.

Automātam maksimālo momentānas darbības atslēdzi Ip > *Kaizs* ∙Ir = 50 A > 0,22∙30 A = 6,6 A.

8. Aprēķina galvenos drošinātājus:

a) elektrodzinējam M5 ar lielāko pārstrāvu palaišanas brīdī jābūt spēkā šādai sakarībai:



(pieskaitīta arī apgaismošanas strāva);

b) pārbauda darba strāvu summu



Izvēlas galvenos drošinātājus  vai 

9. Apgaismošanas tīklu izveido ar vadu NYM-J zem apmetuma. Ba­rošanas līnijas līdz elektrodzinējiem izveido ar vadu NYM-J caurulēs.

Elektrodzinējus M1, M2, M3 pret pārslodzi aizsargā termoreleji, kas iebūvēti magnētiskajos palaidējos. Tā kā telpas maksimālā temperatūra ir 250C, tad formulā automātisko slēdžu atslēdzes momentānās iedarbes strāvai *Irm* ≥ 1,25∙*Ik*, *K* = 1 (*Ik = Ip*). Vada šķērsgriezumu pārbauda pēc noteikuma

*Ip > Ir∙ Kaizs*,

kur *Kaizs* = 0,33, ja vadus pret īsslēgumu aizsargā ar kūstošajiem drošinātājiem (sk. 1.5. tab.);

*Kaizs* = 1, ja vadus pret pārslodzi un īsslēgumu aizsargā ar automātu 3RV11 un pret pārslodzi — ar termorelejiem;

*Kaizs* = 1,25, ja apgaismošanas tīklā vadus pret pārslodzi aizsargā ar kūstošajiem drošinātājiem Aprēķina datus sakopo tabulā.

Tā, piemēram, elektrodzinēja M1 pieslēgšanai izvēlas caurulē instalētu vadu NYM-J ar šķērsgriezumu 4 mm2. Vada pieļaujamā strāva IP = 28 A, pret īsslēgumu elektrodzinēju aizsargā drošinātājs, kura kūstošā ieliktņa nominālā strāva ir 50 A. Pārbauda, vai drošinātāja īsslēguma gadījumā aizsargā vadu, Ip = 28 A > IN ∙ *Kaizs* = 50∙0,33 = 16,5 A. Tātad drošinātājs īsslēguma gadījumā vadu aizsargā.

Elektrodzinēja M2 pieslēgšanai izvēlas caurulē instalētu vadu NYM-J ar šķērsgriezumu 4 mm2. Vada pieļaujamā strāva IP = 28 A, pret īsslēgumu elektrodzinēju aizsargā drošinātājs, kura kūstošā ieliktņa nominālā strāva ir 60 A. Pārbauda, vai drošinātāja īsslēguma gadījumā aizsargā vadu, Ip = 28 A > IN ∙ *Kaizs* = 60∙0,33 = 19,8 A. Tātad drošinātājs īsslēguma gadījumā vadu aizsargā.

Elektrodzinēja M3 pieslēgšanai izvēlas caurulē instalētu vadu NYM-J ar šķērsgriezumu 4 mm2. Vada pieļaujamā strāva IP = 28 A, pret īsslēgumu elektrodzinēju aizsargā drošinātājs, kura kūstošā ieliktņa nominālā strāva ir 80 A. Pārbauda, vai drošinātāja īsslēguma gadījumā aizsargā vadu, Ip = 28 A > *IN ∙Kaizs* = 80∙0,33 = 26,4 A. Tātad drošinātājs īsslēguma gadījumā vadu aizsargā.

*Piezīme.* Izraudzīto vadu šķērsgriezumu un aizsardzības aparātu pārbaude vēl nav pabeigta, jo aizsardzības aparāti nav pārbaudīti vienfāzes īsslēguma režīmā un vadi — pēc pieļaujamā sprieguma zu­duma. Šīs pārbaudes aplūkotas nākamajās nodaļās.

**1.15. PĀRBAUDES DARBI.**

**1.15.1. Pārbaudes darbs. "Drošinātāju izvēle"** Aprēķināt kūstošo ieliktņu strāvas un izvēlēties drošinātāju asinhronajam dzinējam ar jaudu P, kW, ja elektrodzinēja lietderības koeficients *η*, jaudas koeficients cos*φ*, palaides strāva *kI* reizes lielāka par nominālo strāvu, noslodzes koeficients *Kn*. Dzinēja tehniskie dati doti uzdevumu tabulā.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Dotie**  **lielumi** | ***V A R I A N T I*** | | | | | | | | | |
| ***1*** | ***2*** | ***3*** | ***4*** | ***5*** | ***6*** | ***7*** | ***8*** | ***9*** | ***10*** |
| ***PN*, kW** | 11 | 15 | 18,5 | 11 | 15 | 18,5 | 22 | 5,5 | 11 | 11,5 |
| ***ηN*** | 0,89 | 0,895 | 0,905 | 0,85 | 0,87 | 0,89 | 0,896 | 0,84 | 0,85 | 0,85 |
| **cos*φN*** | 0,89 | 0,88 | 0,88 | 0,79 | 0,85 | 0,74 | 0,74 | 0,64 | 0,66 | 0,79 |
| ***KI*** | 6,5 | 7,5 | 7,5 | 6 | 7 | 7 | 5,8 | 4,8 | 5,5 | 6 |
| ***Kn*** | 0,84 | 0,7 | 0,85 | 0,8 | 0,8 | 0,75 | 0,78 | 0,72 | 0,77 | 0,8 |
| **Dotie**  **lielumi** | ***V A R I A N T I*** | | | | | | | | | |
| ***11*** | ***12*** | ***13*** | ***14*** | ***15*** | ***16*** | ***17*** | ***18*** | ***19*** | ***20*** |
| ***PN*, kW** | 16 | 17,5 | 23 | 6 | 12 | 11,9 | 11,5 | 16 | 20 | 23 |
| ***ηN*** | 0,87 | 0,89 | 0,896 | 0,84 | 0,85 | 0,79 | 0,85 | 0,87 | 0,85 | 0,87 |
| **cos*φN*** | 0,85 | 0,74 | 0,74 | 0,64 | 0,66 | 0,65 | 0,79 | 0,85 | 0,74 | 0,71 |
| ***KI*** | 7 | 7 | 5,8 | 4,8 | 5,5 | 5,8 | 6 | 7 | 7 | 5,9 |
| ***Kn*** | 0,8 | 0,75 | 0,78 | 0,72 | 0,77 | 0,73 | 0,8 | 0,8 | 0,75 | 0,76 |
| **Dotie**  **lielumi** | ***V A R I A N T I*** | | | | | | | | | |
| ***21*** | ***22*** | ***23*** | ***24*** | ***25*** | ***26*** | ***27*** | ***28*** | ***29*** | ***30*** |
| ***PN*, kW** | 6 | 12 | 11 | 15 | 18,5 | 11 | 15 | 18,5 | 22 | 5,5 |
| ***ηN*** | 0,84 | 0,85 | 0,89 | 0,895 | 0,905 | 0,85 | 0,87 | 0,89 | 0,896 | 0,84 |
| **cos*φN*** | 0,64 | 0,66 | 0,89 | 0,88 | 0,88 | 0,79 | 0,85 | 0,74 | 0,74 | 0,64 |
| ***KI*** | 4,8 | 5,5 | 6,5 | 7,5 | 7,5 | 6 | 7 | 7 | 5,8 | 4,8 |
| ***Kn*** | 0,72 | 0,77 | 0,84 | 0,7 | 0,85 | 0,8 | 0,8 | 0,75 | 0,78 | 0,72 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **1.15.2. Pārbaudes darbs. "Drošinātāju izvēle”.** Aprēķināt kūstošo ieliktņu strāvas un izvēlēties drošinātājus mehānisko darbnīcu trīsfāžu četrvadu maiņstrāvas tīkla 380/220 V aizsardzībai, ja tam pieslēgti trīs elektrodzinēji (sk. 1.6. att.). Dzinēju tehniskie dati doti uzdevumu tabulā. | | | | | | | | | | |
| **Dotie**  **lielumi** | ***V A R I A N T I*** | | | | | | | | | |
| ***1*** | ***2*** | ***3*** | ***4*** | ***5*** | ***6*** | ***7*** | ***8*** | ***9*** | ***10*** |
| ***PN*1, kW** | 5,5 | 7,5 | 11 | 4 | 5,5 | 15 | 18,5 | 4 | 7,5 | 4,2 |
| ***ηN*1** | 0,89 | 0,895 | 0,905 | 0,85 | 0,87 | 0,89 | 0,896 | 0,84 | 0,85 | 0,85 |
| **cos*φN*1** | 0,89 | 0,88 | 0,88 | 0,79 | 0,85 | 0,74 | 0,74 | 0,64 | 0,66 | 0,79 |
| ***KIM*1** | 6,5 | 7,5 | 7,5 | 6 | 7 | 7 | 5,8 | 4,8 | 5,5 | 6 |
| ***Kn M*1** | 0,84 | 0,7 | 0,85 | 0,8 | 0,8 | 0,75 | 0,78 | 0,72 | 0,77 | 0,8 |
| ***PN*2, kW** | 11 | 15 | 18,5 | 11 | 15 | 18,5 | 22 | 5,5 | 11 | 11,5 |
| ***ηN*2** | 0,905 | 0,894 | 0,918 | 0,894 | 0,908 | 0,87 | 0,895 | 0,845 | 0,87 | 0,894 |
| **cos*φN*2** | 0,88 | 0,82 | 0,87 | 0,8 | 0,86 | 0,75 | 0,7 | 0,7 | 0,68 | 0,8 |
| ***KIM*2** | 7,5 | 7,5 | 7,5 | 6,5 | 7 | 5,5 | 6 | 4,8 | 5,5 | 6,5 |
| ***Kn M*2** | 0,91 | 0,75 | 0,77 | 0,87 | 0,88 | 0,78 | 0,81 | 0,74 | 0,79 | 0,87 |
| ***PN3*, kW** | 22 | 22 | 30 | 15 | 18,5 | 22 | 30 | 11 | 18,5 | 15,5 |
| ***ηN*3** | 0,907 | 0,927 | 0,916 | 0,908 | 0,91 | 0,9 | 0,9 | 0,87 | 0,895 | 0,908 |
| **cos*φN*3** | 0,86 | 0,89 | 0,89 | 0,83 | 0,86 | 0,79 | 0,79 | 0,75 | 0,74 | 0,83 |
| ***KIM*3** | 7,5 | 7,5 | 7,5 | 7 | 7 | 7 | 6 | 5,5 | 5,8 | 7 |
| ***Kn M*3** | 0,69 | 0,71 | 0,74 | 0,73 | 0,77 | 0,8 | 0,75 | 0,8 | 0,81 | 0,73 |
| **Dotie**  **lielumi** | ***V A R I A N T I*** | | | | | | | | | |
| ***11*** | ***12*** | ***13*** | ***14*** | ***15*** | ***16*** | ***17*** | ***18*** | ***19*** | ***20*** |
| ***PN*1, kW** | 5,8 | 15,5 | 19,5 | 4,5 | 7,5 | 7,8 | 4,2 | 5,8 | 17 | 19,5 |
| ***ηN*1** | 0,87 | 0,89 | 0,896 | 0,84 | 0,85 | 0,79 | 0,85 | 0,87 | 0,85 | 0,87 |
| **cos*φN*1** | 0,85 | 0,74 | 0,74 | 0,64 | 0,66 | 0,65 | 0,79 | 0,85 | 0,74 | 0,71 |
| ***KIM*1** | 7 | 7 | 5,8 | 4,8 | 5,5 | 5,8 | 6 | 7 | 7 | 5,9 |
| ***Kn M*1** | 0,8 | 0,75 | 0,78 | 0,72 | 0,77 | 0,73 | 0,8 | 0,8 | 0,75 | 0,76 |
| ***PN*2, kW** | 16 | 17,5 | 23 | 6 | 12 | 11,9 | 11,5 | 16 | 20 | 23 |
| ***ηN*2** | 0,908 | 0,87 | 0,895 | 0,845 | 0,87 | 0,81 | 0,894 | 0,908 | 0,86 | 0,885 |
| **cos*φN*2** | 0,86 | 0,75 | 0,7 | 0,7 | 0,68 | 0,65 | 0,8 | 0,86 | 0,75 | 0,65 |
| ***KIM*2** | 7 | 5,5 | 6 | 4,8 | 5,5 | 5,8 | 6,5 | 7 | 5,5 | 6,5 |
| ***Kn M*2** | 0,87 | 0,78 | 0,81 | 0,74 | 0,79 | 0,79 | 0,87 | 0,88 | 0,78 | 0,81 |
| ***PN3*, kW** | 19,5 | 22,5 | 29,5 | 10,5 | 19,5 | 18,9 | 15,5 | 19 | 25 | 30,5 |
| ***ηN*3** | 0,88 | 0,9 | 0,9 | 0,87 | 0,885 | 0,875 | 0,908 | 0,91 | 0,88 | 0,85 |
| **cos*φN*3** | 0,81 | 0,79 | 0,79 | 0,75 | 0,71 | 0,71 | 0,83 | 0,86 | 0,76 | 0,69 |
| ***KIM*3** | 7 | 7 | 6 | 5,5 | 5,9 | 5,9 | 7 | 7 | 7 | 6,9 |
| ***Kn M*3** | 0,77 | 0,8 | 0,75 | 0,8 | 0,81 | 0,81 | 0,73 | 0,77 | 0,8 | 0,75 |
| **Dotie**  **lielumi** | ***V A R I A N T I*** | | | | | | | | | |
| ***21*** | ***22*** | ***23*** | ***24*** | ***25*** | ***26*** | ***27*** | ***28*** | ***29*** | ***30*** |
| ***PN*1, kW** | 4,5 | 7,5 | 5,5 | 7,5 | 11 | 4 | 5,5 | 15 | 18,5 | 4 |
| ***ηN*1** | 0,84 | 0,85 | 0,89 | 0,895 | 0,905 | 0,85 | 0,87 | 0,89 | 0,896 | 0,84 |
| **cos*φN*1** | 0,64 | 0,66 | 0,89 | 0,88 | 0,88 | 0,79 | 0,85 | 0,74 | 0,74 | 0,64 |
| ***KIM*1** | 4,8 | 5,5 | 6,5 | 7,5 | 7,5 | 6 | 7 | 7 | 5,8 | 4,8 |
| ***Kn M*1** | 0,72 | 0,77 | 0,84 | 0,7 | 0,85 | 0,8 | 0,8 | 0,75 | 0,78 | 0,72 |
| ***PN*2, kW** | 6 | 12 | 11 | 15 | 18,5 | 11 | 15 | 18,5 | 22 | 5,5 |
| ***ηN*2** | 0,845 | 0,87 | 0,905 | 0,894 | 0,918 | 0,894 | 0,908 | 0,87 | 0,895 | 0,845 |
| **cos*φN*2** | 0,7 | 0,68 | 0,88 | 0,82 | 0,87 | 0,8 | 0,86 | 0,75 | 0,7 | 0,7 |
| ***KIM*2** | 4,8 | 5,5 | 7,5 | 7,5 | 7,5 | 6,5 | 7 | 5,5 | 6 | 4,8 |
| ***Kn M*2** | 0,74 | 0,79 | 0,91 | 0,75 | 0,77 | 0,87 | 0,88 | 0,78 | 0,81 | 0,74 |
| ***PN3*, kW** | 10,5 | 19,5 | 18,5 | 22 | 30 | 15 | 18,5 | 22 | 30 | 11 |
| ***ηN*3** | 0,87 | 0,895 | 0,918 | 0,891 | 0,903 | 0,908 | 0,91 | 0,9 | 0,9 | 0,87 |
| **cos*φN*3** | 0,75 | 0,74 | 0,87 | 0,8 | 0,82 | 0,83 | 0,86 | 0,79 | 0,79 | 0,75 |
| ***KIM*3** | 5,5 | 5,8 | 7,5 | 7,5 | 7,5 | 7 | 7 | 7 | 6 | 5,5 |
| ***Kn M*3** | 0,8 | 0,81 | 0,69 | 0,73 | 0,74 | 0,73 | 0,77 | 0,8 | 0,75 | 0,8 |

**1.15.3. Pārbaudes darbs: Automātslēdža izvēle**

***1. Uzdevums.*** Izvēlēties automatslēdzi asinhronā elektrodzinēja ar īsslēgto rotoru komutācijai un aizsardzībai. Elektrodzinēja nominālā jauda *P*, lietderības koeficients *η*, jaudas koeficients *cosφ*, palaides strāva *kI*reizes lielāka par dzinēja nominālo strāvu. Elektrodzinēja uzstādīšanas vietā maksimālā īsslēguma stāva *Iīssl.max*. Uzzīmēt tīkla shēmu.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Dotie**  **lielumi** | ***V A R I A N T I*** | | | | | | | | | |
| ***1*** | ***2*** | ***3*** | ***4*** | ***5*** | ***6*** | ***7*** | ***8*** | ***9*** | ***10*** |
| **P, kW** | 10,5 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| **η** | 0,88 | 0,8 | 0,84 | 0,85 | 0,86 | 0,87 | 0,88 | 0,885 | 0,89 | 0,895 |
| **cosφ** | 0,91 | 0,8 | 0,81 | 0,82 | 0,825 | 0,83 | 0,84 | 0,85 | 0,86 | 0,87 |
| **kI** | 7 | 5 | 5 | 5,5 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6,5 |
| **Iīssl.max, kA** | 1 | 0,8 | 0,85 | 0,9 | 0,95 | 1 | 1,05 | 1,1 | 1,15 | 1,2 |
| **UNt, V** | 380 | 380 | 380 | 380 | 380 | 380 | 380 | 380 | 380 | 380 |
| **Dotie**  **lielumi** | ***V A R I A N T I*** | | | | | | | | | |
| ***11*** | ***12*** | ***13*** | ***14*** | ***15*** | ***16*** | ***17*** | ***18*** | ***19*** | ***20*** |
| **P, kW** | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| **η** | 0,9 | 0,82 | 0,83 | 0,85 | 0,89 | 0,885 | 0,89 | 0,895 | 0,9 | 0,82 |
| **cosφ** | 0,875 | 0,88 | 0,89 | 0,895 | 0,9 | 0,85 | 0,86 | 0,87 | 0,875 | 0,88 |
| **kI** | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 7 | 7 | 6 | 6 | 6,5 | 6,5 | 6,5 |
| **Iīssl.max, kA** | 1,25 | 1,3 | 1,35 | 1,4 | 1,45 | 1,2 | 1,3 | 1,4 | 1,5 | 1,6 |
| **UNt, V** | 380 | 380 | 380 | 380 | 380 | 380 | 380 | 380 | 380 | 380 |
| **Dotie**  **lielumi** | ***V A R I A N T I*** | | | | | | | | | |
| ***21*** | ***22*** | ***23*** | ***24*** | ***25*** | ***26*** | ***27*** | ***28*** | ***29*** | ***30*** |
| **P, kW** | 17 | 18 | 19 | 11 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 20 |
| **η** | 0,83 | 0,85 | 0,89 | 0,88 | 0,8 | 0,84 | 0,85 | 0,86 | 0,87 | 0,88 |
| **cosφ** | 0,89 | 0,895 | 0,9 | 0,91 | 0,8 | 0,81 | 0,82 | 0,825 | 0,83 | 0,84 |
| **kI** | 7 | 7 | 7,5 | 7 | 5 | 5 | 5,5 | 6 | 6 | 7 |
| **Iīssl.max, kA** | 1,7 | 1,8 | 1,9 | 1,1 | 0,9 | 1 | 1,05 | 1,1 | 1,2 | 1,9 |
| **UNt, V** | 380 | 380 | 380 | 380 | 380 | 380 | 380 | 380 | 380 | 380 |

**1.15.4. Pārbaudes darbs: Automātslēdža izvēle**

***2. Uzdevums.*** Aprēķināt automātus ar termomagnētisko atkabni un izvēlēties automātus katram no 3 asinhronam elektrodzinējam ar īsslēgto rotoru un maģistrālo automātu. Elektroenerģijas patērētāju dati sakopti uzdevumu tabulā. Visiem dotajiem elektrodzinējiem Ipal = =7∙IN. Uzzīmēt tīkla shēmu.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Dotie**  **lielumi** | ***V A R I A N T I*** | | | | | | | | | |
| ***1*** | ***2*** | ***3*** | ***4*** | ***5*** | ***6*** | ***7*** | ***8*** | ***9*** | ***10*** |
| **UN, V** | 380 | 380 | 380 | 380 | 380 | 380 | 380 | 380 | 380 | 380 |
| **P1, kW** | 11 | 5 | 8 | 9 | 5,5 | 6 | 6,5 | 7 | 8,5 | 9,5 |
| **cosφ1** | 0,88 | 0,8 | 0,85 | 0,85 | 0,7 | 0,72 | 0,74 | 0,75 | 0,77 | 0,8 |
| **ηN1** | 0,91 | 0,81 | 0,83 | 0,85 | 0,72 | 0,74 | 0,75 | 0,76 | 0,78 | 0,81 |
| **Kn1** | 0,89 | 0,77 | 0,7 | 0,8 | 0,75 | 0,76 | 0,78 | 0,8 | 0,81 | 0,85 |
| **P2, kW** | 15 | 8 | 9 | 11 | 8 | 8,5 | 9 | 9,5 | 10 | 10,5 |
| **cosφ2** | 0,87 | 0,84 | 0,82 | 0,87 | 0,81 | 0,83 | 0,84 | 0,85 | 0,87 | 0,88 |
| **ηN2** | 0,85 | 0,85 | 0,8 | 0,88 | 0,82 | 0,84 | 0,85 | 0,86 | 0,88 | 0,89 |
| **Kn2** | 0,8 | 0,87 | 0,9 | 0,8 | 0,83 | 0,85 | 0,86 | 0,87 | 0,89 | 0,9 |
| **P3, kW** | 18 | 11 | 12 | 10 | 10,5 | 11 | 11,5 | 12 | 12,5 | 13 |
| **cosφ3** | 0,82 | 0,84 | 0,86 | 0,88 | 0,83 | 0,85 | 0,85 | 0,87 | 0,88 | 0,89 |
| **ηN3** | 0,89 | 0,83 | 0,85 | 0,89 | 0,83 | 0,85 | 0,86 | 0,87 | 0,88 | 0,89 |
| **Kn3** | 0,85 | 0,81 | 0,85 | 0,9 | 0,75 | 0,76 | 0,78 | 0,8 | 0,78 | 0,77 |
| **Dotie**  **lielumi** | ***V A R I A N T I*** | | | | | | | | | |
| ***11*** | ***12*** | ***13*** | ***14*** | ***15*** | ***16*** | ***17*** | ***18*** | ***19*** | ***20*** |
| **UN, V** | 380 | 380 | 380 | 380 | 380 | 380 | 380 | 660 | 380 | 380 |
| **P1, kW** | 7,5 | 8 | 8,5 | 7 | 7,5 | 7,50 | 5,2 | 16 | 9,5 | 5 |
| **cosφ1** | 0,85 | 0,88 | 0,89 | 0,76 | 0,8 | 0,85 | 0,8 | 0,85 | 0,85 | 0,7 |
| **ηN1** | 0,86 | 0,89 | 0,9 | 0,77 | 0,81 | 0,84 | 0,81 | 0,83 | 0,85 | 0,72 |
| **Kn1** | 0,82 | 0,84 | 0,85 | 0,78 | 0,88 | 0,78 | 0,77 | 0,7 | 0,8 | 0,75 |
| **P2, kW** | 11 | 10 | 10,5 | 11 | 11,5 | 10,00 | 8 | 26 | 11 | 8 |
| **cosφ2** | 0,89 | 0,86 | 0,87 | 0,88 | 0,86 | 0,89 | 0,8 | 0,85 | 0,87 | 0,82 |
| **ηN2** | 0,9 | 0,87 | 0,88 | 0,89 | 0,87 | 0,90 | 0,82 | 0,8 | 0,9 | 0,84 |
| **Kn2** | 0,91 | 0,88 | 0,89 | 0,9 | 0,88 | 0,85 | 0,86 | 0,87 | 0,75 | 0,8 |
| **P3, kW** | 13,5 | 14 | 10 | 10,5 | 12 | 13,00 | 11 | 36 | 10 | 10,5 |
| **cosφ3** | 0,89 | 0,9 | 0,82 | 0,83 | 0,88 | 0,88 | 0,84 | 0,86 | 0,88 | 0,83 |
| **ηN3** | 0,9 | 0,9 | 0,83 | 0,84 | 0,89 | 0,87 | 0,83 | 0,85 | 0,89 | 0,83 |
| **Kn3** | 0,81 | 0,8 | 0,75 | 0,76 | 0,74 | 0,80 | 0,81 | 0,85 | 0,9 | 0,75 |
| **Dotie**  **lielumi** | ***V A R I A N T I*** | | | | | | | | | |
| ***21*** | ***22*** | ***23*** | ***24*** | ***25*** | ***26*** | ***27*** | ***28*** | ***29*** | ***30*** |
| **UN, V** | 380 | 380 | 380 | 380 | 380 | 380 | 380 | 380 | 380 | 380 |
| **P1, kW** | 5,5 | 6 | 8 | 9 | 10 | 7 | 7 | 8 | 7 | 7,5 |
| **cosφ1** | 0,72 | 0,74 | 0,75 | 0,77 | 0,8 | 0,85 | 0,88 | 0,89 | 0,76 | 0,8 |
| **ηN1** | 0,74 | 0,75 | 0,76 | 0,78 | 0,81 | 0,86 | 0,89 | 0,9 | 0,77 | 0,81 |
| **Kn1** | 0,76 | 0,78 | 0,8 | 0,81 | 0,85 | 0,82 | 0,84 | 0,85 | 0,78 | 0,88 |
| **P2, kW** | 8,5 | 9 | 10 | 10 | 10 | 11 | 10 | 10 | 11 | 11,5 |
| **cosφ2** | 0,83 | 0,87 | 0,85 | 0,87 | 0,88 | 0,89 | 0,86 | 0,87 | 0,88 | 0,86 |
| **ηN2** | 0,85 | 0,85 | 0,86 | 0,88 | 0,89 | 0,9 | 0,87 | 0,88 | 0,89 | 0,87 |
| **Kn2** | 0,9 | 0,88 | 0,8 | 0,89 | 0,9 | 0,85 | 0,84 | 0,89 | 0,9 | 0,88 |
| **P3, kW** | 11 | 11,5 | 12 | 12,5 | 13 | 13,5 | 14 | 10 | 10,5 | 12 |
| **cosφ3** | 0,85 | 0,85 | 0,88 | 0,87 | 0,9 | 0,88 | 0,9 | 0,82 | 0,83 | 0,88 |
| **ηN3** | 0,85 | 0,86 | 0,87 | 0,86 | 0,86 | 0,9 | 0,9 | 0,83 | 0,84 | 0,89 |
| **Kn3** | 0,76 | 0,78 | 0,8 | 0,78 | 0,77 | 0,81 | 0,8 | 0,75 | 0,76 | 0,74 |

**1.15.5. Pārbaudes darbs.** Montāžās cehā 380 V speķa tīkla maģistrāle baro 5 īsi slēgtos asinhronos dzinējus (sk. 1.19. att.). Maģistrālē atklāti novietots trīsdzīslu alumīnija kabelis ar gumijas izolāciju.

Aprēķināt kabeļa dzīslas šķērsgriezumu un drošinātāju FU1 unFU2 kūstošo ieliktņu nominālās strāvas. Aprēķinā pieņemt dzinēju noslodzes koeficientu *Kn* = 0,8 un dzinēju darba vienlaicības koeficientu *K*0 no 1.1. tabulas. Dzinēju pases dati doti tabulā.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Dotie**  **lielumi** | ***V A R I A N T I*** | | | | | | | | | |
| ***1*** | ***2*** | ***3*** | ***4*** | ***5*** | ***6*** | ***7*** | ***8*** | ***9*** | ***10*** |
| *PN*1, kW | 10 | 11 | 10 | 13 | 12 | 11 | 12 | 9 | 15 | 8 |
| *PN*2, kW | 12 | 13 | 9 | 12 | 11 | 15 | 16 | 13 | 17 | 14 |
| *PN*3, kW | 5,8 | 6 | 5,5 | 5 | 6,2 | 6,8 | 7 | 5,8 | 5,4 | 6,1 |
| *PN*4, kW | 2,7 | 3 | 2,5 | 3 | 3,2 | 2,8 | 4 | 3,3 | 3,7 | 2,8 |
| *PN*5, kW | 4 | 4,4 | 3,8 | 4,2 | 4,2 | 5 | 5,2 | 4,8 | 5,1 | 3,9 |
| cosφ1 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 |
| cosφ2 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 |
| cosφ3 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 |
| cosφ4 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 |
| cosφ5 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 |
| *KI*1 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 |
| *KI*2 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| *KI*3 | 0,75 | 0,72 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 |
| *KI*4 | 0,92 | 0,73 | 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,92 |
| *KI*5 | 0,8 | 0,75 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 |
| η1, % | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 |
| η2, % | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 |
| η3, % | 0,855 | 0,85 | 0,855 | 0,855 | 0,855 | 0,855 | 0,855 | 0,855 | 0,855 | 0,855 |
| η4, % | 0,82 | 0,82 | 0,82 | 0,82 | 0,82 | 0,82 | 0,82 | 0,82 | 0,82 | 0,82 |
| η5, % | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 |
| **Dotie**  **lielumi** | ***V A R I A N T I*** | | | | | | | | | |
| **11** | **12** | **13** | **14** | **15** | **16** | **17** | **18** | **19** | **20** |
| *PN*1, kW | 10,5 | 9,5 | 16 | 15 | 14 | 10,5 | 11,5 | 10,6 | 13,4 | 12,5 |
| *PN*2, kW | 12,5 | 12,6 | 20 | 18 | 17 | 12,5 | 13,5 | 9,5 | 12,6 | 11,6 |
| *PN*3, kW | 6,3 | 5,3 | 8 | 7 | 6 | 6,3 | 6,4 | 6,1 | 5,7 | 6,7 |
| *PN*4, kW | 3,2 | 2,7 | 6 | 5 | 4 | 3,2 | 3,6 | 2,9 | 3,4 | 3,9 |
| *PN*5, kW | 4,5 | 3,6 | 10 | 8 | 6,6 | 4,5 | 4,8 | 4,3 | 4,7 | 4,8 |
| cosφ1 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 |
| cosφ2 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 |
| cosφ3 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 |
| cosφ4 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 |
| cosφ5 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 |
| *KI*1 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 |
| *KI*2 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| *KI*3 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,72 | 0,75 | 0,75 | 0,75 |
| *KI*4 | 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,73 | 0,92 | 0,92 | 0,92 |
| *KI*5 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,75 | 0,8 | 0,8 | 0,8 |
| η1, % | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 |
| η2, % | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 |
| η3, % | 0,855 | 0,855 | 0,855 | 0,855 | 0,855 | 0,855 | 0,85 | 0,855 | 0,855 | 0,855 |
| η4, % | 0,82 | 0,82 | 0,82 | 0,82 | 0,82 | 0,82 | 0,82 | 0,82 | 0,82 | 0,82 |
| η5, % | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 |
| **Dotie**  **lielumi** | ***V A R I A N T I*** | | | | | | | | | |
| **21** | **22** | **23** | **24** | **25** | **26** | **27** | **28** | **29** | **30** |
| *PN*1, kW | 11,7 | 12,4 | 9,2 | 15,6 | 8,8 | 10,5 | 9,5 | 16 | 15 | 14 |
| *PN*2, kW | 15,4 | 16,5 | 13,5 | 17,7 | 14,5 | 12,5 | 12,6 | 20 | 18 | 17 |
| *PN*3, kW | 7,3 | 7,7 | 6,4 | 6,1 | 6,6 | 6,3 | 5,3 | 8 | 7 | 6 |
| *PN*4, kW | 3,5 | 4,7 | 3,9 | 4,7 | 3,3 | 3,2 | 2,7 | 6 | 5 | 4 |
| *PN*5, kW | 5,5 | 5,7 | 5,3 | 5,8 | 4,4 | 4,5 | 3,6 | 10 | 8 | 6,6 |
| cosφ1 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 |
| cosφ2 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 |
| cosφ3 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 |
| cosφ4 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 |
| cosφ5 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 |
| *KI*1 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 |
| *KI*2 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| *KI*3 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 |
| *KI*4 | 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,92 |
| *KI*5 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 |
| η1, % | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 |
| η2, % | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 |
| η3, % | 0,855 | 0,855 | 0,855 | 0,855 | 0,855 | 0,855 | 0,855 | 0,855 | 0,855 | 0,855 |
| η4, % | 0,82 | 0,82 | 0,82 | 0,82 | 0,82 | 0,82 | 0,82 | 0,82 | 0,82 | 0,82 |
| η5, % | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 |

**1.15.6. Pārbaudes darbs : Instalācijas veidu izvēle.**

**Uzdevums.** Izvēlēties instalācijas veidu, vada marku un šķērsgriezumu, aprēķināt un izvēlēties elektrodzinēju un apgaismošanas tīkla aizsardzības aparatūru 1.20. attēlā dotajai shēmai. Apkārtējās vides maksimālā temperatūra telpā nepārsniedz 25 °C. Patērētāju vienlaicības koeficients K0 no 1.1. tabulas. Līnijas LI, L2 un L3 baro gaismekļus. Elektroenerģijas patērētāju dati sakopoti tabulā. Visiem dotajiem elektrodzinējiem *kI* = *Ipal / IN*.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Dotie**  **lielumi** | ***V A R I A N T I*** | | | | | | | | | |
| ***1*** | ***2*** | ***3*** | ***4*** | ***5*** | ***6*** | ***7*** | ***8*** | ***9*** | ***10*** |
| *UN*, V | 380 | 380 | 380 | 380 | 380 | 380 | 380 | 380 | 380 | 380 |
| ***Dzinēji*** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| *PN*1, kW | 10 | 5 | 8 | 9 | 5,5 | 6 | 6,5 | 7 | 8,5 | 9,5 |
| *PN*2, kW | 15 | 8 | 9 | 11 | 8 | 8,5 | 9 | 9,5 | 10 | 10,5 |
| *PN*3, kW | 18 | 11 | 12 | 10 | 10,5 | 11 | 11,5 | 12 | 12,5 | 13 |
| *PN*4, kW | 21 | 15 | 16 | 14 | 14 | 14,5 | 15 | 15,5 | 16 | 16,5 |
| *PN*5, kW | 28 | 20 | 21 | 25 | 19 | 19,5 | 20 | 20,5 | 21 | 21,5 |
| *kI*1 | 7 | 6,5 | 6 | 5,5 | 5 | 7 | 6,5 | 6 | 5,5 | 5 |
| *kI*2 | 6,9 | 6,4 | 5,9 | 5,4 | 4,9 | 6,9 | 6,4 | 5,9 | 5,4 | 4,9 |
| *kI*3 | 6,8 | 6,3 | 5,8 | 5,3 | 4,8 | 6,8 | 6,3 | 5,8 | 5,3 | 4,8 |
| *kI*4 | 6,7 | 6,2 | 5,7 | 5,2 | 4,7 | 6,7 | 6,2 | 5,7 | 5,2 | 4,7 |
| *kI*5 | 6,5 | 6 | 5,5 | 5 | 4,5 | 6,5 | 6 | 5,5 | 5 | 4,5 |
| cosφ1 | 0,87 | 0,8 | 0,85 | 0,85 | 0,7 | 0,72 | 0,74 | 0,75 | 0,77 | 0,8 |
| cosφ2 | 0,88 | 0,84 | 0,82 | 0,87 | 0,81 | 0,83 | 0,84 | 0,85 | 0,87 | 0,88 |
| cosφ3 | 0,89 | 0,84 | 0,86 | 0,88 | 0,83 | 0,85 | 0,85 | 0,87 | 0,88 | 0,89 |
| cosφ4 | 0,89 | 0,86 | 0,87 | 0,84 | 0,85 | 0,86 | 0,87 | 0,88 | 0,89 | 0,89 |
| cosφ5 | 0,90 | 0,89 | 0,89 | 0,9 | 0,84 | 0,85 | 0,86 | 0,85 | 0,86 | 0,87 |
| *Kn*1 | 0,80 | 0,77 | 0,7 | 0,8 | 0,75 | 0,76 | 0,78 | 0,8 | 0,81 | 0,85 |
| *Kn*2 | 0,90 | 0,87 | 0,9 | 0,8 | 0,83 | 0,85 | 0,86 | 0,87 | 0,89 | 0,9 |
| *Kn*3 | 0,80 | 0,81 | 0,85 | 0,9 | 0,75 | 0,76 | 0,78 | 0,8 | 0,78 | 0,77 |
| *Kn*4 | 0,85 | 0,84 | 0,8 | 0,9 | 0,79 | 0,8 | 0,81 | 0,82 | 0,83 | 0,84 |
| *Kn*5 | 0,70 | 0,7 | 0,65 | 0,68 | 0,8 | 0,78 | 0,76 | 0,75 | 0,74 | 0,73 |
| η1, % | 0,88 | 0,81 | 0,83 | 0,85 | 0,72 | 0,74 | 0,75 | 0,76 | 0,78 | 0,81 |
| η2, % | 0,89 | 0,85 | 0,8 | 0,88 | 0,82 | 0,84 | 0,85 | 0,86 | 0,88 | 0,89 |
| η3, % | 0,89 | 0,83 | 0,85 | 0,89 | 0,83 | 0,85 | 0,86 | 0,87 | 0,88 | 0,89 |
| η4, % | 0,89 | 0,85 | 0,88 | 0,83 | 0,84 | 0,85 | 0,86 | 0,87 | 0,88 | 0,89 |
| η5, % | 0,90 | 0,88 | 0,88 | 0,91 | 0,83 | 0,84 | 0,85 | 0,86 | 0,85 | 0,86 |
| Ceha gaismekļi | | | | | | | | | | |
| *PL*1, kW | 4,00 | 2,9 | 3,5 | 4 | 2,6 | 2,7 | 2,8 | 2,9 | 3 | 3,1 |
| cos *φL*1 | 1,00 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| *KLn*1 | 1,00 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Ofisa gaismekļi | | | | | | | | | | |
| *PL*2, kW | 2,00 | 2 | 1,5 | 1,8 | 1,6 | 1,7 | 1,8 | 1,9 | 2 | 1,9 |
| cos *φ*L2 | 1,00 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| *KLn*2 | 1,00 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Noliktavas gaismekļi | | | | | | | | | | |
| *PL*3, kW | 2,50 | 1,5 | 1,8 | 1,4 | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,4 | 1,5 | 1,6 |
| cos *φL*3 | 1,00 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| *KLn*3 | 1,00 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| **Dotie**  **lielumi** | ***V A R I A N T I*** | | | | | | | | | |
| **11** | **12** | **13** | **14** | **15** | **16** | **17** | **18** | **19** | **20** |
| *UN*, V | 380 | 380 | 380 | 380 | 380 | 380 | 380 | 660 | 380 | 380 |
| ***Dzinēji*** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| *PN*1, kW | 7,5 | 8 | 8,5 | 7 | 7,5 | 7,50 | 5,2 | 16 | 9,5 | 5 |
| *PN*2, kW | 11 | 10 | 10,5 | 11 | 11,5 | 10,00 | 8 | 26 | 11 | 8 |
| *PN*3, kW | 13,5 | 14 | 10 | 10,5 | 12 | 13,00 | 11 | 36 | 10 | 10,5 |
| *PN*4, kW | 17 | 17,5 | 18 | 17 | 16,5 | 17,00 | 15 | 46 | 14 | 14 |
| *PN*5, kW | 22 | 22,5 | 23 | 23,5 | 24 | 22,00 | 20 | 66 | 25 | 19 |
| *kI*1 | 7 | 6,5 | 6 | 5,5 | 5 | 7 | 6,5 | 6 | 5,5 | 5 |
| *kI*2 | 6,9 | 6,4 | 5,9 | 5,4 | 4,9 | 6,9 | 6,4 | 5,9 | 5,4 | 4,9 |
| *kI*3 | 6,8 | 6,3 | 5,8 | 5,3 | 4,8 | 6,8 | 6,3 | 5,8 | 5,3 | 4,8 |
| *kI*4 | 6,7 | 6,2 | 5,7 | 5,2 | 4,7 | 6,7 | 6,2 | 5,7 | 5,2 | 4,7 |
| *kI*5 | 6,5 | 6 | 5,5 | 5 | 4,5 | 6,5 | 6 | 5,5 | 5 | 4,5 |
| cosφ1 | 0,85 | 0,88 | 0,89 | 0,76 | 0,8 | 0,85 | 0,8 | 0,85 | 0,85 | 0,7 |
| cosφ2 | 0,89 | 0,86 | 0,87 | 0,88 | 0,86 | 0,89 | 0,8 | 0,85 | 0,87 | 0,82 |
| cosφ3 | 0,89 | 0,9 | 0,82 | 0,83 | 0,88 | 0,88 | 0,84 | 0,86 | 0,88 | 0,83 |
| cosφ4 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,89 | 0,88 | 0,90 | 0,86 | 0,87 | 0,85 | 0,85 |
| cosφ5 | 0,88 | 0,87 | 0,88 | 0,89 | 0,9 | 0,90 | 0,88 | 0,88 | 0,89 | 0,85 |
| *Kn*1 | 0,82 | 0,84 | 0,85 | 0,78 | 0,88 | 0,78 | 0,77 | 0,7 | 0,8 | 0,75 |
| *Kn*2 | 0,91 | 0,88 | 0,89 | 0,9 | 0,88 | 0,85 | 0,86 | 0,87 | 0,75 | 0,8 |
| *Kn*3 | 0,81 | 0,8 | 0,75 | 0,76 | 0,74 | 0,80 | 0,81 | 0,85 | 0,9 | 0,75 |
| *Kn*4 | 0,85 | 0,84 | 0,83 | 0,82 | 0,825 | 0,80 | 0,8 | 0,81 | 0,85 | 0,8 |
| *Kn*5 | 0,72 | 0,71 | 0,72 | 0,74 | 0,75 | 0,70 | 0,7 | 0,66 | 0,7 | 0,75 |
| η1, % | 0,86 | 0,89 | 0,9 | 0,77 | 0,81 | 0,84 | 0,81 | 0,83 | 0,85 | 0,72 |
| η2, % | 0,9 | 0,87 | 0,88 | 0,89 | 0,87 | 0,90 | 0,82 | 0,8 | 0,9 | 0,84 |
| η3, % | 0,9 | 0,9 | 0,83 | 0,84 | 0,89 | 0,87 | 0,83 | 0,85 | 0,89 | 0,83 |
| η4, % | 0,89 | 0,9 | 0,89 | 0,89 | 0,88 | 0,90 | 0,84 | 0,88 | 0,84 | 0,85 |
| η5, % | 0,87 | 0,86 | 0,87 | 0,88 | 0,89 | 0,88 | 0,85 | 0,87 | 0,88 | 0,83 |
| Ceha gaismekļi | | | | | | | | | | |
| *PL*1, kW | 3,2 | 3,3 | 3,4 | 3,5 | 3,6 | 2,50 | 2,9 | 6,6 | 4 | 2,6 |
| cos *φL*1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1,00 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| *KLn*1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1,00 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Ofisa gaismekļi | | | | | | | | | | |
| *PL*2, kW | 1,8 | 1,7 | 1,6 | 1,5 | 1,4 | 1,60 | 2 | 2,6 | 1,8 | 1,6 |
| cos *φ*L2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1,00 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| *KLn*2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1,00 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Noliktavas gaismekļi | | | | | | | | | | |
| *PL*3, kW | 1,5 | 1,4 | 1,3 | 1,2 | 1,1 | 1,20 | 1,5 | 3,6 | 1,4 | 1,1 |
| cos *φL*3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1,00 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| *KLn*3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1,00 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| **Dotie**  **lielumi** | ***V A R I A N T I*** | | | | | | | | | |
| **21** | **22** | **23** | **24** | **25** | **26** | **27** | **28** | **29** | **30** |
| *UN*, V | 380 | 380 | 380 | 380 | 380 | 380 | 380 | 380 | 380 | 380 |
| ***Dzinēji*** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| *PN*1, kW | 5,5 | 6 | 8 | 9 | 10 | 7 | 7 | 8 | 7 | 7,5 |
| *PN*2, kW | 8,5 | 9 | 10 | 10 | 10 | 11 | 10 | 10 | 11 | 11,5 |
| *PN*3, kW | 11 | 11,5 | 12 | 12,5 | 13 | 13,5 | 14 | 10 | 10,5 | 12 |
| *PN*4, kW | 14,5 | 15 | 15,5 | 16 | 16,5 | 17 | 17,5 | 18 | 17 | 16,5 |
| *PN*5, kW | 19,5 | 20 | 20,5 | 22 | 23 | 24 | 22,5 | 23 | 23,5 | 24 |
| *kI*1 | 7 | 6,5 | 6 | 5,5 | 5 | 7 | 6,5 | 6 | 5,5 | 5 |
| *kI*2 | 6,9 | 6,4 | 5,9 | 5,4 | 4,9 | 6,9 | 6,4 | 5,9 | 5,4 | 4,9 |
| *kI*3 | 6,8 | 6,3 | 5,8 | 5,3 | 4,8 | 6,8 | 6,3 | 5,8 | 5,3 | 4,8 |
| *kI*4 | 6,7 | 6,2 | 5,7 | 5,2 | 4,7 | 6,7 | 6,2 | 5,7 | 5,2 | 4,7 |
| *kI*5 | 6,5 | 6 | 5,5 | 5 | 4,5 | 6,5 | 6 | 5,5 | 5 | 4,5 |
| cosφ1 | 0,72 | 0,74 | 0,75 | 0,77 | 0,8 | 0,85 | 0,88 | 0,89 | 0,76 | 0,8 |
| cosφ2 | 0,83 | 0,87 | 0,85 | 0,87 | 0,88 | 0,89 | 0,86 | 0,87 | 0,88 | 0,86 |
| cosφ3 | 0,85 | 0,85 | 0,88 | 0,87 | 0,9 | 0,88 | 0,9 | 0,82 | 0,83 | 0,88 |
| cosφ4 | 0,86 | 0,87 | 0,88 | 0,87 | 0,85 | 0,88 | 0,85 | 0,9 | 0,89 | 0,88 |
| cosφ5 | 0,84 | 0,9 | 0,88 | 0,89 | 0,88 | 0,88 | 0,87 | 0,88 | 0,89 | 0,9 |
| *Kn*1 | 0,76 | 0,78 | 0,8 | 0,81 | 0,85 | 0,82 | 0,84 | 0,85 | 0,78 | 0,88 |
| *Kn*2 | 0,9 | 0,88 | 0,8 | 0,89 | 0,9 | 0,85 | 0,84 | 0,89 | 0,9 | 0,88 |
| *Kn*3 | 0,76 | 0,78 | 0,8 | 0,78 | 0,77 | 0,81 | 0,8 | 0,75 | 0,76 | 0,74 |
| *Kn*4 | 0,7 | 0,8 | 0,82 | 0,7 | 0,76 | 0,8 | 0,8 | 0,83 | 0,82 | 0,825 |
| *Kn*5 | 0,76 | 0,76 | 0,75 | 0,72 | 0,73 | 0,72 | 0,71 | 0,72 | 0,74 | 0,75 |
| η1, % | 0,74 | 0,75 | 0,76 | 0,78 | 0,81 | 0,86 | 0,89 | 0,9 | 0,77 | 0,81 |
| η2, % | 0,85 | 0,85 | 0,86 | 0,88 | 0,89 | 0,9 | 0,87 | 0,88 | 0,89 | 0,87 |
| η3, % | 0,85 | 0,86 | 0,87 | 0,86 | 0,86 | 0,9 | 0,9 | 0,83 | 0,84 | 0,89 |
| η4, % | 0,85 | 0,85 | 0,86 | 0,84 | 0,85 | 0,86 | 0,85 | 0,89 | 0,89 | 0,88 |
| η5, % | 0,86 | 0,89 | 0,85 | 0,85 | 0,86 | 0,9 | 0,86 | 0,87 | 0,88 | 0,89 |
| Ceha gaismekļi | | | | | | | | | | |
| *PL*1, kW | 2,7 | 2,8 | 2,9 | 3 | 3,1 | 3,2 | 3,3 | 3,4 | 3,5 | 3,6 |
| cos *φL*1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| *KLn*1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Ofisa gaismekļi | | | | | | | | | | |
| *PL*2, kW | 1,7 | 1,8 | 1,9 | 2 | 1,9 | 1,8 | 1,7 | 1,6 | 1,5 | 1,4 |
| cos *φ*L2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| *KLn*2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Noliktavas gaismekļi | | | | | | | | | | |
| *PL*3, kW | 1,2 | 1,3 | 1,4 | 1,5 | 1,6 | 1,5 | 1,4 | 1,3 | 1,2 | 1,1 |
| cos *φL*3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| *KLn*3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

**2. NODAĻA**

**ELEKTRISKO SLODŽU APRĒĶINA METODES**

Viens no elektroapgādes pamatjautājumiem ir patērētāju aplēses slodzes noteikšana. Lai aprēķinātu slodzi ietaisēs ar spriegumu līdz 1000 V, lieto vairākus metodes.

**2. 1. APRĒĶINA SLODZI PIELĪDZINA NOMINĀLAJAI PATĒRĒTAJA**

**JAUDAI**

Taču slodzes grafiki nav tieši saistīti ar nominālajām slodzēm. Tāpēc slodžu noteikšanai papildus jāizmanto lielumi, kurus var izmantot grafiku raksturlielumu saistīšanai ar nominālo slodzi. Šai ziņa svarīgākie ir noslodzes koeficients *Kn*, izmantošanas koeficients *KI* un slēgumlaika koeficients *KS*. Šos visus trīs koeficientus lieto gan elektrouzņēmēju, gan arī grupu raksturošanai, turklāt grupu raksturojošos koeficientus var aprēķināt, zinot tādus pašus elektrouzņēmēju koeficientus un nominālās slodzes.

Vispirms apskatīsim šos koeficientus aktīvās jaudas gadījumā elektrouzņēmējiem.

Par *noslodzes koeficientu sauc slēgumlaika vidējās jaudas PV.S attiecību pret nominālo jaudu PN* :

 (2.1)

Bet par izmantošanas koeficientu – vidējās jaudas attiecību pret nominālo jaudu:

 (2.2)

Ja patērētājs strādā ar pārtraukumiem, tad šāda patērētāja raksturošanai lieto slēgumlaika koeficientu jeb relatīvo ieslēguma laiku

 (2.3)

kur *tS* – kopējais slēgumlaiks, kurā patērētājs saņem enerģiju no tīkla; *t* – kopējais darba laiks.

No šiem trim koeficientiem neatkarīgi ir tikai divi *KS* un *KI*. Katrs no koeficientiem raksturo neatkarīgu faktoru, kas nosaka elektrouzņēmēju vidējo noslodzes pakāpi: *KS* – slēgumlaiku, bet *Kn* – vidējo noslodzi šajā laikā. Izmantošanas koeficients vienlaikus ievēro abus faktorus

*KI* = *KS*∙*Kn*. (2.4)

Šādu metodi izmanto tad, ja ir tikai viens patērētājs.

**2.2.APRĒĶINA SLODZI PIELĪDZINA VIDĒJAISLODZEI.**.

Šo metodi praksē lieto reti, jo maksimālās slodzes laikā elektrobarošanas elementi, kas izvēlēti pēc vidējās jaudas, būs pārslogoti. Vidējo jaudu aprēķins pēc formulas

*PV* = *KI ∙PN*, (2.5)

kur *PN* –nominālā jauda;

*KI* – izmantošanas koeficients, kuru var atrast 2.1. tabulā.

**2.3.APRĒĶINA SLODZI PIELĪDZINA MAKSIMĀLAJAI JAUDAI, KURU**

**PATĒRĒ NO TĪKLĀ.**

Maksimālo jaudu aprēķina pēc formulas

*PM = KM∙PV*, (2.6)

kur *KM* - maksimuma koeficients, kuru atrod no nomogrammām vai tabulām atkarībā no izmantošanas koeficienta un efektīvā strāvas patērētāju skaita (2.2. tabula).

No tabulas redzams, ka lielām patērētāju grupām, kad *ne* → ∞ neatkarīgi no patērētāju darba režīma *KM* = 1 un *Pa = Pv*. Tāpēc praktiskos aprēķinos, ja *ne* ≥ 200, visos gadījumos ņem *KM* = 1 un *Pa = Pv*.

2.1. tabula

**Jaudas un izmatošanas koeficienti metālapstrādāšanas rūpniecībā**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Elektropatērētāji** | **Koeficienti** | | |
| **izmantošanas *KI*** | **jaudas cos*φ*** | **pieprasījuma**  ***KP*** |
| Remont-mehāniskais cehs | 0,2-0,3 | 0,65-0,75 | 0,2-0,3 |
| Metālgriešanas darbmašīnas neliela sērijveida ražošanā (frēzmašīnās, virpās, urbjmašīnās, drāzmašīnās, karuseļvirpās utt.) | 0,12-0,14 | 0,4-0,5 | 0,14-0,16 |
| Tas pats liela sērijveida ražošanā | 0,16 | 0,5-0,6 | 0,2 |
| Štancēšanas spiednēs, automāti; lielgabarītā darbmašīnas (frēzmašīnās, virpās, urbjmašīnās, drāzmašīnās, karuseļvirpās utt.) | 0,17 | 0,65 | 0,25 |
| Vilkšanas, kalšanas, vesera darbmašīnas piedziņa | 0,2-0,24 | 0,65 | 0,35-0,40 |
| Pārnesamais elektroinstruments | 0,06 | 0,5 | 0,1 |
| Ventilatori, ventilatoru iekārtas, apkure | 0,6 | 0,8 | 0,70 |
| Sūkņu, kompresoru, skābekļa stacijas ar zemsprieguma dzinējiem, dizeļğeneratori | 0,7 | 0,8 | 0,8 |
| Tas pats ar augstsprieguma dzinējiem  asinhronajiem  sinhronajiem | 0,75—0,85 0,75—0,85 | 0,8—0,9 0,9—0,95 | 0,85 |
| Gāzģeneratoru stacijas | 0,4—0,6 | 0,7—0,8 | 0,75 |
| Elevatori, transportieri, nebloķētie konveijeri | 0,4 | 0,75 | 0,5 |
| Elevatori, transportieri, bloķētie konveijeri | 0,55 | 0,75 | 0,65 |
| Metināšanas transformatori (elektrometināšana) | 0,2 | 0,4 | 0,3 |
| Metināšanas ģeneratori (vienposteņu) | 0,3 | 0,6 | 0,35 |
| Metināšanas ģeneratori (daudzposteņu) | 0,5 | 0,7 | 0,7 |
| Metināšanas šuvmašīnas | 0,2-0,5 | 0,7 | 0,6 |
| Punktmetināšanas iekārtas | 0,2-0,25 | 0,6 | 0,6 |
| Elektrometināšanas automāti | 0,35 | 0,5 | 0,5 |
| Sildīšanas iekārtas, karsēšanas krāšņi ar automātisku piekraušanu, kaltēšanas skapji | 0,75 | 0,95 | 0,8 |
| Karsēšanas krāšņi ar rokas piekraušanu | 0,5 | 0,95 | 0,8 |
| Zemfrekvences indukcijas krāšņi | 0,7 | 0,35 | 0,8 |
| Celtnis, telfers (motortrīsis) ar *ε* = 25% | 0,05 | 0,5 | 0,1 |
| Celtnis, telfers ar *ε* = 40% | 0,1 | 0,5 | 0,2 |
| Noliktavas, veikali | 0,6—0,8 | 0,8—1,0 | 0,6—0,8 |

Mazāku patērētāju grupām neliela *ne* gadījumā slodzes grafika izlīdzināšanās ir nepilnīga un maksimuma koeficients var ievērojami pārsniegt 1 un *Pa* > *Pv*.

Jo mazāks ir izmantošanas koeficients *KI*, jo nevienmērīgāks ir individuālais slodzes grafiks, grupā iespējama mazāka savstarpēja slodzes izlīdzināšanās un līdz ar to augstāks maksimuma koeficients *KM*.

Atbilstoši elektroietaišu izbūves noteikumiem (EIN) spēka elektriskajos tīklos (cehos, rūpniecības uzņēmumu) zemsprieguma tīklu slodzi pielīdzina maksimālai slodzei (2.6)

2.2. tabula

**Maksimuma koeficienta *KM* atkarība no patērētāju skaitu *ne* un izmantošanas**

**koeficienta *KI* vērtības elektriskajam tīklam ar spriegumu līdz 1 kV**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***ne*** | **Maksimuma koeficienta *KM* atkarība no *KI*** | | | | | | | | |
| **0,1** | **0,15** | **0,2** | **0,3** | **0,4** | **0,5** | **0,6** | **0,7** | **0,8** |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |
| 1 | 8,00 | 5,33 | 4,00 | 2,67 | 2,00 | 1,60 | 1,33 | 1,14 | 1,0 |
| 2 | 6,22 | 4,33 | 3,39 | 2,45 | 1,98 | 1,60 | 1,33 | 1,14 | 1,0 |
| 3 | 4,05 | 2,89 | 2,31 | 1,74 | 1,45 | 1,34 | 1,22 | 1,14 | 1,0 |
| 4 | 3,24 | 2,35 | 1,91 | 1,47 | 1,25 | 1,21 | 1,12 | 1,06 | 1,0 |
| 5 | 2,84 | 2,09 | 1,72 | 1,35 | 1,16 | 1,16 | 1,08 | 1,03 | 1,0 |
| 6 | 2,64 | 1,96 | 1,62 | 1,28 | 1,14 | 1,13 | 1,06 | 1,01 | 1,0 |
| 7 | 2,49 | 1,86 | 1,54 | 1,23 | 1,12 | 1,1 | 1,04 | 1,0 | 1,0 |
| 8 | 2,37 | 1,78 | 1,48 | 1,19 | 1,10 | 1,08 | 1,02 | 1,0 | 1,0 |
| 9 | 2,27 | 1,71 | 1,43 | 1,16 | 1,09 | 1,07 | 1,01 | 1,0 | 1,0 |
| 10 | 2,18 | 1,65 | 1,39 | 1J3 | 1,07 | 1,05 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| 11 | 2,11 | 1,61 | 1,35 | 1,1 | 1,06 | 1,04 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| 12 | 2,04 | 1,56 | 1,32 | 1,08 | 1,05 | 1,03 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| 13 | 1,99 | 1,52 | 1,29 | 1,06 | 1,04 | 1,01 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| 14 | 1,94 | 1,49 | 1,27 | 1,05 | 1,02 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| 15 | 1,89 | 1,46 | 1,25 | 1,03 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| 16 | 1,85 | 1,43 | 1,23 | 1,02 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| 17 | 1,81 | 1,41 | 1,21 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| 18 | 1,78 | 1,39 | 1,19 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| 19 | 1,75 | 1,36 | 1,17 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| 20 | 1,72 | 1,35 | 1,16 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| 21 | 1,69 | 1,33 | 1,15 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| 22 | 1,67 | 1,31 | 1,13 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| 23 | 1,64 | 1,30 | 1,12 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1.0 | 1,0 |
| 24 | 1,62 | 1,28 | 1,11 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| 25 | 1,60 | 1,27 | 1,10 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| 30 | 1,51 | 1,21 | 1,05 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| 35 | 1,44 | 1,16 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| 40 | 1,40 | 1,13 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| 45 | 1,35 | 1,10 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| 50 | 1,30 | 1,07 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1.0 |
| 60 | 1,25 | 1,03 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1.0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| 70 | 1,20 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| 80 | 1,16 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| 90 | 1,13 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| 100 | 1,10 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |

Šo metodi visbiežāk izmanto projektēšanas sākuma stadijā. Izejoša informācija šajā gadījumā ir elektropatērētāju saraksts ar nominālam jaudām, mehānismu vai tehnoloģiskas iekārtas saraksts.

*Dažāda rakstura patērētājiem* ir dažāds izmantošanas koeficients *KI*, tad tos sadala pa grupām tā, lai katrā grupā patērētājiem *KI* ir vienāds. Katrai grupai jāatrod maksimālo (aprēķina) *Pa* un *Qa*, bet pēc tam pilno jaudu *Sa* un strāvu *Ia*.

Pēc šī metodi maksimālo aktīvo slodzi elektropatērētāju grupai (*n* > 1) var noteikt sekojoši

 (2.7)

kur *KM* – maksimuma koeficients;

*KIi* – *i*-tā patērētāja izmantošanas koeficients;

*PNi* – *i*-tā patērētāja nomināla (uzstādīta) jauda.

Ja aprēķina aktīva slodze *Pa* ir mazāka par vislielākā patērētāja nominālas slodzes grupā, tad jāpieņem *Pa = PN max*.

Izmantošanas koeficienta vērtības var atrast 2.2. tabulā sadales skapjiem, sadales paneļiem, kopnēm un trolejiem, bet 2.3. tabulā – maģistrālajiem kopnēm, ceha transformatoriem, ceham vai rūpniecības uzņēmumam.

2.3. tabula

**Maksimuma koeficienta *KM* vērtības maģistrālajiem kopnēm, ceha transformatoriem ar spriegumu līdz 1 kV**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***ne*** | **Maksimuma koeficienta *KM* atkarība no *KI*** | | | | | | | |
| **0,1** | **0,15** | **0,2** | **0,3** | **0,4** | **0,5** | **0,6** | **≥ 0,7** |
| 1 | 8,00 | 5,33 | 4,00 | 2,67 | 2,00 | 1,60 | 1,33 | 1,14 |
| 2 | 5,01 | 3,44 | 2,69 | 1,9 | 1,52 | 1,24 | 1,11 | 1,0 |
| 3 | 2,94 | 2,17 | 1,8 | 1,42 | 1,23 | 1,14 | 1,08 | 1,0 |
| 4 | 2,28 | 1,73 | 1,46 | 1,19 | 1,06 | 1,04 | 1,0 | 0,97 |
| 5 | 1,31 | 1,12 | 1,02 | 1,0 | 0,98 | 0,96 | 0,94 | 0,93 |
| 6-8 | 1,2 | 1,0 | 0,96 | 0,95 | 0,94 | 0,93 | 0,92 | 0,91 |
| 9-10 | 1,1 | 0,97 | 0,91 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 |
| 11-25 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,9 | 0,9 |
| 26-50 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,8 | 0,85 | 0,85 |
| ≥ 50 | 0,65 | 0,65 | 0,65 | 0,7 | 0,7 | 0,75 | 0,8 | 0,8 |

Efektīvo strāvas patērētāju skaitu aprēķina pēc formulas

. (2.8)

Aprēķināto *ne* vērtību noapaļo līdz tuvākajam mazākam veselam skaitlim.

Ja patērētāju grupai vislielākā jauda *PN max* ne vairāk ka trīs reizes lielāka par minimālo jaudu *PNmin*, tad var pieņemt efektīvo patērētāju skaitu vienādu ar patērētāju skaitu grupā *ne* = =*n*.

Ja patērētāju skaits ir ļoti liels, tad efektīvo patērētāju skaitu var aprēķināt pēc vienkāršotas formulas

 (2.9)

Ja aprēķinos pēc formulas (2.9) izriet ka *ne > n*, tad jāpieņem *ne = n*.

Patērētāju grupas izmantošanas koeficientu var noteikt pēc izteiksmes

 (2.10)

Aprēķina reaktīvo slodzi var noteikt divējādi:

1. Barošanas tīklam ar vadiem vai kabeļiem

 ja *ne* ≤ 10; (2.11a)

 ja *ne* > 10. (2.11b)

Reaktīvo slodzi aprēķina, izmantojot vidējo tg*φ* vērtību kuru nosaka no tabulas 2.1 un 2.2 atbilstoši jaudas koeficientam cos*φ* (no matemātikas kursā ir zināms, ka).

2. Uzņēmumam, ceham, maģistrālajiem kopnēm, uz transformatoru apakšstacijas kopnēm

 (2.12)

Kabeļu līnijām 6-10 kV *KM* = 1.

Ja aprēķina barojošās apakšstacijas zemsprieguma kopnes slodzi, jāievēro, ka atsevišķo patērētāju grupām slodžu maksimumi nesa­krīt. Tāpēc maksimālā summārā patērētāju slodze jāreizina ar vien­laicības koeficientu *K*0.Tatad uzņēmuma kopēja aktīva slodze (uz sadales un galvenās sadales kopnēm 6-10 kV)

 (2.13)

kur *m* – pievienojumu skaits uz apakšstacijas saliekamas kopnes 6-10 kV; *KIi* – *i*-tā pievienojuma izmantošanas koeficients; *K*0 – aprēķina slodzes vienlaicības koeficients; *PNi* – *i*-tā pievienojuma summāra nomināla jauda.

Vienlaicības koeficienta *K*0 vērtību var atrast 2.4. tabulā atkarība no *m* skaitļa un vidēji sverama izmantošanas koeficienta

 (2.14)

2.4. tabula

**Vienlaicības koeficienta *K*0 vērtības aplēses slodzes aprēķinam uz sadales un galvenās sadales kopnēm 6-10 kV**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Vidēji sveramais**  **izmantošanas koeficients** | **Atzarojumu (pievienojumu) skaits *m*** | | | |
| 2—4 | 5—8 | 9—25 | > 25 |
| *KI* <0,3 | 0,9 | 0,8 | 0,15 | 0,7 |
| 0,3 < *KI* <0,5 | 0,95 | 0,9 | 0,85 | 0,8 |
| 0,5 < *KI* <0,8 | 1,0 | 0,95 | 0,9 | 0,85 |
| *KI* > 0,8 | 1,0 | 1,0 | 0,95 | 0,9 |

Uzņēmuma kopēja reaktīva slodze (uz sadales un galvenās sadales kopnēm 6-10 kV)

 (2.15)

kur tg*φi* –*i*-tā pievienojuma vidējais jaudas koeficients.

Pilnā aprēķina jauda

 (2.16)

Patērētāju grupas aprēķina strāvu

 (2.17)

Rezultējošo slodzi augstsprieguma pusē aprēķina izejot no jaudas zudumus transformatorā un reaktīvas jaudas kompensējošas iekārtas.

Ja patērētāju grupā, kurai aprēķina slodzi, jaudu attiecība

 (2.18)

un patērētāju skaits ir 4 un vairāk, tad var pieņemt, ka

*ne = n*,

kur *n* - patērētāju skaits grupā.

Ja *m* > 3, bet *KI* ≥ 0,2, efektīvo patērētāju skaitu var ap­rēķināt pēc formulas

 (2.19)

kur *PNmaks* - lielākā patērētāja nominālā jauda,

Aprēķinot *ne*, jāatceras, ka *ne* ≤ *n*. Ja pēc aprēķina *ne* > *n*, tad jāpieņem

*ne = n*.

*Vienāda rakstura patērētajiem* slodžu grafiki atšķiras maz, jo sakrīt patērētāju tehnoloģiskie procesi, tātad sakrīt arī izmantošanas koeficienti. Šajā gadījumā vidēja jauda

*PV = KI *,

tad maksimālu jaudu var aprēķināt sekojoši:

*PM = KM∙KI∙*. (2.20)

**2.4. PIEPRASĪJUMA KOEFICIENTA METODE.**

Orientējoši aktīvo slodzi patērētāju grupai spēka elektriskajos tīklos projektēšanas sākuma stadijā var noteikt arī šādi:

 (2.21)

kur *KP* - pieprasījuma koeficients, kuru nosaka pēc formulas

*KP = KM∙KI*. (2.22)

Reaktīva slodze patērētāju grupai

*Qa = Pa*·tg*φ*, (2.23)

kur tg*φ* – jaudas koeficienta vidēja vērtība patērētāju grupai.

Pieprasījuma koeficienta vērtības doti tehniskajos rokasgrāmatas. Dažiem patērētājiem viņus var aprēķināt pēc formulas (2.22), izmantojot dati no 2.1. tabulas.

Aprēķinos šajā gadījumā tika pieņemts, ka *Kp* ir vienāds visiem patērētājiem, t.i., patērētāji ir viena tipa un viņiem visiem ir vienāds darba režīms. Tādām prasībām vislabāk atbilst apgaismes elektroiekārtas. Tāpēc šo metodi plaši pielieto apgaismes elektrotīkla aprēķiniem. Spēka patērētājiem patēriņa raksturlielumi var būt ļoti atšķirīgi un šo metodi pielieto tikai orientējošiem aprēķiniem.

Atsevišķam dzinējam pieprasījuma koeficientu aprēķins pēc formulēs

 (2.24)

kur *K*0 - vienlaicības koeficients;

*KI* - izmantošanas koeficients;

*ηt* - tīkla lietderības koeficients;

*ηd* - dzinēja lietderības koeficients.

Elektrodzinējiem, kas strādā ilgstošā režīmā, par uzstādīto jaudu *PU* sauc kataloga jeb pases nominālo jaudu *PN*, kuru tas attīsta uz savas vārpstas:

*PU* = *PN*.

Ja elektrodzinējs strādā atkārtoti īslaicīgā režīmā, uzstādīto jaudu aprēķina šādi:

 (2.25)

kur *εN*, % - nominālais ieslēgšanas ilgums (%), izvēlas no kataloga;

*PN* – elektrodzinēja nomināla jauda.

Metināšanas transformatoriem uzstādīto jaudu aprēķina pēc formulas

 (2.26)

kur *SN* – transformatora nominālā jauda, kVA.

Ja patērētāju skaits ir liels un to darba režīmi ir atšķirīgi, patērētāji jāsadala grupās ar vienādu daba režīmu un katrai grupai jānosaka maksimālā slodze. Summāro maksimālo aktīvo slodzi nosaka, saskaitot atsevišķo grupu maksimālās aktīvās slodzes. Tāpat atrod arī maksimālo reaktīvo slodzi un aprēķina

 (2.27)

zinot tg*φvid*, no tabulām var atrast *cosφvid*.

20 kV sprieguma līnijas posmos aprēķina slodzi nosaka, summē­jot 20/0,4 kV apakšstaciju slodzes un reizinot ar vienlaicības koeficientu *K*0, kurš atkarīgs no apakšstaciju skaita (2.5. tab.).

2.5. tabula

**Vienlaicības koeficients *K*0atkarībā no apakšstaciju skaita**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Apakšstaciju skaits** | **2** | **3** | **4...6** | **7... 15** | **16...25** | **26 un vai­rāk** |
| ***K*0** | 0,9 | 0,85 | 0,8 | 0,75 | 0,7 | 0,65 |

**2.5. ĪPATNĒJĀS ELEKTROENERĞIJAS PATĒRIŅA METODE.**

Slodzes aprēķins pēc īpatnēja elektroenerģijas patēriņa uz vienas produkcijas daudzuma vienības ražošanaivar izdarīt, izmantojot formulas

 (2.28)

kur *wīp.* – īpatnējais elektroenerģijas patēriņš, kW·h/pr.vien.;

*Nt* – saražotais produkcijas daudzums noteikta laika *t* (kg, m3, m2, gab. un tml.).

Metodi var izmantot patērētāju grupām ar laikā nemainīgu slodzi. Daļa elektrouzņēmēju, piemēram, ventilatori, kompresori, sūkņi, elektroenerģijas pārveidotāji, liela daļa papīrrūpniecības un ķīmiskās rūpniecības agregātu neregulējamas pretestības krāsnis, strādā ar praktiski nemainīgu slodzi.

Šo paņēmienu var lietot kā palīgmetodi cehu un rūpnīcu aplēses slodžu noteikšanai arī mainīgas slodzes gadījumā ja zināms saražotas produkcijas daudzums gadā.

**2.6. ĪPATNĒJĀS SLODZES METODE.**

Īpatnējās slodzes metode tiek lietota, lai noteiktu aplēses slodzes tādos tīklos, kuriem pieslēgts liels skaits aptuveni vienādas jaudas patērētāju, piemēram, mehāniskajā cehā ar metālgriešanas mašīnām. Pārejot uz jaunu produkcijas veidu, šāda tipa patērētājiem raksturīga bieža darbmašīnu nomaiņa. Tāpēc to barošanai paredz universālu tīklu. Īpatnējās jaudas metodi lieto arī aplēses slodzes aprēķinam apgaismes tīklos.

Aplēses aktīvo un reaktīvo slodzi aprēķina pēc formulām:

 (2.29)

kur σ – slodzes blīvums, F – patērētāju aizņemtais laukums, piemēram, ceha laukums, lauksaimnieciski izmantojamā zeme.

**2.7. MAKSIMĀLĀ STRĀVA PATĒRĒTĀJU GRUPAI.**

Maksimālā strāva patērētāju grupai ar spriegumu līdz 1 kV

*Im = Ip max* + (*Ia - KI·IN max*), (2.30)

kur *Ip max* - vislielākā palaišanas strāva starp dzinējiem;

*Ia* – vislielākā aplēses (aprēķina) stāva līnijā ar pārējiem elektropatērētājiem (30 min laikā);

*KI* – izmantošanas koeficients mehānismam, kas izmanto dzinēju ar vislielāko palaišanas strāvu;

*IN max* – nomināla darba strāva dzinējam ar vislielāko palaišanas strāvu (reducēts uz ε = =100 %).

**2.8. APLĒSES SLODZES APRĒĶINS APGAISMOJUMAM UN**

**LAUKSAIMNIECĪBAS OBJEKTIEM.**

Aplēses slodzi *Sa* nosaka pēc formulas:

 (2.31)

kur *Smax.n* — maksimālā vakara slodze *SV* vai dienas slodze *Sd* *n*-tā patērētāja ievadā, līnijas posmā vai uz transformatoru apakšstacijas kopnēm;

*K*0— vienlaicības koeficients, kas atkarīgs no patērētāju skaita (2.8. tab.).

Maksimālo dienas slodzi *Sd* vai vakara slodzi *SV* aprēķina pēc formulām

*Sd = SmaxKd*, *SV = SmaxKV*, (2.32)

kur *Kd* un *KV* — koeficienti, kas parāda, kāda daļa no maksimālās slodzes ir dienas vai vakara maksimums.

2.6. tabulā sakopoti koeficienti *Kd* un *KV* dažāda rakstura patē­rētājiem. Jaudas koeficientu nosaka atkarībā no dienas vai vakara aprēķina slodžu attiecības (2.7. tab.).

Jaudas koeficientu vairākiem patērētājiem nosaka ka vidējo jau­das koeficientu:

 (2.33)

Elektroenerģijas patēriņu gada laikā aprēķina pēc formulas

*W = Pmax∙tmax*. (2.34)

Maksimuma izmantošanas laiks *tmax* dots 2.9. tabulā.

2.6. tabula

**Dienas un vakara maksimuma koeficienti**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Objekta nosaukums** | ***Kd*** | ***KV*** |
| Dzīvojamās mājas ar apgaismojuma un mājturības slodzi | 0,3 | 1,0 |
| Ēdnīcas ar elektriskajām plītīm un bez tām | 1,0 | 0,4 |
| Pārtikas veikali ar ledusskapjiem | 0,6 | 1,0 |
| Rūpniecības preču veikali | 0,6 | 1,0 |
| Slimnīcas ar elektrificētu virtuvi | 1,0 | 0,6 |
| Slimnīcas ar neelektrificētu virtuvi | 1,0 | 0,7 |
| Vienas maiņas skolas | 1,0 | 0,3 |
| Divu maiņu skolas | 0,6 | 1,0 |
| Bērnudārzi ar elektrificētu virtuvi | 1,0 | 0,5…0,9 |
| Bērnudārzi ar neelektrificētu virtuvi | 1,0 | 0,9…1,0 |
| Klubi | 0,3 | 1,0 |
| Sadzīves pakalpojumu kombināti | 1,0 | 0,3 |
| Kopmītnes | 0,5 | 1,0 |
| Vidusskolas, tehnikumi, augstskolas | 1,0 | 0,85 |
| Kantori | 0,9 | 0,05 |
| Mehāniskās darbnīcas, palīguzņēmumi | 1,0 | 1,0 |
| Pienotavas, kas strādā  vienā maiņā  divās maiņās | 1,0  0,9 | 0,5  1,0 |
| Dzirnavas, kas strādā vienā maiņā  divās vai trīs maiņās | 1,0  0,9 | 0,1  1,0 |
| Automatizēti objekti (noliktavas ar aktīvo ventilāciju, saldēša­nas ierīces, ūdens sūkņi, inkubatori) | 1,0 | 1,0 |
| Labības pieņemšanas punkti, graudu kaltes, kas strādā  vienā maiņā  divās vai trīs maiņās | 1,0  0,9 | 0,85  1,0 |
| Slaucamo govju fermas | 1,0 | 0,85 |
| Liellopu nobarošanas fermas | 1,0 | 1,0 |
| Cūku fermas | 1,0 | 0,6 |
| Gateri, kas strādā vienā maiņā  divās maiņās | 1,0  0,9 | 0  1,0 |
| Teļu fermas | 1,0 | 1,0 |
| Barības sagatavošanas cehi | 1,0 | 0,7 |
| Putnu fermas  jauno putnu sektors  dējējvistu sektors | 1,0  1,0 | 1,0  0,7 |
| Graudu klētis | 0,8 | 0,6 |

2.7. 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 |

2.8. tabula

**Vienlaicības koeficients *K*0 atkarībā no patērētāju skaita**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Patērētāju skaits** | **2** | **3** | **4...5** | **6...7** | **8...10** | **11...15** | **16...20** | **21...40** | **71... 150** | **≥ 151** |
| ***K*0** | 0,85 | 0,8 | 0,75 | 0,7 | 0,65 | 0,6 | 0,55 | 0,5 | 0,4 | 0,35 |

2.9. tabula

**Maksimuma izmantošanas laika *tmax* un zuduma laika *τ* atkarība no maksimālās**

**aprēķinu slodzes**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Maksimālā aprēķina slodze (kVA)** | **Komunālā slodze** | | **Ražošanas slodze** | | **Jaukta slodze** | |
| ***tmax*, h** | ***τ*, h** | ***tmax*, h** | **τ, h** | ***tmax*, h** | ***τ*, h** |
| Līdz 10  10...20  20...50  50...100  100...500  Virs 500 | 1100  1300  1600  1800  2000  2100 | 400  600  700  900  1000  1100 | 1100  1300  1700  2000  2200  2300 | 400  600  800  1000  1150  1200 | 1300  1500  2000  2400  2800  3000 | 600  650  1000  1350  1600  1700 |

**2.9. SLODZES APRĒĶINA PIEMĒRI SPĒKA ELEKTRISKAJOS TĪKLOS.**

**2.1. piemērs**. Noteikt aplēses slodzi ar maksimuma koeficienta metodi virpošanas darbgaldam ar trim asinhronajiem dzinējiem ar jaudām 11, 11,1 un 0,12 kW. Tīkla nominālais spriegums 380 V.

Atrisinājums. Pēc 4.2. tab. varam pieņemt *KI* = 0,14, cos*φ* = 0,5 (tg*φ* = 1,73). Darbgalda elektropatērētāju uzstādīta jauda

*PN = PN*1 + *PN*2 + *P*N3 = 11 + 1,1 + 0,12 = 12,22 kW

Efektīvo elektropatērētāju skaitu aprēķina pēc formulas (2.8):



Noapaļojam *ne* līdz tuvakajam skaitlim, t.i. *ne* = 1. No 2.2. tab. ja *ne* = 1 un *KI* = 0,14 var atrast *KM*. Šajā gadījumā varam izmantot interpolācijas metode. Atbilstoši dotajam metodem, argumentam *x*, kas atrodas starp vērtībam *x*1 un *x*2, kam atbilst lielumi *y*1 un *y*2, funkcijas *y* vērtību var aprēķināt pēc izteiksmes



Mūsu gadījumā *y = KM*, bet *x = KI*. Tātad, *y*1 = 8, *y*2 = 5,33; *x*1 = 0,1; *x*2 = 0,15; *x= KI* = =0,14



Darbgalda aplēses aktīva slodze

*Pa = KM∙KI∙*= 5,86·0,14·12,22 = 10,0 kW.

Tā ka aprēķina aktīva slodze mazāka par nominālo slodzi viena no dzinējiem (*Pa* < *PN*1 = =10 kW < 11 kW), tad varam pieņemt *Pa* = 11 kW.

Aprēķina aktīva slodze, ja *ne* ≤ 10

*Qa =* 1,1*·KI·Pa∙tg φ* = 1,1·0,14·12,22·1,73 = 3,3 kVAr.

Pilna aprēķina slodze



Aprēķina strāva nozarojumam līdz darbgaldam



|  |  |
| --- | --- |
| **2.2. piemērs.** Dotajā shēma (2.1. att.) noteikt aplēses strāvu posmā *ab* ar pieprasījuma koeficienta metodi. Dzinēju dotie lielumi atrodas 2.10. tabulā. | 2.1. att. Shēma 2.2. piemēram |

2.10. tabula

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nr.**  **p.k.** | **Dzinēju nomināla jauda**  ***PN,* kW** | **Jaudas koeficients cos*φ*** | **Izmantošanas koeficients *KI*** | **Lietderības koeficients *η*** |
| 1. | 2,8 | 0,82 | 0,75 | 0,84 |
| 2. | 4,5 | 0,83 | 0,92 | 0,85 |
| 3. | 10 | 0,85 | 0,80 | 0,86 |

*Atrisinājums.*

Dzinēju skaits ir 3 un var pieņemt *K*0 = 0,8 (4.9. tab.). Tīkla garums nav liels un tīkla lietderības koeficients *ηt* ≈ 1. Tad atsevišķam dzinējam pieprasījuma koeficientu aprēķina pēc formulās (4.34):



Aplēses aktīvā jauda

*P*1 = *KP*1∙*PN*1 = 0,714∙2,8 = 2,0 kW; *P*2 = *KP*2∙*PN*2 = 0,866∙4,5 = 3,9 kW;

*P*3 = *KP*3∙*PN*3 = 0,745∙10 = 7,45 kW.

Aplēses pilnā jauda



kVA.

Pēc tabulām vai ar kalkulatoru nosaka atbilstošās sin*φ* vērtības uzrādītajiem cos*φ*:

 



Aplēses reaktīvā jauda

*Q*1 = *S*1∙sin*φ*1 = 2,44∙0,572 = 1,4 kVAr; *Q*2 = *S*2∙sin*φ*2 = 4,7∙0,558 = 2,62 kVAr;

*Q*3 = *S*3∙sin*φ*3 = 8,77∙0,527 = 4,62 kVAr.

Aplēses kopēja slodzes jauda



Aplēses strāva 

Tā kā aprēķina gaitā izmantojam cos*φ*, kas atbilst nominālai jaudai, bet reāla jauda ir mazāka tad tādu aprēķinu var izmantot tikai ja *KI* nav mazāks par 0,7.

**2.3. piemērs.** Dotajā shēma (2.2. att.) noteikt aprēķina (aplēses) strāvu posmā 0A un AB pēc pieprasījuma koeficienta metode. Dzinēju dotie lielumi atrodas 2.11. tabulā.

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

2.2. Shēma 2.3. piemēram: *a* – principiāla elektriskā shēma; *b* – vienlīnijas shēma

*Atrisinājums.*

Dzinēju skaits ir neliels un var pieņemt *K*0 = 1. Tīkla garums nav liels un tīkla lietderības koeficients *ηt* ≈ 1.

Posms 0A

Atsevišķam dzinējam pieprasījuma koeficientu aprēķina pēc formulās (2.24), ja *K*0 = 0,95 (2.4. tab.):







2.11. tabula

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nr.**  **p.k** | **Dzinēju nomināla jauda**  ***PN,* kW** | **Jaudas koeficients cos*φ*** | **Izmantošanas koeficients *KI*** | **Lietderības koeficients *η*** |
| 1. | 10 | 0,87 | 0,60 | 0,87 |
| 2. | 12 | 0,87 | 0,50 | 0,88 |
| 3. | 5,8 | 0,85 | 0,75 | 0,855 |
| 4. | 2,7 | 0,83 | 0,79 | 0,82 |
| 5. | 4 | 0,84 | 0,80 | 0,84 |

Aplēses aktīvā jauda

*P*1 = *KP*1∙*PN*1 = 0,66∙10 = 6,6 kW; *P*2 = *KP*2∙*PN*2 = 0,54∙12 = 6,48 kW;

*P*3 = *KP*3∙*PN*3 = 0,83∙5,8 = 4,81 kW; *P*4 = *KP4*∙*PN4* = 0,9∙2,7 = 2,43 kW;

*P*5 = *KP5*∙*PN5* = 0,91∙4 = 3,64 kW;

Aplēses pilnā jauda







Pēc tabulām vai ar kalkulatoru nosaka atbilstošās sin*φ* vērtības uzrādītajiem cos*φ*:

 



Aplēses reaktīvā jauda

*Q*1 = *S*1∙sin*φ*1 = 7,59∙0,49 = 3,72 kVAr; *Q*2 = *S*2∙sin*φ*2 = 7,45∙0,49 = 3,65 kVAr;

*Q*3 = *S*3∙sin*φ*3 = 5,66∙0,53 = 3,0 kVAr; *Q*4 = *S*4∙sin*φ*4 = 2,93∙0,56 = 1,64 kVAr

*Q*5 = *S*5∙sin*φ*5 = 4,33∙0,54 = 2,34 kVAr

Aprēķina kopējo slodzes jaudu



Aplēses strāva



Tā kā aprēķina gaitā izmantojam cos*φ*, kas atbilst nominālai jaudai, bet reāla jauda ir mazāka tad tādu aprēķinu var izmantot tikai ja *KI* nav mazāks par 0,7.

AB posms

Atsevišķam dzinējam pieprasījuma koeficientu aprēķina pēc formulās (*K*0 = 1):



Aplēses aktīvā jauda

*P*4 = *KP4*∙*PN4* = 0,95∙2,7 = 2,56 kW; *P*5 = *KP5*∙*PN5* = 0,95∙4 = 3,81 kW.

Aplēses pilnā jauda



Pēc tabulām vai ar kalkulatoru nosaka atbilstošās sin*φ* vērtības uzrādītajiem cos*φ*:



Aprēķina reaktīvā jauda

*Q*4 = *S*4∙sin*φ*4 = 3,08∙0,56 = 1,73 kVAr; *Q*5 = *S*5∙sin*φ*5 = 4,54∙0,54 = 2,45 kVAr

Aplēses kopējo slodzes jaudu



Aplēses strāva



**2.4. piemērs.** Noteikt aprēķina slodzes pēc sakārtoto diagrammu metode (maksimuma koeficienta metode) patērētāju grupai ar ilgstošo darba režīmu pēc šādiem datiem:

10 patērētāji ar jaudu *PN*1 = 7,5 kW; *KI*1 = 0,35; cos*φ*1 = 0,56; tg*φ*1 = 1,17;

4 patērētāji ar jaudu *PN*2 = 15 kW; *KI*2 = 0,2; cos*φ*2 = 0,6; tg*φ*2 = 1,33;

5 patērētāji ar jaudu *PN*3 = 22 kW; *KI*3 = 0,17; cos*φ*3 = 0,5; tg*φ*3 = 1,73;

Tīkla nominālais spriegums 380 V.

Atrisinājums. Patērētāju grupas uzstādīta jauda

 = 10·7,5+4·15 + 5·22 = 75 + 60 + 110 = 245 kW.

Pēc izteiksmes (4.20) aprēķinam patērētāju grupas izmantošanas koeficients



Pēc formulas (2.8) aprēķinam efektīvo patērētāju skaitu



Pieņemam *ne* = 15.

Pēc 2.2. tabulas (*KI* =0,22; *ne* =15) ar interpolācijas metodi palīdzību atrodam *KM* =1,21.

Grupu patērētāju aprēķina aktīva slodze (2.7)

**= 1,21·53,7 = 65,0 kW.

Grupu patērētāju aprēķina reaktīva slodze (2.11 *b*), ja *n* > 10

**= 26,3·1,17 + 12·1,33 + 15,4·1,73 = 73,4 kVAr.  
Pilnā aprēķina slodze

**

Aplēses strāva



**2.5. piemērs.** Ceha plāns ar tehnoloģiskās iekārtas izvietojumu (skat. 2.3. att.).

Aprēķina uzdevums: aprēķināt ceha slodzes jaudu un slodzes strāvu ar maksimuma koeficientu metode.

|  |  |
| --- | --- |
|  | 2.3. att. Shēma 2.5.  piemēram |

Tehnoloģiskās iekārtas dotie lielumi atrodas 2.12. tabulā.

Aprēķina noteikumi.

1. Aprēķins jāizdara pēc izmantošanas un maksimuma koeficientu metodes.

2. Ja *m* < 3 un *n* ≥ 4, tad *ne = n*.

3. Ja grupā ar vienādu *KI* visiem patērētājiem *PN* = const, *ne* = *n*.

4. Ja grupā ir viens patērētājs, *P = PN*.

Aprēķins.

l. Sagrupē patērētājus grupas ar vienādiem *KI* un cos *φ* (2.1. tabula):

1. grupa - patērētāji Nr. 1...6, *KI*1 = 0,14; cos *φ*1 = 0,5.

2. grupa – patērētāji Nr. 7...11; *KI*2 = 0,2; cos *φ*2 =0,6.

3. grupa - patērētāji Nr. 12...l4; *KI*3 = 0,24, cos *φ*3 = 0,65.

4. grupa – patērētāji Nr. 15; *KI*4 = 0,6; cos *φ*4 = 0,8.

2. Aprēķina jaudu attiecību katrai grupai:

  

2.12. tabula

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Nr. ceha plānā** | **Tehnoloģiskās iekārtas nosaukums** | **Jauda, kW** |
| 1. | Metālapstrādes darbgalds | 2,8 |
| 2. | Metālapstrādes darbgalds | 4,5 |
| 3. | Metālapstrādes darbgalds | 10 |
| 4. | Metālapstrādes darbgalds | 10 |
| 5. | Metālapstrādes darbgalds | 14 |
| 6. | Metālapstrādes darbgalds | 7 |
| 7. | Punktmetināšanas iekārta | 8 |
| 8. | Punktmetināšanas iekārta | 8 |
| 9. | Punktmetināšanas iekārta | 12 |
| 10. | Punktmetināšanas iekārta | 12 |
| 11. | Punktmetināšanas iekārta | 12 |
| 12. | Prese | 7 |
| 13. | Prese | 7 |
| 14. | Prese | 7 |
| 15. | Ventilators | 4,5 |

3. Atrod efektīvo strāvas patērētāju skaitu katrai grupai:



*ne*2 = *n* = 5, atbilstoši 2. aprēķina noteikumam (ja *m* < 3 un *n* ≥ 4, tad *ne = n*).

*ne*3 = *n* = 3, atbilstoši 3. aprēķina noteikumam (ja grupā ar vienādu *KI* visiem patērētājiem *PN* = const, *ne* = *n*).

*ne*4 = *n* = 1, atbilstoši 3. aprēķina noteikumam (ja grupā ar vienādu *KI* visiem patērētājiem *PN* = const, *ne* = *n*).

4. No 2.2. tabulas atrod maksimuma koeficientus pa grupām:

*KM*1 = 2,24; *KM*2 = 1,72; *KM*3 = 2,08.

5. Aprēķina maksimālo aktīvo jaudu pa grupām:







*P*4 = *PN*4 = 4,5 kW, atbilstoši 4. aprēķina noteikumam (ja grupā ir viens patērētājs, *P* = =*PN*).

6. Pēc tabulām vai ar kalkulatoru nosaka atbilstošās tg*φ* vērtības uzradītajiem cos*φ* (4. grupas patērētājam pieņem dzinēja nominālais jaudas koeficients cos*φ* = 0,86):

*tgφ*1 = 1,73; *tgφ*2 = 1,33; *tgφ*3 = 1,17; *tgφ*4 = 0,59.

7. Nosaka reaktīvo slodzi pa grupām:

*Q*1 = *P*1 *tgφ*1 = 15,15∙1,73 = 26,21 kVAr,

*Q*2 = 23,79 kVAr; *Q*3 = 12,26 kVAr; *Q*4 = 2,66 kVAr.

2.13. tabula

**Aprēķinu rezultātu tabula**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nr.**  **p.k.** | **Grupu patērētāju**  **nosaukums** | **Grupu patērētāju**  **skaits** | **Minimāla jauda**  ***Pmin*, kW** | **Maksimāla**  **jauda *Pmax*, kW** | **Jaudu attiecība**  ***m*** | **Izmantošanas**  **koeficients**  ***KI*** | **Efektīvo**  **patērētāju**  **skaits**  ***ne*** | **Maksimuma**  **koeficients**  ***KM*** | **cos*φ***  **tg*φ*** | **Maksimāla**  **aktīvā**  **jauda**  ***P*, kW** | **Maksimāla**  **reaktīvā jauda *Q*, kVAr** | **Pilnā**  **jauda**  ***S*,**  **kVA** | **Strāva**  ***I*, A** |
| 1. | Metālapstrādes darbgalds | 6 | 2,8 | 14 | 5 | 0,14 | 5 | 2,24 | 0,5  1,73 | 15,15 | 26,21 |  |  |
| 2. | Punktmetināšas iekārta | 5 | 8 | 12 | 1,5 | 0,2 | 5 | 1,72 | 0,6  1,33 | 17,89 | 23,79 |  |  |
| 3. | Prese | 3 | 7 | 7 | 1 | 0,24 | 3 | 2,08 | 0,65  1,17 | 10,48 | 12,26 |  |  |
| 4. | Ventilators | 1 | 4,5 | 4,5 | 1 | 0,6 | 1 | 1 | 0,8  0,59 | 4,5 | 2,66 |  |  |
| KOPĀ: | | | | | | | | |  | 48 | 64,9 | 80,75 | 122,8 |

*Secinājums*: aprēķina jaudas un aprēķina strāvu var izmantot, izvēloties vada vai kabeļa šķērsgriezumu un tīkla aizsardzī­bas elementus.

8. Aprēķina ceha kopējo slodzes jaudu:

S1 = 15,15 kW - *j* 26,21 kVAr,

S2 = 17,89 kW - *j* 23,79 kVAr

S3 = 10,48 kW - *j* 12,26 kVAr,

S4 = 4,50 kW - *j* 2,66 kVAr,

SΣ = 48,02 kW - *j* 64,92 kVAr



9. Aprēķina strāvu ceha barojošā tīklā



Aprēķina rezultātus sakopo 2.13. tabulā.

**2.6. piemērs**. Aprēķina uzdevums: aprēķināt ceha slodzes jaudu un slodzes strāvu.

Aprēķina noteikumi.

1. Aprēķins jāizdara pēc izmantošanas un maksimuma koeficientu metodes.

2. Ja *m* < 3 un *n* ≥ 4, tad *ne = n*.

3. Ja grupā ar vienādu *KI* visiem patērētājiem *PN* = const, *ne* = *n*.

4. Ja grupā ir viens patērētājs, *P = PN*.

Dotie lielumi (sk. 2.14. tabulā).

Atrisinājums.

1. Sagrupē patērētājus grupās ar vienādiem *KI* un cos*φ* :

1. grupa. - Metālgriešanas darbmašīnas – *KI*1 = 0,14; cos*φ*1 = 0,5.

2. grupa. - Štancēšanas spiednēs – *KI*2 = 0,17; cos*φ*2 = 0,65.

3. grupa. - Ventilatori – *KI*3 = 0,65; cos*φ*3 = 0,8.

4. grupa. - Sildīšanas iekārtas – *KI*4 = 0,8; cos*φ*4 = 0,95.

2.14. tabula

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nr.**  **p.k.** | **Elektropatērētāju nosaukums** | **Elektropatērētāju**  **skaits** | **Elektropatērētāju**  **jauda *P*, kW** | **Izmantošanas koeficients *KI*** | **Jaudas koeficients cos*φ*** |
| 1. | Metālgriešanas darbmašīnas neliela sērijveida ražošanā | 8 | 11,7 | 0,12-0,14 | 0,4-0,5 |
| 2. | Metālgriešanas darbmašīnas neliela sērijveida ražošanā | 4 | 7,6 | 0,12-0,14 | 0,4-0,5 |
| 3. | Metālgriešanas darbmašīnas neliela sērijveida ražošanā | 3 | 5,2 | 0,12-0,14 | 0,4-0,5 |
| 4. | Štancēšanas spiednēs | 6 | 7 | 0,17 | 0,65 |
| 5. | Štancēšanas spiednēs | 2 | 14 | 0,17 | 0,65 |
| 6. | Ventilatori | 6 | 1,7 | 0,6-0,65 | 0,8 |
| 7. | Ventilatori | 4 | 0,7 | 0,6-0,65 | 0,8 |
| 8. | Sildīšanas iekārtas | 6 | 5 | 0,75-0,8 | 0,95 |
| 9. | Celtnis ar ε =25% | 4 | 17,6 | 0,1 | 0,5 |
| 10. | Celtnis ar ε =25% | 2 | 2,4 | 0,1 | 0,5 |

5. grupa. - Celtnis ar *ε* = 25% – *KI*5 = 0,1; cos*φ*5 = 0,5.

Celtņu jauda attiecināta pret *ε* = 100 %:

 kW; kW.

2. Aprēķina jaudu attiecību katrai grupai:





3. Atrod efektīvo strāvas patērētāju skaitu katrai grupai:

*ne*1 = *n* = 15, atbilstoši 2. aprēķina noteikumam (ja *m* < 3 un *n* ≥ 4, tad *ne = n*).

*ne*2 = *n* = 8, atbilstoši 2. aprēķina noteikumam (ja *m* < 3 un *n* ≥ 4, tad *ne = n*).

*ne*3 = *n* = 10, atbilstoši 2. aprēķina noteikumam (ja *m* < 3 un *n* ≥ 4, tad *ne = n*).

*ne*4 = *n* = 5, atbilstoši 3. aprēķina noteikumam (ja grupā ar vienādu *KI* visiem patērētājiem *PN* = const, *ne* = *n*).



4. No 4.3. tabulas atrod maksimuma koeficientus pa grupām:

*KM*1 = 1,55; *KM*2 = 1,66; *KM*3 = 1,0; *KM*4 = 1,0; *KM*5 = 2,64;

5. Aprēķina maksimālo aktīvo jaudu pa grupām





 



6. Pēc tabulām vai ar kalkulatoru nosaka atbilstošās tg*φ* vērtības uzradītajiem cos*φ*.

tg*φ*1 = 1,73; tg*φ*2 = 1,17; tg*φ*3 = 0,75; tg*φ*4 = 0,33; tg*φ*5 = 1,73;

7. Nosaka reaktīvo slodzi pa grupām:

*Q*1 = *P*1 *tgφ*1 = 30,29∙1,73 = 52,4 kVAr; *Q*2 = *P*2 *tgφ*2 = 19,75∙1,17 = 23,11 kVAr;

*Q*3 = *P*3 *tgφ*3 = 8,45∙0,75 = 6,34 kVAr; *Q*4 = *P*4 *tgφ*4 = 24∙0,33 = 7,92 kVAr;

*Q*5 = *P*5 *tgφ*5 = 9,93∙1,73 = 17,18 kVAr.

8. Aprēķina ceha kopējo slodzes jaudu:

S1 = 30,29 kW + j 52,40 kVAr,

S2 = 19,75 kW + j 23,11 kVAr

S3 = 8,45 kW + j 6,34 kVAr,

S4 = 24,00 kW + j 7,92 kVAr,

S5 = 9,93 kW + j 17,18 kVAr,

SΣ = 92,42 kW + j 106,95 kVAr



9. Aprēķina strāvu ceha barojošā tīklā 

Aprēķina rezultātus sakopo 2.15. tabulā.

**2.7. piemērs.** Noteikt uzņēmuma aplēses slodzes uz sadales punkta kopnēm 10 kV ar sešiem pievienojumiem. Uzstādītas jaudas *PN* = 5600; 6700; 8000; 7600; 6300; 8500 kW. Izmantošanas koeficienta vidējas vērtības *KI* = 0,4; 0,2; 0,3; 0,14; 0,25; 0,35, jaudas koeficienta vērtības tg*φ* = 0,42; 0,48; 0,5; 0,55; 0,46; 0,47.

Atrisinājums. Aprēķinam vidēji sverama izmantošanas koeficienta vērtību uzņēmumam

No 2.4. tabulas atbilstoši *KI* = 0,27 un *m* = 6 varam noteikt vienlaicības koeficientu *K*0 = =0,8.

2.15. tabula

**4.7. piemēra aprēķinu rezultātu tabula**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nr.**  **p.k.** | **Grupu patērētāju**  **nosaukums** | **Grupu patērētāju**  **skaits** | **Minimāla jauda**  ***Pmin*, kW** | **Maksimāla**  **jauda *Pmax*, kW** | **Jaudu attiecība**  ***M*** | **Izmantošanas**  **koeficients**  ***KI*** | **Efektīvo**  **patērētāju**  **skaits**  ***ne*** | **Maksimuma**  **koeficients**  ***KM*** | **cos*φ***  **tg*φ*** | **Maksimāla**  **aktīvā**  **jauda**  ***P*, kW** | **Maksimāla**  **reaktīvā jauda *Q*, kVAr** | **Pilnā**  **jauda**  ***S*,**  **kVA** | **Strāva**  ***I*, A** |
| 1. | Metālgriešanas darbmašīnas | 15 | 5,2 | 11,7 | 2,2 | 0,14 | 15 | 1,55 | 0,5  1,73 | 30,29 | 52,4 |  |  |
| 2. | Štancēšanas spiednēs | 8 | 7 | 14 | 2 | 0,17 | 8 | 1,66 | 0,65  1,17 | 19,75 | 23,11 |  |  |
| 3. | Ventilatori | 10 | 0,7 | 1,7 | 2,4 | 0,65 | 10 | 1,0 | 0,8  0,75 | 8,45 | 6,34 |  |  |
| 4. | Sildīšanas iekārtas | 6 | 5 | 5 | 1 | 0,8 | 6 | 1,0 | 0,95  0,33 | 24 | 7,92 |  |  |
| 5. | Celtnis ar ε = 25 % | 6 | 1,2 | 8,8 | 7,3 | 0,1 | 5 | 2,64 | 0,5  1,73 | 9,93 | 17,18 |  |  |
| KOPĀ: | | | | | | | | |  | 92,42 | 106,95 | 141,35 | 215 |

Aplēses aktīva slodze uz sadales punkta kopnēm 10 kV pēc izteiksmes (2.13)



Aplēses reaktīva slodze uz sadales punkta kopnēm 10 kV pēc izteiksmes (2.15)

 

Pilnā jauda uz sadales punkta kopnēm



**2.8. piemērs.** Pēc pieprasījuma koeficienta metode noteikt aprēķina jaudas remont - mehāniskajam ceham ar uzstādīto jaudu *PN* = 1600 kW.

Atrisinājums. Pēc 2.1. tabulas datiem remont-mehāniskajam ceham pieprasījuma koeficients *Kp* = 0,3; cos*φ* = 0,75 (tg*φ* = 0,88).

Aplēses aktīva slodze

*Pa = Kp·PN* = 0,3·1600 = 480 kW.

Aplēses aktīva slodze

*Qa = Pa·*tg*φ* = 480·0,88 = 422,4 kVAr.

Pilnā aplēses jauda



**2.9. piemērs.** Noteikt aplēses aktīvo slodzi kompresoru grupai ar ražīgumu 280 000 m3 saspiesta gaisa vienā maiņā. Maiņas ilgums 8 stundas, īpatnējais elektroenerģijas patēriņš *wīp*= = 0,1 kW·h/m3.

Atrisinājums. Aplēses aktīva slodze pēc formulas (4.38)



**2.10. piemērs.** Noteikt aplēses aktīvo jaudu mehāniskajam ceham ar platību *F* = 1800 m2. Slodzes blīvums *σ* = 0,3 kW/m2. Atrisinājums. Aplēses aktīva slodze pēc formulas (2.29)



**2.11. piemērs.** Noteikt maksimālo strāvu līnijā, kas baro patērētāju grupu ar aplēses strāvu *Ia* = 250 A. Sūkņa dzinējam ar jaudu 30 kW ir maksimāla palaišanas strāva *Ip max* = 405 A pie nominālas strāvas *IN max* = 57,9 A. Izmantošanas koeficients *KI* = 0,7.

Atrisinājums. Maksimālo strāvu līnijā palaišanas brīdī aprēķina pēc formulas (2.30)

*Im = Ip max* + (*Ia - KI·IN max*) = 405 + (250 – 0,7·57,9) = 614,5 A.

**2.10. DAUDZDZĪVIKĻU MĀJU ELEKTROAPGĀDES SISTĒMU**

**SLODZES NOTEIKŠANA.**

Daudzstāvu ēku tipi sadalīti 3 kategorijās:

* 1. kategorijas daudzdzīvokļu māja;
* 2. kategorijas daudzdzīvokļu māja;
* daudzdzīvokļu māja ar birojiem un/vai veikaliem apakšstāvos.

Daudzdzīvokļu mājas var būt apgādāti ar elektriskajiem plītīm vai ar gāzes plītīm.

2. kategorijas dzīvokļu elektroiekārtu sastāvs: apgaismes un rozetes tīkls, elektroplīts, veļas mašīna ar ūdens uzsildīšanu, teleradioaparatūra, ledusskapis, putekļu sūcējs, sadzīves elektroiekārta ar jaudu līdz 2,2 kW.

1. kategorijas dzīvokļu slodzes vērtība atkarīga no dzīvokļa īpašnieka pieteikumā uzrādītās slodzes. Elektroiekārtu sastāvā var būt dažādas saunas, ūdens sildītāji, kondicionētāji, siltas grīdas utt.

Dzīvojamām telpām jāņem vērā mājturības aparātu slodze (sk. 2.16. tab.).

Viena dzīvokļa aplēses slodzē ietilpst arī pagrabu, kāpņu telpu un bēniņu apgaismošanas slodzes. Aplēses slodzes aprēķina metodika dota dzīvoklim ar vidējo platību 70 m2 (dzīvokļi ar kopējo platību no 35 līdz 90 m2) tipveida dzīvojamas mājās un 150 m2 (dzīvokļi ar kopējo platību no 100 līdz 300 m2) dzīvojamas mājās pēc speciālā projekta.

2.17. tabulā dota viena dzīvokļa īpatnēja slodze ziemas vakarā. Lai aprēķinātu viena dzīvokļa slodzi rītā vai dienā, slodze jāreizina ar 0,7, ja ir dabasgāzes plītis; ar 0,8, — ja ir elektriskās plītis un 0,6 – ja šķidrās gāzes plītis vai plī­tis ar cieto kurināmo. 2.17. tabulu izmanto, lai aprēķinātu apgaismošanas un mājturības slodzi vairākstāvu dzīvojamām ēkām.

2.16. tabula

**Sadzīves elektroiekārtas jaudas**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Nr.**  **p.k.** | **Nosaukums** | **Uzstādīta jauda, W** |
| 1. | Gaismekļi | 1800-3700\* |
| 2. | Krāsains televizors TV-20” | 150 |
| 3. | Krāsains televizors TV-27’’ | 250 |
| 4. | Videomagnetofons VCR | 40 |
| 5. | Stereoatskaņotājs | 80-100 |
| 6. | Magnetofons CD | 35 |
| 7. | Ledusskapis | 150-300 |
| 8. | Saldēšanas kamera | 140 |
| 9. | Veļas mašīna |  |
|  | bez ūdens uzsildīšanas | 600 |
|  | ar ūdens uzsildīšanu | 2000-2500 |
| 10. | Džakuzi | 2000-2500 |
| 11. | Putekļu sūcējs | 650-2000 |
| 12. | Gludekļi | 900-2000 |
| 13. | Tējkanna | 1500-3000 |
| 14. | Trauku mazgātājs | 2200-2500 |
| 15. | Kafijas vārāmais aparāts | 650-1000 |
| 16. | Gaļasmašīna | 1100 |
| 17. | Sulu spiede | 200-300 |
| 18. | Tosters | 650-1050 |
| 19. | Mikseris | 250-400 |
| 20. | Elektrofēns | 400-1600 |
| 21. | Elektriskā sega | 800 |
| 22. | Žāvējamais aparāts - elektriskais | 2200 |
| 23. | Cepešpanna | 1200 |
| 24. | Vafeļu panna | 1200 |
| 25. | Mikroviļņu krāsnis | 600-1500 |
| 26. | Plīšu filtrs ar ventilatoru | 250 |
| 27. | Griestu ventilators | 1000-2000 |
| 28. | Galda ventilators | 50 |
| 29. | Gaisa kondicionētājs - istabā | 1200 |
| 30. | Centrālais gaisa kondicionētājs | 4500 |
| 31. | Dators (desktop) | 150 |
| 32. | Klēpjdators (laptop) | 40 |
| 33. | Tintes drukātājs | 100 |
| 34. | Monitors – 17’’ | 150 |
| 35. | Grils krāsnis | 650-1350 |
| 36. | Stacionārais elektroplīts | 8500-10500 |
| 37. | Elektriskais somu pirts | 12000 |
| 38. | Dzīvokļu apgaismojums ar kvēlspuldzēm | 25-30 W/m2 |
| 39. | Dzīvokļu apgaismojums ar luminiscences spuldzēm | 10-12 W/m2 |
| 40. | Kontaktligzdu tīkls (tele radioaparatūra, sadzīves elektroiekārtas: gludeklis, veļas mašīna, ledusskapis utt.) | 25-30 W/m2 |
| 41. | Siltas grīdas | 60-80 W/m2 |

Dzīvokļu īpatnējo slodzi, kas nav dotas 2.17 tabulā, aprēķina ar interpolācijas metodi.

2.17. tabula

**Dzīvojamo māju īpatnēja slodze uz vienu dzīvokli (kW/dzīvoklis) atkarībā no**

**dzīvokļu skaita**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Dzīvokļa**  **raksturojums** | **Dzīvokļu skaits** | | | | | | | | | | | | | | |
| **1** | **3** | **6** | **9** | **12** | **15** | **18** | **24** | **40** | **60** | **100** | **200** | **400** | **600** | **1000** |
| Dabasgāzes plītis | 5,5 | 3,6 | 2,8 | 2,3 | 2 | 1,8 | 1,65 | 1,4 | 1,2 | 1,05 | 0,85 | 0,77 | 0,71 | 0,69 | 0,67 |
| Šķidrās gāzes plītis vai plī­tis ar cieto kurināmo | 6 | 4,2 | 3,4 | 2,9 | 2,5 | 2,2 | 2 | 1,8 | 1,4 | 1,3 | 1,08 | 1 | 0,92 | 0,84 | 0,76 |
| Elektriskās plītis ar jaudu līdz 6 kW | 6 | 4 | 3,2 | 2,7 | 2,4 | 2,15 | 2 | 1,8 | 1,5 | 1,3 | 1,15 | 1 | 0,9 | 0,85 | 0,8 |
| Elektriskās plītis ar jaudu līdz 9 kW | 9 | 7,2 | 5,9 | 4,9 | 4,3 | 3,9 | 3,7 | 3,1 | 2,6 | 2,1 | 1,5 | 1,36 | 1,27 | 1,23 | 1,19 |
| ar paaugstinātu komfortu un elektriskām plītīm līdz 10,5 kW | 14 | 9,5 | 8,1 | 6,7 | 5,9 | 5,3 | 4,9 | 4,2 | 3,3 | 2,8 | 1,95 | 1,83 | 1,72 | 1,67 | 1,62 |

Privāta māja īpatnēja slodze (2.18. tabula) dota privātam mājam ar kopējo platību no 150 līdz 600 m2. Aprēķinos nav pieņemta uzmanībā iespējama elektriskā apkure un ūdens sildītāji.

Labiekārtotām individuālām dzīvojamām mājām pēc speciālā projekta aprēķina aktīvo slodzi nosaka no speciālās diagrammas atkarībā no dzīvokļu skaita.

2.18. tabulā dota viena privāta māja slodze ziemas vakarā. Lai aprēķinātu viena privāta māja slodzi rītā vai dienā, slodze jāreizina ar 0,7, ja ir dabasgāzes plītis; ar 0,8, — ja ir elektriskās plītis un 0,6 – ja šķidrās gāzes plītis vai plī­tis ar cieto kurināmo. 2.17. tabulu izmanto, lai aprēķinātu apgaismošanas un mājturības slodzi privātas mājas ciematam.

2.18. tabula

**Īpatnēja slodze uz vienu privāto māju, kW**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nr.**  **p.k.** | **Elektrouzņēmēji** | **Privāto māju skaits** | | | | | | | | | |
| **1-3** | **6** | **9** | **12** | **15** | **18** | **24** | **40** | **60** | **100** |
| 1. | Privātās mājas ar dabasgāzes plītīm | 11,5 | 6,5 | 5,4 | 4,7 | 4,3 | 3,9 | 3,3 | 2,6 | 2,1 | 2,0 |
| 2. | Privātās mājas ar dabasgāzes plītīm un elektriskajām somu pirtīm jaudai līdz 12 kW | 22,3 | 13,3 | 11,3 | 10,0 | 9,3 | 8,6 | 7,5 | 6,3 | 5,6 | 5,0 |
| 3. | Privātās mājas ar elektriskajām plītīm jaudai līdz 10,5 kW | 14,5 | 8,6 | 7,2 | 6,5 | 5,8 | 5,5 | 4,7 | 3,9 | 3,3 | 2,6 |
| 4. | Privātās mājas ar elektriskajām plītīm jaudai līdz 10,5 kW un elektriskajām somu pirtīm jaudai līdz 12 kW | 25,1 | 15,2 | 12,9 | 11,6 | 10,7 | 10,0 | 8,8 | 7,5 | 6,7 | 5,5 |

**2. kategorijas daudzdzīvokļu mājas aplēses slodzes aprēķins.**

Dzīvojama mājā dzīvokļu barošanas līnijas aprēķina slodzi nosaka, reizinot viena dzīvokļa aprēķina slodzi *Pdz.īpatn* ar dzīvokļu skaitu *n* (2.17. tab.):

*Pa.dz* = *Pdz.īpatn* ∙*n.* (2.35)

Pēc tam aprēķina tehniskās un sanitārā-tehniskās iekārtas slodzi.

*Pst = Pl + Ps + Pv,* (2.36)

kur *Pl* – liftu iekārtas jauda;

*Psti* *= Ps + Pv* – sanitārā-tehniskas (sūkņi, ventilatori) iekārtas jauda;

*Ps –* sūkņu iekārtas jauda;

*Pv –* ventilatoru iekārtas jauda.

Liftu iekārtas jaudu aprēķina pēc formulas

, (2.37)

kur *Pl.dz.* – lifta dzinēja jauda attiecināta pret ε = 100 %;

*K’p* – liftu iekārtas izmantošanas koeficients (2.19. tabula).

Sanitārā-tehniskas (sūkņi, ventilatori) iekārtas dzinēju jaudu var aprēķināt pēc formulas

 (2.38)

kur *Psti.dz* – sanitārā-tehniskas (sūkņi, ventilatori) iekārtas dzinēju jauda;

*K’’p* - sanitārā-tehniskas iekārtas elektrodzinēju pieprasījuma koeficients (2.19. tabula).

Tagad var noteikt dzīvojama māja aplēses slodzi

*Pa.m = Pa.dz + K0∙Pst*, (2.39)

kur *K0* – spēka elektroiekārtas vienlaicības koeficients (parasti pieņem *K0* = 0,9).

Dzīvojama māja aprēķina slodzi uz kopnēm 0,4 kV var arī aprēķināt pēc formulas

*Pa.m = Pm.īpat ∙S*∙10-3, (2.40)

kur *Pm.īpat* - dzīvojama māja īpatnēja aprēķina slodze (W/m2) uz kopnēm 0,4 kV no 2.21. tabulas; S - dzīvojama māja kopēja platība.

2.19. tabula

**Dzīvojamas mājas liftu iekārtas pieprasījuma koeficients *K’p***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Liftu iekārtas skaits** | **Stāvu skaits** | |
| **līdz 12** | **≥ 12** |
| 2-3 | 0,8 | 0,9 |
| 4-5 | 0,7 | 0,8 |
| 6 | 0,65 | 0,75 |
| 10 | 0,5 | 0,6 |
| 20 | 0,4 | 0,5 |
| 25 un augstāk | 0,35 | 0,4 |

2.20. tabula

**Sanitārā-tehniskas iekārtas elektrodzinēju pieprasījuma koeficients *K’’p***

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Elektrodzinēju skaits** | ***K’’p*** | **Elektrodzinēju skaits** | ***K’’p*** |
| 2 | 1(0,8)\* | 20 | 0,65 |
| 3 | 0,9(0,75)\* | 30 | 0,6 |
| 5 | 0,8(0,7)\* | 50 | 0,55 |
| 8 | 0,75 | 100 | 0,55 |
| 10 | 0,7 | 200 | 0,5 |
| 15 | 0,65 |  |  |

*Piezīme.* Iekavās doti pieprasījuma koeficienti  dzinējam ar jaudu virs 30 kW

2.21. tabulā īpatnēja aprēķina slodze dota dzīvoklim ar platību 70 m2 (dzīvokļi ar kopējo platību no 35 līdz 90 m2) tipveida dzīvojamas mājās un 150 m2 (dzīvokļi ar kopējo platību no 100 līdz 300 m2) dzīvojamas mājās pēc speciālā projekta. Aprēķina slodzē ietilpst arī sūkņu sistēmas jaudas, liftu un ārējo apgaismojumu jaudu rajonā, bet nav pieņemti uzmanībā elektroapkures, ūdens sildītāju un gaisa kondicionētājus jaudas.

Caur svītriņu doti jaudas koeficienta cos*φ* skaitliskas vērtības.

2.21. tabula

**Dzīvojama māja īpatnēja aprēķina slodze (W/m2) uz kopnēm 0,4 kV**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nr.**  **p.k.** | **Stāvu skaits** | **Dzīvojama māja** | | |
| **ar dabasgāzes plītīm** | **ar šķidrās gāzes plītīm vai plī­tīm ar cieto kurināmo** | **ar elektriskajām plītīm** |
| 1. | 1-2 stāvu ēkās | 15,0/0,96 | 18,4/0,96 | 20,7/0,98 |
| 2. | 3-5 stāvu ēkās | 15,8/0,96 | 19,3/0,96 | 20,8/0,98 |
| 3. | Vairāk par 5 stāvu ar dzīvokļu skaitu virs 6 stāva |  |  |  |
|  | 20% | 15,6/0,94 | 17,2/0,94 | 20,2/0,97 |
|  | 50% | 16,3/0,93 | 17,9/0,93 | 20,9/0,97 |
|  | 100% | 17,4/0,92 | 19,0/0,92 | 21,8/0,96 |
| 4. | Vairāk par 5 stāvu ar paaugstinātu komfortu dzīvokļiem | - | - | 17,8/0,96 |

2.22. tabula

**Dzīvojama māja aprēķina jaudas koeficienti**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Elektropatērētājs** | **cosφ** | **tgφ** |
| Dzīvokļi ar elektriskajām plītīm | 0,98 | 0,2 |
| Dzīvokļi ar dabasgāzes, šķidrās gāzes plītīm vai plī­tīm ar cieto kurināmo | 0,96 | 0,29 |
| Sanitārā-tehniskas iekārtas (sūkņi, ventilatori u.c.) | 0,8 | 0,75 |
| Lifti | 0,65 | 1,17 |

***2.12. uzdevums.*** Noteikt aprēķina slodzi ievadā uz dzīvojamo 12 stāvu māju no četrām sekcijām. Dzīvojama mājā 172 dzīvokļu skaits ar dabasgāzes plītīm (100 dzīvokļi ar platību 55 m2, pārēji – 60 m2), liftu skaits - pa divām katra sekcijā ar dzinēju jaudu 7 kW, kas attiecināta uz *ε* = 100 %. Ēkā ir divi kabeļu ievadi, pie pirmā ievada pieslēgti dzīvokļi, pie otra – liftu iekārtas.

Atrisinājums.

1. Aplēses aktīva slodze dzīvoklim, izmantojot datus no 2.17 tab.

*Pa.dz.* = *n*1·*Pdz.īp.* + *n*2·*Pdz.īp.* = 100·0,85 + 72·0,99 = 156,26 kW.

2. Aplēses aktīvā slodze liftu iekārtām, izmantojot datus no 2.19 tab.

*Pa.l. = n·K’P·Pl.dzin*. = 8·0,675·7 = 37,8 kW.

3. Kopēja aprēķina slodze dzīvojama māja ievadā (uz kopnēm 0,4 kV)

*Pa.m.* = *Pa.dz.* + 0,9·*Pl* = 156,26 + 0,9·37,8 = 190,28 kW.

4. Aplēses reaktīva slodze dzīvoklim, izmantojot datus no 2.22 tab.

*Qa.dz.* = *Pa.dz.* ·tg*φdz.* = 156,26·0,29 = 45,32 kVAr.

5. Aplēses reaktīvā slodze liftu iekārtām, izmantojot datus no 2.22 tab.

*Qa.l. = Pa.l.*·tg*φl* = 37,8·1,17 = 44,23 kVAr.

6. Aplēses pilnā slodze dzīvoklim



7. Aplēses pilnā slodze liftu iekārtām



8. Aplēses strāva dzīvoklim



Piezīme. Lai aprēķinātu īpatnējo slodzi 1. punktā, kas atrodas starp dotajiem skaitliskam vērtībām 2.17. tabulā var izmantot interpolācijas metode



***2.13. piemērs.*** Noteikt aprēķina slodzi ievadā uz dzīvojamo 17 stāvu māju no divām sekcijām. Dzīvokļi ar elektriskajam plītīm ar jaudu līdz 8,5 kW. Katrā stāvā atrodas 4 dzīvokļi (2 dzīvokļi ar platību 60 m2, viena – 75 m2 un viena – 100 m2). Katra sekcijā ir 2 lifti ar jaudu 7 un 4,5 kW, viens ventilators ar dzinēja jaudu 5 kW un ūdenssūknis ar dzinēja jaudu 4 kW. Ēkā ir divi kabeļu ievadi, pie pirmā ievada pieslēgti dzīvokļi, pie otra – liftu iekārtas.

Atrisinājums.

1. Dzīvokļu skaits – 136 dzīvokļi (*n*1 = 68 – dzīvokļu skaits ar platību 60 m2, *n*2 = 34 - dzīvokļu skaits ar platību 75 m2, *n*3 = 34 - dzīvokļu skaits ar platību 100 m2 ).

2. Dzīvokļu īpatnēja slodze (2.17. tabula)

*Pīp.dz.*1 = 1,98 kW/dz., ja *n*1 = 68 dz.

*Pīp.dz.*2 = 2,79 kW/dz., ja *n*2 = 34 dz.

*Pīp.dz.*3 = 2,79 kW/dz., ja *n*3 = 34 dz.

3. Aplēses aktīvā slodze dzīvokļu līnijā

*Pa.dz.* = *n*1·*Pīp.dz.*1 + *n*2·*Pīp.dz.*2 + *n*3·*Pīp.dz.*3 = 68·1,98 + 34·2,79 + 34·2,79 = 324,36 kW.

4. Aprēķina reaktīvā slodze dzīvokļu līnijā

*Qa.dz.* = *Pa.dz.*·tg*φdz.* = 324,36·0,2 = 64,87 kVAr.

5. Aplēses pilnā slodze dzīvokļiem



6. Aplēses aktīvā slodze liftu iekārtām (sekciju skaits – 2, liftu skaits – 2 ar jaudu 7,5 kW, 2 ar jaudu 4 kW)

*Pl* = *n··*(*Pl*1 + *Pl*2) = 2·0,8·(7 + 4,5) = 18,4 kW.

Pieprasījuma koeficients **no 2.19. tabulas, ja *nl* = 4.

7. Aplēses reaktīvā slodze liftu iekārtām (tg*φl*  no 2.22. tab.)

*Ql* = *Pl*·tg*φl* = 18,4·1,17 = 21,53 kVAr.

8. Aplēses aktīvā slodze ūdenssūkņu iekārtām

*Ps* = *n··Ps.dzin.* = 2·1·4 = 8 kW.

Pieprasījuma koeficients **no 2.20. tabulas, ja *nl* = 2.

9. Aplēses reaktīvā slodze ūdenssūkņu iekārtām

*Qs* = *Ps*·tg*φs* = 8·0,75 = 6 kVAr.

10. Aplēses aktīvā slodze ventilatoru iekārtām

*Pv* = *n··Pv.dzin.* = 2·1·5 = 10 kW.

11. Aplēses reaktīvā slodze ventilatoru iekārtām

*QV* = *Pv*·tg*φv* = 10·0,75 = 7,5 kVAr.

12. Sanitāro-tehniskas iekārtas aplēses aktīvā slodze

*PST = Pl + PS + PV* = 18,4 + 8 + 10 = 36,4 kW.

13. Sanitāro-tehniskas iekārtas aplēses reaktīvā slodze

*QST = Ql + QS + QV* = 21,5 + 6 + 7,5 = 35 kW.

14. Sanitāro-tehniskas iekārtas aplēses pilnā slodze



15. Dzīvojama māja aplēses aktīvā slodze

*Pa.m*. = *Pa.dz.* + *K*0·*PST* = 324,36 + 0,9·36,4 = 357,12 kW.

**1. kategorijas daudzdzīvokļu mājas aplēses slodzes aprēķins.**

Dzīvokļa barošanas līnijas aprēķina slodzi nosaka, reizinot viena dzīvokļa pieteikumā uzrādītā dzīvokļa slodzi *Pdz.īpatn* ar pieprasījuma koeficientu *Kp* (2.23. tab.):

*Pdz.* = *Ppiet.dz.* ∙ *Kp.* (2.41)

2.23. tabula

**Pieprasījuma koeficients *K*p 1. kategorijas dzīvoklim**

| **Slodzes pieteikumā uzrādītā dzīvokļa slodze, kW** | **Līdz 14** | **20** | **30** | **40** | **50** | **60** | **≥ 70** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Pieprasījuma koeficients** | 0,8 | 0,65 | 0,6 | 0,55 | 0,5 | 0,48 | 0,45 |

# Ja pieprasīta jauda lielāka par 11 kW, tad jāizmanto trīsfāžu ievadu uz dzīvokļi.

# Dzīvojama mājā dzīvokļu barošanas līnijas aplēses slodzi aprēķina pēc formulas

# (2.42)

kur *K*0 – vienlaicības koeficients (2.24. tab.)

1,05 – ēkas kopējas apgaismojuma slodzes koeficients (kāpņu telpas, pagrabs, vestibils utt.).

Ja dzīvojama mājā ir 1. un 2. kategorijas dzīvokļi, tad aplēses slodzi ēkas ievadā var noteikt summējot dzīvokļu slodzi

 (2.43)

kur  - aplēses slodze 1. kategorijas dzīvokļu ievadā (2.23);

*n*1 – 1. kategorijas dzīvokļu skaits ar doto slodzi;

 - aplēses slodze 2. kategorijas dzīvokļu ievadā (2.18);

*n*2 – 2. kategorijas dzīvokļu skaits ar doto slodzi;

*K*0 – vienlaicības koeficients (2.24. tab.).

2.24. tabula

**Vienlaicības koeficients *K*0 1. kategorijas dzīvoklim**

| **Dzīvokļa**  **raksturojums** | **Dzīvokļu skaits** | | | | | | | | | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **1** | **3** | **6** | **9** | **12** | **15** | **18** | **24** | **40** | **60** | **100** | **200** | **400** | **≥ 600** |
| **Dabasgāzes plītis** | 1 | 0,65 | 0,51 | 0,38 | 0,32 | 0,28 | 0,26 | 0,22 | 0,18 | 0,16 | 0,13 | 0,11 | 0,1 | 0,1 |
| **Elektriskās plītis** | 1 | 0,8 | 0,51 | 0,38 | 0,32 | 0,291 | 0,26 | 0,24 | 0,2 | 0,18 | 0,16 | 0,14 | 0,13 | 0,11 |

***2.14. piemērs.*** Noteikt aprēķina slodzi ievadā uz 1. kategorijas dzīvojamo 10 stāvu māju no divām sekcijām ar pirmo dzīvojamo stāvu. Katra sekcijā 40 dzīvokļi ar elektriskajam plītīm, 30 dzīvokļi ar pieprasīto jaudu 16 kW, 10 dzīvokļi ar 35 kW. Katra sekcijā ir 2 lifti ar jaudu 5 un 3,5 kW.

Atrisinājums.

Aplēses slodze viena sekcijā 10 dzīvokļu ievadā (*Kp* no 2.23. tab.)

*Pdz.* = *Ppiet.dz.* ∙ *Kp =* 35·0,575 = 20,1 kW.

Aplēses slodze viena sekcijā 30 dzīvokļu ievadā

*Pdz.* = *Ppiet.dz.* ∙ *Kp =* 16·0,75 = 12 kW.

Aplēses slodze dzīvokļu līnijā vienā sekcijā (*K*0 no 2.24. tab., ja *n* = 40)

****

Ēkas aplēses slodze dzīvokļu barošanas līnijā (*K*0 no 2.24. tab., ja *n* = 80)

****

Aplēses slodze liftu iekārtām viena sekcijā (*K’p* no 2.19. tab.)



Ēkas aplēses slodze liftu iekārtām

*Pa.l* = *Pl*1 + *Pl*2 = 6,8 + 6,8 = 13,6 kW.

Dzīvojama māja aplēses slodze

*Pa.m = Pa.dz.* + 0,9·*Pl* = 200,3 + 0,9·13,6 = 212,5 kW.

***2.15. piemērs.*** Noteikt aprēķina slodzi ievadā uz dzīvojamo 10 stāvu māju no divām sekcijām ar pirmo dzīvojamo stāvu. Viena sekcijā 45 dzīvokļi 1. kategorijas ar elektriskajam plītīm un pieprasīto jaudu 20 kW. Otra sekcijā 60 dzīvokļi 2. kategorijas ar elektriskajam plītīm un pieprasīto jaudu 11 kW. Katra sekcijā ir 2 lifti ar jaudu 5 un 3,5 kW.

Atrisinājums.

Aplēses slodze viena sekcijā 45 dzīvokļu ievadā (*Kp* no 2.23. tab.)

*Pdz.* = *Ppiet.dz.* ∙ *Kp =* 20·0,65 = 13 kW.

Ēkas aplēses slodze dzīvokļu barošanas līnijā (*K*0 no 2.24. tab., ja *n* = 105)



**Pilsētas rajons.** Aplēses slodze tīkla līnijai līdz 1 kV (var izmantot arī slodzes aprēķināšanai uz kopnēm 0,4 kV), ja no līnijas baro dzīvojamas mājas un administratīvi - sabiedriskas ēkas, var noteikt pēc formulas

*Pa.t = Pēka.max* +  (2.44)

kur *Pa.t* - aprēķina slodze tīkla līnijai līdz 1 kV;

*Pēka.max* – maksimāla aprēķina slodze starp visiem patērētājiem;

*Pēka.i* – aprēķina slodze visiem pārējiem patērētājiem;

*K0i* – katra patērētāja vienlaicības koeficients kopējā slodzē.

Vienlaicības koeficientu atrod no tabulām tehniskas rokasgrāmatas, piemēram, daļa no tādas tabulas dotā 2.25. tabulā.

Aprēķina slodzi administratīvi - sabiedriskajās ēkās var noteikt, izmantojot 2.26. tabulu.

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

*Pmax = p∙S∙K*, (2.45)

kur *p* — ēku īpatnējā slodze (W/m2). To nosaka pēc 2.26 tabulas.

*S* — koeficients, kas atkarīgs no ēkas īpatnējas slodzes rakstura (2.26. tab.);

*K* — koeficients *Kd* vai *Kv* (atkarībā no tā, kad ir maksimālā slodze — dienā vai vakarā – 2.6.tab).

**2.16. *Piemērs.*** Aprēķināt slodze uz transformatora apakšstacijas (TA) kopnēm 0,4 kV. Pilsēta mikrorajona shēma dotā 2.4. attēlā.

***Dotie lielumi.*** 1. Deviņstāvu dzīvojama māja, 100 dzīvokļi ar elektriskajām plītīm (jauda līdz 8,5 kW). Liftu skaits – 2, elektrodzinēju jauda 14 kW, ε = 25 %. Ūdenssūkņu skaits – 2 ar dzinējiem P = 11 kW (ε = 100 %).

2. Piecu stāvu dzīvojama māja, 40 dzīvokļi ar dabas gāzes plītīm. Lifta nav.

|  |
| --- |
|  |

2.4. att. Aprēķina shēma 2.16. piemēram.

Nr.1 un Nr.2 – dzīvojamas mājas, Nr.3 – bērnudārzs, Nr.4 – rūpniecības preču veikals

3. Bērnudārzs uz 320 vietām

4. Rūpniecības preču veikals ar kondicionēšanu - tirdzniecības zāle 500 m2.

*Aprēķins.*

1. Māja Nr. 1 dzīvokļu aprēķina elektriskā slodze (*Pdzīv.īpatn* no 2.17. tabulas)

*Pa.dziv*.1 = *n∙Pdzīv.īpatn* = 100∙1,5 = 150 kW

2. Māja Nr. 1 ir 2 lifti un 2 ūdenssūkņi

Liftu dzinēju jauda attiecināta pret ε = 100 %:

*Pl.dz* = 14∙√0,25 = 14∙0,5 = 7 kW.

Sanitāro-tehniskas iekārtas aprēķina aktīvā slodze

*Pa sp* = *Pl + Pud.*

No 2.19. tabulas liftu iekārtas pieprasījuma koeficients = 0,8 un liftu dzinēju kopēja jauda

*Pl.* = *n∙**∙Pl.dz* = 2∙0,8∙7 = 11,2 kW

Ūdenssūkņu dzinēju uzstādīta jauda ir *Pud.dz.* = 11 kW, tad ūdenssūkņu iekārtas jauda

*Pud* = *n∙*∙*Pud.dz* = 2∙1∙11 = 22 kW.

Dzinēju pieprasījuma koeficients ** = 1 (2.20. tabula).

Sanitāro-tehniskas iekārtas aprēķina aktīvā slodze

*Pa.st* = *Pl* + *Pud* = 11,2 +22 = 33,2 kW.

Kopēja māja Nr.1 elektriskā aktīvā slodze

*Pa.Nr.*1 = *Pa.dziv*. + *K*0*Pa.st* = 150 +0,9∙33,2 = 179,88 kW.

2. Dzīvojamās mājas reaktīvo slodzi aprēķināsim izmantojot reaktīvas jaudas koeficienti no 2.22. tabulas

Dzīvokļu reaktīvā jauda

*Qdzīv.*1 = *Pa.dzīv*1∙tg*φdziv*1 = 150∙0,2 = 30 kVAr

Liftu iekārtas reaktīvā jauda

*Ql* = *Pl*∙tg*φl* = 11,2∙1,17 = 13,1 kVAr.

Ūdenssūkņu iekārtas reaktīvā jauda (2.22. tabula)

*Qu* = *Pu∙*tg*φu* = 22∙0,75 = 16,5 kVAr.

3. Piecu stāvu dzīvojamam mājam ar dabas gāzes plītīm dzīvokļu aprēķina aktīvā un reaktīvā elektriskā slodze (2.17. tabula)

*Pa.Nr.*2 = *Pa.dziv.* = *n∙Pdz.īpatn* = 40∙1,2 = 48 kW

*QNr.*2 = *Pa.Nr.*2∙tg*φNr.*2 = 48∙0,29 = 13,92 kVAr.

4. Bērnudārza aprēķina aktīvā slodze (*Pīpatn.Nr.*3 no 2.26. tabulas)

*Pa.Nr.*3 = *m*∙*Pīpatn.Nr.*3 = 320∙0,46 = 147,2 kW

kur *m* – vietu skaits bērnudārzā

2.25. tabula

**Dzīvojamas mājas un sabiedriskas ēkas maksimuma koeficienti KM**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Ēkas ar vislielāko slodzi** | **Dzīvojamas mājas ar plītīm** | | **Sabiedriskās ēdināšanas uzņēmumi** | | **Vidusskolas, bibliotēkas** | **Pamatskolas, arodskolas** | **Pārvaldes, finanšu, projektu organizācijas** | **Tirdzniecības uzņēmumi** | | **Viesnīcās** | **Frizētavas** | **Bērnudārzi** | **Poliklīnikas** | **Ateljē, sadzīves pakalpojumu kombināti** | **Komunālo pakalpojumu uzņēmumi** | **Kinoteātri** |
| **elektriskajiem** | **gāzes** | **ēdnīcas** | **kafejnīcas, restorāni** | **vienmaiņu** | **divmaiņu** |
| **Dzīvojamas mājas:** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **ar elektriskajiem plītīm** | — | 0,9 | 0,6 | 0,7 | 0,6 | 0,4 | 0,6 | 0,6 | 0,8 | 0,7 | 0,8 | 0,4 | 0,7 | 0,6 | 0,7 | 0,9 |
| **ar gāzes plītīm** | 0,9 | — | 0,6 | 0,7 | 0,5 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,8 | 0,7 | 0,7 | 0,4 | 0,6 | 0,5 | 0,5 | 0,9 |
| **Sabiedriskās ēdināšanas uzņēmumi (ēdnīcas, kafejnīcas, restorāni** | 0,4 | 0,4 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,7 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,5 |
| **Pamatskolas, vidusskolas, arodskolas, bērnudārzi, bibliotēkas** | 0,5 | 0,4 | 0,8 | 0,6 | 0,7 | 0,7 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,7 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,7 | 0,8 | 0,8 |
| **Tirdzniecības uzņēmumi (maiņu skaits 1 un 2)** | 0,5 | 0,4 | 0,8 | 0,6 | 0,7 | 0,7 | 0,8 | 0,8 | 0.8 | 0,7 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,7 | 0,8 | 0,8 |
| **Pārvaldes, finanšu, projektu organizācijas** | 0.5 | 0,4 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,7 | 0.8 | 0,8 | 0,8 | 0,7 | 0.8 | 0,5 |
| **Viesnīcās** | 0,8 | 0.8 | 0,6 | 0,8 | 0,4 | 0,3 | 0,6 | 0,6 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,4 | 0,7 | 0.5 | 0,7 | 0,9 |
| **Poliklīnikas** | 0,5 | 0,4 | 0,8 | 0.6 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,7 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,7 | 0,8 | 0,8 |
| **Ateljē, sadzīves pakalpojumu kombināti, komunālo pakalpojumu uzņēmumi** | 0,5 | 0,4 | 0.8 | 0.6 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,7 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,7 | 0,8 | 0,8 |
| **Kinoteātri** | 0,9 | 0,9 | 0,4 | 0,6 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,8 | 0,7 | 0,8 | 0,2 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | — |

2.26. tabula

**Sabiedriskās ēkās īpatnēja aprēķina slodze**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nr. p.k.** | **Sabiedriskās ēkas** | **Mērvienība**  **(koef. S)** | **Īpatnēja slodze** | **Koeficienti**  **cos*φ* tg*φ*** | |
| **I** | **Izglītības iestādes.** |  |  |  |  |
|  | Skola: |  |  |  |  |
| 1. | - ar elektrificētu ēdnīcu un sporta zāli | kW/skolnieks | 0,25 | 0,95 | 0,38 |
| 2. | - bez elektrificētu ēdnīcu un sporta zāli | Tas pats | 0,17 | 0,92 | 0,43 |
| 3. | - ar bufete bez sporta zāli | -"- | 0,17 | 0,92 | 0,43 |
| 4. | - bez bufete un sporta zāli | -"- | 0,15 | 0,92 | 0,43 |
| 5. | Profesionāla izglītības iestāde ar ēdnīcu | -"- | 0,46 | 0,8-0,92 | 0,75-0,43 |
| 6. | Bērnudārzs | kW/vieta | 0,46 | 0,97 | 0,25 |
| **II** | **Tirdzniecības uzņēmumi** |  |  |  |  |
|  | Pārtikas veikali: |  |  |  |  |
| 7. | - bez kondicionēšanas | кW/m2 | 0,23 | 0,82 | 0,7 |
| 8. | - ar kondicionēšanu | Tas pats | 0,25 | 0,8 | 0,75 |
|  | Pārēji veikali |  |  |  |  |
| 9. | - bez kondicionēšanas | -"- | 0,14 | 0,92 | 0,43 |
| 10. | - ar kondicionēšanu | -"- | 0,16 | 0,9 | 0,48 |
| **III** | **Sabiedriskās ēdināšanas uzņēmumi** |  |  |  |  |
|  | Pilnīgi elektrificētie ar vietu skaitu: |  |  |  |  |
| 11. | - līdz 400 | kW/vieta | 1,04 | 0,98 | 0,2 |
| 12. | - no 500 līdz 1000 | kW/vieta | 0,86 | 0,98 | 0,2 |
| 13. | - virs 1100 | kW/vieta | 0,75 | 0,98 | 0,2 |
|  | ar dabasgāzes plītīm un vietu skaitu : |  |  |  |  |
| 14. | - līdz 100 | kW/vieta | 0,9 | 0,95 | 0,33 |
| 15. | - no 100 līdz 400 | kW/vieta | 0,81 | 0,95 | 0,33 |
| 16. | - no 500 līdz 1000 | kW/vieta | 0,69 | 0,95 | 0,33 |
| 17. | - virs 1100 | kW/vieta | 0,56 | 0,95 | 0,33 |
| **IV** | **Komunālo –sadzīves uzņēmumi** |  |  |  |  |
| 18. | Ķīmiskas tīrītavas | kW/кg mantas | 0,075 | 0,8 | 0,75 |
| 19. | Frizētavas | кW/darb.vieta | 1,5 | 0,97 | 0,25 |
| **V** | **Kultūras un mākslas iestādes** |  |  |  |  |
|  | Kinoteātri un teātri |  |  |  |  |
| 20. | - bez kondicionēšanas | кW/vieta | 0,12 | 0,95 | 0,33 |
| 21. | - ar kondicionēšanu | кW/vieta | 0,14 | 0,92 | 0,43 |
| 22. | Klubi | кW/vieta | 0,46 | 0,92 | 0,43 |
| **VI** | **Administratīvās ēkas:** |  |  |  |  |
| 23. | - bez kondicionēšanas | kW/m2  kop.platības | 0,043 | 0,9 | 0,48 |
| 24. | - ar kondicionēšanu | Tas pats | 0,054 | 0,87 | 0,57 |
| VII | **Atpūtas un atveseļošanas iestādes** |  |  |  |  |
| 25. | Atpūtas nami un pansionāti bez kondicionēšanas | кW/vieta | 0,36 | 0,92 | 0,43 |
| 26. | Nometnes bērniem | кW/m2 dz.platības | 0,023 | 0,92 | 0,43 |
| **VIII** | **Komunālo –sadzīves iestādes** |  |  |  |  |
|  | Viesnīcās: |  |  |  |  |
| 27. | - bez kondicionēšanas (bez restorāna) | кW/vieta | 0,34 | 0,9 | 0,48 |
| 28. | - ar kondicionēšanu | Tas pats | 0,46 | 0,85 | 0,62 |

Reaktīvā slodze (jaudas koeficients un tg*φNr.*3 no 2.26. tabulas)

*QNr.3* = *Pa.Nr.*3∙tg*φNr.*3 = 147,2∙0,25 = 36,8 kVAr

5. Rūpniecības preču veikala ar kondicionēšanu aktīvā aprēķina slodze (*Pīpatn.Nr.*4 no 2.26. tabulas)

*Pa.Nr.*4 = *S∙Pīpatn.Nr.*4 = 500∙0,16 = 80 kW

kur *S* - tirdzniecības zāles platība.

Reaktīvā slodze

*QNr.*4 = *Pa.Nr.*4∙tg*φNr.*4 = 80∙0,48 = 38,4 kVAr

6. Rajona aprēķina elektriskā slodze, ja elektriskais tīkls pievadīts pie dzīvojamam un administratīvam ēkām var aprēķināt ar formulu

179,88 + 0,9∙48 + 0,5∙147,2 + 0,5∙80 = 336,6 kW.

kur maksimuma koeficientus *KM* var atrast 2.25. tabulā

Tālāk jāaprēķina jaudas zudumi barojoša līnijā.

**2.17. Piemērs.** Gaisvadu līnija baro ciematu kas sastāv no 9 individuālajiem labiekārtotam dzīvojamam mājam (kotedžiem). Individuālās mājas ar elektriskajam plītīm jaudai līdz 10,5 kW un elektriskajām somu pirtīm jaudai līdz 12 kW. Noteikt gaisvadu līnijas aprēķina slodzi un aprēķināt slodzes strāvu barošanas līnijā.

Risinājums.

1. No 2.15. tabulas kotedžu īpatnēja elektriskā slodze *Pīp* = 12,9 kW/kotedža.

2. Aprēķina jauda (slodze) *Pa = n·KP·Pīp* = 9·0,76·12,9 = 88,236 kW, kur *n* – kotedžu skaits, *KP* – pieprasījuma koeficients no 2.27.tabulas

2.27. tabula

**Pieprasījuma koeficients *KP***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Nr.**  **p.k.** | **Objekta nosaukums** | ***KP*** |
| 1. | Kotedža ar S < 100 m2 | 1,0 |
| 2. | Kotedža ar S > 100 m2 | 0,85…0,9 |
| 3. | Kotedžu skaits 5…10 | 0,75…0,8 |
| 4. | Kotedžu skaits 10…15 | 0,7…0,75 |

3. Aprēķina strāva ir atkarīga no gaisvadu līnijas konstruktīvajam īpašībām.

3.1. gaisvadu līnija izpildīta ka divvadu līnija (2.5. att.) ar nominālo spriegumu *UN* = 220 V.

|  |
| --- |
|  |

2.5. att.

Aprēķina strāva 

3.2. Līnija izpildīta ka divfāzu nozarojums (2.6. att.) no trīsfāžu četrvadu līnijas ar nominālo spriegumu 380/220 V (2L + N). Lai aprēķinātu strāvu mēs varam pieņemt ka slodze dalās uz divām vienfāzes grupām ar nominālo spriegumu *UN* = 220 V.

|  |
| --- |
|  |

2.6. att.

Aprēķina strāva 

3.3. Līnija izpildīta ka trīsfāzu līnija (3L) un baro elektropatērētājus ar spriegumu *UN* = 220 V (2.7. att.).

Aprēķina strāva 

|  |
| --- |
|  |

2.7. att.

3.4. Līnija izpildīta ka četrvadu līnija (3L + N) ar nominālo spriegumu 380/220V (2.8. att.).

|  |
| --- |
|  |

2.8. att.

Aprēķina strāva 

**2.11. PĀRBAUDES DARBI.**

**2.1.1. Pārbaudes darbs „Slodžu aprēķins spēka elektriskajos tīklos”.** Noteikt aprēķina (aplēses) strāvu posmā 0A un AB (2.2. att.) pēc pieprasījuma koeficienta metode. Dzinēju dotie lielumi atrodas uzdevuma tabulā.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Dotie Lielumi** | **VARIANTI** | | | | | | | | | |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |
| *PN*1, kW | 10 | 11 | 10 | 13 | 12 | 11 | 12 | 9 | 15 | 8 |
| *PN*2, kW | 12 | 13 | 9 | 12 | 11 | 15 | 16 | 13 | 17 | 14 |
| *PN*3, kW | 5,8 | 6 | 5,5 | 5 | 6,2 | 6,8 | 7 | 5,8 | 5,4 | 6,1 |
| *PN*4, kW | 2,7 | 3 | 2,5 | 3 | 3,2 | 2,8 | 4 | 3,3 | 3,7 | 2,8 |
| *PN*5, kW | 4 | 4,4 | 3,8 | 4,2 | 4,2 | 5 | 5,2 | 4,8 | 5,1 | 3,9 |
| cosφ1 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 |
| cosφ2 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 |
| cosφ3 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 |
| cosφ4 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 |
| cosφ5 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 |
| *KI*1 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 |
| *KI*2 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| *KI*3 | 0,75 | 0,72 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 |
| *KI*4 | 0,92 | 0,73 | 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,92 |
| *KI*5 | 0,8 | 0,75 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 |
| η1, % | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 |
| η2, % | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 |
| η3, % | 0,855 | 0,85 | 0,855 | 0,855 | 0,855 | 0,855 | 0,855 | 0,855 | 0,855 | 0,855 |
| η4, % | 0,82 | 0,82 | 0,82 | 0,82 | 0,82 | 0,82 | 0,82 | 0,82 | 0,82 | 0,82 |
| η5, % | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 |
| **Dotie Lielumi** | **VARIANTI** | | | | | | | | | |
| **11** | **12** | **13** | **14** | **15** | **16** | **17** | **18** | **19** | **20** |
| *PN*1, kW | 10,5 | 9,5 | 16 | 15 | 14 | 10,5 | 11,5 | 10,6 | 13,4 | 12,5 |
| *PN*2, kW | 12,5 | 12,6 | 20 | 18 | 17 | 12,5 | 13,5 | 9,5 | 12,6 | 11,6 |
| *PN*3, kW | 6,3 | 5,3 | 8 | 7 | 6 | 6,3 | 6,4 | 6,1 | 5,7 | 6,7 |
| *PN*4, kW | 3,2 | 2,7 | 6 | 5 | 4 | 3,2 | 3,6 | 2,9 | 3,4 | 3,9 |
| *PN*5, kW | 4,5 | 3,6 | 10 | 8 | 6,6 | 4,5 | 4,8 | 4,3 | 4,7 | 4,8 |
| cosφ1 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 |
| cosφ2 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 |
| cosφ3 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 |
| cosφ4 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 |
| cosφ5 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 |
| *KI*1 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 |
| *KI*2 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| *KI*3 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,72 | 0,75 | 0,75 | 0,75 |
| *KI*4 | 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,73 | 0,92 | 0,92 | 0,92 |
| *KI*5 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,75 | 0,8 | 0,8 | 0,8 |
| η1, % | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 |
| η2, % | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 |
| η3, % | 0,855 | 0,855 | 0,855 | 0,855 | 0,855 | 0,855 | 0,85 | 0,855 | 0,855 | 0,855 |
| η4, % | 0,82 | 0,82 | 0,82 | 0,82 | 0,82 | 0,82 | 0,82 | 0,82 | 0,82 | 0,82 |
| η5, % | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 |
| **Dotie Lielumi** | **VARIANTI** | | | | | | | | | |
| **21** | **22** | **23** | **24** | **25** | **26** | **27** | **28** | **29** | **30** |
| *PN*1, kW | 11,7 | 12,4 | 9,2 | 15,6 | 8,8 | 10,5 | 9,5 | 16 | 15 | 14 |
| *PN*2, kW | 15,4 | 16,5 | 13,5 | 17,7 | 14,5 | 12,5 | 12,6 | 20 | 18 | 17 |
| *PN*3, kW | 7,3 | 7,7 | 6,4 | 6,1 | 6,6 | 6,3 | 5,3 | 8 | 7 | 6 |
| *PN*4, kW | 3,5 | 4,7 | 3,9 | 4,7 | 3,3 | 3,2 | 2,7 | 6 | 5 | 4 |
| *PN*5, kW | 5,5 | 5,7 | 5,3 | 5,8 | 4,4 | 4,5 | 3,6 | 10 | 8 | 6,6 |
| cosφ1 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 |
| cosφ2 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 |
| cosφ3 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 |
| cosφ4 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 |
| cosφ5 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 |
| *KI*1 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 |
| *KI*2 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| *KI*3 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 |
| *KI*4 | 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,92 |
| *KI*5 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 |
| η1, % | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 |
| η2, % | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 |
| η3, % | 0,855 | 0,855 | 0,855 | 0,855 | 0,855 | 0,855 | 0,855 | 0,855 | 0,855 | 0,855 |
| η4, % | 0,82 | 0,82 | 0,82 | 0,82 | 0,82 | 0,82 | 0,82 | 0,82 | 0,82 | 0,82 |
| η5, % | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 |

**2.2.2. Pārbaudes darbs „Slodžu aprēķins spēka elektriskajos tīklos”.** Aprēķināt ceha slodzes jaudu un slodzes strāvu. Tehnoloģiskās iekārtas dotie lielumi atrodas tabulā (mērvienība kW).

Aprēķina noteikumi:

**1.** Aprēķins jāizdara pēc izmantošanas un maksimuma koeficientu metodes.

**2.** Ja *m* < 3 un *n* ≥ 4, tad *ne* = *n*.

**3.** Ja grupā ar vienādiem *K****I*** visiem patērētājiem *PN* = const, tad *ne = n*.

**4.** Ja grupā ir viens patērētājs, tad *P = PN*.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nr.**  **p.k** | **Tehnoloģiskas**  **iekārtas** | **VARIANTI** | | | | | | | | | |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |
| 1. | Metālapstrādes darbgalds | 5 | 3,5 | 3,7 | 3,4 | 3,6 | 3,3 | 3,9 | 4,1 | 3,95 | 4,7 |
| 2. | Metālapstrādes darbgalds | 10 | 5,2 | 5,1 | 4,8 | 5,1 | 4,8 | 5,1 | 5 | 5,1 | 5,2 |
| 3. | Metālapstrādes darbgalds | 12,5 | 12,1 | 11,4 | 12,7 | 11 | 11,5 | 14,4 | 15,5 | 15,5 | 16,6 |
| 4. | Metālapstrādes darbgalds | 16,5 | 10,7 | 12,6 | 14,4 | 10,5 | 13,5 | 16,6 | 16,5 | 17,5 | 18,1 |
| 5. | Metālapstrādes darbgalds | 20,5 | 15,5 | 16,4 | 15,6 | 16 | 14,5 | 17,4 | 18 | 18,5 | 19 |
| 6. | Metālapstrādes darbgalds | 10,5 | 9,5 | 6,6 | 12,8 | 5,5 | 13,5 | 15,6 | 10,4 | 9,6 | 5,9 |
| 7. | Punktmetināšanas iekārta | 8,5 | 8,8 | 9,1 | 7,5 | 8,1 | 8,5 | 9,1 | 8,6 | 8,8 | 6,9 |
| 8. | Punktmetināšanas iekārta | 8,5 | 8,8 | 8,4 | 8,5 | 8,6 | 8,5 | 8,5 | 8,6 | 8,8 | 8,7 |
| 9. | Punktmetināšanas iekārta | 12,5 | 12,9 | 13,2 | 12,6 | 12,7 | 13,5 | 13,9 | 14,5 | 15,5 | 12,5 |
| 10. | Punktmetināšanas iekārta | 12,5 | 12,9 | 12,3 | 9,5 | 8,4 | 13 | 13,3 | 14 | 13,4 | 12 |
| 11. | Punktmetināšanas iekārta | 12,5 | 11,5 | 10,5 | 10,4 | 8,4 | 13,3 | 12,6 | 14 | 14,5 | 11,5 |
| 12. | Prese | 10,5 | 8,1 | 6,9 | 7,7 | 8,4 | 9,5 | 9,1 | 10 | 7,7 | 8,8 |
| 13. | Prese | 10,5 | 8,1 | 6,9 | 7,7 | 8,4 | 9,5 | 9,1 | 10 | 7,7 | 8,8 |
| 14. | Prese | 10,5 | 8,1 | 6,9 | 7,7 | 8,4 | 9,5 | 9,1 | 10 | 7,7 | 8,8 |
| 15. | Ventilators | 4,8 | 5,3 | 5,7 | 6,1 | 6,3 | 6,5 | 6,8 | 7,4 | 7,5 | 8,1 |
| **Nr.**  **p.k** | **Tehnoloģiskas**  **iekārtas** | **VARIANTI** | | | | | | | | | |
| **11** | **12** | **13** | **14** | **15** | **16** | **17** | **18** | **19** | **20** |
| 1. | Metālapstrādes darbgalds | 3,8 | 3,9 | 4 | 2,8 | 2,8 | 4 | 3 | 3,2 | 2,9 | 3,1 |
| 2. | Metālapstrādes darbgalds | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 9,5 | 4,7 | 4,5 | 4,5 | 4,5 |
| 3. | Metālapstrādes darbgalds | 15 | 14 | 10 | 10 | 13 | 12 | 11,6 | 11 | 12 | 10,5 |
| 4. | Metālapstrādes darbgalds | 17 | 13 | 15 | 11 | 10 | 16 | 10,2 | 12 | 14 | 10 |
| 5. | Metālapstrādes darbgalds | 19 | 19,5 | 20 | 14 | 14 | 20 | 15 | 16 | 15 | 15,5 |
| 6. | Metālapstrādes darbgalds | 16 | 19 | 19 | 12 | 9 | 10 | 9 | 6 | 12 | 5 |
| 7. | Punktmetināšanas iekārta | 7,4 | 8 | 8 | 9,1 | 8,8 | 8,0 | 8,3 | 8,5 | 7 | 7,5 |
| 8. | Punktmetināšanas iekārta | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8,3 | 8 | 8 | 8 |
| 9. | Punktmetināšanas iekārta | 12 | 13,6 | 14 | 14 | 13,6 | 12 | 12,5 | 13 | 12 | 12 |
| 10. | Punktmetināšanas iekārta | 11 | 13 | 13,5 | 13 | 12 | 12 | 12,5 | 12 | 9 | 8 |
| 11. | Punktmetināšanas iekārta | 10 | 12 | 13 | 12 | 12 | 12 | 11 | 10 | 10 | 8 |
| 12. | Prese | 10 | 9,7 | 8,2 | 8,8 | 10,8 | 10 | 7,5 | 6,5 | 7,3 | 8 |
| 13. | Prese | 10 | 9,7 | 8,2 | 8,8 | 10,8 | 10 | 7,5 | 6,5 | 7,3 | 8 |
| 14. | Prese | 10 | 9,7 | 8,2 | 8,8 | 10,8 | 10 | 7,5 | 6,5 | 7,3 | 8 |
| 15. | Ventilators | 7,7 | 7,9 | 7,2 | 8 | 8,2 | 4,5 | 5 | 5,2 | 5,5 | 5,8 |
| **Nr.**  **p.k** | **Tehnoloģiskas**  **iekārtas** | **VARIANTI** | | | | | | | | | |
| **21** | **22** | **23** | **24** | **25** | **26** | **27** | **28** | **29** | **30** |
| 1. | Metālapstrādes darbgalds | 2,8 | 3,4 | 3,5 | 3,6 | 3,7 | 3,8 | 3,9 | 4 | 2,8 | 2,8 |
| 2. | Metālapstrādes darbgalds | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 4,5 |
| 3. | Metālapstrādes darbgalds | 11 | 14 | 15 | 15 | 16 | 15 | 14 | 10 | 10 | 13 |
| 4. | Metālapstrādes darbgalds | 13 | 16 | 16 | 17 | 17,5 | 17 | 13 | 15 | 11 | 10 |
| 5. | Metālapstrādes darbgalds | 14 | 17 | 17,5 | 18 | 18,5 | 19 | 19,5 | 20 | 14 | 14 |
| 6. | Metālapstrādes darbgalds | 13 | 15 | 10 | 9 | 5 | 16 | 19 | 19 | 12 | 9 |
| 7. | Punktmetināšanas iekārta | 8 | 8,5 | 8 | 8,2 | 6,5 | 7,4 | 8 | 8 | 9,1 | 8,8 |
| 8. | Punktmetināšanas iekārta | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| 9. | Punktmetināšanas iekārta | 13 | 13,5 | 14 | 15 | 12 | 12 | 13,6 | 14 | 14 | 13,6 |
| 10. | Punktmetināšanas iekārta | 12,5 | 13 | 13,5 | 13 | 11,5 | 11 | 13 | 13,5 | 13 | 12 |
| 11. | Punktmetināšanas iekārta | 12,8 | 12 | 13 | 14 | 11 | 10 | 12 | 13 | 12 | 12 |
| 12. | Prese | 9 | 8,5 | 9,5 | 6,8 | 7,8 | 10 | 9,7 | 8,2 | 8,8 | 10,8 |
| 13. | Prese | 9 | 8,5 | 9,5 | 6,8 | 7,8 | 10 | 9,7 | 8,2 | 8,8 | 10,8 |
| 14. | Prese | 9 | 8,5 | 9,5 | 6,8 | 7,8 | 10 | 9,7 | 8,2 | 8,8 | 10,8 |
| 15. | Ventilators | 6 | 6,3 | 6,9 | 7 | 7,5 | 7,7 | 7,9 | 7,2 | 8 | 8,2 |

**2.2.3. Pārbaudes darbs „Slodžu aprēķins spēka elektriskajos tīklos”.** Aprēķināt ceha slodzes jaudu un slodzes strāvu. Tehnoloģiskās iekārtas dotie lielumi atrodas uzdevuma tabulā (mērvienība kW).

Aprēķina noteikumi:

**1.** Aprēķins jāizdara pēc izmantošanas un maksimuma koeficientu metodes.

**2.** Ja *m* < 3 un *n* ≥ 4, tad *ne* = *n*.

**3.** Ja grupā ar vienādiem *K****I*** visiem patērētājiem *PN* = const, tad *ne = n*.

**4.** Ja grupā ir viens patērētājs, tad *P = PN*.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nr.**  **p.k** | **Tehnoloģiskas**  **iekārtas** | **Skaits** | **VARIANTI** | | | | | | | | | |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |
| 1. | Metālapstrādes darbgalds | 9 | 13 | 12 | 13 | 14 | 13,5 | 13,5 | 15 | 14 | 15 | 16 |
| 2. | Metālapstrādes darbgalds | 5 | 11 | 8 | 7 | 10 | 11 | 12 | 13 | 11 | 12 | 7 |
| 3. | Metālapstrādes darbgalds | 3 | 5 | 5 | 4,5 | 5,5 | 5,5 | 5 | 6 | 6 | 6 | 5,5 |
| 4. | Štancēšanas spiednēs | 6 | 7 | 6 | 5 | 6 | 6 | 4 | 4 | 7 | 6 | 5 |
| 5. | Štancēšanas spiednēs | 4 | 15 | 13 | 14 | 13 | 14 | 11 | 12 | 16 | 18 | 15 |
| 6. | Ventilatori | 5 | 1,7 | 1,8 | 1,9 | 2 | 2,1 | 2,2 | 2,3 | 2,4 | 2,5 | 2,6 |
| 7. | Ventilatori | 5 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 1,1 |
| 8. | Sildīšanas iekārtas | 7 | 4,5 | 5 | 5,5 | 5 | 5,2 | 5,6 | 6,2 | 5,8 | 4,8 | 6,5 |
| 9. | Celtnis ar ε = 40% | 4 | 18 | 9 | 17 | 16 | 15 | 12 | 13 | 15 | 17 | 12 |
| 10. | Celtnis ar ε = 40% | 3 | 6 | 3 | 6 | 6 | 5 | 4 | 4 | 5 | 6 | 4 |
| **Nr.**  **p.k** | **Tehnoloģiskas**  **iekārtas** | **Skaits** | **VARIANTI** | | | | | | | | | |
| **11** | **12** | **13** | **14** | **15** | **16** | **17** | **18** | **19** | **20** |
| 1. | Metālapstrādes darbgalds | 10 | 11 | 11 | 15 | 16 | 17 | 14 | 12 | 14 | 15 | 10 |
| 2. | Metālapstrādes darbgalds | 6 | 8 | 9 | 12 | 11 | 15,5 | 12 | 8 | 7 | 10 | 9 |
| 3. | Metālapstrādes darbgalds | 6 | 4 | 4,5 | 6 | 6 | 6,5 | 6 | 4 | 6 | 6 | 4 |
| 4. | Štancēšanas spiednēs | 8 | 7 | 6,5 | 5 | 8 | 7 | 6 | 7 | 5 | 4 | 6 |
| 5. | Štancēšanas spiednēs | 3 | 18 | 18 | 14 | 20 | 21 | 17 | 20 | 14 | 12 | 15 |
| 6. | Ventilatori | 6 | 2,7 | 2,8 | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2,5 |
| 7. | Ventilatori | 5 | 1,1 | 1,1 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 1 | 1,5 | 0,7 | 1,5 | 1 |
| 8. | Sildīšanas iekārtas | 8 | 5,4 | 6,4 | 6,8 | 7 | 5,1 | 5 | 4 | 4,5 | 3 | 3 |
| 9. | Celtnis ar ε = 40% | 3 | 13 | 14 | 16 | 17 | 19 | 15 | 10 | 12 | 12 | 14 |
| 10. | Celtnis ar ε = 40% | 5 | 5 | 5 | 6 | 6 | 7 | 5 | 4 | 4 | 5 | 5 |
| **Nr.**  **p.k** | **Tehnoloģiskas**  **iekārtas** | **Skaits** | **VARIANTI** | | | | | | | | | |
| **21** | **22** | **23** | **24** | **25** | **26** | **27** | **28** | **29** | **30** |
| 1. | Metālapstrādes darbgalds | 9 | 9 | 8 | 10 | 11 | 12 | 11 | 11 | 15 | 16 | 17 |
| 2. | Metālapstrādes darbgalds | 5 | 8 | 7 | 8 | 10 | 11 | 6 | 9 | 14 | 14 | 15 |
| 3. | Metālapstrādes darbgalds | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 7 | 4 | 5 | 6 | 6 | 6 |
| 4. | Štancēšanas spiednēs | 6 | 3 | 7 | 5 | 5 | 5 | 6 | 7 | 7 | 7 | 8 |
| 5. | Štancēšanas spiednēs | 4 | 9 | 17 | 13,5 | 14 | 10 | 17 | 21 | 19 | 10 | 24 |
| 6. | Ventilatori | 5 | 2,2 | 2,3 | 3 | 2,5 | 4 | 5 | 2,5 | 2,5 | 4 | 4 |
| 7. | Ventilatori | 5 | 0,8 | 0,8 | 1,5 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 1,1 | 0,9 | 1,8 | 1,5 |
| 8. | Sildīšanas iekārtas | 7 | 2,5 | 2,2 | 2,6 | 3,1 | 3,5 | 3,2 | 3,3 | 5,5 | 5,7 | 6 |
| 9. | Celtnis ar ε = 40% | 4 | 9 | 8 | 10 | 11 | 13 | 18 | 15 | 14 | 9 | 17 |
| 10. | Celtnis ar ε = 40% | 3 | 3 | 3 | 3,5 | 4 | 4,5 | 7 | 5,2 | 6 | 3,5 | 6 |

**2.2.4. Pārbaudes darbs „Slodžu aprēķins spēka elektriskajos tīklos”.** Aprēķināt ceha slodzes jaudu un slodzes strāvu. Tehnoloģiskās iekārtas dotie lielumi atrodas uzdevuma tabulā (mērvienība kW).

Aprēķina noteikumi:

**1.** Aprēķins jāizdara pēc izmantošanas un maksimuma koeficientu metodes. **2.** Ja *m* < 3 un *n* ≥ 4, tad *ne* = *n*.

**3.** Ja grupā ar vienādiem *K****I*** visiem patērētājiem *PN* = const, tad *ne = n*.**4.** Ja grupā ir viens patērētājs, tad *P = PN*.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nr.p.k.** | **Tehnoloģiskas iekārtas** | **VARIANTI** | | | | | | | | | | | |
| **1** | | **2** | | **3** | | **4** | | **5** | | **6** | |
| ***n*** | ***PN*** | ***n*** | ***PN*** | ***n*** | ***PN*** | ***n*** | ***PN*** | ***n*** | ***PN*** | ***n*** | ***PN*** |
| 1. | Metālapstrādes darbgalds | 9 | 13 | 7 | 12 | 8 | 13 | 3 | 14 | 5 | 13,5 | 9 | 13,5 |
| 2. | Metālapstrādes darbgalds | 3 | 11 | 3 | 8 | 5 | 7 | 3 | 10 | 5 | 11 | 5 | 12 |
| 3. | Metālapstrādes darbgalds | 1 | 5 | 2 | 5 | 1 | 4,5 | 3 | 5,5 | 5 | 5,5 | 3 | 5 |
| 4. | Štancēšanas spiednēs | 6 | 7 | 2 | 6 | 2 | 5 | 3 | 6 | 4 | 6 | 4 | 4 |
| 5. | Štancēšanas spiednēs | 4 | 15 | 2 | 13 | 3 | 14 | 3 | 13 | 3 | 14 | 4 | 11 |
| 6. | Ventilatori | 1 | 1,7 | 2 | 1,8 | 2 | 1,9 | 3 | 2 | 3 | 2,1 | 4 | 2,2 |
| 7. | Ventilatori | 2 | 0,7 | 2 | 0,7 | 3 | 0,7 | 3 | 0,7 | 4 | 0,8 | 4 | 0,8 |
| 8. | Sildīšanas iekārtas | 7 | 4,5 | 6 | 5 | 4 | 5,5 | 5 | 5 | 6 | 5,2 | 7 | 5,6 |
| 9. | Celtnis Nr.1  ar ε1 = ...% | 1 | 18 | 2 | 9 | 2 | 17 | 3 | 16 | 4 | 15 | 4 | 12 |
| 40 |  | 45 |  | 42 |  | 44 |  | 41 |  | 43 |  |
| 10. | Celtnis Nr.2  ar ε2 = ...% | 2 | 6 | 2 | 3 | 3 | 6 | 3 | 5,4 | 3 | 5 | 4 | 4 |
| 35 |  | 35 |  | 36 |  | 37 |  | 38 |  | 34 |  |
| **Nr.p.k.** | **Tehnoloģiskas iekārtas** | **VARIANTI** | | | | | | | | | | | |
| **7** | | **8** | | **9** | | **10** | | **11** | | **12** | |
| ***n*** | ***PN*** | ***n*** | ***PN*** | ***n*** | ***PN*** | ***n*** | ***PN*** | ***n*** | ***PN*** | ***n*** | ***PN*** |
| 1. | Metālapstrādes darbgalds | 8 | 15 | 4 | 14 | 5 | 15 | 6 | 16 | 6 | 11,5 | 7 | 11 |
| 2. | Metālapstrādes darbgalds | 5 | 13 | 5 | 11 | 5 | 12 | 4 | 7 | 4 | 7,5 | 4 | 9 |
| 3. | Metālapstrādes darbgalds | 3 | 6 | 1 | 6 | 1 | 6 | 2 | 5,5 | 3 | 3,9 | 3 | 4,5 |
| 4. | Štancēšanas spiednēs | 4 | 4 | 6 | 7 | 5 | 6 | 6 | 5 | 7 | 6,9 | 8 | 6,5 |
| 5. | Štancēšanas spiednēs | 5 | 12 | 4 | 16 | 6 | 18 | 6 | 15 | 4 | 17,7 | 4 | 18 |
| 6. | Ventilatori | 4 | 2,3 | 5 | 2,4 | 1 | 2,5 | 2 | 2,6 | 5 | 2,7 | 5 | 2,8 |
| 7. | Ventilatori | 5 | 0,8 | 5 | 0,9 | 1 | 1,0 | 1 | 1,1 | 5 | 1,1 | 5 | 1,1 |
| 8. | Sildīšanas iekārtas | 6 | 6,2 | 5 | 5,8 | 4 | 4,8 | 3 | 6,5 | 8 | 5,5 | 7 | 6,5 |
| 9. | Celtnis Nr.1  ar ε1 = ...% | 2 | 13,9 | 2 | 15 | 2 | 17 | 3 | 12 | 4 | 14,2 | 4 | 15,1 |
| 40 |  | 35 |  | 30 |  | 33 |  | 34 |  | 32 |  |
| 10. | Celtnis Nr.2  ar ε2 = ...% | 2 | 3,9 | 2 | 5 | 3 | 6 | 3 | 4 | 3 | 4,8 | 4 | 4,9 |
| 27 |  | 25 |  | 25 |  | 27 |  | 28 |  | 29 |  |
| **Nr.p.k.** | **Tehnoloģiskas iekārtas** | **VARIANTI** | | | | | | | | | | | |
| **13** | | **14** | | **15** | | **16** | | **17** | | **18** | |
| ***n*** | ***PN*** | ***n*** | ***PN*** | ***n*** | ***PN*** | ***n*** | ***PN*** | ***n*** | ***PN*** | ***n*** | ***PN*** |
| 1. | Metālapstrādes darbgalds | 8 | 15 | 3 | 16 | 3 | 17 | 2 | 13,5 | 3 | 12,6 | 4 | 13,1 |
| 2. | Metālapstrādes darbgalds | 4 | 12 | 3 | 11 | 3 | 15,5 | 2 | 11 | 2 | 8 | 3 | 8 |
| 3. | Metālapstrādes darbgalds | 3 | 6 | 3 | 6 | 4 | 6,5 | 1 | 5 | 2 | 5 | 2 | 4,8 |
| 4. | Štancēšanas spiednēs | 6 | 5 | 7 | 8 | 4 | 7 | 6 | 7 | 2 | 5,9 | 2 | 5,3 |
| 5. | Štancēšanas spiednēs | 7 | 14 | 7 | 20 | 5 | 21 | 4 | 15,6 | 2 | 13,9 | 3 | 14 |
| 6. | Ventilatori | 5 | 1,7 | 5 | 1,7 | 5 | 1,7 | 5 | 1,8 | 5 | 1,9 | 5 | 1,9 |
| 7. | Ventilatori | 5 | 0,7 | 5 | 0,7 | 5 | 0,7 | 5 | 0,77 | 5 | 0,68 | 5 | 0,73 |
| 8. | Sildīšanas iekārtas | 6 | 6,8 | 7 | 5 | 9 | 5,1 | 7 | 4,7 | 6 | 5,2 | 4 | 5,8 |
| 9. | Celtnis Nr.1  ar ε1 = ...% | 2 | 16,2 | 2 | 17,1 | 4 | 19 | 3 | 18,8 | 3 | 9,2 | 2 | 17,2 |
| 31 |  | 50 |  | 45 |  | 25 |  | 28 |  | 30 |  |
| 10. | Celtnis Nr.2  ar ε2 = ...% | 2 | 5,6 | 3 | 5,8 | 5 | 7 | 3 | 5 | 2 | 2,5 | 4 | 4,5 |
| 24 |  | 40 |  | 26 |  | 35 |  | 33 |  | 38 |  |
| **Nr.p.k.** | **Tehnoloģiskas iekārtas** | **VARIANTI** | | | | | | | | | | | |
| **19** | | **20** | | **21** | | **22** | | **23** | | **24** | |
| ***n*** | ***PN*** | ***n*** | ***PN*** | ***n*** | ***PN*** | ***n*** | ***PN*** | ***n*** | ***PN*** | ***n*** | ***PN*** |
| 1. | Metālapstrādes darbgalds | 3 | 14 | 5 | 13,5 | 3 | 18,3 | 2 | 19 | 3 | 20 | 2 | 18 |
| 2. | Metālapstrādes darbgalds | 1 | 10 | 2 | 11 | 5 | 14 | 4 | 14 | 4 | 15 | 5 | 15 |
| 3. | Metālapstrādes darbgalds | 1 | 5,5 | 1 | 5,5 | 3 | 7,8 | 3 | 7,5 | 1 | 8 | 1 | 7 |
| 4. | Štancēšanas spiednēs | 3 | 6 | 4 | 6 | 4 | 4 | 3 | 4,8 | 2 | 7 | 2 | 7,7 |
| 5. | Štancēšanas spiednēs | 3 | 13 | 3 | 14 | 4 | 11 | 4 | 12 | 4 | 16 | 2 | 18 |
| 6. | Ventilatori | 5 | 3 | 5 | 2,3 | 5 | 2,2 | 5 | 2,3 | 5 | 2,4 | 5 | 2,5 |
| 7. | Ventilatori | 5 | 1,3 | 5 | 0,85 | 5 | 0,8 | 5 | 0,8 | 5 | 0,9 | 5 | 1,0 |
| 8. | Sildīšanas iekārtas | 5 | 4,5 | 6 | 5,7 | 3 | 5,6 | 2 | 6,2 | 1 | 5,8 | 4 | 4,8 |
| 9. | Celtnis Nr.1  ar ε1 = ...% | 2 | 16,1 | 4 | 10,2 | 4 | 12 | 1 | 13 | 2 | 15 | 2 | 17 |
| 35 |  | 39 |  | 43 |  | 40 |  | 35 |  | 30 |  |
| 10. | Celtnis Nr.2  ar ε2 = ...% | 3 | 5,7 | 3 | 3,1 | 4 | 4 | 2 | 4 | 2 | 5 | 3 | 6 |
| 25 |  | 23 |  | 34 |  | 30 |  | 25 |  | 25 |  |
| **Nr.p.k.** | **Tehnoloģiskas iekārtas** | **VARIANTI** | | | | | | | | | | | |
| **25** | | **26** | | **27** | | **28** | | **29** | | **30** | |
| ***n*** | ***PN*** | ***n*** | ***PN*** | ***n*** | ***PN*** | ***n*** | ***PN*** | ***n*** | ***PN*** | ***n*** | ***PN*** |
| 1. | Metālapstrādes darbgalds | 2 | 15,7 | 3 | 11 | 2 | 11 | 3 | 15 | 2 | 16 | 3 | 17 |
| 2. | Metālapstrādes darbgalds | 5 | 7 | 4 | 8 | 4 | 9 | 4 | 12 | 5 | 11 | 1 | 15,5 |
| 3. | Metālapstrādes darbgalds | 2 | 5,5 | 2 | 4 | 3 | 4,5 | 5 | 6 | 3 | 6 | 8 | 6,5 |
| 4. | Štancēšanas spiednēs | 6 | 5 | 7 | 7 | 8 | 6,5 | 6 | 5 | 7 | 8 | 4 | 7 |
| 5. | Štancēšanas spiednēs | 6 | 13 | 4 | 18 | 4 | 18 | 7 | 14 | 7 | 20 | 5 | 20 |
| 6. | Ventilatori | 5 | 2,6 | 5 | 2,7 | 5 | 2,8 | 5 | 1,7 | 5 | 1,7 | 5 | 1,7 |
| 7. | Ventilatori | 5 | 1,1 | 5 | 1,1 | 5 | 1,1 | 5 | 0,7 | 5 | 0,7 | 5 | 0,7 |
| 8. | Sildīšanas iekārtas | 5 | 6,5 | 6 | 5,4 | 7 | 6,4 | 1 | 6,8 | 2 | 5 | 4 | 5,1 |
| 9. | Celtnis Nr.1  ar ε1 = ...% | 3 | 12 | 4 | 13 | 4 | 14 | 2 | 16 | 2 | 17 | 4 | 19 |
| 33 |  | 34 |  | 32 |  | 31 |  | 47 |  | 45 |  |
| 10. | Celtnis Nr.2  ar ε2 = ...% | 3 | 4 | 3 | 4,4 | 4 | 4,1 | 2 | 5,6 | 3 | 6 | 5 | 7 |
| 27 |  | 28 |  | 29 |  | 24 |  | 33 |  | 22 |  |

**2.2.5. Pārbaudes darbs: Dzīvojamas un sabiedriskās ēkās aprēķina slodze.** Noteikt aprēķina slodzi ievadā uz dzīvojama ***m*** stāvu māja. Dzīvojama mājā ir ***n*** dzīvokļus ar dabasgāzes plītīm (***n*1** dzīvokļus ar platību 62 m2, pārējie ***n*2** - 70 m2), ar liftu skaitu ***p*** ar jaudu ***P*** pie ***ε*** = 100%.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Dotie lielumi*** | **VARIANTI** | | | | | | | | | |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |
| ***m*** | 12 | 12 | 12 | 11 | 10 | 8 | 8 | 16 | 16 | 16 |
| ***n*** | 152 | 172 | 178 | 160 | 146 | 182 | 140 | 300 | 320 | 340 |
| ***n*1** | 80 | 90 | 96 | 90 | 72 | 90 | 75 | 162 | 172 | 170 |
| ***n*2** | 72 | 82 | 82 | 70 | 74 | 92 | 65 | 138 | 148 | 170 |
| ***P***, kW | 7 | 7 | 8 | 6 | 7 | 6 | 6 | 10 | 10 | 10 |
| ***p*** | 8 | 6 | 7 | 6 | 6 | 8 | 6 | 10 | 10 | 10 |
| ***Dotie lielumi*** | **VARIANTI** | | | | | | | | | |
| **11** | **12** | **13** | **14** | **15** | **16** | **17** | **18** | **19** | **20** |
| ***m*** | 16 | 16 | 16 | 16 | 20 | 12 | 10 | 8 | 16 | 16 |
| ***n*** | 256 | 500 | 560 | 180 | 700 | 177 | 146 | 140 | 320 | 256 |
| ***n*1** | 132 | 320 | 370 | 132 | 460 | 97 | 76 | 74 | 176 | 136 |
| ***n*2** | 124 | 180 | 190 | 48 | 240 | 80 | 70 | 66 | 144 | 120 |
| ***P***, kW | 10 | 12 | 12 | 10 | 14 | 8 | 7 | 6 | 10 | 10 |
| ***p*** | 8 | 14 | 16 | 3 | 10 | 7 | 6 | 6 | 10 | 8 |
| ***Dotie lielumi*** | **VARIANTI** | | | | | | | | | |
| **21** | **22** | **23** | **24** | **25** | **26** | **27** | **28** | **29** | **30** |
| ***m*** | 16 | 20 | 12 | 16 | 16 | 16 | 16 | 8 | 11 | 12 |
| ***n*** | 550 | 710 | 150 | 190 | 480 | 320 | 290 | 182 | 160 | 172 |
| ***n*1** | 365 | 470 | 78 | 132 | 320 | 170 | 152 | 90 | 90 | 90 |
| ***n*2** | 185 | 240 | 72 | 58 | 160 | 150 | 138 | 92 | 70 | 82 |
| ***P***, kW | 12 | 14 | 7 | 10 | 12 | 10 | 10 | 6 | 6 | 7 |
| ***p*** | 16 | 10 | 8 | 3 | 14 | 10 | 10 | 8 | 6 | 6 |

**2.2.6. Pārbaudes darbs: Dzīvojamas un sabiedriskās ēkās aprēķina slodze.** Noteikt aprēķina slodzi ievadā uz dzīvojama ***m*1**-stāvu māja no ***m***2 sekcijām. Katrā stāvā 4 dzīvokļi (2 dzīvokli ar platību 60 m2, 1 dzīvoklis ar platību 75 m2 un 1 dzīvoklis - 100 m2). Dzīvokli ar elektriskajām plītīm ar jaudu 8,5 kW. Katrā sekcijā 2 lifti ar dzinēja jaudu *Pl*1 un *Pl*2, viens ūdenssūknis ar jaudu *PS* un viena ventilatoru iekārta ar dzinēja jaudu PV.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Dotie lielumi*** | **VARIANTI** | | | | | | | | | |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |
| ***m*1** | 17 | 13 | 14 | 12 | 10 | 17 | 18 | 14 | 20 | 21 |
| ***m*2** | 4 | 4 | 3 | 6 | 8 | 3 | 2 | 4 | 2 | 2 |
| ***Pl1, kW*** | 12 | 10 | 10 | 10 | 10 | 12 | 12 | 15 | 20 | 20 |
| ***Pl2, kW*** | 8 | 5 | 5 | 5 | 5 | 8 | 9 | 9 | 10 | 11 |
| ***PS, kW*** | 8 | 7 | 7,5 | 7 | 7 | 8 | 9 | 7 | 11 | 12 |
| ***PV, kW*** | 11 | 5 | 5,5 | 5 | 5 | 9 | 10 | 9 | 10 | 14 |
| ***Dotie lielumi*** | **VARIANTI** | | | | | | | | | |
| **11** | **12** | **13** | **14** | **15** | **16** | **17** | **18** | **19** | **20** |
| ***m*1** | 22 | 23 | 24 | 16 | 20 | 18 | 13 | 14 | 12 | 10 |
| ***m*2** | 2 | 2 | 2 | 4 | 3 | 4 | 4 | 3 | 6 | 8 |
| ***Pl1, kW*** | 20 | 22 | 23 | 11 | 25 | 12 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| ***Pl2, kW*** | 11 | 12 | 13 | 7 | 14 | 8 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| ***PS, kW*** | 12 | 13 | 14 | 9 | 11 | 8 | 7 | 7 | 7 | 7 |
| ***PV, kW*** | 14 | 14 | 16 | 8 | 13 | 11 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| ***Dotie lielumi*** | **VARIANTI** | | | | | | | | | |
| **21** | **22** | **23** | **24** | **25** | **26** | **27** | **28** | **29** | **30** |
| ***m*1** | 17 | 18 | 14 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 16 | 20 |
| ***m*2** | 3 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 3 |
| ***Pl1, kW*** | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| ***Pl2, kW*** | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| ***PS, kW*** | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 |
| ***PV, kW*** | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |

**2.2.7. Pārbaudes darbs: Dzīvojamas un sabiedriskās ēkās aprēķina slodze.** Gaisvadu līnija baro privātu dzīvojamo māju ciematu. Dzīvojamo māju skaits *n*. Katra mājā uzstādīta jauda *Puz* dota uzdevuma tabulā.

Noteikt maģistrāles maksimālo slodzi, ja gaisvadu līnijas izpildījums ir sekojošs:

1) divvadu līnija ar nominālo spriegumu 220 V (1L+N); 2) trīsvadu līnija ar nominālo spriegumu 220 V (3L); 3)četrvadu līnija ar nominālo spriegumu 380/220 V (3L+N); 4) divfāzu trīsvadu līnija ar nominālo spriegumu 380/220V (2L+N).

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Dotie***  ***lielumi*** | **VARIANTI** | | | | | | | | | |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |
| *Puz*1, kW | 2,5 | 2,8 | 2,9 | 2,6 | 3,1 | 3,4 | 3,6 | 3,8 | 3,2 | 4,2 |
| *Puz*2, kW | 2,5 | 2,8 | 2,9 | 2,6 | 3,1 | 3,4 | 3,6 | 3,8 | 3,2 | 4,2 |
| *Puz3*, kW | 2,5 | 2,8 | 2,9 | 2,6 | 3,1 | 3,4 | 3,6 | 3,8 | 3,2 | 4,2 |
| *Puz4*, kW | 2,5 | 2,8 | 2,9 | 2,6 | 3,1 | 3,4 | 3,6 | 3,8 | 3,2 | 4,2 |
| *Puz5*, kW | 2,5 | 2,8 | 2,9 | 2,6 | 3,1 | 3,4 | 3,6 | 3,8 | 3,2 | 4,2 |
| *Puz6*, kW | 2,5 | 2,8 | 2,9 | 2,6 | 3,1 | 3,4 | 3,6 | 3,8 | 3,2 | 4,2 |
| *Puz*7, kW | 2,5 | 2,8 | 2,9 | 2,6 | 3,1 | 3,4 | 3,6 | 3,8 | 3,2 | 4,2 |
| *Puz*8, kW | 2,5 | 2,8 | 2,9 | 2,6 | 3,1 | 3,4 |  | 3,8 | 3,2 | 4,2 |
| *Puz*9, kW | 2,5 | 2,8 | 2,9 |  | 3,1 | 3,4 |  |  | 3,2 | 4,2 |
| *Puz*10, kW |  | 2,8 | 2,9 |  | 3,1 | 3,4 |  |  |  | 4,2 |
| *Puz*11, kW |  |  | 2,9 |  |  | 3,4 |  |  |  |  |
| ***Dotie***  ***lielumi*** | **VARIANTI** | | | | | | | | | |
| **11** | **12** | **13** | **14** | **15** | **16** | **17** | **18** | **19** | **20** |
| *Puz*1, kW | 3,5 | 4,4 | 3,3 | 4,5 | 5,2 | 2,6 | 2,8 | 2,9 | 2,6 | 5 |
| *Puz*2, kW | 3,5 | 4,4 | 3,3 | 4,5 | 5,2 | 2,5 | 2,8 | 2,5 | 3 | 2,5 |
| *Puz3*, kW | 3,5 | 4,4 | 3,3 | 4,5 | 5,2 | 2,9 | 3 | 2,9 | 4 | 2,9 |
| *Puz4*, kW | 3,5 | 4,4 | 3,3 | 4,5 | 5,2 | 3,5 | 3,3 | 4,5 | 3,5 | 3 |
| *Puz5*, kW | 3,5 | 4,4 | 3,3 | 4,5 | 5,2 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4,2 |
| *Puz6*, kW | 3,5 | 4,4 | 3,3 | 4,5 | 5,2 | 2,5 | 2,5 | 3 | 2,5 | 2,6 |
| *Puz*7, kW | 3,5 | 4,4 | 3,3 | 4,5 | 5,2 | 5 | 6 | 3,2 | 3 | 4 |
| *Puz*8, kW | 3,5 | 4,4 | 3,3 | 4,5 | 5,2 | 4,5 | 4 | 4,5 | 4,5 | 4,5 |
| *Puz*9, kW | 3,5 | 4,4 | 3,3 |  | 5,2 | 3,8 | 3 | 3,6 | 3 | 3,8 |
| *Puz*10, kW | 3,5 | 4,4 |  |  | 5,2 | 3,9 | 3,9 | 3,9 | 3 |  |
| *Puz*11, kW | 3,5 |  |  |  |  | 4,2 |  | 3,2 | 4,5 |  |
| ***Dotie***  ***lielumi*** | **VARIANTI** | | | | | | | | | |
| **21** | **22** | **23** | **24** | **25** | **26** | **27** | **28** | **29** | **30** |
| *Puz*1, kW | 2,6 | 2,6 | 2,6 | 2,6 | 2,6 | 2,6 | 2,6 | 2,6 | 2,6 | 2,6 |
| *Puz*2, kW | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 |
| *Puz3*, kW | 2,9 | 2,9 | 2,9 | 2,9 | 2,9 | 2,9 | 2,9 | 2,9 | 2,9 | 2,9 |
| *Puz4*, kW | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 |
| *Puz5*, kW | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| *Puz6*, kW | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 |
| *Puz*7, kW | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| *Puz*8, kW | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 4,5 |  |
| *Puz*9, kW | 3,8 | 3,8 |  | 3,8 | 3,8 | 3,8 | 3,8 | 3,8 | 3,8 |  |
| *Puz*10, kW | 3,9 | 3,9 |  | 3,9 |  | 3,9 | 3,9 | 3,9 |  |  |
| *Puz*11, kW |  | 4,2 |  | 4,2 |  | 4,2 |  | 4,2 |  |  |

**2.2.8. Pārbaudes darbs: Dzīvojamas un sabiedriskās ēkās aprēķina slodze.** Aprēķināt slodze uz transformatora apakšstacijas (TA) kopnēm 0,4 kV. Pilsēta mikrorajona shēma dotā 2.4. attēlā. Mikrorajonā atrodas:

1. ***m*** stāvu dzīvojama māja (dzīvokļu skaits ***n*** ar elektriskajām plītīm - jauda līdz 8,5 kW). Liftu skaits ***p*1** ar elektrodzinēju jaudu ***P*1** pie ***ε*** = 100%. Ūdenssūkņu iekārtu skaits ***p*2** ar dzinēju jaudu ***P*2** pie ***ε*** = 100%. Ventilatoru iekārtu skaits ***p*3** ar dzinēju jaudu ***P*3** pie ***ε*** = 100%

2. ***x*** stāvu dzīvojama māja (dzīvokļu skaits ***y*** ar dabasgāzes plītīm). Liftu skaits **z1** ar elektrodzinēju jaudu **P1** pie **ε** = 100%. Ūdenssūkņu iekārtu skaits ***z*2** ar dzinēju jaudu ***P*2** pie ***ε*** = 100%. Ventilatoru iekārtu skaits ***z*3** ar dzinēju jaudu ***P*3** pie ***ε*** = 100%

3. Bērnudārzs uz ***c*** vietām

4. Rūpniecības preču veikals ar kondicionēšanu - tirdzniecības zāle ar platību ***S***, mm2.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Dotie lielumi*** | **VARIANTI** | | | | | | | | | |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |
| ***1. Dzīvojama māja Nr.1*** | | | | | | | | | | |
| ***m*** | 9 | 12 | 10 | 10 | 16 | 16 | 10 | 10 | 12 | 16 |
| ***n*** | 80 | 100 | 200 | 400 | 600 | 1000 | 150 | 300 | 500 | 800 |
| ***p1*** | 2 | 2 | 5 | 10 | 10 | 16 | 3 | 6 | 12 | 14 |
| ***P1, kW*** | 7 | 7 | 8 | 10 | 12 | 14 | 7 | 8 | 10 | 16 |
| ***p2*** | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| ***P2, kW*** | 10,5 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 12 | 14 | 16 | 20 |
| ***p3*** | 2 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 2 | 2 | 3 | 4 |
| ***P3, kW*** | 3 | 5 | 8 | 10 | 18 | 32 | 8 | 10 | 10 | 12 |
| ***2.Dzīvojama māja Nr.2*** | | | | | | | | | | |
| ***x*** | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| ***y*** | 40 | 60 | 100 | 200 | 400 | 150 | 50 | 80 | 150 | 300 |
| ***3.Bērnudārzs*** | | | | | | | | | | |
| ***c*** | 120 | 140 | 160 | 180 | 200 | 220 | 240 | 260 | 280 | 300 |
| ***4. Rūpniecības preču veikals ar kondicionēšanu*** | | | | | | | | | | |
| ***S, m2*** | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 | 700 |
| ***Dotie lielumi*** | **VARIANTI** | | | | | | | | | |
| **11** | **12** | **13** | **14** | **15** | **16** | **17** | **18** | **19** | **20** |
| ***1. Dzīvojama māja Nr.1*** | | | | | | | | | | |
| ***m*** | 9 | 16 | 16 | 16 | 20 | 12 | 10 | 16 | 10 | 16 |
| ***n*** | 40 | 60 | 100 | 150 | 200 | 100 | 400 | 1000 | 300 | 800 |
| ***p1*** | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 10 | 16 | 6 | 14 |
| ***P1, kW*** | 6 | 16 | 17 | 17 | 20 | 8 | 10 | 14 | 8 | 16 |
| ***p2*** | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 5 | 8 | 3 | 3 |
| ***P2, kW*** | 12 | 20 | 32 | 34 | 35 | 12 | 11 | 11 | 14 | 20 |
| ***p3*** | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 2 | 4 |
| ***P3, kW*** | 5 | 14 | 15 | 16 | 35 | 6 | 10 | 32 | 10 | 12 |
| ***2.Dzīvojama māja Nr.2*** | | | | | | | | | | |
| ***x*** | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| ***y*** | 500 | 800 | 40 | 60 | 100 | 60 | 200 | 150 | 80 | 300 |
| ***3.Bērnudārzs*** | | | | | | | | | | |
| ***c*** | 320 | 340 | 300 | 250 | 200 | 140 | 180 | 220 | 260 | 300 |
| ***4. Rūpniecības preču veikals ar kondicionēšanu*** | | | | | | | | | | |
| ***S, m2*** | 650 | 550 | 450 | 400 | 350 | 250 | 350 | 450 | 550 | 700 |
| ***Dotie lielumi*** | **VARIANTI** | | | | | | | | | |
| **21** | **22** | **23** | **24** | **25** | **26** | **27** | **28** | **29** | **30** |
| ***1. Dzīvojama māja Nr.1*** | | | | | | | | | | |
| ***m*** | 16 | 16 | 20 | 16 | 9 | 12 | 10 | 16 | 10 | 9 |
| ***n*** | 60 | 150 | 200 | 100 | 40 | 500 | 150 | 600 | 200 | 80 |
| ***p1*** | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 12 | 3 | 10 | 5 | 2 |
| ***P1, kW*** | 16 | 17 | 20 | 17 | 6 | 10 | 7 | 12 | 8 | 7 |
| ***p2*** | 2 | 2 | 3 | 2 | 1 | 3 | 3 | 6 | 4 | 2 |
| ***P2, kW*** | 20 | 34 | 35 | 32 | 12 | 16 | 12 | 11 | 11 | 10,5 |
| ***p3*** | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 3 | 2 | 4 | 3 | 2 |
| ***P3, kW*** | 14 | 16 | 35 | 15 | 5 | 10 | 8 | 18 | 8 | 3 |
| ***2.Dzīvojama māja Nr.2*** | | | | | | | | | | |
| ***x*** | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| ***y*** | 800 | 60 | 100 | 40 | 500 | 150 | 50 | 400 | 100 | 40 |
| ***3.Bērnudārzs*** | | | | | | | | | | |
| ***c*** | 340 | 250 | 200 | 300 | 320 | 280 | 240 | 200 | 160 | 120 |
| ***4. Rūpniecības preču veikals ar kondicionēšanu*** | | | | | | | | | | |
| ***S, m2*** | 550 | 400 | 350 | 450 | 650 | 600 | 500 | 400 | 300 | 200 |

**3. NODAĻA**

**TRANSFORMATORU IZVĒLE**

Pilna transformatoru izvēle apakšstacijai jāveic pēc vairāku reāli konkurējošu variantu tehniski ekonomiska salīdzinājuma. Šeit ap­lūkoti tehniskie izvēles nosacījumi.

**3.1. TRANSFORMATORA TIPA IZVĒLE.**

Izvēloties transformatora tipu, jāvadās pēc šādiem galvenajiem kritērijiem:

1. *pēc ekspluatācijas drošības*. Eļļas transformatoru izvietošana ražošanas telpās ir ierobežota. Tāpēc zināmos apstākļos jāizvēlas transformatori ar sauso izolāciju, kaut arī tie ir daudz dārgāki par eļļas transformatoriem;
2. *pēc tinumu skaita transformatorā*. Trīsspriegumu apakšstacijās vajadzīgos spriegumus var iegūt gan ar trīstinumu transfor­matoru, gan uzstādot divus divtinumu transformatorus. Pēdējais variants parasti ir dārgāks, un to lieto retos gadījumos, kad vidējā sprieguma slodze nepārsniedz 15% no zemākā sprieguma slodzes vai otrādi.

Atsevišķi jānovērtē iespēja uzstādīt GPA transformatorus ar šķel­tajiem tinumiem zemākā sprieguma pusē, katrs no kuriem paredzēts pusei no transformatora nominālās jaudas. Šādus transformatorus izgatavo ar 25 MVA un lielāku jaudu, lai ierobežotu īsslēguma strāvas. To izpildījumu transformatorus, kuriem viena šķeltā tinuma daļa paredzēta 6 kV, bet otra — 10 kV spriegumam, mērķtiecīgi uzstādīt rūpnīcās, kurās iekšējais augst­sprieguma tīkls izveidots ar 10 kV spriegumu, bet tehnoloģiskajā procesā izmanto 6 kV sprieguma dzinējus.

Autotransformatorus patērētāju apakšstacijās neizmanto, jo 20 kV sprieguma tīkls darbojas izolētas neitrāles režīmā, kas autotransformatoriem nav pieļaujams;

3) *pēc sprieguma regulēšanas veida*. Iespējami divi varianti:

* transformatori ar vijumu skaita maiņu augstākā sprieguma pusē zem slodzes, izmantojot RZS (regulēšana zem slodzes) tipa regulē­šanas iekārtu;
* transformatori ar PBI (pārslēgšana bez ierosmes) tipa regulē­šanas iekārtu, kuriem vijumu skaitu var izmainīt tikai tad, ja trans­formators atslēgts no sprieguma;

4) *pēc tinumu slēguma shēmas*. Augstākā sprieguma tinumus parasti savieno zvaigznē, jo tad starpvijumu izolāciju var paredzēt fāzes spriegumam. Zemākā sprieguma (6…20 kV) tinumus pār­svarā savieno trīsstūrī, paredzot tos fāzes strāvai. Bez tam šajā slēgumā nesimetriska slodze mazāk ietekmē līnijas spriegumu simetriju, jo trešās un tai kārtno augstāko harmoniku strāvas noslēdzas trīs­stūrī un neizplūst ārējā tīklā. Zvaigznes slēgumu ar zemētu neitrāli izmanto gadījumos, kad attiecīgā sprieguma tīklam jādarbojas ar efektīvi vai cieši zemētu neitrāli. Lauku patērētāju barošanai ietei­cams izmantot transformatorus, kuru sekundāros tinumus iespējams savienot zigzagslēgumā, jo šim slēgumam ir vairākus desmitus reižu mazāka nullsecības pretestība kā analogam zvaigzne—zvaigzne slēgumam.

Vienā uzņēmumā *izraudzīto transformatoru tipu skaitam jābūt minimālam,* jo tad ir ērtāka transformatoru parka ekspluatācija (pa­lielinās savstarpējās apmaināmības iespēja, samazinās nepiecieša­mais rezerves transformatoru skaits, unificējas apkalpošana).

**3.2. TRANSFORMATORU SKAITA IZVĒLE**.

Te jāņem vērā tādi faktori kā

* elektrouzņēmēju drošuma kategorija;
* atbildīgo patērētāju rezer­vēšanas iespējas pa zemsprieguma tīklu;
* attiecīgās jaudas transfor­matora centralizētas rezerves (noliktavas rezerves) un nepieciešamo tehnisko līdzekļu esamība bojātā transformatora nomaiņai atļautajā laikā.

*Vienu transformatoru* uzstāda apakšstacijās, no kurām baro 3. ka­tegorijas elektrouzņēmējus. Pieļaujama arī 2. kategorijas elektrouzņēmēju barošana no šādas AS, ja iespējams vienas diennakts laikā bojāto transformatoru aizstāt ar centralizētās rezerves transforma­toru.

Pirmās kategorijas elektrouzņēmējus vientransformatora apakšstacijām drīkst pieslēgt tikai tad, ja ir automātiski pieslēdzama rezerves barošana no cita neatkarīga enerģijas avota pa zemsprieguma tīklu.

*Divus transformatorus* uzstāda visos pārējos gadījumos, ja nav īpašu prasību transformatoru skaita palielināšanai, jo diviem lielā­kas jaudas transformatoriem vienmēr ir labāki ekonomiskie rādītāji nekā trim vai četriem transformatoriem ar tādu pašu summāro jaudu. Atsevišķos gadījumos var izrādīties ekonomiski izdevīgi divtransformatoru AS ierīkot arī tad, ja no elektroapgādes drošuma apsvēru­miem pietiek ar vienu transformatoru, piemēram, ja ievērojamu slo­dzes daļu sastāda sezonas patērētāji.

*Vairāk kā divus transformatorus* uzstāda apakšstacijās šādos gadījumos:

* ja teritoriāli nelielā iecirknī koncentrēti tik lielas jaudas elektrouzņēmēji, ka to barošanai nepietiek ar diviem transformatoriem un nav mērķtiecīgi ierīkot divas atsevišķas AS;
* ja atsevišķām slodžu grupām, piemēram, apgaismei, ir paaugsti­nātas prasības pret elektroenerģijas kvalitāti un tās jābaro no at­sevišķa transformatora;
* ja trešais transformators pieslēgts neatkarīgam strāvas avotam un paredzēts 1. kategorijas īpašās grupas elektrouzņēmēju barošanai avārijas režīmos.

**3.3. TRANSFORMATORA NOMINĀLĀS JAUDAS IZVĒLE.**

Transformatora nominālās jaudas izvēle, ievērojot pieļaujamās pārslodzes. Transformatora nominālā jauda *SN* ir tāda šķie­tamā jauda (slodze), ar kuru var transformatoru slogot nepārtraukti visu tā darbmūžu nominālajā režīmā. Plānotais darbmūžs, vadoties no vijumu izolācijas normālās novecošanas apsvērumiem, noteikts 20 gadi. *Nominālais darba režīms* ir tāds, kad transformators ne­pārtraukti tiek slogots ar nemainīgu slodzi *S = SN* = const, barošanas spriegums atbilst nominālajam: *U = UN* un apkārtējās (dzesējošās) vides temperatūra *θ* = *θN* = 20°C = const.

Reālie ekspluatācijas apstākļi atšķiras no nominālajiem, taču plānotais darbmūžs (20 gadi) jānodrošina. Darbmūžs ir atkarīgs no tinumu izolācijas stāvokļa, kas savukārt visvairāk atkarīgs no temperatūras, kādā izolācijai jādarbojas. Sakarību starp transfor­matora darbmūžu un tinumu temperatūru izsaka ar t. s. *sešu grādu likumu*:mainoties tinumu temperatūrai par 6°C uz augšu vai uz leju no nominālās (98°C), transformatora darbmūžs attiecīgi sa­mazinās vai palielinās divas reizes.

Standarts paredz transformatoru darbību viena no diviem režīmiem — pieļaujamo sistemātisko slodžu režīmā un avārijas pārslodžu režīmā. Sagai­dāmais darba režīms jāņem vērā, izvēloties transformatora jaudu apakšstacijā, un tāpēc turpmāk aplūkots abu režīmu raksturs un pie­ļaujamības noteikšanas metodes.

**Pieļaujamā sistemātiskā slodze** (pārslodze) ir tāda slodze, kas katrā darbības ciklā, piemēram, diennaktī, zināmu laiku var pār­sniegt transformatora nominālo jaudu uz nepilnīgas transformatora noslodzes rēķina pārējā darbības cikla laikā. Šādi slodzes cikli var turpināties ilgstoši, nesamazinot transformatora darbmūžu. Cikla slodzes, resp., sistemātiskās pārslodzes pieļaujamību pārbaudāma­jam transformatoram atkarībā no nepieciešamās precizitātes un rī­cībā esošās skaitļošanas tehnikas nosaka ar kādu no šādām me­todēm:

1) *ar precīzo metodi,* kura atsevišķo transformatora daļu (eļļas, tinumu) temperatūru ar pakāpjveida grafiku dotai slodzei paredz noteikt analītiski, izmantojot sakarības starp jaudas zudumiem transformatorā un dzesējošās eļļas temperatūru tvertnē. Zinot eļļas temperatūru, ar īpaša koeficienta starpniecību atrod tinuma tem­peratūru. Sistemātiskā pārslodze pieļaujama, ja

* eļļas un tinuma faktiskas temperatūras slodzes maksimuma laika nepārsniedz pieļaujamās vērtības, resp., *θe* ≤ 95°C un *θtin.* ≤ l40°C;
* vijumu izolācijas vidējā relatīvā novecošana *Fv* darbības cikla laikā (diennaktī) nepārsniedz nominālo, t. i., *Fv* ≤ 1;
* faktiskais slodzes maksimums nepārsniedz transformatora nomi­nālo jaudu vairāk kā 1,5 reizes.

Daudzpakāpju slodzes grafikam minēto parametru precīzs aprē­ķins ir visai sarežģīts un darbietilpīgs. Tādēļ precīzo metodi ietei­cams izmantot tad, kad rīcībā ir dators ar attiecīgu programmu;

2) ar pieļaujamās sistemātiskās slodzes tabulām (sistemātiskās pārslodzes tabulām). Šī ir inženierrēķinos biežāk lietotā metode, un tāpēc to aplūkosim detalizētāks. Tabulas sastādītas aplēses trans­formatoram (ar silšanas ziņā neizdevīgākajiem parametriem), kas slogots ar divpakāpju grafiku. Standartā dotas septiņas šādas tabulas diskrētām dzesējošās vides temperatū­rām (-20°C, -10°C, 0°C, 10°C, 20°C, 30°C, 40°C).

a) veic iepriekšēju transformatora nominālās jaudas *SN* izvēli, izmantojot šim nolūkam transformatoru nominālo jaudu skalu un aprēķina (aplēses) slodzi *Sa* uz transformatora zemākā sprieguma izvadiem:

*SN* ≈ (0,75…0,85) *Sa*. (3.1)

Pēc transformatoru nominālo jaudu skalas izvēlas tuvāko transfor­matora jaudu, kas apmierina izteiksmi (7.5). Izraudzītais transfor­matora tips un nominālā jauda dod arī svarīgu papildinformāciju turpmākai transformatora slodzes spējas pārbaudei:

* transformatora tinumu dzesēšanas sistēmu (veidu);
* ziņas par transformatora silšanas laika konstanti τ. Ja τ vērtība nav norādīta transformatora pasē, tad to tuvināti var pieņemt vienādu ar 3 h;

b) doto faktisko slodzes grafiku pārveido izdalītā siltuma ziņā ekvivalentā divpakāpju grafikā. Pārveidošana nepieciešama tādēļ, lai pieļaujamās sistemātiskās pārslodzes noteikšanā varētu izmantot standartizētās tabulas, kuras derīgas tikai divpakāpju grafikiem. Pāreja no dotā daudzpakāpju grafika uz ekvivalento divpakāpju grafiku notiek šādā secībā (3.1. att.):

* novelk izraudzītā (pārbaudāmā) transformatora nominālās jau­das *SN* līniju, virs kuras faktiskajā slodzes grafikā paliek viens vai vairāki maksimumi;
* lielākā maksimuma laiks dod pārslodzes pakāpes (ekvivalentā maksimuma) ilgumu *tp*. Ja maksimumi ir apmēram vienādi, par no­teicošo jāizvēlas tas maksimums, kuram ir lielāka summa 2*Si*2*ti*;
* nosaka pārslodzes koeficienta *K*2 aplēses vērtību, izmantojot iz­teiksmi

 (3.2)

Ja iegūst *K*2*<* 0,9*Kmax* (sk. 3.1. att.), tad izdara korekciju un pie­ņem pārslodzes koeficientu *K'*2 *=* 0,9*Kmax,* attiecīgi koriģējot divpa­kāpju ekvivalentā maksimuma ilgumu:

 (3.3)

1. **Transformatora nominālās jaudas izvēle** *salīdzina* pēc izteiksmes (3.2) *aprēķināto* un *koriģēto K'*2 *aprēķina* (*ap­lēses*) *vērtību ar tabulā atrasto pieļaujamo koeficienta vērtību un iz­dara slēdzienu.* Ja

*K*2*piel,s* ≥ *K'*2, (3.4)

tad izraudzītais transformators spēj ilgstoši darboties ar doto slo­dzes grafiku.

Ja *K'*2 un *K*2*piel.s* vērtības atrodas diapazonā 1,5…2,0, tad šādu transformatoru drīkst uzstādīt tikai ar izgatavotājrūpnīcas atļauju, jo tai ir precīza informācija par konkrētā tipa transformatoru pārslodzes spējas rezervēm.

Nesimetriski slogotiem transformatoriem jāpārbauda visvairāk noslogotā fāze, bet trīstinumu transformatoriem — visvairāk no­slogotais tinums.

Aplūkotās *metodes priekšrocība* salīdzinājumā ar precīzo metodi ir tā, ka ar šo metodi var ērti un bez sarežģītiem aprēķiniem no­teikt tādas sistemātiskās slodzes, kas izmanto transformatora slo­dzes spēju un nesamazina tā darbmūžu. Taču metodei ir arī divi būtiski *trūkumi*:

* to var izmantot tikai tad (tāpat kā precīzo metodi), ja zināms faktiskais slodzes grafiks, kāds tas ir ekspluatācijā. Projektējot jau­nus uzņēmumus, metodi izmantot grūtāk, jo slodzes grafiks zināms visai aptuveni (labākajā gadījumā pēc rokasgrāmatās dotajiem tip­veida grafikiem);

|  |
| --- |
| 3.1. att. Daudzpakāpju slodzes grafika pārveidošana ekvivalenta div­pakāpju grafikā. |

* metode neievēro temperatūras svārstības diennakts robežās, resp., nav ņemta vērā pieļaujamo pārslodžu atkarība no tā, kurā dien­nakts laikā transformators tiek pārslogots.

Avārijas pārslodze ir transformatora nominālās jaudas pārsnieg­šana īpašos gadījumos, kas saistīti ar avārijām un tām sekojošiem remontiem elektroapgādes sistēmā. Par kritērijiem avārijas pārslo­dzes pieļaujamības novērtēšanā izmanto pieļaujamo eļļas (*θe* ≤ 1150C) un pieļaujamo tinuma (*θtin* ≤ 160°C) temperatūru, virs kuras sākas ātra izolācijas sabrukšana, kā ari attiecību *Sapl* /*SN*, ku­rai jābūt mazākai par 2. Tā ka avārijas pārslodze rodas samērā reti un tiek novērsta dažu diennakšu laikā, tad atšķirībā no siste­mātiskajām pārslodzēm tai netiek limitēta izolācijas relatīvā nove­cošana.

Avārijas pārslodze ir raksturīga divtransformatoru apakšstaci­jām, kad sabojājas viena barošanas līnija vai viens transformators. Transformatora jaudas iepriekšējo izvēli šādām apakšstacijām, ja avārijas režīma laikā paredzēts no viena transformatora barot visu apakšstacijas slodzi, veic pēc sakarības

*SN*  ≈(0,65…0,7) *Sapl*. (3.5)

Avārijas pārslo­dzes pieļaujamību nosaka ar kādu no šādām metodēm:

1. *ar precīzo metodi*, kura (tāpat kā precīzā metode sistemātis­kās slodzes pieļaujamības pārbaudē) paredz analītisku transforma­tora eļļas un tinumu temperatūras aprēķinu daudzpakāpju vai ekvivalentam divpakāpju slodzes grafikam. Lielākās aprēķināto temperatūru vērtības tiek salīdzinātas ar attiecīgo temperatūru pie­ ļaujamām vērtībām, un tiek izdarīts slēdziens par dotās avārijas pārslodzes pieļaujamību;

2) *ar tuvināto (tabulu) metodi.* Dotais reālais daudzpakāpju slodzes grafiks jāpārveido ekvivalentā divpakāpju grafikā, tāpat kā tas tika veikts, pārbaudot transformatora sistemātisko pārslodžu pie­ļaujamību (3.1. att.). Izmantojot sākumslodzes koeficientu *K*1, dzesējošās vides ekvivalento temperatūru *θekv* un koriģēto (nepieciešamības gadījumā) ekvivalentā maksimuma ilgumu *t'p*,attiecīgā avārijas pārslodzes tabulā atrod pieļaujamo avārijas pārslodzes koeficientu *K*2*piel,a*. Lai avārijas pārslodze būtu pieļaujama, jāizpildās nosacījumam

*K'*2 ≤ *K*2*pieļ,a*. (3.6)

Standartā dotas septiņas šādas avārijas pārslodzes tabulas diskrētām dzesējošās vides temperatūru vērtī­bām — 20 °C…40 °C robežās.

**3.4. TRANSFORMATORU (AUTOTRANSFORMATORU) IZVĒLE RAJONA**

**APAKŠSTACIJAI.**

Aprēķina metodika.

1. Sastāda tīkla apakšstacijas principiālo shēmu un atzīme sprieguma un jaudas vērtības.

2. Ja pie sadale pieslēgti divi transformatori (autotransformatori), tad transformatoru nominālo jaudu izvēlas no izteiksmes

*ST ≥* 0,7*Sa*, (3.7)

kur *Sa* – maksimāla (aplēses) jauda, MVA.

3. Izvēlētie autotransformatori (AT) jāpārbauda uz pārslodzi, t.i., zemsprieguma tinumu nedrīkst pārslogot

*Stip* ≥ *SZS = Spat*, (3.8)

*Stip = Klab·Sat·nat*, (3.9)

kur *Stip* – tipveida AT jauda, MVA;

*Klab* - AT labuma koeficients;

*Sat* - izvēlēta AT nomināla jauda, MVA;

*nat* - AT skaits;

*Spat* - zemsprieguma sadales slodze, MVA.

 (3.10)

kur *KT(AS–VS)* – autotransformatora transformācijas koeficients

 (3.11)

kur *UAS*, *UVS* – transformatoru apakšstacijas augstsprieguma un vidēja sprieguma vērtības, kV.

4. Aprēķina jaudas bilance tīkla apakšstacijai

*Svst = SL – S*1 – *S*2, (3.12)

kur *Svst* - jauda, kas atdota vidēja sprieguma tīklam, MVA;

*SL* – jauda no elektrostacijas pa augstsprieguma līnijai, MVA;

*S*1, *S*2 – patērētāju jaudas, MVA.

Ja rezultāts ir ap „+” zīme, tad jauda atdota vidēja sprieguma tīklam, bet ja ar „-” zīme, tad jauda saņemta no vidēja sprieguma tīkla.

5. Aprēķina noslodzes koeficientu

 (3.13)

**3.1. Piemērs**. Dotie lielumi: *SL* = 137 MVA; *UL* = 220 kV; *Uvst* = 110 kV; *P*1 = 30 MW; *U*1 = =35 kV; cos*φ*1 = 0,9; *P*2 = 50 MW; *U*2 = 10 kV; cos*φ*2 = 0,85.

Uzzīmēt tīkla apakšstacijas principiālo shēmu (3.2. att.) ar dotiem un aprēķinātiem lielumiem. Aprēķināt un izvēlēt transformatorus. Pārbaudīt autotransformatorus uz pārslodzi.

Atrisinājums.

1. Patērētāju pilnas jaudas





2. Transformatoru un autotransformatoru aprēķina jaudas pēc maksimālam vērtībām

*Sat ≥ Sat.max* = 0,7*SL* = 0,7·137 = 95,9 MVA;

*ST ≥ ST.max* = 0,7*S*2 = 0,7·58,8 = 41,2 MVA.

4. Noslodzes koeficienti

 

|  |  |
| --- | --- |
|  | 3.2. att. Rajona apakšstacijas principiāla shēma |

3. Pēc P.4.3 un P.4.4 tabulām izvēlam transformatorus un autotransformatorus

|  |  |
| --- | --- |
| 2 x АТДЦТН 125000-220/110/35 | 2 х ТРДН 63000-110/10 |
| *Sat =*125 MVA | *ST =* 63 MVA |
| *UAS* = 230 kV | *UAS* = 115 kV |
| *UVS* = 110 kV | *UZS* = 10,5-10,5 kV |
| *UZS* = 38,5 kV | Δ*P*0 = 50 kW |
| Δ*P*0 = 65 kW | Δ*Pk* = 245 kW |
| Δ*Pk(AS-VS)* = 290 kW, *Uk(AS-VS)* = 11 % | *Uk* = 10,5 % |
| Δ*Pk(AS-ZS)* = 235 kW, *Uk(AS-ZS)* = 31 % | *I*0 = 0,5 % |
| Δ*Pk(VS-ZS)* = 230 kW, *Uk(VS-ZS)* = 19 % |  |
| *I*0 = 0,5 % |  |

5. Izvēlētie autotransformatori (AT) jāpārbauda uz pārslodzi

S*tip* = 2·62,5 MVA > S1 = 33,3 MVA;

*Stip = KlabSat* = 0,5·125 = 62.5 MVA;





Noteikums ir izpildīts pat ja strādā viens AT.

6. Apakšstacijas jaudas bilance

*Svst = SL – S*1 – *S*2 = 137 – 33,3 – 58,8 = 44,9 MVA.

*Svst* pozitīva vērtība nozīme, ka apakšstacija nodrošina patērētājus ar elektroenerģiju un pie tam 44,9 MVA atdeva vidēja sprieguma elektrotīklam.

**3.5. CEHA TRANSFORMATORU IZVĒLE.**

**Slodzes blīvuma metode**. Transformatoru skaitu un transformatoru jaudu, ja slodze nav koncentrēta, orientējoši var izvēlēt pēc *slodzes blīvuma*

*σ* = *Sa / F*, (3.14)

kur *Sa* – ceha (objekta) pilnā aplēses jauda;

*F* – ceha (objekta) ražošanas laukums.

Iebūvētās KTA gadījumā rekomendē cehā uzstādīt transformatorus ar nominālo jaudu:

1000 un 1600 kVA – ja σ < 0,2 kVA/m2;

1600 kVA – ja σ = 0,2 – 0,5 kVA/m2;

2500 un 1600 kVA – ja σ > 0,5 kVA/m2.

Ja KTA uzstāda atsevišķas telpas, tad pieņem sekojošas *SN* vērtības:

1000 un 1600 kVA – ja σ < 0,15 kVA/m2;

1600 kVA – ja σ = 0,15 – 0,35 kVA/m2;

2500 un 1600 kVA – ja σ > 0,35 kVA/m2.

*Ja slodze ir koncentrēta, tad transformatorus pēc slodzes blīvuma izvēlēt nedrīkst.*

Viena transformatora noslodze viena transformatora apakšstacijā apmēram vienāda ar nominālo jaudu. Transformatoru noslodzes koeficients divu transformatoru apakšstacijai nominālā režīmā ir *Kn* = 0,75…0,85.

Transformatora jaudas iepriekšējo izvēli divtransformatoru un trīstransformatoru apakšstacijām atkarīga no noslodzes koeficienta pēcavārijas režīmā *Kn av*. Eļļas transformatoriem, ja pēcavārijas režīma ilgums ne mazāk par 6 h, *Kn av* vērtība ne mazāka par *Kn av* ≤ 1,4. Sausiem transformatoriem robežvērtība *Kn av* = 1,2. Projektēšanas stadijā transformatora noslodze var izvēlēt izejot no koeficienta *Kn av* vērtībām 3.1. tabulā.

Pēc *Kn av* vērtībām notiek automātslēdžu vai drošinātāju izvēle zemsprieguma transformatoru ķēdē, ka arī salikto kopnes šķērsgriezuma izvēle.

Ja ir zināms transformatoru skaits *NT*, tad transformatoru nominālo jaudu *SN* var aprēķināt pēc izteiksmes

 (3.15)

Ja ir zināma transformatoru jauda, tad transformatoru skaitu aprēķina pēc formulas

 (3.16)

3.1. tabula

**Sakarība *Kn* no *Kn.av***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ***Kn av*** | ***Kn*** | |
| **Divtransformatoru apakšstacija** | **Trīstransformatoru apakšstacija** |
| 1 | 0,5 | 0,666 |
| 1,1 | 0,55 | 0,735 |
| 1,2 | 0,6 | 0,8 |
| 1,3 | 0,65 | 0,86 |
| 1,4 | 0,7 | 0,93 |

**3.2. Piemērs.** Noteikt transformatoru jaudu un skaitu štancēšanas ceham ar aplēses jaudu *Sa* = 3800 kVA un ražošanas laukumu *F* = 14400 m2. Transformatorus uzstāda atklāti, patērētāju elektroapgāde pilnīgi rezervēta.

Atrisinājums. Pēc izteiksmi (3.14), aprēķinam slodzes blīvumu:



Ja *σ* = 0,26 kVA/m2 transformatoru jauda var pieņemt vienādu ar *SN* = 1600 kVA.

No ugunsdrošības viedokļa izvēlam KTA ar sausiem transformatoriem ТСЗЛ tipa. Divtransformatoru apakšstacijām ar sauso transformatoru *Kn.av* = 1,2. Pēc 3.1. tabulas *Kn* = 0,6. Transformatoru skaitu var aprēķināt pēc formulas (3.16):



Tātad ceha elektroapgādei vajadzīgi divi divtransformatoru KTA, katra transformatora jauda ir 1600 kVA.

**Maksimuma koeficienta metode**. Ceha transformatoru jaudu un skaitu izvēle bāzējas uz maksimuma koeficienta metode (sakārtotas diagrammas metode), kas saistīts ar elektropatērētāju grupas maksimālo (aplēses) jaudas aprēķinu

*Pa = KM·Pv*; *Qa = K’M·Qv*;  (3.17)

kur *Pa* – maksimāla (aplēses) aktīva slodze, kW;

*Qa* – maksimāla (aplēses) reaktīva slodze, kVAr;

*Sa* – maksimāla (aplēses) pilnā jauda, kVA;

*KM* – aktīvas slodzes maksimuma koeficients;

*K’M* – reaktīvas slodzes maksimuma koeficients;

*Pv* – vidēja aktīva jauda ceha maiņai ar vislielāko slodzi, kW;

*Qv* – vidēja reaktīva jauda ceha maiņai ar vislielāko slodzi, kVAr.

*Pv = KI·PN*; *Qv = Pv*·tg*φ*, (3.18)

kur *KI* – izmantošanas koeficients, kas paņemts no ekspluatācijas pieredzi pēc 2.1. tabulas.

*PN* – patērētāju grupas nomināla aktīva slodze, kas reducēta uz ilgstošo darba režīmu, kW;

tg*φ* – reaktīvas jaudas koeficients;

*KM = f*(*KI, ne*) sakarību dod tabulas veidā (sk. 3.3. tabulu), bet ja tabulas nav *KM* vērtību var aprēķināt pēc formulas

 (3.19)

kur *ne* – elektropatērētāju efektīvais skaits;

*KI.vid* – vidējais izmantošanas koeficients patērētāju grupai,

 (3.20)

kur *Pv* Σ, *PN* Σ – aktīvas vidējas jaudas summa darba maiņa laikā un nominālas jaudas summa patērētāju grupai, kW;

*ne = f*(*n, m, KI.vid, PN*) var noteikt pēc vienkāršota varianta (3.2. tabula),

kur *n* – patērētāju faktiskais skaits grupā;

*m* – slodzes savilkšanas rādītājs grupā

 (3.21)

kur *PN max*, *PN min* – maksimāla un nomināla aktīva jauda, kas reducēta uz ilgstošo režīmu, patērētāju grupai.

Atbilstoši projektēšanas noteikumiem pieņemts *K’M* =1,1, ja *ne* ≤ 10, un *K’M* = 1, ja *ne* > 10.

**Trīsfāžu patērētāju jaudas reducēšana uz ilgstošo režīmu**.

*Pu = PN* – patērētājiem ar ilgstošo darba režīmu;

- patērētājiem ar atkārtoti īslaicīgo režīmu;

- metināšanas transformatoriem;

3.2. tabula

**Vienkāršotie varianti *ne* aprēķināšanai**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ***n*** | ***KI.vid*** | ***m*** | ***РN*** | ***ne*** |
| < 5 | ≥ 0,2 | ≥ 3 | Mainīga |  |
| ≥ 5 | ≥ 0,2 | ≥ 3 | Nemainīga | *ne = n* |
| ≥ 5 | ≥ 0,2 | < 3 | Mainīga | *ne = n* |
| ≥ 5 | < 0,2 | < 3 | *ne* neaprēķina, bet *Рa = KnPNΣ*, kur *Кn* — noslodzes koeficients  *Kn* = 0,75 (atkārtoti īslaicīgs režīms S3)  *Кn* = 0,9 (ilgstošais režīms S1) *Кn*= 1 (automātiskais režīms) |
| ≥ 5 | ≥ 0,2 | ≥ 3 |  |
| ≥ 5 | < 0,2 | ≥ 3 | Izmanto relatīvas vienības  *ne* = *ne\*·n*;  *ne\** = *f*(*n\**,*P\**);  *n\* = n*1/*n*; *P\** = *Pn*1/*PN.n* |
| > 300 | ≥ 0,2 | ≥ 3 | — | *ne = n* |

Piezīme. 3.2. tabulā: *Kn* – noslodzes koeficients; *ne\** - efektīvo patērētāju relatīvais skaits no 3.3. tabulas; *n*1 – patērētāju skaits ar jaudu lielāku vai vienādu ar 0,5*PN.max*; *n*\* - patērētāju ar vislielāko jaudu relatīvais skaits; *P\** - patērētāju ar vislielāko jaudu relatīva jauda.

3.3. tabula

**Maksimuma koeficients *КM* = *f(ne, КI*)**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***ne*** | **Izmantošanas koeficients, *КI*** | | | | | | | | | |
| **0,1** | **0,15** | **0,2** | **0,3** | **0,4** | **0,5** | **0,6** | **0,7** | **0,8** | **0,9** |
| **4** | 3,43 | 3,22 | 2,64 | 2,14 | 1,87 | 1,65 | 1,46 | 1,29 | 1,14 | 1,05 |
| **5** | 3,23 | 2,87 | 2,42 | 2 | 1,76 | 1,57 | 1,41 | 1,26 | 1,12 | 1,04 |
| **6** | 3,04 | 2,64 | 2,24 | 1,88 | 1,66 | 1,51 | 1,37 | 1,23 | 1,1 | 1,04 |
| **7** | 2,88 | 2,48 | 2,1 | 1,8 | 1,58 | 1,45 | 1,33 | 1,21 | 1,09 | 1,04 |
| **8** | 2,72 | 2,31 | 1,99 | 1,72 | 1,52 | 1,4 | 1,3 | 1,2 | 1,08 | 1,04 |
| **9** | 2,56 | 2,2 | 1,9 | 1,65 | 1,47 | 1,37 | 1,28 | 1,18 | 1,08 | 1,03 |
| **10** | 2,42 | 2,1 | 1,84 | 1,6 | 1,43 | 1,34 | 1,26 | 1,16 | 1,07 | 1,03 |
| **12** | 2,24 | 1,96 | 1,75 | 1,52 | 1,36 | 1,28 | 1,23 | 1,15 | 1,07 | 1,03 |
| **14** | 2,1 | 1,85 | 1,67 | 1,45 | 1,32 | 1,25 | 1,2 | 1,13 | 1,07 | 1,03 |
| **16** | 1,99 | 1,77 | 1,61 | 1,41 | 1,28 | 1,23 | 1,18 | 1,12 | 1,07 | 1,03 |
| **18** | 1,91 | 1,7 | 1,55 | 1,37 | 1,26 | 1,21 | 1,16 | 1,11 | 1,06 | 1,03 |
| **20** | 1,84 | 1,65 | 1,5 | 1,34 | 1,24 | 1,2 | 1,15 | 1,11 | 1,06 | 1,03 |
| **25** | 1,71 | 1,55 | 1,4 | 1,28 | 1,21 | 1,17 | 1,14 | 1,1 | 1,06 | 1,03 |
| **30** | 1,62 | 1,46 | 1,34 | 1,24 | 1,19 | 1,16 | 1,13 | 1,1 | 1,05 | 1,03 |
| **35** | 1,25 | 1,41 | 1,3 | 1,21 | 1,17 | 1,15 | 1,12 | 1,09 | 1,05 | 1,02 |
| **40** | 1,5 | 1,37 | 1,27 | 1,19 | 1,15 | 1,13 | 1,12 | 1,09 | 1,05 | 1,02 |
| **45** | 1,45 | 1,33 | 1,25 | 1,17 | 1,14 | 1,12 | 1,11 | 1,08 | 1,04 | 1,02 |
| **50** | 1,4 | 1,3 | 1,23 | 1,16 | 1,14 | 1,11 | 1,1 | 1,08 | 1,04 | 1,02 |
| **60** | 1,32 | 1,25 | 1,19 | 1,14 | 1,12 | 1,1 | 1,09 | 1,07 | 1,03 | 1,02 |
| **70** | 1,27 | 1,22 | 1,17 | 1,12 | 1,1 | 1,1 | 1,09 | 1,06 | 1,03 | 1,02 |
| **80** | 1,25 | 1,2 | 1,15 | 1,11 | 1,1 | 1,1 | 1,08 | 1,06 | 1,03 | 1,02 |
| **90** | 1,23 | 1,18 | 1,13 | 1,1 | 1,09 | 1,09 | 1,08 | 1,06 | 1,02 | 1,02 |
| **100** | 1,21 | 1,17 | 1,12 | 1,1 | 1,08 | 1,08 | 1,07 | 1,05 | 1,02 | 1,02 |

3.4. tabula

***ne\** = *f(n\*, Р\**)**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***n*\*** | ***P*\*** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **1** | **0,95** | **0,9** | **0,85** | **0,8** | **0,75** | **0,7** | **0,65** | **0,6** | **0,55** | **0,5** | **0,45** | **0,4** | **0,35** | | **0,3** | **0,25** | **0,2** | **0,15** | **0,1** |
| 0.005 | 0.005 | 0.005 | 0.006 | 0,007 | 0.007 | 0,009 | 0,01 | 0.011 | 0.013 | 0,016 | 0.019 | 0.024 | 0.03 | 0.03 | | 0,051 | 0.073 | 0,11 | 0,18 | 0,34 |
| 0.01 | 0.009 | 0.011 | 0.012 | 0,013 | 0,015 | 0,017 | 0,019 | 0,023 | 0.026 | 0,031 | 0.037 | 0,047 | 0.059 | 0,059 | | 0,1 | 0.14 | 0,2 | 0,32 | 0,52 |
| 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0.03 | 0,03 | 0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,05 | 0,06 | 0.07 | 0,09 | 0.011 | 0.011 | | 0,019 | 0,026 | 0,36 | 0,51 | 0,71 |
| 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,05 | 0,06 | 0,07 | 0,08 | 0,09 | 0,11 | 0,13 | 0,16 | 0,16 | | 0,27 | 0,36 | 0,48 | 0,64 | 0,81 |
| 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,05 | 0,05 | 0,06 | 0,07 | 0,08 | 0,09 | 0,1 | 0,12 | 0,15 | 0,18 | 0,22 | 0,22 | | 0,34 | 0,44 | 0,57 | 0,72 | 0,86 |
| 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,06 | 0,07 | 0,07 | 0,08 | 0,1 | 0,11 | 0,13 | 0,15 | 0,18 | 0,22 | 0,26 | 0,21 | | 0,41 | 0,51 | 0,64 | 0,79 | 0,9 |
| 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,07 | 0,08 | 0,09 | 0,10 | 0,12 | 0,13 | 0,15 | 0,18 | 0,21 | 0,26 | 0,31 | 0,27 | | 0,47 | 0,58 | 0,7 | 0,83 | 0,92 |
| 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,09 | 0,11 | 0,12 | 0,13 | 0,15 | 0,17 | 0,2 | 0,24 | 0,28 | 0,33 | 0,4 | 0,33 | | 0,57 | 0,68 | 0,79 | 0,89 | 0,94 |
| 0,10 | 0,09 | 0,1 | 0,12 | 0,13 | 0,15 | 0,17 | 0,19 | 0,22 | 0,25 | 0,29 | 0,34 | 0,4 | 0,47 | 0,38 | | 0,66 | 0,70 | 0,85 | 0,92 | 0,95 |
| 0,15 | 0,14 | 0,16 | 0,17 | 0,2 | 0,23 | 0,25 | 0,28 | 0,32 | 0,37 | 0,42 | 0,48 | 0,56 | 0,67 | 0,48 | | 0,8 | 0,88 | 0,93 | 0,95 |  |
| 0,20 | 0,19 | 0,21 | 0,23 | 0,26 | 0,29 | 0,33 | 0,37 | 0,42 | 0,47 | 0,54 | 0,64 | 0,69 | 0,76 | 0,56 | | 0.89 | 0,93 | 0,95 |  |  |
| 0,25 | 0,24 | 0,26 | 0,29 | 0,32 | 0,36 | 0,41 | 0,45 | 0,51 | 0,57 | 0,64 | 0,71 | 0,78 | 0,85 | | 0,72 | 0,83 | 0,95 |  |  |  |
| 0,30 | 0,29 | 0,32 | 0,35 | 0,39 | 0,43 | 0,48 | 0,53 | 0,6 | 0,66 | 0,73 | 0,8 | 0,86 | 0,9 | | 0,84 | 0,95 |  |  |  |  |
| 035 | 0,33 | 0,37 | 0,41 | 0,45 | 0,5 | 0,56 | 0,62 | 0,68 | 0,74 | 0,81 | 0,86 | 0,91 | 0,94 | | 0,95 |  |  |  |  |  |
| 0.4 | 0,38 | 0,42 | 0,47 | 0,52 | 0,57 | 0,63 | 0,69 | 0,75 | 0,81 | 0,86 | 0,91 | 0,93 | 0,95 | |  |  |  |  |  |  |
| 0,45 | 0,43 | 0,47 | 0,52 | 0,58 | 0,64 | 0,7 | 0,76 | 0,81 | 0,87 | 0,91 | 0,93 | 0,95 |  | |  |  |  |  |  |  |
| 0,5 | 0,48 | 0,53 | 0,58 | 0,64 | 0,7 | 0,76 | 0,82 | 0,89 | 0,91 | 0,94 | 0,95 |  |  | |  |  |  |  |  |  |
| 0,55 | 0,52 | 0,57 | 0,63 | 0,69 | 0,75 | 0,82 | 0,87 | 0,91 | 0,94 | 0,95 |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |
| 0,6 | 0,57 | 0,63 | 0,69 | 0,75 | 0,81 | 0,87 | 0,91 | 0,94 | 0,95 |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |
| 0,65 | 0,62 | 0,68 | 0,74 | 0,81 | 0,86 | 0,91 | 0,94 | 0,95 |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |
| 0,7 | 0,66 | 0,73 | 0,8 | 0,86 | 0,9 | 0,94 | 0,95 |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |
| 0,75 | 0,71 | 0,78 | 0,85 | 0,9 | 0,93 | 0,95 |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |
| 0,8 | 0,76 | 0,83 | 0,89 | 0,94 | 0,95 |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |
| 0,85 | 0,8 | 0,88 | 0,94 | 0,95 |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |
| 0,9 | 0,85 | 0,92 | 0,95 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |
| 1,0 | 0,95 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |

3.5. tabula

**Ceha elektropatērētāju tehniskie dati**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nr.  p.k.** | **Elektropatērētāja nosaukums** | **PN, kW** | **n** | **KI** | | **соsφ** | **tgφ** |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | | **6** | **7** |
| 1. | **Trīsfāžu IDR (ilgstošā darba režīma)**  Kompresoru iekārta | 28 | 5 | 0,65 | | 0,8 | 0,75 |
| 2. | Ventilatoru iekārta | 15 | 4 | 0,7 | |
| 3. | Sūkņu iekārta | 55 | 8 |
| 4. | Frēzmašīna | 11,5 | 14 | 0,14 | | 0,5 | 1,73 |
| 5. | Virpa | 14 | 12 |
| 6. | Ēvelmašīna | 11 | 10 |
| 7. | Karuseļvirpa | 40 | 2 |
| 8. | Rupjslīpmašīna | 2,8 | 5 |  | |  |  |
| 9. | Vītņu griešanas darbgalds | 15 | 6 |
| 10. | Izvirpošanas darbgalds | 42 | 2 |  | |  |  |
| 11. | Slīpēšanas darbgalds | 3 | 15 |
| 12. | Rupjvirpa | 45 | 4 |
| 13. | Spodrināšanas darbgalds | 4 | 8 |
| 14. | Kalšanas veseris | 15 | 7 | 0,24 | | 0,65 | 1,17 |
| 15. | Štancēšanas spiedne | 4,5 | 12 |
| 16. | Frēzmašīna automāts | 7,5 | 20 | 0,17 | |
| 17. | Indukcijas krāsns | 8 | 4 | 0,75 | | 0,35 | 2,67 |
| 18. | Elektroloka krāsns | 30 | 4 | 0,87 | 0,56 |
| 19. | Elektriskā pretestības krāsns | 35 | 6 | 0,8 | | 0,95 | 0,33 |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | | **6** | **7** |
| 20. | Lentes konveijers | 35 | 2 | 0,55 | | 0,75 | 0,88 |
| 21. | Rulīštransportieris | 10 | 3 |  | |  |  |
| 22. | **Trīsfāžu AIR (atkārtoti īslaicīga režīma)**  Tilta celtnis, ε = 25 % | 30 | 2 | 0,05 | | 0,5 | 1,73 |
| 23. | Piekarināmais ratiņš, ε = 40% | 4 | 8 | 0,1 | |
| 24. | Transporta telfers, ε = 60% | 10 | 3 |
| 25. | **Vienfāzes AIR**  Metināšanas transformators, ε = 40% | 28 кВА | 5 | | 0,2 | 0,4 | 2,29 |
| 26. | Loka metināšanas aparāts ε = 60% | 16 кВА | 5 | | 0,3 | 0,35 | 2,67 |
| 27. | Sadurmetināšanas aparāts, ε = 25% | 14 кВА | 5 | | 0,35 | 0,55 | 1,51 |
| 28. | **Apgaismes iekārta**  Kvēlspuldzes | 9...11 Вт/м2 |  | | 0,85 | 1 |  |
| 29. | Gāzizlādes lampas | 0,95 | 0,33 |

*Pu = SN*cos*φ* – transformatoriem ilgstošā darba režīmā;

kur *Pu, PN* – uzstādīta (reducēta) un nomināla (pases) jauda, kW;

*SN* – pilnā nomināla jauda, kVA;

*ε* – ieslēgšanas ilgums, relatīvas vienības.

**Vienfāzes patērētāju reducēšana uz nosacīto trīsfāžu jaudu**.

Slodzes sadalījums pa fāzēm raksturojas ar nevienmērības koeficientu

 (3.22)

kur *Pf.max*, *Pf.min* – maksimāla un minimāla slodze starp fāzēm, kW.

Ja *Knev* > 15 % un slodze ieslēgta uz fāzes spriegumiem, tad

 (3.23)

kur - nosacīta trīsfāžu jauda (reducēta), kW;

- maksimāla fāzes slodze, kW;

Ja *Knev* > 15 % un slodze ieslēgta uz līnijas spriegumiem, tad

 - vienam patērētājam; (3.24)

 - vairākiem patērētājiem. (3.25)

Ja *Knev* < 15 %, tad *Pu* vienāda ar vienfāzes patērētāju slodzes summu.

**Jaudas zudumi transformatorā**.

Aptuveni jaudas zudumi transformatorā var aprēķināt pēc sakarībām

Δ*P* = 0,02*SZS*; (3.26)

Δ*Q* = 0,1*SZS*; (3.27)

 (3.28)

*SAS = SZS* + Δ*S*. (3.29)

**Visvairāk noslogotas fāzes noteikšana**.

Ja vienfāzes patērētāji ieslēgti uz līnijas spriegumiem (3.3. att.), tad atsevišķas fāzes slodzes aprēķina pēc izteiksmēm

   (3.30)

No iegūtiem rezultātiem tālāk izmanto vislielāko vērtību.

Ja vienfāzes patērētāji ieslēgti uz fāzes spriegumiem (3.4. att.), tad atsevišķas fāzes slodze ir summa no visām slodzēm, kas pieslēgti uz šo fāzi.

**3.3. Piemērs.** Objekts – mašīnbūves cehs, 350 m2. Elektroapgādes 1. drošuma kategorija. Elektropatērētāju tehniskie dati doti 3.6. tabulā.

Sastādīt ceha elektroapgādes shēmu, aprēķināt slodzes, izvēlēt transformatoru apakšstaciju (TA) 10/0,4.

|  |  |
| --- | --- |
| * 1. att. Vienfāzes slodzes ieslēgšana uz līnijas   spriegumiem | * 1. att. Vienfāzes slodzes ieslēgšana uz fāzes   spriegumiem |

3.6. tabula

**Ceha elektropatērētāji**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nr. p.k.** | **Elektropatērētāja nosaukums** | ***РN*, kW** | ***n*** | ***KI*** | **соsφ** | **tgφ** |
| 1. | **Trīsfāžu IDR**  Kompresoru iekārta | 28 | 5 | 0,65 | 0,8 | 0,75 |
| 2. | Karuseļvirpa | 40 | 2 | 0,14 | 0,5 | 1,73 |
| 3. | Elektriskā pretestības krāsns | 35 | 6 | 0,8 | 0,95 | 0,33 |
| 4. | Rulīštransportieris | 10 | 3 | 0,55 | 0,75 | 0,88 |
| 5. | **Trīsfāžu AIR**  Transporta telfers, ε = 60 % | 5 | 8 | 0,1 | 0,5 | 1,73 |
| 6. | **Vienfāzes AIR**  Metināšanas transformators, ε = 40 % | 28 кВА | 5 | 0,2 | 0,4 | 2,29 |
| 7. | **Apgaismes iekārta**  Gāzizlādes spuldzes | 9-11 W/m2 |  | 0,85 | 0,95 | 0,33 |

Atrisinājums.

1. Visus patērētājus sadala pa grupām: trīsfāžu ar ilgstošo darba režīmu (IDR), trīsfāžu ar atkārtoti īslaicīgo režīmu (AĪR), vienfāzes ar IDR, vienfāzes ar AĪR apgaismes iekārtas (AI).

Izvēlas sadales iekārtas: sadales kopņvads (SK), sadales punkts (SP), apgaismes sadales punkts (ASP).

Tā kā patērētājs atbilst 1. drošuma kategorijas, tad TA – divtransformatoru un starp sekcijas uzstāda ARI (automātiskā rezerves ieslēgšana).

Sadales izvēle: sadales punkts 1 (SP1) – trīsfāžu AĪR patērētājiem, SP2 – vienfāzes AĪR patērētājiem, ASP, SK1 un SK2 – trīsfāžu IDR patērētājiem. Tāda sadales izvēle atļauj izlīdzināt slodzes un sastādīt ceha elektroapgādes shēmu (3.5. att.).

|  |  |
| --- | --- |
|  | 3.5. Ceha elektroapgādes shēma. |

2. Trīsfāžu AĪR patērētāja slodze ilgstoša režīmā



|  |  |
| --- | --- |
| 3. Vienfāzes AĪR patērētāju pārveido ilgstoša režīmā un pēc tam uz nosacīto trīsfāžu režīmu (3.6. att.) | 3.6. att. Vienfāzes slodzes sadalījums pa fāzēm |





tad



4. Ar īpatnējas slodzes metodi aprēķina apgaismes patērētāja slodze

*Papg = Pīp·F* = 10·350 = 3500 W = 3,5 kW.

5. Slodzes sadalījums pa sekcijām:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **1 sekcija** | **Uzstādīta slodze, kW** | | **2 sekcija** |
| SP1 |  |  | SP2 |
| Telfers 3,87 х 8 | 31 | 42,6 | Metināšanas transformators |
|  |  |  | ASP |
|  |  | 3,5 | 3,5 |
| SK1 |  |  | SK2 |
| Kompresoru iekārta 28 х 3 | 84 | 56 | 28 х 2 Kompresoru iekārta |
| Karuseļvirpa 40 х 1 | 40 | 40 | 40 х 1 Karuseļvirpa |
| Elektriskā pretestības krāsns 35 x 3 | 105 | 105 | 35 x 3 Elektriskā pretestības krāsns |
| Transportieris 10 x 1 | 10 | 20 | 10 x 2 Transportieris |
| KOPĀ | 270 | 267,1 | KOPĀ |

6. Sastāda ceha slodzes sarakstu (3.7. tabula). Izejošos datus ieraksta 1, 2, 3, 5, 6, 7 stabiņos.

7. Patērētāju summāro aktīvo nominālo slodzi aprēķina pēc formulas *PNΣ = n·PN* un ieraksta 4. stabiņā, izņemot SP2 ar vienfāzes patērētājiem un ASP.

Tā kā pie sadalēm SP1, SP2, ASP pieslēgti viena nosaukuma patērētāji, tad papildu aprēķini viņiem nav vajadzīgi.

8. Slodzes aprēķins sadales kopņvadiem SK1 un SK2.

Grupas slodzes savilkšanas rādītājs (8. stabiņš)

SK1 un SK2 - 

Vidējo aktīvo, reaktīvo un pilno jaudu aprēķina pēc formulām

*Pv = KI·PN*; *Qv = Pv*·tg*φ*, 

un rezultātus ieraksta 5, 6 un 7. stabiņos.

Aprēķina vidēji grupas koeficienti



un rezultātus ieraksta 5, 6 un 7 stabiņos.

Efektīvo patērētāju skaitu atrod no 3.2. un 3.3. tabulas

*ne* = *f*(*n, m, KI.vid, PN*) = *f* (8; > 3; > 0,2; mainīga) = 8,

jo šajā gadījumā

SK1 - 

SK2 - 

bet, ja *ne > n*, tad *ne = n* = 8. Rezultātu ieraksta 12. stabiņā.

Maksimuma koeficientu atrod no 3.3. tabulas

SK1 - *KM* = *f*(*KI.v*, *ne*) = *f*(0,63; 8) = 1,27;

SK2 - *KM* = *f*(*KI.v*, *ne*) = *f*(0,62; 8) = 1,28.

Rezultātu ieraksta 13. stabiņā.

3.7. tabula

**Ceha slodzes saraksts**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Sadales un patērētāju nosaukums** | **Uzstādīta slodze** | | | | | | | **Vidēja slodze** | | | | | | **Maksimāla (aplēses) slodze** | | | |
| ***PN*,**  **kW** | ***n*** | ***PN* Σ, kW** | ***KI*** | **cos*φ*** | **tg*φ*** | ***m*** | ***Pv*, kW** | ***Qv*,**  **kVAr** | ***Sv*,**  **kVA** | ***ne*** | ***KM*** | ***K’M*** | ***Pa*,**  **kW** | ***Qa*,**  **kVAr** | ***Sa*,**  **kVA** | ***Ia*,**  **A** |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** | **11** | **12** | **13** | **14** | **15** | **16** | **17** | **18** |
| **SP1** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Transporta telfers, *ε* = 60 % | 5  3,9 | 8 | 31,2 | 0,3 | 0,5 | 1,73 |  | 9,4 | 16,3 | 18,8 |  |  |  | 9,4 | 16,3 | 18,8 | 28,6 |
| **SP2** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Metināšanas transformators, vienf., *ε* = 40 % | 7,1 | 5 | 42,6 | 0,2 | 0,4 | 2,29 |  | 8,5 | 19,5 | 21,3 |  |  |  | 8,5 | 19,5 | 21,3 | 32,4 |
| **SK1** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Kompresoru iekārta Karuseļvirpa | 28  40 | 3  1 | 84  40 | 0,65  0,14 | 0,8  0,5 | 0,75  0,73 |  | 54,6  5,6 | 41  9,7 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Elektriskā pretestības krāsns | 35 | 3 | 105 | 0,8 | 0,95 | 0,33 |  | 84 | 27,7 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Rulīštransportieris | 10 | 1 | 10 | 0,55 | 0,75 | 0,88 |  | 5,5 | 4,8 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Kopā uz SK1 | — | 8 | 239 | 0,63 | 0,87 | 0,56 | >3 | 149,7 | 83,2 | 171,3 | 8 | 1,3 | 1,1 | 194,6 | 91,5 | 215 | 326,8 |
| **SK2** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Kompresoru iekārta Karuseļvirpa | 28  40 | 2  1 | 56  40 | 0,65  0,14 | 0,8  0,5 | 0,75  1,73 |  | 36,4  6,6 | 27,3  9,7 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Elektriskā pretestības krāsns | 35 | 3 | 105 | 0,8 | 0,95 | 0,33 |  | 84 | 27,7 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Rulīštransportieris | 10 | 2 | 20 | 0,55 | 0,75 | 0,88 |  | 11 | 9,7 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Kopā uz SK2 | — | 8 | 221 | 0,62 | 0,88 | 0,63 | >3 | 137 | 74,4 | 155,9 | 8 | 1,3 | 1,1 | 178,1 | 81,8 | 196 | 297,9 |
| **ASP**  Apgaismes iekārtas ar gāzizlādes spuldzēm |  |  | 3,5 | 0,85 | 0,95 | 0,33 |  | 3 | 1 | 3,2 |  |  |  | 3 | 1 | 3,2 | 4,9 |
| Kopā uz ZS |  |  |  |  |  |  |  | 307,6 | 194,4 | 363,9 | — | — | — | 393,6 | 210,1 | 473,1 | — |
| Zudumi |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 9,5 | 47,3 | 48,3 | — |
| Kopā uz AS |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 403,1 | 257,4 | 521,4 | — |

Aprēķina maksimālas (aplēses) jaudas

*Pa = KM·Pv*; *Qa = K’M·Qv*; 

un rezultātus ieraksta 15, 16 un 17 stabiņos.

9. Aprēķina aplēses strāvas (18. stabiņš)

 

 



10. Aprēķina jaudas zudumus transformatorā

Δ*PT*= 0,02·*SZS* =0,02·473,1 = 9,5 kW;

Δ*QT* = 0,1·*SZS* = 0,1·473,1 = 47,3 kVAr;



11. Aprēķina transformatora jaudu augstsprieguma pusē

*SAS* = *SZS* + Δ*S* = 473,1 + 48,3 = 521,4 kVA.

12. Aprēķina nepieciešamo transformatoru jaudu, ieskaitot zudumus, bet bez reaktīvas jaudas kompensēšanos

*ST* ≥ *Sa* = 0,7·*SAS* = 0,7·521,4 = 365 kVA.

13. Tātad, izvēlam KTA 2 x 400 – 10/0,4 ar diviem transformatoriem TM 400 – 10/0,4 (P.4.5. tab.).

Transformatora tehniskie dati: *RT* = 5,6 mΩ; *XT* = 14,9 mΩ; *ZT* = 15,9 mΩ;  Δ*P*0 = 0,95 kW; Δ*Pk* = 5,5 kW; *Uk* = 4,5 %; *I*0 = 2,1 %.

14. Transformatora noslodzes koeficients



**3.7. Pārbaudes darbs**

Objekts – mašīnbūves cehs, 350 m2. Elektroapgādes drošuma kategorija dota uzdevuma tabulā. Elektropatērētāju tehniskie dati atrodas 3.6. tabulā.

Sastādīt ceha elektroapgādes shēmu, aprēķināt slodzes, izvēlēt transformatoru apakšstaciju (TA) 10/0,4.

3.6. tabula

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Variants** | **Elektrodrošības kategorija** | **S, m2** | **Elektropatērētāju numuri pēc 3.5. tabulas** | | **Variants** |
| 1 | 1 | 450 | 1-4-14-17-23-25-28 | 2-5-15-18-23-25-29 | 16 |
| 2 | 2 | 500 | 2-5-15-18-24-26-29 | 1-4-14-1724-26-28 | 17 |
| 3 | 3 | 550 | 3-6-16-21-22-26-28 | 1-7-14-17-23-26-29 | 18 |
| 4 | 2 | 600 | 1-7-14-17-23-27-29 | 3-6-16-20-22-26-28 | 19 |
| 5 | 3 | 400 | 2-8-15-18-24-25-28 | 3-9-16-19-24-27-29 | 20 |
| 6 | 1 | 450 | 3-9-16-22-25-29 | 2-8-15-18-22-25-28 | 21 |
| 7 | 3 | 500 | 1-10-14-17-24-27-28 | 2-11-15-18-24-25-29 | 22 |
| 8 | 1 | 550 | 2-11-15-18-22-25-29 | l-10-14-17-22-25-28 | 23 |
| 9 | 2 | 600 | 3-12-16-19-23-25-28 | 1-13-18-22-23-26-29 | 24 |
| 10 | 1 | 600 | 1-13-18-20-22-26-29 | 3-12-16-22-25-28 | 25 |
| 11 | 2 | 550 | 2-14-19-21-24-27-28 | 3-15-17-20-24-27-29 | 26 |
| 12 | 3 | 500 | 3-15-l7-20-23-26-29 | 2-14-19-21-23-26-28 | 27 |
| 13 | 2 | 450 | 3-16-19-20-24-27-28 | 2-7-17-21-24-27-29 | 28 |
| 14 | 3 | 400 | 2-7-17-21-22-26-29 | 3-16-19-20-24-26-28 | 29 |
| 15 | 1 | 350 | 1-10-18-22-23-27-28 | 1-7-19-21-24-25-29 | 30 |

**3.7. APAKŠSTACIJU IZVIETOŠANAS PRINCIPI**

AS un SP pieder pie elektroapgādes galvenajiem elementiem, un tāpēc no to izvietojuma atkarīga visas uzņēmuma elektroapgādes sistēmas racionalitāte un ekonomiskums. Izvēloties AS vietu, jāap­mierina šādas galvenās prasības:

* 1. AS jāatrodas iespējami tuvāk barojamam slodzēm (slodžu centros). Šīs prasības ievērojot, var sa­mazināt elektroenerģijas zudumus tīklā, kas proporcionāli slodzes strāvas kvadrātam, ekonomēt instalācijas vadus zemākā sprieguma pusē un samazināt sprieguma svārstības pie elektrouzņēmējiem;
  2. jābūt ievērotam augstākā sprieguma principam, t.i., apakš­stacijām enerģija jāpievada ar iespējami augstāku spriegumu (samazinās zudumi tīklā, un slodžu centriem var pievadīt lielāku jaudu);
  3. jāņem vērā sagaidāmās slodzes izmaiņas uzņēmuma teritorijā tuvāko desmit gadu laikā;
  4. AS izveidojumam jābūt tādam, lai elektroapgādes drošums atbilstu attiecīgo elektrouzņēmēju prasībām;
  5. Priekšroka allaž jādod KTA un komplektajām sadalēm;
  6. lai ērti un ar minimāliem izdevumiem apakšstacijai varētu pievadīt un no tās aizvadīt visu spriegumu līnijas;
  7. lai varētu izmantot transporta līdzekļus un celšanas mehānismus smagu elektroiekārtu piegādē un uzstādīšanā;
  8. lai būtu ievērotas darba aizsardzības, ugunsdrošības un dabas aizsardzības (avārijas eļļas izplūde u. tml.) prasības.

AS būvvietas izvēli ieteicams sākt ar aktīvās slodzes kartogrammas sastādīšanu. Slodzes kartogramma ir uzņēmuma ģenerālplāns, kurā uz katra ceha vai cita elektroenerģiju patērējoša objekta uz­zīmēts šī objekta aplēses slodzei proporcionāla laukuma aplis. Līdz ar to *i*-tā objekta aktīvo slodzi *Pi* var izteikt šādi:

*Pi = n∙Ri*2*∙m*,(3.31)

kur *Ri* — apļa rādiuss; *m* — pieņemtais mērogs.

Aplēses slodzes mērogu var izvēlēt orientējas uz maksimālo vai minimālo slodzi





kur *m* – slodzes mērogs, kW/m2 vai kVAr/m2;

*PN min*, *QN min* – ceha minimāla jauda, kW vai kVAr;

*RN min* – minimālais slodzes rādiuss kartogrammā, km.

Aprēķina katra ceha aktīvas un reaktīvas apļa rādiusi

 (3.32)

kur *Ra* un *Rq* – katra ceha aktīvas un reaktīvas slodzes apļa rādiusi, km;

*P* un *Q* - katra ceha aktīva un reaktīva jauda, kW un kVAr;

*ma*, *mq* – aktīvas un reaktīvas jaudas slodzes mērogs, kW/m2 vai kVAr/m2;

Ja ir zināmi tikai *P* un cos*φ*, tad reaktīvo jaudu var aprēķināt no izteiksmes

*Q* = *P*tg *φ*.

Nepieciešamības gadī­jumā ikvienu apli var sa­dalīt sektoros, katrs no ku­riem raksturo kādu slo­dzes veidu: augstsprie­guma slodzi, zemsprieguma spēka slodzi, ap­gaismes slodzi u. tml. 3.7. attēlā iesvītrotie sektori atbilst apgaismes slodzei *Papg*. Sektora laukums ir atkarīgs no leņķa *α*:

 (3.33)

kur *P∑* — objekta kopēja slodze.

|  |  |
| --- | --- |
|  | 3.7. att. Uzņēmuma slodžu kartogramma:  *A —* esošo slodžu centrs, *B* — slodzes centrs, ņemot vēra slodzes pieaugumu perspektīvā; 1,…, 5cehu kārtas numuri ģenerālplānā. |

Katra apļa centrs atrodas attiecīgā objekta slodzes centrā, t. i., simboliskā elektroenerģijas patēriņa punktā. Slodzes centra noteik­šanai pastāv vairākas metodes. Visbiežāk izmanto teorētiskās mehānikas sakarības smaguma centra atrašanai, kuras izmantojot elektrisko slodžu centra aplēsē kļūda nepārsniedz 5...10%. Ja slodzi ceha var uzlūkot par vienmērīgi sadalītu, tad slodzes centrs atbilst plāna dotās ceha figūras smaguma centram. Nevienmērīga slodžu sadalījuma gadījumā slodzes centra koordinātas (3.7. att.) atrod tāpat kā smaguma centru sistēmai ar nevienmērīgi sadalītu masu:

 (3.34)



kur *xa*0, *ya*0 — aktīvo elektrisko slodžu centra koordinātas, km; *xq*0, *yq*0 — reaktīvo elektrisko slodžu centra koordinātas, km; *xi*, *yi* — *i*-tā objekta (ceha) elektrisko slodžu centra koordinātas, km; *Pi* — *i*-tā ob­jekta aktīvā aplēses slodze, kW; *Qi* — *i*-tā ob­jekta reaktīvā aplēses slodze, kVAr; *n* — aplūkojamo objektu skaits.

A(*xa*0, *ya*0) – galvenās pazeminošās apakšstacijas (GPA) koordināti.

B(*xq*0, *yq*0) – kondensatoru iekārtas atrašanas vieta.

Svarīgi ne tikai tas, kur slodzes izvietotas, bet arī to darbības ilgums *Ti* ap­lēses periodā. Ievērojot *Ti*, izteiksmes (3.34) var pārrakstīt formā

 (3.35)

Daudzstāvu objektos, nosakot objekta slodzes centru, jāņem vērā vēl trešā koordināta *z*0.

Reaktīvajai slodzei analogi konstruē atsevišķas kartogrammas, kuras izmanto reaktīvās jaudas avotu (kondensatoru bateriju, sinhrono kompensatoru, sinhrono dzinēju) optimālai izvietošanai.

Pēc tam kad noteikti atsevišķo objektu un visa uzņēmuma slodžu centri, var sākt AS izvietošanu ģenerālplānā, to jaudas un apkalpes zonu noteikšanu, vadoties no konkrētiem apstākļiem un apakšno­daļas sākumā formulētajām vispārīgām prasībām.

**3.4. Piemērs**

Dotie lielumi:

Uzņēmuma ģenerālplāns3 x 2 km ar katra cehaslodzēm

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Parametrs** | **Ceha numurs** | | | | |
| ***C*1** | ***C*2** | ***C*З** | ***C*4** | ***C*5** |
| *Р*, kW | 100 | 160 | 1000 | 400 | 25 |
| *X*, km | 0,6 | 1,45 | 2,4 | 1,55 | 0,4 |
| *У*, km | 1,45 | 1,25 | 0,9 | 0,55 | 0,4 |
| соs*φ* | 0,7 | 0,75 | 0,9 | 0,8 | 0,6 |

Noteikt aktīvas un reaktīvas jaudas slodzes centri, uzzīmēt uzņēmuma slodzes kartogrammu, ja uzņēmuma kartogrammas mērogs *mk* = 0,2 km/cm.

Atrisinājums:

1. Aktīvas jaudas slodzes mērogs

Minimālai slodzei (*C*5) varam pieņemt, ka rādiuss *Ra*5 = 0,1 km, tad



Par slodzes mērogu varam pieņemt *ma* = 800 kW/km2.

Maksimālas slodzes rādiuss šajā gadījumā



Aprēķina pārejas slodzes rādiusi pēc izteiksmēm:



Rezultātu ieraksta 3.9. tabulā.

3.9. tabula

**Uzņēmuma slodzes saraksts**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Parametrs** | **Ceha numurs** | | | | |
| ***C*1** | ***C*2** | ***C*З** | ***C*4** | ***C*5** |
| *P*, kW | 100 | 160 | 1000 | 400 | 25 |
| *Rа*, km | 0,2 | 0,25 | 0,63 | 0,4 | 0,1 |
| cos *φ* | 0,7 | 0,75 | 0,9 | 0,8 | 0,6 |
| tg*φ* | 1,02 | 0,88 | 0,48 | 0,75 | 1,33 |
| *Q*, kVAr | 102 | 141 | 480 | 300 | 33 |
| *Rq*, km | 0,22 | 0,24 | 0,44 | 0,35 | 0,11 |

Aprēķina reaktīvas slodzes pēc sakarības

*Qi = Pi*tg*φi*.

Aprēķina reaktīvas slodzes rādiusi, ja *mq* = 800 kVAr/m2



Rezultātus ieraksta 3.9. tabulā.

Kartogrammā slodzes uzzīmē ar apļiem – aktīvas ar nepārtraukto līniju, reaktīvas – ar raustīto līniju (3.8. att.).

Aprēķina slodžu centros koordināti:





Tuvumā punktam *A*(2,0; 0,88) var izvietot GPA.





Tuvumā punktam *B*(2,3; 083) var uzstādīt kondensatoru bateriju (KB) vai sinhrono kompensatoru (SK).

|  |
| --- |
|  |

3.8. att. Uzņēmuma slodzes kartogramma.

**3.8.** **Pārbaudes darbs.**

Noteikt aktīvas un reaktīvas jaudas slodzes centri, uzzīmēt uzņēmuma slodzes kartogrammu, ja uzņēmuma kartogrammas mērogs *mk* = 0,2 km/cm. Dotie lielumi atrodas uzdevuma tabulā.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Variants** | **C1** | | **C2** | | **C3** | | **C4** | | **C5** | |
| ***P*1, kW** | **cosφ1** | ***P*2, kW** | **cosφ2** | ***P*3, kW** | **cosφ3** | ***P*4, kW** | **cosφ4** | ***P*5, kW** | **cosφ5** |
| **(*X*1, *Y*1)** | **(*X*2, *Y*2)** | **(*X*3, *Y*3)** | **(*X*4, *Y*4)** | **(*X*5, *Y*5)** |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** | **11** |
| 1 | 25 | 0,7 | 40 | 0,75 | 63 | 0,8 | 100 | 0,85 | 160 | 0,9 |
| 0,4; 0,4 | 0,5; 1,4 | 1.5; 1,2 | 2,4; 1,0 | 1,5; 0,5 |
| 2 | 160 | 0,7 | 100 | 0,75 | 63 | 0,8 | 40 | 0,85 | 25 | 0,9 |
| 0,5; 0,5 | 0,5; 1,2 | 1.6;1,3 | 2,5; 1,2 | 1,6; 1,7 |
| 3 | 100 | 0,85 | 25 | 0,7 | 40 | 0,75 | 64 | 0,8 | 160 | 0,9 |
| 0,5; 1,5 | 1,5; 1,2 | 2,6; 1,0 | 1,6,0,7 | 0,5; 0,5 |
| 4 | 40 | 0,75 | 63 | 0,8 | 100 | 0,85 | 160 | 0,9 | 25 | 0,7 |
| 0,5; 1,4 | 1,4; 1,5 | 2,7; 1,2 | 1,8; 0,8 | 0,6; 0,7 |
| 5 | 63 | 0,8 | 100 | 0,85 | 160 | 0,9 | 25 | 0,7 | 40 | 0,75 |
| 0,4; 0,9 | 1,2; 1,6 | 2,6; 1,3 | 1,8; 0,6 | 0,7; 0,9 |
| 6 | 250 | 0,72 | 100 | 0,8 | 400 | 0,9 | 630 | 0,85 | 1000 | 0,83 |
| 0,7; 1,0 | 1,5; 1,8 | 1,6; 0,8 | 1,9; 2,0 | 0,5; 2,0 |
| 7 | 100 | 0,8 | 400 | 0,9 | 630 | 0,85 | 1000 | 0,83 | 250 | 0,72 |
| 0,5; 0,5 | 0,6; 1,6 | 1,5; 0,5 | 1,7; 1,2 | 2,6; 1.0 |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** | **11** |
| 8 | 400 | 0,9 | 630 | 0,85 | 1000 | 0,83 | 250 | 0,72 | 100 | 0,8 |
| 0,4; 0,6 | 0,6; 1,5 | 1,5; 0,6 | з,8; 1,з | 2,5; 1,2 |
| 9 | 630 | 0,85 | 1000 | 0,83 | 250 | 0,72 | 100 | 0,8 | 400 | 0,9 |
| 0,6; 0,7 | 0,6; 1,2 | 1.6; 0,7 | 1,8; 1,4 | 2,4; 1,5 |
| 10 | 1000 | 0,83 | 250 | 0,72 | 100 | 0,8 | 630 | 0,9 | 400 | 0,85 |
| 0,7; 0,8 | 0.6; 1,4 | 1,6; 0,6 | 1,7; 1,5 | 2,5; 1.4 |
| 11 | L60 | 0,85 | 100 | 0,7 | 25 | 0,75 | 40 | 0,8 | 63 | 0,9 |
| 0,6; 0,5 |  | 0,6; 1,2 |  | 1,5; 0,4 |  | 1,5; 1.2 |  | 2,6; 0,6 |  |
| 12 | 100 | 0,7 | 63 | 0,9 | 25 | 0,75 | 40 | 0,8 | 160 | 0,85 |
| 0,5; 0,6 | 0,5; 1,4 | 1,3; 0,5 | 1,3:1,4 | 2,7; 0,8 |
| 13 | 63 | 0,9 | 40 | 0,8 | 25 | 0,75 | 160 | 0,85 | 100 | 0,7 |
| 0,4:0,5 | 0,4:1,5 | 0,4; 0,6 | 1,4; 1,3 | 2,5; 1.0 |
| 14 | 40 | 0,8 | 25 | 0,7 | 160 | 0,85 | 100 | 0,7 | 63 | 0,9 |
| 0,5:0,4 | 0,5; 1.6 | 12; 0,7 | 1,2; 1,5 | 2,4; 1.2 |
| 15 | 25 | 0,75 | 160 | 0,85 | 100 | 0,7 | 63 | 0,9 | 40 | 0,8 |
| 0,4; 0,6 | 0,4; 1,5 | 1,6; 0,5 | 1,6; 1,6 | 2,5; 1,5 |
| 16 | 1000 | 0,7 | 630 | 0,75 | 400 | 0,8 | 100 | 0,85 | 250 | 0,9 |
| 0,6; 0,3 | 0,5; 1,5 | 1,5; 1,2 | 1,4; 0,4 | 2,5; 0,5 |
| 17 | 630 | 0,7 | 400 | 0,75 | 100 | 0,8 | 250 | 0,85 | 160 | 0,9 |
| 0,5; 0,4 | 0,5; 1,5 | 1,5; 1,3 | 1,4; 0,5 | 2,5; 0,8 |
| 18 | 400 | 0,75 | 100 | 0,8 | 250 | 0,85 | 160 | 0,9 | 1000 | 0,7 |
| 0,4; 0,5 | 0,5; 1.5 | 1,5; 1,4 | 1,4; 0,6 | 2,5; 1,0 |
| 19 | 100 | 0,8 | 250 | 0,85 | 160 | 0,9 | 1000 | 0,7 | 630 | 0,75 |
| 0,7; 0,4 | 0,5:1,5 | l,5;l,2 | 1,4; 0,5 | 2,5; 1,2 |
| 20 | 250 | 0,85 | 160 | 0,9 | 1000 | 0,7 | 630 | 0,75 | 400 | 0,8 |
| 0.5; 0.6 | 0,5; 1.6 | 1,5; 1,2 | 1,4; 0,4 | 2.5; t, 6 |
| 21 | 630 | 0,7 | 1000 | 0,8 | 400 | 0,9 | 250 | 0,75 | 160 | 0,85 |
| 0.7; 0,7 | 0,5; 1,6 | 1,4; 1,2 | 1,2; 0,4 | 2.7; 0.4 |
| 22 | 400 | 0,7 | 1000 | 0,8 | 250 | 0,9 | 160 | 0,75 | 630 | 0,85 |
| 0,6; 0,6 | 0,5; 1.5 | 1,4; 1,3 | 1,2; 0,5 | 2,7; 0,6 |
| 23 | 100 | 0,7 | 1000 | 0,9 | 630 | 0,8 | 250 | 0,85 | 160 | 0,75 |
| 0.3; 0,3 | 0,5; 1,4 | 1.4; 1,4 | 1.2; 0,6 | 2,7; 0.8 |
| 24 | 250 | 0,8 | 1000 | 0,7 | 160 | 0,9 | 400 | 0,75 | 630 | 0,85 |
| 0,4; 0,4 | 0,5; 1,5 | 1,4; 1,5 | 1,2; 0,7 | 2,7; 1,0 |
| 25 | 160 | 0,75 | 1000 | 0,8 | 630 | 0,85 | 100 | 0,9 | 250 | 0,7 |
| 0,5; 0,5 | 0,5; 1,2 | 1,4; 1,6 | 1.2; 0,5 | 2.7;1.2 |
| 26 | 100 | 0,6 | 630 | 0,8 | 400 | 0,85 | 25 | 0,7 | 1000 | 0,9 |
| 0,3; 0,3 | 0,4; 1,0 | 1,2; 1,4 | 1,6; 0,4 | 2,8; 0,6 |
| 27 | 250 | 0,8 | 630 | 0,8 | 400 | 0,75 | 40 | 0,6 | 1000 | 0,85 |
| 0,4; 0,4 | 0,4; 1,1 | 1,2; 1,5 | 1,6; 0,5 | 2,8; 0,8 |
| 28 | 25 | 0,6 | 400 | 0,7 | 630 | 0,8 | 63 | 0,75 | 1000 | 0,9 |
| 0.3; 0,3 | 0.4; 1,2 | 1,2; 1,6 | 1.6; 0,3 | 2Д1.0 |
| 29 | 40 | 0,7 | 400 | 0,8 | 630 | 0,9 | 63 | 0,6 | 1000 | 0,85 |
| 0,4; 0,4 | 0,4; l,3 | 1.2; 1.7 | 1.6; 0,5 | 2.8;1,2 |
| 30 | 63 | 0,7 | 1000 | 0,8 | 220 | 0,7 | 40 | 0,75 | 630 | 0,9 |
| 0,5; 0,4 | 0,4; 1,5 | 1.2; 1.8 | 1,6; 0,5 | 2.8;1,6 |

**4. NODAĻA**

**SPRIEGUMA, JAUDAS UN ENERĞIJAS ZUDUMI**

**4.1. JAUDAS UN ENERĞIJAS ZUDUMI ELEKTROAPGĀDES SISTĒMAS**

**ELEMENTOS**

Daļa no elektriskas enerģijas, ko piegādā patērētājam, tiek izlietota pašas elektroapgādes sistēmas pretestību pārvarēšanai. Šī elektriskā enerģijas daļa elektroapgādes elementos pārvēršas siltuma enerģijā un praktiski nav izmantojama. Tātad elektro­apgādes sistēmā rodas elektroenerģijas un jaudas zudumi.

1. Jaudas zudumus līnijā aprēķina pēc formulas

 (4.1)

kur *Pm* - maksimālā aktīvā jauda, kW;

*Qm* - maksimālā reaktīvā jauda, kVAr;

*UN* - līnijas spriegums, kV;

*RL* - līnijas aktīvā pretestība, Ω.

Līdzīgā veidā var aprēķināt arī reaktīvās jaudas zudumus

 (4.2)

kur *XL* - līnijas induktīvā pretestība, Ω.

Līnijas aktīvo pretestību aprēķina pēc formulas

*RL = R0 ∙ℓ,*  (4.3)

kur *R*0 - līnijas vadu īpatnējā aktīvā pretestība, Ω/km;

*ℓ* - līnijas garums, km.

Līdzīgā veidā līnijas induktīvā pretestība

*XL = X0 ∙ℓ* , (4.4)

kur *X*0 - līnijas īpatnējā induktīvā pretestība, Ω/km.

*R*0 un *X*0 vērtības var atrast literatūrā vai rokasgrāmatu tabulās.

2. Aktīvas un reaktīvas enerģijas zudumus tīklos aprēķina pēc formulas

Δ*WL* = Δ*PL·τ* ; (4.5)

Δ*VL* = Δ*QL·τ.* (4.6)

Aktīvas enerģijas zudumus tīklos aprēķina arī pēc formulas

 (4.7)

kur *Im* - maksimālā strāva līnijā (A);

*τ* - zudumu laiks (h) .

Zudumu laiku var atrast, ja zināms slodzes grafiks. Ja slodzes grafiks nav zināms, uzdevumā jāuzdod maksimuma izmantošanas laiks *T* un vidējais jaudas koeficients cos*φ*. No līknēm *τ = f* (*T*) (4.1. att.) atrod zudumu laiku *τ* (*T* - maksimālās slodzes izmantošanas laiks gadā, h).

*T* ir atkarīga no slodzes rakstura un maiņu skaita. Ja uzņēmums strādā vienā maiņā, *T* = =1800-2000 h, divās maiņās 3500-4500 h, trijās maiņās - 5000-7000 h, apgaismošanas slodzei *T* = 1500-2000 h (4.1. tab.).

*T* var aprēķināt, ja zināms enerģijas patēriņš un maksimālā slodze *Pm*:

 (4.8)

kur *Wg* - gada enerģijas patēriņš (kW·h).

Ja dots slodzes grafiks, maksimālās slodzes izmantošanas laiks

 (4.9)

kur *P* - atsevišķas slodzes lielums;

Δ*t* - atsevišķās slodzes ilgums.

|  |
| --- |
|  |

4.1. att. Zudumu laika noteikšanas līknes

Ja zināms aktīvās un reaktīvās slodzes grafiks, zudumu lai­ku var aprēķināt sekojoši:

 (4.10)

kur *S* - atsevišķas pilnas slodzes lielums (kVA);

Δ*t* - tās pašas slodzes ilgums (h);

*Sm* - maksimālā pilnā slodze (kVA).

3. Elektroenerģijas zudumi transformatoros. Jaudas zudumus transformatoros iedala šādi:

1. īsslēguma zudumi jeb zudumi varā Δ*Pk*, kas atkarīgi no slodzes strāvas;
2. tukšgaitas zudumi jeb zudumi tēraudā Δ*P*0, kas atkarīgi tikai no sprieguma.

Transformatora īsslēguma zudumus aprēķina pēc formulas

Δ*Pk* = 3∙*I*2∙*RT*, (4.11)

kur *I*  – slodzes strāva;

*RT* – transformatora vienas fāzes aktīvā pretestība.

Ja slodzes strāva vienāda ar nominālo, zudumi arī ir nominālie:

Δ*PkN* = 3*I*2*N·RT.* (4.12)

Tātad īsslēguma zudumi ir tieši proporcionāli strāvas kvadrātam:

 (4.13)

No vienādojuma (4.13)

 (4.14)

kur *S* – transformatora faktiskā slodze;

*SN* – transformatora nominālā jauda.

Katram transformatoram Δ*PkN* 750C temperatūrā doti tehniskajos datos. Zinot transformatora faktisko slodzi *S* un transformatora nominālo jaudu *SN*, var aprēķināt īsslēguma zudumus.

Tukšgaitas zudumi Δ*P*0 ir atkarīgi tikai no sprieguma, un tos pieņem konstantus, jo tīklā spriegums mainās nelielās robežās. Tukšgaitas zudumus arī uzrāda transformatora tehniskajos datos.

Jaudas zudumi tinumos ir atkarīgi no transformatora noslodzes. Kopējos aktīvos jaudas zudumus aprēķina pēc formulas

 (4.15)

kur *SN* - transformatora nominālā jauda (kVA);

Δ*PK* - transformatora īsslēguma zudumi (kW);

Δ*P*0 - transformatora tukšgaitas zudumi (kW).

Reaktīvos jaudas zudumus transformatoros aprēķina aptuveni pēc formulas

 (4.16)

kur Δ*UK* - transformatora īsslēguma spriegums (%);

Δ*Q*0 - transformatora tukšgaitas reaktīvie zudumi (kVAr).

Transformatora tukšgaitas reaktīvos zudumus aprēķina pēc formulas

 (4.17)

kur *I*0 - transformatora tukšgaitas strāva (%);

Δ*UK* un *I*0 vērtības atrodamas transformatora tehniskajā pasē.

Nelielas jaudas transformatoriem, ja nepieciešama lielāka aprēķina precizitāte, Δ*UK* vietā var ņemt Δ*Ur*.

 (4.18)

kur Δ*Ua* - īsslēguma sprieguma aktīvā komponente (%). To aprēķina, ja zināma transformatora aktīvā pretestība *RT*.

 (4.19)

kur *IN* - nominālā strāva (A);

*UN* - nominālais spriegums, bet

 (4.20)

kur Δ*PK* - transformatora īsslēguma zudumi (W).

4. Aktīvas enerģijas zudumus transformatorā aprēķina pēc formulas

 (4.21)

vai arī

 (4.22)

kur  - transformatora maksimālā slodze.

*t* - transformatora darba stundu skaits gadā (h).

Reaktīvas enerģijas zudumus transformatorā aprēķina pēc formulas

 (4.23)

Ja uz kopējo slodzi darbojas paralēli *NT* transformatori ar nominālo jaudu *SN*, tad summārie aktīvie un reaktīvie jaudas zudumi sastāda:

 (4.24)

 (4.25)

Līdzīgi aprēķina arī aktīvas un reaktīvas enerģijas zudumus paralēli slēgtos transformatoros.

***4.1. piemērs.*** Aprēķināt jaudas zudumi tiklā un transformatorā, kā arī tīkla un transformatora parametrus. Gaisvadu līnijas garums *l* = 4 km. Tīkla vadi 3x(1xA25), vidējais attālums starp vadiem *Dvid* = 0,8 m. Transformators TM-180/6 ar maksimālo slodzi *Sm* = 160 kW – *j*180 kVA. Tīkla nominālais spriegums 6 kV (4.2. att.).

|  |
| --- |
| 4.2. att. |

Atrisinājums.

1. Līnijas aktīvā pretestība



2. Vada diametrs



No tabulas P.1.7 vada īpatnēja pretestība *X*0 = 0,364 Ω/km, ja *Dvid* = 0,8 m.

3. Līnijas induktīvā pretestība

*XL* = *X*0·*l* = 0,364·4 = 1,456 Ω ≈ 1,46 Ω.

4. Aktīvās jaudas zudumi līnijā



5. Reaktīvās jaudas zudumi līnijā



6. Transformatora aktīva pretestība



kur Δ*PK* – transformatora īsslēguma spriegums no P.4.5. tabulas.

7. Transformatora nominālā strāva



8. Sprieguma kritums transformatora aktīvajā pretestība



9. Sprieguma kritums transformatora reaktīvajā pretestība



kur Δ*UK* – transformatora īsslēguma spriegums no P.4.5. tabulas.

10. Transformatora reaktīvā pretestība



11. Aktīvās jaudas zudumi transformatorā



kur Δ*P*0 – tukšgaitas zudumi transformatorā (sk. P.4.5. tab.).



12. Transformatora reaktīvās jaudas zudumi tukšgaitā



kur *I*0 – tukšgaitas strāva transformatorā (sk. P.4.5. tab.).

13. Reaktīvās jaudas zudumi transformatorā



**4.2. piemērs.** Noteikt aktīvas un reaktīvas jaudas zudumus, ka arī elektroenerģijas zudumus gadā, alumīnija trīsdzīslu kabeļu līnijai (3 x 150) ar spriegumu 10 kV un garumu 2 km. Līnijas aprēķina slodze *Sa = P + jQ* = 3 + *j*1,3 MVA, maksimālas slodzes izmantošanas laiks *T* = 2900 h.

Atrisinājums.

Pēc izteiksmēm (4.3) un (4.4) aprēķinam līnijas aktīvo un reaktīvo pretestību. Lielumi *R*0 un *X*0 pieņemam atbilstoši P.2.11. tabulai.

*RL = R0 ∙ℓ =* 0,206· 2 = 0,412 Ω;

*XL = X0 ∙ℓ =* 0,079·2 = 0,158 Ω.

Aktīvas jaudas zudumi līnijā (4.5):



Reaktīvas jaudas zudumi līnijā (4.6):



No 4.1. attēla ja T = 2900 h un cosφ = 1, tad τ = 1500 h.

Aktīvas un reaktīvas jaudas zudumi tīklā:

Δ*WL* = Δ*PL·τ* = 44,04·1500 = 66060 kW·h = 66,06 MW·h;

Δ*VL* = Δ*QL·τ* *=* 16,89 · 1500 = 25335 kVAr·h = 25,3 MVAr·h.

**4.3. piemērs**. Mašīnbūves rūpnīcas barošana notiek no tīkla ar spriegumu 110 kV caur diviem paralēli saslēgtajiem transformatoriem ТДН-16000/110. Transformatoru tehniskie dati: *SN* = 16 MVA, Δ*P*0 = 18 kW; Δ*Pk* = 85 kW; *I*0 = 0,7%; Δ*Uk* = 10,5%. Rūpnīcas aprēķina slodze *Pa* = 20 MW, jaudas koeficients cos*φ* = 0,9, maksimālas slodzes izmantošanas laiks *T* = 5000 h.

Noteikt aktīvas un reaktīvas jaudas un elektroenerģijas zudumus transformatoros gadā (*t* = 8760 h).

Atrisinājums.

Aprēķinam rūpnīcas pilno patērēto jaudu pēc formulas



Aprēķinam aktīvas un reaktīvas jaudas zudumus diviem (*NT* = 2) paralēli strādājošiem transformatoriem pēc formulām (4.23) un (4.24):





Zudumu laiks no 4.1. attēla, ja maksimuma izmantošanas laiks *T* = 5000 h cos*φ* = 0,9, ir *τ* = 3400 h.

Aktīvas enerģijas zudumi transformatoros gada:  


5. Aktīvas enerģijas zudumus kondensatoru iekārtas, kurus izmanto reaktīvas enerģijas kompensēšanai, var aprēķināt pēc formulas

Δ*Pk = pīp·Qk*, (4.25)

kur *pīp* – aktīvas jaudas īpatnēji zudumi kondensatoru baterijas (baterijām līdz 1 kV *pīp* = 0,004 kW/kVAr, virs 1 kV – *pīp* = 0,002 kW/kVAr),

*Qk* – kondensatoru baterijas faktiskā jauda.

Aktīvas elektroenerģijas zudumus var noteikt pēc attiecības

Δ*Wk* = Δ*Pk·Tdk,* (4.26)

kur *Tdk* – darba stundu skaits noteikta periodā.

**4.4. piemērs.** Aprēķināt aktīvas elektroenerģijas zudumus kondensatoru baterijas ar spriegumu līdz 1 kV gada laikā uzņēmumam, kas strādā divas maiņas pa 8 stundām.

Kondensatoru baterijas summāra jauda 2100 kVAr

Atrisinājums.

Aktīvas jaudas zudumus kondensatoru baterijas varam aprēķināt pēc formulas (4.25):

Δ*Pk = pīp·Qk* = 0,004·2100 = 8,4 kW.

Kondensatoru baterijas darba laiks, ka redzams no 4.1. tabulas, sastāda 4500 stundas.

4.1. tabula

**Uzņēmuma darba laiks**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Darba maiņas ilgums, h** | **Darba stundas skaits gadā atkarība no maiņu skaitu** | | |
| **1** | **2** | **3** |
| 8 | 2250 | 4500 | 6400 |
| 7 | 2000 | 3950 | 5870 |

Tātad aktīvas elektroenerģijas zudumi (4.26) kondensatoru baterijas gada laikā:

Δ*Wk* = Δ*Pk·Tdk* = 8,4·4500 = 37800 kW·h.

**4.2. ZEMSPRIEGUMA TĪKLA PĀRBAUDE ASINHRONĀ**

**ELEKTRODZINĒJA PALAIŠANAS BRĪDĪ.**

Zemsprieguma līnijās vada šķērsgriezumu nosaka pēc pieļaujamā sprieguma zuduma. Ja līnijai pieslēgts elektrodzinējs, jāpārbauda, vai aprēķinātais vada šķērsgriezums ir pietiekams, lai varētu palaist elektrodzinēju. Īsslēgtā asinhronā elektrodzinēja pa­laišanas strāva ir 5...7 reizes lielāka par nominālo strāvu. Parastu palaišanas laiks asinhronajiem elektrodzinējiem nepārsniedz 10 se­kundes, tāpēc palaišanas strāva nepaspēj sakarsēt elektrodzinēju. Palaišanas strāva izraisa nevēlamu parādību — samazina spriegumu uz palaišanas aparatūras un elektrodzinēja spailēm.

Asinhronajiem elektrodzinējiem griezes moments ir tieši propor­cionāls sprieguma kvadrātam. Ja palaišanas brīdī spriegums sama­zinās līdz tādai vērtībai, ka elektrodzinēja palaišanas moments ma­zāks par darbmašīnas vai mehānisma pretestības momentu palaiša­nas brīdī, elektrodzinējs var neiegriezties, tātad to nevar palaist.

Elektrodzinēja palaišanas brīdī pieļaujama sprieguma samazinā­šanās līdz 0,7 no nominālā sprieguma, ja darbmašīnas vai mehā­nisma pretestības moments nepārsniedz 1/3 nominālā pretestības momenta palaišanas brīdī. Šī prasība parasti pastāv visiem siksnas pārvadiem, kā arī centrbēdzes sūkņiem un ventilatoriem tiešā pār­vada gadījumā.

Sprieguma zudumu aptuveni var aprēķināt šādi:

 (4.27)

kur *ZM* — asinhrona elektrodzinēja pilna pretestība, ko aprēķina šādi:

 (4.28)

kur *UN* — elektrodzinēja nominālais spriegums, V; *IN* — elektrodzinēja nominālā strāva, A; *Kpal* — elektrodzinēja palaišanas strāvas attiecība pret nomi­nālo strāvu; *Zt* — tīkla pilnā pretestība, ja elektrodzinēju ar transforma­toru savieno zemsprieguma līnija (Ω).

Tīkla pretestība *Zt* ir vienāda ar transformatora (*ZT*) un zem­sprieguma līnijas (*Zl*) pilno pretestību summu:

*Zt = ZT+ Zl*. (4.29)

Zemsprieguma līnijas pilnā pretestība ir vienāda ar aktīvās un. reaktīvās pretestības summu:

 (4.30)

kur *l* — līnijas garums no elektrodzinēja līdz transformatoram (km);

*x0* — 1 km garas līnijas vada induktīva pretestība (Ω/km);

*r0* — 1 km garas līnijas vada aktīvā pretestība (Ω/km).

Transformatora pilno pretestību aprēķina šādi:

 (4.31)

Transformatora pretestība jāattiecina pret 380 V spriegumu:

 (4.32)

kur *Uk* (%) — transformatora īsslēguma spriegums;

*UN* = 400 V — transformatora nominālais sekundārā tinuma spriegums;  
 *IN* — transformatora sekundārā tinuma nominālā strāva (A).

Ja darbmašīnas vai mehānisma pretestības moments palaišanas brīdī pārsniedz 1/3 nominālā pretestības momenta, elektrodzinēja palaišanas spēju pārbauda šādi:

*Mpal* ≥ *KrezMpret*.*pal* vai arī  (4.33)

kur *Mpal* — elektrodzinēja griezes moments palaišanas brīdī;

*Krez* — 1,2…1,3 — rezerves koeficients, kas raksturo elektro­dzinēja raksturlielumu neatbilstību kataloga rakstur­lielumiem;

*Mpret.pal* — darbmašīnas vai mehānisma pretestības moments elektrodzinēja palaišanas brīdī;

*MN* — elektrodzinēja nominālais griezes moments;

*m\*pal* — palaišanas momenta vairākkārtīgums, ievērojot sprie­guma samazināšanos elektrodzinēja palaišanas brīdī, un to aprēķina šādi:

 (4.34)

kur *Upal* - faktiskais spriegums uz elektrodzinēja spailēm palaiša­nas brīdī;

*UN* — nominālais spriegums;

*mpal = Mpal  /MN* — palaišanas momenta vairākkārtīgums, ja spriegums palaišanas brīdī ir vienāds ar no­minālo spriegumu;

*U\*pal* — elektrodzinēja faktiskā un nominālā sprieguma attie­cība elektrodzinēja palaišanas brīdī.

Elektrodzinēja faktiskā un nominālā spriegumu attiecību elektro­dzinēja palaišanas brīdī aprēķina šādi:

 (4.35)

kur *U\*p* — spriegums elektrodzinēja pieslēgšanas vietā pirms elektrodzinēja palaišanas attiecināts pret nominālo spriegumu;

Δ*U*\**pal* — sprieguma zudums transformatorā un 380 V tīklā at­tiecināts pret nominālo spriegumu.

Sprieguma zudums

 (4.36)

kur *Xl = x0∙l* – līnijas induktīvā pretestība; *Rl = r0∙l* – līnijas aktīvā pretestība;

*XT* — transformatora induktīvā pretestība;

*RT* — transformatora aktīvā pretestība;

*Ipal* — elektrodzinēja palaišanas strāva.

Jaudas koeficientu elektrodzinēja palaišanas brīdī aprēķina šādi:  
  (4.37)

kur cos*φN* — elektrodzinēja nominālais jaudas koeficients (pēc ka­taloga datiem);

*Kpal = Ipal / IN* — elektrodzinēja palaišanas strāvas un nominālās strāvas attiecība (pēc kataloga datiem).

Ja palaiž asinhrono dzinēju, spriegums samazinās arī uz pārējo elektrodzinēju spailēm. Spriegumam samazinoties līdz tādai vērtī­bai, ka elektrodzinēja griezes moments kļūst mazāks par darbmašī­nas vai mehānisma pretestības momentu, elektrodzinējs apstājas. Lai elektrodzinējs neapstātos, jābūt ievērotai šādai sakarībai:

, (4.38)

kur *Mpret.max* — darbmašīnas vai mehānisma maksimālās pretestī­bas moments;

 - (4.39)

- elektrodzinēja pārslodzes spēja, ievērojot sprieguma pa­zemināšanos tam pašam barošanas avotam pieslēgta elektrodzinēja palaišanas brīdī;

*mm* — elektrodzinēja pārslodzes spēja (pēc kataloga datiem).

Ja zināms darbmašīnas un mehānisma pretestības moments pa­laišanas brīdī *Mpret*.*pal* un pretestības momenta maksimālās vērtības *Mpret*.*max* attiecība pret elektrodzinēja nominālo griezes momentu, formulas (4.33) un (4.38) var pārveidot šādi:

 (4.40)

 (4.41)

kur  — darbmašīnas vai mehānisma pretestī­bas momenta palaišanas brīdī attiecība pret elektrodzinēja nominālo griezes momentu;

 — darbmašīnas vai mehānisma maksimālā pretestības momenta attiecība pret elek­trodzinēja nominālo griezes momentu (sk. 4.2. tab.).

4.2. tabula

**Pretestību momentu un elektrodzinēja nominālo griezes momentu attiecības**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Darbmašīnas vai mehānisma**  **nosaukums** | **Pretestības momenta un elektrodzinēja nominālā momenta *MN* attiecība palaišanas brīdī** | | **Maksimālā pretestības momenta un elektrodzinēja nominālā mo­menta *MN* attiecība *M\*pret max*** |
| **palaižot dzinēju tukšgaitā, *M\*pret pal*** | **palaižot slogotu**  **dzinēju, *M\*pret pal*** |
| Aksiālie propelleru ventilatori | - | 0,3 | 1,5 |
| Centrbēdzes ventilatori | 0,3 | 0,3 | 1,5 |
| Līdzstrāvas ģeneratori | 0,12 |  | 0,5 |
| Turbokompresori | 0,3 | 0,3 | 1,5 |
| Virzuļkompresori | 0,4 |  | 1,4 |
| Virzuļsūkņi | 0,4 | 1,5 | 1,5 |
| Virzuļu vakuumsūkņi | 0,4 |  | 1,4 |
| Virpuļsūkņi | 0,3 | 0,3 | 1,4 |
| Centrbēdzes sūkņi | 0,3 | 0,3 | 1,5 |
| Gateri | 1,0 |  | 1,5 |

**4.5. piemērs.** Aprēķināt sprieguma zudumu 380 V tīkla un pār­baudīt, vai var palaist asinhrono elektrodzinēju, kurš darbina gateri. Gaisvadu līnija izbūvēta ar četriem A-70 markas va­diem, līnijas garums — 0,2 km, *Dvid* – 600 mm. Pievads no gaisvadu līnijas līdz elektrodzinējam izbūvēts ar kabeli, kura alumīnija dzīslas šķērsgriezums ir 16 mm2, kabeļa garums – 20 m. Elektrodzinēja kataloga dati: *PN* = 20 kW, *IN* = 45,5 A, cos*φN* = 0,83, *Ipal*/*IN* = 7, *mpal* = 1,8, 380 V līnija pieslēgta 20/0,4 kV transformatoru apakšstacijai, kurā uzstādīts transformators TCMA-100/20. Ja gateri nedarbina, transformatora sekundārā tinuma spriegums *U*2 = *UN* = 400 V.

Atrisinājums.

1. Aprēķina transformatora pilno pretestību



kur *Uk* (%) = 5,4 % - transformatora īsslēguma spriegums (sk. P.4.5. pielikumu);

*SN* = 100 kVA – transformatora nominālā jauda.

2. Aprēķina transformatora aktīvo pretestību



kur Δ*Pk* = 2,15 kW – transformatora īsslēguma zudumi (sk. P.4.5. pielikumu).

3. Aprēķina transformatora induktīvo pretestību



4. Aprēķina 380 V sprieguma gaisvadu līnijas pretestības

*Rl* = *r*0∙*l* = 0,46∙0,2 = 0,092 ≈ 0,09 Ω;

*Xl* = *x*0∙*l* = 0,3∙0,2 = 0,06 Ω.

(*r*0 atrod no P.1.6. tabulas, *x*0 – no P.1.7. tabulas).

5. Aprēķina kabeļa pretestības



kur *l* = 20 m – kabeļa garums; *γ* = 32 MS / m – alumīnija vada aprēķina īpatnējā vadītspēja;

*F* = 16 mm2 – kabeļa dzīslas šķērsgriezums.

Kabeļa induktīvā pretestība ir maza, tāpēc to var aprēķinos neievērot (*Xkab* = *x*0∙*l* = 0,065∙0,02 = 0,0013 ≈ 0, kur *x*0 – kabeļa īpatnējā induktīvā pretestība no P.2.26. tabulas).

6. Aprēķina sprieguma zudumu elektrodzinēja palaišanas momentā



kur 

*Ipal*/*IN* = 7 = *K pal* – elektrodzinēja palaišanas strāvas un nominālās strāva attiecība.

7. Aprēķina faktiskā sprieguma attiecību pret nominālo spriegumu elektrodzinēja palaišanas momentā



kur  (spriegums uz elektrodzinēja spailēm ir 400 V, ja elektrodzinējs nav pieslēgts, t.i., par 5 % augstāks nekā elektrodzinēja nominālais spriegums 380 V).

8. Aprēķina palaišanas momenta vairākkārtīgumu, ievērojot sprieguma samazināšanos



9. Pārbaudām elektrodzinēja palaišanas spēju



*Secinājums.* Tātad elektrodzinēju palaist var.

 (4.2. tab.).

**4.3. LĪDZSTRĀVAS UN MAIŅSTRĀVAS APGAISMOŠANAS**

**DIVVADU LĪNIJU APRĒĶINS**

Pieņemsim, ka dota līnijas shēma un jāaprēķina sprie­guma zudums (4.3. att.).

Patērētāju slodzes strāvas apzīmējam ar *i*1, *i*2, *i*3,…, *in*,strāvas līnijas posmos — *IA*1, I12*, I*23,..., *Imn*, posmu garumus — *lA*1, *l*12, *l*23,…, *lmn*. Shēmu vienkāršo un attēlo kā vienlīnijas shēmu, pa­rādot katrā posmā strāvas virzienus no barošanas avota uz patērē­tājiem. Izmantojot Oma likumu, aprēķinām sprieguma zudumu līnijā. Sprieguma zudums Δ*UAn* ir vie­nāds ar līnijas atsevišķo posmu sprieguma zudumu summu tiešajā un atgriezeniskajā vadā (ja visos līnijas posmos ir vienāds vada šķērsgriezums):

 (4.42)

Parasti uzdevumā ir dotas patērētāju strāvas, tāpēc formulu pār­veidojam, izmantojot pirmo Kirhofa likumu:

*I*23 *= i*3 +...+ *in*, *I*12 *= i*2 *+ i*3+... + *in*, *IA*1 *= i*1 *+ i*2*+ i*3*+...+ in*, un, matemātiski pārveidojot, ievietojam formulā (4.42):

|  |
| --- |
| 4.3. att. Aizvietošanas shēma līdzstrā­vas līnijai ar vairākiem patērētājiem. |

 (4.43)

Aizvietojam *RA*1 *=* *rA*1, *RA*2 *= rA*1 *+ r*12, *RA*3 *= rA*1 *+ r*12 *+ r*23; *RA*n *= rA*1 *+ r*12 *+ r*23*+*...+ *rmn* un, ievietojot izteiksmē (4.42), varam rak­stīt, ka

Δ*UAn=*2(*i*1*RA*1 *+ i*2*RA*2*+ i*3*RA*3 *+* ... + *inRAn*)

vai vispārīgā veidā

 (4.44)

Formulās (4.42) un (4.44) ievietojam *rmn* = *lmn* /γF un *RAn = LAn/γF* iegūs­tam tās pašas formulas pārveidotā formā:

 (4.45)

 (4.46)

No formulām (4.45) un (4.46) varam izteikt vada šķērsgriezumu:

 (4.47)  
  (4.48)

Apzīmējam



kur *p*1, *p*2, *p*3, *pn* — patērētāju aktīvās jaudas,

*PA*1, *P*12, *P*23,…, *Pmn* — līnijas posmu aktīvās jaudas

Ievietojam formulas (4.47) un (4.48) strāvu vieta jaudas dalī­jumu ar spriegumu un, iznesot nominālo spriegumu *UN* kā konstantu lielumu pirms summas zīmes, iegūstam, ka

 (4.49)

 (4.50)

Ja sprieguma zudums uzdevumā dots procentos, vienādojumus pārveidojam šādi:



 (4.51)

 (4.52)

Formulas bez pārveidojumiem var izmantot arī vienfāzes maiņ­strāvas tīklos, jā jaudas koeficients cos*φ* = l (piemēram, apgaismo­šanas tīkla aprēķinā, ja par gaismas avotiem izmanto kvēlspuldzes).

Formulās lietotie lielumi jāizsaka šādās vienībās: *i, I* — ampē­ros; Δ*U, UN* — voltos; *p, P —* vatos; *l, L* — metros; Δ*U*(*%*)— procentos. Ja kādu lielumu izsaka citās vienībās, jālieto attiecīgi koeficienti.

**4.6. piemērs.** Aprēķināt līdzstrāvas līnijas vada šķērsgriezumu, ja pieļaujamais sprieguma zudums Δ*U*(%) = 7,5 %, līnijas spriegums *UN* = 220 V, slodze dota kilovatos, posmu garumi — metros. Līniju paredzēts izbūvēt ar alumīnija vadiem (4.4. att.).

|  |  |
| --- | --- |
|  | 4.4. att. Līnijas shēma 4.6. piemēram. |

*Risinājums*. Vispirms aprēķinām katra posma summāro jaudu:

*PA*1 = *p*1 + *p*2 + *p*3 = 5000 + 5000+2000 = 12 000 W; *P*12 = *p*2 + *p*3 = 5000+2000 = 7 000 W;

*P*23 = *p*3 = 2 000 W.

Vada šķērsgriezumu aprēķina pēc formulas



Izvēlamies vadu A-25. (Alumīnija vadam *γ* = 32 MS/m.)

**4.4. SPRIEGUMA ZUDUMU APRĒĶINS TRĪSFĀZU LĪNIJAI AR**

**VAIRAKĀM SLODZĒM.**

Ja līnijai ir pieslēgtas vairākas slodzes, sprieguma zu­dumu aprēķina, summējot katra līnijas posma sprieguma zudumus

 (4.53)

kur *Pmn* — posma *mn* aktīvā slodze (kW);

*Qmn* — posma *mn* reaktīvā slodze (kVAr);

*Rmn* un *Xmn* — posma *mn* aktīvā un induktīvā līnijas vadu pretes­tība (Ω);

*UN* — līnijas nominālais spriegums (kV);

Δ*U* — sprieguma zudums (V).

Tīklos ar spriegumu līdz 1000 V sastopami gadījumi, kad tīkla cos *φ*2 ir tuvs vienam (apgaismošanas tīkli). Tādā gadījumā *Q* ≈ 0 un formulu (4.53) var lietot vienkāršotā formā:

 (4.54)

Līnijas induktīvā pretestība ir maza, un aprēķinos formulu (4.54) var izmantot arī šādos gadījumos:

* kabeļu līnijās ar spriegumu līdz 10 kV un kabeļu dzīslas šķērsgriezumu (vara) līdz 35 mm2, un cos *φ*2 > 0,95;
* iekšējos elektriskajos tīklos, kas izveidoti ar auklām vai izolētiem vadiem caurulēs;
* no izolētiem vadiem uz rullīšiem iz­veidotos pievados līdz nelielas jaudas elektrodzinējiem ar strāvu vadošās daļas šķērsgriezumu līdz 6 mm2.

**4.7. piemērs**. Aprēķināt sprieguma zudumu 20 kV tīklā (4.5. att.) līdz patērē­tājiem 4 un 5. Tīkls visā ga­rumā izbūvēts ar vadu A-35, vidējais ģeometriskais attā­lums starp vadiem *Dvid* = 1,2 m, bez tam dots posmu garums (km) un patērētāju jaudas *P - jQ* (kW- - *j*kVAr).

|  |
| --- |
| 4.5. att. Līnijas shēma 4.7. piemēram. |

Risinājums.

1. Aprēķina slodzi katrā posmā:

*PA*1 - *jQA*1 = (200 + 100 + 100 + 200) - *j*(30+20 + 50 + 50) = = 600 kW - *j*150 kVAr;

*P*12 – *jQ*12 = (100 + 100 + 200) – *j*(50 + 20 + 50) = 400 kW - *j*120 kVAr;

*P*23 – *jQ*23 = (100 + 100) – *j*(50 + 20) = 200 kW – *j*70 kVAr;

*P*34 – *jQ*34 = *p*4 – *jq*4 = 100 kW – *j*50 kVAr;

*P*25 – *jQ*25 = *p*5 – *jq*5 = 200 kW – *j*50 kVAr.

2. Aprēķina sprieguma zudumu līnijā līdz pēdējiem patērētājiem.

Tā kā līnija visā garumā izbūvēta ar vienāda šķērsgriezuma vadu, pārveidojam formulu (4.53) šādi:



Vadam A-35 *R*0 = 0,92 (Ω/km), *X*0 = 0,4 (Ω/km),



**4.5. TRĪSFĀZU MAIŅSTRĀVAS MAĞISTRĀLE AR VISĀ LĪNIJAS GARUMĀ**

**VIENĀDA ŠĶĒRSGRIEZUMA VADIEM**

Sprieguma zudumu var sadalīt divās komponentēs:  
  (4.55)

kur  — sprieguma zudums aktīvajā pretestībā;

 — sprieguma zudums reaktīvajā pretestībā.

Vienā un tai pašā sprieguma līnijā, lietojot dažāda šķērsgrie­zuma vadus, attālumu starp vadiem nemaina. Ja vadu savstarpējais attālums ir nemainīgs, tad, izmainot vada diametru, vadu induktīvā pretestība izmainās maz. Tā, piemēram, izmainot vada šķērsgrie­zumu (tātad arī vada diametru) no 16 mm2 līdz 120 mm2 (*Dvid* = 2000 mm), alumīnija vada induktīvā pretestība izmainās 1,2 reizes, bet aktīvā pretestība — 13,6 reizes. Tātad viena sprieguma līnijai varam pieņemt, ka induktīvā pretestība ir konstanta. Šo īpašību iz­manto, lai noteiktu vada šķērsgriezumu, ja zināms pieļaujamais sprieguma zudums Δ*UP*.

Aprēķina secība.

1. Pieņem, ka vada induktīvā pretestība *X*0 = 0,35…0,4 Ω/km, un aprēķina sprieguma zudumu induktīvajā pretestībā (formulā iznes pirms summas zīmes konstanto lielumu *X*0, ja *X = X*0*l*).

1. Tā kā Δ*Up* = Δ*Ua* + Δ*Ur*, tad Δ*Ua* = Δ*Up* – Δ*Ur*. Zinot, ka aktīvā pretestība *R* = =*l /γF*,



1. Vada šķērsgriezums

 (4.56)

Ja slodze izteikta aktīvās jaudas vienībās,

 (4.57)

4. Izvēlas vada standartšķērsgriezumu, no tabulām atrod *R*0 un *X*0 un aprēķina faktisko sprieguma zudumu

 (4.58)

**4.8. piemērs**. Aprēķināt vada šķērsgriezumu 20 kV līnijai, ja pie­ļaujamais sprieguma zudums Δ*Up*(%) = 5 %. Vidējais ģeometriskais attālums starp vadiem *Dvid* = l,8 m, līniju pare­dzēts izbūvēt ar visā ga­rumā vienāda šķērsgrie­zuma alumīnija vadiem. Līnijas shēmā (4.6. att.) posmu garumi doti kilo­metros, patērētāju jau­da — kilovatos (kW) un kilovaros (kVAr).

|  |
| --- |
|  |

4.6. att. Līnijas shēma 4.8. piemēram.

Risinājums.

1. Pieļaujamais sprieguma zudums voltos



2. Aprēķinām jaudu katrā posmā:

*PA*1 - *jQA*1 = (100 + 300+500) - *j*(20+100+200) = 900 kW - *j*320 kVAr;

*P*12 - *jQ*12 = (300+500) - *j*(100+200) = 800 kW - *j*300 kVAr;

*P*23 - *jQ*23 = 500 kW - *j*200 kVAr.

Pieņemam, ka *X*0 = 0,4 Ω/km, un aprēķinām sprieguma zudumu reaktīvajā pretestībā



Sprieguma zudums aktīvajā pretestībā  
 Δ*UaA*3 = Δ*UpA*3 - Δ*UrA*3 = 1000 - 114 = 886 V.

Aprēķinām vada šķērsgriezumu



Izvēlamies vadu A-35 (*R*0 = 0,92 Ω/km, *X*0 = 0,38 Ω/km).

6. Aprēķinām faktisko sprieguma zudumu



Δ*Up* = 1000 V > Δ*Ufak A*3 = 824 V, tātad vads aprēķināts pareizi.

**4.6. TRĪSFĀŽU MAIŅSTRĀVAS TĪKLA APRĒĶINS, IEVĒROJOT**

**MINIMĀLO VADA MATERIĀLA PATĒRIŅU.**

Trīsfāzu tīklus visos gadījumos neizbūvē ar visā līnijas garumā vienāda šķērsgriezuma vadiem. Līnijas sākumā lieto lielāka šķērsgriezuma vadus, bet virzienā uz līnijas beigām arvien mazāka šķērsgriezuma vadus, jo līnijas sākumā ir lielāka slodze nekā līnijas beigās. Atsevišķos posmos var lietot dažādu šķērsgriezumu vadus, tikai sprieguma novirze pie patērētājiem nedrīkst pārsniegt pieļau­jamo lielumu.

Vienā noteiktā variantā kopējais vadu materiāla patēriņš ir vis­mazākais. Lai atrastu tādu vada šķērsgriezuma izvēles variantu, ir izstrādāta aprēķina metode.

Apskatām piemēru. Dota līnijas shēma ar diviem patērētājiem (4.7. att.).

Pieņemot, ka līnijas induktīvā pretestība ir *X*0, aprēķinam sprie­guma zudumu reaktīvajā pretestībā Δ*Ur* un atrodam, ka Δ*Ua* = = Δ*Up* - Δ*Ur*.

|  |  |
| --- | --- |
|  | 4.7. att. Shēma līnijai ar divām slodzēm. |

Posmā A-1 sprieguma zudums aktīvajā pretestībā ir Δ*UaA*1, posmā 1-2 — Δ*Ua*12 = Δ*Ua*- Δ*UaA*1. Ja zi­nāmi Δ*UaA*1 un Δ*Ua*I2, vada šķērs­griezumu abos posmos varam aprē­ķināt šādi:

 (4.59)

. (4.60)

*IaA*1 un *Ia*12 — līnijas posmu A-1 un 1-2 strāvu aktīvās komponen­tes.

Vadu materiāla kopējais tilpums visās trīs līnijas fāzēs

 (4.61)

Vienādojumā visi lielumi attiecībā pret vadu materiāla tilpumu ir konstanti, izņemot Δ*UaA*1 , kuru var mainīt. Lai atrastu vadu mate­riāla minimālo tilpumu, jāņem pirmais atvasinājums pēc Δ*UaA*1 un vienādojums jāpielīdzina nullei:



Rezultātā iegūsim

 (4.62)

Vienādojuma (4.62) kreiso pusi reizinām ar *PA*1 /*PA*1 labo pusi ar *P*12/*P*12, visu vienādojumu ar 1/*γUN*, tad

 (4.63)

Tā kā izteiksmes iekavās ir vienādas ar  un , tad varam rak­stīt, ka

 (4.64)

Tātad, lai vadu materiāla patēriņš līnijā būtu minimāls, vada šķērsgriezums līnijas posmos jāizvēlas proporcionāli kvadrātsaknei no posma aktīvās jaudas.

Attiecība  vienai un tai pašai līnijai ir konstants lie­lums, un to var aprēķināt šādi:



 (4.65)

Zinot *Kmin*, viegli var aprēķināt vada šķērsgriezumu katrā līnijas posmā

 (4.66)

**4.9. piemērs**. Aprēķināt trīsfāzu līnijas vadu šķērsgriezumu katrā posmā, lai būtu minimālais vadu materiāla patēriņš. Līnijas nominā­lais spriegums 380 V, vidējais ģeometriskais attālums starp va­diem *Dvid* = 600 mm, pieļau­jamais sprieguma zudums Δ*U*(%) = 7,5%. Līnijas shēmā posmu garumi doti 4.8. att. Līnijas shēma 4.9. piemēram, kilometros, patērētāja jaudas — kW - *j*kVAr. Līniju paredzēts iz­būvēt ar alumīnija vadiem.

|  |  |
| --- | --- |
|  | 4.8. att. Līnijas shēma 4.9. piemēram |

Risinājums.

1. Pieļaujamais sprieguma zudums



2. Pieņemam, ka īpatnējā induktīvā pretestība *X*0 = 0,35 Ω/km, un aprēķinām sprieguma zudumu reaktīvajā pretestībā:



Tad pieļaujamais sprie­guma zudums līnijas aktīvajā pretestībā Δ*UaA*4 = Δ*U* - Δ*UrA*4 = 28,5 - 4,7 = 23,8 V.

3. Aprēķinām koeficientu *Kmin*:



4. Aprēķinām vadu šķērsgriezumu katrā līnijas posmā:

posmā A-l  = 73,5 mm2, izvēlas vadu A-70;

posmā 1-2 = 51,5 mm2, izvēlas vadu A-70;

posmā 2-3  = 27,5 mm2, izvēlas vadu A-35;

posmā 3-4  = 21,7 mm2, izvēlas vadu A-25.

Posmos *A*-l un 1-2 izvēlamies vienāda šķērsgriezuma vadus, jo posmi ir īsi; posmā *A*-l aprēķinātais vada šķērsgriezums pārsniedz vada *A*-70 šķērsgriezumu. Lai sprieguma zudums nepārsniegtu pieļaujamo, posmā 1-2 vada šķērsgriezumu palielina.

5. No tabulām (P.1.6. un P.1.2. tabula) atrodam katra, vada šķērsgriezumam atbilstošu īpatnējo aktīvo un induktīvo pretestību:

Vada marka A-70 A-35 A-25

*R*0 (Ω/km) 0,46 0,92 1,28

*X*0 (Ω/km) 0,30 0,33 0,35

6. Aprēķinām faktisko sprieguma zudumu līnijā



tātad vadu izvēle ir pareiza.

Vada materiāla kopējais tilpums

*V* = 3*FA*1·*lA*1 + 3*F*12·*l*12 + 3*F*23·*l*23 + 3*F*34·*l*34 = 3·10-6(70·200 + 70·100 + 35·150 +25·150) =

= 9·10-2 = 0,09 m3.

Ja izvēlamies posmā A1 vada šķērsgriezumu *FA*1 = 95 mm2 (*R*0 = 0,34 Ω/km, *X*0 = 0,3 Ω/km), tad faktiskais sprieguma zudums līnijā samazināsies līdz Δ*Ufak.A*4 = 23,4 V, vada materiāla kopējais tilpums palielināsies līdz *V* = 0,105 m3.

**4.7. EKONOMISKAIS STRĀVAS BLĪVUMS.**

Pamatojoties uz tehniski ekonomiskā aprēķina rezultātiem, dažādām kabeļu un gaisvadu līniju vadu markām atkarība no slodzes maksimuma izmantošanas laika izbūves noteikumos vada šķērsgriezumu ieteikts izvēlēties šādi:

 (4.67)

kur *Imax* – maksimālā aprēķina slodzes strāva normālā režīmā, A;

*Jek* – ekonomiskais strāvas blīvums, A/mm2.

Trīsfāžu tīklam



kur *St* – pārvades tīkla jauda, *Ut* – tīkla spriegums.

Ekonomiskais strāvas blīvums ir atkarīgs no slodzes maksimuma izmantošanas laika *tmax* un vada vai kabeļa materiāla *Jek = f*(*tmax*, vadītāja tips) (4.3. tab.). Ja zināms slodzes maksimuma izmantošanas laiks *tmax*, izvēlas vada vai kabeļa tipu (marku) un no 4.3. tabulas nosaka ekonomisko strāvas blīvumu *Jek*.

4.3. tabula

**Ekonomiskais strāvas blīvums**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Vada vai kabeļa nosaukums** | **Ekonomiskais strāvas blīvums, A/mm2** | | |
| **Maksimuma izmantošanas laiks, h** | | |
| **1000…3000** | **3000…5000** | **5000…8760** |
| Kailvadi un kopnes: |  |  |  |
| Vara | 2,5 | 2,1 | 1,8 |
| Alumīnija | 1,3 | 1,1 | 1,0 |
| Kabeļi ar papīra izolāciju, vadi ar gumijas vai polivinilhlorīda izolāciju un |  |  |  |
| vara dzīslām | 3,0 | 2,5 | 2,0 |
| alumīnija dzīslām | 1,6 | 1,4 | 1,2 |
| Kabeļi ar gumijas vai plastmasas izolāciju un  vara dzīslām | 3,5 | 3,1 | 2,7 |
| alumīnija dzīslām | 1,9 | 1,7 | 1,6 |

Vada šķērsgriezumu atkarībā no ekonomiskā strāvas blīvuma neizvēlas šādos gadījumos:

a) rūpniecības uzņēmumu elektriskajos tīklos ar spriegumu līdz 1000 V, ja uzņēmuma slodzes maksimuma izmantošanas laiks ir līdz 4000…5000 stundām;

b) atsevišķu elektroenerģijas patērētāju pievados ar spriegumu līdz 1000 V, tāpat rūpniecības uzņēmumu, dzīvojamo un sabiedrisko ēku apgaismošanas tīklos, ja tie pārbaudīti pēc sprieguma zuduma;

c) visu spriegumu elektroiekārtu sadales kopnēs;

d) pievados līdz rezistoriem, palaišanas reostatiem utt.;

e) pagaidu elektroietaisēs (ekspluatācijas laiks 3…5 gadi).

Ja no līnijas atzarojas vairākas slodzes un līnijas visā garumā izvēlas vienāda šķērsgriezuma vadu, ekonomisko strāvas blīvumu līnijas sākumā palielina *Kp* reizes:

 (4.68)

kur *I*1, *I*2, …, *In* – strāvas līnijas posmos;

*l*1, *l*2, …, *ln* - līnijas posmu garumi;

*L* – līnijas kopgarums.

Ja patērētāja maksimālā slodze ir nakts laikā, ekonomisko strāvas blīvumu rekomendē palielināt par 40 %. Tāpat rekomendē ekonomisko strāvas blīvumu palielināt par 40 % izolētiem vadiem ar 16 mm2 un mazāku šķērsgriezumu. Patērētāju slodze maksimālo vērtību parasti nesasniedz tūlīt pēc gaisvadu līnijas nodošanas ekspluatācijā, bet pēc vairākiem gadiem. Tāpēc maksimālo strāvu nosaka, reizinot līnijas aprēķina strāvu piektajā ekspluatācijas gadā ar koeficientu α, kuru savukārt aprēķina pēc šādas formulas:

 (4.69)

kur *i*1 = *I*1/*I*5 – aprēķina strāvas pirmajā ekspluatācijas gadā (*I*1) attiecība pret aprēķina strāvu piektajā ekspluatācijas gadā (*I*5);

*imax = Imax* / *I*5 – maksimālās strāvas pēc pieciem gadiem (*Imax*) attiecība pret aprēķina strāvu piektajā ekspluatācijas gadā (*I*5).

Otrās kategorijas patērētājiem elektroenerģiju piegādā pa diviem viens otram blakus novietotiem kabeļiem. Otro kabeļi izmanto par rezerves kabeli, lai nodrošinātu nepārtrauktu elektroenerģijas piegādi darba kabeļa bojājuma gadījumā. Darba kabeļa un rezerves kabeļa summāro šķērsgriezumu aprēķina pēc ekonomiskās strāvas blīvuma kā šķērsgriezumu vienam kabelim.

Ja līnija baro vairākus patērētājus ar dažādiem maksimuma izmantošanas laikiem, vidējo maksimuma izmantošanas laiku aprēķina pēc formulas

, (4.70)

kur *K*0 – slodžu vienlaicības koeficients.

**4.7.1. VADĪTĀJU ŠĶĒRSGRIEZUMA IZVĒLE PĒC SPRIEGUMA**

**ZUDUMA.**

Lai tīkls strādātu ekonomiski un būtu ievēroti arī elektroenerģijas kvalitātes rādītāji, lieto sekojošu aprēķina metodi:

1. Aprēķina Δ*Up*.

2. Aprēķina maksimāli pieļaujamo strāvas blīvumu *J* no sprieguma zudumu viedokļa

 (4.71)

kur *γ* – vada materiāla īpatnējā vadītspēja;

*φ* – attiecīgā līnijas posma fāzes sprieguma un fāzes strāvas nobīdes leņķis.

3. No 4.3. tab. atrod dotajai līnijai *Jek*, kas ir atkarīgs no maksimālās slodzes izmantošanas laika (stundu skaita gadā), vadu materiāla, ģeogrāfiskā rajona un līnijas veida.

4. Salīdzina *J* un *Jek*, aprēķina vada šķērsgriezumu. Šeit iespējami divi gadījumi

a) ja *J > Jek* vada vai kabeļa šķērsgriezums jāaprēķina pēc formulas

 (4.72)

Pie kam šis šķērsgriezums ir pietiekams arī pēc pieļaujamā sprieguma zuduma.

b) ja *J < Jek* vada vai kabeļa šķērsgriezums jāaprēķina pēc formulas

 (4.73)

Šajā gadījumā vada vai kabeļa šķērsgriezums it pietiekams pēc pieļaujamā sprieguma zuduma, bet neapmierina no ekonomiskā viedokļa. Tādēļ vēlams paaugstināt līnijas spriegumu vai izmainīt tīkla barošanas shēmu, ja vien tas ir tehniski iespējams.

5. Aprēķina šķērsgriezumu *Fa* izvēlas pēc standarta šķērs­griezumu skalas. Ja aprēķins izdarīts kā punktā 4.a. tad standartšķērsgriezumu var izvēloties lielāku vai ma­zāku par *Fa,* bet, ja aprēķins izdarīts kā punktā 4.b., tad standartšķērsgriezums jāizvēlas lielāks vai vienāds ar *Fa*. Pretējā gadījumā sprieguma zudums var pārsniegt pieļaujamo.

6. Pārbauda, vai izvēlētajam vada vai kabeļa standartšķērsgriezumam sprieguma zudumi nav lielāki par pieļaujamajiem

 (4.74)

kur *R*0 un *X*0 izvēlētā standartsķērsgriezuma īpatnējās aktīvās un induktīvās pretestības (Ω/km).

Ja izpildīts noteikums, ka

Δ*Uf* < Δ*Up*,

aprēķins ir pabeigts. Pretējā gadījumā jāizvēlas lielāks vada vai kabeļa standartšķērsgriezums.

Daudzos gadījumos Δ*Uf* pārbaudei ir tikai kontroles nozīme, lai pārliecinātos, ka iepriekšējais aprēķins nav kļūdains.

Aprēķinot šķērsgriezumu pēc šīs metodes, izvēlētais šķērsgriezums nav jāpārbauda no silšanas viedokļa.

***4.10. piemērs.*** Trīsfāzu kabeļu līnija ar nominālo spriegumu *UN* = 10 kV baro apakšstacijas slodzes *P*2 = 1,88 MW un *P*3 = 1,93 MW ar jaudas koeficientiem cos*φ*2 = cos*φ*3 = 0,96 (4.9. att.). Pieļaujamais sprieguma zudums līnijā Δ*Up* = 4 %. Līnijas garums *l*12 = 0,64 km un *l*23 = 0,5 km. Maksimuma izmantošanas laiks *T* = 3500 h. Aprēķināt kabeļu līnijas dzīslu šķērsgriezumos un pārbaudīt faktisko sprieguma zudumu līnijā. Dzīslas izgatavotas no alumīnija, izolācija - no PVC.

|  |
| --- |
| 4.9. att. |

Atrisinājums.

1. Pēc pirmā Kirhofa likuma

*P*12 = *P*2 + *P*3 = 1,88 + 1,93 = 3,81 MW;

*P*23 = *P*3 = 1,93 MW.

2. Maksimālas strāvas nomināla darba režīmā





3. Tā ka maksimuma izmantošanas laiks *T* = 3500 h, tad kabeļiem ar plastmasas izolāciju ekonomiskais strāvas blīvums *Jek* = 1,7 A/mm2 (sk. 4.3. tab.). Dzīslas šķērsgriezumu varam aprēķināt pēc formulas (4.67):





Tuvākie standartšķērsgriezumi *F*12 = 150 mm2, *F*23 = 70 mm2.

4. Reaktīvas jaudas

*Q*12 = *P*12tg*φ*2 = 3810∙0,292 = 1113 kVAr.

*Q*23 = *P*23tgφ3 = 1930∙0,292 = 564 kVAr.

5. Īpatnējas pretestības trīsdzīslu kabeļiem ar alumīnija dzīslām

*F*12 = 150 mm2, *R*0 = 0,206 Ω/km, *X*0 = 0,079 Ω/km.

*F*23 = 70 mm2, *R*0 = 0,443 Ω/km, *X*0 = 0,086 Ω/km.

6. Sprieguma zudumi līnijas posmos





7. Faktiskais sprieguma zudums līnijā

Δ*Ufakt.* = Δ*U*12 + Δ*U*23 = 55,9 + 43,2 = 101,1 V.



**4.7.2. GAISVADU LĪNIJAS APRĒĶINS**.

Gaisvadu līnijas aprēķins nozīme: noteikt vada šķērsgriezumu un vadu tipu; jaudas zudumi līnijā; sprieguma zudumi.

Vada aprēķināto ekonomisko šķērsgriezumu pēc formulas (4.67) pievada pie standarta šķērs­griezumu skalas. Ja šķērsgriezums pārāk liels tad var pieņemt vairāk paralēlas līnijas (vadus) no standartskalas.

Pēc izvēlēta vada tipa un markas, jāparāda pieļaujamas strāvas vērtības.

Optimālo gaisvadu līnijas garumu aptuveni var atrast no izteiksmes

*LL* = (0,3…1)*Ut*. (4.75)

Jaudas zudumus gaisvadu līnijā aprēķina pēc formulām:

 (4.76)

kur Δ*PL* – aktīvas jaudas zudumi gaisvadu līnijā, MW;

Δ*QL* – reaktīvas jaudas zudumi gaisvadu līnijā, MVAr;

*St* – pilnā pārvadīta jauda gaisvadu līnija, MWA;

*Ut* – gaisvadu līnijas spriegums, kV;

*RL, XL* – pilnā aktīva un reaktīva pretestība gaisvadu līnijā, Ω;

*nL* – paralēlo līniju skaits.

Pilnas jaudas zudumi gaisvadu līnijā:

 (4.77)

Aktīvas un reaktīvas pretestības var noteikt pēc izteiksmēm:

 (4.78)

kur *R*0, *X*0 – īpatnējas pretestības, Ω/km.

Aktīvas īpatnējas pretestības vērtības gaisvadu, kabeļu un citam līnijām pie darba temperatūra



kur *γ* – īpatnēja vadītspēja, 1 Ms = m/(Ω·mm2), *F* – vada šķērsgriezums (vienas dzīslas šķērsgriezums kabelim), mm2.

Tā ka ilgstoši pieļaujama darba temperatūra vadītāju materiālam ir 65 vai 700C, tad varam pieņemt

*γ* = 50 m/(Ω·mm2) vara vadiem

*γ* = 30 m/(Ω·mm2) alumīnija vadiem

Īpatnējas reaktīvas pretestības parasti pieņem vienādus

*X*0 = 0,4 Ω/km gaisvadu augstsprieguma līnijām

*X*0 = 0,08 Ω/km kabeļu augstsprieguma līnijām.

Sprieguma zudumi gaisvadu līnijā

 (4.79)

kur Δ*VL* – sprieguma zudums gaisvadu līnijā, %;

*PL* - aktīva pārvadīta jauda gaisvadu līnija, MW;

Lai pārveidot % uz kV izmanto izteiksme



*Piezīme*.

1. Pieļaujamais sprieguma zudums līnijā nedrīkst pārsniegt 10% no sprieguma nominālas vērtības.

2. Aptuveni aktīvas jaudas zudumus var noteikt no izteiksmes

Δ*PL* = 0,03·*SL*. (4.80)

**4.11. piemērs**. Gaisvadu līnijas dotie lielumi: *SL* = 139 MVA, *UL* = 220 kV, vada marka A, cosφ = 0,85, *tmax* = 4000 h. Sastādīt gaisvadu līnijas principiālo shēmu, aprēķināt un izvēlēt vadu, noteikt zudumus Δ*SL*, Δ*UL*.

|  |  |
| --- | --- |
|  | 4.10. att. Gaisvadu līnijas principiāla shēma 4.11. piemēram. |

Atrisinājums.

1. Gaisvadu līnijas principiāla shēma ar aprēķinātiem lielumiem (4.10. att.).

2. Pēc ekonomiskā strāvas blīvuma aprēķina vadu šķērsgriezumus





*Jek = f*(*tmax*, *Al*) = *f*(4000, *Al*) = 1,1 A/mm2.

Ārējai instalācijai izvēlam alumīnija vadu

A-120 x (3 x 120), *Ipieļ.* = 3 x 375 A.

3. Izvēlam gaisvadu līnijas optimālo garumu

*LL* = (0,3…1)*UL* = (0,3…1)·220 = 66…220 km.

Pieņemam *LL* = 100 km.

4. Gaisvadu līnijas pretestības





*γ*Al = 30 m/(Ω·mm2;



5. Jaudas zudumi gaisvadu līnijā







6. Sprieguma zudumi gaisvadu līnijā



*PL = SL*· cos*φL* = 139·0,85 = 118,2 MW.

Ja cos*φL* = 0,85, tad tg*φL* = 0,62.



**4.7.3. VADĪTĀJU ŠĶĒRSGRIEZUMA IZVĒLE PĒC SILŠANAS**.

Jebkuram strāvas vadītājam (kailvadi, kabeļi, kopnes utt.) caurplūstošās strāvas radīto sasilumu ietekmē virkne dažādu faktoru, no kuriem galvenie ir

1. caurplūstošās strāvas vērtības un to izmaiņa laikā;

2. apkārtējās vides temperatūra;

3. vadītāju materiāls, izolācijas tips un vadītāju savstarpējais izvietojums telpā.

Maksimāli pieļaujamo vadītāja ilgstoša sasiluma temperatūru nosaka atkarībā no vadu un kabeļu markas un izolācijas tipa. Gais­vadu līniju kailvadiem pieļaujamā ilgstošā sasiluma temperatūra ir + 70 °C, ja apkārtējā gaisa temperatūra ir +25 °C. Ilgstoši novēro­jumi ir pierādījuši, ka, pārsniedzot šo temperatūru, pārkarst vadu savienojumu kontakti, tie sāk intensīvi korodēt un strauji pieaug pārejas pretestība, kas savukārt papildus karsē kontaktus.

Kabeļiem ar gumijas vai plastmasas izolāciju svina, polivinilhlorīda vai gumijas apvalkā un vadiem (auklām) ar gumijas vai polivinilhlorīda izolāciju pieļaujamā dzīslas sasiluma temperatūra ir +65°C, ja apkārtējā gaisa temperatūra ir +25°C vai zemes temperatūra ir +15°C.

Izejot no nosacījuma par normēto ilgstoša sasiluma temperatūru, ir aprēķinātas ilgstošo strāvu maksimāli pieļaujamās vērtības *Ipieļ* visdažādāko šķērsgriezumu vadiem un kabeļiem.

Izolētiem vadiem un kabeļiem pieļaujamā strāva jānosaka, ievēro­jot ne tikai zemes visaugstāko temperatūru, bet arī kabeļu likšanas apstākļus. Ja kopā liek vairākus kabeļus, siltumapmaiņas process zemē pasliktinās, tāpēc *Ipieļ* vērtības, ir jāpareizina ar pazemi­nošu koeficientu, kura vērtība atkarīga no kopējā kabeļu skaita un atstatuma starp tiem. Ja kabeļus zemē liek caurulēs, tad aprēķiniem jāpieņem tās strāvu *Ipieļ* vērtības, kas noteiktas gaisā novie­totiem kabeļiem. Taču šādā gadījumā temperatūra caurulēs ir vie­nāda ar zemes temperatūru (piemēram, +15°C), nevis ar strāvas Itab aprēķinos izmantoto gaisa temperatūru +25°C. Tāpēc ir papil­dus jālieto temperatūras pielīdzināšanas koeficients. Bez tam ir jāie­vēro zemes īpatnējās termiskās pretestības vērtība kabeļa likšanas vieta. Jo sausāka un akmeņaināka zeme, jo sliktāki ir siltumapmai­ņas apstākļi un līdz ar to pieļaujamās strāvas vērtība mazāka.

Par šķērsgriezuma izvēles pamatlielumu ir jāpieņem aplēsēs strā­vās *Ia* vērtība. Jebkurā gadījumā jāizpildās no­sacījumam:

 (4.81)

kur *kp* – pārslodzes koeficients pēcavārijas režīmā vai remonta darba laikā; *k*1 — koeficients, kas atkarīgs no apkārtējas vides temperatūras; *k*2 — koeficients, kas atkarīgs no kabeļu skaita tranšejā; *k*3 — koeficients, kas raksturo zemes īpatnējo siltuma pretestību.

Avāriju seku likvidēšanas laikā kabeļiem ar polieti­lēna izolāciju ir pieļaujama pārslodze līdz 10% (*kp* = 1,1), bet kabeļiem ar polivinilhlorīda izolāciju — līdz 15% (*kp* = 1,15) no normālās slodzes. Šīs pār­slodzes ir pieļaujamas ne ilgāk par 6 stundām dienā un ne vairāk kā piecas dienas pēc kārtas, ja pārējā laikā kabeļu slodze nepār­sniedz nominālo vērtību.

Var piebilst, ka liela šķērsgriezuma vadiem un kabeļiem pieļau­jamās strāvas blīvums pēc sasilšanas apstākļiem ir mazāks nekā maza šķērsgriezuma vadiem un kabeļiem. Tas izskaidrojams ar to, ka, palielinoties kabeļa šķērsgriezumam, samazinās tā virsmas attie­cība pret šķērsgriezumu. Tātad lielu aplēses strāvu gadījumā liet­derīgi izmantot vairākus kabeļus ar mazāku šķērsgriezumu, nevis vienu kabeli ar lielu šķērsgriezumu.

**4.7.4. VADĪTĀJU ŠĶĒRSGRIEZUMA IZVĒLE PĒC TERMISKĀS**

**IZTURĪBAS ĪSSLĒGUMA GADĪJUMOS**.

Tīklos ar spriegumu virs 1000 V ir jāpārbauda tikai kabeļu termiskā izturība. Gaisvadu līniju vadi nav jāpārbauda. Tāpat var nepārbaudīt termisko izturību tiem kabeļiem, kas aizsar­gāti ar drošinātājiem, kā arī tad, ja kabeļi baro atsevišķus elektrouzņēmējus un ir paredzēta rezervēšana un tad, ja kabeļu bojāšanās (termiskā) nevar izraisīt sprādzienu vai ugunsgrēku. Pie atsevišķiem elektrouzņēmējiem var pieskaitīt arī cehu transformatorus ar jaudu līdz 2,5 MV·Α un augstāko spriegumu līdz 20 kV.

Termiski izturīgu kabeļa šķērsgriezumu aprēķina pēc formulas

 (4.82)

kur *Bk* – īsslēguma strāvas siltuma impulss, A2·s;

*C* – aprēķina koeficients, kas atkarīgs no vadītāja un izolācijas materiāla sasiluma.

Īsslēguma strāvas siltuma impulsu aprēķina pēc izteiksmes

 (4.83)

kur *I∞* - īsslēguma strāvas periodiskas komponentes vērtība;

*tc* - caur kabeli plūstošas īsslēguma strāvas ilgums;

*Ta* – īsslēguma strāvas aperiodiskās komponentes rimšanas laika konstante

 (4.84)

*R*Σ, *X*Σ – summāra aktīvā un reaktīvā pretestība līdz īsslēguma punktam;

*ω* – leņķiskā frekvence; *ω* = 2π*f* = 314 rad/s.

Sadales tīklos 6-10 kV, ja nav konkrētus datus, var pieņemt *Ta* = 0,01 s, bet *tc* no 4.4. tabulas.

No trim aprēķinātiem šķērsgriezumiem (ekonomiskais strāvas blīvums, silšana un termiskā izturība) jāpieņem vislielāko.

**4.12. piemērs.** Noteikt kabeļu dzīslas šķērsgriezumu līnijām L1 un L2 ar spriegumu 10 kV, kas baro 2 vientransformatoru apakšstacijas TA1 un TA2 (4.11. att.). Kabeļi guldīti tranšejā ar zemes temperatūru +100C. Transformatoru aplēses slodze zemsprieguma tīklā *SZS.T*1 = =700 + *j*400 kVA, *SZS.T*2 = 400 + *j*250 kVA. Maksimālas slodzes izmantošanas laiks *T* = 3500 h. Stacionārās īsslēguma strāvas vērtība līnijas sākumā *I∞* = 4 kA, *tc* = 6 s, *Ta* = 0,01 s. Transformatoru tehniskie dati:

4.4. tabula

**Īsslēguma strāvas laiks**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Tīkla posms** | **Aizsardzības pakāpes tīkla shēmā** | **Īsslēguma iedarbības laiks, s** |
| GPA – CSP | 3 | 2,6 |
| GPA – SP | 2 | 1,6 (1,1) |
| CSP – SP | 2 | 1,6 (1,1) |
| SP – TA | 2 – 3 | 0,6 |
| GPA – TA | 2 – 3 | 0,6 |

TA1 – *SN*1 = 1000 kVA, Δ*P*0 = 3,3 kW, Δ*Pk* = 12,2 kW, *I*0 = 2,8%, *Uk* = 5,5%.

TA2 – *SN*2 = 630 kVA, Δ*P*0 = 2,27 kW, Δ*Pk* = 8,5 kW, *I*0 = 2%, *Uk* = 5,5%.

|  |
| --- |
|  |

4.11. att. Elektriskā tīkla shēma 4.12. piemēram

Atrisinājums.

TA1 - jaudas zudumi divtinumu transformatoram







*ST*1 = 11,3 + *j*64,1 kVA.

TA2- jaudas zudumi divtinumu transformatoram







*ST*2 = 7,05 + *j*32,1 kVA.

Līnijas L2 aplēses slodze kopā ar transformatora zudumiem

*Sa.L*2 = *SZS.T*2 + *ST*2 = 400 + *j*250 + 7,05 + *j*32,1 = 407,05 + *j*282,1 kVA.



Līnijas L2 aplēses strāva



Pēc ekonomiskā strāvas blīvuma (4.67) un 4.3. tabulas, ja *T* = 3500 h un *Jekv* = 1,7 A/m2, kabeļa dzīslas šķērsgriezums



Izvēlam trīsdzīslu kabeļi ar PVC izolāciju un dzīslu šķērsgriezumu 16 mm2.

Ja kabeļi guldīti tranšejā, tad kabeļu pieļaujama strāva *Ipieļ* = 90 A (P.2.5. tab.).

Maksimāla aplēses strāva



Korekcijas koeficients uz zemes temperatūru *k*1 = 1,05 (P.2.18. tab.). Tad



Tā ka *Ipieļ* = 90 A > izvēlētais pēc ekonomiskā strāvas blīvuma kabelis no silšanas viedokļa ir pieņemams.

Līnijas L1 aplēses slodze kopā ar transformatora T1 un T2 zudumiem

*Sa.L*1 = *SZS.T*1 + *ST*1 + *Sa.L*2 = (700 + 11,3 + 407,5) + *j*(400 + 64,1 + 282,1) =

= 1118,35 + *j*746,2 kVA.



Kabeļa L1 aplēses strāva



No ekonomiskā strāvas blīvuma līnijas L1 kabeļa dzīslas šķērsgriezums



Izvēlam kabeli ar alumīnija dzīslām un PVC izolāciju 3 x 50. Pieļaujama temperatūra *Tpieļ* = 175 A (P.2.5. tab.).

Maksimālo aplēses strāvu var noteikt pēc transformatoru nominālas jaudas



Korekcijas koeficients uz zemes temperatūru *k*1 = 1,05 (P.2.18. tab.). Tad



Tā ka *Ipieļ* = 140 A > , izvēlētais pēc ekonomiskā strāvas blīvuma kabelis no silšanas viedokļa ir pieņemams.

Pārbaudām kabeļa termisko izturību. Pēc formulas (4.83) aprēķinam īsslēguma strāvas siltuma impulsu



Minimālo kabeļa dzīslu šķērsgriezumu aprēķinam pēc formulas (4.82), ja C = 100



Tuvākais dzīslu šķērsgriezums *F* = 35 mm2.

Tātad pēc termiskas izturības līnijai L2 vajag izvēlēt kabeli 3 x 35 ar *Ipieļ* = 140 A.

Līnijas L1 kabelis atbilst termiskās izturības prasībām.

**4.13. piemērs**. Rūpnīcas sadales punkta (SP) ar aplēses slodzi *Sa.sp* = 11 MVA barošanas līnija no apakšstacijas izveidota ar diviem 10 kV kabeļu līnijām (4.12. att.). Līnijas garums 1,5 km, kabeļu dzīslas no alumīnija, izolācija no PVC. Līnijas L1 un L2 kabeli guldīti tranšejas ar zemes temperatūru + 150C. Stacionārās īsslēguma strāvas vērtība līnijas sākumā *I∞*1 = 9,2 kA, *tc* = 1,6 s, *Ta* = 0,01 s. Maksimālais slodzes izmantošanas laiks T = 4200 h. Noteikt kabeļa dzīslas šķērsgriezumu.

Atrisinājums.

Normālā darba režīmā kabeļu līnijas noslogoti vienādi, tad katras līnijas aplēses strāva



|  |
| --- |
|  |

4.12. att. Elektriskā tīkla shēma 4.13. piemēram

No ekonomiskā strāvas blīvuma kabeļa dzīslas šķērsgriezumu aprēķina pēc formulas (4.72)



Izvēlam trīsdzīslu kabeļu ar dzīslas šķērsgriezumu *F* = 185 mm2 un pieļaujamo strāvu *Ipieļ* = 385 A (P.2.5. tab.).

Pārbaudām izvēlēto dzīslu šķērsgriezumu uz silšanu pēcavārijas režīmā, ja viena līnija ir atslēgta un pieļaujamais pārslodzes koeficients kabelim ar PVC izolāciju *kp* = 1,15



Tā ka *Ipieļ* = 385 A < *Ia.av* = 552,9 A kabeli ar dzīslas šķērsgriezumu 185 mm2 nedrīkst izmantot. Guldīšanai tranšejas parasti nelieto kabeļus ar šķērsgriezumu lielāku par 240 mm2.

Tātad katrai līnijai vajag izmantot divus kabeļus viena tranšejā. Ja attāluma starp kabeļiem ir 200 mm, tad korekcijas koeficients *k*2 = 0,94 (P.2.24. tab.) un katra kabeļa aplēses strāva pēcavārijas režīmā



Tuvākais kabeļa šķērsgriezums ir 95 mm2 ar *Ipieļ* = 255 A (P.2.5. tab.).

***Kabeļa termiskā izturība***. Aprēķina īsslēguma strāvas vērtību SP kopnēm 10 kV.

Elektroapgādes sistēmas reaktīvā pretestība pret apakšstacijas kopnēm (*UTA* = 10,5 kV)



Kabeļiem ar šķērsgriezumu 150 mm2 īpatnēja induktīvā pretestība *X*0 = 0,079 Ω/km (P.2.26. tab.). Divkabeļu līnijas induktīvā pretestība



Summārā induktīvā pretestība pret īsslēguma punktam

*XΣ = XC + XL* = 0,66 + 0,06 = 0,72 Ω.

Trīsfāžu īsslēguma strāvas vērtība uz SP kopnēm



Īsslēguma strāvas siltuma impulss



Minimālo kabeļa dzīslu šķērsgriezumu aprēķinam pēc formulas (4.82), ja C = 100



Tuvākais dzīslu šķērsgriezums F = 120 mm2. Tātad termiski izturīgi pret īsslēguma strāvas iedarbību kabeļi ar dzīslas šķērsgriezumu vienādu vai lielāku par *Ffakt.* =120 mm2.

Galvenais nosacījums kabeļa dzīslas šķērsgriezuma izvēlei piemērā ir silšana pēcavārijas režīmā.

**4.8. REAKTĪVĀS JAUDAS KOMPENSĒŠANA**

**4.8.l. REAKTĪVĀS JAUDAS KOMPENSĒŠANAS PAŅĒMIENI.**

Reaktīvā jauda ar induktīvu rakstura rodas no fāzu nobīdes starp sprieguma un strāva, ja slodzei ir induktīvs raksturs. Reaktīvo jaudu ģeometriski saskaitot ar aktīvo jaudu, nosaka pilno jaudu. Strāvas stipruma ķēdē ir proporcionāls pilnai jaudai. Ja samazinās reaktīvā jauda, aktīvā jauda nemainās, un strāva ķēdē samazinās. Elektroenerģijas zudumi tikla ele­mentos un arī ģeneratoru jauda ir atkarīga no strāvas. Lai maksimāli izmantotu ģeneratorus aktīvās jaudas ražošanai un samazinātu enerģijas zudumus tikla elementos, vēlams, lai tikla elementiem nebūtu jāpārvada reaktīvā jauda. Patreizējā teh­nikas attīstības stadijā to panāk ar diviem paņēmieniem:

1. samazinot reaktīvās jaudas patēriņu (paaugstinot cos*φ* pašam patērētājam);
2. uzstādot kapacitatīva rakstura reaktīvās, jaudas ģeneratorus tuvu reaktīvas enerģijas patērētājam reaktī­vās jaudas kompensēšanai.

Galvenie paņēmieni, kurus lieto patērētājā jaudas koefici­enta uzlabošanai ir sekojoši:

1. tehnoloģiskā procesa izmaina un tehnoloģiskās iekārtas nomaiņa ar iekārtu, kurai augstāks cos *φ*;
2. asinhrono dzinēju un transformatoru tukšgaitas ierobežošana;
3. asinhrono dzinēju nomaiņa ar sinhroniem dzinējiem, ja to pieļauj nepieciešamā jauda un tehnoloģiskais process;
4. maznoslogotu dzinēju un transformatoru nomaina ar mazākas jaudas dzinējiem vai transformatoriem;
5. dzinēju remonta kvalitātes uzlabošana, lai saglabātu to nominālos lielumus,

Reaktīvas jaudas kompensēšanai rūpniecības uzņēmumos lieto statiskos kondensatorus un sinhronos kompensatorus. Bez tam šim nolūkam var izmantot arī nenoslogotus sinhronos dzinējus, kabeļu vai gaisa līnijas, taisngriežu iekārtas utt.

**4.8.2. KOMPENSATORU IZVIETOŠANA UN PIESLĒGŠANAS SHĒMAS.**

Kompensējošās ietaises jāpieslēdz tiklam tā, lai būtu izpildītas sekojošas prasības:

1. kompensējošā ietaise būtu pēc iespējas tuvu reaktīvas jaudas patērētājam;
2. uzstādīšanas un ekspluatācijas izdevumi būtu minimāli;
3. kompensējošās iekārtas darbības režīms būtu racionāls.

Pirmais noteikums vislabāk tiek izpildīts, ja kompensējo­šo ietaisi pieslēdz pie tā sprieguma tīkla, pie kura pieslēgti reaktīvās jaudas patērētāji. Nelielos uzņēmumos tās ir 380 V sprieguma ietaises.

Lai izpildītu otro noteikumu, kā kompensējošo ietaisi visbiežāk izvēlas kondensatoru bateriju. Kondensatoru jaudu izvēlas tehniski-ekonomisko aprēķinu rezultātā, kur tiek noteiktas bateriju jaudas, to pievienošanas vietas un atmaksāšanas laiks, salīdzinot investīcijas ar iegūto ekonomisko efektu. Kondensatori ir metāliskos apvalkos (4.13. att.) un to elementiem ir iekšēji drošinātāji, kas atslēdz tos bojājumu gadījumos, saglabājot darbā nebojātus kondensatorus.

|  |  |
| --- | --- |
| 4.13. att. Kondensatoru baterijas konstrukcija: 1 – rezistori; 2 - kondensatori | 4.14. att. Kondensatoru baterija trīsfāžu tīklā. |

Paralēli kondensatoriem paredz rezistorus, ar kuru palīdzību, kondensatorus atslēdzot, tie lēni izlādējas.

Kondensatoru baterijas trīsfāzīgā slēgumā (4.14. att.) ieslēdz ar komutācijas aparātu. Tos ieslēdzot, kondensatori uzlādējas ar tīkla momentāno spriegumu.

Trešais noteikums būs izpildīts, ja kompensators būs pa­reizi noslogots bez lielas reaktīvās jaudas cirkulēšanas pa tīklu. Lai to panāktu pie mainīgas reaktīvās slodzes, konden­satoru baterijas sekcionē, paredzot daļu no kondensatoru mi­nimālas slodzes laikā atslēgt. Kondensatoru baterijas visbiežāk pieslēdz grupu sadalēm, bet var pieslēgt arī tieši pie patērētāja, ja tas darbojas nepārtraukti (individuālā kompensācija). Ja telpu raksturs vai tehnoloģiskais process nepieļauj kondensatoru pieslēgšanu pie sadales iekārtas, var lietot cen­trālu kondensatoru ietaisi transformatoru apakšstacijā. Augst­sprieguma kondensatorus var lietot tajā gadījumā, ja pie transformatora zemsprieguma sadalē trūkst vietas kondensato­ru izvietošanai un šādas shēmas izvēlei ir tehniski ekonomisks pamatojums.

Lai maksimāli izmantotu kondensatoru jaudu, tos slēdz trīsstūra slēgumi. Pēc kondensatoru atslēgšanas tajos sagla­bājas elektrisks lādiņš, kas var būt bīstams cilvēkam. Lai to novērstu, pēc atslēgšanas kondensatorus izlādē caur aktīvu vai induktīva rezistoru. Kondensatoru pieslēgšanas principiā­lās shēmas var redzēt 4.15., 4.16., 4.17. att.

|  |  |
| --- | --- |
| 4.15. att. Individuālais kompensators | 4.16. att. Grupveida kompensators |

|  |  |
| --- | --- |
| 4.17. att. Augstsprieguma kompensators | 4.18. att. |

**4.8.3. KOMPENSATORU APRĒĶINS.**

Kompensatorus aprēķina, izejot no reaktīvās slodzes lieluma energosistēmas maksimālās slodzes laikā. Pieļaujamo reaktīvo slodzi maksimālās slodzes laikā nosaka energosistēma, norādot pieļaujamo tg*φp*. Uzņēmuma dabīgo tg*φ* nosaka no aktīvās un reaktīvās enerģijas skaitītāja rādījumiem energosis­tēmas laikā. Kā no diagrammas redzams, kompensatora jauda

*Qk* = *Q - Qp*.

kur *Q*- faktiskā reaktīvā slodze sistēmas maksimuma laikā;

*Qp* - pieļaujamā reaktīvā slodze.

Tā kā *Q = P·tgφ* un *Qp = P·tg φk*, tad

*Qk = P*(*tg φ - tg φk*). (4.85)

Šādi aprēķināta kondensatora jauda jāizvēlas pēc jaudu standartskalās.

Minimālās slodzes laikā reaktīvās jaudas patēriņš var būt ievērojami mazāks un var rasties stāvoklis, kad *Qk* > *Q*.

Tas nozīmē, ka reaktīvā jauda tiks ievadīta barojošā tīklā, kas ir nepieļaujami, jo tā paaugstina tīkla spriegumu. Lai šāds stāvoklis nerastos, kondensatoru baterija jāizveido no vairākām sekcijām, lai būtu iespēja tas pēc vajadzības atslēgt.

Atslēdzot kondensatoru, tas saglabā spriegumu, tai laikā, kad spriegums uz slēdža kontaktiem no barošanas puses pēc 1/4perioda būs pretējās zīmes. Tātad, uz slēdža kontaktiem būs divkāršs spriegums. Ja starpkontaktu dielektriskā stiprība palielinās nepietiekoši ātri, tad tā var atkārtoti tikt caursista. Katra starpkontaktu spraugas pārklāšanās rada pārspriegumu, kas var sasniegt pieckārtīgu lielumu.

Tāpēc prasība pret šiem komutācijas aparātiem ir paaugstināta. Tiem jābūt ātrdarbīgiem, kas novērš kontaktspraugas pārklāšanos, ar rezervi attiecībā pret strāvu un mazdilstošiem.

Ja kondensatori kompensē konkrētas iekārtas, piemēram, asinhronā dzinēja reaktīvās jaudas patēriņu, tad to var ieslēgt ar paša dzinēja slēdzi. Ja tiek kompensēta vairāku patērētāju reaktīvās jaudas patēriņš, tad kondensatoru bateriju pieslēdz kopnēm (4.19. att.). Gadījumā ja kompensācija ir centralizēta, kondensatoru baterijas sastāv no atsevišķi komutējamām sekcijām, kuru režīmu vada automātiskais regulators.

Sakarā ar to, ka kondensatorus paredz galvenokārt zudumu samazināšanai, regulatori parasti kontrolē reaktīvās jaudas plūsmu no objekta tīkla virzienā, to minimizējot.

Komplektās kompensējošās ietaises (KKI) reaktīvo jaudu aprēķina pēc formulas:

*Qa.KKI* = *αPa*(tg*φ* – tg*φk*), (4.86)

kur *Qa.KKI* - kompensējošās ietaises reaktīvā aplēses jauda, kVAr;

*Pa* – patērētāja aktīvā aplēses jauda, kW;

*α* – rezerves koeficients;

tg*φ*, tg*φk* – jaudas koeficienti pirms un pēc kompensācijas.

Jaudas koeficienta cos*φk* vērtību parasti izvēle no diapazona 0,92…0,95 un pēc tam aprēķina tg*φk* 

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

4.19. att. Kondensatoru baterijas pieslēguma vietas (*a*) un kondensatoru izvietojums sadalē (*b*).

Komplektās kompensējošās ietaises (KKI) dati tehniskie dati atrodas P.4.7. tabulā.

Faktisko jaudas koeficienta vērtību pēc KKI izvēle aprēķina pēc formulas



kur *QKKI* - komplektās kompensējošās ietaises jauda, kVAr.

Aprēķina faktisko jaudas koeficientu



**4.14. piemērs**. Rūpniecības uzņēmuma aplēses slodze *Pa* = 393,6 kW, *Qa* = 210,1 kVAr, *Sa* = 473,1 kVA, jaudas koeficienti cos*φ* = 0,85, tg*φ* = 0,63 no 7.3. piemērā. Aprēķināt un izvēlēt KKI un transformatoru ar KKI. Elektroapgādes shēma 3.5. attēlā.

Atrisinājums.

Kompensējošās ietaises aplēses jauda

*Qa.KKI* = *αPa*(tg*φ* – tg*φk*) = 0,9·393,6(0,63 – 0,33) = 106,3 kVAr.

Pēc P.4.7. tabulas izvēlam KKI Varset Classic uz 100 kVAr ar pakāpes regulēšanu 20 kVAr uz vienu sekciju.

Aprēķina uzņēmuma faktisko jaudas koeficientu





Aprēķina uzņēmuma faktisko reaktīvo un pilno slodzi (slodze transformatora zemsprieguma (ZS) pusē)

*Qa.f = Pa*tg*φf* = 393,6·0,35 = 137,8 kVAr;



Transformatora zuduma jaudas

Δ*PT* = 0,02·*Sa.f* = 0,02·417 = 8,3 kW;

Δ*QT* = 0,1·*Sa.f* = 0,1·417 = 41,7 kVAr;



Aplēses jaudas transformatora augstsprieguma (AS) pusē ar KKI

*Pa.AS = Pa* + Δ*PT* =393,6 + 8,3 = 401,9 kW;

*Qa.AS = Qa.f* + Δ*QT* = 137,8 + 41,7 = 179,5 kVAr;

*Sa.AS = Sa.f* + Δ*ST* = 417 + 42,5 = 459,5 kVA.

Transformatora noslodze

*Sa.T* = 0,7·*Sa.AS* = 0,7·459,5 = 321,7 kVA.

No P.4.5. tabulas izvēlam transformatoru TM 400-10/0,4 ar Δ*P*0 = 1,45 kW, Δ*Pk* = 5,5 kW, *Uk* = 4,5 %, *I*0 = 2,1 %.

Aprēķina rezultātus sakopo 4.5. tabulā.

4.5. tabula

**Uzņēmuma slodzes saraksts**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Parametrs** | **cos*φ*** | **tg*φ*** | ***Рa*, kW** | ***Qa*, kVAr** | ***Sa*, kVA** |
| Kopā uz ZS bez KKI | 0,85 | 0,63 | 393,6 | 210,1 | 473,1 |
| KKI |  |  |  | 5 x 20 |  |
| Kopā uz ZS ar KKI | 0,94 | 0,35 | 393,6 | 137,8 | 417 |
| Zudumi |  |  | 8,3 | 41,7 | 42,5 |
| Kopā uz AS ar KKI |  |  | 401,9 | 179,5 | 459,5 |

Transformatoru apakšstacijas noslodzes koeficients



Atbilde: Izvēlētās KKI Varset Classic uz 100 kVAr ar pakāpes regulēšanu 20 kVAr uz vienu sekciju, sekciju skaits 5, transformatori 2 х ТМ 400-1 0/0,4 priekš KTA 2 х 400-10/0,4. *Kn* = 0,52.

**4.8.4. IZLĀDES PRETESTĪBAS APRĒĶINS.**

Pēc kondensatora atslēgšanas no sprieguma uz tā platēm paliek elektriskais lādiņā, kas saglabā uz kondensatora spailēm spriegumu. Tas var būt bīstams apkalpojošam personālas. Tādēļ pēc atslēgšanas kondensators jāizlādē caur izlādēšanas pretestībām. Kā izlādēšanas pretestības var izmantot sprie­gummaiņu vai elektrodzinēju tinumus. Ja tas nav iespējams, jālieto speciālas izlādēšanas pretestības.

Zemsprieguma ietaisēs kā izlādēšanas pretestības izmanto kvēlspuldzes. Ja spriegums ir 380 V, tad jāslēdz divas spul­dzes virknē. Līdz ar to spuldžu jauda izmainās. Kondensatora izlādēšanās noris pietiekami ātri, ja uz 1 kVAr kompensatora jaudas izvēlas 1 W lielu pretestību.

**4.15. piemērs**. Trīsfāžu kompensatora jauda *Qk* = 240 kVAr vai vienā fāzē *Qkf* = 80 kVAr, *U* = 380 V.

A t r i s i n ā j u m s. Tā kā spriegums ir 380 V, katrā fāzē jāslēdz virknē divas spuldzes, kuru nominālais spriegums *UN* = 220 V. Spuldzes atrādās pie pazemināta sprieguma, tāpēc izvēlas divas 60 W spuldzes.

Faktisko jaudu nosaka, aprēķinot spuldzes pretestību



Kopējā pretestība *Rizl* = 2∙807 = 1614 Ω.

Izlādes pretestības jauda



Ka redzam , tātad spuldzes izvēlētas pareizi.

Izlādes pretestības lielumu var aprēķināt arī pēc for­mulas

,

kur *Uf* - fāzes spriegums (kV);

*Q* - kondensatoru baterijas jauda (kVAr).

Rēķinot pēc šis formulas, izlādes pretestības vērtība ir lielāka, nekā rēķinot pēc iepriekšējās metodes.

**4.9. PĀRBAUDES DARBI.**

**4.9.1. Uzdevums.** Aprēķināt jaudas zudumi tīklā un transformatorā, kā arī tīkla un transformatora parametrus. Līnijas garums *ℓ*, vidējais attālums starp vadiem *Dvid*, tīkla spriegums *UN*, kV. Transformatora faktiskā noslodze *Sm = Pm + jQm*. Transformatora un līnijas vadu tipi doti tabulā.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Dotie**  **lielumi** | ***V A R I A N T I*** | | | | | | | | | |
| ***1*** | ***2*** | ***3*** | ***4*** | ***5*** | ***6*** | ***7*** | ***8*** | ***9*** | ***10*** |
| **UN, kV** | 10 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| **ℓ, km** | 4 | 4,5 | 5 | 5,5 | 4 | 4,5 | 5 | 5,5 | 2 | 1 |
| **Līnijas**  **vadi** | 3x  (1xA25) | 3x  (1xA25) | 3x  (1xA35) | 3x  (1xA50) | 3x  (1xA16) | 3x  (1xA25) | 3x  (1xA35) | 3x  (1xA35) | 3x  (1xA16) | 3x  (1xA16) |
| **Dvid, m** | 2 | 1,75 | 4 | 4 | 2 | 1,5 | 3,5 | 3 | 1,5 | 0,8 |
| **Transfor-**  **mators** | BA 250/10 | TM 250/6 | TM 400/6 | TM  630/6 | TM 160/6 | TM 250/6 | TM 400/6 | TM  630/6 | TM  100/6 | TM  63/6 |
| **Sm, kVA** | 200+j100 | 190+j90 | 350+j180 | 540+j290 | 140+j70 | 190+j90 | 350+j180 | 540+j290 | 90+j40 | 56+j26 |
| **Dotie**  **lielumi** | ***V A R I A N T I*** | | | | | | | | | |
| ***11*** | ***12*** | ***13*** | ***14*** | ***15*** | ***16*** | ***17*** | ***18*** | ***19*** | ***20*** |
| **UN, kV** | 6 | 6 | 10 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| **ℓ, km** | 4 | 4,5 | 5 | 5,5 | 2 | 4 | 4,5 | 5 | 5,5 | 4 |
| **Līnijas**  **vadi** | 3x  (1xA16) | 3x  (1xA25) | 3x  (1xA35) | 3x  (1xA50) | 3x  (1xA16) | 3x  (1xA25) | 3x  (1xA25) | 3x  (1xA35) | 3x  (1xA50) | 3x  (1xA16) |
| **Dvid, m** | 1,25 | 1,25 | 4 | 3,5 | 1,5 | 2 | 1,75 | 4 | 4 | 2 |
| **Transfor-**  **mators** | TM 160/6 | TM 250/6 | TM 400/10 | TM  630/6 | TM  100/6 | TM  160/6 | TM  250/6 | TM  400/6 | TM  630/6 | TM  160/6 |
| **Sm, kVA** | 140+j70 | 190+j90 | 350+j180 | 540+j290 | 80+j40 | 140+j70 | 190+j90 | 350+j180 | 540+j290 | 140+j70 |
| **Dotie**  **lielumi** | ***V A R I A N T I*** | | | | | | | | | |
| ***21*** | ***22*** | ***23*** | ***24*** | ***25*** | ***25*** | ***26*** | ***27*** | ***28*** | ***29*** |
| **UN, kV** | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| **ℓ, km** | 4,5 | 5 | 5,5 | 2 | 1 | 1 | 4 | 4,5 | 5 | 5,5 |
| **Līnijas**  **vadi** | 3x  (1xA25) | 3x  (1xA35) | 3x  (1xA35) | 3x  (1xA16) | 3x  (1xA16) | 3x  (1xA16) | 3x  (1xA16) | 3x  (1xA25) | 3x  (1xA35) | 3x  (1xA50) |
| **Dvid, m** | 1,5 | 3,5 | 3 | 1,5 | 0,8 | 0,8 | 1,25 | 1,25 | 4 | 3,5 |
| **Transfor-**  **mators** | TM  250/6 | TM 400/6 | TM  630/6 | TM  100/6 | TM  63/6 | TM  63/6 | TM 160/6 | TM 250/6 | TM  400/6 | TM  630/6 |
| **Sm, kVA** | 190+j90 | 350+j180 | 540+j290 | 90+j40 | 56+j26 | 56+j26 | 140+j70 | 190+j90 | 350+j180 | 540+j290 |

**4.9.2. uzdevums.** Noteikt aktīvas un reaktīvas jaudas zudumus, ka arī elektroenerģijas zudumus gadā, kabeļu līnijai ar spriegumu *UN* un garumu *ℓ*. Kabeļu dzīslas no alumīnija. Līnijas aprēķina slodze *Sa = P + jQ*, maksimālas slodzes izmantošanas laiks T, jaudas koeficients cosφ.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Dotie**  **lielumi** | ***V A R I A N T I*** | | | | | | | | | |
| ***1*** | ***2*** | ***3*** | ***4*** | ***5*** | ***6*** | ***7*** | ***8*** | ***9*** | ***10*** |
| **UN, kV** | 10 | 20 | 10 | 6 | 10 | 20 | 6 | 10 | 10 | 20 |
| **ℓ, km** | 2 | 1,5 | 1,2 | 1,2 | 1,1 | 4,5 | 1,15 | 2 | 2,5 | 3 |
| **Kabelis** | 3x150 | 3x185 | 3x240 | 3x70 | 3x95 | 3x120 | 3x150 | 3x185 | 3x240 | 3x70 |
| **Sa, MVA** | 3 +  +j1,3 | 3,2+  + j1,5 | 3,5 +  + j1,8 | 1,4 +  + j0,6 | 1,4 +  + j0,7 | 3,2 +  + j1,4 | 2,2 +  + j1,1 | 2,2 +  + j1,2 | 2 +  + j1 | 1,5 +  +j0,6 |
| **T, h** | 2900 | 4000 | 5000 | 3000 | 3500 | 4500 | 5500 | 5500 | 6000 | 3000 |
| **cosφ** | 1 | 0,8 | 0,9 | 0,7 | 0,6 | 0,9 | 0,8 | 0,8 | 0,9 | 0,8 |
| **Dotie**  **lielumi** | ***V A R I A N T I*** | | | | | | | | | |
| ***11*** | ***12*** | ***13*** | ***14*** | ***15*** | ***16*** | ***17*** | ***18*** | ***19*** | ***20*** |
| **UN, kV** | 6 | 10 | 20 | 20 | 10 | 10 | 20 | 10 | 6 | 10 |
| **ℓ, km** | 3,1 | 2,4 | 2,5 | 3,5 | 0,92 | 2 | 1,5 | 1,2 | 1,2 | 1,1 |
| **Kabelis** | 3x95 | 3x120 | 3x150 | 3x185 | 3x240 | 3x150 | 3x185 | 3x240 | 3x70 | 3x95 |
| **Sa, MVA** | 1,6 + j0,5 | 1,9 + j0,9 | 3,5 + j1,8 | 5,4 + j2,4 | 4,8 + j1,9 | 3,2 + j1,4 | 3,5 + j1,5 | 3,7 + j1,8 | 1,7 + j0,9 | 1,6 + j0,7 |
| **T, h** | 3500 | 4000 | 4500 | 4000 | 4500 | 2900 | 4000 | 5000 | 3000 | 3500 |
| **cosφ** | 1 | 0,9 | 0,8 | 0,9 | 0,8 | 1 | 0,8 | 0,9 | 0,7 | 0,6 |
| **Dotie**  **lielumi** | ***V A R I A N T I*** | | | | | | | | | |
| ***21*** | ***22*** | ***23*** | ***24*** | ***25*** | ***26*** | ***27*** | ***28*** | ***29*** | ***30*** |
| **UN, kV** | 20 | 6 | 10 | 10 | 20 | 6 | 10 | 20 | 20 | 10 |
| **ℓ, km** | 4,5 | 1,15 | 2 | 1,7 | 3 | 3,1 | 2,4 | 2,5 | 3,5 | 0,72 |
| **Kabelis** | 3x120 | 3x150 | 3x185 | 3x240 | 3x70 | 3x95 | 3x120 | 3x150 | 3x185 | 3x240 |
| **Sa, MVA** | 3,4 + j1,4 | 2,7 + j1,3 | 2,6 + j1,2 | 3,2 + j1,9 | 1,6 + j0,6 | 1,8 + j0,7 | 2,9 + j0,9 | 4,5 + j1,8 | 5,9 + j2,6 | 6,8 + j2,9 |
| **T, h** | 4500 | 5500 | 5500 | 6000 | 3000 | 3500 | 4000 | 4500 | 4000 | 4500 |
| **cosφ** | 0,9 | 0,8 | 0,8 | 0,9 | 0,8 | 1 | 0,9 | 0,8 | 0,9 | 0,8 |

**4.9.3. uzdevums**. Mašīnbūves rūpnīcas barošana notiek no tīkla ar spriegumu 110 kV caur diviem paralēli saslēgtajiem transformatoriem. Rūpnīcas aprēķina slodze *Pa*, jaudas koeficients cos*φ*, maksimālas slodzes izmantošanas laiks T. Noteikt aktīvas un reaktīvas jaudas un elektroenerģijas zudumus transformatoros gadā (*t* = 8760 h).

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Dotie**  **lielumi** | ***V A R I A N T I*** | | | | | | | | | |
| ***1*** | ***2*** | ***3*** | ***4*** | ***5*** | ***6*** | ***7*** | ***8*** | ***9*** | ***10*** |
| UN, kV | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 |
| Pa, MW | 21 | 1,5 | 7,8 | 12,5 | 16 | 25 | 40 | 110 | 100 | 8 |
| cosφ | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,8 |
| T, h | 3500 | 5500 | 6000 | 6500 | 4000 | 4500 | 5000 | 5500 | 6000 | 6500 |
| t, h | 8760 | 8760 | 8760 | 8760 | 8760 | 8760 | 8760 | 8760 | 8760 | 8760 |
| Transfor-  mators | ТДН-  16000 /110 | ТМН-  2500  /110 | ТМН-  6300  /110 | ТДН-  10000  /110 | ТДН-  25000  /110 | ТДН-  40000  /110 | ТДН-  63000  /110 | ТДН-  80000  /110 | ТДЦ-  80000  /110 | ТМН-  6300  /110 |
| **Dotie**  **lielumi** | ***V A R I A N T I*** | | | | | | | | | |
| ***11*** | ***12*** | ***13*** | ***14*** | ***15*** | ***16*** | ***17*** | ***18*** | ***19*** | ***20*** |
| UN, kV | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 |
| Pa, MW | 13 | 17 | 26 | 38 | 105 | 19 | 1,5 | 7,8 | 12,5 | 16 |
| cosφ | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 |
| T, h | 4000 | 4500 | 5000 | 5500 | 6000 | 5000 | 5500 | 6000 | 6500 | 4000 |
| t, h | 8760 | 8760 | 8760 | 8760 | 8760 | 8760 | 8760 | 8760 | 8760 | 8760 |
| Transfor-  mators | ТДН-  10000  /110 | ТДН-  25000  /110 | ТДН-  40000  /110 | ТДН-  63000  /110 | ТДН-  80000  /110 | ТДН-  16000  /110 | ТМН-  2500  /110 | ТМН-  6300  /110 | ТДН-  10000  /110 | ТДН-  25000  /110 |
| **Dotie**  **lielumi** | ***V A R I A N T I*** | | | | | | | | | |
| ***21*** | ***22*** | ***23*** | ***24*** | ***25*** | ***26*** | ***27*** | ***28*** | ***29*** | ***30*** |
| UN, kV | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 |
| Pa, MW | 16 | 25 | 40 | 110 | 100 | 8 | 13 | 17 | 26 | 38 |
| cosφ | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 |
| T, h | 4000 | 4500 | 5000 | 5500 | 6000 | 6500 | 4000 | 4500 | 5000 | 5500 |
| t, h | 8760 | 8760 | 8760 | 8760 | 8760 | 8760 | 8760 | 8760 | 8760 | 8760 |
| Transfor-  mators | ТДН-  25000  /110 | ТДН-  40000  /110 | ТДН-  63000  /110 | ТДН-  80000  /110 | ТДЦ-  80000  /110 | ТМН-  6300  /110 | ТДН-  10000  /110 | ТДН-  25000  /110 | ТДН-  40000  /110 | ТДН-  63000  /110 |

**4.9.4. Uzdevums.** Aprēķināt sprieguma zudumu 380 V tīkla un pārbaudīt, vai var palaist asinhrono elektrodzinēju, kurš darbina centrbēdzes sūkņi. Gaisvadu līnija izbūvēta ar četriem alumīnija vadiem, līnijas garums *l* km, vidējai attālums starp vadiem Dvid . Pievads no gaisvadu līnijas līdz elektrodzinējam izbūvēts ar kabeli, kura alumīnija dzīslas šķērsgriezums ir F, kabeļa garums *lkab*. Elektrodzinēja kataloga dati: *PN* , *ηN* , cos*φN* , *Ipal*/*IN* , *mpal, Krez =* 1,25. 380 V līnija pieslēgta transformatoru apakšstacijai, kurā uzstādīts transformators. Ja centrbēdzes sūkņi nedarbina, transformatora sekundārā tinuma spriegums U2N = 400 V.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Dotie**  **lielumi** | ***V A R I A N T I*** | | | | | | | | | |
| ***1*** | ***2*** | ***3*** | ***4*** | ***5*** | ***6*** | ***7*** | ***8*** | ***9*** | ***10*** |
| Gaisvadi | 4xA120 | 4xA95 | 4xA95 | 4xA95 | 4xA70 | 4xA95 | 4xA95 | 4xA120 | 4xA120 | 4xA120 |
| *l*, km | 0,88 | 1,13 | 1,24 | 1,65 | 1,62 | 1,49 | 1,27 | 1,69 | 1,54 | 1,64 |
| UN, V | 380 | 380 | 380 | 380 | 380 | 380 | 380 | 380 | 380 | 380 |
| Dvid, m | 0,6 | 0,8 | 1 | 0,6 | 0,8 | 1 | 0,6 | 0,8 | 1 | 1 |
| Fkab, mm2 | 25 | 16 | 16 | 16 | 16 | 25 | 16 | 25 | 25 | 25 |
| *l*kab, m | 22,5 | 43 | 78 | 68 | 99 | 69 | 149 | 86 | 85 | 81 |
| PN, kW | 35 | 33 | 28 | 25 | 22 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| IN, A | 65,66 | 70,82 | 58,58 | 51,13 | 41,73 | 55,53 | 57,16 | 55,05 | 55,35 | 55,36 |
| ηN | 0,91 | 0,885 | 0,875 | 0,895 | 0,89 | 0,902 | 0,886 | 0,9 | 0,905 | 0,895 |
| cosφN | 0,89 | 0,8 | 0,83 | 0,83 | 0,9 | 0,91 | 0,9 | 0,92 | 0,91 | 0,92 |
| I*pal*/IN | 7,5 | 6,5 | 7 | 7 | 7 | 7,5 | 7,5 | 7,5 | 7,5 | 7,5 |
| mpal | 1,2 | 1,8 | 1,8 | 1,8 | 1,8 | 2 | 1,9 | 2 | 2 | 2 |
| transformators | TM-160/10 | TM-160/10 | TM-160/10 | TM-160/10 | TM-160/10 | BA-250/10 | BA-250/10 | BA-250/10 | BA-250/10 | BA-250/10 |
| U2Ntransf, V | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 |
| **Dotie**  **lielumi** | ***V A R I A N T I*** | | | | | | | | | |
| **11** | **12** | **13** | **14** | **15** | **16** | **17** | **18** | **19** | **20** |
| Gaisvadi | 4xA120 | 4xA120 | 4xA120 | 4xA120 | 4xA120 | 4xA120 | 4xA95 | 4xA95 | 4xA95 | 4xA70 |
| *l*, km | 1,39 | 1,45 | 1,38 | 1,54 | 1,19 | 0,31 | 0,22 | 0,18 | 0,16 | 0,2 |
| UN, V | 380 | 380 | 380 | 380 | 380 | 380 | 380 | 380 | 380 | 380 |
| Dvid, m | 1,5 | 0,8 | 1 | 1,25 | 1,5 | 1 | 0,8 | 1 | 0,6 | 0,8 |
| Fkab, mm2 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 16 | 16 | 16 | 16 |
| *l*kab, m | 97 | 78 | 81 | 97 | 132 | 18 | 22 | 22 | 18 | 19 |
| PN, kW | 30 | 30 | 30 | 25 | 30 | 30 | 22 | 22 | 22 | 22 |
| IN, A | 55,53 | 57,16 | 60,25 | 51,38 | 63,12 | 55,35 | 47,21 | 46,02 | 45,00 | 41,73 |
| ηN | 0,902 | 0,886 | 0,89 | 0,88 | 0,87 | 0,905 | 0,885 | 0,875 | 0,895 | 0,89 |
| cosφN | 0,91 | 0,9 | 0,85 | 0,84 | 0,83 | 0,91 | 0,8 | 0,83 | 0,83 | 0,9 |
| I*pal*/IN | 7,5 | 7,5 | 7,5 | 7,5 | 7,5 | 7,5 | 6,5 | 7 | 7 | 7 |
| mpal | 2 | 1,9 | 2 | 1,9 | 2 | 2 | 1,8 | 1,8 | 1,8 | 1,8 |
| transformators | TM-100/10 | TM-100/10 | TM-100/10 | TM-100/10 | TM-100/10 | TM-160/10 | TSMA-100/20 | TSMA-100/20 | TSMA-100/20 | TSMA-100/20 |
| U2Ntransf, V | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 |
| **Dotie**  **lielumi** | ***V A R I A N T I*** | | | | | | | | | |
| **21** | **22** | **23** | **24** | **25** | **26** | **27** | **28** | **29** | **30** |
| Gaisvadi | 4xA95 | 4xA95 | 4xA120 | 4xA120 | 4xA120 | 4xA120 | 4xA120 | 4xA120 | 4xA120 | 4xA70 |
| *l*, km | 0,24 | 0,25 | 0,27 | 0,31 | 0,29 | 0,23 | 0,215 | 0,22 | 0,245 | 0,23 |
| UN, V | 380 | 380 | 380 | 380 | 380 | 380 | 380 | 380 | 380 | 380 |
| Dvid, m | 1 | 0,6 | 0,8 | 1 | 1 | 1,5 | 0,8 | 1 | 1,25 | 1,5 |
| Fkab, mm2 | 16 | 16 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| *l*kab, m | 18 | 18 | 18 | 18 | 20 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 |
| PN, kW | 22 | 22 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 25 | 28 |
| IN, A | 40,95 | 41,18 | 55,05 | 55,35 | 55,36 | 55,53 | 57,16 | 60,25 | 51,38 | 58,91 |
| ηN | 0,897 | 0,892 | 0,9 | 0,905 | 0,895 | 0,902 | 0,886 | 0,89 | 0,88 | 0,87 |
| cosφN | 0,91 | 0,91 | 0,92 | 0,91 | 0,92 | 0,91 | 0,9 | 0,85 | 0,84 | 0,83 |
| I*pal*/IN | 7,5 | 7,5 | 7,5 | 7,5 | 7,5 | 7,5 | 7,5 | 7,5 | 7,5 | 7,5 |
| mpal | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1,9 | 2 | 1,9 | 2 |
| transformators | TSMA-100/20 | TSMA-100/20 | TM-160/10 | TM-160/10 | TM-160/10 | TM-160/10 | TM-160/10 | TM-160/11 | TM-160/12 | TM-160/13 |
| U2Ntransf, V | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 |

|  |  |
| --- | --- |
| **4.9.5. Uzdevums.** Aprēķināt līdzstrāvas līnijas vada šķērsgriezumu, ja pieļaujamais sprieguma zudums ir Δ*U*(%) un līnijas spriegums *UN*. Līniju paredzēts izbūvēt ar alumīnija vadiem. Slodze dota kilovatos, posma garumi – metros (4.20. att.). | 4.20. att. |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Dotie**  **lielumi** | ***V A R I A N T I*** | | | | | | | | | |
| ***1*** | ***2*** | ***3*** | ***4*** | ***5*** | ***6*** | ***7*** | ***8*** | ***9*** | ***10*** |
| **UN, V** | 220 | 220 | 127 | 380 | 220 | 127 | 220 | 380 | 660 | 127 |
| **ΔU, %** | 5 | 5 | 5 | 5 | 7,5 | 2,5 | 5 | 7,5 | 5 | 2 |
| **P1, kW** | 5 | 5 | 5 | 10 | 10 | 5 | 10 | 20 | 30 | 8 |
| **ℓ1, m** | 60 | 45 | 40 | 50 | 50 | 15 | 50 | 50 | 40 | 16 |
| **P2, kW** | 5 | 5 | 4 | 8 | 5 | 7 | 9 | 14 | 25 | 6 |
| **ℓ2, m** | 30 | 40 | 35 | 40 | 40 | 20 | 40 | 40 | 35 | 19 |
| **P3, kW** | 2 | 2 | 3 | 6 | 7 | 3 | 8 | 12 | 20 | 4 |
| **ℓ3, m** | 55 | 50 | 30 | 60 | 60 | 30 | 60 | 60 | 45 | 28 |
| **P4, kW** | 2 | 1,5 | 2 | 5 | 8 | 2 | 7 | 10 | 15 | 2,5 |
| **ℓ4, m** | 42 | 20 | 25 | 35 | 20 | 15 | 40 | 30 | 35 | 17 |
| **P5, kW** | 1 | 1 | 1 | 4 | 7 | 3 | 6 | 10 | 12 | 4 |
| **ℓ5, m** | 22 | 15 | 20 | 30 | 30 | 10 | 50 | 40 | 42 | 18 |
| **Dotie**  **lielumi** | ***V A R I A N T I*** | | | | | | | | | |
| ***11*** | ***12*** | ***13*** | ***14*** | ***15*** | ***16*** | ***17*** | ***18*** | ***19*** | ***20*** |
| **UN, V** | 220 | 380 | 660 | 110 | 127 | 380 | 220 | 127 | 220 | 380 |
| **ΔU, %** | 2,5 | 5 | 2 | 2,5 | 4 | 2 | 5 | 2 | 7,5 | 2 |
| **P1, kW** | 12 | 22 | 35 | 11 | 7 | 10 | 10 | 5 | 10 | 20 |
| **ℓ1, m** | 55 | 45 | 35 | 14 | 19 | 50 | 50 | 15 | 50 | 50 |
| **P2, kW** | 10 | 15 | 26 | 9 | 6 | 8 | 5 | 7 | 9 | 14 |
| **ℓ2, m** | 38 | 42 | 36 | 12 | 14 | 40 | 40 | 20 | 40 | 40 |
| **P3, kW** | 9 | 13 | 21 | 11 | 5 | 6 | 7 | 3 | 8 | 12 |
| **ℓ3, m** | 54 | 61 | 43 | 10 | 24 | 60 | 60 | 30 | 60 | 60 |
| **P4, kW** | 7,5 | 11 | 16 | 8 | 4 | 5 | 8 | 2 | 7 | 10 |
| **ℓ4, m** | 43 | 31 | 33 | 13 | 16 | 35 | 20 | 15 | 40 | 30 |
| **P5, kW** | 7 | 9 | 12,5 | 5,5 | 5 | 4 | 7 | 3 | 6 | 10 |
| **ℓ5, m** | 43 | 39 | 48 | 15 | 16 | 30 | 30 | 10 | 50 | 40 |
| **Dotie**  **lielumi** | ***V A R I A N T I*** | | | | | | | | | |
| ***21*** | ***22*** | ***23*** | ***24*** | ***25*** | ***26*** | ***27*** | ***28*** | ***29*** | ***30*** |
| **UN, V** | 660 | 127 | 220 | 380 | 660 | 110 | 127 | 380 | 220 | 110 |
| **ΔU, %** | 2,5 | 5 | 2 | 2,5 | 5 | 2 | 2,5 | 4 | 3 | 5 |
| **P1, kW** | 30 | 8 | 12 | 22 | 35 | 11 | 7 | 5 | 5 | 10 |
| **ℓ1, m** | 40 | 16 | 55 | 45 | 35 | 14 | 19 | 45 | 40 | 50 |
| **P2, kW** | 25 | 6 | 10 | 15 | 26 | 9 | 6 | 5 | 4 | 8 |
| **ℓ2, m** | 35 | 19 | 38 | 42 | 36 | 12 | 14 | 40 | 35 | 40 |
| **P3, kW** | 20 | 4 | 9 | 13 | 21 | 11 | 5 | 2 | 3 | 6 |
| **ℓ3, m** | 45 | 28 | 54 | 61 | 43 | 10 | 24 | 50 | 30 | 60 |
| **P4, kW** | 15 | 2,5 | 7,5 | 11 | 16 | 8 | 4 | 1,5 | 2 | 5 |
| **ℓ4, m** | 35 | 17 | 43 | 31 | 33 | 13 | 16 | 20 | 25 | 35 |
| **P5, kW** | 12 | 4 | 7 | 9 | 12,5 | 5,5 | 5 | 1 | 1 | 4 |
| **ℓ5, m** | 42 | 18 | 43 | 39 | 48 | 15 | 16 | 15 | 20 | 30 |

|  |  |
| --- | --- |
| **4.9.6. uzdevums.** Aprēķināt sprieguma zudumu tīklā ar spriegumu ***UN*** līdz patērētājiem 4 u 5 (4.21. att.). Tīkls visā garumā uzbūvēts ar alumīnija vadu, vidējais ģeometriskais attālums starp vadiem *Dvid*, bez tam posmu garums (km) un patērētāju jaudas *P -* *jQ* (kW - *j* kVAr). | 4.21. att. |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Dotie**  **lielumi** | ***V A R I A N T I*** | | | | | | | | | |
| ***1*** | ***2*** | ***3*** | ***4*** | ***5*** | ***6*** | ***7*** | ***8*** | ***9*** | ***10*** |
| **UN, kV** | 20 | 35 | 35 | 35 | 10 | 6 | 1 | 20 | 35 | 35 |
| **Vads** | A-35 | A-50 | A-70 | A-95 | A-35 | A-25 | A-16 | A-35 | A-50 | A-70 |
| **Dvid, m** | 1,2 | 1,5 | 1,75 | 1,25 | 1 | 0,8 | 0,6 | 1,2 | 1,5 | 1,75 |
| **ℓ1, km** | 2 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2 | 2,5 | 0,2 | 1,8 | 3 | 2,7 |
| **P1, kW** | 200 | 300 | 300 | 300 | 300 | 150 | 100 | 190 | 300 | 320 |
| **Q1,kVAR** | 30 | 60 | 60 | 60 | 60 | 40 | 20 | 30 | 70 | 70 |
| **ℓ2, km** | 3 | 4 | 4,5 | 5 | 3 | 5 | 0,4 | 2,8 | 3,7 | 4,5 |
| **ℓ3, km** | 2 | 3 | 3,5 | 4 | 2 | 4 | 0,3 | 1,6 | 3,1 | 3,4 |
| **P3, kW** | 100 | 200 | 200 | 200 | 200 | 100 | 90 | 90 | 180 | 220 |
| **Q3,kVAR** | 20 | 40 | 40 | 40 | 40 | 30 | 10 | 20 | 45 | 60 |
| **ℓ4, km** | 4 | 4,5 | 5 | 5,5 | 4 | 3 | 0,15 | 2,9 | 3,9 | 5,4 |
| **P4, kW** | 100 | 150 | 150 | 150 | 150 | 100 | 50 | 100 | 150 | 170 |
| **Q4,kVAR** | 50 | 70 | 70 | 70 | 70 | 50 | 10 | 40 | 60 | 70 |
| **ℓ5, km** | 1 | 1,8 | 2 | 2,5 | 1 | 1 | 0,05 | 1,1 | 0,8 | 2,3 |
| **P5, kW** | 200 | 250 | 300 | 320 | 320 | 190 | 80 | 150 | 240 | 300 |
| **Q5,kVAR** | 50 | 80 | 100 | 95 | 95 | 55 | 15 | 50 | 80 | 70 |
| **Dotie**  **lielumi** | ***V A R I A N T I*** | | | | | | | | | |
| **11** | **12** | **13** | **14** | **15** | **16** | **17** | **18** | **19** | **20** |
| **UN, kV** | 35 | 10 | 6 | 1 | 20 | 20 | 35 | 35 | 35 | 10 |
| **Vads** | A-95 | A-35 | A-25 | A-16 | A-35 | A-35 | A-50 | A-70 | A-95 | A-35 |
| **Dvid, m** | 1,25 | 1 | 0,8 | 0,6 | 1,25 | 1,2 | 1,5 | 1,75 | 1,25 | 1 |
| **ℓ1, km** | 2,6 | 0,8 | 0,9 | 0,15 | 1,6 | 1,8 | 2,1 | 2,5 | 2,8 | 0,7 |
| **P1, kW** | 280 | 200 | 150 | 100 | 200 | 210 | 290 | 310 | 300 | 200 |
| **Q1,kVAR** | 60 | 60 | 50 | 20 | 70 | 50 | 70 | 70 | 80 | 60 |
| **ℓ2, km** | 4,8 | 1,5 | 1,25 | 0,25 | 2,4 | 2,9 | 4 | 4,4 | 5,2 | 0,75 |
| **ℓ3, km** | 4,2 | 1,4 | 1,1 | 0,22 | 2,6 | 2,2 | 3,3 | 3,8 | 4,4 | 0,45 |
| **P3, kW** | 200 | 200 | 100 | 90 | 90 | 100 | 250 | 200 | 220 | 110 |
| **Q3,kVAR** | 50 | 50 | 40 | 10 | 30 | 30 | 40 | 60 | 70 | 40 |
| **ℓ4, km** | 5,5 | 2,2 | 1,6 | 0,13 | 3,2 | 4 | 4,5 | 5,2 | 5,8 | 0,9 |
| **P4, kW** | 170 | 150 | 80 | 50 | 110 | 120 | 160 | 200 | 160 | 120 |
| **Q4,kVAR** | 70 | 50 | 40 | 10 | 50 | 40 | 70 | 70 | 70 | 50 |
| **ℓ5, km** | 2,7 | 0,8 | 0,5 | 0,05 | 0,8 | 1 | 1,8 | 2 | 2,9 | 0,35 |
| **P5, kW** | 290 | 220 | 100 | 80 | 190 | 180 | 230 | 300 | 350 | 260 |
| **Q5,kVAR** | 100 | 75 | 30 | 15 | 50 | 60 | 80 | 90 | 90 | 60 |
| **Dotie**  **lielumi** | ***V A R I A N T I*** | | | | | | | | | |
| ***21*** | ***22*** | ***23*** | ***24*** | ***25*** | ***26*** | ***27*** | ***28*** | ***29*** | ***30*** |
| **UN, kV** | 6 | 1 | 20 | 35 | 35 | 35 | 10 | 6 | 1 | 20 |
| **Vads** | A-25 | A-16 | A-35 | A-50 | A-70 | A-95 | A-35 | A-25 | A-16 | A-35 |
| **Dvid, m** | 0,8 | 0,45 | 1,2 | 1,5 | 4,3 | 1,25 | 1 | 0,8 | 0,6 | 1,25 |
| **ℓ1, km** | 0,75 | 0,2 | 2,6 | 4,5 | 2,9 | 5,8 | 0,8 | 1,1 | 0,16 | 2,9 |
| **P1, kW** | 120 | 100 | 220 | 340 | 310 | 400 | 160 | 150 | 100 | 240 |
| **Q1,kVAR** | 40 | 20 | 50 | 80 | 70 | 90 | 60 | 50 | 30 | 70 |
| **ℓ2, km** | 0,45 | 0,35 | 2,4 | 4,7 | 4,4 | 4,8 | 1,5 | 1,25 | 0,25 | 3 |
| **ℓ3, km** | 0,55 | 0,15 | 1,4 | 3,9 | 3,7 | 5,2 | 1,4 | 1,1 | 0,22 | 3,6 |
| **P3, kW** | 100 | 70 | 110 | 220 | 220 | 300 | 150 | 100 | 90 | 170 |
| **Q3,kVAR** | 30 | 10 | 40 | 80 | 70 | 100 | 50 | 40 | 20 | 70 |
| **ℓ4, km** | 0,3 | 0,15 | 3,9 | 4,8 | 5,6 | 5,5 | 2,2 | 1,5 | 0,12 | 5,2 |
| **P4, kW** | 110 | 50 | 120 | 160 | 180 | 210 | 150 | 80 | 50 | 120 |
| **Q4,kVAR** | 40 | 10 | 40 | 80 | 80 | 70 | 50 | 40 | 20 | 60 |
| **ℓ5, km** | 0,4 | 0,05 | 1,35 | 1,6 | 2,8 | 3,4 | 0,8 | 0,6 | 0,05 | 1,1 |
| **P5, kW** | 150 | 70 | 240 | 280 | 270 | 320 | 210 | 100 | 80 | 225 |
| **Q5,kVAR** | 20 | 10 | 70 | 110 | 70 | 100 | 75 | 30 | 20 | 55 |

|  |  |
| --- | --- |
| **4.9.7. Uzdevums.** Aprēķināt vada šķērsgriezumu līnijai (4.22. att.) ar nominālo spriegumu *UN*, ja zināms pieļaujamais sprieguma zudums Δ*Up*(%).Vidējais ģeometriskais attālums starp vadiem *Dvid*. | 4.22. att. |

Līniju paredzēts izbūvēt ar visā garumā vienāda šķērsgriezuma alumīnija vadiem.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Dotie**  **lielumi** | ***V A R I A N T I*** | | | | | | | | | |
| ***1*** | ***2*** | ***3*** | ***4*** | ***5*** | ***6*** | ***7*** | ***8*** | ***9*** | ***10*** |
| **UN, kV** | 20 | 35 | 10 | 6 | 1 | 20 | 35 | 10 | 6 | 1 |
| **ΔUp, %** | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| **Dvid, m** | 1,8 | 1,5 | 1,25 | 1 | 0,6 | 1,8 | 1,5 | 1,25 | 1 | 0,6 |
| **P1, kW** | 100 | 200 | 100 | 100 | 19 | 150 | 210 | 110 | 110 | 20 |
| **Q1, kVAr** | 20 | 80 | 20 | 20 | 5 | 60 | 90 | 40 | 35 | 5 |
| **ℓ1, km** | 10 | 10 | 5 | 3 | 0,19 | 11 | 12 | 4,4 | 3 | 0,19 |
| **P2, kW** | 300 | 300 | 130 | 90 | 32 | 320 | 320 | 120 | 90 | 33 |
| **Q2, kVAr** | 100 | 90 | 50 | 30 | 8 | 110 | 110 | 60 | 20 | 8 |
| **ℓ2, km** | 5 | 8 | 4 | 1,5 | 0,25 | 5,5 | 9 | 3,3 | 1,5 | 0,21 |
| **P3, kW** | 500 | 500 | 220 | 110 | 22 | 500 | 530 | 290 | 90 | 23 |
| **Q3, kVAr** | 200 | 250 | 70 | 40 | 4 | 260 | 250 | 70 | 40 | 5 |
| **ℓ3, km** | 5 | 8 | 4 | 1,2 | 0,16 | 6 | 9 | 3,2 | 1,2 | 0,14 |
| **Dotie**  **lielumi** | ***V A R I A N T I*** | | | | | | | | | |
| **11** | **12** | **13** | **14** | **15** | **16** | **17** | **18** | **19** | **20** |
| **UN, kV** | 20 | 35 | 10 | 6 | 1 | 20 | 35 | 10 | 6 | 1 |
| **ΔUp, %** | 5 | 5 | 5 | 5 | 2,5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| **Dvid, m** | 1,8 | 1,5 | 1,25 | 1 | 0,6 | 1,8 | 1,5 | 1,25 | 1 | 0,6 |
| **P1, kW** | 150 | 250 | 120 | 110 | 14 | 110 | 220 | 110 | 100 | 18 |
| **Q1, kVAr** | 60 | 90 | 40 | 35 | 5 | 40 | 80 | 20 | 20 | 4,5 |
| **ℓ1, km** | 11 | 12 | 4,4 | 2,8 | 0,14 | 10 | 10 | 5 | 2,9 | 0,22 |
| **P2, kW** | 320 | 340 | 130 | 100 | 18 | 340 | 320 | 110 | 100 | 28 |
| **Q2, kVAr** | 110 | 110 | 60 | 23 | 5 | 100 | 100 | 30 | 32 | 7 |
| **ℓ2, km** | 5,5 | 10 | 3,3 | 1,4 | 0,15 | 5,5 | 9 | 4,4 | 1,5 | 0,18 |
| **P3, kW** | 500 | 550 | 290 | 110 | 22 | 500 | 500 | 230 | 110 | 25 |
| **Q3, kVAr** | 260 | 250 | 72 | 42 | 5 | 200 | 250 | 70 | 40 | 5 |
| **ℓ3, km** | 6 | 10 | 3,2 | 1,2 | 0,13 | 5,5 | 9 | 4,5 | 1,2 | 0,16 |
| **Dotie**  **lielumi** | ***V A R I A N T I*** | | | | | | | | | |
| ***21*** | ***22*** | ***23*** | ***24*** | ***25*** | ***26*** | ***27*** | ***28*** | ***29*** | ***30*** |
| **UN, kV** | 20 | 35 | 10 | 6 | 1 | 20 | 35 | 10 | 6 | 1 |
| **ΔUp, %** | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 2,5 |
| **Dvid, m** | 1,8 | 1,5 | 1,25 | 1 | 0,6 | 1,8 | 1,5 | 1,25 | 1 | 0,6 |
| **P1, kW** | 130 | 190 | 115 | 110 | 20 | 150 | 250 | 120 | 110 | 14 |
| **Q1, kVAr** | 60 | 90 | 42 | 35 | 5 | 60 | 90 | 40 | 35 | 5 |
| **ℓ1, km** | 11 | 12 | 4,2 | 3 | 0,19 | 11 | 12 | 4,4 | 2,8 | 0,14 |
| **P2, kW** | 290 | 290 | 130 | 90 | 33 | 320 | 340 | 130 | 100 | 18 |
| **Q2, kVAr** | 90 | 90 | 60 | 20 | 8 | 110 | 110 | 60 | 23 | 5 |
| **ℓ2, km** | 6 | 8,5 | 3,4 | 1,5 | 0,21 | 5,5 | 10 | 3,3 | 1,4 | 0,15 |
| **P3, kW** | 500 | 530 | 310 | 90 | 23 | 500 | 550 | 290 | 110 | 22 |
| **Q3, kVAr** | 240 | 250 | 75 | 40 | 5 | 260 | 250 | 72 | 42 | 5 |
| **ℓ3, km** | 6 | 8,4 | 3 | 1,2 | 0,14 | 6 | 10 | 3,2 | 1,2 | 0,13 |

|  |
| --- |
| **4.9.8. Uzdevums.** Aprēķināt trīsfāzu līnijas (4.23. att.) vadu šķērsgriezumu katrā posmā, lai būtu minimālais vadu materiāla patēriņš. Līnijas nominālais spriegums *UN*, vidējais ģeometriskais attālums starp vadiem *Dvid*, pieļaujamais sprieguma zudums Δ*Up*(%) . Līniju paredzēts izbūvēt ar alumīnija vadiem. |
| 4.23. att. |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Dotie**  **lielumi** | ***V A R I A N T I*** | | | | | | | | | |
| ***1*** | ***2*** | ***3*** | ***4*** | ***5*** | ***6*** | ***7*** | ***8*** | ***9*** | ***10*** |
| **UN, V** | 380 | 380 | 220 | 660 | 1000 | 220 | 220 | 380 | 380 | 220 |
| **ΔUp, %** | 7,5 | 5 | 7,5 | 5 | 5 | 5 | 2 | 7,5 | 5 | 7,5 |
| **Dvid, m** | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 |
| **P1, kW** | 59 | 47 | 27 | 72 | 78 | 36 | 9,5 | 59 | 47 | 25 |
| **Q1, kVAr** | 18 | 14 | 8 | 18 | 29 | 11 | 2 | 19 | 14 | 7 |
| **ℓ1, km** | 0,22 | 0,2 | 0,1 | 0,4 | 0,5 | 0,05 | 0,05 | 0,21 | 0,2 | 0,09 |
| **P2, kW** | 28 | 25 | 21 | 42 | 65 | 13 | 6 | 28 | 25 | 21 |
| **Q2, kVAr** | 8 | 7 | 6,5 | 10 | 17 | 5 | 1 | 8 | 7 | 5,9 |
| **ℓ2, km** | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,4 | 0,05 | 0,05 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| **P3, kW** | 8 | 6 | 5,2 | 10 | 18 | 5 | 3 | 8 | 5,8 | 4,9 |
| **Q3, kVAr** | 3 | 2,5 | 1,7 | 3 | 8 | 1,5 | 0,5 | 3 | 2,4 | 1,6 |
| **ℓ3, km** | 0,15 | 0,15 | 0,104 | 0,15 | 0,35 | 0,07 | 0,07 | 0,15 | 0,15 | 0,12 |
| **P4, kW** | 5,5 | 4 | 2,7 | 6 | 10 | 2,7 | 2,7 | 5,5 | 3,6 | 2,9 |
| **Q4, kVAr** | 2 | 1,5 | 0,9 | 2 | 4,5 | 0,9 | 0,9 | 2 | 1,1 | 0,8 |
| **ℓ4, km** | 0,15 | 0,15 | 0,155 | 0,15 | 0,3 | 0,155 | 0,155 | 0,19 | 0,12 | 0,16 |
| **Dotie**  **lielumi** | ***V A R I A N T I*** | | | | | | | | | |
| **11** | **12** | **13** | **14** | **15** | **16** | **17** | **18** | **19** | **20** |
| **UN, V** | 660 | 1000 | 220 | 220 | 1000 | 380 | 380 | 220 | 660 | 1000 |
| **ΔUp, %** | 5 | 5 | 5 | 2 | 5 | 7,5 | 5 | 7,5 | 5 | 5 |
| **Dvid, m** | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 |
| **P1, kW** | 72 | 79 | 36 | 9 | 95 | 59 | 47 | 25 | 72 | 79 |
| **Q1, kVAr** | 18 | 31 | 11 | 1,8 | 23 | 19 | 14 | 7 | 18 | 31 |
| **ℓ1, km** | 0,4 | 0,5 | 0,05 | 0,05 | 0,5 | 0,21 | 0,2 | 0,09 | 0,4 | 0,5 |
| **P2, kW** | 42 | 65 | 13 | 6 | 70 | 28 | 25 | 21 | 42 | 65 |
| **Q2, kVAr** | 10 | 17 | 5 | 1 | 19 | 8 | 7 | 5,9 | 10 | 17 |
| **ℓ2, km** | 0,2 | 0,42 | 0,05 | 0,06 | 0,45 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,42 |
| **P3, kW** | 10 | 18 | 5 | 2,8 | 18 | 8 | 5,8 | 4,9 | 10 | 18 |
| **Q3, kVAr** | 3 | 8 | 1,5 | 0,5 | 8 | 3 | 2,4 | 1,6 | 3 | 8 |
| **ℓ3, km** | 0,17 | 0,35 | 0,08 | 0,065 | 0,35 | 0,15 | 0,15 | 0,12 | 0,17 | 0,35 |
| **P4, kW** | 6,2 | 8 | 2,8 | 2,7 | 8,5 | 5,5 | 3,6 | 2,9 | 6,2 | 8 |
| **Q4, kVAr** | 2,7 | 3,9 | 0,9 | 0,9 | 4,1 | 2 | 1,1 | 0,8 | 2,7 | 3,9 |
| **ℓ4, km** | 0,18 | 0,24 | 0,17 | 0,16 | 0,24 | 0,19 | 0,12 | 0,16 | 0,18 | 0,24 |
| **Dotie**  **lielumi** | ***V A R I A N T I*** | | | | | | | | | |
| ***21*** | ***22*** | ***23*** | ***24*** | ***25*** | ***26*** | ***27*** | ***28*** | ***29*** | ***30*** |
| **UN, V** | 220 | 220 | 1000 | 380 | 380 | 220 | 660 | 1000 | 220 | 220 |
| **ΔUp, %** | 5 | 2 | 5 | 7,5 | 5 | 7,5 | 5 | 5 | 5 | 2 |
| **Dvid, m** | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 |
| **P1, kW** | 36 | 9 | 95 | 59 | 47 | 27 | 72 | 78 | 36 | 9,5 |
| **Q1, kVAr** | 11 | 1,8 | 23 | 18 | 14 | 8 | 18 | 29 | 11 | 2 |
| **ℓ1, km** | 0,05 | 0,05 | 0,5 | 0,22 | 0,2 | 0,1 | 0,4 | 0,5 | 0,05 | 0,05 |
| **P2, kW** | 13 | 6 | 70 | 28 | 25 | 21 | 42 | 65 | 13 | 6 |
| **Q2, kVAr** | 5 | 1 | 19 | 8 | 7 | 6,5 | 10 | 17 | 5 | 1 |
| **ℓ2, km** | 0,05 | 0,06 | 0,45 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,4 | 0,05 | 0,05 |
| **P3, kW** | 5 | 2,8 | 18 | 8 | 6 | 5,2 | 10 | 18 | 5 | 3 |
| **Q3, kVAr** | 1,5 | 0,5 | 8 | 3 | 2,5 | 1,7 | 3 | 8 | 1,5 | 0,5 |
| **ℓ3, km** | 0,08 | 0,065 | 0,35 | 0,15 | 0,15 | 0,104 | 0,15 | 0,35 | 0,07 | 0,07 |
| **P4, kW** | 2,8 | 2,7 | 8,5 | 5,5 | 4 | 2,7 | 6 | 10 | 2,7 | 2,7 |
| **Q4, kVAr** | 0,9 | 0,9 | 4,1 | 2 | 1,5 | 0,9 | 2 | 4,5 | 0,9 | 0,9 |
| **ℓ4, km** | 0,17 | 0,16 | 0,24 | 0,15 | 0,15 | 0,155 | 0,15 | 0,3 | 0,155 | 0,155 |

***4.9.9. uzdevums.*** Trīsfāzu kabeļu līnija ar nominālo spriegumu *UN* baro apakšstacijas slodzes *P*2 un *P*3 ar jaudas koeficientiem cos*φ*2 un cos*φ*3. Pieļaujamais sprieguma zudums līnijā Δ*Up*. Līnijas garums *l*12 un *l*23. Maksimuma izmantošanas laiks T.

Aprēķināt kabeļu līnijas dzīslu šķērsgriezumos un pārbaudīt faktisko sprieguma zudumu līnijā. Dzīslas izgatavotas no **alumīnija**, izolācija - no PVC.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Dotie**  **lielumi** | **V A R I A N T I** | | | | | | | | | |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |
| ***UN*, kV** | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| ***P*2, MW** | 1,88 | 2 | 2,2 | 2,8 | 1,5 | 1,2 | 3,3 | 3,1 | 1,1 | 2,7 |
| ***P*3, MW** | 1,93 | 2 | 2 | 2,5 | 1,6 | 1,4 | 2,5 | 3,2 | 1,2 | 2,4 |
| **cosφ2** | 0,96 | 0,92 | 0,95 | 0,96 | 0,92 | 0,96 | 0,91 | 0,96 | 0,96 | 0,96 |
| **cosφ3** | 0,96 | 0,95 | 0,92 | 0,92 | 0,94 | 0,95 | 0,92 | 0,95 | 0,92 | 0,92 |
| **Δ*Up*, %** | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| ***l*12, km** | 0,64 | 0,7 | 0,8 | 1 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,18 | 1,3 | 1,55 |
| ***l*23, km** | 0,5 | 0,45 | 0,55 | 0,8 | 0,35 | 0,45 | 0,45 | 0,15 | 0,9 | 1,3 |
| **T, h** | 3500 | 4000 | 3500 | 5000 | 3500 | 3000 | 3500 | 7000 | 3500 | 3500 |
| **Dotie**  **lielumi** | ***V A R I A N T I*** | | | | | | | | | |
| **11** | **12** | **13** | **14** | **15** | **16** | **17** | **18** | **19** | **20** |
| ***UN*, kV** | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 6 | 10 | 20 | 6 | 10 |
| ***P*2, MW** | 3,5 | 0,8 | 0,8 | 0,9 | 3,1 | 1,8 | 2 | 2,2 | 2,4 | 1,5 |
| ***P*3, MW** | 2,8 | 1 | 1,1 | 1,05 | 3,2 | 1,9 | 2 | 2 | 2,45 | 1,6 |
| **cosφ2** | 0,96 | 0,96 | 0,96 | 0,96 | 0,96 | 0,96 | 0,92 | 0,95 | 0,96 | 0,92 |
| **cosφ3** | 0,92 | 0,92 | 0,95 | 0,92 | 0,95 | 0,94 | 0,95 | 0,92 | 0,92 | 0,94 |
| **Δ*Up*, %** | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| ***l*12, km** | 1,7 | 2 | 3,5 | 2,7 | 0,1 | 0,64 | 0,7 | 0,8 | 1 | 0,4 |
| ***l*23, km** | 1,5 | 1,8 | 3,1 | 2,2 | 0,05 | 0,5 | 0,45 | 0,55 | 0,8 | 0,35 |
| **T, h** | 6000 | 3500 | 3500 | 3500 | 5500 | 3500 | 4000 | 3500 | 5500 | 3500 |
| **Dotie**  **lielumi** | ***V A R I A N T I*** | | | | | | | | | |
| **21** | **22** | **23** | **24** | **25** | **26** | **27** | **28** | **29** | **30** |
| ***UN*, kV** | 20 | 6 | 10 | 20 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| ***P*2, MW** | 1,8 | 2,2 | 3 | 2,1 | 2,5 | 3,5 | 0,8 | 1 | 0,95 | 3,1 |
| ***P*3, MW** | 2,3 | 2,3 | 3,1 | 2,2 | 2,4 | 2,8 | 1 | 1,2 | 1,15 | 3,2 |
| **cosφ2** | 0,96 | 0,91 | 0,96 | 0,96 | 0,96 | 0,96 | 0,96 | 0,96 | 0,96 | 0,96 |
| **cosφ3** | 0,95 | 0,92 | 0,95 | 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,95 | 0,92 | 0,95 |
| **Δ*Up*, %** | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| ***l*12, km** | 0,4 | 0,4 | 0,18 | 1,3 | 1,55 | 1,7 | 2 | 3,5 | 2,7 | 0,1 |
| ***l*23, km** | 0,45 | 0,45 | 0,15 | 0,9 | 1,3 | 1,5 | 1,8 | 3,1 | 2,2 | 0,05 |
| **T, h** | 3000 | 6000 | 7000 | 3500 | 3500 | 6000 | 2500 | 3500 | 3500 | 5500 |

**4.9.10. uzdevums.** Noteikt kabeļu dzīslas šķērsgriezumu līnijām L1 un L2 ar spriegumu *UN*, kas baro 2 vientransformatoru apakšstacijas TA1 un TA2 (4.11. att.). Kabeļi guldīti tranšejā ar zemes temperatūru +100C. Transformatoru aplēses slodze zemsprieguma tīklā *SZS.T*1 , *SZS.T*2 . Maksimālas slodzes izmantošanas laiks *T*. Stacionārās īsslēguma strāvas vērtība līnijas sākumā *I∞* , *tc* , *Ta* .

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Dotie**  **lielumi** | ***V A R I A N T I*** | | | | | | | | | |
| ***1*** | ***2*** | ***3*** | ***4*** | ***5*** | ***6*** | ***7*** | ***8*** | ***9*** | ***10*** |
| ***UN*, kV** | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| ***PZS.T*1, kW** | 710 | 750 | 610 | 1800 | 1400 | 1150 | 870 | 440 | 650 | 720 |
| ***QZS.T*1, kVAr** | 390 | 450 | 320 | 1000 | 900 | 670 | 500 | 250 | 380 | 430 |
| ***PZS.T*2, kW** | 390 | 460 | 380 | 1200 | 1000 | 800 | 650 | 250 | 390 | 440 |
| ***QZS.T*1, kVAr** | 240 | 320 | 240 | 900 | 700 | 500 | 370 | 160 | 250 | 300 |
| ***T*, h** | 3500 | 3500 | 3500 | 3500 | 3500 | 3500 | 3500 | 3500 | 3500 | 3500 |
| ***I∞* , kA** | 5,8 | 5,5 | 4,8 | 11,4 | 8,7 | 6,9 | 7,5 | 3,5 | 4,1 | 4,4 |
| ***tc, s*** | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 |
| ***Ta*, s** | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| **Transformators T1** | TM-1000 | BA 1000 | BA 800 | BA 2500 | BA 2000 | BA 1600 | BA 1250 | TM 630 | TM-1000 | BA 1000 |
| **Transformators T2** | TM-630 | BA 800 | BA 630 | BA 2000 | BA 1600 | BA 1250 | BA 1000 | TM 400 | TM-630 | BA 800 |
| **Dotie**  **lielumi** | ***V A R I A N T I*** | | | | | | | | | |
| ***11*** | ***12*** | ***13*** | ***14*** | ***15*** | ***16*** | ***17*** | ***18*** | ***19*** | ***20*** |
| ***UN*, kV** | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| ***PZS.T*1, kW** | 590 | 1700 | 1300 | 1100 | 850 | 430 | 660 | 690 | 570 | 1650 |
| ***QZS.T*1, kVAr** | 300 | 1000 | 870 | 650 | 500 | 240 | 390 | 420 | 290 | 995 |
| ***PZS.T*2, kW** | 370 | 1100 | 990 | 750 | 630 | 260 | 400 | 450 | 380 | 1050 |
| ***QZS.T*1, kVAr** | 220 | 900 | 640 | 490 | 360 | 140 | 220 | 290 | 230 | 910 |
| ***T*, h** | 3500 | 3500 | 3500 | 3500 | 3500 | 3500 | 3500 | 3500 | 3500 | 3500 |
| ***I∞* , kA** | 3,8 | 10,7 | 8,5 | 7,15 | 6,25 | 3,7 | 4,5 | 4,6 | 4,15 | 11,7 |
| ***tc, s*** | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 |
| ***Ta*, s** | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| **Transformators T1** | BA 800 | BA 2500 | BA 2000 | BA 1600 | BA 1250 | TM 630 | TM-1000 | BA 1000 | BA 800 | BA 2500 |
| **Transformators T2** | BA 630 | BA 2000 | BA 1600 | BA 1250 | BA 1000 | TM 400 | TM-630 | BA 800 | BA 630 | BA 2000 |
| **Dotie**  **lielumi** | ***V A R I A N T I*** | | | | | | | | | |
| ***21*** | ***22*** | ***23*** | ***24*** | ***25*** | ***26*** | ***27*** | ***28*** | ***29*** | ***30*** |
| ***UN*, kV** | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| ***PZS.T*1, kW** | 1250 | 1000 | 720 | 570 | 1700 | 1350 | 1090 | 860 | 680 | 690 |
| ***QZS.T*1, kVAr** | 860 | 700 | 440 | 290 | 950 | 850 | 665 | 480 | 370 | 410 |
| ***PZS.T*2, kW** | 975 | 740 | 470 | 375 | 1150 | 950 | 770 | 640 | 390 | 480 |
| ***QZS.T*1, kVAr** | 645 | 500 | 330 | 245 | 850 | 650 | 490 | 360 | 225 | 340 |
| ***T*, h** | 3500 | 3500 | 3500 | 3500 | 3500 | 3500 | 3500 | 3500 | 3500 | 3500 |
| ***I∞* , kA** | 9,3 | 7,2 | 5,9 | 4,6 | 10 | 9 | 7 | 5,7 | 4 | 5 |
| ***tc, s*** | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 |
| ***Ta*, s** | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| **Transformators T1** | BA 2000 | BA 1600 | BA 1000 | BA 800 | BA 2500 | BA 2000 | BA 1600 | BA 1250 | TM-1000 | BA 1000 |
| **Transformators T2** | BA 1600 | BA 1250 | BA 800 | BA 630 | BA 2000 | BA 1600 | BA 1250 | BA 1000 | TM-630 | BA 800 |

**4.9.11. uzdevums.** Rūpnīcas sadales punkta (SP) ar aplēses slodzi Sa.sp barošanas līnija no apakšstacijas izveidota ar diviem 10 kV kabeļu līnijām (4.12. att.). Līnijas garums *l*, kabeļu dzīslas no alumīnija, izolācija no PVC. Kabeļu līnijas L1 un L2 guldīti tranšejas ar zemes temperatūru + 150C. Stacionārās īsslēguma strāvas vērtība līnijas I∞1, doti arī tc un Ta. Maksimālais slodzes izmantošanas laiks T. Noteikt kabeļa dzīslas šķērsgriezumu.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Dotie**  **lielumi** | ***V A R I A N T I*** | | | | | | | | | |
| ***1*** | ***2*** | ***3*** | ***4*** | ***5*** | ***6*** | ***7*** | ***8*** | ***9*** | ***10*** |
| ***UN*, kV** | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| ***Sa.sp*, MVA** | 5,5 | 9 | 10 | 10,5 | 10,7 | 8,6 | 8,8 | 7,1 | 8,5 | 7,3 |
| ***l,* km** | 0,75 | 1 | 1,2 | 1,6 | 1,7 | 0,75 | 1,8 | 0,85 | 1,1 | 0,65 |
| ***ϑtranš.*, 0C** | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| ***T*, h** | 4200 | 3500 | 3500 | 3500 | 3500 | 3500 | 3500 | 3500 | 3500 | 3500 |
| ***I∞*1 , kA** | 7,8 | 7,9 | 8,8 | 9,1 | 8,7 | 8,9 | 8,5 | 9,7 | 10,1 | 9,1 |
| ***tc, s*** | 1,6 | 1,6 | 1,5 | 1,4 | 1,3 | 1,2 | 1,1 | 1,15 | 1,25 | 1,35 |
| ***Ta*, s** | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| **Dotie**  **lielumi** | ***V A R I A N T I*** | | | | | | | | | |
| **11** | **12** | **13** | **14** | **15** | **16** | **17** | **18** | **19** | **20** |
| ***UN*, kV** | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| ***Sa.sp*, MVA** | 5,5 | 6,9 | 7,9 | 8,9 | 5,9 | 4,8 | 9,9 | 4,15 | 10,5 | 10,7 |
| ***l,* km** | 1,55 | 1,65 | 1,75 | 1,9 | 1,95 | 0,63 | 1,15 | 1 | 1,6 | 0,77 |
| ***ϑtranš.*, 0C** | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| ***T*, h** | 3500 | 3500 | 3500 | 3500 | 3500 | 4200 | 4000 | 4100 | 3900 | 4300 |
| ***I∞*1 , kA** | 8,6 | 9,3 | 9,5 | 9,4 | 9,25 | 8,1 | 8,9 | 8,8 | 11,1 | 10,1 |
| ***tc, s*** | 1,45 | 1,55 | 1,6 | 1,5 | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 1,5 | 1,4 | 1,3 |
| ***Ta*, s** | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| **Dotie**  **lielumi** | ***V A R I A N T I*** | | | | | | | | | |
| ***21*** | ***22*** | ***23*** | ***24*** | ***25*** | ***26*** | ***27*** | ***28*** | ***29*** | ***30*** |
| ***UN*, kV** | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| ***Sa.sp*, MVA** | 8,6 | 8,8 | 7,9 | 10,9 | 7,3 | 5,5 | 6,9 | 7,9 | 8,9 | 5,9 |
| ***l,* km** | 0,75 | 2,3 | 0,5 | 0,5 | 0,65 | 1,55 | 1,65 | 1,75 | 1,9 | 1,95 |
| ***ϑtranš.*, 0C** | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| ***T*, h** | 4400 | 4500 | 4600 | 4700 | 4800 | 4900 | 5000 | 5100 | 5150 | 5200 |
| ***I∞*1 , kA** | 9 | 7,2 | 9,2 | 9,4 | 9,1 | 8,6 | 9,3 | 7,5 | 7,4 | 7,25 |
| ***tc, s*** | 1,2 | 1,1 | 1,15 | 1,25 | 1,35 | 1,45 | 1,55 | 1,6 | 1,5 | 1,6 |
| ***Ta*, s** | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |

**4.9.12. uzdevums.** Tīklam, kura spriegums *U* un frekvence *f*, pieslēgts elektrodzinējs ar jaudu *P* un jaudas koeficientu cosφ1.

Lai paaugstinātu cosφ līdz vērtībām cosφ2, jāpieslēdz kondensators. Noteikt kondensatora kapacitāti. Salīdziniet patērētās jaudas pirmā un otrā gadījumā.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Dotie**  **lielumi** | ***V A R I A N T I*** | | | | | | | | | |
| ***1*** | ***2*** | ***3*** | ***4*** | ***5*** | ***6*** | ***7*** | ***8*** | ***9*** | ***10*** |
| **U, V** | 390 | 400 | 390 | 380 | 400 | 380 | 390 | 380 | 380 | 380 |
| **f, Hz** | 60 | 55 | 60 | 50 | 50 | 50 | 50 | 60 | 50 | 50 |
| **P, kW** | 10 | 12 | 15 | 17 | 20 | 16 | 21 | 19 | 13 | 18 |
| **cosφ1** | 0,5 | 0,57 | 0,58 | 0,59 | 0,56 | 0,55 | 0,6 | 0,55 | 0,56 | 0,54 |
| **cosφ2** | 0,95 | 0,92 | 0,9 | 0,91 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 |
| **Dotie**  **lielumi** | ***V A R I A N T I*** | | | | | | | | | |
| **11** | **12** | **13** | **14** | **15** | **16** | **17** | **18** | **19** | **20** |
| **U, V** | 380 | 400 | 400 | 390 | 400 | 400 | 400 | 390 | 380 | 400 |
| **f, Hz** | 50 | 50 | 60 | 50 | 50 | 60 | 55 | 60 | 50 | 50 |
| **P, kW** | 22 | 23 | 13 | 24 | 26 | 10 | 12 | 15 | 17 | 20 |
| **cosφ1** | 0,55 | 0,56 | 0,53 | 0,54 | 0,55 | 0,54 | 0,57 | 0,55 | 0,54 | 0,59 |
| **cosφ2** | 0,92 | 0,91 | 0,93 | 0,9 | 0,92 | 0,93 | 0,92 | 0,9 | 0,91 | 0,9 |
| **Dotie**  **lielumi** | ***V A R I A N T I*** | | | | | | | | | |
| ***21*** | ***22*** | ***23*** | ***24*** | ***25*** | ***26*** | ***27*** | ***28*** | ***29*** | ***30*** |
| **U, V** | 380 | 390 | 380 | 400 | 390 | 380 | 400 | 400 | 390 | 380 |
| **f, Hz** | 50 | 50 | 60 | 50 | 50 | 50 | 50 | 60 | 50 | 50 |
| **P, kW** | 16 | 21 | 19 | 13 | 18 | 22 | 23 | 13 | 24 | 26 |
| **cosφ1** | 0,51 | 0,58 | 0,54 | 0,56 | 0,54 | 0,57 | 0,58 | 0,53 | 0,55 | 0,53 |
| **cosφ2** | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,92 | 0,91 | 0,93 | 0,9 | 0,9 |

**4.9.13. uzdevums.** Kondensatoru baterijas izlādēšanas procesam izvēlēt kvēlspuldzes skaitu ***n*** un jaudu ***Psp***, pēc tam aprēķināt spuldzes izlādes pretestību ***Rsp*** un izlādes jaudu ***Pizl***, ja trīsfāžu kompensatora jauda ir ***Qk***, tīkla spriegums ***U***.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Dotie**  **lielumi** | ***V A R I A N T I*** | | | | | | | | | |
| ***1*** | ***2*** | ***3*** | ***4*** | ***5*** | ***6*** | ***7*** | ***8*** | ***9*** | ***10*** |
| **U, V** | 382 | 400 | 399 | 398 | 397 | 396 | 390 | 384 | 385 | 386 |
| **Qk, kVAr** | 306 | 392 | 504 | 315 | 354 | 633 | 753 | 561 | 471 | 381 |
| **Dotie**  **lielumi** | ***V A R I A N T I*** | | | | | | | | | |
| **11** | **12** | **13** | **14** | **15** | **16** | **17** | **18** | **19** | **20** |
| **U, V** | 387 | 388 | 389 | 390 | 391 | 387 | 388 | 389 | 390 | 391 |
| **Qk, kVAr** | 291 | 306 | 315 | 423 | 432 | 291 | 306 | 315 | 423 | 432 |
| **Dotie**  **lielumi** | ***V A R I A N T I*** | | | | | | | | | |
| ***21*** | ***22*** | ***23*** | ***24*** | ***25*** | ***26*** | ***27*** | ***28*** | ***29*** | ***30*** |
| **U, V** | 392 | 394 | 396 | 398 | 400 | 399 | 397 | 395 | 393 | 391 |
| **Qk, kVAr** | 237 | 255 | 267 | 276 | 288 | 297 | 312 | 321 | 453 | 402 |

**4.9.14. uzdevums**. Rūpniecības uzņēmuma aplēses slodze *Pa*, *Qa*, jaudas koeficients cosφ. Jaudas koeficientu jāpaaugstina līdz cosφk. Aprēķināt un izvēlēt komplektās kondensatoru iekārtas (KKI) un transformatoru ar KKI.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Dotie**  **lielumi** | ***V A R I A N T I*** | | | | | | | | | |
| ***1*** | ***2*** | ***3*** | ***4*** | ***5*** | ***6*** | ***7*** | ***8*** | ***9*** | ***10*** |
| **Pa, kW** | 396 | 170 | 250 | 288 | 374 | 398 | 442 | 484 | 598 | 619 |
| **Qa, kVAr** | 219 | 85 | 135 | 179 | 189 | 214 | 233 | 266 | 339 | 324 |
| **cosφ** | 0,85 | 0,8 | 0,75 | 0,82 | 0,7 | 0,73 | 0,77 | 0,79 | 0,78 | 0,83 |
| **cosφk** | 0,95 | 0,96 | 0,94 | 0,93 | 0,94 | 0,93 | 0,95 | 0,96 | 0,95 | 0,95 |
| **Dotie**  **lielumi** | ***V A R I A N T I*** | | | | | | | | | |
| **11** | **12** | **13** | **14** | **15** | **16** | **17** | **18** | **19** | **20** |
| **Pa, kW** | 650 | 727 | 759 | 800 | 914 | 1023 | 1574 | 2149 | 3397 | 4400 |
| **Qa, kVAr** | 349 | 388 | 404 | 426 | 484 | 598 | 773 | 1098 | 1797 | 2440 |
| **cosφ** | 0,82 | 0,71 | 0,8 | 0,69 | 0,65 | 0,65 | 0,8 | 0,7 | 0,7 | 0,63 |
| **cosφk** | 0,95 | 0,93 | 0,94 | 0,92 | 0,95 | 0,95 | 0,94 | 0,94 | 0,94 | 0,93 |
| **Dotie**  **lielumi** | ***V A R I A N T I*** | | | | | | | | | |
| ***21*** | ***22*** | ***23*** | ***24*** | ***25*** | ***26*** | ***27*** | ***28*** | ***29*** | ***30*** |
| **Pa, kW** | 406 | 159 | 245 | 263 | 389 | 398 | 621 | 424 | 598 | 629 |
| **Qa, kVAr** | 224 | 88 | 136 | 149 | 210 | 214 | 345 | 241 | 339 | 348 |
| **cosφ** | 0,8 | 0,7 | 0,75 | 0,82 | 0,7 | 0,73 | 0,71 | 0,72 | 0,78 | 0,83 |
| **cosφk** | 0,95 | 0,96 | 0,94 | 0,93 | 0,94 | 0,93 | 0,95 | 0,96 | 0,95 | 0,95 |

**5.NODAĻA**

**ZEMĒTĀJU APRĒĶINS**

**5.1. ZEMĒTĀJU APRĒĶINA METODES**

Projektējot jaunus vai rekonstruējot esošos zemējumus, jāizdara zemētāju aprēķins. Vispārīga gadījumā zemētāju aprēķins ir sarežģīts, jo jāievēro dažādi faktori, kas iespaido zemētāju pretestību. Zemētāju aprēķinu izdara šādā secībā:

1. aprēķina zemesslēguma strāvu *IZ* ;

1. atkarībā no elektroietaises veida nosaka nepieciešamo zemējumu pretestību *Rz*. Ja zemējums ir kopējs ietaisēm ar dažādu spriegumu, tad aprēķinā jālieto mazākā zemējuma pretestības vērtība;

3. nosaka zemes īpatnējo pretestību *ρ* (Ω∙cm). To var noteikt tieši, izdarot mērījumus zemējuma būves vietā. Faktiskā zemes īpatnējā pretestība atkarībā no zemes mitruma, dziļuma un gadalaika var izmainīties, tāpēc aprēķinos lieto koeficientus, ar kuriem reizina izmērīto zemes pretestību (5.1. tabula). Mitras zemes koeficientu lieto, ja mērījumi izdarīti rudenī, pavasarī vai arī ir daudz no­krišņu. Sausas zemes koeficientu izmanto vasarā, ja ir maz nokrišņu.

Ja zemes īpatnējā pretestība nav izmērīta, lieto aptu­venus datus (5.2. tabula). 5.2. tabulā uzrādīti dati 10 — 20% mitrai gruntij (pēc svara). Tāpēc lieto zemes īpat­nējās pretestības palielināšanās koeficientu *Kmax* (5.3. ta­bula) ;

5.1. tabula

**Koeficienti zemes īpatnējās pretestības noteikšanai**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |
| **Zemētāja raksturojums** | **Ierakšanai dziļums, m** | **Mitra zeme** | **Vidēji mitra zeme** | **Sausa zeme** |
| Horizontālie zemētāji | 0,3 | 12 | 7 | 5 |
| 0,5 | 6,5 | 5 | 4,5 |
| 0,8 | 3,0 | 2,0 | 1,6 |
| Līdz 3 m gari vertikālie  zemētāji | 0,8 m  no zemes virsmas | 2,0 | 1,5 | 1,4 |

5.2. tabula

**Zemes īpatnējā pretestība**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Augsnes veids** | **Zemes īpatnēja pretestība, Ω∙m∙104** | |
| **iespējamās vērtības**  **aprēķinos** | **pieņemtā vērtība** |
| Smilts | 4 - 10 | 7 |
| Mālaina smilts | 1,54 - 4 | 3 |
| Smilšains māls | 0,4 - 1,5 | 1 |
| Māls | 0,08 - 0,7 | 0,4 |
| Akmeņains mals | 0,09 - 1,5 | 1 |
| Melnzeme | 0,06 - 2 | 1 |
| Akmeņaina melnzeme | 1,5 - 2 | 2 |
| Kūdra | 0,1 - 0,5 | 0,2 |
| Gruntsūdens | 0,2 - 0,7 | 0,5 |

4. aprēķina viena zemētāja pretestību *R.* Dažādu zemētāju pretestības aprēķināšanas izteiksmes maiņstrāvai dotas 5.4. tabulā;

1. orientējoši aprēķina vertikālo zemētāju skaitu:

 (5.1)

kur *Rv* — viena zemētāja pretestība, Ω;

*Rz* — elektroietaisei nepieciešamā zemējuma pretes­tība, Ω;

*η* — izmantošanas koeficients;

*n* —zemētāju skaits.

5.3. tabula

**Zemes īpatnējās pretestības palielināšanās koeficients *Kmax***

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| **Zemētāja veids** | ***Kmax*** |
| 2...3 m gariem vertikāliem zemētājiem | 1,44…1,6 |
| Horizontāliem zemētājiem 0,8 m dziļumā | 2,0...2,5 |

5.4. tabula

**Zemētāju pretestību aprēķināšanas izteiksmes**

|  |  |
| --- | --- |
| **Zemētāja veids** | **Aprēķina formula** |
| Apaļtērauda stienis vai caurule (dia­metrs *d*, garums *l*) vertikāli zemē, leņķa tēraudam *d* = 0,95∙*b* (b — vie­nas malas platums)  Apaļtērauda stienis vai caurule (dia­metrs *d*, garums *l*) vertikāli zemē, ja augšējais gals ir 0,5 m dziļuma no zemes virspuses un dziļāk (*t* — attā­lums no zemes virspuses līdz caurules vidum) |  |
| Apaļtērauds (diametrs *d*, garums *l*) ho­rizontāli zemē dziļumā *t*  Plakantēraudam ar platumu b, *d* = 0,5*b* |  |
| Apaļtērauda (diametrs *d*) gredzens (gre­dzena diametrs *D*) horizontāli zemē dziļumā *t* |  |
| Apaļtērauda stienis (garums l, diametrs d) vai caurule, slīpi zemē (n — elek­trodu skaits, A — lielums, kas atka­rīgs no elektrodu skaita un no slī­puma leņķa *α*) | ja *α* = 45°  un *n* = 2, *A*2 = 2,45  *n* = 3, *A*3  = 4,27  *n* = 4, *A*4 = 6,18 |

Lietojot vairākus vertikālos zemētājus, pa tiem plūsto­šās strāvas zemesslēguma gadījumā rada katra savu elek­trisko lauku. Zemētāji ekranizē viens otru, un rezultātā to kopējā pretestība pieaug. Kopējo zemētāju pretestības attiecību pret atsevišķo zemētāju pretestību summu sauc par izmantošanas koeficientu *η*. Rindā un pa kontūru izvietotu apaļtērauda un leņķa tērauda zemētāju izman­tošanas koeficienti doti 5.5. tabulā;

6. uzzīmē vertikālos zemētājus plānā un izmēra savienojošo horizontālo zemētāju garumus;

7. izrēķina viena savienojošā horizontālā zemētāja pretestību *Rh* (5.4. tabula);

8. aprēķina visu horizontālo zemētāju pretestību:

 (5.2)

Zemētāju konstrukcija un dati atkarībā no zemes īpatnē­jās pretestības un no elektroietaisei nepieciešamās zemējuma pretestības apskatīti 5.7. tabulā un 5.1. attēlā. Zemējums izveidots no 10 mm diametra tērauda. Visi me­tāliskie savienojumi sametināti. Vertikālos un horizontālos zemētājus ierīko 0,5-0,7 m, bet aramzemē 1,0 m dziļās tran­šejās (5.2. att.).

5.5. tabula

**Tērauda stieņu un leņķu zemētāju izmantošanas koeficients, neievērojot**

**savienotājus**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Zemētāju**  **skaits** | **Zemētāju savstarpējā attāluma attiecība pret to garumu *a/l*** | | | | | |
| **Zemētāji izvietoti rindā** | | | **Zemētāji izvietoti pa kontūru** | | |
| 2 | 0,85 | 0,91 | 0,94 | — | — | — |
| 4 | 0,73 | 0,83 | 0,89 | 0,69 | 0,78 | 0,85 |
| 6 | 0,65 | 0,77 | 0,85 | 0,61 | 0,73 | 0,80 |
| 10 | 0,59 | 0,74 | 0,81 | 0,55 | 0,68 | 0,76 |
| 20 | 0,48 | 0,67 | 0,76 | 0,47 | 0,63 | 0,71 |
| 40 | — | — | — | 0,41 | 0,58 | 0,66 |
| 60 | — | — | — | 0,39 | 0,55 | 0,64 |
| 100 | — | — | — | 0,36 | 0,52 | 0,62 |

5.6. tabula

**Vertikālo zemētāju savienotāju izmantošanas koeficients**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Vertikālo zemētāju savstarpējā attāluma attie­cība pret to ga­rumu *a/l*** | **Vertikālo zemētāju skaits *n*** | | | | | | | |
| **2** | **4** | **6** | **10** | **20** | **40** | **60** | **100** |
|  | Vertikālie zemētāji izvietoti rindā | | | | | | | |
| 1 | 0,85 | 0,77 | 0,72 | 0,62 | 0,42 | — | — | — |
| 2 | 0,94 | 0,89 | 0,84 | 0,75 | 0,56 | — | — | — |
| 3 | 0,96 | 0,92 | 0,88 | 0,82 | 0,68 | — | — | — |
|  | Vertikālie zemētāji izvietoti pa kontūru | | | | | | | |
| 1 | — | 0,45 | 0,40 | 0,34 | 0,27 | 0,22 | 0,20 | 0,19 |
| 2 | — | 0,55 | 0,48 | 0,40 | 0,32 | 0,29 | 0,27 | 0,23 |
| 3 | — | 0,70 | 0,64 | 0,56 | 0,45 | 0,39 | 0,36 | 0,33 |

5.7. tabula

**Tipveida zemētāju tehniskie dati**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Zemes īpatnē­jā pretestība,**  **ρ, Ω·cm** | **Zemējuma pretestība,**  **Ω** | **Zemētāju garums,**  **m** | **Vertikālo zemētāju skaits, *n*** | **Attālums *a* starp vertikāliem zemētājiem, m** | **Piezīmes** |
| 0,5∙104 | 10 | 6 | — | — | 7.6. att. *a* |
| 1∙104 | 10 | 16 | 2 | 6 | 7.6. att. *b* |
| 1,5∙104 | 10 | 20 | 2 | 10 |  |
| 2,5∙104 | 10 | 40 | 2 | 30 |  |
| 5∙104 | 10 | 70 | 3 | 20 | 7.6. att. *c* |
| 0,5∙104 | 30 | 1,7 | — | — |  |
| 1∙104 | 30 | 3,4 | — | — |  |
| 1,5∙104 | 30 | 6 | — | — |  |
| 2,5∙104 | 30 | 12 | — | — |  |
| 5∙104 | 30 | 27 | 3 | 6 |  |
| 7∙104 | 30 | 40 | 4 | 5—10—5 |  |
| 10∙104 | 30 | 60 | 6 | 5—5—10—5—5 |  |

Apakšstacijas zemētājs sastāv no 10-12 mm diametra apaļtērauda vai 40 x 40 x 4 leņķtērauda vertikāliem zemētājiem, kas savienoti ar 6 mm diametra tērauda stiepli vai 25x 4 mm tērauda lentu. Vertikālo zemētāju garums 3—5 m. Transformatora neitrāli pievieno zemētājam ar atsevišķu zemējuma pievadu.

|  |  |
| --- | --- |
| *Griezums* | *Plāns* |
| ***a***  ***b*** |  |
| ***c*** |  |

5.1. att. Tipveida zemētāju skices

Masta tipa transformatora apakšstacijas zemētājs, ja zemes īpatnējā pretestība ρ ≤ 1∙104 Ω∙cm, dots 5.3. attēlā.

|  |  |
| --- | --- |
| 5.2. att. Zemētāja uzstādīšana tranšejā ar  divslāņu grunti: *l* – zemētāja garums;  *d* – zemētāja diametrs; *h* – grunta virsēja  slāni biezums; *t* - attālums no zemes  virsmas līdz vertikālā elek­troda vidum;  *th* - tranšejas dziļums | 5.3. att. Mastu tipa apakšstacijas zemētājs,  *ρ* ≤ 1∙I04 Ω∙cm |
| 5.4. Slīpo zemētāju skice: 1 – slīpais zemētajs;  2 – balsts; 3 – zemēšanas pievads | Bieži iekārto dziļuma zemētājus, vertikālos un slīpos zemētājus iedziļinot 5-15 m. Tiem ir labas īpašības impulsa strāvu novadī­šanā, sevišķi neviendabīgās gruntīs. Šādiem zemētājiem izlieto mazāk metāla, tie aizņem mazu platību un ir eko­nomiskāki. |

Vismazākais darbu apjoms ir, iekārtojot slīpos zemētājus. Slīpo zemētāju pretestības aprēķināša­nas izteiksme dota 5.4. tabulā. Slīpo zemētāju ierīkošanai izrok nelielu bedri ar slīpām malām un 45° leņķī ierīko 2-4 zemētājus (5.4. att.). Zemētājus savieno sametinot un pievieno zemējuma pie­vadus.

Aplūkosim t. s. *izmantošanas koeficienta metodi,* ko praksē plaši lieto vienkāršo zemētāju aprēķinos. Pie *galvenajiem izejas datiem,* pēc kuriem jāvadās, projektējot zemējumietaisi, pieder

* īsslēguma strāva, kuras izplūdei jāparedz zemētājs;
* izmēri laukumam, kurā jāievieto zemētājs;
* grunts parametri;
* strāvas plūšanas ilgums zemētājā.

Pēc izmantošanas koeficientametodes viena vertikālā stieņveida elek­troda pretestību *Rst* atrod no sakarības

 (5.3)

kur *ρ* — grunts īpatnējā pretestība, Ω∙m;

*l* — elektroda garums, m;

*d*— elektroda diametrs, m;

*t* — attālums no zemes virsmas līdz vertikālā elek­troda vidum, m.

Tā kā visi elektrodi savienoti pa­ralēli, tad vertikālo elektrodu sum­mārā pretestība

 (5.4)

kur *n*— vertikālo elektrodu skaits;

*η* — elektrodu izmantošanas koefi­cients, ievērojot to savstarpējo ekra­nēšanos (atrod no 5.5 att. *c* dotajām līknēm vai 5.6. tabula datiem).

|  |  |
| --- | --- |
| ***a*** | ***b*** |
| ***c*** | 5.5. att. Vienkārša zemētāja frag­ments:  *a* — stieņveida zemētājelektrodu savstar­pējais izvietojums, *b* — strāvas izplūde gruntī, ievērojot zemētajelektrodu savstarpējo ekranēšanos, *c* — pa kontūru izvietotu stieņveida zemētajelektrodu izmantošanas koeficienta ***η*** līknes atkarībā no elektrodu skaita ***n***un attiecības ***a/l***; 1 – vertikāls zemētājs; 2 - horizontāls zemētājs; *l* – zemētāja garums; *a* – attālums starp vertikāliem zemētājiem |

Zinot normēto zemējumpretestību *Rnorm* un dabisko zemētāju pretestību *Rdab* (nosaka eksperimentāli), atrod nepieciešamo mākslīgo zemētāju pre­testību:

 (5.5)

Nepieciešamais vertikālo elektrodu skaits

 (5.6)

Tā kā sākumā elektrodu skaits un attālums starp tiem nav zināms, *n* un *η* nosaka ar pakāpenisko tuvinā­jumu metodi.

Saskaņa ar EIN zemējumietaisēs jāveic šādas *pārbaudes*:

1. zemējumietaises elementu ārējā apskate;
2. saites pārbaude starp zemētāju un zemētajām elektroiekārtām. Šīs pārbaudes laikā ar īpašiem ommetriem izmēra saites pretestību *RS* un konstatē, vai pārbaudāmā iekārta nav zem sprieguma;
3. zemētāja izplūdes pretestības eksperimentāla pārbaude. To veic ar ommetriem, uz kura skalas var tieši nolasīt zemētājpretestības vērtību omos;
4. ķēdes fāze—nulle pretestības noteikšana ietaisēs ar spriegumu līdz 1000 V un cieši zemētu neitrāli;
5. caursitamo drošinātāju pārbaude ietaisēs ar spriegumu līdz 1000 V un izolētu neitrāli (ārējā apskate, izolācijas mērīšana un izlādes raksturlīknes pārbaude).

**5.2. Zemētāja aprēķina piemērs**

Zemētāju aprēķinu veic, nosakot

1. katra atsevišķa zemētāja pretestību;
2. zemētāju skaitu.

Atsevišķa zemētāja pretestība ir atkarīga no zemējuma konstrukcijas un grunts pretestības. Zemētāju skaitu nosaka, zinot normatīvo zemēšanas ietaises pretestību un grunts īpatnējo pretestību *ρ*' (5.1. un 5.2. tab.).

Lai ņemtu vēra grunts pretestības palielināšanos, zemei sasalstot, lieto sezonas koeficientu *KM*. Vertikāliem elektro­diem *KM* = 1,5-1,9 un horizontāliem elektrodiem *KM* = 1,8-5,8 ; tas ir atkarīgs no klimatiskā rajona (5.3. tab.).

Aprēķina

*ρ* = *KM* *ρ*'.

Vertikāla zemētāja pretestību apaļtērauda elektrodiem aprēķina pēc formulas



vai



kur *l* - zemētāja garums (cm);

*d* - zemētāja diametrs (cm);

*t* - attālums no zemes virsmas līdz zemēšanas stieņa vidum (cm) (sk. 5.6. att.).

Ja apaļa stieņa vietā ir lenķtērauds, tad

*d =* 0,95∙*b*,

kur *b* - leņķtērauda platums.

Orientējošiem aprēķiniem var pieņemt, ka

*Rst* ≈ 0,003 *ρ*.

Nepieciešamo vertikālo elektrodu skaitu, neņemot vēra horizontālo elektrodu pretestību, aprēķina pēc formulas:



kur *n* - elektrodu skaits;

*ηv* - elektrodu izmantošanas koeficients, kas atrodams rokasgrāmatas un ir atkarīgs no elektrodu skaita un to savstarpēja attāluma

*RZ*- elektroiekārtas pretestība, Ω.

|  |
| --- |
| 5.6. att. |

Tā kā elektrodu skaits nav zināms, tad *ηv* var noteikt tikai aptuveni. Lai to izdarītu, aprēķina minimāli iespējamo elektrodu skaitu:



Šo skaitu palielina apmēram par 20 %, izvēloties noteiktu elektrodu skaitu un pēc šī skaita nosaka *ηv.*

Pēc elektrodu skaita nosaka horizontālā elektroda garumu un aprēķina tā pretestību:



kur *th* - ieguldīšanas dziļums (cm);

*lh* - horizontālā elektroda garums (cm);

*b* - horizontālā elektroda (lentes) platums (cm).

Ņemot vērā lietderības koeficientu, faktiskā horizontāla zemētāja pretestība



kur *ηv* - horizontālā zemētāja lietderības koeficients, kuru atrod literatūrā.

Vertikālos elektrodus savienojot ar horizontālajiem elektrodiem, kopējā zemējuma pretestība samazināsies. Lai noskaidro tu faktiski nepieciešamo elektrodu skaitu, jāaprēķina nepie­ciešama summāra vertikālo zemētāju pretestība, ņemot vērā horizontālo zemētāju.



Pēc šī *RstΣ* nosaka galīgo elektrodu skaitu:



Elektrodu skaitu izvēlas tādu, lai tas būtu konstruktīvi izdevīgs, jo samazinot vertikālo elektrodu skaitu, palielināsies arī horizontālā elektroda pretestība un līdz ar to visa zemētāja pretestība.

Ja elektrodu skaits noteikts, jāaprēķina kā iepriekš *RhΣ* un *R'stΣ*, un galīgā zemētāja vērtība *R'Z*.

Rezultātam jābūt mazākam par *RZ*. Ja šis noteikums nav izpildīts, jāpalielina elektrodu skaits un aprēķins jāatkārto.

***Aprēķina uzdevums.*** Jāaprēķina zemēšanas ietaises elektrodu skaits un ietai­ses pretestība atbilstoši EIN normatīviem.

Dotie lielumi:

1. Elektrodi - lenķtērauds 50 x 50 x 5 mm.

2. Elektroda garums *l* = 3 m.

3. Elektrodu iedzīšanas dziļums zem zemes - 0,6 m (*th =* 0,6 m).

4. Attālums starp elektrodiem *a* = 6 m (*a*/*l* = 2),

5. Grunts - smilšains māls.

6. Zemesslēguma strāva augstsprieguma ietaisei *IZ* = 25 A.

7. Zemēšanas ietaise kopīga augstsprieguma un zemsprieguma ietaisei.

8. Elektrodi novietojami kontūrā.

9. Horizontālais zemētājs - apaļtērauds, kura diametrs 10 mm.

Aprēķina noteikumi

1. Aprēķinā jāņem vērā vertikālo un horizontālo zemētāju pretestība.

2. Nepieciešamie dati jāņem no tabulas.

Aprēķins

1. Normatīvā zemējuma pretestība.



Tā kā pēc noteikuma *RZ* < 4 Ω, tad faktiskā *RZ* = 4 Ω.

2. Elektrodu ekvivalentais diametrs

*d* = 0,95∙*b* = 0,95∙5 = 4,75 cm.

3. Elektrodu vidējais ieguldīšanas dziļums



4. No tabulām (5.2 un 5.3. tab)

*ρ'* = 1∙l04  Ω∙cm, *KM* = 1,5

5. Aprēķina grunts īpatnējo pretestību:

*ρ* = *KM*∙*ρ’*' = 1,5∙1∙104 = 1,5∙104 Ω∙cm .

6. Aprēķina viena vertikālā elektroda pretestību (5.4. tab.):



7. Pēc tabulām (5.5. tab.) nosaka orientējošo *ηv* vērtību un aprēķina orientējošo elektrodu skaitu:



|  |  |
| --- | --- |
| 8. Ņemot vērā, ka horizontālie elektrodi samazinās zemējuma pretestību, samazina elektrodu skaitu:  *n* = 16,  izvietojot pa 4 četrās rindās (5.7. att.).  9. Horizontālā zemētāja garums  vienai rindai - 3 x *a* = 3 x 6 = 18 m;  8 rindām *lh* = 18 x 8 = 144 m. | 5.7. att. |

10. Horizontāla zemētāja pretestība (5.4. tab.)



11. No tabulām (5.6. tab.) atrod *ηh* un aprēķina rezultējošo horizontālā zemētāja pretestību:



12. Faktiski nepieciešamā vertikālo elektrodu summārā pre­testība



|  |  |
| --- | --- |
| 1. Faktiskais elektroda skaits     Pieņemam galīgo vertikālo elektrodu skaitu  *n'* = 12 elektrodi (5.8. att.).  14. Faktiskais horizontālo elektrodu garums | 5.8. att. |

*l'a* = 3·18 = 54 m,

*l'b* = 4·12 = 48 m,

*l'h* = *la + lb* = 54 + 48 = 102 m.  
 15. Faktiskā horizontālo elektrodu summārā pretestība



No tabulām (5.6. tab.) atrod  un aprēķina rezultējošo horizontālā zemētāja pretestību:



16. Faktiskā vertikālo zemētāju summārā vērtība



17. Faktiskā zemējuma kontūra pretestība



*Secinājums*. Tā kā *R*Σ = 3,3 Ω < *RZ* = 4 Ω, tad zemējuma kontūru var izbūvēt pēc pieņemtā konstruktīvā izveidojuma ar 12 vertikāliem elektrodiem.

**5.3. Pārbaudes darbs.**

Aprēķināt zemēšanās ietaises elektrodu skaits un ietaises pretestība. Uzzīmēt elektrodu izvietošanu plānā.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Dotie**  **lielumi** | **V A R I A N T I** | | | | | | |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | |
| **Vertikālie elektrodi** | lenķtētauds  40x40x4mm | lenķtētauds  50x50x5mm | lenķtētauds  60x50x4mm | lenķtētauds  60x60x5mm | apaļtērauds  10 mm | apaļtērauds  12 mm | |
| ***l*, m** | 3 | 4 | 3 | 4 | 4 | 5 | |
| **th, m** | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,4 | 0,5 | |
| **a, m** | 3 | 12 | 6 | 8 | 12 | 10 | |
| **Grunts** | smilts | mālaina  smilts | smilšains  māls | māls | melnzeme | akmeņaina melnzeme | |
| **IZ, A** | 30 | 25 | 22 | 28 | 21 | 24 | |
| **Horizontālie elektrodi** | apaļtērauds | apaļtērauds | apaļtērauds | apaļtērauds | apaļtērauds | apaļtērauds | |
| **dh, mm** | 6 | 8 | 10 | 12 | 6 | 8 | |
| **Dotie**  **lielumi** | **V A R I A N T I** | | | | | | |
| **7** | **8** | **9** | **10** | **11** | | **12** |
| **Vertikālie elektrodi** | apaļtērauds  14 mm | apaļtērauds  16 mm | lenķtētauds  40x40x4mm | lenķtētauds  50x50x5mm | lenķtētauds  60x50x4mm | | lenķtētauds  60x60x5mm |
| ***l*, m** | 3 | 7 | 3 | 3 | 3 | | 5 |
| **th, m** | 0,6 | 0,7 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | | 1 |
| **a, m** | 3 | 14 | 3 | 6 | 6 | | 10 |
| **Grunts** | kūdra | smilts | mālaina  smilts | smilšains  māls | māls | | melnzeme |
| **IZ, A** | 31 | 35 | 30 | 25 | 22 | | 28 |
| **Horizontālie elektrodi** | apaļtērauds | apaļtērauds | apaļtērauds | apaļtērauds | apaļtērauds | | apaļtērauds |
| **dh, mm** | 10 | 12 | 6 | 8 | 10 | | 11 |
| **Dotie**  **lielumi** | **V A R I A N T I** | | | | | | |
| **13** | **14** | **15** | **16** | **17** | **18** | |
| **Vertikālie elektrodi** | apaļtērauds  10 mm | apaļtērauds  12 mm | apaļtērauds  14 mm | apaļtērauds  16 mm | lenķtētauds  40x40x4mm | lenķtētauds  50x50x5mm | |
| ***l*, m** | 4 | 5 | 6 | 7 | 3 | 4 | |
| **th, m** | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,4 | 0,5 | |
| **a, m** | 12 | 5 | 18 | 14 | 3 | 8 | |
| **Grunts** | akmeņaina melnzeme | kūdra | smilts | mālaina  smilts | smilšains  māls | māls | |
| **IZ, A** | 21 | 24 | 31 | 35 | 30 | 25 | |
| **Horizontālie elektrodi** | apaļtērauds | apaļtērauds | apaļtērauds | apaļtērauds | apaļtērauds | apaļtērauds | |
| **dh, mm** | 5 | 7 | 6 | 7 | 6 | 8 | |
| **Dotie**  **lielumi** | **V A R I A N T I** | | | | | | |
| **19** | **20** | **21** | **22** | **23** | | **24** |
| **Vertikālie elektrodi** | lenķtētauds  60x50x4mm | lenķtētauds  60x60x5mm | apaļtērauds  10 mm | apaļtērauds  13 mm | apaļtērauds  14 mm | | apaļtērauds  16 mm |
| ***l*, m** | 3 | 5 | 4 | 5 | 6 | | 7 |
| **th, m** | 1 | 0,7 | 0,4 | 0,75 | 0,6 | | 0,7 |
| **a, m** | 6 | 10 | 12 | 10 | 18 | | 14 |
| **Grunts** | melnzeme | akmeņaina melnzeme | kūdra | smilts | mālaina  smilts | | smilšains  māls |
| **IZ, A** | 22 | 28 | 21 | 37 | 31 | | 35 |
| **Horizontālie elektrodi** | apaļtērauds | apaļtērauds | apaļtērauds | apaļtērauds | apaļtērauds | | apaļtērauds |
| **dh, mm** | 10 | 12 | 5 | 7 | 10 | | 12 |

**6. NODAĻA**

**AIZSARDZĪBA PRET PĀRSPRIEGUMIEM**.

**6.1.** **AIZSARDZĪBA PRET TIEŠIEM ZIBENS SPĒRIENIEM**

Ēku un brīvgaisa elektroietaišu aizsardzībai pret tiešiem zibens spērieniem lieto dažādu konstrukciju *zibensnovedējus* (6.1. att.):

|  |
| --- |
| 6.1. att. Raksturīgākas zibensnovedēju konstrukcijas:  *a -* atsevišķi stāvošs zibensnovedējs, *b -* līnijas aizsardzība ar trosēm, *c* – kombinētais stieņa-troses  zibensnovedējs, *d* - ēkas aizsardzība ar sietveida zibensnovedēju; 1 - zibensuztvērējs,  2 — balstkonstrukcija, 3 — zemētājvads, 4 — zemētājs, 5 — trose |

1) *stieņveida zibensnovedējs* sastāv no zibensuztvērēja, balst­konstrukcijas, zemētājvada un paša zemētāja. *Zibensuztvērēju* iz­gatavo no 2…2,5 m gara velmēta profiltērauda ar vismaz 100 mm2 šķērsgriezumu, jo tam jābūt izturīgam pret zibensstrāvas elektrodinamisko iedarbi. *Balstkonstrukcijas* atkarībā no zibensnovedēja aug­stuma, klimatiskajiem apstākļiem, slodzes un citiem apsvērumiem izgatavo no koka, dzelzsbetona vai metāla. *Zemētājvads* savieno zibensuztvērēju ar zemētāju. Tā forma (apaļtērauds, plakantērauds, leņķtērauds vai tērauda caurules) atkarīga no konkrētiem apstākļiem, bet minimālais termiski izturīgais šķērsgriezums noteikts. Par zemētājvadiem drīkst izmantot arī metālkonstrukcijas (portālu statnes, balstkonstrukcijas, dzelzsbetona kolonnu vai balstu garenarmatūru u. tml.). Zemētājs nodrošina pietiekami efektīvu zibensstrāvas izplūdi zemē. Celtniecības normās dotas rak­sturīgākās zibensnovedēju zemētāju konstrukcijas un tām atbilstošā zemētājpretestība kā funkcija no grunts īpatnējās pretestības.

Zibensnovedēja zemētājvada un pašā zemētāja zibensstrāvas im­pulsa izplūdes laikā potenciāls reāli var sasniegt 1500…2000 kV. Lai nenotiktu caursite uz aizsargājamo objektu, jāievēro minimāli pieļaujamie attālumi (sk. *lzv* un *lz* 6.1. att. *a*), kuru skaitliskās vēr­tības var noteikt pēc EIN dotajām empīriskajām izteiksmēm;

1. *trosveida zibensnovedējs* atšķiras no stieņveida zibensnovedēja ar to, ka zibeni uztver virs aizsargājamā objekta nostiepta cin­kota vairākdzīslu tērauda trose ar šķērsgriezumu s ≥ 35 mm2. Gadī­jumos, kad jāaizsargā izstieptu un koncentrētu objektu grupa, var izrādīties ekonomiski izdevīgs kombinēts zibensnovedējs (sk., piemēram, stieņa-troses zibensnovedēju 6.1. att. *c*);
2. *sietveida zibensnovedēja* (6.1. att. d) atšķirīgā pazīme ir tā, ka zibensstrāvas uztvērējs izveidots kā metāla tīkls. Šos zibensno­vedējus rekomendē uzstādīt ēkām ar plakaniem jumtiem (jumta kri­tums nepārsniedz 8% no ēkas maksimālā augstuma).Kā sietveida zibensnovedēja paveidu var uzlūkot vienlaidu skārda vai dzelzsbetona jumtu, kas, savienots ar zemētāju, veido drošu zibensaizsardzību.

Attiecībā pret aizsargājamo objektu stieņveida un trosveida zibensnovedēji var būt ierīkoti kā *atsevišķi stāvoši* vai arī izvietoti *uz aizsargājamā objekta konstrukcijām.*

Pēc skaita un savstarpējās iedarbības stieņveida un trosveida zibensnovedējus iedala *savrupos*, *dubultos* un *daudzkāršos* zibens­novedējos. Daudzkāršie zibensnovedēji satur vismaz trīs zibensnove­dējus, kas neatrodas uz vienas taisnes un veido kopīgu aizsargzonu.

Projektējot zibensaizsardzību, jāvadās pēc EIN un celtniecības normām. Šajos normatīvajos materiālos pieņemti vairāki ēku, teritoriju un citu lielumu iedalījumi, kuriem ir būtiska nozīme pārsprieguma aiz­sardzību izvēlē:

1. Latvijas teritorija iedalīta 3 rajonos (6.2. att.);

|  |
| --- |
| 6.2. att. Latvijas teritorijas iedalījums rajonos atkarībā no negaisa stundu skaita gadā. |

2. visas ēkas pēc zibensaizsardzības prasībām iedala 3 katego­rijas:

I kategorija — ražošanas ēkas ar B-I un B-II klases sprādzien­bīstamām telpām;

II kategorija — ēkas ar citu klašu sprādzienbīstamām telpām;

III kategorija — visas pārējās ēkas, ieskaitot ugunsbīstamās ēkas.

Mainoties kategorijai, var visai būtiski mainīties ēkas zibensaizsardzībai izvirzāmās prasības. Tā, piemēram, zibens­novedēja zemētāja impulspretestībai, ja grunts īpatnējā pretestība ρ < 500 Ω∙m, jābūt šādai:

I kategorijas ēkām — līdz 10 Ω,

III kategorijas ēkām — līdz 20 Ω;

3. tiek graduēta grunts īpatnējā pretestība (homogēnai jeb vienslāņa grun­tij) vai ekvivalentā īpatnējā pretestība (nehomogēnai jeb vairākslāņu gruntij). Atkarībā no tā, vai ρ ir lielāks, vienāds vai mazāks par vērtībām 50, 100, 500, 1000 Ω∙m, būtiski mainās zibensnove­dēja zemētāja faktiskā un pieļaujamā pretestība;

4. zibensnovedēja aizsargāto telpu iedala divās aizsargzonās A un B. A zona ir telpas daļa, kurā objekta aizsar­gātība (drošuma pakāpe) ir vienāda vai augstāka par 99,5%. B zonā šī drošuma pakāpe var samazināties līdz 95%. Da­žādu aizsargājamo objektu iekļaušana A vai B zonā normatīvajos materiālos saistīta ar sagaidāmo zibenstrāpījumu skaitu, kāds būtu attiecīgai ēkai gada laikā bez zibensaizsardzības.

|  |  |
| --- | --- |
| 6.3. att. Savrupa stieņveida  zibensnovedēja aizsardzības zona. |  |

**6.2. ZIBENS AIZSARDZĪBAS APRĒĶINA METODES**

Zibens aizsardzības parametri:

*h* — stieņveida zibensnovedēja augstums, m;

*h*0 — stieņveida zibensnovedēja aizsardzības konusa augstums, m;

*hx* — aizsargājamās būves augstums, m;

*hм* — stieņveida zibensuztvērēja augstums, m;

*hа* — zibensnovedēja aktīvais augstums, m;

*r*0, *rх* — aizsardzības rādiusi zemes līmeņī un aizsargājamās būves augstumā, m;

*hс* — stieņveida zibensnovedēja vidējas daļas augstums, m;

2*rс*, 2*rх* — dubulta stieņveida zibensnovedēja vidējas zonas platums zemes līmeņi un aizsargājamās būves augstumā, m;

*α* — aizsardzības leņķis, grāds;

*L* — attālums starp diviem stieņveida zibensnovedējiem, m;

*а* — pārlaiduma garums starp troses balstiem, m;

*hоп tb* — troses balsta augstums, m;

*rх + r'х* — troses zibensnovedēja aizsardzības zonas platums aizsargājamās būves augstumā, m;

*а* + 2*rсх* — dubulta troses zibensnovedēja aizsardzības zonas garums aizsargājamās būves augstumā, m;

*а* + 2*rс* — dubulta troses zibensnovedēja aizsardzības zonas garums zemes līmeņi , m.

Savrup troses zibensnovedēja augstums *h* ir augstums pārlaiduma centrā. Lai to aprēķinātu izmanto formulas (troses šķērsgriezums 35…50 mm2):

*h = htb* – 2 , ja *a* < 120 m; (6.1)

*h = htb* – 3 , ja 120 < *a* < 150 m. (6.2)

Zibens spērienu skaits gadā aprēķina pēc izteiksmēm:

— koncentrētiem būves konstrukcijām (dūmeni, torni, augstceltni)

 (6.3)

kur *hх* — būves vai celtnes augstums, m;

*n* — vidējais zibens spērienu skaits gadā uz 1 km2 aizsargājamās būves vietā (sk. 6.2. tabulu), 1/(km2·gads);

— taisnstūra būvēm un celtņiem

 (6.4)

kur А un В — būves garums un platums, m.

6.1. tabula

**Zibensnovedēja aprēķina formulas pie *h* < 150 m**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Zona А** | | | **Zona B** |
| **1** | | | **2** |
| **Savrups stieņveida zibensnovedējs** (6.3. att.) | | | |
| ; | | | ;  ; |
| **Dubults viena augstuma stieņveida zibensnovedējs** (6.4. att.) | | | |
| **Pie *L ≤ h***,  *hc = h*0; *rcx = rx*; *rc = r*0. | | | |
| **Pie *h* < *L* ≤ 2*h***  *hc = h*0 – (0,17 + 0,0003·*h*)(*L – h*);  *rc = r*0;    **Pie 2*h* < *L* ≤ 4*h***  *hc = h*0 – (0,17 + 0,0003·*h*)(*L – h*); | | | **Pie *h* < *L* ≤ 6*h***  *hc = h*0 – 0,14(*L – h*);  *rc = r*0; |
| **Pie *L* > 4*h***  Zibensnovedējus aprēķina ka savrup  stieņveida zibensnovedēju | | | **Pie *L* > 6*h***  Zibensnovedējus aprēķina ka savrup stieņveida zibensnovedēju |
| **Dubults dažāda augstuma stieņveida zibensnovedējs** (6.5. att.) | | | |
| Ārējas zonas aizsardzības gabarīti *h*01, *h*02, *r*01, *r*02, *rx*1, *rx*2 aprēķina ka savrup stieņveida zibensnovedējiem. Iekšējas zonas aizsardzības gabarīti aprēķina pēc formulām:  *rc* = 0,5(*r*01 + *r*02); *hc* = 0,5(*hc*1 + *hc*2);  *hc*1 и *hc*2 vērtības var noteikt līdzīgi dubulta viena augstuma stieņveida zibensnovedējiem | | | |
| **Savrup troses zibensnovedēji (6.6. att. )** | | | |
| ; | | ;  ; | |
| **Dubulta viena augstuma troses zibensnovedēji (6.7. att.)** | | | |
| **Pie *L ≤ h***,  *hc = h*0; *rcx = rx*; *rc = r*0. | | | |
| **1** | **2** | | |
| **Pie *h* < *L* ≤ 2*h***  *hc = h*0 – (0,14 + 0,0005·*h*)(*L – h*);    *rc = r*0; | **Pie *h* < *L* ≤ 6*h***  *hc = h*0 – 0,12(*L – h*);  *rc = r*0; | | |
| **Dubulta dažāda augstuma troses zibensnovedēji (6.8. att.)** | | | |
| *h*01, *h*02, *r*01, *r*02, *rx*1, *rx*2 aprēķina pēc savrup troses zibensnovedēja formulām.  *rс* и *hс* pēc izteiksmēm: *rc* = 0,5(*r*01 + *r*02); *hc* = 0,5(*hc*1 + *hc*2). *hc*1, *hc*2,  aprēķina pēc dubulta viena augstuma troses zibensnovedēja  formulām. | | | |

6.2. tabula

**Sakarība *n* = *f*(*tvid*)**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *tvid*, h/gads | 10...20 | 21...40 | 41...60 | 61...80 | 81...100 | ≥ 101 |
| *n*, 1/(km2·gads) | 1 | 2 | 4 | 5,5 | 7 | 8,5 |

Piezīme. *tvid* — negaisa stundu skaits gadā, h/gads.

Ja zināmi *hx* un *rx*, savrupa stieņveida zibensnovedēja *B* zonas atbilstošo augstumu, metros, var noteikt pēc formulas

 (6.5)

|  |
| --- |
|  |

6.4. att. Dubulta viena augstuma stieņveida zibensnovedēja aizsardzības zona

|  |
| --- |
|  |

6.5. att. Dubulta dažāda augstuma stieņveida zibensnovedēja aizsardzības zona

**Trose**

|  |
| --- |
|  |

6.6. att. Savrupa troses zibensnovedēja aizsardzības zona

|  |
| --- |
|  |

6.7. att. Dubulta viena augstuma troses zibensnovedēja aizsardzības zona

|  |  |
| --- | --- |
|  | 6.8. att. Dubulta dažāda augstuma troses zibensnovedēja aizsardzības zona |

**9.3. ZIBENSNOVĒDĒJA APRĒĶINA PIEMĒRI**

**9.1. piemērs**. Noteikt savrupa stieņveida zibensnovedēja aizsardzības zonas parametrus un attēlot grafiski. Aprēķināt aizsargājama objekta izmēri un negaisa stundu skaits gadā. Dotie lielumi: *h* = 50 m; *hх* = 20 m; *В* = 20 m; *n* = 61/(km2·gads).

Atrisinājums:

1. stieņveida zibensnovedēja aizsardzības zonas parametri aprēķina pēc 6.1. tabulas formulām.

Zona A:

*h*0 = 0,85*h* = 0,85·50 = 42,5 m;

*r*0 = (1,1 – 0,002*h*)h = (1,1 – 0,002·50)·50 = 50 m;

*rx* = (1,1 – 0,002*h*)(*h* – 1,2*hx*) = (1,1 – 0,002·50)·(50 – 1,2·50) = 26 m;

*hM* = *h – h*0 = 50 – 42,5 = 7,5 m;

*ha = h – hx* = 50 – 20 = 30 m;



Zona B:

*h*0 = 0,92*h* = 0,92·50 = 46 m;

*r*0 = 1,5*h* = 1,5·50 = 75 m;

*rx* = 1,5(*h* – 1,1*hx*) = 1,5·(50 – 1,1·20) = 42 m;

*hM* = *h – h*0 = 50 – 46 = 4 m;

*ha = h – hx* = 50 – 20 = 30 m;



2. Aizsargājama objekta parametri un gabarīti

Zona A:



cos*φ*(A) = cos22,60 = 0,92;



A x B x H = 48 x 20 x 20 m

Zona B:



cos*φ*(B) = cos13,80 = 0,97;



Pieņemam A = 81 m.

A x B x H = 81 x 20 x 20 m

3. Zibens spērienu iespējamais skaits gadā, ja nav aizsardzības





Aizsardzības zonas parametri parādīti 6.9 attēlā.

**9.2. piemērs**. Noteikt dubulta viena augstuma troses zibensnovedēja aizsardzības zonas A parametrus un attēlot grafiski. Aprēķināt aizsargājama objekta izmēri un zibens spērienu skaits gadā. Dotie lielumi: *htb*1 = *htb*2 = 22 m; *hх* = 10 m; *L* = 25 m; *а* = 40 m; *n* = 71/(km2·gads).

|  |
| --- |
|  |

6.9. att. Savrupa stieņveida zibensnovedēja aizsardzības zonas, *h* = 50 m

Atrisinājums:

1. Dubulta viena augstuma troses zibensnovedēja aizsardzības zonas A parametri

Tā ka *a* < 120 m, tad

*h = htb* – 2 = 22 – 2 = 20 м;

*h*0 = 0,85·*h* = 0,85·20 = 17 m;

*r*0 = (1,35 – 0,0025·*h*)·*h* = (1,35 – 0,0025·20)·20 = 26 m;

*hc = h*0 – (0,14 + 0,0005*h*)(*L – h*) = 17 – (0,14 + 0,0005·20)(25-20) = 16,05 m;

*rc = r*0 = 26 m;



*rx* = (1,35 – 0,0025*h*)(*h* – 1,2*hx*) = (1,35 – 0,0024·20)·(20 – 1,2·10) = 10,4 m.

Piezīme. Ja būves augšēja atzīme krustojas ar pārlaiduma līniju, tad jāaprēķina *r’x*.



2. Aizsargājama objekta maksimālie gabarīti (1.14.9 att.):

*А = а* + 2·*rсх* = 40 + 2·9,8 = 59,6 m.

Pieņemam veselo skaitli A = 59 m.

*В = L* + 2*rх* = 25 + 2·10,4 = 45,8 m.

Pieņemam veselo skaitli *В* = 45 m.

А x В x Н = 59 х 45 х 10 м.

3. Zibens spērienu iespējamais skaits gadā, ja nav aizsardzības.

*N* = [(*В* + 6·*hХ*)(А + 6·*hХ*) ·7,7*h*2*x*]*n* ·10-6 =

= [(45 + 6·10)(59+6·10)+7,7·102]·7·10-6 = 8,2·10-2.

Aizsardzības zonas parametri parādīti 6.10 attēlā.

|  |
| --- |
|  |

6.10. att. Dubulta viena augstuma troses zibensnovedēja aizsardzības zona

**9.4. PĀRBAUDES DARBS.**

Noteikt konkrēta tipa zibensnovedēja aizsardzības zonas A parametrus un attēlot grafiski. Aprēķināt aizsargājama objekta izmēri un zibens spērienu skaits gadā. Dotie lielumi atrodas uzdevuma tabulā (sk. 6.3 tab.).

6.3. tabula

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Variants** | **Zibensnovedēja**  **tips** | **Zona** | **hx, m** | **В, m** | **h1, m** | **h2, m** | **L, m** | **a, m** | **tvid,**  **st/gads** |
| 1 | 1С | А | 20 | 15 | 40 | — | — | — | 110 |
| 2 | 2С | B | 20 | 20 | 50 | 50 | 50 | 60 | 100 |
| 3 | 2С | А | 20 | 20 | 30 | 50 | 40 | — | 20 |
| 4 | 1Т | B | 15 | — | 32 | — | 40 | — | 30 |
| 5 | 2Т | А | 15 | — | 32 | 32 | 20 | 40 | 40 |
| 6 | 2Т | B | 15 | — | 32 | 22 | 25 | 30 | 90 |
| 7 | 1С | B | 20 | 15 | 40 | — | — | — | 80 |
| 8 | 2С | А | 10 | 12 | 45 | 25 | 50 | — | 50 |
| 9 | 2С | А | 10 | 12 | 30 | 30 | 45 | — | 60 |
| 10 | 1Т | А | 8 | — | 22 | — | 30 | — | 70 |
| 11 | 2Т | B | 8 | — | 22 | 27 | 30 | 45 | 110 |
| 12 | 2Т | B | 8 | — | 17 | 17 | 30 | 35 | 70 |
| 13 | 1С | А | 12 | 10 | 35 | — | — | — | 100 |
| 14 | 2С | B | 15 | 15 | 50 | 50 | 35 | — | 60 |
| 15 | 2С | B | 15 | 15 | 50 | 40 | 40 | — | 20 |
| 16 | 1Т | А | 16 | — | 27 | — | 40 | — | 50 |
| 17 | 2Т | А | 12 | — | 22 | 27 | 35 | 20 | 30 |
| 18 | 2Т | B | 12 | — | 27 | 27 | 35 | 25 | 80 |
| 19 | 1С | А | 25 | 30 | 60 | — | — | — | 40 |
| 20 | 2С | B | 16 | 20 | 50 | 40 | 50 | — | 90 |
| 21 | 2C | А | 16 | 20 | 50 | 50 | 40 | — | 90 |
| 22 | IT | А | 12 | — | 27 | — | 30 | п— | 40 |
| 23 | 2T | B | 8 | — | 17 | 22 | 25 | 30 | 80 |
| 24 | 2Т | B | 8 | — | 27 | 27 | 25 | 20 | 30 |
| 25 | 1С | А | 15 | 20 | 50 | — | — | — | 50 |
| 26 | 2С | B | 16 | 12 | 40 | 40 | 50 | — | 20 |
| 27 | 2С | B | 12 | 16 | 40 | 30 | 50 | — | 60 |
| 28 | 1Т | А | 16 | — | 27 | — | 60 | — | 100 |
| 29 | 1С | B | 20 | 20 | 50 | — | — | — | 80 |
| 30 | 2Т | А | 10 | — | 22 | 22 | 25 | 40 | 90 |

**PIELIKUMI**

**1. PIELIKUMS**

P.1.1. tabula

**Elektroenerģētikas shēmās biežāk lietojamie grafiskie apzīmējumi**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nr. p/k** | | **Grafiskā apzīmējuma** | | | **Grafiskais apzīmējums** | **Apzīmējuma nosaukums latviešu, angļu, krievu un**  **vācu valodā** |
| **numurs atbilstīgi EN60617** | | **identitātes numurs** |
| **1** | | **2** | | **3** | **4** | **5** |
| 2. Funkcijorientēti vispārējā lietojuma grafiskie apzīmējumi | | | | | | |
| 1 | | 02-12-01 | | S00145 |  | Mehāniskās saites līnija Mechanical link Линия механической связи Mechanische Wirkverbindung |
| 2 | | 02-12-04 | | S00147 |  | Mehāniskās saites līnija Mechanical link Линия механической связи Mechanische Wirkverbindunq |
| 3 | | 02-15-01 | | S00200 |  | Zeme (vispārīgais apzīmējums) Earth (general symbol) Земля (общее обозначение) Erde (allgemein) |
| 4 | | 02-15-03 | | S00202 |  | Aizsargzemējums Protective earthing защитное заземление Schutzerde; Schutzerdnung |
| 5 | | 02-17-01 | | S00208 |  | Bojājums Fault  Повреждение Fehler |
| 3. Vadu un savienojumu grafiskie apzīmējumi | | | | | | |
| 6 | | 03-01-01 | | S00001 |  | Elektrolīnija (vispārīgais apzīmējums) Connection (general symbol) Эпектрическая линия (общее обозначение) Leitunq (allqemein) |
| 7 | | 03-01-02 | | S00002 |  | Elektrolīnija (ar uzrādītu vadu skaitu) Group of connections (number of connections indicated) Электрическая линия (указано число проводов) Verbindungen (Zahl der Leiter angezeigt) |
| 8 | | 03-01-03 | | S00003 |  | Elektrolīnija (ar uzrādītu vadu skaitu) Group of connections (number of connections indicated) Электрическая линия (указано число проводов) Verbindungen (Zahl der Leiter angezeigt) |
| 9 | | 03-01-05 | | S00005 |  | Trīsfāžu ķēde (četrvadu) Three-phase circuit  Трёхфазная четырехпроводная цепь Dreiphasen-Vierleitersystem |
| 10 | | 03-02-01 | | S000I6 |  | Savienojums (neizjaucama savienojuma apzīmējums) Connection point Соединение (неразборное) Verbindunqspunkt |
| 11 | | 03-02-02 | | S000I7 |  | Savienojums (izjaucama savienojuma apzīmējums) Terminal  Соединение (разборное) Anschluss |
| 12 | | 03-02-03 | | S00018 |  | Spaiju līste Terminal strip  Планка зажимов (зажимы наборные) Anschlussleiste |
| 13 | | 03-02-05 | | S00020 |  | Т veida savienojums T-connection Т-образное соединение T-Verbindung |
| 14 | | 03-03-01 | | S00031 |  | Spraudligzda  Female contact; socket [contact] Гнездо разъемного соединения  Buchse (von einer Steckdose Oder Steckverbindung); Pol einer Steckbuchse |
| 15 | | 03-03-03 | | S00032 |  | Spraudnis Male contact; plug  Штырь разъемного соединения; штекер  Stecker (fūr eine Steckdose oder Steckverbindung); Pol eines  Steckers |
| 16 | | 03-03-05 | | S00033 |  | Spraudligzda un spraudnis Socket and plug  Гнездо и штырь; штекерное соединение Buchse und Stecker; Steckverbindung |
| 17 | | 03-03-08 | | S00035 |  | 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 | | 03-04-01 | | S00050 |  | Kabeļa gala uzmava (vairākdzīslu kabelim) Cable sealing end (multi-core cable) Концевая муфта (многожипьного кабепя) Kabeiendverschluss (mehradriger Kabel) |
| 19 | | 03-04-02 | | S00051 |  | Kabeļu gala uzmava (viendzīslas kabeļiem) Cable sealing end (one-core cables) Концевая муфта (одножипьных кабелей) Kabeiendverschluss (einadriger Kabeln) |
| 20 | | 03-04-06 | | S00055 |  | Nozaruzmava (vienlīnijas attēlojumā) Junction box (single-line representation) Ответвительная муфта (в однолинейном исполнении) Abzweigmuffe (einpolige Darstellung) |
| 4. Pasīvie elementi | | | | | | |
| 21 | | 04-01-01 | | S00555 |  | Rezistors (vispārīgais apzīmējums) Resistor (general symbol) Резистор (общее обозначение) Widerstand (allqemein) |
| 22 | | 04-01-03 | | S00557 |  | Rezistors (regulējams) Resistor (adjustable) Резистор (регулируемый) Widerstand (verānderbar) |
| 23 | | 04-02-01 | | S00567 |  | Kondensators (vispārīgais apzīmējums) Capacitor (general symbol) Конденсатор (общее обозначение) Kondensator (allgemein) |
| 24 | | 04-02-05 | | S00571 |  | Polārais kondensators Capacitor (polarized) Конденсатор (поляризованный) Kondensator (gepolt) |
| 25 | | 04-03-01 | | S00583 |  | Induktivitāte; spole; tinums; drosele (paralēli slēdzama) Coil; Winding (shunt connection)  Индуктивность; катушка; обмотка; дроссель (параллельного включения)  Induktivitāt; Spule; Wicklung; Drossel (fur NebenschluB) |
| 26 | | 04-03-03 | | S00585 |  | Induktivitāte (spole, tinums) ar magnētserdi Inductor with magnetic core  Индуктивность с ферромагнитным магнитопроводом Induktivitāt mit Magnetkern |
| 5. Pusvadītāji un radiolampas | | | | | | |
| 27 | | 05-03-01 | | S00641 |  | Pusvadītāju diode (vispārīgais apzīmējums) Semiconductor diode (general symbol) Полупроводниковый диод (общее обозначение) Halbleiterdiode (allgemein) |
| 28 | | 05-04-05 | | S00653 |  | Anodvadāms tiristors  Reverse blocking triode thyristor (N-gate. anode-side controlled)  Тиристор триодный (управляемый по аноду)  Ruckwarts sperrende Thyristortriode (N-Gate. Anode gesteuert) |
| 29 | | 05-04-06 | | S00654 |  | Katodvadāms tiristors  Reverse blocking triode thyristor (P-gate. cathode-side controlled)  Тиристор триодный (управляемый по катоду)  Rūckvvārts sperrende Thyristortriode (P-Gate. Kathode gesteuert) |
| 30 | | 05-05-01 | | S00663 |  | PNP tipa tranzistors PNP transistor PNP транзистор PNP Transistor |
| 6. Elektroenerģijas ražošana un pārveidošana | | | | | | |
| 31 | | 06-02-02 | | S00803 |  | Nepilnā trīsstūra slēgums V-connection; Vee connection  Соединение в неполный треугольник; соединение неполным  треугольником  V-Schaltung |
| 32 | | 06-02-05 | | S00806 |  | Trīsstūra slēgums Delta connection  Соединение в треугольник; соединение треугольником Dreieckschaltung |
| 33 | | 06-02-06 | | S00807 |  | Pārtrauktā trīsstūra slēgums Open delta connection  Соединение в разомкнутый треугольник; соединение разомкнутым треугольником Offene Dreieckschaltung |
| 34 | | 06-02-07 | | S00808 |  | Zvaigznes slēgums Star connection; wye connection Соединение в звезду; соединение звездой Sternschaltung |
| 35 | | 06-02-08 | | S00809 |  | 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 | | 06-02-09 | | S00810 |  | Cikcak slēgums  Zigzag connection; interconnected star connection  Соединение зигзагом  Zickzackschaltung |
| 37 | | 06-04-01 | | S00819 |  | Elektriskā mašīna (vispārīgais apzīmējums) Machine (general symbol) Электрическая машина (общее обозначение) Maschine (allgemein) |
| 38 | | 06-09-01 | | S00841 |  | Divtinumu transformators (vispārīgais apzīmējums) Transformer with two windings (general symbol) Трансформатор двухобмоточный (общее обозначение) Transformator mit zwei Wicklungen (allgemein) |
| 39 | | 06-09-02 | | S00842 |  | Divtinumu transformators (vispārīgais apzīmējums) Transformer with two windings (general symbol) Трансформатор двухобмоточный (общее обозначение) Transformator mit zwei Wicklungen (allgemein) |
| 40 | | 06-09-06 | | S00846 |  | Autotransformators (vispārīgais apzīmējums) Auto-transformer (general symbol) Автотрансформатор (общее обозначение) Spartransformator |
| 41 | | 06-09-07 | | S00847 |  | Autotransformators (vispārīgais apzīmējums) Auto-transformer (general symbol) Автотрансформатор (общее обозначение) Spartransformator (allgemein) |
| 42 | | 06-09-10 | | S00850 |  | Strāvmainis (vispārīgais apzīmējums) Current transformer (general symbol) Трансформатор тока (общее обозначение) Stromwandler (allgemein) |
| 43 | | 06-09-11 | | S00851 |  | Strāvmainis (vispārīgais apzīmējums) Current transformer (general symbol) Трансформатор тока (общее обозначение) Stromwandler (allgemein) |
| 44 | | | 06-13- 01A | S00878 |  | Spriegummainis (vispārīgais apzīmējums) Voltage transformer (general symbol) Трансформатор напряжения (общее обозначение) Spannungswandler (allgemein) |
| 45 | | | 06-13- 01В | S00879 |  | Spriegummainis (vispārīgais apzīmējums) Voltage transformer (general symbol) Трансформатор напряжения (общее обозначение) Spannungswandler (allgemein) |
| 46 | | | 06-13-03 | S0088I |  | Strāvmainis ar divām serdēm un vienu sekundāro tinumu uz katras no serdēm  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 | | | 06-13-05 | S00883 |  | 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 | | | 06-10-07 | S00858 |  | Trīsfāžu transformators (zvaigzne-trīsstūris slēgums) Three-phase transformer (connection star-delta) Трансформатор трёхфазный с соединением обмоток по схеме звезда-треугольник  Drehstromtransformator (Stern/Dreieckschaltung) |
| 49 | | | 06-10-08 | S00859 |  | Trīsfāžu transformators (zvaigzne-trīsstūris slēgums) Three-phase transformer (connection star-delta) Трансформатор трёхфазный с соединением обмоток по схеме звезда-треугольник  Drehstromtransformator (Stern/Dreieckschaltung) |
| 50 | | | 06-14-03 | S00894 |  | Taisngriezis Rectifier выпрямитель Gleichrichter |
| 51 | | | 06-14-04 | S00895 |  | Taisnigriezis tiltsl§gum5 Rectifier in full wave (bridge) connection Выпрямитель (соединенный no мостовой схеме) Gleichrichter in Bruckenschaltung |
| 52 | | | 06-15-01 | S00898 |  | Galvansikais elements Primary cell  Гальванический элемент  Primarzelle; galvanisches Element; galvanische Zelle |
| 7. Komutācijas aparatūra, sadales un aizsargierīces | | | | | | |
| 53 | 07-02-01 | | | S00227 |  | Saslēdzējkontakts (vispārīgais apzīmējums) Make contact (general symbol) Замыкающий контакт (общее обозначение) Schliesser (allgemein) |
| 54 | 07-02-03 | | | S00229 |  | Pārtraucējkontakts Break contact Размыкающий контакт Offner |
| 55 | 07-02-04 | | | S00230 |  | Pārslēdzējkontakts ar iepriekšēju pārtraukšanu Change-over break before make contact Перекпючающий контакт с предворитепьным размыканием Wechsler mit Unterbrechung |
| 56 | 07-03-03 | | | S00238 |  | 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 | 07-05-01 | | | S00243 |  | Saslēdzējkontakts (saslēdzas ar laika kavējumu) Make contact (delayed closing)  Замыкающий контакт (срабатывающий с замедлением) Anzugverzogerter Offner |
| 58 | 07-05-02 | | | S00244 |  | Saslēdzējkontakts (pārtraucas ar laika kavējumu) Make contact (delayed opening)  Замыкающий контакт (с выдержкой времени при размыкании) Abfallverzogerter Schliesser |
| 59 | 07-07-01 | | | S00253 |  | Manuāldarbināms slēdzis (vispārīgs apzīmējums) Switch (manually operated, general symbol) Выключатель ручного управления (общее обозначение) Handbetātigter Schalter (allgemein) |
| 60 | 07-07-02 | | | S00254 |  | 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 | 07-08-01 | | | S00259 |  | Galaslēdzis (ar noslēdzējkontaktu)  Position switch (make contact)  Концевой выключатель (с замыкающим контактом)  Endschalter-Schliesser |
| 62 | 07-09-03 | | | S00265 |  | 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 | 07-13-02 | | | S00284 |  | Kontaktors vai tā darba saslēdzējkontakts Contactor; Main make contact of a contactor Контактор, рабочий контакт контактора Schutz; Leistungsschliesser eines Schiitzes |
| 64 | 07-13-05 | | | S00287 |  | Jaudas slēdzis Circuit-breaker Выключатель мощности Leistungsschalter |
| 65 | 07-13-06 | | | S00288 |  | Atdalītājs Disconnector Разъединитель Trennschalter |
| 66 | 07-13-08 | | | S00290 |  | Slodzes slēdzis, slodzes atdalītājs Load switch, Switch-disconnector  Выключатель нагрузки, выключатель нагрузки-разъединитель Lasttrennschalter |
| 67 | 07-13-11 | | | S00293 |  | Brīvās sakabes mehānisms, brīvsajūgs Trip-free mechanism Механизм свободного расцепления Ausloseeinrichtung |
| 68 | 07-15-01 | | | S00305 |  | Elektromehāniskā piedziņa, releja spole (vispārīgs apzīmējums) Operating device; Relay coil (general symbol) Электромеханический привод, катушка электромеханического устройства (общее обозначение) Elektromechanischer Antrieb; Relaisspule (allgemein) |
| 69 | 07-15-21 | | | S00325 |  | Elektriskā termoreleja uztvērējdaļa Operating device of a thermal relay Воспринимающая часть элекротеплового реле Elektromechanischer Antrieb eines Thermorelais |
| 70 | 07-21-01 | | | S00362 |  | [Kustošais] drošinātājs (vispārīgais apzīmējums) Fuse (general symbol)  Предохранитель [плавкий] (общее обозначение) Sicherung (allgemein) |
| 71 | 07-21-07 | | | S00368 |  | Drošinātājslēdzis Fuse-switch  Предохранитель-выключатель Sicherungslastschalter |
| 72 | 07-22-03 | | | S00373 |  | Izlādnis  Surge diverter; Lightning arrester Разрядник  Ūberspannungsableiter |
| 8. Mērinstrumenti, lampas un signālierīces | | | | | | |
| 73 | 08-01-03 | | | S00912 |  | Integrētājmēraparāts (vispārīgais apzīmējums) Integrating instrument (general symbol)  Измерительный прибор интегрирующий (общее обозначение) Messgerāt, integrierend (allgemein) |
| 74 | 08-02-01 | | | S00913 |  | Rādošs sprieguma mērītājs, voltmetrs  Voltmeter  Измерительный прибор напряжения показывающий, вольтметр Spannungsmessgerāt (anzeigend); Voltmeter |
| 75 | 08-02-02 | | | S00914 |  | Rādošs strāvas mērītājs, ampērmetrs Ammeter  Измерительный прибор тока показывающий, амперметр Amperemeter |
| 76 | 08-02-03 | | | S00915 |  | Vatmetrs Wattmeter Ваттметр Wattmeter |
| 77 | 08-04-03 | | | S00933 |  | Aktīvās elektroenerģijas skaitītājs Watt-hour meter  Счетчик активной электроэнергии Wattstundenzahler; Elektrizitātszāhler |
| 78 | 08-04-15 | | | S00945 |  | Reaktīvās elektroenerģijas skaitītājs Var-hour meter  Счетчик реактивной электроэнергии Blindverbrauchszāhler |
| 79 | 08-10-01 | | | S00965 |  | Spuldze (vispārīgais apzīmējums) Lamp (general symbol) Лампа (общее обозначение) Lampe (allgemein) |
| 80 | 11-11-01 | | | S00446 |  | Neitrālvads. N vads Neutral conductor; N conductor Нейтральный провод, N-провод Neutralleiter. N-Leiter: Mittelleiter. M-Leiter |
| 81 | 11-11-02 | | | S00447 |  | Aizsargvads. PE vads Protective conductor; PE conductor Защитный провод, РЕ-провод Schutzleiter, PE-Leiter |
| 82 | 11-11-03 | | | S00448 |  | Aizsargneitrālvads. PEN vads  Combined protective and neutral conductor; PEN conductor Совмещенный нейтральный и защитный провод. РЕN-провод Neutralleiter mit Schutzfunktion. PEN-Leiter |
| 83 | 11-11-04 | | | S00449 |  | 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 | 11-12-07 | | | S00456 |  | 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  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 |  | | | SO 1408 |  | Funkcionālzemēšana Functional earthing функциональное заземление Funktionserdung |
| 91 |  | | | SO 1417 |  | 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.1.2. tabula

**Vienburta un divburtu kodi elektroapgādes principshēmās biežāk lietojamo elementu apzīmēšanai (Tabula sastādīta izmantojot standartu ГОСТ2.710-81)**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **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 | 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 |
| **1** | **2** | **3** | **4** |
| T | Transformatori un autotransformatori | Strāvmainis | TA |
| Spriegummainis | TV |
| U | Sakaru iekārtas, elektrisku lielumu pārveidotāji elektriskos lielumos |  |  |
| 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.1.3. tabula

**Gaisvada A konstruktīvie dati**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nominālais šķērsgriezums, mm2** | **Dzīslu**  **skaits** | **Nominālais dzīslu diametrs, mm** | **Vada diametrs,**  **mm** | **Svars,**  **kg/km** | **Aktīva pretestība *R*0,**  **Ω/km** |
| 4 | - | - | - | - |  |
| 6 | - | - | - | - |  |
| 10 | 7 | 1,35 | 4,05 | 27 |  |
| 16 | 7 | 1,70 | 5,1 | 43 | 1,98 |
| 25 | 7 | 2,13 | 6,4 | 68 | 1,28 |
| 35 | 7 | 2,50 | 7,5 | 94 | 0,92 |
| 50 | 7 | 3,00 | 9,0 | 135 | 0,64 |
| 70 | 7 | 3,55 | 10,7 | 190 | 0,46 |
| 95 | 7 | 4,10 | 12,3 | 250 | 0,34 |
| 120 | 19 | 2,80 | 14,0 | 320 | 0,27 |
| 150 | 19 | 3,15 | 15,0 | 410 | 0,21 |
| 185 | 19 | 3,50 | 17,5 | 500 | 0,17 |
| 240 | 19 | 4,00 | 20,0 | 650 | 0,132 |
| 300 | 37 | 3,15 | 22,1 | 790 | 0,106 |
| 350 | 37 | 3,45 | 24,2 | 950 |  |
| 400 | 37 | 3,66 | 25,6 | 1070 |  |
| 450 | 37 | 3,90 | 27,3 | 1220 |  |
| 500 | 37 | 4,15 | 29,1 | 1380 |  |
| 550 | 61 | 3,37 | 30,3 | 1500 |  |
| 600 | 61 | 3,50 | 31,5 | 1620 |  |
| 650 | 61 | 3,66 | 32,9 | 1770 |  |
| 700 | 61 | 3,80 | 34,2 | 1900 |  |

P.1.4. tabula

**Gaisvada AC konstruktīvie dati**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nominālais**  **šķērsgriezums**  **mm2** | **Alumīnija vads** | | | **Tērauda serdene** | | **Diametrs** | | **Alumīnija**  **vada un tērauda serdeni šķērsgriezumu attiecība** |
| **Dzīslu skaits** | **Dzīslu nominālais diametrs,**  **mm** | **Aktīva pretestība *R*0,**  **Ω/km** | **Dzīslu skaits** | **Dzīslu nominālais**  **diametrs,**  **mm** | **Alumīnija**  **vada** | **Tērauda** |
| **1** | **2** | **3** |  | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** |
| 10/1,8 | 6 | 1,50 |  | 1 | 1,50 | 4,5 | 1,5 | 6,00 |
| 16/2,7 | 6 | 1,85 | 1,98 | 1 | 1,85 | 5,6 | 1,9 | 6,00 |
| 25/4,2 | 6 | 2,30 | 1,38 | 1 | 2,30 | 6,9 | 2,3 | 6,00 |
| 35/6,2 | 6 | 2,80 | 0,85 | 1 | 2,80 | 8,4 | 2,8 | 6,00 |
| 50/8,0 | 6 | 3,20 | 0,65 | 1 | 3,20 | 9,6 | 3,2 | 6,00 |
| 70/11 | 6 | 3,80 | 0,46 | 1 | 3,80 | 11,4 | 3,8 | 6,00 |
| 70/72 | 18 | 2,20 | 0,46 | 19 | 2,20 | 15,4 | 11,0 | 0,95 |
| 95/16 | 6 | 4,50 | 0,33 | 1 | 4,50 | 13,5 | 4,5 | 6,00 |
| 95/14,1 | 24 | 2,20 | 0,33 | 37 | 2,20 | 19,8 | 15,4 | 0,65 |
| 120/19 | 26 | 2,40 | 0,27 | 7 | 1,85 | 15,2 | 5,6 | 6,25 |
| 120/27 | 30 | 2,20 | 0,27 | 7 | 2,20 | 15,4 | 6,6 | 4,29 |
| 150/19 | 24 | 2,80 | 0,17 | 7 | 1,85 | 16,8 | 5,6 | 7,85 |
| 150/24 | 26 | 2,70 | 0,17 | 7 | 2,10 | 17,1 | 6,3 | 6,14 |
| 150/34 | 30 | 2,50 | 0,17 | 7 | 2,50 | 17,5 | 7,5 | 4,29 |
| 185/24 | 24 | 3,15 | 0,17 | 7 | 2,10 | 18,9 | 6,3 | 7,71 |
| 185/29 | 26 | 2,98 | 0,132 | 7 | 2,30 | 18,8 | 6,9 | 6,24 |
| 185/43 | 30 | 2,80 | 0,107 | 7 | 2,80 | 19,6 | 8,4 | 4,29 |
| 185/12,8 | 54 | 2,10 | 0,08 | 37 | 2,10 | 23,1 | 14,7 | 1,46 |
| 205/27 | 24 | 3,30 |  | 7 | 2,20 | 19,8 | 6,6 | 7,71 |
| 240/32 | 24 | 3,60 | 0,107 | 7 | 2,40 | 21,6 | 7,2 | 7,71 |
| 240/39 | 26 | 3,40 | 0,107 | 7 | 2,65 | 21.6 | 8.0 | 6,11 |
| 240/56 | 30 | 3,20 | 0,107 | 7 | 3.20 | 22,4 | 9,6 | 4,29 |
| 300/39 | 24 | 4,00 | 0,08 | 7 | 2,65 | 24,0 | 8,0 | 7,81 |
| 300/48 | 26 | 3.80 | 0,08 | 7 | 2.95 | 24,1 | 8,9 | 6,16 |
| 300/66 | 30 | 3,50 | 0,08 | 19 | 2,10 | 24,5 | 10,5 | 4,39 |
| 300/67 | 30 | 3,50 | 0,08 | 7 | 3,50 | 24,5 | 10,5 | 4,29 |
| 300/204 | 54 | 2,65 | 0,08 | 37 | 2,65 |  |  | 1,46 |
| 330/30 | 48 | 2,98 |  | 7 | 2,30 |  |  | 11,55 |
| 330/43 | 54 | 2.80 |  | 7 | 2.80 |  |  | 7,71 |
| 400/18 | 42 | 3,40 |  | 7 | 1,85 |  |  | 20,27 |
| 400/22 | 76 | 2,57 |  | 7 | 2,00 |  |  | 17,93 |
| 400/51 | 51 | 3,05 |  | 7 | 3,05 |  |  | 7,71 |
| 400/64 | 26 | 4,37 |  | 7 | 3,40 |  |  | 6,14 |
| 400/93 | 30 | 4,15 |  | 19 | 2,50 |  |  | 4,35 |
| 450/56 | 54 | 3,20 |  | 7 | 3,20 |  |  | 7,71 |
| 500/26 | 42 | 3.90 |  | 7 | 2,20 |  |  | 18,86 |
| 500/27 | 76 | 2,84 |  | 7 | 2,20 |  |  | 18,09 |
| 500/64 | 54 | 3,40 |  | 7 | 3,40 |  |  | 7,71 |
| P.1.4.tabulas turpinājums | | | | | | | | |
| **1** | **2** | **3** |  | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** |
| 500/204 | 90 | 2,65 |  | 37 | 2,65 |  |  | 2,43 |
| 500/36 | 54 | 3,40 |  | 61 | 2,65 |  |  | 1,46 |
| 550/71 | 54 | 3,60 |  | 7 | 3,60 |  |  | 7,71 |
| 600/72 | 54 | 3,70 |  | 19 | 2,20 |  |  | 8,04 |

P.1.5. tabula

**Gaisvadu pieļaujamas strāvas**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nominālais**  **šķērsgriezums**  **mm2** | **Šķērsgriezums**  **(alumīnijs/tērauds,**  **mm2)** | **AC** | | **M** | **A** | **M** | **A** |
| **telpā** | **ārpus**  **telpa** | **ārpus telpa** | | **telpā** | |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** |
| 10 | 10/1,8 | 84 | 53 | 95 | - | 60 | - |
| 16 | 16/2,7 | 111 | 79 | 133 | 105 | 102 | 75 |
| 25 | 25/4,2 | 142 | 109 | 183 | 136 | 137 | 106 |
| 35 | 35/6,2 | 175 | 135 | 223 | 170 | 173 | 130 |
| 50 | 50/8 | 210 | 165 | 275 | 215 | 219 | 165 |
| 70 | 70/11 | 265 | 210 | 337 | 265 | 268 | 210 |
| 95 | 95/16 | 330 | 260 | 422 | 320 | 341 | 255 |
| 120 | 120/19  120/27 | 390  375 | 313 | 485 | 375 | 395 | 300 |
| 150 | 150/19  150/24  150/34 | 450  450  450 | 365 | 570 | 440 | 465 | 355 |
| 185 | 185/24  185/29  185/43 | 520  510  515 | 430  430  425 | 650 | 500 | 540 | 410 |
| 240 | 240/32  240/39  240/56 | 605  610  610 | 505 | 760 | 590 | 685 | 490 |
| 300 | 300/39  300/48  300/66 | 710  690  680 | 600  600  585 | 880 | 680 | 740 | 570 |
| 330 | 330/27 | 730 | - | - | - | - | - |
| 400 | 400/22  400/51  400/64 | 830  825  860 | 713  713  705 | 1050 | 815 | 895 | 690 |
| 500 | 500/27  500/64 | 960  945 | 830 815 | - | 980 | - | 820 |
| 600 | 600/72 | 1050 | 920 | - | 1100 | - | 955 |

P.1.6. tabula

**Kailvadu konstruktīvie un aprēķina dati**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Alumīnija vadi (A)** | | | | | | **Tēraudalumīnija vadi (AC)** | | | | | | |
| **Nominālais**  **šķērsgriezums, mm2** | **Aprēķina šķērsgriezums, mm2** | **Aprēķina diametrs, mm** | **Aktīva pretestība R0, Ω/km** | **Vada svars, daN/km** | **Dzīslu skaits un diametrs, mm** | **Nominālais šķērsgriezums, mm2** | **Alumīnija daļas aprēķina šķērsgriezums, mm2** | **Tērauda daļas aprēķina šķērsgriezums, mm2** | **Aprēķina diametrs, mm** | **Aktīva pretestība R0, Ω/km** | **Vada svars, daN/km** | **Dzīslu skaits un**  **diametrs, mm** |
| 16 | 15,9 | 5,1 | 1,98 | 44 | 7 x 1,7 | 25 | 22,8 | 3,8 | 6,6 | 1,38 | 92 | 6 x 2,2 +1 x 2,2 |
| 25 | 24,7 | 6,4 | 1,28 | 68 | 7 x 2,12 | 35 | 36,9 | 6,2 | 8,4 | 0,85 | 150 | 6 x 2,8 + 1 x 2,8 |
| 35 | 34,4 | 7,5 | 0,92 | 95 | 7 x 2,5 | 50 | 48,3 | 8,0 | 9,6 | 0,65 | 196 | 6 x 3,2 +1 x 3,2 |
| 50 | 49,5 | 9,0 | 0,64 | 136 | 7 x 3,0 | 70 | 68,0 | 11,3 | 11,4 | 0,46 | 275 | 6 x 3,8 +1 x 3,8 |
| 70 | 69,3 | 10,7 | 0,46 | 191 | 7 x 3,55 | 95 | 95,4 | 15,9 | 13,5 | 0,33 | 386 | 6 x 4,5 + 1 x 4,5 |
| 95 | 93,3 | 12,4 | 0,34 | 257 | 7 x 4,12 | 120 | 115 | 22,0 | 15,2 | 0,27 | 492 | 28 x 2,3 + 7 x 2,0 |
| 120 | 117 | 14,0 | 0,27 | 322 | 19 x 2,8 | 150 | 148 | 26,6 | 17,0 | 0,21 | 617 | 28 x 2,6 + 7 x 2,2 |
| 150 | 148 | 15,8 | 0,21 | 407 | 19 x 3,15 | 185 | 181 | 34,4 | 19,0 | 0,17 | 771 | 28 x 2,9 + 7 x 2,5 |
| 185 | 183 | 17,5 | 0,17 | 503 | 19 x 3,5 | 240 | 238 | 43,1 | 21,6 | 0,132 | 997 | 28 x 3,0 + 7 x 2,8 |
| 240 | 239 | 20,0 | 0,132 | 656 | 19 x 4,0 | 300 | 295 | 56,3 | 24,2 | 0,107 | 1257 | 28 x 3,7 + 7 x 3,2 |
| 300 | 298 | 22,4 | 0,106 | 817 | 37 x 3,2 | 400 | 395 | 72,2 | 28,0 | 0,08 | 1660 | 28 x 4,2 + 19 x 2,2 |

P.1.7. tabula

**Gaisvadu līniju vadu ārējās induktīvās pretestības *X'a* (Ω/km)**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Vidējais ģeometriskais attālums starp vadiem Dvid , mm** | **Vadu diametrs, mm** | | | | | | | | | | | | | |
| **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** | **12** | **14** | **16** | **18** | **20** | **24** | **28** | **32** |
| 600 | 0,359 | 0,347 | 0,337 | 0,329 | 0,322 | 0,316 | 0,305 | 0,245 | — | — | — | — | — | — |
| 800 | 0,376 | 0,364 | 0,356 | 0,347 | 0,340 | 0,333 | 0,322 | 0,312 | *—* | — | — | — | — | — |
| 1000 | 0,391 | 0,379 | 0,370 | 0,361 | 0,354 | 0,347 | 0,336 | 0,326 | *—* | — | — | — | — | *—* |
| 1250 | 0,404 | 0,393 | 0,383 | 0,376 | 0,368 | 0,362 | 0,350 | 0,340 | *—* | — | — | — | — | — |
| 1500 | 0,416 | 0,404 | 0,394 | 0,386 | 0,379 | 0,372 | 0,362 | 0,351 | — | — | — | — | — | — |
| 1750 | 0,426 | 0,415 | 0,404 | 0,396 | 0,389 | 0,383 | 0,371 | 0,363 | — | — | — | — | — | — |
| 2000 | 0,433 | 0,422 | 0,413 | 0,404 | 0,396 | 0,391 | 0,379 | 0,370 | 0,361 | 0,354 | 0,347 | — | — | — |
| 2500 | — | — | 0,426 | 0,419 | 0,411 | 0,404 | 0,393 | 0,383 | 0,376 | 0,368 | 0,362 | — | — | — |
| 3000 | — | — | 0,437 | 0,429 | 0,422 | 0,416 | 0,404 | 0,394 | 0,386 | 0,379 | 0,372 | — | — | — |
| 3500 | — | — | 0,448 | 0,439 | 0,432 | 0,426 | 0,415 | 0,404 | 0,396 | 0,389 | 0,383 | — | — | — |
| 4000 | — | — | 0,456 | 0,448 | 0,441 | 0,433 | 0,422 | 0,413 | 0,404 | 0,396 | 0,391 | 0,379 | 0,370 | 0,361 |
| 4500 | — | — | — | — | 0,448 | 0,441 | 0,432 | 0,419 | 0,412 | 0,404 | 0,398 | 0,386 | 0,378 | 0,369 |
| 5000 | — | — | — | — | 0,455 | 0,448 | 0,436 | 0,429 | 0,419 | 0,411 | 0,404 | 0,393 | 0,383 | 0,376 |

P.1.8. tabula

**Gaisvadu līniju vadu kapacitīvā vadītspēja (S/km∙l0-6)**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Vidējais ģeometriskais attālums starp vadiem**  ***Dvid* , mm** | **Vadu diametrs, mm** | | | | | | | | |
| **10** | **12** | **14** | **16** | **18** | **20** | **24** | **28** | **32** |
| 3000 | 2,73 | 2,82 | 2,90 | 2,95 | 3,01 | 3,06 | — | — | — |
| 3500 | 2,66 | 2,73 | 2,82 | 2,87 | 2,93 | 2,98 | — | — | — |
| 4000 | 2,61 | 2,68 | 2,75 | 2,82 | 2,87 | 2,92 | 3,01 | 3,08 | 3,16 |
| 4500 | 2,56 | 2,62 | 2,70 | 2,76 | 2.82 | 2,86 | 2,94 | 3,02 | 3,10 |
| 5000 | 2,53 | 2,60 | 2,66 | 2.71 | 2,76 | 2,82 | 2.89 | 2,97 | 3,03 |
| 5500 | 2,49 | 2,56 | 2,62 | 2.67 | 2,72 | 2,77 | 2,86 | 2,93 | 2,99 |
| 6000 | 2,46 | 2,53 | 2,59 | 2,64 | 2,68 | 2,73 | 2,82 | 2,90 | 2,95 |
| 6500 | — | — | — | — | — | 2,70 | 2,77 | 2,85 | 2,91 |
| 7000 | — | — | — | — | — | 2,66 | 2,73 | 2,82 | 2.87 |
| 7500 | — | — | — | — | — | 2,64 | 2,71 | 2,78 | 2,84 |
| 8000 | — | — | — | — | — | 2,61 | 2,68 | 2,75 | 2,82 |
| 8500 | — | — | — | — | — | 2,59 | 2,66 | 2,73 | 2,78 |

P.1.9. tabula

**Piekarkabeļa sistēma ar neizolēto nesošo nullvadu**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **АМКА (СИП-1)** | | | | | **АХКА (СИП-2)** | | | | |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | |
| 1х16+1х25 | 15 | 151 | 7,4 | 75 | 1х16+1х25 | 15 | 149 | 7,4 | 105 | |
| 3х16+1х25 | 21 | 283 | 7,4 | 70 | 3х16+1х25 | 21 | 277 | 7,4 | 100 | |
| 3х25+1х35 | 26 | 440 | 10,3 | 95 | 3х25+1х35 | 26 | 431 | 10,3 | 130 | |
| 3х35+1х50 | 30 | 597 | 14,2 | 115 | 3х35+1х50 | 30 | 567 | 14,2 | 160 | |
| 3х50+1х50 | 32 | 725 | 14,2 | 140 | 3х50+1х50 | 33 | 713 | 14,2 | 195 | |
| 3х50+1х70 | 35 | 798 | 20,6 | 140 | 3х50+1х70 | 35 | 787 | 20,6 | 195 | |
| 3х70+1х70 | 38 | 1022 | 20,6 | 180 | 3х70+1х70 | 38 | 983 | 20,6 | 240 | |
| 3х70+1х95 | 41 | 1117 | 27,9 | 180 | 3х70+1х95 | 41 | 1078 | 27,9 | 240 | |
| 3х95+1х70 | 43 | 1285 | 20,6 | 220 | 3х95+1х70 | 43 | 1255 | 20,6 | 300 | |
| 3х95+1х95 | 44 | 1380 | 27,9 | 220 | 3х95+1х95 | 44 | 1350 | 27,9 | 300 | |
| 3х120+1х95 | 47 | 1688 | 27,9 | 250 | 3х120+1х95 | 47 | 1578 | 27,9 | 340 | |
| 4х16+1х25 | 22 | 350 | 7,4 | 70 | 4х16+1х25 | 22 | 341 | 7,4 | 100 | |
| 4х25+1х35 | 26 | 544 | 10,3 | 95 | 4х25+1х35 | 26 | 533 | 10,3 | 130 | |

Piezīme. Vertikālas rindas apzīmējumi tabulās: 1- dzīslu skaits un nominālais šķērsgriezums, mm2; 2 – diametrs, mm; 3 – svars, kg/km; 4 – mehāniskā izturība, kN; 5 – pieļaujama strāva, A.

P.1.10. tabula

**Piekarkabeļa sistēma ar izolēto nesošo nullvadu**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **АМКА-Т (СИП-1А)** | | | | | **АХКА-Т (СИП-2А)** | | | | |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** |
| 2х16 | 15 | 132 | - | 75 | 2х16 | 15 | 128 | - | 105 |
| 4х16 | 18 | 264 | - | 70 | 4х16 | 18 | 256 | - | 100 |
| 4х25 | 22 | 418 | - | 95 | 4х25 | 22 | 406 | - | 130 |
| 5х16 | 20 | 330 | - | 70 | 5х16 | 20 | 320 | - | 100 |
| 5х25 | 24 | 522 | - | 95 | 5х25 | 24 | 508 | - | 130 |
| 1х16+1х25 | 16 | 185 | 7,4 | 75 | 1х16+1х25 | 16 | 180 | 7,4 | 105 |
| 3х16+1х25 | 21 | 317 | 7,4 | 70 | 3х16+1х25 | 21 | 308 | 7,4 | 100 |
| 3х25+1х35 | 26 | 485 | 10,3 | 95 | 3х25+1х35 | 26 | 466 | 10,3 | 130 |
| 3х35+1х50 | 30 | 648 | 14,2 | 115 | 3х35+1х50 | 30 | 614 | 14,2 | 160 |
| 3х50+1х50 | 33 | 776 | 14,2 | 140 | 3х50+1х50 | 33 | 761 | 14,2 | 195 |
| 3х50+1х70 | 35 | 867 | 20,6 | 140 | 3х50+1х70 | 35 | 842 | 20,6 | 195 |
| 3х70+1х70 | 38 | 1091 | 20,6 | 180 | 3х70+1х70 | 38 | 1039 | 20,6 | 240 |
| 3х70+1х95 | 41 | 1201 | 27,9 | 180 | 3х70+1х95 | 41 | 1151 | 27,9 | 240 |
| 3х95+1х70 | 43 | 1353 | 20,6 | 220 | 3х95+1х70 | 43 | 1310 | 20,6 | 300 |
| 3х95+1х95 | 44 | 1463 | 27,9 | 220 | 3х95+1х95 | 44 | 1423 | 27,9 | 300 |
| 3х120+1х95 | 47 | 1712 | 27,9 | 250 | 3х120+1х95 | 47 | 1652 | 27,9 | 340 |
| 4х16+1х25 | 22 | 383 | 7,4 | 70 | 4х16+1х25 | 22 | 372 | 7,4 | 100 |
| 4х25+1х35 | 26 | 589 | 10,3 | 95 | 4х25+1х35 | 26 | 568 | 10,3 | 130 |

P.1.11. tabula

**Četru izolēto vadu sistēma**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **ЕХ, ALUS, СИП-4** | | | | | **СИП-2А, СИП-5** | | | | |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** |
| 2х25 | 19 | 202 | 4,1 | 95 | 2х25 | 19 | 202 | 4,1 | 130 |
| 4х25 | 23 | 404 | 4,1 | 95 | 4х25 | 23 | 404 | 4,1 | 130 |
| 4х35 | 24 | 528 | 5,6 | 115 | 4х35 | 24 | 528 | 5,6 | 160 |
| 4х50 | 29 | 718 | 7,3 | 140 | 4х50 | 29 | 718 | 7,3 | 195 |
| 4х70 | 32 | 980 | 10,8 | 180 | 4х70 | 32 | 980 | 10,8 | 240 |
| 4х95 | 39 | 1375 | 13,7 | 220 | 4х95 | 39 | 1375 | 13,7 | 290 |
| 4х120 | 41 | 1625 | 16,8 | 250 | 4х120 | 41 | 1625 | 16,8 | 340 |

P.1.12. tabula

**Izolēto vadu sistēma vidēja sprieguma elektrotīkliem**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **СИП-3** | | | | | **SAX-W** | | | | |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** |
| 35 | 11,5 | 196,3 | 10,3 | 200 | 35 | 11,5 | 160 | 11,2 | 200 |
| 50 | 12,6 | 250,9 | 14,2 | 245 | 50 | 12,7 | 200 | 15,5 | 245 |
| 70 | 14,3 | 336,8 | 20,6 | 310 | 70 | 14,3 | 270 | 22,5 | 310 |
| 95 | 16 | 444,4 | 27,9 | 370 | 95 | 16,1 | 350 | 30,4 | 370 |
| 120 | 17,4 | 523,9 | 35,2 | 430 | 120 | 17,6 | 425 | 38 | 430 |
| 150 | 18,8 | 616,3 | 43,4 | 485 | 150 | 18,9 | 510 | 47,3 | 485 |

Piezīme: vertikālas rindas apzīmējumi tabulās: 1- dzīslu skaits un nominālais šķērsgriezums, mm2; 2 – diametrs, mm; 3 – svars, kg/km; 4 – mehāniskā izturība, kN; 5 – pieļaujama strāva, A.

**2. PIELIKUMS**

P.2.1. .tabula

**Dzīslu krasas atbilstoši DIN VDE 0293**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Daudzdzīslu kabeļi un vadi stacionārai instalācijai** | | | |
| Dzīslu  skaits | Kabelis ar  dzelteno-zaļo zemēšanas vadu (-J) | Kabelis bez  dzelteno-zaļo zemēšanas vadu (-O) | |
| 2 | dzeltens-zaļš/melns (tikai vara vadiem no S = 10 mm2, alumīnija - no 16 mm2) | melns/zils | |
| 3 | dzeltens-zaļš /brūns/zils | melns/zils /brūns | |
| 4 | dzeltens-zaļš/melns/zils/brūns | melns/zils /brūns/melns | |
| 5 | dzeltens-zaļš/melns/zils/brūns/melns | melns/zils /brūns/melns/melns | |
| 6 un vairāk | dzeltens-zaļš /cits melns ar balto marķējumu | melns ar balto marķējumu | |
| **Daudzdzīslu lokanie kabeļi** | | | |
| Dzīslu  skaits | Kabelis ar  dzelteno-zaļo zemēšanas vadu (-J) | Kabelis bez  dzelteno-zaļo zemēšanas vadu (-O) | |
| 2 | - | brūns/zils | |
| 3 | dzeltens-zaļš /brūns/zils | melns/zils /brūns | |
| 4 | dzeltens-zaļš/melns/zils/brūns | melns/zils /brūns/melns | |
| 5 | dzeltens-zaļš/melns/zils/brūns/melns | melns/zils /brūns/melns/melns | |
| 6 un vairāk | dzeltens-zaļš /cits melns ar balto marķējumu | melns ar balto marķējumu | |
| **Daudzdzīslu kabeļi ar koncentrisko vadītāju**  **stacionārai instalācijai** | | | **Viendzīslas kabeļi un vadi** |
| Dzīslu  skaits | | Vadu marķējums | Viendzīslas vada ar izolāciju krasas – melns vai dzeltens-zaļš |
| 2 | | melns/zils |
| 3 | | melns/zils /brūns |
| 4 | | melns/zils /brūns/melns |
| 5 | | melns ar balto ciparu marķējumu |
| 6 un vairāk | | melns ar balto ciparu marķējumu |

P.2.2. .tabula

**Vadu un kabeļa dzīslu struktūra atbilstoši DIN VDE 0295, IEC 60228 un HD 383**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Dzīslu šķērsgriezums, mm2** | **Daudzstiepļu**  **dzīslas** | **Daudzstiepļu dzīslas** | **Tievas daudzstiepļu dzīslas** | **Ļoti tievas daudzstiepļu dzīslas** | | | |
| **Klase 2 DIN VDE 0295** |  | **Klase 5 DIN VDE 0295** | **Klase 6 DIN VDE 0295** |  |  |  |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** |
| Stiepļu skaits x stiepļu diametrs, mm | Stiepļu skaits x stiepļu diametrs, mm | Stiepļu skaits x stiepļu diametrs, mm | Stiepļu skaits x stiepļu diametrs, mm | Stiepļu skaits x stiepļu diametrs, mm | Stiepļu skaits x stiepļu diametrs, mm | Stiepļu skaits x stiepļu diametrs, mm |
| 0,05 |  |  |  |  |  | 14 x 0,07 | 26 x 0,05 |
| 0,08 |  |  |  |  |  |  | 40 x 0,05 |
| 0,09 |  |  |  |  |  | 24 x 0,07 |  |
| 0.14 |  |  | 18 x 0,1 | 18 x 0,1 | 18 x 0,1 | 36 х 0,07 | 72 x 0,05 |
| 0.25 |  |  | 14 x 0,15 | 32 x 0,1 | 32 x 0,1 | 65 x 0,07 | 128 х 0,05 |
| 0.34 |  | 7 x 0,25 | 19 x 0,15 | 42 x 0,1 | 42 x 0,1 | 88 x 0,07 | 174 x 0,05 |
| 0.38 |  | 7 x 0,27 | 12 x 0,2 | 21 x 0,15 | 48 х 0,1 | 100 x 0,07 | 194 x 0,05 |
| 0.5 | 7 x 0,30 | 7 x 0,30 | 16 x 0,2 | 28 x 0,15 | 64 x 0,1 | 131 x 0,07 | 256 x 0,05 |
| 0,75 | 7 x 0,37 | 7 x 0,37 | 24 x 0,2 | 42 x 0,15 | 96 x 0,1 | 195 x 0,07 | 384 x 0,05 |
| 1.0 | 7 x 0,45 | 7 x 0,43 | 32 x 0,2 | 56 x 0,15 | 128 x 0,1 | 260 x 0,07 | 512 x 0,05 |
| 1.5 | 7 x 0,52 | 7 x 0,52 | 30 x 0,25 | 84 x 0,15 | 192 x 0,1 | 392 х 0,07 | 768 x 0,05 |
| 2,5 | 7 x 0,67 | 19 x 0,41 | 50 x 0,25 | 140 x 0,15 | 320 x 0,1 | 651 x 0,07 | 1280 x 0,05 |
| 4 | 7 x 0,85 | 19 x 0,52 | 56 x 0,3 | 224 x 0,15 | 512 x 0,1 | 1040 x 0,07 |  |
| 6 | 7 x 1,05 | 19 x 0,64 | 84 x 0,3 | 192 x 0,2 | 768 x 0,1 | 1560 x 0,07 |  |
| 10 | 7 x 1,35 | 49 x 0,51 | 80 х 0,4 | 320 x 0,2 | 1280 x 0,1 | 2600 x 0,07 |  |
| 16 | 7 x 1,70 | 49 x 0,65 | 128 x 0,4 | 512 x 0,2 | 2048 x 0,1 |  |  |
| 25 | 7 x 2,13 | 84 x 0,62 | 200 x 0,4 | 800 x 0,2 | 3200 x 0,1 |  |  |
| 35 | 7 x 2,52 | 133 x 0,58 | 280 x 0,4 | 1120 x 0,2 |  |  |  |
| 50 | 19 x 1,83 | 133 x 0,69 | 400 x 0,4 | 705 x 0,3 |  |  |  |
| 70 | 19 x 2,17 | 189 x 0,69 | 356 x 0,5 | 990 x 0,3 |  |  |  |
| 95 | 19 x 2,52 | 259 x 0,69 | 485 x 0,5 | 1340 x 0,3 |  |  |  |
| 120 | 37 x 2,03 | 336 x 0,67 | 614 x 0,5 | 1690 x 0,3 |  |  |  |
| 150 | 37 x 2,27 | 592 x 0,69 | 765 x 0,5 | 2123 x 0,3 |  |  |  |
| 185 | 37 x 2,52 | 494 x 0,69 | 944 x 0,5 | 1470 x 0,4 |  |  |  |
| 240 | 61 х 2,24 | 627 x 0,70 | 1225 х 0.5 | 1905 x 0,4 |  |  |  |
| 300 | 61 x 2,50 | 790 x 0,70 | 1530 x 0,5 | 2385 x 0,4 |  |  |  |
| 400 | 61 x 2,89 |  | 2035 x 0,5 |  |  |  |  |
| 500 | 61 x 3,23 |  | 1768 x 0,6 |  |  |  |  |
| 630 | 91 x 2,97 |  | 2228 x 0,6 |  |  |  |  |

P.2.3. 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** | |
| **gaisā** | **zemē** | **gaisā** | **zemē** |
| **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 | 17 | 16 | 18 | 33 | 15 | 27 |
| **2,0** | 26 | 24 | 22 | 20 | 23 | 44 | 19 |  |
| **2,5** | 30 | 27 | 25 | 25 | 25 |  | 21 | 38 |
| **3,0** | 34 | 32 | 28 | 26 | 28 |  | 24 |  |
| **4,0** | 41 | 38 | 35 | 30 | 32 | 55 | 27 | 49 |
| **5,0** | 46 | 42 | 39 | 34 | 37 |  | 31 |  |
| **6,0** | 50 | 46 | 42 | 40 | 40 | 70 | 34 | 60 |
| **8,0** | 62 | 54 | 51 | 46 | 48 |  | 43 |  |
| **10** | 80 | 70 | 60 | 50 | 55 | 105 | 50 | 90 |
| **16** | 100 | 85 | 80 | 75 | 80 | 135 | 70 | 115 |
| **25** | 140 | 115 | 100 | 90 | 100 | 175 | 85 | 150 |
| **35** | 170 | 135 | 125 | 115 | 125 | 210 | 100 | 180 |
| **50** | 215 | 185 | 170 | 150 | 160 | 265 | 135 | 225 |
| **70** | 270 | 225 | 210 | 185 | 195 | 320 | 175 | 275 |
| **95** | 330 | 275 | 255 | 225 | 245 | 385 | 215 | 330 |
| **120** | 385 | 315 | 290 | 260 | 295 | 445 | 250 | 385 |
| **150** | 440 | 360 | 330 | — | — | 505 | — | 435 |
| **185** | 510 | — | — | — | — | 570 | — | 500 |
| **240** | 605 | — | — | — | — | — | — | — |
| **300** | 695 | — | — | — | — | — | — | — |
| **400** | 830 | — | — | — | — | — | — | — |

P.2.4. 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 | 21 | 19 | 18 | 15 | 17 | 14 |
| 2,5 | 24 | 20 | 19 | 19 | 19 | 16 |
| 3,0 | 27 | 24 | 22 | 21 | 22 | 18 |
| 4,0 | 32 | 28 | 28 | 23 | 25 | 21 |
| 5,0 | 36 | 32 | 30 | 27 | 28 | 24 |
| 6,0 | 39 | 36 | 32 | 30 | 31 | 26 |
| 8,0 | 46 | 43 | 40 | 37 | 38 | 32 |
| 10 | 60 | 50 | 47 | 39 | 42 | 38 |
| 16 | 75 | 60 | 60 | 55 | 60 | 55 |
| 25 | 105 | 85 | 80 | 70 | 75 | 65 |
| 35 | 130 | 100 | 95 | 85 | 95 | 75 |
| 50 | 165 | 140 | 130 | 120 | 125 | 105 |
| 70 | 210 | 175 | 165 | 140 | 150 | 135 |
| 95 | 255 | 215 | 200 | 175 | 190 | 165 |
| 120 | 295 | 245 | 220 | 200 | 230 | 190 |
| 150 | 340 | 275 | 255 | — | — | — |
| 185 | 390 | — | — | — | — | — |
| 240 | 465 | — | — | — | — | — |
| 300 | 535 | — | — | — | — | — |
| 400 | 645 | — | — | — | — | — |

**P.2.5.** tabula

**Bruņoti un nebruņoti kabeļi ar alumīnija dzīslām un gumijas izolāciju**

**polivinilhlorīda un nedegošas gumijas apvalkos**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Dzīslas**  **šķērsgriezums,**  **mm2** | **Ilgstoši pieļaujamā strāva (A), ja apkārtējas vides temperatūra 25 °C** | | | | |
| **vadi un kabeli** | | | | |
| **viendzīslas**  **gaisā** | **divdzīslu** | | **trīsdzīslu** | |
| **gaisā** | **zemē** | **gaisā** | **zemē** |
| 2,5 | 23 | 21 | 34 | 19 | 29 |
| 4 | 31 | 29 | 42 | 27 | 38 |
| 6 | 38 | 38 | 55 | 32 | 46 |
| 10 | 60 | 55 | 80 | 42 | 70 |
| 16 | 75 | 70 | 105 | 60 | 90 |
| 25 | 105 | 90 | 135 | 75 | 115 |
| 35 | 130 | 105 | 160 | 90 | 140 |
| 50 | 165 | 135 | 205 | 110 | 175 |
| 70 | 210 | 165 | 245 | 140 | 210 |
| 95 | 250 | 200 | 295 | 170 | 255 |
| 120 | 295 | 230 | 340 | 200 | 295 |
| 150 | 340 | 270 | 390 | 235 | 335 |
| 185 | 390 | 310 | 440 | 270 | 385 |
| 240 | 465 | — | — |  | — |

*Piezīme. Č*etrdzīslu plastmasas izolācijas kabeļiem ar spriegumu līdz 1000 V 6. pielikumā dotās ilgstoši pieļaujamas strāvu vērtības jāreizina ar koeficientu 0,92.

P.2.6. 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.2.7.** 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.2.8. 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.2.9. 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 sadalēs

P.2.10. tabula

**Pārnesamie vadi un kabeļi ar nullvadu un bez nullvada**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Dzīslas šķērsgriezums,  mm2 | Ilgstoši pieļaujamā strāva (A) | | |
| viendzīslas | divdzīslu | trīsdzīslu |
| 0,5 | — | 12 | — |
| 0,75 | — | 16 | 14 |
| 1,0 | — | 18 | 16 |
| 1,5 | — | 23 | 20 |
| 2,5 | 40 | 33 | 28 |
| 4 | 50 | 43 | 36 |
| 6 | 65 | 55 | 45 |
| 10 | 90 | 75 | 60 |
| 16 | 120 | 95 | 80 |
| 25 | 160 | 125 | 105 |
| 35 | 190 | 150 | 130 |
| 50 | 235 | 185 | 160 |
| 70 | 290 | 235 | 200 |

P.2.11. tabula

**Apkārtējas vides temperatūras ietekmē uz kabeli**

|  |  |
| --- | --- |
| Izolēto vadu un kabeļu pieļaujamās strāvas  (DIN VDE 0100, 523 daļa, 3 tabula) | Karstumizturīgo vadu un kabeļu pieļaujamās strāvas (DIN VDE 0100 523 daļa, 4 tabula ) |
| |  |  |  | | --- | --- | --- | | Apkārtējas vides temperatūra  °С | Pieļaujamā strāva, % | | | Gumijas izolācija. Vada pieļaujama temperatūra 60°С, % | PVH izolācija. Vada pieļaujama temperatūra 70°С,  % | | 30 - 35 | 91 | 30 - 35 | | 35 - 40 | 82 | 35 - 40 | | 40 - 45 | 71 | 40 - 45 | | 45 - 50 | 58 | 45 - 50 | | 50 - 55 | 41 | 50 - 55 | | |  |  |  | | --- | --- | --- | |  | | | | Apkārtējas vides temperatūra, ja | | Pieļaujamā strāva,  % | | Vada pieļaujama temperatūra 100°С, °С | Vada pieļaujama temperatūra 180°С, °С | | 55 - 65 | 55 - 145 | 100 | | 65 - 70 | 145 - 150 | 92 | | 70 - 75 | 150 - 155 | 85 | | 75 - 80 | 155 - 160 | 75 | | 80 - 85 | 160 - 165 | 65 | | 85 - 90 | 165 - 170 | 53 | | 90 - 95 | 170 - 175 | 38 | |

P.2.12. tabula

**Koriģējošie koeficienti gaisā instalētiem daudzdzīslu kabeļiem un vadiem**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Kabeļu izvietojums | | Attālums = kabeļa diametrs (d), attālums līdz sienai ≥ 20 mm | | | | | |
| Paralēlo kabeļu skaits | | 1 | 2 | 3 | 6 | 9 | Shēma |
| Uz grīdas vai griestu virsmas | | Koriģējošais koeficients | | | | |  |
| 0,95 | 0,9 | 0,88 | 0,85 | 0,84 |
| Šinas no lokšņu materiāla | Šinu skaits |  | | | | |  |
| 1 | 0,95 | 0,9 | 0,88 | 0,85 | 0,84 |
| 2 | 0,90 | 0,85 | 0,83 | 0,81 | 0,80 |
| 3 | 0,88 | 0,83 | 0,81 | 0,79 | 0,78 |
| 6 | 0,86 | 0,81 | 0,79 | 0,77 | 0,76 |
| Šinas no režģveida materiāla | 1 | 1,00 | 0,98 | 0,96 | 0,93 | 0,92 |  |
| 2 | 1,00 | 0,95 | 0,93 | 0,90 | 0,89 |
| 3 | 1,00 | 0,94 | 0,92 | 0,89 | 0,88 |
| 6 | 1,00 | 0,93 | 0,90 | 0,87 | 0,86 |
| Viens virs otra izkārtoto  kabeļu skaits | | 1 | 2 | 3 | 6 | 9 |  |
| Būves vai sienās | | 1,00 | 0,93 | 0,90 | 0,87 | 0,86 |
| Starplika, kas neprasa pieļaujamo strāvas slodzes samazināšanu | | Viens virs otro izvietoto kabeļu skaits ir  neierobežots | | | | |  |

P.2.13. tabula

**Koriģējošie koeficienti gaisā instalētiem daudzdzīslu kabeļiem un vadiem**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Kabeļu izvietojums | | Kabeļi saskars savstarpēji un ar sienu | | | | | |
| Paralēlo kabeļu skaits | | 1 | 2 | 3 | 6 | 9 | Shēma |
| Uz grīdas vai griestu virsmas | | Koriģējošais koeficients | | | | |  |
| 0,90 | 0,84 | 0,80 | 0,75 | 0,73 |
| Šinas no lokšņu materiāla | Šinu skaits |  | | | | |  |
| 1 | 0,95 | 0,84 | 0,80 | 0,75 | 0,73 |
| 2 | 0,95 | 0,80 | 0,75 | 0,71 | 0,69 |
| 3 | 0,95 | 0,78 | 0,74 | 0,70 | 0,68 |
| 6 | 0,95 | 0,76 | 0,72 | 0,68 | 0,66 |
| Šinas no režģveida materiāla | 1 | 0,95 | 0,84 | 0,80 | 0,75 | 0,73 |  |
| 2 | 0,95 | 0,80 | 0,76 | 0,71 | 0,69 |
| 3 | 0,95 | 0,78 | 0,74 | 0,70 | 0,68 |
| 6 | 0,95 | 0,76 | 0,72 | 0,68 | 0,66 |
| Viens virs otra izkārtoto kabeļu skaits | | 1 | 2 | 3 | 6 | 9 |  |
| Būves vai sienās | | 0,95 | 0,78 | 0,73 | 0,68 | 0,66 |
| Starplika, kas neprasa pieļaujamo strāvas slodzes samazināšanu | | Viens virs otro izvietoto kabeļu skaits ir neierobežots | | | | |  |

**P.2.14.** tabula

**Koriğējošie koeficienti gaisā instalētiem viendzīslu kabeļiem un vadiem**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Kabeļu izvietojums | | Attālums = kabeļa diametrs (d), attālums līdz sienai ≥ 20 mm | | | | Trīsstūrveida izvietojums ar attālumu = 2d, attālums līdz sienai ≥ 20 mm | | | |
| Paralēlo sistēmu skaits | | 1 | 2 | 3 | Shēma | 1 | 2 | 3 | Shēma |
| Uz grīdas vai griestu virsmas | |  | | |  |  | | |  |
| 0,92 | 0,89 | 0,86 | 0,95 | 0,90 | 0,88 |
| Šinas no lokšņu materiāla | Šinu skaits |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 0,92 | 0,89 | 0,88 | 0,35 | 0.80 | 0.73 |
| 2 | 0,87 | 0,84 | 0,83 | 0,95 | 0.76 | 0.69 |
| 3 | 0,84 | 0,82 | 0,81 | 0,95 | 0.74 | 0.68 |
| 6 | 0,82 | 0,80 | 0,79 | 0,95 | 0.72 | 0.66 |
| Šinas no režģveida materiāla | 1 | 1,00 | 0,97 | 0,96 |  | 1.00 | 0,98 | 0,96 |  |
| 2 | 0,97 | 0,94 | 0,93 | 1.00 | 0,95 | 0,93 |
| 3 | 0,96 | 0,93 | 0,92 | 1.00 | 0.94 | 0,92 |
| 6 | 0,94 | 0,91 | 0,90 | 1,00 | 0.93 | 0.90 |
| Vienu virs otra izkārtoto sistēmu skaits | | 1 | 2 | 3 |  | 1 | 2 | 3 |  |
| Būves vai sienās | | 0,94 | 0,91 | 0,89 | 0,89 | 0,88 | 0,84 |
| Starplika, kas neprasa pieļaujamo strāvas slodzes samazināšanu | | Līdz ar attāluma palielināšanu arī metāla apvalka un aizsargsiena zudumi palielinās, kas tiek izraisīts dzesēšanas koeficienta palielināšanās ietekmē. Katram gadījumam atsevišķi ir nepieciešami individuāli aprēķini | | | | | | |  |

P.2.15. 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.2.16. tabula

**Zemes termiskās īpatnējas pretestības koeficients**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Zemes termiskās īpatnējas  pretestības koeficients, Km/W | 0,7 | 1,0 | 1,2 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 |
| Koriģējošais koeficients | 1,1 | 1,0 | 0,92 | 0,85 | 0,75 | 0,69 | 0,63 |

Piezīme: Augsnes termiskās īpatnējas pretestības koeficientu piemēri: - sausa smilts (mitrums 0%) 3,0 Km/W; - sausa grants un māls 1,5 Km/W; - pussausa grants, purva dūnas vai smilts (mitrums 10%) 1,2 Km/W; - pussauss māls un mitra grants 1,0 Km/W; - mitrs māls un smilts (mitrums 25%) 0,7 Km/W

P.2.17. tabula

**Guldīšanas dziļuma ietekmē uz kabeli**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Kabelis** | **Guldīšanas dziļums, m** | | | | |
| 0,50-0,70 | 0,71-0,90 | 0,91-1,10 | 1,11-1,30 | 1,31-1,50 |
| 0,61/1,0 kV | 1,00 | 0,97 | 0,95 | 0,93 | 0,92 |
| 6/10-18/30 kV | 1,00 | 0,99 | 0,98 | 0,96 | 0,95 |

P.2.18. tabula

**Zemes temperatūra**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Dzīslas**  **temperatūra, 0C** | **Zemes temperatūra, °C** | | | | | | | | | | |
| -5 | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| 90 | 1,13 | 1,10 | 1.06 | 1,03 | 1,0 | 0,96 | 0.93 | 0,89 | 0.86 | 0,82 | 0,77 |
| 80 | 1.14 | 1,11 | 1,07 | 1,04 | 1,0 | 0,96 | 0.92 | 0,88 | 0.83 | 0.78 | 0.73 |
| 70 | 1,17 | 1.13 | 1,09 | 1,04 | 1,0 | 0,95 | 0,90 | 0.85 | 0,80 | 0,73 | 0,67 |
| 65 | 1.18 | 1.14 | 1,10 | 1,05 | 1,0 | 0,95 | 0,89 | 0,84 | 0,77 | 0,71 | 0,63 |

Guldot kabeļus zemē vai cauruļvados no PVX vai PE gadījumos, kad cauruļvada tiek ievilkts viens trīsdzīslu kabelis vai trīs viendzīslu kabeļi ar nosacījumu, ka kabelī tiek noslogoti **vienlaicīgi.**

P.2.19. tabula

**Attāluma starp cauruļvadiem ietekmē uz kabeli**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Attālums starp cauruļvadiem, mm** | **Paralēli izvietoto cauruļvadu skaits** | | | | | | | |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **8** | **10** |
| 0 | 0.80 | 0,75 | 0,65 | 0,60 | 0,60 | 0,55 | 0,55 | 0,50 |
| 70 | - | 0,75 | 0,70 | 0,65 | 0,60 | 0,60 | 0.55 | 0,55 |
| 250 | - | 0,75 | 0,70 | 0,70 | 0,70 | 0,65 | 0,65 | 0,65 |

Piezīme: Cauruļvadi ir novietoti paralēli. Pielietojot šīs tabulas koriģējošos koeficientus pirmās tabulas norādītie koefi­cienti netiek pielietoti.

P.2.20. tabula

**Pārklājuma un aizsegu ietekmē uz kabeli**

|  |  |
| --- | --- |
| **Aizsardzības metode** | **Koeficients** |
| Betona vai ķieģeļu pārklājums 10 cm virs kabeļa uz ļoti labi noblīvētas smilts virsmas | 1,0 |
| Kabelis no viesām pusēm tiek aplikts ar ķieģeļiem un atstarpes ir cieši aizpildītas ar smilti | 0,9 |
| Kabelis tiek pārklāts ar betona aizsegu, kur starp aizsegu un kabeli ir cieši noblīvēta smilts | 0,9 |
| Kabelis tiek pārklāts ar betona vai plastmasas aizsegu, kur starp aizsegu un kabeli ir cieši noblīvēta smilts | 0,8 |

P.2.21. tabula

**Vairāku paralēli instalētu kabeļu ietekmē uz strāvas noslogojumu**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Dzīslas**  **temperatūra, 0C** | **Apkārtējas vides temperatūra, 0C** | | | | | | | | | |
| **10** | **15** | **20** | **25** | **30** | **35** | **40** | **45** | **50** | **55** |
| 90 | 1,12 | 1,08 | 1,04 | 1,0 | 0,95 | 0,9 | 0,85 | 0,8 | 0,74 | 0,68 |
| 80 | 1,14 | 1,09 | 1,05 | 1,0 | 0,95 | 0,89 | 0,84 | 0,77 | 0,69 | 0,61 |
| 70 | 1,18 | 1,12 | 1,06 | 1,0 | 0,95 | 0,86 | 0,79 | 0,71 | 0,62 | 0,52 |
| 65 | 1,2 | 1,14 | 1,07 | 1,0 | 0,95 | 0,85 | 0,77 | 0,68 | 0,57 | 0,45 |

P.2.22. tabula

**Vadi ar gumijas izolāciju metāla apvalkā, bruņoti un nebruņoti kabeļi ar vara dzīslām un gumijas izolāciju svina, polivinilhlorīda vai nedegošas gumijas apvalkā**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Dzīslas**  **šķērs­griezums,**  **mm2** | **Ilgstoši pieļaujamā strāva (A),**  **ja apkārtējās vides temperatūra 25 0C** | | | | |
| **vadi un kabeļi** | | | | |
| **viendzīslas** | **divdzīslu** | | **trīsdzīslu** | |
| **gaisā** | **gaisā** | **zemē** | **gaisā** | **zemē** |
| 1,5  2,5  4  6 | 23  30  41  50 | 19  27  38  50 | 33  44  55  70 | 19  25  35  42 | 27  38  49  60 |
| P.2.22. tabulas turpinājums | | | | | | |
| **Dzīslas**  **šķērs­griezums,**  **mm2** | **Ilgstoši pieļaujamā strāva (A), ja**  **apkārtējās vides temperatūra 25 0C** | | | | |
| **vadi un kabeļi** | | | | |
| **viendzīslas** | **divdzīslu** | | **trīsdzīslu** | |
| **gaisā** | **gaisā** | **zemē** | **gaisā** | **zemē** |
| 10 | 80 | 70 | 105 | 55 | 90 | |
| 16 | 100 | 90 | 135 | 75 | 115 | |
| 25 | 140 | 115 | 175 | 95 | 150 | |
| 35 | 170 | 140 | 210 | 120 | 180 | |
| 50 | 215 | 175 | 265 | 145 | 225 | |
| 70 | 270 | 215 | 320 | 180 | 275 | |
| 95 | 325 | 260 | 385 | 220 | 330 | |
| 120 | 385 | 300 | 445 | 260 | 385 | |
| 150 | 440 | 350 | 505 | 305 | 435 | |
| 185 | 510 | 405 | 570 | 350 | 500 | |
| 240 | 605 | — | — | — | — | |

P.2.23. tabula

**Kailvadu, kopņu, izolētu vadu un kabeļu korekcijas koeficienti *K* atkarībā**

**no zemes vai gaisa temperatūras**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Vides aprēķina tempe­ratūra, °C | Dzīslu  normētā temperatūra, 0C | Korekcijas koeficienti *K* atkarībā no vides faktiskās temperatūras (°C) | | | | | | | | | | | |
| -5 | 0 | +5 | + 10 | + 15 | +20 | +25 | +30 | +35 | + 40 | +45 | +50 |
| 15  25 | 80 | 1,14  1,24 | 1,1 1,20 | 1,08 1,17 | 1,04 1,13 | 1,00 1,09 | 0,96  1,04 | 0,92 1,00 | 0,88 0,95 | 0,83 0,90 | 0,78 0,85 | 0,73 0,80 | 0,68 0,75 |
| 25 | 70 | 1,29 | 1,24 | 1,20 | 1,15 | 1,11 | 1,05 | 1,00 | 0,94 | 0,88 | 0,81 | 0,74 | 0,67 |
| 15  25 | 65 | 1,18 1,32 | 1,14 1,27 | 1,10  1,22 | 1,05  1,17 | 1,00 1,12 | 0,95 1,06 | 0,89 1,00 | 0,84 0,94 | 0,77 0,87 | 0,71 0,79 | 0,63 0,71 | 0,55 0,61 |
| 15  25 | 60 | 1,20 1,36 | 1,15 1,31 | 1,12  1,25 | 1,06 1,20 | 1,00 1,13 | 0,94 1,07 | 0,86 1,00 | 0,82 0,93 | 0,75 0,85 | 0,67 0,76 | 0,57 0,66 | 0,47 0,54 |
| 15  25 | 55 | 1,22 1,41 | 1,17  1,35 | 1,12 1,29 | 1,07 1,23 | 1,00 1,15 | 0,93 1,08 | 0,86 1,00 | 0,79 0,91 | 0,71 0,82 | 0,61 0,71 | 0,50 0,58 | 0,36 0,41 |
| 15  25 | 50 | 1,25 1,48 | 1,20 1,41 | 1,14 1,34 | 1,07 1,26 | 1,00 1,18 | 0,93 1,09 | 0,84 1,00 | 0,76 0,89 | 0,66 0,78 | 0,54 0,63 | 0,37 0,45 | — |

P.2.24. tabula

**Korekcijas koeficienti *K,* ja zemē blakus novieto vairākus kabeļus**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Kabeļu skaits | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Attālums starp ka­beļiem, mm |  |  |  |  |  |  |
| 100 | 1 | 0,90 | 0,85 | 0,80 | 0,78 | 0,75 |
| 200 | 1 | 0,92 | 0,87 | 0,84 | 0,82 | 0,81 |
| 300 | I | 0.93 | 0,90 | 0,87 | 0,86 | 0,85 |

P.2.25. tabula

**20 kV sprieguma bruņoti trīsdzīslu kabeļi ar piesūcinātu papīra izolāciju, katra**

**strāvu vadošā daļa atsevišķā svina apvalkā**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Dzīslu šķērs­griezums,  mm2 | Ilgstoši pieļaujamā strāva (A), ja dzīslu pieļaujamā temperatūra +50 °C | | | |
| tranšejā guldītiem kabeļiem (grunts temperatūra +15 °C) | | gaisā montētiem kabeļiem (gaisa temperatūra +25 °C) | |
| ar vara dzīslām | ar alumīnija  dzīslām | ar vara dzīslām | Ar alumīnija dzīslām |
| 25 | 110 | 85 | 85 | 65 |
| 35 | 135 | 105 | 100 | 75 |
| 50 | 165 | 125 | 120 | 90 |
| 70 | 200 | 155 | 150 | 115 |
| 95 | 240 | 185 | 180 | 140 |
| 120 | 275 | 210 | 205 | 160 |
| 150 | 315 | 240 | 230 | 175 |
| 185 | 355 | 275 | 265 | 205 |

P.2.26. tabula

**Trīsdzīslu kabeļu aktīvās un induktīvās pretestības (Ω/km)**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Kabeļa dzīslas nominālais šķērsgriezums, mm2** | **Aktīvā pretestība *R*0, ja temperatūrā**  **+20 ° C** | | **Induktīvā pretestība *X*0,ja nominālais spriegums (kV)** | | | |
| **alumīnija** | **vara** | **līdz 1** | **6** | **10** | **20** |
| **4** | 7,74 | 4,6 | 0,095 | — | — | — |
| **6** | 5,17 | 3,07 | 0,090 | — | — | — |
| **10** | 3,1 | 1,84 | 0,073 | 0,11 | 0,122 | — |
| **16** | 1,94 | 1,15 | 0,0675 | 0,102 | 0,113 | — |
| **25** | 1,24 | 0,74 | 0,0662 | 0,091 | 0,099 | 0,135 |
| **35** | 0,89 | 0,52 | 0,0637 | 0,087 | 0,095 | 0,129 |
| **50** | 0,62 | 0,37 | 0,0625 | 0,083 | 0.090 | 0,119 |
| **70** | 0,443 | 0,26 | 0,0612 | 0,08 | 0,086 | 0,116 |
| **95** | 0,326 | 0,194 | 0,0606 | 0,078 | 0,083 | 0,110 |
| **120** | 0,258 | 0,153 | 0,0602 | 0,076 | 0,081 | 0,107 |
| **150** | 0,206 | 0,122 | 0,0596 | 0,074 | 0,079 | 0,116 |
| **185** | 0,167 | 0,099 | 0,0592 | 0,073 | 0,077 | 0,101 |
| **240** | 0,129 | 0,077 | 0,0587 | 0.071 | 0,075 | — |

P.2.27. tabula

**Līdzstrāvas un maiņstrāvas divvadu līnijas (1L + 1N) īpatnējie sprieguma zudumi**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Vada**  **šķērsgriezums, mm2** | **Spriegums, V** | | | | | | | | | |
| **220** | | **127** | | **110** | | **40** | | **12** | |
| **varš** | **alumīnijs** | **varš** | **alumīnijs** | **varš** | **alumīnijs** | **varš** | **alumīnijs** | **varš** | **alumīnijs** |
| **1,0**  **1,5**  **2,5**  **4,0**  **6,0**  **10**  **16**  **25**  **35**  **50**  **70**  **95**  **120** | 77,7  51,7  31,1  19,2  12,7  7,61  4,96  3,06  2,23  1,61  1,16  0,827  — | —  —  52,8  33,1  22,0  13,2  8,18  5,29  3,80  2,64  1,90  1,45  1,15 | 233,0  155,0  93,3  57,9  38,1  22,8  14,9  9,18  6,69  4,83  3,48  2,48  — | —  —  158,0  99,3  66,0  39,6  24,5  15,9  11,4  7,92  5,70  4,35  3,45 | 311,0 206,0 125,0 76,8 50,6 30,4 19,8 12,2 8,93 6,45 4,63 3,31  — | —  —  213,0 132,0  88,0  52,8  32,7  21,2  15,2  10,6  7,60  5,62  4,46 | 2,90  1,93  1,16  0,717  0,472  0,284  0,185  0,114  0,083  0,060  0,043  0,031  — | —  —  1,97  1,23  0,823  0,494  0,306  0,198  0,142  0,099  0,071  0,042  — | 26,1  17,3  10,4 6,44 4,24 2,56 1,66 1,03 0,749 0,541 0,389 0,277  — | —  —  17,8  11,1  7,44  4,43  2,75  1,78  1,29  0,888  0,640  0,378  — |

P.2.28. tabula

**Izolētu vadu 380 V trīsfāzu līnijas īpatnējie sprieguma zudumi, [%/(kW∙km)]**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Vada**  **šķērsgriezums, mm2** | **Jaudas koeficients (cos φ)** | | | | | | | |
| **0,7** | | **0,8** | | **0,9** | | **1,0** | |
| **varš** | **alumīnijs** | **varš** | **alumīnijs** | **varš** | **alumīnijs** | **varš** | **alumīnijs** |
| **1,0**  **1,5**  **2,5**  **4,0**  **6,0**  **10**  **16**  **25**  **35**  **50**  **70**  **95**  **120 150** | 13,2 8,85 5,39 3,39 2,29 1,43 0,993 0,664 0,527 0,415 0,365 0,301 0,276  — | —  —  9,03  5,71  3,86  2,37  1,53  1,04  0,790  0,588  0,488  0,398  0,345  0,298 | 13,2 8,81 5,35 3,36 2,25 1,40 0,958 0,631 0,494 0,388 0,328 0,265 0,233  — | —  —  9,0  5,67  3,82  2,34  1,50  1,01  0,757  0,558  0,451  0,362  0,301  0,265 | 13,1  8,76  5,31  3,32  2,21  1,37 0,924 0,60 0,462 0,358 0,292 0,231 0,199  — | —  —  8,96  5,63  3,78  2,31  1,46  0,974 0,725 0,528 0,415 0,328 0,277 0,233 | 13,0 8,65 5,21 3,22 2,12 1,28 0,831 0,512 0,374 0,270 0,196 0,138 0,109  — | —  —  8,85  5,54  3,69  2,22  1,37  0,886 0,637 0,443 0,319 0,235 0,187 0,145 |

P.2.29. 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.2.30. tabula

**Slodzes momenti alumīnija vadītājiem**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **ΔU, %** | **Slodzes moments, kW·m, četrvadu līnijai (3L + 1N) uz spriegumu 380/220 V**  **un trīsvadu līnijai (3L) uz spriegumu 380 V, ja vadītāja šķērsgriezums S, mm2 vienāds ar** | | | | | | | | | | | | | | | |
| **2,5** | **4** | **6** | **10** | **16** | **25** | **35** | **50** | **70** | **95** | | **120** | **150** | **185** | | **240** |
| **0,2** | 22 | 35 | 53 | 88 | 141 | 220 | 308 | 440 | 616 | 836 | | 1056 | 1320 | 1628 | | 2112 |
| **0,4** | 44 | 70 | 106 | 176 | 282 | 440 | 616 | 880 | 1232 | 1672 | | 2112 | 2640 | 3256 | | 4224 |
| **0,6** | 66 | 106 | 158 | 264 | 422 | 660 | 924 | 1320 | 1848 | 2508 | | 3168 | 3960 | 4884 | | 6336 |
| **0,8** | 88 | 141 | 211 | 352 | 563 | 880 | 1232 | 1760 | 2464 | 3341 | | 4224 | 5280 | 6512 | | 8448 |
| **1** | 110 | 176 | 264 | 440 | 704 | 1100 | 1540 | 2200 | 3080 | 4180 | | 5280 | 6600 | 8140 | | 10560 |
| **1,2** | 132 | 211 | 317 | 528 | 845 | 1320 | 1848 | 2640 | 3696 | 5016 | | 6336 | 7920 | 9768 | | 12672 |
| **1.4** | 154 | 246 | 370 | 616 | 986 | 1540 | 2156 | 3080 | 4312 | 5852 | | 7392 | 9240 | 11396 | | 14784 |
| **1.6** | 176 | 282 | 422 | 704 | 1126 | 1760 | 2464 | 3520 | 4928 | 6688 | | 8448 | 10560 | 13024 | | 16896 |
| **1,8** | 198 | 317 | 475 | 792 | 1267 | 1980 | 2772 | 3960 | 5544 | 7524 | | 9504 | 11880 | 14652 | | 19008 |
| **2** | 220 | 352 | 528 | 880 | 1408 | 2200 | 3080 | 4400 | 6160 | 8360 | | 10560 | 13200 | 16280 | | 21120 |
| **2.2** | 242 | 387 | 581 | 968 | 1549 | 2420 | 3388 | 4840 | 6776 | 9196 | | 11616 | 14520 | 17908 | | 23232 |
| **2.4** | 264 | 422 | 634 | 1056 | 1690 | 2640 | 3696 | 5280 | 7392 | 10032 | | 12672 | 15840 | 19536 | | 25344 |
| **2.6** | 286 | 458 | 686 | 1144 | 1830 | 2860 | 4004 | 5720 | 8008 | 10868 | 13728 | | 17160 | 21164 | 27456 | |
| **2.8** | 308 | 493 | 739 | 1232 | 1971 | 3080 | 4312 | 6160 | 8624 | 11704 | 14784 | | 18480 | 22792 | 29568 | |
| **3** | 330 | 528 | 792 | 1320 | 2112 | 3300 | 4620 | 6600 | 9240 | 12540 | 15840 | | 19800 | 24420 | 31680 | |
| **3,2** | 352 | 563 | 845 | 1408 | 2253 | 3520 | 4928 | 7040 | 9856 | 13376 | 16896 | | 21120 | 26048 | 33792 | |
| **3.4** | 374 | 598 | 898 | 1496 | 2394 | 3740 | 5236 | 7480 | 10472 | 14212 | 17952 | | 22440 | 27676 | 35904 | |
| **3.6** | 396 | 634 | 950 | 1584 | 2534 | 3960 | 5544 | 7920 | 11088 | 15048 | 19008 | | 23760 | 29304 | 38016 | |
| **3,8** | 418 | 669 | 1003 | 1672 | 2675 | 4180 | 5852 | 8360 | 11704 | 15884 | 20064 | | 25080 | 30932 | 40128 | |
| **4** | 440 | 704 | 1056 | 1760 | 2816 | 4400 | 6160 | 8800 | 12320 | 16720 | 21120 | | 26400 | 32560 | 42240 | |
| **4.2** | 462 | 739 | 1109 | 1848 | 2957 | 4620 | 6468 | 9240 | 12936 | 17556 | 22176 | | 27720 | 34188 | 44352 | |
| **4.4** | 484 | 774 | 1162 | 1936 | 3098 | 4840 | 6776 | 9680 | 13552 | 18392 | 23232 | | 29040 | 35816 | 46464 | |
| **4,6** | 506 | 810 | 1214 | 2024 | 3238 | 5060 | 7084 | 10120 | 14168 | 19228 | 24288 | | 30360 | 37444 | 48576 | |
| **4,8** | 528 | 845 | 1267 | 2112 | 3379 | 5280 | 7392 | 10560 | 14784 | 20064 | 25344 | | 31680 | 39072 | 50688 | |
| **5** | 550 | 880 | 1320 | 2200 | 3520 | 5500 | 7700 | 11000 | 15400 | 20900 | 26400 | | 33000 | 40700 | 52800 | |

P.2.31. 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.2.32. 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.2.33. 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.2.34. 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.2.35. 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.2.36. tabula

**Slodzes momenti vara 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** | | | | | | | | | | | | | |
| **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.2.37. tabula

**Slodzes momenti vara 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** | | | | | | | | | | | | | |
| **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.2.38. tabula

**Slodzes momenti vara 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** | | | | | | | | | | | | |
| **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.2.39. tabula

**Slodzes momenti vara vadītājiem, kW·m**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **ΔU,**  **%** | **Slodzes moments līnijai ar spriegumu 36 V** | | | | | | | | | | | |
| **Divvadu līnija** | | | | | | **Trīsfāzu trīsvadu** | | | | | |
| **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 |
| **6** | 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.2.40. tabula

**Slodzes momenti vara vadītājiem, kW·m**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **ΔU,**  **%** | **Slodzes moments līnijai ar spriegumu 24 V** | | | | | | | | | | | | |
| **Divvadu līnija** | | | | | | **Trīsfāzu trīsvadu** | | | | | |
| **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.2.41. tabula

**Slodzes momenti vara vadītājiem, kW·m**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **ΔU,**  **%** | **Slodzes moments līnijai ar spriegumu 12 V** | | | | | | | | | | | |
| **Divvadu līnija** | | | | | | **Trīsfāzu trīsvadu** | | | | | |
| **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.2.42. tabula

**Trigonometriskās sakarības starp leņķi *φ*, sin *φ*, cos *φ*, tg *φ***

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| cos *φ* | *φ* | sin*φ* | tg*φ* |  | cos *φ* | *φ* | sin*φ* | tg*φ* |
| 1 | 0 | 0 | 0 |  | 0,92 | 23°04' | 0,3919 | 0,4260 |
| 0,99 | 8°06' | 0,1412 | 0,1425 |  | 0,91 | 24°30' | 0,4146 | 0,4556 |
| 0,98 | 11°29' | 0,1990 | 0.2031 |  | 0,90 | 25°51' | 0,4360 | 0,4844 |
| 0,97 | 14°04' | 0,2430 | 0,2505 |  | 0,89 | 27°08' | 0,4560 | 0,5124 |
| 0,96 | 16°16' | 0,2800 | 0,2917 |  | 0,88 | 28°21' | 0,4750 | 0,5398 |
| 0,95 | 18°12' | 0,3123 | 0,3287 |  | 0,87 | 29°32' | 0,4931 | 0,5668 |
| 0,94 | 19°57' | 0,3412 | 0,3630 |  | 0,86 | 30°41' | 0,5103 | 0,5934 |
| 0,93 | 21°34' | 0,3676 | 0,3953 |  | 0,85 | 31°47' | 0,5267 | 0,6197 |
|  | | | | | | | | |
| cos *φ* | *φ* | sin*φ* | tg*φ* |  | cos *φ* | *φ* | sin*φ* | tg*φ* |
| 0,84  0,83  0,82  0,81  0,80  0,79  0,78  0,77  0,76  0,75  0,74  0,73  0,72 | 32°52' 33°54' 34°55' 35°54' 36°52' 37°11' 38°44' 39°39' 40°32' 41025' 42°16' 43°07' 43°57' | 0,5426 0,5578 0,5724 0,5864 0,6000 0,6131 0,6257 0,6380 0,6499 0,6614 0,6726 0,6834 0,6937 | 0,6459 0,6520 0,6980 0,7240 0,7500 0,7761 0,8023 0,8286 0,8551 0,8819 0,9089 0,9362 0.9635 |  | 0,71  0,70  0,69  0,68  0,67  0,66  0,65  0,64  0,63  0,62  0,61  0,60 | 44°46' 45°34' 46°22' 47°09' 47°56' 48°42' 49°27' 50°12' 50°57' 51041' 52°25' 52°08' | 0,7042 0,7140 0,7238 0,7330 0,7424 0,7511 0,7592 0,7686 0,7768 0,7845 0,7924 0,8000 | 0,9918  1,020  1,049  1,078  1,108  1,138  1,169  1,201  1,233  1,265  1,299  1,334 |

P.2.43. tabula

**Naturālo logaritmu tabula**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***N*** | ***lnN*** |  | ***N*** | ***lnN*** |  | ***N*** | ***lnN*** |  | ***N*** | ***lnN*** |
| 1,0  1,1  1,2 1,3  1,4 1,5 1,6  1,7 1,8 1,9 2,0 2,1 2,2 2,3 2,4 2,5  2,6 2,7 2,8 2,9 3,0 3,1  3,2 | 0,000 0,0953 0,1823 0,2624 0,3365 0,4055 0,4700 0,5306 0,5878 0,6419 0,6931 0,7419 0,7885 0,8329 0,8796 0,9163 0,9555 0,9933 1,0296 1,0647 1,0986 1,1314 1,1632 |  | 3,3 3,4 3,5 3,6 3,7 3,8 3,9 4,0 4,1 4,2 4,3 4,4 4,5 4,6 4,7 4,8 4,9 5,0 5,1 5,2 5,3 5,4 5,5 | 1,1939 1,2238 1,2528 1,2809 1,3083 1,3350 1,3610 1,3863 1,4110 1,4350 1,4586 1,4816 1,5041 1,5261 1,5476 1,5686 1,5892 1,6094 1,6292 1,6487 1,6677 1,6864 1,7047 |  | 5,6 5,7 5,8 5,9 6,0 6,1 6,2 6,3 6,4 6,5 6,6 6,7 6,8 6,9 7,0 7,1 7,2 7,3 7,4 7,5 7,6 7,7 7,8 | 1,7228 1,7405 1,7579 1,7750 1,7918 1,8083 1,8245 1,8405 1,8563 1,8718 1,8871 1,9021 1,9169 1,9315 1,9459 1,9601 1,9741 1,9879 2,0015 2,0149 2,0281 2,0412 2,0541 |  | 7,9 8,0 8,1 8,2 8,3 8,4 8,5 8,6 8,7 8,8 8,9 9,0 9,1 9,2 9,3 9,4 9,5 9,6 9,7 9,8 9,9 10,0 | 2,0669 2,0794 2,0919 2,1041 2,1163 2,1282 2,1401 2,1518 2,1633 2,1748 2,1861 2,1972 2,2083 2,2192 2,2300 2,2407 2,2513 2,2618 2,2712 2,2824 2,2925 2,3030 |

*Piemērs:* ln 750 = ln (7,5∙102) = ln7,5 + 2∙ln 10 = 2,0149 + 2∙2,303 = 6,6209;

ln 0,0075 = ln (7,5∙10-3) = ln 7,5∙3∙ln 10 = 2,0149∙6,909 = - 4,894.

**3.PIELIKUMS**

P.3.1. tabula

**Drošinātāju PN-22 tehniskie dati**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Drošinātāju tips** | **Nominālās**  **strāvas, A** | **Kūstošā ieliktņa nominālā strāva , A** | **Jaudas zudumi,**  **W** | **Kūstošā ieliktņa aktīvā pretestība∙10-3, Ω** | **Atslēgtspēja, kA** |
| PN22-100 | 100 | 31,5 | 7,0 | 4,4 | 80 |
| 40 | 7,5 | 2,6 |
| 50 | 8,5 | 2,0 |
| 63 | 11,5 | 1,65 |
| 80 | 12,5 | 1,3 |
| 100 | 16,0 | 0,9 |
| PN22-250 | 250 | 80 | 12,5 | 1,3 | 80 |
| 100 | 16,0 | 0,83 |
| 125 | 21,0 | 0,62 |
| 160 | 28,0 | 0,50 |
| 200 | 30,0 | 0,42 |
| 250 | 34,0 | 0,27 |
| PN22-400 | 400 | 200 | 30,0 | 0,42 | 40 |
| 250 | 34,0 | 0,34 |
| 315 | 49,0 | 0,22 |
| 400 | 56,0 | 0,15 |
| PN22-630 | 630 | 315 | 49,0 | 0,22 | 25 |
| 400 | 56,0 | 0,14 |
| 500 | 60,0 | 0,14 |
| 630 | 85,0 | 0,09 |

**t, s**

|  |
| --- |
| **Atslēgtspēja, kA** |

P.3.1. att. Drošinātāja PN-22 laikstrāvas raksturlīkne

P.3.2. tabula

**DIAZED tipa drošinātāju kūstošā elementa nominālās strāvas**

|  |  |
| --- | --- |
| **Cokola vītne** | **Ieliktņu nominālās vērtības (A)** |
| E-16 | 2, 4, 6, 10, 16, 20, 25, |
| E-27 | 2, 4, 6, 10, 16, 20, 25, |
| E-33 | 35, 50, 63, 80, 100 |

P.3.3. tabula

**Firmas „Bussmann” drošinātāju „D” tipa tehniskie dati**

**(gL, 500 V, 2-100 A, atslēgtspēja 100 kA)**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Cokola vītne** | **Kataloga Nr.** | **Nominālās strāvas, A** | **Izmērs "D", mm** | **Krāsa** |
| E-16 | 2D16 | 2 | 6 | Rozā/Pink |
|  | 4D16 | 4 | 6 | Brūns/Brown |
|  | 6D16 | 6 | 6 | Zaļš/Green |
|  | 10D16 | 10 | 7 | Sarkans/Red |
|  | 16D16 | 16 | 10 | Pelēks/Grey |
|  | 20D16 | 20 | 12 | Zils/Blue |
|  | 25D16 | 25 | 14 | Dzeltens/Yellow |
| E-27 | 2D27 | 2 | 6 | Rozā/Pink |
|  | 4D27 | 4 | 6 | Brūns/Brown |
|  | 6D27 | 6 | 6 | Zaļš/Green |
|  | 10D27 | 10 | 8 | Sarkans/Red |
|  | 16D27 | 16 | 10 | Pelēks/Grey |
|  | 20D27 | 20 | 12 | Zils/Blue |
|  | 25D27 | 25 | 14 | Dzeltens/Yellow |
| E-33 | 35D33 | 35 | 16 | Melns/Black |
|  | 50D33 | 50 | 18 | Balts/White |
|  | 63D33 | 63 | 20 | Vara/Copper |
| E-125 | 80D125 | 80 | 5 | Sudraba/Silver |
|  | 100D125 | 100 | 7 | Sarkans/Red |

P.3.4 tabula

**FERRAZ tipa drošinātāju tehniskie dati**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Nominālais spriegums** | **Atslēgt-spēja, kA** | **Nominālās strāvas,** A | |
| 125 | 20 | 0,125, 0,160, 0,200, 0,250, 0,315, 0,400, 0,500, 0,630, 0,800, 1, 1,1, 1,25, 1,60, 2, 2,5, 3,15, 4, 5, 6,3, 8, 10, 12,5, 14, 16, 20, 25, 30 | |
| 250 | 20 | 0,125, 0,160, 0,200, 0,250,0,315,0,400,0,500, 0,630, 0,800 | |
| 50 | 1, 1,25,1,60,2,2,5 3,15, 4, 5, 6,3 | |
| 20 | 10, 12,5,14,16,20 | |
| 380 | 30 | 0,125, 0,160, 0,200, 0,250, 0,315, 0,400, 0,500, 0,630, 0,800, 1, 1,25, 1,60, 2, 2,5, 3,15, 4, 5, 6,3, 8, 10, 12,5, 14, 16 | |
| 440 | 30 | 0,125, 0,160, 0,200, 0,250, 0,315, 0,400, 0,500, 0,630, 0,800, 1, 1,25, 1,60, 2, 2,5, 3,15, 4, 5, 6,3, 8 | |
| 500 | 20 | 0,125, 0,160, 0,200, 0,250, 0,315, 0,400, 0,500, 0,630, 0,800, 1, 1,25, 1,60, 2, 2,5, 3,15, 4 | |
| 250 | 200 | 60,90 | |
| 100 | 100, 140 | |
| 200 | 225 |
| 500 | 150 | 700, 800, 1000,1100, 1400, 1500, 2000, 2200, 2800, 3000 |
| 600 | 100 | 6, 8,10,12,16, 20, 25, 32, 40, 50, 63 |
| 1000 | 150 | 250, 315, 350, 375, 400, 425, 450, 500, 525, 550, 630, 700, 725, 800, 900, 1000, 1250, 1400,1450, 1600,1800 |
| 3000 | 70 | 80,100,125, 150,175, 200, 250, 275, 315, 350, 400, 500, 550, 630, 700 |

|  |  |
| --- | --- |
| gG tipa drošinātāji  Ferraz | t, s    strāva, A |

|  |  |
| --- | --- |
| gM tipa drošinātāji Ferraz | t, s    strāva, A |

P.3.2. att. Ferraz tipa drošinātāju laikstrāvas raksturlīknes (415 V AC, 80 kA)

P.3.5. tabula

**NH drošinātāju kūstošā ieliktņa izvēle atbilstoši elektrodzinēja nominālai jaudai un**

**spriegumam**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Elektrodzinējs** | | | | | | **Drošinātāja kūstošā ieliktņa IN, A** | | | | | | | | | | | | |
| **220 V** | | | **380 V** | | | **AC-00** | | **AC-0** | | **AC-1** | | **AC-2** | | **AC-3** | | | **AC-4** | |
| **P, kW** | **CV** | **IN,**  **A** | **P, kW** | **CV** | **IN,A** | **gl** | **aM** | **gl** | **aM** | **gl** | **aM** | **gl** | **aM** | **gl** | **aM** | **gl** | | **aM** |
| 0,18 | 0,25 | 0,94 | 0,37 | 0,50 | 1,1 | 4 |  | 4 |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |
| 0,37 | 0,50 | 1,9 | 0,75 | 1 | 2 | 6 |  | 6 |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |
| 0,55 | 0,75 | 2,8 | 1,1 | 1,5 | 2,6 | 6 |  | 6 |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |
| 0,75 | 1 | 3,5 | 1,5 | 2 | 3,5 | 10 |  | 10 |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |
| 1,1 | 1,5 | 4,4 | 2,2 | 3 | 5 | 16 |  | 16 |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |
| 1,5 | 2 | 6 | 3 | 4 | 6,6 | 16 |  | 16 |  | 16 |  |  |  |  |  |  | |  |
| 2,2 | 3 | 8,7 | 4 | 5,5 | 8,5 | 20 | 10 | 20 |  | 20 |  |  |  |  |  |  | |  |
| 3 | 4 | 11,5 | 5,5 | 7,5 | 11,5 | 25 |  | 25 |  | 25 |  |  |  |  |  |  | |  |
| 4 | 5,5 | 14,5 | 7,5 | 10 | 15,5 | 32 | 16 | 32 |  | 32 |  |  |  |  |  |  | |  |
| 5,5 | 7,5 | 20 | 10 | 13,5 | 20 | 50 | 25 | 50 |  | 50 |  | 50 |  |  |  |  | |  |
| 7,5 | 10 | 27 | 15 | 20 | 30 | 50 | 32 | 50 |  | 50 |  | 50 |  |  |  |  | |  |
| 10 | 18,5 | 35 | 18,5 | 25 | 37 | 63 | 40 | 63 | 40 | 63 |  | 63 |  |  |  |  | |  |
| 11 | 15 | 39 | 22 | 30 | 44 | 80 | 50 | 80 | 50 | 80 |  | 80 |  |  |  |  | |  |
| 15 | 20 | 52 | 25 | 34 | 51 | 100 | 63 | 100 | 63 | 100 |  | 100 |  |  |  |  | |  |
| 18,5 | 25 | 64 | 30 | 40 | 60 | 125 | 80 | 125 | 80 | 125 | 80 | 125 |  |  |  |  | |  |
| 22 | 30 | 75 | 37 | 50 | 73 | 125 | 80 | 125 | 80 | 125 | 80 | 125 |  |  |  |  | |  |
| 25 | 34 | 85 | 45 | 60 | 85 | 160 | 100 | 160 | 100 | 160 | 100 | 160 | 100 |  |  |  | |  |
| 30 | 40 | 103 | 55 | 75 | 105 |  | 125 | 200 | 125 | 200 | 125 | 200 | 125 |  |  |  | |  |
| 45 | 60 | 147 | 75 | 100 | 138 |  | 160 |  | 160 | 250 | 160 | 250 | 160 | 250 |  |  | |  |
| 55 | 75 | 182 | 90 | 125 | 170 |  |  |  | 200 |  | 200 | 315 | 200 | 315 |  |  | |  |
| 75 | 100 | 239 | 110 | 150 | 205 |  |  |  |  |  | 250 | 400 | 250 | 400 |  |  | |  |
|  |  |  | 132 | 175 | 245 |  |  |  |  |  |  |  | 315 | 500 |  | 500 | |  |
| 90 | 125 | 295 | 160 | 220 | 300 |  |  |  |  |  |  |  | 315 | 500 |  | 500 | |  |
| 110 | 150 | 366 | 200 | 270 | 370 |  |  |  |  |  |  |  | 400 | 630 | 400 | 630 | |  |
| 132 | 175 | 425 | 250 | 350 | 475 |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 500 | 800 | | 500 |
| 160 | 220 | 520 | 300 | 400 | 560 |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 630 | 1000 | | 630 |
| 220 | 300 | 705 | 400 | 550 | 750 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 125 | | 800 |

aM — lietošanas klase elektrodzinēju aizsardzībai

gl — lietošanas klase vadu un kabeļu līniju aizsardzībai

P.3.6. tabula

**HRC tipa drošinātāju kūstošā elementa nominālās strāvas (UN līdz 500 V)**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **gG modelis** | | | | | **aM modelis** | | | | |
| **Gabarīts** | **IN, A** | **Pdr, W** | **Drošinātāja**  **tips** | **Svars,**  **kg** | **Gabarīts** | **IN, A** | **Pdr, W** | **Drošinātāja**  **tips** | **Svars,**  **kg** |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** |
| 000 | 2 | 3,9 | OFAF000H2 | 0,12 | 000 | 2 | 0,08 | OFAF000AM2 | 0.12 |
| 4 | 1,5 | OFAF000H4 | 0,12 | 4 | 0,18 | OFAF000AM4 | 0.12 |
| 6 | 1,6 | OFAF000H6 | 0,12 | 6 | 0,26 | OFAF000AM6 | 0.12 |
| 10 | 1,1 | OFAF000H10 | 0,12 | 10 | 0,46 | OFAF000AM10 | 0.12 |
| 16 | 1,8 | OFAF000H16 | 0,12 | 16 | 0,72 | OFAF000AM16 | 0.12 |
| 20 | 2,4 | OFAF000H20 | 0,12 | 20 | 0,92 | OFAF000AM20 | 0.12 |
| 25 | 2,4 | OFAF000H25 | 0,12 | 25 | 1,2 | OFAF000AM25 | 0.12 |
| 32 | 2,7 | OFAF000H32 | 0,12 | 32 | 1,5 | OFAF000AM32 | 0.12 |
| 35 | 3,0 | OFAF000H35 | 0,12 | 35 | 1,6 | OFAF000AM35 | 0.12 |
| 40 | 3,4 | OFAF000H40 | 0,12 | 40 | 1,8 | OFAF000AM40 | 0.12 |
| 50 | 3,9 | OFAF000H50 | 0,12 | 50 | 2,3 | OFAF000AM50 | 0.12 |
| 63 | 4,7 | OFAF000H63 | 0,12 | 63 | 2,9 | OFAF000AM63 | 0.12 |
| 80 | 5,7 | OFAF000H80 | 0,12 | 80 | 3,6 | OFAF000AM80 | 0.12 |
| 100 | 6,7 | OFAF000H100 | 0,12 | 100 | 5,2 | OFAF000AM100 | 0.12 |
| 00 | — | — | — | — | 00 | 80 | 3,6 | OFAF00AM80 | 0.18 |
| — | — | — | — | 100 | 5,2 | OFAF00AM100 | 0.18 |
| 125 | 8,4 | OFAF00H125 | 0,18 | 125 | 6,4 | OFAF00AM125 | 0.18 |
| 160 | 10,6 | OFAF00H160 | 0,18 | 160 | 7,9 | OFAF00AM160 | 0.18 |
| 0 | 6 | 1,8 | OFAF0H6 | 0.21 | 0 | 6 | 0,31 | OFAF0AM6 | 0.21 |
| 10 | 1,5 | OFAF0H10 | 0.21 | 10 | 0,5 | OFAF0AM10 | 0.21 |
| 16 | 2,5 | OFAF0H16 | 0.21 | 16 | 0,34 | OFAF0AM16 | 0.21 |
| 20 | 3,5 | OFAF0H20 | 0.21 | 20 | 1 | OFAF0AM20 | 0.21 |
| 25 | 3,5 | OFAF0H25 | 0.21 | 25 | 1,3 | OFAF0AM25 | 0.21 |
| 32 | 3,2 | OFAF0H32 | 0.21 | 32 | 1,6 | OFAF0AM32 | 0.21 |
| 35 | 3,5 | OFAF0H35 | 0.21 | 35 | 1,7 | OFAF0AM35 | 0.21 |
| 40 | 4,2 | OFAF0H40 | 0.21 | 40 | 2 | OFAF0AM40 | 0.21 |
| 50 | 5,1 | OFAF0H50 | 0.21 | 50 | 2,8 | OFAF0AM50 | 0.21 |
| 63 | 6,2 | OFAF0H63 | 0.21 | 63 | 3,4 | OFAF0AM63 | 0.21 |
| 80 | 7,1 | OFAF0H80 | 0.21 | 80 | 4,9 | OFAF0AM80 | 0.21 |
| 100 | 8,7 | OFAF0H100 | 0.21 | 100 | 6 | OFAF0AM100 | 0.21 |
| 125 | 11,0 | OFAF0H125 | 0.21 | 125 | 7,9 | OFAF0AM125 | 0.21 |
| 160 | 11,7 | OFAF0H160 | 0.21 | 160 | 10,5 | OFAF0AM160 | 0.21 |
| 200 | 15,0 | OFAF0H200 | 0.30 | 200 | 11,8 | OFAF0AM200 | 0.21 |
| 224 | 16,2 | OFAF0H224 | 0.30 | — | — | — | — |
| 250 | 17,8 | OFAF0H250 | 0.30 | — | — | — | — |
| 1 | 16 | 2,5 | OFAF1H16 | 0,28 | 1 | 16 | 0,97 | 0FAF1AM16 | 0.28 |
| 20 | 3,5 | OFAF1H20 | 0,28 | 20 | 1,2 | OFAF1AM20 | 0.28 |
| 25 | 3,3 | OFAF1H25 | 0,28 | 25 | 1,4 | OFAF1AM25 | 0.28 |
| 32 | 3,2 | OFAF1H32 | 0,28 | 32 | 1,9 | OFAF1AM32 | 0.28 |
| 35 | 3,5 | OFAF1H35 | 0,28 | 35 | 2 | OFAF1AM35 | 0.28 |
| 40 | 4,2 | OFAF1H40 | 0,28 | 40 | 2,3 | OFAF1AM40 | 0.28 |
| 50 | 5,1 | OFAF1H50 | 0,28 | 50 | 2,9 | OFAF1AM50 | 0.28 |
| 63 | 6,2 | OFAF1H63 | 0,28 | 63 | 3,6 | OFAF1AM63 | 0.28 |
| 80 | 7,1 | OFAF1H30 | 0,28 | 80 | 4,6 | OFAF1AM80 | 0.28 |
| 100 | 8,7 | OFAF1H100 | 0,28 | 100 | 5,8 | OFAF1AM100 | 0.28 |
| P.3.6. tabulas turpinājums | | | | | | | | | |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** |
| 1 | 125 | 11,0 | OFAF1H125 | 0,40 | 1 | 160 | 10,4 | OFAF1AM160 | 0.30 |
| 160 | 11,7 | OFAF1H160 | 0,40 | 200 | 14,2 | OFAF1AM200 | 0.30 |
| 200 | 14,5 | OFAF1H200 | 0,40 | 224 | 16,0 | OFAF1AM224 | 0.30 |
| 224 | 15,9 | OFAF1H224 | 0,40 | 250 | 17,5 | OFAF1AM250 | 0.30 |
| 250 | 19,7 | OFAF1H250 | 0,40 | 315 | 22,1 | 0FAF1AM315 | 0.30 |
| 315 | 26,0 | OFAF1H315 | 0,40 | — | — | — | — |
| 355 | 26,4 | 0FAF1H355 | 0,40 | — | — | — | — |
| 2 | 35 | 3,5 | OFAF2H35 | 0.42 | 2 | 35 | 1,8 | 0FAF2AM35 | 0.32 |
| 40 | 5,1 | OFAF2H40 | 0.42 | 40 | 2,1 | OFAF2AM40 | 0.32 |
| 50 | 6,0 | OFAF2H50 | 0.42 | 50 | 2,7 | OFAF2AM50 | 0.32 |
| 63 | 7,1 | OFAF2H63 | 0.42 | 63 | 3,4 | OFAF2AM63 | 0.32 |
| 80 | 8,6 | OFAF2H80 | 0.42 | 80 | 4,4 | OFAF2AM80 | 0.32 |
| 100 | 10,6 | OFAF2H100 | 0.42 | 100 | 5,5 | OFAF2AM100 | 0.32 |
| 125 | 11,9 | OFAF2H125 | 0.42 | 125 | 6,4 | OFAF2AM125 | 0.32 |
| 160 | 14,0 | OFAF2H160 | 0.42 | 160 | 9,3 | OFAF2AM160 | 0.32 |
| 200 | 15,4 | OFAF2H200 | 0.42 | 200 | 11,3 | OFAF2AM200 | 0.32 |
| 224 | 19,1 | OFAF2H224 | 0.42 | 224 | 16,0 | OFAF2AM224 | 0.32 |
| 250 | 22,5 | OFAF2H250 | 0.42 | 250 | 16,3 | OFAF2AM250 | 0.32 |
| 300 | 24,0 | OFAF2H300 | 0.63 | 300 | 21,0 | OFAF2AM300 | 0.40 |
| 315 | 26,2 | OFAF2H315 | 0.63 | 315 | 23,1 | 0FAF2AM315 | 0.40 |
| 355 | 27,5 | OFAF2H355 | 0.63 | 355 | 26,0 | OFAF2AM355 | 0.40 |
| 400 | 30,2 | OFAF2H400 | 0.63 | 400 | 29,7 | OFAF2AM400 | 0.40 |
| 425 | 33,0 | OFAF2H425 | 0.63 | 500 | 34,4 | OFAF2AM500 | 0.40 |
| 500 | 44,0 | OFAF2H500 | 0.63 | — | — | — | — |
| 3 | 250 | 17,9 | OFAF3H250 | 0.63 | 3 | 250 | 16 | OFAF3AM250 | 0.45 |
| 300 | 20 | OFAF3H300 | 0.63 | 300 | 21 | OFAF3AM300 | 0.45 |
| 315 | 22,4 | OFAF3H315 | 0.63 | 315 | 21 | OFAF3AM315 | 0.45 |
| 355 | 23,5 | OFAF3H355 | 0.63 | 355 | 26.5 | OFAF3AM355 | 0.45 |
| 400 | 30,1 | OFAF3H400 | 0.63 | 400 | 29,1 | OFAF3AM400 | 0.45 |
| 425 | 33,0 | OFAF3H425 | 1.00 | 425 | 33 | OFAF3AM425 | 0.60 |
| 450 | 36 | OFAF3H450 | 1.00 | 450 | 37 | OFAF3AN450 | 0.60 |
| 500 | 44,0 | OFAF3H500 | 1.00 | 500 | 42 | OFAF3AM500 | 0.60 |
| 630 | 47,5 | OFAF3H630 | 1.00 | 630 | 42 | OFAF3AM630 | 0.60 |
| 800 | 56,9 | OFAF3H800 | 0.90 | 800 | 55 | OFAF3AM800 | 0.60 |
| 4a | 500 | 33 | OFAF4AH500 | 2.0 |
| 630 | 43 | OFAF4AH630 | 2.0 |
| 800 | 58 | OFAF4AH800 | 2.0 |
| 1000 | 71 | OFAF4AH1000 | 2.0 |
| 1250 | 85 | OFAF4AH1250 | 2.0 |

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

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

P.3.3. att. Drošinātāju HRC gG tipa (*a*) un aM tipa (*b*) laikstrāvas raksturlīknes dažādām IN.dr.

(t – laiks līdz loka izveidošanai)

P.3.7. tabula

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nominālais**  **spriegums** | **Drošinātāju veids**  **Ie, A** | **Transformatora jauda, kVA** | | | | | | | | | | | | | | |
|  | **UK = 4%** | | | | | | | | | | | **UK = 5%** | | | **UK = 6,25%** |
| **Nominālais transformatora**  **spriegums, kV** | **50** | **100** | **125** | **160** | **200** | **250** | **315** | **400** | **500** | **630** | | **800** | **1000** | **1250** | **1600** |
| **3/7,2** | **Tr-ra Inom** | 4,8 | 9,6 | 12 | 15,4 | 19,2 | 24,1 | 30,3 | 38,5 | 48,1 | 60,6 | | 77,1 | 96,3 | 120,3 | 154 |
| **6** | **bez NH**  **ar NH-gL**  **ar NH-gTr** | 10-20  16 | **20**-31,5  25  **20** 25 | **25**-40  **25** 31,5  **25** 31,5 | **25**-50  **31,5** 40  **31,5** 40 | **31,5**-63  **40** 50  **40** 50 | **40**-80  **50** 63  **50** 63 | **50**-100 **63** 80  **63** 80 | **63**-125 **80** 100  **80** 100 | **80**-160  125  **100** 125 | **100**-160  **125** 160  160 | | **125**-160 **125** 160  160 | [125] **160**  160 | 160 | 160 |
| **6/12** | **Tr-ra Inom** | 2,9 | 5,8 | 7,2 | 9,2 | 11,5 | 14,4 | 18,2 | 23,1 | 28,9 | 36,4 | | 46,2 | 57,7 | 72,2 | 92,4 |
| **10** | **bez NH**  **ar NH-gL**  **ar NH-gTr** | 10  10 | **16**-20  16  16 | **16**-25  16  16 | **20**-31,5  20  **20** 25 | **25**-40  25  **25** 31,5 | **31,5**-50 31,5  **31,5** 40 | **31,5**-63  40  **40** 50 | **40**-80  50  **50** 63 | **50**-100  63  **63** 80 | **63**-125  100  **80** 100 | | **80**-125  (100)  **100** 125 | [80]-**100**  (125)  **125** 160 | [100]-**125** | **125** 160 |
| **10/24** | **Tr-ra Inom** | 1,5 | 2,9 | 3,6 | 4,6 | 5,8 | 7,2 | 9,1 | 11,5 | 14,4 | 18,0 | | 23,1 | 28,9 | 36,1 | 46,2 |
| **20** | **bez NH**  **ar NH-gL**  **ar NH-gTr** | 6,3  6,3 | 10  10  10 | 10  10  10 | [10] **16**  16  16 | **16** 20  16  16 | **16**-25  16  **16** 25 | **20**-31,5 25  25 | **25**-40  **25** 31,5 **25** 31,5 | **31,5**-50  40  **31,5**-40 | | **31,5**-63  50  **40** 50 | **40**-63  63  63 | [40] **50**  (125)  63 **80** | [50]-**63** | [63] **80** |
|  | **Tr-ra Inom** | 72 | 144 | 180 | 231 | 289 | 361 | 455 | 577 | 722 | 999 | | 1155 | 1443 |  |  |
| **0,4/0,5**  **0,4** | **NH-gl.**  **NH-gTr (A)**  **kVA** | 80 | 125  (144)  100 | 160  (180)  125 | 200  (231)  160 | 250  (289)  200 | 315  (361)  250 | 400  (455) 315 | 500  (577)  489 | 630  (722)  589 | 800  (909)  630 | | 1000  (1155)  899 | 1250  (1443)  1000 |  |  |

**NH drošinātāju kūstošā ieliktņa izvēle atbilstoši transformatora nominālai jaudai un**

**spriegumam**

Treknraksts - ieteicamās vērtības

|  |
| --- |
|  |

P.3.4. att. Transformatoru drošinātāju gTr laikstrāvas raksturlīknes (AC 400 V)

P.3.8. tabula

**Spēka automātslēdžu laikstrāvas raksturlīkņu tipi**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Raksturlīkņu tipi** | **Termoatkabņa nostrādes laiks**  **atkarība no strāvas** | | | **Elektromagnētiskā atkabņa nostrādes laiks atkarībā no strāvas** | |
| **A** |  |  |  | 2∙IN  t > 0,l s | 3∙IN  t < 0,l s |
| **B** | 1,13∙IN  t >lh | 1,45∙IN  t<lh | 2,55∙IN  t < 1 min | 3∙IN  t > 0,l s | 3∙IN  t < 0,l s |
| **C** | 1,13∙IN  t > l h | 1,45∙IN  t<lh | 2,55∙IN  t < 1 min | 3∙IN  t > 0,l s | 3∙IN  t < 0,l s |
| **D** | 1,13∙IN  t>lh | 1,45∙IN  t<lh | 2,55∙IN  t < 1 min | 3∙IN  t > 0,1 s | 3∙IN  t < 0,l s |
| **L** | 1,5∙IN (=10A) t > l h.  1,4∙IN (=35A) t > l h  1,3∙IN (=63A) t > l h | 1,95∙IN (=10A) t<lh  1,8∙IN (=25A) t<lh  1,7∙IN (=63A)  t<lh | 2,55∙IN  t < 1 min | 3,36∙IN  t > 0,l s | 4,9∙IN  t < 0,l s |
| **U** | 1,5∙IN (=10A) t > l h  1,4∙IN (=35A)  t > l h  1,3∙IN (=63A) t > l h | 1,95∙IN (=10A) t<lh  1,8∙IN (=25A) t<lh  1,7∙IN (=63A) t<lh | 2,55∙IN  t < 1 min | 3,5∙IN  t > 0,l s | 8∙IN  t < 0,l s |
| **E** | 1,05∙IN  t > 2 h | 1,2∙IN  t<lh |  | 5∙IN  t > 0,5 s | 6,25∙IN  t <0,3s |
| **G** | 1,05∙IN  t > 2 h | 1,35∙IN  t<lh | 2,5∙IN  0,25 < t < 0,1s | 5∙IN  t > 15 s | 10∙IN  t < 0,5 s |
| **K** | 1,3∙IN  (35;100A)  t > l h  1,05∙IN  t > 2 h | 1,6∙IN  (35;100A) t<lh  1,2∙IN  t<2h | 6∙IN  t<2s | 5∙IN  t > 0,3 s  8∙IN  t > 0,15 s | 6,25∙IN  t > 0,l s  12∙IN  t < 0,15 s |

P.3.9. tabula

**Mazgabarītu automātslēdžu (MAS) raksturlīkņu tipi**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Atbilstoši  standartam | **Nostrādes raksturlīkne un nomināla strāva** | | **Termiskie**  **atslēdzēji2**  Pārbaudes strāvas: | | Nostrādes  laiks | **Elektromagnētiskie atslēdzēji1**  Pārbaudes strāvas: | | Nostrādes laiks |
| raksturlīkne | IN,  A | apakšējā  I1 | augšējā  I2 | iztur  triecienstrāvu | Nostrādā noteikti  pie |
| IEC/NE 60898 | B | 6-63 | 1,13∙IN | 1,45∙IN | > 1 h  < 1 h | 3∙IN | 5∙IN | > 0,1 s  < 0,1 s |
|  | C | 0,5 – 63 | 1,13∙IN | 1,45∙IN | > 1 h  < 1 h | 5∙IN | 10∙IN | > 0,1 s  < 0,1 s |
|  | D | 0,5 - 63 | 1,13∙IN | 1,45∙IN | > 1 h  < 1 h | 10∙IN | 20∙IN | > 0,1 s  < 0,1 s |
| DIN VDE 0660/9.82 | K | 0,5 - 63 | 1,05∙IN | 1,2∙IN | > 1 h  < 1 h | nav piemērots |  |  |
| IEC/NE 60947-2  DIN VDE 0660 8/69 101.daļa | K | 0,5 - 63 | 1,05∙IN | 1,2∙IN  1,5∙IN  6,0∙IN | > 1 h  < 1 h **3**  < 2 min **3**  > 2 s (T1) | 8∙IN | 12∙IN | > 0,2 s  < 0,2 s |
| DIN VDE 0660/9.82 | Z | 0,5 - 63 | 1,05∙IN | 1,2∙IN | > 1 h  < 1 h | nav piemērots |  |  |
| IEC/NE 60947-2  DIN VDE 0660 8/69 101.daļa | Z | 0,5 - 63 | 1,05∙IN | 1,2∙IN  1,5∙IN | > 1 h  < 1 h **3**  < 2 min **3**  6,0∙IN | 2∙IN  > 2 s (T1) | 3∙IN | > 0,2 s  < 0,2 s |

Piezīme:

**1**Uzradītas elektromagnētiskās nostrādes vērtības attiecas uz frekvences diapazonu 16 2/3...60 Hz.

**2** B, C un D raksturlīkņu MAS termiskie atslēdzēji ir kalibrēti apkārtējai temperatūrai 30°C K un Z - 20°C temperatūrai. Gadījumā, ja temperatūra ir augstāka nekā dotā, nostrādes sliekšņu vērtība samazinās par 6% uz katriem 10°C.

**3**. Uzsilušā stāvoklī (pēc I1 > 1 h vai, respektīvi, 2 h).

P.3.10. tabula

**Automātslēdžu tehniskie dati**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Automātslēdža tips | | | Nominālā strāva, A | | | | Polu  skaits | | | Atkabnis | | | | | Atkabņa nominālā strāva, A | | | | Momentānā atslēgšanas strāva, А | | | | | Atslēgtspēja I, kA, ja  UN = 380 V |
| **1** | | | **2** | | | | **3** | | | **4** | | | | | **5** | | | | **6** | | | | | **7** |
| Automātslēdzi A 3100, maiņspriegums līdz 500 V, līdzspriegums līdz 220 V | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| А3161  А3162  А3163 | | | 50 | | | | 1  2  3 | | | Termoatkabnis | | | | | 15…20  25 30  40 50 | | | | —  —  — | | | | | 2...4,5 |
| А3113/1 А3114/1 | | | 100 | | | | 2  3 | | | Kombinētais | | | | | 15... 100 | | | | 150...1000 | | | | | 3,2...12 |
| А3113/5 А3114/5 | | | 100 | | | | 2  3 | | | Elektromagnētiskais | | | | | 15... 100 | | | | 150...1000 | | | | | 3,2...12 |
| А3123  А3124 | | | 100 | | | | 2  3 | | | Kombinētais | | | | | 15...100 | | | | 430; 600; 800 | | | | | 5,5...23 |
|  | | |  | | | |  | | | Elektromagnētiskais | | | | |  | | | | 430; 600; 800 | | | | |  |
| А3133  А3134 | | | 200 | | | | 2  3 | | | Kombinētais | | | | | 120, 150; 200 | | | | 840; 1050; 1400 | | | | | 19...30 |
|  | | |  | | | |  | | | Elektromagnētiskais | | | | | 200 | | | | 840; 1050; 1400 | | | | |  |
| А3143  А3144 | | | 600 | | | | 2  3 | | | Kombinētais | | | | | 250; 300; 400; 500; 600 | | | | 1750...4200 | | | | | 32...50 |
|  | | |  | | | |  | | | Elektromagnētiskais | | | | | 600 | | | |  | | | | |  |
| Automātslēdži АП50, maiņspriegums līdz 500 V, līdzspriegums līdz 220 V | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| АП50-ЗМТ АП50-2МТ | | | | 50 | | | | 3  2 | | | Kombinētais | | | 1,6...50 | | | | 11∙IN, 7 ∙IN,  3,5 ∙IN. | | | | 0,3...1,5 | | |
| АП50-ЗМ АП50-2М | | | | 50 | | | | 3  2 | | | Elektromagnētiskais | | | 1,6...50 | | | | 11∙IN, 7 ∙IN,  3,5∙IN. | | | | 0,3...1,5 | | |
| АП50-ЗТ АП50-2Т | | | | 50 | | | | 3  2 | | | Termoatkabnis | | | 1,6...50 | | | | \_ | | | | 14∙INT | | |
| АП50-3 АП50-2 | | | | 50 | | | | 3  2 | | | nav | | |  | | | |  | | | | 0,05 | | |
| Automātslēdži А3700, maiņspriegums līdz 660 V, līdzspriegums līdz 440 V | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| А3713 А3714 | 160 | | | | 2  3 | | | | Elektromagnētiskais | | | | 31,5...160 | | | | (2...10)∙IN., | | | | 74 | | | |
| А3723 А3724 | 250 | | | | 2  3 | | | | Elektromagnētiskais | | | | 160; 200; 250 | | | |  | | | |  | | | |
| А3733 А3734 | 400 | | | | 2  3 | | | | Elektromagnētiskais | | | | 160; 200; 250; 315; 400 | | | |  | | | |  | | | |
| А3743 А3744 | 630 | | | | 2  3 | | | | Elektromagnētiskais | | | | 250; 315; 400; 630 | | | |  | | | | 100 | | | |
| Automātslēdži АЕ2000, maiņspriegums līdz 500 V, līdzspriegums līdz 220 V | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| АЕ2010 | | 25 | | | | 3 | | | Kombinētais  Termoatkabnis | | | 0,32...1,6  8...10 | | | |  | | | | 5 | | | | |
| АЕ2030 | | 25 | | | | 3 | | | Kombinētais | | | 0.6...1,6 | | | |  | | | | 5 | | | | |
|  | | 25 | | | | 3 | | | Kombinētais | | | 2...12,5 | | | |  | | | |  | | | | |
|  | | 25 | | | | 3 | | | Termoatkabnis | | | 2...4 | | | |  | | | |  | | | | |
|  | | 25 | | | | 3 | | | Termoatkabnis | | | 5... 12,5 | | | |  | | | |  | | | | |
|  | | 25 | | | | 3 | | | Kombinētais | | | 16...23 | | | |  | | | |  | | | | |
| P.3.10. tabulas turpinājums | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **1** | | **2** | | | | **3** | | | **4** | | | **5** | | | | **6** | | | | **7** | | | | |
| АЕ2040 | | 25 | | | | 3 | | | Kombinētais | | | 10...12,5  16...25 | | | |  | | | |  | | | | |
| АЕ2050 | | 63 | | | | 3 | | | Kombinētais | | | 16...25 | | | |  | | | | 10 | | | | |
|  | |  | | | | 3 | | | Kombinētais | | | 32...63 | | | |  | | | |  | | | | |
|  | | 100 | | | | 3 | | | Kombinētais | | | 50...100 | | | |  | | | | 15 | | | | |
| Automātslēdži АК50, maiņspriegums līdz 500 V, līdzspriegums līdz 220 V | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| АК50 | | 50 | | | | 2 (220 V)  2, 3  (500 V) | | | | Elektromagnētiskais | | | 0,6; 0,8;  ……….  40; 45; 50 | | | | | 1,35∙IN,  5∙IN, 7∙IN.,  10∙IN. | | | | | 4,5 (220 V)  9 (400 V) | |
| Automātslēdži АК63, maiņspriegums līdz 500 V, līdzspriegums līdz 240 V | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| АК63 | | 63 | | | | 1, 2  (240 V)  2, 3  (500 V) | | | | Elektromagnētiskais | | | 0,63; 0.8...63 | | | | | 1,3∙IN,  3∙IN,  14∙IN. | | | | | 3...5 (240 V)  6 (500 V) | |
| Automātslēdži BA, maiņspriegums līdz 380 V un 660 V, līdzspriegums līdz 220 V | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| BA19-29 | | 63 | | | | 2 | | | | Kombinētais | | | 0,6…25 | | | | | 2∙IN, 5∙IN, | | | | |  | |
| BA51-31 | | 100 | | | | 2 | | | | Kombinētais | | | 6,3…100 | | | | | 7∙IN. | | | | |  | |
| BA51-33 | | 160 | | | | 2, 3 | | | | Kombinētais | | | 80…160 | | | | | 7∙IN. | | | | |  | |
| BA51-35 | | 250 | | | | 1, 2, 3 | | | | Kombinētais | | | 80, 100, 125, 160, 200, 250 | | | | | 12∙IN. | | | | |  | |
| BA51-39 | | 630 | | | | 1, 2, 3 | | | | Kombinētais | | | 400, 500, 630 | | | | | 10∙IN. | | | | |  | |
| Automātslēdži BA, maiņspriegums līdz 660 V, līdzspriegums līdz 440 V | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| BA13-29 | | 63 | | | | 2, 3 | | | | Kombinētais | | | 0,6…63 | | | | | 3∙IN, 12∙IN. | | | | |  | |
| BA52-35 | | 250 | | | | 1, 2, 3 | | | | Kombinētais | | | 30, 100, 125, 160, 200, 250 | | | | | 12∙IN. | | | | |  | |
| BA52-39 | | 630 | | | | 1, 2, 3, | | | | Kombinētais | | | 250, 320, 400, 500, 600 | | | | | 10∙IN. | | | | |  | |
| Automātslēdži ABB SACE Tmax, maiņspriegums līdz 690 V, līdzspriegums līdz 500 V un 750 V | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| T1 | | 1,6-160 | | | | 3,4 | | | | Kombinētais | | | (0,7-1)∙IN | | | | | 10∙IN | | | | | 25…36 | |
| T2 | | 1,6-160 | | | | 3,4 | | | | Kombinētais | | | (0,7-1)∙IN | | | | | 10∙IN | | | | | 36…85 | |
| T3 | | 63-250 | | | | 3,4 | | | | Kombinētais | | | (0,7-1)∙IN | | | | | 3∙IN. | | | | | 36…50 | |
| T4 | | 20-250/320 | | | | 3,4 | | | | Kombinētais | | | (0,7-1)∙IN | | | | | (5…10)∙IN. | | | | | 36…200 | |
| T5 | | 320-400/630 | | | | 3,4 | | | | Kombinētais | | | (0,7-1)∙IN | | | | | (5…10)∙IN. | | | | |  | |
| T5 | | 320-400/630 | | | | 3,4 | | | | Elektromagnētiskais | | |  | | | | | (2,5…5) ∙IN. | | | | | 36…200 | |
| T2 | | 10-160 | | | | 3,4 | | | | Elektroniskais | | | 1,6…160 | | | | | (1…10) ∙IN. | | | | | 36…85 | |
| T4 | | 250/320 | | | | 3,4 | | | | Elektroniskais | | | 20…320 | | | | | (1…6) ∙IN. | | | | | 36…200 | |
| T5 | | 400/630 | | | | 3,4 | | | | Elektroniskais | | | 320…630 | | | | | (1…6) ∙IN. | | | | | 36…200 | |



P.3.11. tabula

**Firmas “National Electric” automātslēdžu tehniskie dati**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nominālā strāva,**  **IN** | **Siltuma atkabņa nominālā strāva, INT** | **Elektromagnētiskā atkabņa nominālā strāva,**  **INE** | **Trīsfāzu dzinēja jauda P,**  **AC-2, AC-3, ja nominālais spriegums**  **UN ir** | | | **Nominālā atslēdzamā īsslēguma strāva,**  **Icu** |
| **A** | **A** | **A** | **230 V** | **400 V** | **690 V** | **kA** |
| Spēka automātslēdzis MMS-32S (Standarts) | | | | | | |
| 0.16 | 0.1...0.16 | 1,3-2.1 | - | 0.02 | - | 100 |
| 0.25 | 0.16...0.25 | 2,1-3,3 | 0.03 | 0.06 | - | 100 |
| 0.4 | 0.25...0.4 | 3,3-5.2 | 0.06 | 0.09 | - | 100 |
| 0.63 | 0.4...0.63 | 5,2-8,2 | 0.09 | 0.12 | 0.25 | 100 |
| 1 | 0.63...1.0 | 8,2-13 | 0.12 | 0.25 | 0.55 | 100 |
| 1.6 | 1.0…1.6 | 13-20.8 | 0.25 | 0.55 | 1.1 | 100 |
| 2.5 | 1.6...2.5 | 20,8-32.5 | 0.37 | 0.75 | 1.5 | 100 |
| 4 | 2.5...4.0 | 32,5-52 | 0.75 | 1.5 | 3 | 100 |
| 6 | 4…6 | 52-78 | 1.5 | 2.2 | 4 | 100 |
| 8 | 5…8 | 65-104 | 1.5 | 3 | 5.5 | 100 |
| 10 | 6...10 | 78-130 | 3 | 4 | 7.5 | 50 |
| 13 | 9...13 | 117-169 | - | 5.5 | 11 | 50 |
| 17 | 11…17 | 143-221 | - | 7.5 | 11 | 20 |
| 22 | 14...22 | 182-286 | 4 | 7.5 | 15 | 15 |
| 26 | 18...26 | 234-338 | 5.5 | 11 | 18.5 | 15 |
| 32 | 22...32 | 286-416 | 7.5 | 15 | 22 | 15 |
| Spēka automātslēdzis MMS-32H (Spēka atvienotājs) | | | | | | |
| 0.16 | 0.1...0.16 | 2.1 | - | 0.02 | - | 100 |
| 0.25 | 0.16...0.25 | 3.3 | 0.03 | 0.06 | - | 100 |
| 0.4 | 0.25...0.4 | 5.2 | 0.06 | 0.09 | - | 100 |
| 0.63 | 0.4...0.63 | 8.2 | 0.09 | 0.12 | 025 | 100 |
| 1 | 0.63...1.0 | 13 | 0.12 | 0.25 | 0.55 | 100 |
| 1.6 | 1.0…1.6 | 20.8 | 0.25 | 0.55 | 1.1 | 100 |
| 2.5 | 1.6...2.5 | 32.5 | 0.37 | 0.75 | 1.5 | 100 |
| 4 | 2.5...4.0 | 52 | 0.75 | 1.5 | 3 | 100 |
| 6 | 4...6 | 78 | 1.5 | 2.2 | 4 | 100 |
| 8 | 5…8 | 104 | 1.5 | 3 | 5.5 | 100 |
| 10 | 6...10 | 130 | 3 | 4 | 7-5 | 100 |
| 13 | 9...13 | 169 |  | 5.5 | 11 | 100 |
| 17 | 11…17 | 221 |  | 7.5 | 11 | 50 |
| 22 | 14...22 | 286 | 4 | 7.5 | 15 | 50 |
| 26 | 18...26 | 338 | 5.5 | 11 | 18.5 | 50 |
| 32 | 22…32 | 416 | 7.5 | 15 | 22 | 50 |

|  |  |
| --- | --- |
| **h**  **min**  **s** | laiks    **Atsēgšanas**  **laiks ≈ 5 ms**  k∙IN |

P.3.5. att. Firmas “National Electric” automātslēdžu MMS-32 S un MMS-32 H laikstrāvas raksturlīkne

P.3.12. tabula

**Firmas „Siemens” spēka automātslēdzis 3RV10 dzinēja aizsardzībai ar pārslodzes**

**releja funkcijai.**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nominālā strāva**  **IN** | **Trīsfāzu dzinēja jauda,**  **P** | **Siltuma atkabņa iestatījuma strāva, INT** | **Elektromagnētiskā atkabņa maksimālā strāva, INEM** | **Atslēgtspēja Icu, AC,**  **UN = 400 V** | **Automātslēdzis 3RV10 11 kods** |
| **A** | **kW** | **A** | **A** | **kA** |  |
| Spēka automātslēdzis 3RV10 21. Klase 10. Standartizmērs SO. Svars 0,32 kg | | | | | |
| 0,16 |  | 0,11 -0,16 | 2,1 | 100 | 3RV10 21-0AA1. |
| 0,2 |  | 0,14 -0,2 | 2,6 | 100 | 3RV10 21-0BA1. |
| 0,25 | 0,06 | 0,18-0,25 | 3,3 | 100 | 3RV10 21-0cA1 |
| 0,32 | 0,09 | 0,22 -0,32 | 4,2 | 100 | 3RV10 21-0DA1. |
| 0,4 |  | 0,28 -0,4 | 5,2 | 100 | 3RV10 21-0EA1. |
| 0,5 | 0,12 | 0,35 -0,5 | 6,5 | 100 | 3RV10 21-0FA1. |
| 0,63 | 0,18 | 0,45 -0,63 | 8,2 | 100 | 3RV10 21-0GA1. |
| 0,8 |  | 0,55 -0,8 | 10 | 100 | 3RV10 21-0HA1. |
| 1 | 0,25 | 0,7-1 | 13 | 100 | 3RV10 21-0JA1. |
| 1,25 | 0,37 | 0,9-1,25 | 16 | 100 | 3RV10 21-0KA1. |
| 1,6 | 0,55 | 1,1-1,6 | 21 | 100 | 3RV10 21-1AA1. |
| 2 | 0,75 | 1,4-2 | 26 | 100 | 3RV10 21-1BA1. |
| 2,5 |  | 1,8-2,5 | 33 | 100 | 3RV10 21-1CA1. |
| 3,2 | 1,1 | 2,2-3,2 | 42 | 100 | 3RV10 21-1DA1. |
| 4 | 1,5 | 2,8-4 | 52 | 100 | 3RV10 21-1EA1. |
| 5 |  | 3,5-5 | 65 | 100 | 3RV10 21-1FA1. |
| 6,3 | 2,2 | 4,5-6,3 | 82 | 100 | 3RV10 21-1GA1. |
| 8 | 3 | 5,5-8 | 104 | 100 | 3RV10 21-1HA1. |
| 10 | 4 | 7-10 | 130 | 100 | 3RV10 21-1JA1. |
| 12,5 | 5,5 | 9-12,5 | 163 | 100 | 3RV10 21-1KA1. |
| 16 | 7,5 | 11-16 | 208 | 50 | 3RV10 21-4AA1. |
| 20 |  | 14-20 | 260 | 50 | 3RV10 21-4BA1. |
| 22 |  | 17-22 | 286 | 50 | 3RV10 21-4CA1. |
| 25 | 11 | 20-25 | 325 | 50 | 3RV10 21-4DA1. |
| Spēka automātslēdzis 3RV11 Klase 10. Standartizmērs S3. Svars 2,2 kg | | | | | |
| 16 | 7,5 | 11 -16 | 208 | 100 | 3RV11 42-4АА10 |
| 20 |  | 14 -20 | 260 | 100 | 3RV11 42-4ВА10 |
| 25 | 11 | 18 -25 | 325 | 100 | 3RV11 42-4DA10 |
| 32 | 15 | 22 -32 | 416 | 100 | 3RV11 42-4ЕА10 |
| 40 | 18,5 | 28 -40 | 520 | 100 | 3RV11 42-4FA10 |
| 50 | 22 | 36 -50 | 650 | 100 | 3RV11 42-4НА10 |
| 63 | 30 | 45 -63 | 819 | 100 | 3RV11 42-4JA10 |
| 75 | 37 | 57 -75 | 975 | 100 | 3RV11 42-4КА10 |
| 90 |  | 70 -90 | 1170 | 100 | 3RV11 42-4LA10 |
| 100 | 45 | 80 -100 | 1235 | 100 | 3RV11 42-4МА10 |

Piezīme: elektromagnētiskā atkabņa nominālā strāva, INEM = 13∙IN.

|  |  |
| --- | --- |
|  | P.3.6. att. Firmas “Siemens” automātslēdžu 3RV10 11, 3RV10 21 laikstrāvas raksturlīkne |

P.3.13. tabula

**DX markas noplūdes stāvas automātslēdžu tehniskie dati**

**(pēc firmas** *Legrand* **kataloga)**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **2-polu 230V~** | | | **4-polu 400V~** | | |
| **Tips AC** | **Tips A** | **IN, A** | **Tips AC** | **Tips A** | IN, A |
|  |  | 10 mA |  |  | 30 mA |
| 089 06 | 090 53 | 16 | 089 93 | 091 40 | 25 |
|  |  | 30 mA | 089 94 | 091 41 | 40 |
| 089 09 | 090 56 | 25 | 089 95 | 091 42 | 63 |
| 089 10 | 090 57 | 40 | 089 96 | 091 43 | 80 |
| 089 11 | 090 58 | 63 |  |  | 100 mA |
| 089 12 | 090 59 | 80 | 089 99 | 091 46 | 25 |
|  |  | 100 mA | 090 00 | 091 47 | 40 |
| 089 15 |  | 25 | 090 01 | 091 48 | 63 |
| 089 16 |  | 40 | 090 02 | 091 49 | 80 |
| 089 17 |  | 63 |  |  | 300 mA |
| 089 18 |  | 80 | 090 11 | 09158 | 25 |
|  |  | 300 mA | 090 12 | 09159 | 40 |
| 089 27 | 090 74 | 25 | 090 13 | 091 60 | 63 |
| 089 28 | 090 75 | 40 | 090 14 | 091 61 | 80 |
| 089 29 | 090 76 | 63 |  |  | 500 mA |
| 089 30 | 090 77 | 80 | 090 23 | 091 70 | 25 |
| Tips AC-S | Tips A-S | 300 mA | 090 24 | 091 71 | 40 |
| 089 35 | 090 82 | 63 | 090 25 | 091 72 | 63 |
|  |  |  | 090 26 | 091 73 | 80 |
|  |  | | Tips AC-S | Tips A-S | 300 mA |
|  |  | | 090 18 | 091 65 | 40 |
|  |  | | 090 19 | 091 66 | 63 |

P.3.14. tabula

**Firmas „National Electric” GTH(K) tipa termoreleji dzinēju aizsardzībai**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Trīsfāzu dzinēja maksimālā jauda**  **(4 poli)** | | | | | |  | | | | | | | |
| **GTH(K)-22** | **GTH(K)-40** | **GTH(K)-85** | **GTH(K)-100** | **GTH(K)-150** | **GTH(K)-220** | **GTH(K)-400** | **GTH(K)-600** |
| **220 V kW** | **380 V kW** | **415 V kW** | **440 V kW** | **550 V kW** | **660 V kW** |
| • | • | • | • | • | • |  |  |  |  |  |  |  |  |
| • | • | • | • | • | • | 0.16-0.25 |  |  |  |  |  |  |  |
| • | • | • | • | • | 0,37 0,55 | 0.25-0.4 |  |  |  |  |  |  |  |
| • | • | • | • | 0.37 05 | 0,55 0,75 | 0.4-0.63 |  |  |  |  |  |  |  |
| • | 0.37 05 | • | 0,55 0,75 | 0.75  1 | 1.1  1.5 | 0.63-1 |  |  |  |  |  |  |  |
| 0.37 0.5 | 0.75 1 | 1.1  15 | 1.1  1,5 | 1,1  15 | 1.5  2 | 1-1.6 |  |  |  |  |  |  |  |
| 0.75  1 | 15  2 | 1,5  2 | 15  2 | *22*  3 | 3  4 | 1.6-2.5 |  |  |  |  |  |  |  |
| 1,1  1,5 | 2,2  3 | 2,2  3 | 2,2  3 | 3  4 | 4  5.5 | 2.5-4 | 4-6 |  |  |  |  |  |  |
| 1,5  2 | 3  4 | 3.7  5 | 3.7  5 | 4  5,5 | 5.5 7.5 | 4-6 | 5-8 |  |  |  |  |  |  |
| • | • | 4  5,5 | 4  5,5 | • | • | 5-8 | 6-9 |  |  |  |  |  |  |
| 2.2  3 | 4  5,5 | 4  5,5 | 4  5,5 | 5,5  7,5 | 7.5 10 | 6-9 | 7-10 | 7-10 |  |  |  |  |  |
| 3  4 | 5,5  7,5 | 5,5  7,5 | 5,5  7,5 | 7,5  10 | 10 13.5 | 7-10 | 9-13 | 9-13 |  |  |  |  |  |
| 4  5,5 | 7,5  10 | 9  12 | 9  12 | 10 13,5 | 15  20 | 9-13 | 12-18 | 12-18 |  |  |  |  |  |
| 5,5 7,5 | 11  15 | 11  15 | 11  15 | • | • | 12-18 | 16-22 | 16-22 |  |  |  |  |  |
| 5,5 7,5 | 11  15 | 11  15 | 11  15 | 15  20 | 18,5 25 | 16-22 | 18-26 | 18-26 |  |  |  |  |  |
| 7,5  10 | 15  20 | 15 20 | 15 20 | 18,5 25 | 22 30 |  | 24-36 | 24-36 |  |  |  |  |  |
| • | 15  20 | • | • | 18,5 25 | • |  | 28-40 | 28-40 |  |  |  |  |  |
| 11  15 | 22  30 | 25  35 | 25  35 | 30  40 | 37  50 |  |  | 34-50 | 34-50 | 34-50 |  |  |  |
| 15  20 | 25  35 | 30  40 | 30  40 | 37  50 | 45  60 |  |  | 45-65 | 39-57 | 39-57 |  |  |  |
| 18,5 25 | 30  40 | 37  50 | 37  50 | 45  60 | 55  75 |  |  | 54-75 | 43-65 | 43-65 |  |  |  |
| 22  30 | 37  50 | 45  60 | 45  60 | 55  75 | 63  85 |  |  | 63-85 | 54-80 | 54-80 |  |  |  |
| 25  35 | 51  70 | 55  75 | 59  80 | 63  85 | 90 125 |  |  |  | 65-100 | 65-100 | 70-100 |  |  |
| 30  40 | 59  80 | 59  80 | 63  85 | 80  110 | 110 150 |  |  |  | 85-125 | 85-125 | 85-125 | 85-125 |  |
| 45  60 | 80  110 | 80 110 | 90 125 | 100 135 | 129 175 |  |  |  |  | 100-150 | 100-160 | 100-160 |  |
| 55  75 | 90 125 | 100 135 | 110 150 | 110  150 | 160 220 |  |  |  |  |  | 120-180 | 120-180 |  |
| 63  85 | 110  150 | 129 175 | 140 190 | 160 220 | 200 270 |  |  |  |  |  | 160-240 | 160-240 |  |
| 80 110 | 150 205 | 160 220 | 160 220 | 200 270 | 257 350 |  |  |  |  |  |  | 200-300 | 200-300 |
| 110 150 | 185 250 | 200 270 | 220 ЗЭЗ | 257 350 | 335 455 |  |  |  |  |  |  | 260-400 | 260-400 |
| 180 245 | 315 430 | 355 480 | 375 510 | 425 580 | 500 680 |  |  |  |  |  |  |  | 400-600 |
| 220 З00 | 400 545 | 425 580 | 450 610 | 500 680 | • |  |  |  |  |  |  |  | 520-800 |
| Kontaktori | | | | | | GMC(D)-9  GMC(D)-12  GMC(D)-18  GMC(D)-22 | GMC(D)-32  GMC(D)-40 | GMC(D)-50  GMC(D)-65  GMC(D)-75  GMC(D)-85 | GMC-100  GMC-125 | GMC-150 | GMC-180  GMC-220 | GMC-300  GMC-400 | GMC-600  GMC-800 |

P.3.15. tabula

**GTH(K) tipa termoreleji un ar tiem saskaņoto kūstošo drošinātāju strāvu diapazoni**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Termoreleja tips** | **IN, A**  **(AC-1)** | **IN, A (690 V, AC-3)** | **Drošinātāja laikstrāvas raksturlīkne un kūstoša ieliktņa INdr, A** (Icu =100 kА) | **UN/Iīssl.** |
| GTH(K)-22 | 32 | 1,6 | gL/gG 4A | 690 V/ 1kA |
| GTH(K)-22 | 2,5 | gL/gG 6A | 690 V/ 1kA |
| GTH(K)-22 | 4 | gL/gG l0A | 690 V/ 1kA |
| GTH(K)-22 | 22 | gL/gG 50A | 690 V/ 3kA |
| GTH(K)-40 | 60 | 6 | gL/gG 16A | 690 V/ 1kA |
| GTH(K)-40 | 8 | gL/gG 20A | 690 V/ 1kA |
| GTH(K)-40 | 9 | gL/gG 20A | 690 V/ 1kA |
| GTH(K)-40 | 40 | gL/gG 80A | 690 V/ 3kA |
| GTH(K)-85 | 135 | 18 | gL/gG 35A | 690 V/ 3kA |
| GTH(K)-85 | 22 | gL/gG 50A | 690 V/ 3kA |
| GTH(K)-85 | 26 | gL/gG 63A | 690 V/ 3kA |
| GTH(K)-85 | 36 | gL/gG 80A | 690 V/ 3kA |
| GTH(K)-85 | 40 | gL/gG 80A | 690 V/ 3kA |
| GTH(K)-85 | 50 | gL/gG I00A | 690 V/ 3kA |
| GTH(K)-85 | 65 | gL/gG 160A | 690 V/ 5kA |
| GTH(K)-85 | 75 | gL/gG 160A | 690 V/ 5kA |
| GTH(K)-85 | 85 | gL/gG 200A | 690 V/ 5kA |
| GTH(K)-100 | 150 | 65 | gL/gG 150A | 690 V/ 5kA |
| GTH(K)-100 | 125 | gL/gG 225A | 690 V/ 5kA |
| GTH(K)-150 | 200 | 100 | gL/gG 200A | 690 V/ 5kA |
| GTH(K)-150 | 150 | gL/gG 250A | 690 V/ 10kA |
| GTH(K)-220 | 260 | 150 | gL/gG 250A | 690 V/ 10kA |
| GTH(K)-220 | 240 | gL/gG 355A | 690 V/ 10kA |
| GTH(K)-400 | 420 | 300 | gL/gG 400A | 690 V/ 10kA |
| GTH(K)-400 | 400 | gL/gG 630A | 690 V/ 18kA |
| GTH(K)-600 | 800 | 400 | gL/gG 630A | 690 V/ 18kA |
| GTH(K)-600 | 630 | gL/gG 800A | 690 V/ 18kA |
| GTH(K)-600 | 800 | gL/gG 1400A | 690 V/ 30kA |

**GTH(K) tipa termoreleju laikstrāvas raksturlīknes**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Nostrādes laiks**  **sekundes min** | GTH(K)-22 aukstais stāvoklis    **Fāzes**  **pazušana** | **Nostrādes laiks**  **sekundes min** | GTH(K)-22 karstais stāvoklis |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Nostrādes laiks**  **sekundes min** | GTH(K)-40 aukstais stāvoklis    **≤6-9 A, ≥ 18-26 A** | **Nostrādes laiks**  **sekundes min** | GTH(K)-40 karstais stāvoklis    **≤6-9A, ≥ 18-26 A** |

P.3.7. att. GTH(K)-22, 40 tipa termoreleju laikstrāvas raksturlīknes

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Nostrādes laiks**  **sekundes min** | GTH(K)-85 aukstais stāvoklis    **Fāzes**  **pazušana**  **≥ 18-26 A**  **≥ 18-26 A**  **≤ 18-26 A** | **Nostrādes laiks**  **sekundes min** | GTH(K)-85 karstais stāvoklis    **≥ 18-26 A**  **≤ 18-26 A** |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Nostrādes laiks**  **sekundes min** | GTH(K)-100 aukstais stāvoklis    **Fāzes**  **pazušana** | **Nostrādes laiks**  **sekundes min** | GTH(K)-100 karstais stāvoklis    **Fāzes**  **pazušana** |

P.3.8. att. GTH(K)-85, 100 tipa termoreleju laikstrāvas raksturlīknes

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Nostrādes laiks**  **sekundes min** | GTH(K)-220, 400 aukstais stāvoklis    **Fāzes**  **pazušana**  **x IN** | **Nostrādes laiks**  **sekundes min** | GTH(K)-220, 400 karstais stāvoklis    **Fāzes**  **pazušana**  **x IN** |

P.3.9. att. GTH(K)-220, 400 tipa termoreleju laikstrāvas raksturlīknes

3.16. tabula

**11 RF tipa termoreleji un ar tiem saskaņoto kūstošo drošinātāju strāvu diapazoni**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Drošinātājs** | | **IN,**  **A** | **Tips** | | **Drošinātājs** | | **IN,**  **A** | **Tips** |
| **aM** | **gG** | **aM** | **gG** |
| **A** | **A** | **A** | **A** |
| 0,25 | — | 0,09-0,15 | 11RF9.015 | | 4 | 10 | 2-3,3 | 11RF25.33 |
| 0,5 | — | 0,14-0,23 | 11RF9.023 | | 6 | 16 | 3-5 | 11RF25.5 |
| 0,5 | 1 | 0,2-0,33 | 11RF9.033 | | 8 | 20 | 4,5-7,5 | 11RF25.75 |
| 1 | 2 | 0,3-0,5 | 11RF9.05 | | 10 | 32 | 6-10 | 11RF25.10 |
| 1 | 2 | 0,45-0,75 | 11 RF9.075 | | 16 | 40 | 9-15 | 11 RF25.15 |
| 2 | 4 | 0,6-1 | 11RF9.1 | | 25 | 50 | 14-23 | 11RF25.23 |
| 2 | 4 | 0,9-1,5 | 11 RF9.1V5 | | 32 | 50 | 17-26 | 11RF25.26 |
| 4 | 6 | 1,4-2,3 | 11RF9.2V3 | | 25 | 50 | 14-23 | 11 RF95.23 |
| 4 | 10 | 2-3,3 | 11RF9.33 | | 40 | 63 | 20-33 | 11RF95.33 |
| 6 | 16 | 3-5 | 11RF9.5 | | 45 | 80 | 28-42 | 11RF95.42 |
| 8 | 20 | 4,5-7,5 | 11 RF9.75 | | 50 | 100 | 35-50 | 11RF95.50 |
| 10 | 32 | 6-10 | 11RF9.10 | | 80 | 125 | 46-65 | 11 RF95.65 |
| 16 | 40 | 9-15 | 11 RF9.15 | | 100 | 200 | 60-82 | 11 RF95.82 |
| 0,25 | — | 0,09-0,15 | 11RF25.015 | | 100 | 200 | 70-95 | 11RF95.95 |
| 0,5 | — | 0,14-0,23 | 11RF25.023 | | 100 | 160 | 60-100 | 11RF180.100 |
| 0,5 | 1 | 0,2-0,33 | 11RF25.033 | | 125 | 200 | 75-125 | 11RF180.125 |
| 1 | 2 | 0,3-0,5 | 11RF25.05 | | 160 | 250 | 90-150 | 11RF180.150 |
| 1 | 2 | 0,45-0,75 | 11 RF25.075 | | 200 | 315 | 120-200 | 11 RF180.200 |
| 2 | 4 | 0,6-1 | 11RF25.1 | | 250 | 400 | 150-250 | 11 RF400.250 |
| 2 | 4 | 0,9-1,5 | 11RF25.1V5 | | 315 | 500 | 180-300 | 11 RF400.300 |
| 4 | 6 | 1,4-2,3 | 11RF25.2V3 | | 400 | 630 | 250420 | 11 RF400.420 |
| **Trīsfāžu režīms**  **t, s**    **x IN** | | | | | **Divfāžu režīms**  **t, s**    **x IN** | | | | | |
| RF9, RFA9, RFN9, RFNA9, RF25, RFA25, RFNA25, RF95, RFA95, RFN95, RFNA95 | | | | | R F9 , RFA9, RF25, RFA25, RF95, RFA95 | | | | | |

|  |  |
| --- | --- |
| **Trīsfāžu režīms**  **t, s**    **x IN** | **Divfāžu režīms**  **t, s**    **x IN** |
| RF180, RFA180, RFN180, RFNA180, RF400, RFA400,  RFN400, RFNA400 | RF180, RFA180, RF400, RFA400 |

P.3.10. att. RF tipa termoreleju laikstrāvas raksturlīknes

P.3.17. tabula

**EP tipa termoreleju parametri**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Releja kods** | **Iestatījuma strāva, A** | **Barošanas spriegums\*** |
| 11 EPR20.220 | 8-20,7 | 220/240V 50/60 Hz |
| 11 EPR31.220 | 16-31,9 | 220/240V 50/60 Hz |
| 11 EPR46.220 | 30,6-46,5 | 220/240V 50/60 Hz |
| 11 EPS17.220 | 5-17,7(< 5 A un > 90A) | 220/240V 50/60 Hz |
| 11 EPS40.220 | 15-40,5 | 220/240V 50/60 Hz |
| 11 EPS90.220 | 40-90,8 | 220/240V 50/60 Hz |
| 11 EPT19.220 | 7-19,7 | 220/240V 50/60 Hz |
| 11 EPT45.220 | 19,5-45 | 220/240V 50/60 Hz |

\* Vajadzības gadījuma barošanas spriegums var būt 48V 50/60 Hz; 110/120 V 50/60 Hz; 12 V un 24 V līdzstrāvai.

P.3.18. tabula

**Firmas “National Electric” magnētisko palaidēju tehniskie dati.**

**Aizsardzība ar automātslēdzi MMS**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Trīsfāzu dzinējs,**  **P IN** | | **Automātslēdzis** | **INT** | **INE** | **Kontaktora tips un**  **maksimālā strāva** | |
| **kW** | **A** | **Tips** | **A** | **A** | **Tips** | **A** |
| - | - | MMS-32S 0.16A | 0.1-0.16 | 1,3-2.08 | GMC-6M / GMC-9 | 6/9 |
| 0.06 | 0.2 | MMS-32S 0.25А | 0.16-0.25 | 2,08-3.25 | GMC-6M / GMC-9 | 6/9 |
| 0.09 | 0.3 | MMS-32S 0.4А | 0.25-0.4 | 3,25-5.2 | GMC-6M / GMC-9 | 6/9 |
| 0.12 | 0.4 | MMS-32S 0.63А | 0.4-0.63 | 5,2-8.19 | GMC-6M / GMC-9 | 6/9 |
| 0.18 | 0.6 | MMS-32S 0.63А | 0.4-0.63 | 5,2-8.19 | GMC-6M / GMC-9 | 6/9 |
| 0.25 | 0.8 | MMS-32S1A | 0.63-1 | 8,19-13 | GMC-6M / GMC-9 | 6/9 |
| 0.37 | 1.1 | MMS-32S 1.6А | 1-1.6 | 13-20.8 | GMC-6M / GMC-9 | 6/9 |
| 0.55 | 1.5 | MMS-32S 1.6А | 1-1.6 | 13-20.8 | GMC-6M / GMC-9 | 6/9 |
| 0.75 | 1.9 | MMS-32S 2.5А | 1.6-2.5 | 20,8-32.5 | GMC-12 | 12 |
| 1.1 | 2.7 | MMS-32S 4А | 2.5-4 | 32,5-52 | GMC-18 | 18 |
| 1.5 | 3.6 | MMS-32S 4А | 2.5-4 | 32,5-52 | GMC-18 | 18 |
| 2.2 | 5.2 | MMS-32S 6А | 4-6 | 52-78 | GMC-18 | 18 |
| 3 | 6.8 | MMS-32S 8А | 5-8 | 65-104 | GMC-18 | 18 |
| 4 | 9 | MMS-32S 10А | 6-10 | 78-130 | GMC-18 | 18 |
| 5.5 | 11.5 | MMS-32H 13А | 9-13 | 117-169 | GMC-22 | 22 |
| 7.5 | 15.5 | MMS-32H 17А | 11-17 | 143-221 | GMC-22 | 22 |
| 10 | 20 | MMS-32H 22А | 14-22 | 182-286 | GMC-32 | 32 |
| 11 | 22 | MMS-32H 26А | 18-26 | 234-338 | GMC-32 | 32 |
| 15 | 29 | MMS-32H 32А | 22-32 | 286-416 | GMC-32 | 32 |
| 18.5 | 35 | MMS-63H 40А | 28-40 | 364-520 | GMC-50 | 50 |
| 22 | 41 | MMS-63H 50А | 34-50 | 442-650 | GMC-50 | 50 |
| 30 | 55 | MMS-63H 63А | 45-63 | 585-819 | GMC-65 | 65 |
| 37 | 67 | MMS-100S 75A | 55-75 | 715-975 | GMC-75 | 75 |
| - | - | MMS-100S 90A | 70-90 | 910-1170 | GMC-85 | 85 |
| 45 | 80 | MMS-100S 100А | 80-100 | 1040-1300 | GMC-85 | 85 |

Trīsfāzu asinhrondzinējs, AC-3, 400/415 V, 1500 apgr/min

IN - nominālā strāva; INT - siltuma atkabņa nominālā strāva; INE - elektromagnētiskā atkabņa nominālā strāva;Icu - nominālā atslēdzamā īsslēguma strāva, Ics - atslēdzamās īsslēguma strāvas robežvērtība

P.3.19. tabula

**Automātslēdža MMS 32S tehniskie dati atbilstoši IEC 947-4-1 prasībām**

**(dzinēja aizsardzība)**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **IN, A** | **0.16** | **0,25** | **0,4** | **0,63** | **1** | **1,6** | **2,5** | **4** | **6** | **8** | **10** | **13** | **17** | **22** | **26** | **32** |
| **Dzinēju jauda, AC-2, AC-3** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 230/240 V | - | 0.03 | 0.06 | 0.09 | 0.12 | 0.18/  0.25 | 0.37 | 0.55/  0.75 | 1.1/  1.5 | 1.5 | 2.2/  3 | 3 | 3.7/  4 | 4 | 5.5 | 7.5 |
| 400/415 V | 0.02 | 0.06 | 0.09 | 0.12 | 0.18/0.25 | 0.37/0.55 | 0.75 | 1.1/  1.5 | 2.2 | 3 | 3.7/  4 | 5.5 | 7.5 | 7.5 | 11 | 15 |
| 500 V | - | - | - | 0.25 | 0.37 | 0.55/0.75 | 1.1 | 1.5/  2.2 | 3 | 3.7 | 4/  5.5 | 7.5 | 11 | 11 | 15 | 18.5 |
| 690 V | - | - | - | 0.25 | 0.37/0.55 | 0.75/1.1 | 1.5 | 2.2/3 | 3.7/  4 | 5.5 | 7.5 | 11 | 11 | 15 | 18.5 | 22 |
| **INdr , A** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 230/240 V |  | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | 125 | 125 | 125 |
| 400/415 V |  | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | \* | 80 | 80 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 440/460 V |  | \* | \* | \* | \* | \* | \* | 50 | 50 | 63 | 63 | 80 | 80 | 100 | 100 | 100 |
| 500 V |  | \* | \* | \* | \* | \* | 50 | 40 | 50 | 63 | 63 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 |
| 690 V |  | \* | \* | \* | \* | 20 | 35 | 40 | 50 | 63 | 63 | 63 | 63 | 63 | 63 | 63 |
| Icu, kA |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 230/240 V | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 50 | 40 | 40 | 30 |
| 400/415 V | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 50 | 50 | 20 | 15 | 15 | 15 |
| 440/460 V | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 50 | 15 | 15 | 15 | 10 | 10 | 8 | 8 | 6 |
| 500 V | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 50 | 15 | 10 | 10 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 5 |
| 690 V | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Ics, kA |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 230/240 V | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 38 | 30 | 30 | 22 |
| 400/415 V | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 38 | 38 | 15 | 11 | 11 | 11 |
| 440/460 V | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 38 | 11 | 11 | 11 | 8 | 8 | 6 | 6 | 4 |
| 500 V | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 38 | 11 | 8 | 8 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 |
| 690 V | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |

Icu - nominālā atslēdzamā īsslēguma strāva;

Ics - atslēdzamās īsslēguma strāvas robežvērtība;

Rezerves drošinātāji gG, gL jāizmanto tikai gadījumā, ja Ics ≥ Icu;

\*-rezerves drošinātāji nav vajadzīgi

P.3.20. tabula

**Firmas “Siemens” magnētisko palaidēju 3RA1 (3RA11 10 un 3RA11 20)**

**tehniskie dati. Aizsardzība ar automātslēdzi 3RV. Tiešā palaišana**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **P,**  **kW** | **IN, A** | **INT, A** | **Palaidēja kods** | **Svars**  **kg** | **Gabarīts** | **Automātslēdzis** | **Kontaktors** | **Savienošanas bloks +adapters** |
| Kategorija 2, ja Iq = 50 kA un spriegums 400 V | | | | | | | | |
|  |  | 0,14-0,2 | 3RA11 10-0В\_15-1АР0 | 0,65 | S00 | 3RV1011-ОВА10 | 3RT10 15-1АР01 | 3RA19 11-1АА00  +  40 mm  8US10 51-5DM07 vai 60 mm 8US12 51-5DM07 |
| 0,06 | 0,2 | 0,18**-**0,25 | 3RA11 10-0С\_15-1АР0 | 0,65 |  | 3RV10 11-ОСА10 |
| 0,09 | 0,3 | 0,22-0,32 | 3RA11 10-0D\_15-1AP0 | 0,65 |  | 3RV10 11-0DA10 |
|  |  | 0,28-0,4 | 3RA11 10-0Е\_15-1АР0 | 0,65 |  | 3RV10 11-ОЕА10 |
| 0,12 | 0,4 | 0,35-0,5 | 3RA11 10-0F\_15-1AP0 | 0,65 |  | 3RV10 11-0FA10 |
| 0,18 | 0,6 | 0,45-0,63 | 3RA11 10-0G\_15-1AP0 | 0,65 |  | 3RV10 11-0GA10 |
| 0,25 | 0,8 | 0,55-0,8 | 3RA11 10-0Н\_15-1АР0 | 0,65 |  | 3RV10 11-ОНА10 |
|  |  | 0,7-1 | 3RA11 10-0J\_15-1AP0 | 0,65 |  | 3RV10 11-0JA10 |
| 0,37 | 1,1 | 0,9-1,25 | 3RA11 10-0К\_15-1АР0 | 0,65 |  | 3RV10 11-ОКА10 |
| 0.55 | 1,5 | 1,1-1,6 | 3RA11 10-1А\_15-1АР0 | 0,65 |  | 3RV10 11-1АА10 |
| 0,75 | 1,9 | 1,4-2 | 3RA11 10-1В\_15-1АР0 | 0,65 |  | 3RV10 11-1ВА10 |
|  |  | 1,8-2,5 | 3RA11 20-1С\_24-0АР0 | 0,93 | S0 | 3RV10 21-1СА10 | 3RT10 24-1AP00 | 3RA19 21-1АА00  +  40 mm  8US10 51-5DM07 vai 60 mm 8US12 51-5DM07 |
| 1,1 | 2,7 | 2,2-3,2 | 3RA11 20-1D\_24-0AP0 | 0,93 |  | 3RV10 21-1DA10 |
| 1,5 | 3,6 | 2,8-4 | 3RA11 20-1Е\_24-0АР0 | 0,93 |  | 3RV10 21-1ЕА10 |
|  |  | 3,5-5 | 3RA11 20-1F\_24-0AP0 | 0,93 |  | 3RV10 21-1FA10 |
| 2,2 | 5,2 | 4,5-6,3 | 3RA11 20-1G\_24-0AP0 | 0,93 |  | 3RV10 21-1GA10 |
| 3 | 6,8 | 5,5-8 | 3RA11 20-1Н\_24-0АР0 | 0,93 |  | 3RV10 21-1НА10 |
| 4 | 9,0 | 7-10 | 3RA11 20-1J\_26-0AP0 | 0,93 |  | 3RV10 21-1JA10 | 3RT10 26-1AP00 |
| 5,5 | 11,5 | 9-12,5 | 3RA11 20-1К\_26-0АР0 | 0,93 |  | 3RV10 21-1 КА10 |
| 7,5 | 15,5 | 11-16 | 3RA11 20-4А\_26-0АР0 | 0,93 |  | 3RV10 21-4АА10 |
|  |  | 14-20 | 3RA11 20-4В\_26-0АР0 | 0,93 |  | 3RV10 21-4ВА10 |
|  |  | 17-22 | 3RA11 20-4С-26-0АР0 | 0,93 |  | 3RV10 214CA10 |
| 11 | 22 | 18-25 | Piegādā tikai patērētāju montāžai |  | **S2** | 3RV10 314DA10 | 3RT10 34-1AP00 3RT10 35-1AP00 3RT10 36-1AP00 | 3RA19 31-1АА00  +  40 mm  8US10 61-5FP08 vai 60 mm 8US12 61-5FP08 |
| 15 | 29 | 22-32 |  |  | 3RV10 314EA10 |
| 18,5 | 35 | 28-40 |  |  | 3RV10 314FA10 |
| 22 | 41 | 36-45 |  |  | 3RV10 314GA10 |
|  |  | 40-50 |  |  | 3RV10 314HA10 |
| 30 | 55 | 45-63 | Bez montāžas kopnes adaptera |  | **S3** | 3RV10 414JA10 | 3RT10 44-1AP00  3RT10 45-1AP00  3RT10 46-1AP00 | 3RA19 41-1АА00  +  nav komplektā |
| 37 | 67 | 57-75 |  |  | 3RV10 414KA10 |
|  |  | 70-90 |  |  | 3RV10 414LA10 |
| 45 | 80 | 80-100 |  |  | 3RV10 41-4MA10 |

P.3.21. tabula

**Firmas „Schneider Electric” slēgtā un atklātā izpildījuma reversīvie palaidēji**

**Aizsardzība ar automātslēdzi GV2**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Trīsfāzu dzinēja jauda,**  **AC-3, 50/60 Hz** | | | **Siltuma atkabņa iestatījuma strāva** | **El.-magn. atkabņa nominālā strāva** | **Patērētāju montāžai** | | **Samontēts**  **palaidējs** | **Svars** |
| **400 V** | **440 V** | **500 V** | **Automātslēdzis** | **Kontaktors** |
| **kW** | **kW** | **kW** | **A** | **A** | **kg** |
| — | 0,06 | — | 0,16...0,25 | 2,4 | GV2-P02 | LC2-D09.. |  |  |
| 0,06 | — | — |  |  |  |  | GV2-DP202M | 1,053 |
| —  0,09 | 0,09 0,12 | — | 0,25... 0,40 | 5 | GV2-P03 | LC2-D09.. | GV2-DP203M | 1,053 |
| 0,12 | 0,18 | — | 0,40...0,63 | 8 | GV2-P04 | LC2-D09.. |  |  |
| 0,18 | — |  |  |  |  |  | GV2-DP204M | 1,053 |
| 0,25  0,37 | 0,25 0,37 | — | 0,63...1 | 13 | GV2-P05 | LC2-D09.. | GV2-DP205M | 1,053 |
| —  0,55  — | —  0,55  — | 0,37 0,55 0,75 | 1-1,6 | 22,5 | GV2-P06 | LC2-D09.. | GV2-DP206M | 1,053 |
| 0,75 | 0,75 | — | 1,6...2,5 | 33,5 | GV2-P07 | LC2-D09.. |  |  |
| — | 1,1 | 1,1 |  |  |  |  | GV2-DP207M | 1,053 |
| 1,1  1,5 | 1,5  — | 1,5  2,2 | 2,5...4 | 51 | GV2-P08 | LC2-D09.. | GV2-DP208M | 1,073 |
| 2,2  — | 2,2  3 | 3  — | 4…6,3 | 78 | GV2-P10 | LC2-D09.. | GV2-DP210 | 1,153 |
| 3  4 | 4  — | 4  5,5 | 6...10 | 138 | GV2-P14 | LC2-D09.. | GV2-DP214 | 1,153 |
| 5,5  — | 5,5  7,5 | 7,5  9 | 9...14 | 170 | GV2-P16 | LC2-D25.. | GV2-DP216M | 1,163 |
| 7,5 | 9 | — | 13...18 | 223 | GV2-P20 | LC2-D25.. | GV2-DP220M | 1,153 |
| 9 | 11 | 11 | 17...23 | 327 | GV2-P21 | LC2-D25.. | GV2-DP221 | 1,163 |
| 11 | — | 15 | 20...25 | 327 | GV2-P22 | LC2-D25.. | GV2-DP222M | 1,163 |
| 15 | 15 | 18,5 | 24...32 | 416 | GV2-P32 | LC2-D32.. | GV2-DP232 | 1,163 |

P.3.22. tabula

**„Lovato Electric” firmas magnētisko palaidēju dati**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Kontaktora pamatšifrs** | **Kategorija AC3. Vadāmo asinhrondzinēju** | | **Vadības spoles jauda** | | **Pievienojamā termoreleja pamatšifrs** | **Kontaktora** | |
| **nominālā strāva IN, A** | **Maksimālā jauda Pmax, kW (380 V)** | **AC iesl/ ilgst, VA** | **DC, W vai**  **iesi/ilgst, VA** | **izmēri, mm**  **(4-polu ar AC**  **spoli)** | **svars, kg**  **(4-polu ar AC**  **spoli)** |
| MC6 | 6 | 2,2 | 35/4 | 4 | RF9 | 44x48x56 | 0,142 |
| MC9 | 9 | 4 | 35/4 | 4 | RF9 | 44x48x56 | 0,142 |
| BF9 | 9 | 4,2 | 65/9 | 9 | RF25 | 44x75x80,6 | 0,36 |
| BF12 | 12 | 5,7 | 65/9 | 9 | RF25 | 44x75x80,6 | 0,36 |
| BF16 | 16 | 7,7 | 65/9 | 9 | RF25 | 44x75x80,6 | 0,36 |
| BF20 | 20 | 9,7 | 65/9 | 9 | RF25 | 53,9x78,5x85,6 | 0,405 |
| BF25 | 25 | 12,5 | 65/9 | 9 | RF25 | 53,9x78,5x85,6 | 0,405 |
| BF32 | 32 | 16 | 65/9 | 9 | RF25 | 74x92x107,2 | 0,96 |
| BF38 | 38 | 18,5 | 65/9 | 9 | RF25 | 74x92x107,2 | 0,96 |
| BF50 | 50 | 25 | 210/18 | 15 | RF25 | 98,5x124x107,5 | 1,41 |
| BF65 | 65 | 33 | 210/18 | 15 | RF25 | 98,5x124x107,5 | 1,41 |
| BF80 | 80 | 41 | 210/18 | 15 | RF25 | 98,5x124x107,5 | 1,43 |
| BF95 | 95 | 50 | 210/18 | 15 | RF25 | 98,5x124x107,5 | 1,43 |
| B115 | 110 | 61 | 300/10 | 300/10 | RF180 | 160x170x179 | 5,8 |
| B145 | 150 | 80 | 300/10 | 300/10 | RF180 | 160x170x179 | 5,95 |
| B180 | 180 | 96 | 300/10 | 300/10 | RF180 | 160x170x179 | 5,95 |
| B250 | 250 | 132 | 300/10 | 300/10 | RF400 | 192,5x204x220 | 10,7 |
| B400 | 400 | 215 | 300/10 | 300/10 | RF400 | 192,5x204x220 | 10,9 |
| B500 | 500 | 280 | 400/18 | 400/18 | RF25+TA | 260x270x256 | 21,1 |
| B630 | 630 | 335 | 400/18 | 400/18 | RF25+TA |  | 21,5 |

P.3.23. tabula

**Firmas “ABB” nereversīvo magnētisko palaidēju DLA tehniskie dati.**

**Aizsardzība ar automātslēdzi MS 32S**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Trīsfāzu dzinējs, AC-3** | | **Siltuma atkabņa nominālā strāva**  **A** | **Automātslēdža tips** | **DLA kontaktora tips** | **Kabeļa dzīslas šķērsgriezums, mm2** | **Palaidēja maksimālā strāva, A** |
| **Jauda**  **kW** | **Nominālā strāva, A** |
| Koordinācija 1, 400 V, 50 Hz, 50 kA | | | | | | |
| 0.37 | 1.2 | 1.0... 1.6 | MS 325-1.6 | DLA 9-30 | 1.5 | 1.6 |
| 0.55 | 1.5 | 1.0 ... 1.6 | MS 325-1.6 | DLA 9-30 | 1.5 | 1.6 |
| 0.75 | 2 | 1.6 ...2.5 | MS 325-2.5 | DLA 9-30 | 1.5 | 2.5 |
| 1.1 | 2.6 | 2.5...4.0 | MS 325-4 | DLA 9-30 | 1.5 | 4 |
| 1.5 | 3.5 | 2.5...4.0 | MS 325-4 | DLA 9-30 | 1.5 | 4 |
| 2.2 | 5 | 4.0 ...6.3 | MS 325-6.3 | DLA 9-30 | 1.5 | 6.3 |
| 3 | 6.6 | 6.3...9.0 | MS 325-9 | DLA 9-30 | 1.5 | 9 |
| 4 | 8.5 | 6.3...9.0 | MS 325-9 | DLA 9-30 | 1.5 | 9 |
| 5.5 | 11.5 | 9.0 ...12.5 | MS 325-12.5 | DLA 12-30 | 1.5 | 12 |
| 7.5 | 15.2 | 12.5... 16.0 | MS 325-16 | DLA 16-30 | 2.5 | 16 |
| 11 | 22 | 16.0...25.0 | MS 325-25 | DLA 26-30 | 4 | 25 |
| Koordinācija 2, 400 V, 50 Hz, 25 kA | | | | | | |
| 0.37 | 1.2 | 1.0... 1.6 | MS 325-1.6 | DLA 9-30 | 1.5 | 1.6 |
| 0.55 | 1.5 | 1.0 ... 1.6 | MS 325-1.6 | DLA 9-30 | 1.5 | 1.6 |
| 0.75 | 2 | 1.6 ...2.5 | MS 325-2.5 | DLA 9-30 | 1.5 | 2.5 |
| 1.1 | 2.6 | 2.5...4.0 | MS 325-4 | DLA 12-30 | 1.5 | 4 |
| 1.5 | 3.5 | 2.5...4.0 | MS 325-4 | DLA 12-30 | 1.5 | 4 |
| 2.2 | 5 | 4.0 ...6.3 | MS 325-6.3 | DLA 26-30 | 1.5 | 6.3 |
| 3 | 6.6 | 6.3...9.0 | MS 325-9 | DLA 26-30 | 1.5 | 9 |
| 4 | 8.5 | 6.3...9.0 | MS 325-9 | DLA 26-30 | 1.5 | 9 |
| 5.5 | 11.5 | 9.0 ...12.5 | MS 325-12.5 | DLA 26-30 | 1.5 | 12,5 |
| 7.5 | 15.2 | 12.5... 16.0 | MS 325-16 | DLA 26-30 | 2.5 | 16 |
| 11 | 22 | 16.0...25.0 | MS 325-25 | DLA 26-30 | 4 | 25 |

P.3.24. tabula

**Firmas “ABB” reversīvo magnētisko palaidēju WLA tehniskie dati.**

**Aizsardzība ar automātslēdzi MS 325**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Trīsfāzu dzinējs,**  **380/400 V, AC-3** | | **Iestatījuma**  **strāvu diapazons,**  **A** | **Automātslēdža tips** | **WLA**  **palaidējs** | **Kabeļa**  **dzīslas šķērsgriezums, mm2** | **Palaidēja maksimālā strāva,**  **A** |
| **Jauda**  **kW** | **Nominālā strāva, A** |
| **Kategorija 1, 400 V - 50 Hz, 50 kA, tiešā palaišana** | | | | | | |
| 0,37 | 1,2 | 1,0... 1,6 | MS 325-1.6 | WLA 9-30 | 1,5 | 1,6 |
| 0,55 | 1,5 | 1,0 ... 1,6 | MS 325-1.6 | WLA 9-30 | 1,5 | 1,6 |
| 0,75 | 2 | 1,6 ...2,5 | MS 325-2.5 | WLA 9-30 | 1,5 | 2,5 |
| 1,1 | 2,6 | 2,5...4,0 | MS 325- 4 | WLA 9-30 | 1,5 | 4 |
| 1,5 | 3,5 | 2,5...4,0 | MS 325- 4 | WLA 9-30 | 1,5 | 4 |
| 2,2 | 5 | 4,0 ...6,3 | MS 325 - 6.3 | WLA 9-30 | 1,5 | 6,3 |
| 3 | 6,6 | 6,3...9,0 | MS 325 - 9 | WLA 9-30 | 1,5 | 9 |
| 4 | 8,5 | 6,3...9,0 | MS 325 - 9 | WLA 9-30 | 1,5 | 9 |
| 5,5 | 11,5 | 9,0...12,5 | MS 325-12.5 | WLA 12-30 | 1,5 | 12 |
| 7,5 | 15,2 | 12,5... 16,0 | MS 325- 16 | WLA 16-30 | 2,5 | 16 |
| 11 | 22 | 16,0...25,0 | MS 325 - 25 | WLA 26-30 | 4 | 25 |
| **Kategorija 2, 400 V - 50 Hz, 25 kA, tiešā palaišana** | | | | | | |
| 0,37 | 1,2 | 1,0... 1,6 | MS 325-1.6 | WLA 9-30 | 1,5 | 1,6 |
| 0,55 | 1,5 | 1,0 ... 1,6 | MS 325-1.6 | WLA 9-30 | 1,5 | 1,6 |
| 0,75 | 2 | 1,6 ...2,5 | MS 325 - 2.5 | WLA 9-30 | 1,5 | 2,5 |
| 1,1 | 2,6 | 2,5...4,0 | MS 325 - 4 | WLA 12-30 | 1,5 | 4 |
| 1,5 | 3,5 | 2,5...4,0 | MS 325 - 4 | WLA 12-30 | 1,5 | 4 |
| 2,2 | 5 | 4,0 ...6,3 | MS 325 - 6.3 | WLA 26-30 | 1,5 | 6,3 |
| 3 | 6,6 | 6,3...9,0 | MS 325 - 9 | WLA 26-30 | 1,5 | 9 |
| 4 | 8,5 | 6,3...9,0 | MS 325 - 9 | WLA 26-30 | 1,5 | 9 |
| 5,5 | 11,5 | 9,0...12,5 | MS 325-12.5 | WLA 26-30 | 1,5 | 12 |
| 7,5 | 15,2 | 12,5...16,0 | MS 325- 16 | WLA 26-30 | 2,5 | 16 |
| 11 | 22 | 16,0...25,0 | MS 325 - 25 | WLA 26-30 | 4 | 25 |

P.3.25. tabula

**Firmas “Siemens” magnētisko palaidēju tehniskie dati.**

**Aizsardzība ar automātslēdzi**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Magnētiskais palaidējs 3A5, 10 klase** | | | **Magnētiskais palaidējs 3RT1, 10 klase** | | |
| **Dzinēja jauda**  **P, kW** | **Dzinēja strāva**  **IN, A** | **Siltuma atkabņa**  **iestatījuma strāva**  **IT, A** | **Dzinēja jauda**  **P, kW** | **Dzinēja strāva**  **IN, A** | **Siltuma atkabņa**  **iestatījuma strāva**  **INT, A** |
|  |  | 0,14 - 0,2 | 0,06 | 0,16 | 0,14 - 0,2 |
| 0,06 | 0,2 | 0,18 - 0,25 | 0,09 | 0,24 | 0,18 - 0,25 |
| 0,09 | 0,3 | 0,22 - 0,32  0,28 - 0,4 | 0,12 | 0,32 | 0,22 - 0,32  0,28 - 0,4 |
| 0,12 | 0,4 | 0,35 - 0,5 | 0,18 | 0,48 | 0,35 - 0,5  0,45 - 0,63 |
| 0,18 | 0,6 | 0,45 - 0,63 |
| 0,25 | 0,8 | 0,55 - 0,8 | 0,25 | 0,68 | 0,55 - 0,8 |
|  |  | 0,7 – 1,0 | 0,37 | 0,88 | 0,7 – 1 |
| 0,37 | 1.1 | 0,9 - 1,25 | 0,55 | 1.2 | 0,9 – 1,25 |
| 0,55 | 1.5 | 1,1 - 1.6 | 0,75 | 1.5 | 1,1 - 1,6  1.4 – 2 |
| 0,75 | 1.9 | 1,4 – 2,0 |
|  |  | 1.8 - 2.5 | 1,1 | 2,2 | 1.8 - 2,5 |
| 1.1 | 2,7 | 2,2 - 3.2 | 1,5 | 2,9 | 2.2 - 3,2  2,8 – 4 |
| 1,5 | 3,6 | 2,8 – 4,0 |
|  |  | 3,5 – 5,0 | 2,2 | 3,9 | 3,5 – 5 |
| 2,2 | 5,2 | 4,5 - 6,3 | 3 | 5,2 | 4,5 - 6,3 |
| 3 | 6,8 | 5,5 – 8 | 4 | 6,8 | 5,5 – 8 |
| 4 | 9,0 | 7 – 10 | 5,5 | 9,2 | 7 – 10 |
| 5,5 | 11,5 | 9 – 12 | 7,5 | 12,4 | 9 - 12,5 |
| 7,5 | 15,5 | 11 – 16 |  |  | 11 – 16 |
|  |  |  | 11 | 17,6 | 14 – 20 |
|  |  |  | 15 | 23 | 18 – 25 |
|  |  |  | 18,5 | 28 | 22 – 32 |

Piezīme: Trīsfāzu asinhronais dzinējs, 4 poli, AC-3, 380/400 V;

1 kategorija – Iq = 50 kA, 500 V; 2 kategorija – Iq = 35 kA, 400 V

P.3.26. tabula

**Firmas “National Electric” magnētisko palaidēju tehniskie dati.**

**Aizsardzība ar automātslēdzi MCCB tikai ar elektromagnētisko atkabni un termoreleju**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Trīsfāzu dzinējs,**  **Umax = 440 V** | | **Automātslēdzis МССВ ar el.-magn. atkabņi** | | **Kontaktors** | **Termorelejs** | |
| **Jauda,**  **kW** | **Slodzes**  **strāva, А** | **Tips** | **Nominālā strāva, A** | **Tips** | **Tips** | **Iestatījuma strāva (А)** |
| 5,5 | 11 | GBH(L)53 | 16 | GMC-32 | GTH(K)-40 | 9-13 |
| 7,5 | 15 | GBH(L)53 | 16 | GMC-32 | GTH(K)-40 | 12-18 |
| 10 | 19 | GBH(L)53 | 25 | GMC-32 | GTH(K)-40 | 18-26 |
| 11 | 21 | GBH(L)53 | 25 | GMC-32 | GTH(K)-40 | 18-26 |
| 15 | 28 | GBH(L)53 | 32 | GMC-32 | GTH(K)-40 | 24-36 |
| 18,5 | 34 | GBH(L)53 | 40 | GMC-75 | GTH(K)-85 | 28-40 |
| 22 | 39 | GBH(L)53 | 50 | GMC-75 | GTH(K)-85 | 34-50 |
| 30 | 54 | GBH(L)103 | 63 | GMC-75 | GTH(K)-85 | 45-65 |
| 37 | 66 | GBH(L)103 | 80 | GMC-75 | GTH(K)-85 | 54-75 |
| 45 | 80 | GBH(L)103 | 100 | GMC-100 | GTH(K)-100 | 65-100 |
| 55 | 99 | GBH(L)103 | 100 | GMC-100 | GTH(K)-100 | 85-125 |
| 75 | 135 | GBH(L)203 | 160 | GMC-150 | GTH(K)-150 | 100-150 |
| 90 | 160 | GBH(L)203 | 200 | GMC-180 | GTH(K)-220 | 120-180 |
| 110 | 192 | GBH(L)203 | 200 | GMC-180 | GTH(K)-220 | 160-240 |
| 132 | 226 | GBH(L)203 | 250 | GMC-220 | GTH(K)-220 | 160-240 |
| 160 | 265 | ABH(L)403b | 300 | GMC-400 | GTH(K)-400 | 200-300 |
| 200 | 330 | ABH(L)403b | 350 | GMC-400 | GTH(K)-400 | 260-400 |
| 220 | 353 | ABH(L)403b | 400 | GMC-400 | GTH(K)-400 | 260-400 |
| 250 | 400 | ABS(L)603b | 500 | GMC-600 | GTH(K)-600 | 260-400 |
| 300 | 480 | ABS(L)603b | 500 | GMC-600 | GTH(K)-600 | 400-600 |

Piezīme: Iq = 50 kA, 415 V

P.3.27. tabula

**Firmas “ABB” nereversīvā magnētisko palaidēju DWA, DRA, DEA un reversīvā**

**magnētisko palaidēju WRA tehniskie dati.**

**Aizsardzība ar termoreleju O/L un drošinātāju**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Darba strāva,**  **AC-3, 400 V**  **A** | **Trīsfāzu dzinēja jauda,**  **(4 poli, AC-3, 50/60 Hz)** | | | **Drošinātāji strāva INdr, A (380/400 V)** | | **Nereversīvā**  **palaidēja**  **tips** | **Reversīvā**  **palaidēja**  **tips** |
| **380/400 V kW** | **415 V**  **kW** | **690 V**  **kW** | **aM** | **gG** |
| 9 | 4 | 4 | 5.5 | 10 | 25 | DWA 9-30 | WRA 9-30 |
| 12 | 5.5 | 5.5 | 7.5 | 16 | 32 | DWA 12-30 | WRA 12-30 |
| 17 | 7.5 | 9 | 9 | 20 | 32 | DWA 16-30 | WRA 16-30 |
| 26 | 11 | 11 | 15 | 25 | 50 | DRA 26-30 | WRA 26-30 |
| 32 | 15 | 15 | 18.5 | 32 | 63 | DRA 30-30 | WRA 30-30 |
| 37 | 18.5 | 18.5 | 22 | 40 | 80 | DRA 40-30 | WRA 40-30 |
| 50 | 22 | 25 | 30 | 50 | 100 | DEA 50-30 | WEA 50-30 |
| 65 | 30 | 37 | 37 | 63 | 125 | DEA 63-30 | WEA 63-30 |
| 75 | 37 | 40 | 40 | 100 | 160 | DEA 75-30 | WEA 75-30 |
| 96 | 45 | 55 | 55 | 125 | 200 | DEA 95-30 | WEA 95-30 |
| 110 | 55 | 59 | 75 | 160 | 200 | DEA 110-30 | WEA 110-30 |

P.3.28. tabula

**Pārsprieguma novadītāji klase B**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | SP120 | SP320 | SP150\* |
| Normas | E DIN VDE 0675-6: 1989-11, 6/A1: 1996-03 | E DIN VDE 0675-6: 1989-11, 6/A1: 1996-03 | E DIN VDE 0675-6: 1989-11, 6/A1: 1996-03, 6/A2:1996-10 |
| Formas | Modulārās iekārtas | | |
| Moduļu skaits | 2 | 4 | 2 |
| Nominālais spriegums | 255V/50 Hz | |  |
| Strāvas dzēšanas iespēja pie nominālā sprieguma | 1,5kAeff | | 100 Aeff |
| lmpuisstrāva(10/350) μ*s* | 50 kA(1poligs) | 100 kA (3-poligs) | 50 kA (1-poligs) |
| Aizsardzības līmenis | < 4 kV | |  |
| Drošinātāji | < 160 A gL/gG | | - |
| Īsslēguma stiprums (pie max drošinātājiem) | 50 kA / 50 Hz | | - |
| Aizsardzības pakāpe | IP 20 | | |
| Apkārtējās vides temperatūra | -40°C ... +80°C | | |
| Darba temperatūra | -40°C ... +80°C | | |
| Izolācijas pretestība | > 103 Mii | | |
| Pieslēgums: Daudzdzīlslu  Monolīts | 10 ...35 mm2  10 ... 50 mm2 | | |
| Nostrādes laiks | < 100 ns | | |

\*- izmantošanai TT-sistēmas tīklā, slēgumā "3+1" pēc E DIN VDE 0100-534/A1:1996-10 starp neitrāles vadu N un PE/ potenciālu izlīdzināšanai

P.3.29. tabula

**Drosele tehniskie parametri**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Artikula Nr | SP936 | SP937 |
| Formas | Modulārās iekārtas | Modulārās iekārtas |
| Moduļu skaits | 2 | 4 |
| Nominālais spriegums | 500 V- max. 60 Hz. | |
| Nominālā strāva | 35 A | 63 A |
| Induktivitāte | 15 μH Ī 20% | 15 μH Ī 20% |
| Aizsardzības pakāpe | IP20 | |
| Jaudas zudumi | 5W | 8W |
| Īsslēguma stiprums (pie max drošinātājiem) | 50kA/50Hz Drošinātājs 35A gL/gG | 50kA/50Hz Drošinātājs 63A gL/gG |
| Līdzstrāvas pretestība | ca. 4 mL | ca. 2 mL |
| Apkārtējās vides temperatūra | -40°C ... +80°C | -40°C ... +80°C |
| Darba temperatūra | -40°C ... +40°C | -40°C ... +40°C |
| Pieslēgums: Elastīgs  Daudzdzīslu  Monolīts | 1,5 ... 25 mm2  1,5 ... 35 mm2  1,5 ... 35 mm2 | 10 ... 35 mm2  10 ... 50 mm2  10 ... 50 mm2 |
| Pārbaužu normas | IEC 85 (VDE 301 T1) / DIN VDE 0532 T1 / EN 60950 | |

P.3.30. tabula

**Pārsprieguma novadītājs (spraudņtipa), klase C (vidējā aizsardzība)**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | SP013N SP015N | | SP018N |
| Atbilstības normas | E DIN VDE 0675T6 IEC 61643-1 | | |
| Moduļu skaits | 1 PLE | | |
| Nominālais spriegums | 400 V~ | 230 V~ | 230 V |
| Tīkla spriegums Uc | 440 V~ | 275 V~ | 255 V~ |
| Nominālā novadīšanas spēja ln (8/20 us) | 15 kA | 15 kA | 20 kA |
| Max novadīšanas spēja lmax (8/20 us) | 40 kA | 40 kA | 30 kA |
| Aizsardzības līmenis Up | < 2,25 kV | < 1,5 kV | < 1,5 kV |
| Max drošinātāji | 125 A gL / gG | 125 A gL / gG | - |
| Izpildījums | Varistora tipa | Varistora tipa | Gāzes tipa |
| Spraudņtīpa (ar maināmu aizsardzības elementu) | SP113N, SP513N, SP517N | SP115N, SP117N, SP315N, SP317N, SP415N, SP417N, SP418N, SP418N | SP118N, SP418N, SP419N |
| Apkārtējās vides temperatūra Uzglabājot  Lietojot | -40°C ... 80°C  -40°C ... 80°C | | |

P.3.31. tabula

**Pārsprieguma novadītājs, klase D (Iekārtu aizsardzība)**

|  |  |
| --- | --- |
|  | SP202N |
| Atbilstības normas | E DIN VDE 0675 T6 IEC 61643-1 |
| Moduļu skaits | 2 PLE |
| Nominālais spriegums | 230 V- |
| Tīkla spriegums Uc | 250 V~ |
| Nominālā novadīšanas spēja n  In (8/20 μs) | L(N) / PE, L / N = 3 kA  L + N / PE = 5 kA |
| Uoc | L(N) / PE, L / N = 6 kV L + N / PE = 10 kV |
| Aizsardzības līmenis | L -» N < 1,25 kV  L(N) -» PE < 1,5 kV |
| Drošinātāji | 16 A gL/gG vai C 16 A |
| Izpildījums | Varistora un Gāzes tipa |
| Apkārtējās vides temperatūra  Uzglabājot  Lietojot | -40°C ... 80°C  -40°C ... 80°C |
| Pieslēgums  Daudzdzīslu  Monolīts | 1 mm2 ... 6 mm2  1,5 mm2 ... 10 mm2 |
| Aizsardzības pakāpe | IP 20 |
| Signālkontakti (atvērti) Komutācijas jauda |  |
| 250 V AC | 0,5 A |
| 250 V DC | 0,1 A |
| 125 V DC | 0,2 A |
| 75 V DC | 0,5 A |
| Signālkontaktu pieslēgums  Daudzdzīslu  Monolīts | 1 mm2 ... 2,5 mm2  1,5 mm2 ... 2,5 mm2 |

P.3.32. 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, atslēgšana 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 | 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 (reģeneratīvais spriegums).

IEC 947-5 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).

**4.PIELIKUMS**

P.4.1.

**Spēka transformatoru grafiskie apzīmējumi**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Apzīmējuma nosaukums** | **Grafiskais apzīmējums** | | **Burtu kods** |
| Divtinumu spēka transformators (vispārējais apzīmējums) |  | | Т |
| Spēka autotransformators (vispārējais apzīmējums) |  | | АТ |
| Trīstinuma spēka transformators |  | | Т |
| Divtinumu spēka transformators ar zemsprieguma tinumu sašķelšanu uz diviem |  | | T |
| Divtinumu spēka transformators ar tinumu savienojuma grupām  . Spēka autotransformators ar RZS zemsprieguma tinumā (bulta) |  |  | Т  АТ |
| Divtinumu spēka transformators ar zemsprieguma tinumu sašķelšanu uz diviem un ar RZS zemsprieguma tinumā (bulta) |  | | T |

P.4.1. tabula

**Trīsfāzu divtinumu transformatori ar spriegumu 110, 220, 330, 500 kV**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Tips** | **AS, kV** | **ZS, kV** | **ΔPk, kW** | **ΔP0, kW** | **Uk, %** | **I0, %** |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** |
| ТМН-2500/110 | 110 | 6,6 11 | 22 | 5,5 | 10,5 | 1,5 |
| ТМН-6300/110 | 115 | 6,6 11 | 44 | 10 | 10,5 | 1 |
| ТДН-10000/110 | 115 | 6,6 11  16,5 22 | 58 | 14 | 10,5 | 0,9 |
| ТДН-16000/110 | 115 | 6,6 11 16,5 22 | 85 | 18 | 10,5 | 0,7 |
| ТДН-25000/110 | 115 | 38,5 | 120 | 25 | 10,5 | 0,65 |
| ТДН-40000/110 | 115 | 38,5 | 170 | 34 | 10,5 | 0,55 |
| ТДН-63000/110 | 115 | 38,5 | 245 | 50 | 10,5 | 0,5 |
| ТДН-80000/110 | 115 | 38,5 | 310 | 58 | 10,5 | 0,45 |
| ТДЦ-80000/110 | 121 | 6,3 10,5 | 310 | 85 | 11 | 0,6 |
| ТДЦ-125000/110 | 121 | 10,5 13,8 | 400 | 120 | 10,5 | 0,55 |
| ТДЦ—200000/110 | 121 | 13,8 15,75 18 | 550 | 170 | 10,5 | 0,5 |
| ТДЦ-250000/110 | 121 | 15,75 | 640 | 200 | 10,5 | 0,5 |
| ТДЦ-40000/110 | 121 | 20 | 900 | 320 | 10,5 | 0,45 |
| ТДЦ-80000/220 | 242 | 6,3 10,5 13,8 | 315 | 79 | 11 | 0,45 |
| ТДЦ-125000/220 | 242 | 10,5 13,8 | 380 | 120 | 11 | 0,55 |
| ТДЦ-200000/220 | 242 | 13,8 15,75 18 | 660 | 130 | 11 | 0,4 |
| ТДЦ-250000/220 | 242 | 13,8 15,75 | 600 | 207 | 11 | 0,5 |
| ТДЦ-400000/220 | 242 | 15,75 20 | 870 | 280 | 11 | 0,45 |
| ТНЦ-630000/220 | 242 | 15,75 20 24 | 1200 | 400 | 12,5 | 0.35 |
| ТНЦ-1000000/220 | 242 | 24 | 2200 | 480 | 11,5 | 0,4 |
| ТДЦ-125000/330 | 347 | 10,5 13,8 | 380 | 125 | 11 | 0,55 |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** |
| ТДЦ-200000/330 | 347 | 13,8 15,75 18 | 520 | 180 | 11 | 0,5 |
| ТДЦ-250000/330 | 347 | 13,8 15,75 | 605 | 214 | 11 | 0,5 |
| ТДЦ-400000/330 | 347 | 15,75 20 | 790 | 300 | 11,5 | 0,45 |
| ТНЦ-630000/330 | 347 | 24 | 1300 | 345 | 11,5 | 0,35 |
| ТНЦ-1000000/330 | 347 | 24 | 2200 | 480 | 11,5 | 0,4 |
| ТНЦ-1250000/330 | 347 | 24 | 2200 | 715 | 14.5 | 0,55 |
| ТДЦ-250000/500 | 525 | 13,8 15,75 20 | 590 | 205 | 13 | 0,45 |
| ТДЦ-400000/500 | 525 | 13,8 15,75 20 | 790 | 315 | 13 | 0,45 |
| ТЦ-630000/500 | 525 | 15,75 20 24 36,75 | 1210 | 420 | 14 | 0,4 |
| ТНЦ-1000000/500 | 525 | 24 | 1800 | 570 | 14,5 | 0,4 |

P.4.2. tabula

**Trīsfāžu trīstinumu transformatori ar spriegumu 35, 110, 220 kV**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Тип** | **AS,**  **kV** | **VS, kV** | **ZS, kV** | **ΔР0,**  **kW** | **ΔPk,**  **kW** | **Uk, %** | | | **I0, %** |
| **AS-VS** | **AS-ZS** | **VS-ZS** |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |
| ТМТН-6300/35 | 35 | 10,5 13,8 15,75 | 6,3 | 12 | 55 | 7,5 | 7,5 | 16,5 | 1,2 |
| ТМТН-10000/35 | 35 | 10,5 13,8 15,75 | 6,3 | 19 | 75 | 8 | 16,5 | 7 | 1 |
| ТМТН-16000/35 | 35 | 10,5 13,8 15,75 | 6,3 | 28 | 115 | 8 | 16,5 | 7 | 0,95 |
| ТМТН-6300/110 | 115 | 16,5 22 38,5 | 6,6 11 | 12,5 | 52 | 10,5 | 17 | 6 | 1,1 |
| ТДТН-10000/110 | 115 | 16,5 22 38,5 | 6,6 11 | 17 | 76 | 10,5 | 17,5 | 6,5 | 1 |
| ТДТН-16000/110 | 115 | 22 34,5 38,5 | 6,6 11 | 21 | 100 | 10,5 | 17,5 | 6,5 | 0,8 |
| ТДТН-25000/110 | 115 | 11 22 38,5 | 6,6 11 | 28,5 | 140 | 10,5 | 17,5 | 6,5 | 0,7 |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |
| ТДТН-40000/110 | 115 | 11 22 38,5 | 6,6 11 | 39 | 200 | 10,5 | 17,5 | 6,5 | 0,6 |
| ТДТН-63000/110 | 115 | 11  38,5 | 6,6 11 | 53 | 290 | 10,5 | 18 | 7 | 0,55 |
| ТДТН-80000/110 | 115 | 11  38,5 | 6,6 11 | 64 | 365 | 11 | 18,5 | 7 | 0,5 |
| ТДТН-25000/220 | 230 | 38,5 | 6,6 11 | 45 | 130 | 12,5 | 20 | 6,5 | 0,9 |
| ТДТН-40000/220 | 230 | 38,5 | 6,6 11 | 54 | 220 | 12,5 | 22 | 9,5 | 0,55 |

P.4.3. tabula

**Trīsfāžu divtinumu transformatori ar ZS tinumu sašķelšanu uz diviem ar spriegumu 110, 220, 330, 500, 750 kV**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Tips** | **AS,**  **kV** | **ZS,**  **kV** | **ΔPk,**  **kW** | **ΔР0, kW** | **Uk,**  **%** | **I0,**  **%** |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** |
| ТРДН-25000/110 | 115 | 6,3-6,3 6,3-10,5 10,5-10,5 | 120 | 25 | 10,5 | 0,65 |
| ТРДН-40000/110 | 115 | 6,3-6,3 6,3-10,5 10,5-10,5 | 170 | 34 | 10,5 | 0,55 |
| ТРДН-63000/l 10 | 115 | 6,3-6,3 6,3-10,5 10,5-10,5 | 245 | 50 | 10,5 | 0,5 |
| ТРДН-80000/110 | 115 | 6,3-6,3 6,3-10,5 10,5-10,5 | 310 | 58 | 10,5 | 0,45 |
| ТРДЦН-125000/110 | 115 | 10,5-10,5 | 400 | 105 | 11 | 0,55 |
| ТРДН-32000/220 | 230 | 6,3-6,3 6,6-6,6 11-11 6,6-11 | 150 | 45 | 11,5 | 0,65 |
| ТРДНС-40000/220 | 230 | 6,3-6,3 6,6-6,6 11-11 6,6-11 | 170 | 50 | 11,5 | 0,6 |
| ТРДН-63000/220 | 230 | 6,3-6,3 6,6-6,6 11-11 6,6-11 | 265 | 70 | 11,5 | 0,5 |
| ТРДЦН-100000/220 | 230 | 11-11 | 340 | 102 | 12,5 | 0,65 |
| ТРДЦН-160000/220 | 230 | 11-11 | 500 | 155 | 12,5 | 0,6 |
| ТРДНС-40000/330 | 330 | 6,3-6,3 10,5-10,5 6,3-10,5 | 180 | 80 | 11 | 0,8 |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** |
| ТРДНС-63000/330 | 330 | 6,3-6,3 10,5-10,5 6,3-10,5 | 230 | 100 | 11 | 0,8 |
| ОРЦ-333000/500 | 525 | 15,75-15,75 20-20 | 950 | 200 | 11,5 | 0,3 |
| ОРЦ-417000/500 | 525 √3 | 15,75-15,75 | 1050 | 210 | 12,5 | 0,2 |
| ОРНЦ-533000/500 | 525 √3 | 15,75-15,75 24-24 | 1260 | 230 | 13,5 | 0,15 |
| ОРЦ-417000/750 | 787 √3 | 20-20 24-24 | 800 | 320 | 14 | 0,35 |
| ОРЦ-533000/750 | 787  √3 | 15,75-15,75 20-20 24-24 | 900 | 350 | 14 | 0,3 |

P.4.4. tabula

**Autotransformatori uz spriegumiem 220, 330, 500, 750, 1150 kV**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **AT tips** | **AS,**  **kV** | **VS,**  **kV** | **ZS,**  **kV** | **ΔР0, kW** | **ΔPk , kW** | | |
| **AS-VS** | **AS-ZS** | **VS-ZS** |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** |
| АТДЦТН 63000-220/110 | 230 | 121 | 6,3 10,5 38,5 | 45 | 215 | 160 | 140 |
| АТДЦТН 125000-220/110 | 230 | 121 | 6,3 10,5 38,5 | 85 | 290 | 235 | 230 |
| АТДЦТН 200000-220/110 | 230 | 121 | 10,5 13,8 38,5 | 125 | 430 | 360 | 320 |
| АТДЦТН 250000-220/110 | 230 | 121 | 11  13,8 15,75 38,5 | 145 | 520 | 410 | 400 |
| АТДЦТН 125000-330/110 | 330 | 115 | 6,6 11 15,75 38,5 | 115 | 370 | 240 | 210 |
| АТДЦТН 200000-330/110 | 330 | 115 | 6,6 | 180 | 600 | 400 | 350 |
| АТДЦТН 240000-330/220 | 330 347 | 242 | 38,5 | 130 | 560 | 260 | 230 |
| АТДЦТН 250000-330/150 | 330  347 | 165 | 10,5  38,5 | 130 | 700 | 350 | 320 |
| АТДЦТН 250000-500/110 | 500 | 121 | 11 | 250 | 550 | 223 | 179 |
|  |  |  | 38,5 |  |  |  |  |
| АОДЦТН 133000-330/220 | 330  √3 | 230  √3 | 10,5 | 50 | 250 | 125 | 105 |
| 38,5 |  |  |  |  |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** |
| АОДЦТН 167000-500/220 | 500  √3 | 230 | 10,5  11  13,8  15,75  20  38,5 | 90 | 315 | 105  105  190  280  280  105 | 95  95  67  250  250  95 |
| АОДЦТН 267000-330/220 | 500  √3 | 230  √3 | 10,5  13,8  15,75  20  38,5 | 125 | 470 | 110  110  160  310  110 | 100  100  150  250  100 |
| АОДЦТН 167000-500/330 | 500  √3 | 330  √3 | 10,5  38,5 | 61 | 300 | 86 | 81 |
| АОДЦТН 267000-750/220 | 750  √3 | 230  √3 | 10,5 | 200 | 600 | 145 | 140 |
| АОДЦТН 333000-750/330 | 750  √3 | 330  √3 | 10,5  15,75 | 217 | 580 | 255 | 235 |
| АОДЦТН 417000-750/500 | 750  √3 | 500  √3 | 10,5  15,75 | 125 | 630 | 60 | 60 |
| АОДЦТН 667000-1150/500 | 1150  √3 | 500  √3 | 20 | 360 | 1250 | 330 | 330 |

P.4.4. tabulas turpinājums

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **AT tips** | **Uк, %** | | | **I0, %** |
| **AS-VS** | **AS-ZS** | **VS-ZS** |
| **9** | **10** | **11** | **12** |
| АТДЦТН 63000-220/110 | 11 | 34 | 21 | 0,6 |
| АТДЦТН 125000-220/110 | 11 | 31 | 19 | 0,5 |
| АТДЦТН 200000-220/110 | 11 | 32 | 20 | 0,5 |
| АТДЦТН 250000-220/110 | 11 | 32 | 20 | 0,5 |
| АТДЦТН 125000-330/110 | 10 | 35 | 22 | 0,5 |
| АТДЦТН 200000-330/110 | 10 | 33 | 22 | 0,6 |
| АТДЦТН 240000-330/110 | 9,5 | 74 | 60 | 0,5 |
| АТДЦТН 250000-330/150 | 9,5 | 74 | 60 | 0,5 |
| АТДЦТН 250000-500/110 | 10,5 | 24 | 13 | 0,5 |
| АОДЦТН 133000-330/220 | 9 | 60 | 48 | 0,2 |
| АОДЦТН 167000-500/220 | 11 | 35 | 21,5 | 0,25 |
| АОДЦТН 267000-500/220 | 11,5 | 37 | 23 | 0,25 |
| АОДЦТН 167000-500/330 | 9,5 | 67 | 61 | 0,2 |
| АОДЦТН 267000-750/220 | 13 | 31 | 17 | 0,35 |
| АОДЦТН 333000-750/330 | 10 | 28 | 17 | 0,35 |
| АОДЦТН 417000-750/500 | 11,5 | 81 | 68 | 0,15 |
| АОДЦТ 667000-1150/500 | 11,5 | 35 | 22 | 0,35 |

P.4.5. tabula

**Divtinumu transformatori 6-10/0,4 kV, 20/0,4 kV**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Transformatora**  **tips** | | **SN,**  **kVA** | **Zudumi, kW** | | **Uk, īsslēguma**  **spriegums,**  **%** | **Tukšgaitas strāva,**  **I0, %** |
| **tukšgaitas ΔP0,** | **īsslēguma ΔPk,** |
| **20/0,4 kV transformatoru tehniskie dati** | | | | | |
| TM-30/20 | 30 | 0,427 | 0,78 | 5,1 | 11,1 |
| TM-50/20 | 50 | 0,550 | 1,185 | 5,6 | 7,9 |
| TCMA-63/20 | 63 | 0,430 | 1,400 | 5,0 | 8,5 |
| TCMA-100/20 | 100 | 0,760 | 2,15 | 5,4 | 8,2 |
| TCMA-160/20 | 160 | 1,115 | 2,90 | 5,5 | 7,4 |
| TM-63 | 63 | 0,390 | 1,280 | 5,0 | 4,5 |
| TM-100 | 100 | 0,625 | 1,970 | 6,5 | 4,15 |
| TM-160 | 160 | 0,890 | 2,650 | 6,5 | 3,85 |
| TM-250 | 250 | 1,300 | 3,700 | 6,5 | 3,68 |
| TM-400 | 400 | 1,820 | 5,500 | 6,5 | 3,36 |
| TM-630 | 630 | 2,700 | 7,600 | 6,5 | 3,2 |
| TP-912-315 | 315 | 670 | 5,600 | 5,5 | — |
| TP-7018-400 | 400 | 710 | 6,000 | 5,5 | — |
| TP-618-630 | 630 | 1600 | 8,650 | 5,5 | — |
| **6-10/0,4 kV transformatoru tehniskie dati** | | | | | |
| TM-25 | 25 | 0,125 | 0,6 | 4,5 | 3,2 |
| TM-40 | 40 | 0,18 | 0,88 | 4,5 | 3 |
| TM-63 | 63 | 0,265 | 1,28 | 4,5 | 2,8 |
| TM-100 | 100 | 0,365 | 1,97 | 4,5 | 2,6 |
| TM-160 | 160 | 0,54 | 2,65 | 4,5 | 2,4 |
| TM-250 | 250 | 1,05 | 3,7 | 4,5 | 2,3 |
| TM-400 | 400 | 0,9 | 5,5 | 4,5 | 1,8 |
| TM-630 | 630 | 1,25 | 8,5 | 5,5 | 1,7 |
| TM-1000 | 1000 | 1,9 | 12,2 | 5,5 | 1,7 |
| TM-1600 | 1600 | 2,35 | 18 | 6,5 | 1,3 |
| TM-2500 | 2500 | 3,85 | 23,5 | 6,5 | 1,0 |
| TM-4000 | 4000 | 5,2 | 33,5 | 7,5 | 0,9 |
| TM-6300 | 6300 | 7,4 | 46,5 | 7,5 | 0,8 |
| BA-250 | 250 | 0,65 | 3,2 | 3,54 | 2,1 |
| BA-400 | 400 | 0,93 | 4,6 | 3,45 | 2 |
| BA-630 | 630 | 1,3 | 6,5 | 3,35 | 1,8 |
| BA-800 | 800 | 1,45 | 8,5 | 4,65 | 1,5 |
| BA-1000 | 1000 | 1,7 | 10,5 | 4,63 | 1,4 |
| BA-1250 | 1250 | 2,1 | 13,5 | 4,62 | 1,4 |
| BA-1600 | 1600 | 2,6 | 17,0 | 4,60 | 1,4 |
| BA-2000 | 2000 | 3,15 | 22,0 | 4,61 | 1,3 |
| BA-2500 | 2500 | 3,8 | 26,5 | 4,62 | 1,2 |

**MASTA TRANSFORMATORU PUNKTI**

P.4.6. tabula

**Transformatoru tehniskie parametri**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Transformatora tips** | **Rūpnīca - izgatavotāja** | ***uA*/*uZ*** | | ***ST*,**  **kVA** | **Δ*Plg*,**  **kW** | **Δ*Ρν*,**  **kW** | ***Uk*,%** | **Masa,**  **kg** |
| TNOSB 16/20 A | AEG | 20/0,4 | | 16 | 0,095 | 0,29 | 4,0 | 300 |
| TNOSB 16/50 Β | AEG | 20/0,4 | | 16 | 0,085 | 0,35 | 4,0 | 290 |
| TNOSB 25/20 A | AEG | 20/0,4 | | 25 | 0,105 | 0,5 | 4,0 | 330 |
| TNOSB 25/20 Β | AEG | 20/0,4 | | 25 | 0,09 | 0,68 | 4,0 | 330 |
| TNSB 25/20 | AEG-MEFTA | 20/0,4 | | 25 | 0,13 | 0,56 | 4,5 | 320 |
| GTBN 25-24 | Rade Končar | 20/0,4 | | 25 | 0,13 | 0,6 | 4,5 | 345 |
| CTMU 12 HC 25 | ABB | 10/0,4 | | 25 | 0,14 | 0,5 | 3,5 | 350 |
| KTMU 24 HC 25 | ABB Stromberg | 20/0,4 | | 25 | 0,14 | 0,5 | 3,7 | 350 |
| KTMU 24 HC 30 | ABB Stromberg | 20/0,4 | | 30 | 0,1 | 0,75 | 4,5 | 325 |
| CTMU 12 HC 40 | ABB | 10/0,4 | | 40 | 0,15 | 1,0 | 3,5 | 400 |
| TNOSB 40/10 Β | AEG | 10/0,4 | | 40 | 0,105 | 1,0 | 3,6 | 380 |
| KTMU 24 HC 40 | ABB Stromberg | 20/0,4 | | 40 | 0,15 | 1,0 | 3,7 | 400 |
| TNOSB 40/20 | AEG-MEFTA | 20/0,4 | | 40 | 0,16 | 0,88 | 4,5 | 420 |
| TNOSB 40/20 Β | AEG | 20/0,4 | | 40 | 0,105 | 1,0 | 4,0 | 380 |
| TNOSM 50/10 Β | AEG | 10/0,4 | | 50 | 0,125 | 1,1 | 4,0 | 460 |
| TUNORMA | TRAFO-UNION | 20/0,4 | | 50 | 0,19 | 1,1 | 4,5 | 390 |
| TNOSM 50/20 A | AEG | 20/0,4 | | 50 | 0,145 | 1,1 | 4,0 | 420 |
| TNOSM 50/20 Β | AEG | 20/0,4 | | 50 | 0,125 | 1,1 | 4,0 | 460 |
| THOSB 63/20 | AEG-MEFTA | 20/0,4 | 63 | | 0,21 | 1,25 | 4,5 | 530 |
| THOSM-20/PHX | AEG-MEFTA | 20/0,4 | 63 | | 0,26 | 1,2 | 4,5 | 570 |
| GTBN 63-24 | Rade Končar | 20/0,4 | 63 | | 0,22 | 1,28 | 4,5 | 490 |
| KTMU 24 HC 63 | ABB Stromberg | 20/0,4 | 63 | | 0,21 | 1,3 | 3,8 | 530 |
| TM 63/20 | NVS | 20/0,4 | 63 | | 0,245- 0,29 | 1,28-1,47 | 4,7 | 700 |
| TUNORMA | TRAFO-UNION | 20/0,4 | 75 | | 0,26 | 1,4 | 4,5 | 470 |
| TNOSM 100/10 A | AEG | 10/0,4 | 100 | | 0,26 | 1,75 | 4,0 | 585 |
| GTBN 100/24 | Rade Končar | 20/0,4 | 100 | | 0,33 | 1,97 | 4,5 | 610 |
| KTMU 24 HC 100 | ABB | 20/0,4 | 100 | | 0,20 | 1,75 | 4,0 | 550 |
| TUNORMA | TRAFO-UNION | 20/0,4 | 100 | | 0,32 | 1,75 | 4,0 | 560 |
| TNOSM 100/20 A | AEG | 20/0,4 | 100 | | 0,26 | 1,75 | 4,0 | 585 |
| TNOSA 100/20 | AEG-MEFTA | 20/0,4 | 100 | | 0,36 | 1,8 | 4,5 | ' 620 |
| TM -100/20 | NVS | 20/0,4 | 100 | | 0,42 | 2,12 | 6,65 | 1235 |
| TNOSI100/20 | AEG-MEFTA | 20/0,4 | 100 | | 0,26 | 1,75 | 4,5 | 585 |
| TKNF | NVS | 20/0,4 | 100 | | 0,36 | 1,65 | 4,5 | 692 |

Piezīme. Transformatoru, tukšgaitas strāvu Itg, % orientējoši var pieņemt 2.. .3% robežās

P.4.7. tabula

**Komplektās kompensējošās ietaises Varset Classic**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nomināla reaktīvā**  **jauda,**  **kVAr** | **Pakāpes skaits** x  **pakāpes jauda,**  **kVAr** | **Nomināla reaktīvā**  **jauda,**  **kVAr** | **Pakāpes skaits** x  **pakāpes jauda,**  **kVAr** | **Nomināla reaktīvā**  **jauda,**  **kVAr** | **Pakāpes skaits** x  **pakāpes jauda,**  **kVAr** | **Nomināla reaktīvā**  **jauda,**  **kVAr** | **Pakāpes skaits** x  **pakāpes jauda,**  **kVAr** |
| 7,5 | 3x2,5 | 65 | 13x5 | 225 | 15x15 | 510 | 17x30 |
| 10 | 4x2,5 | 70 | 7x10 | 240 | 8x30 | 520 | 13x40 |
| 12,5 | 5x2,5 | 75 | 5x15 | 240 | 6x40 | 540 | 9x60 |
| 15 | 3x5 | 80 | 4x20 | 270 | 18x15 | 570 | 19x30 |
| 17,5 | 7x2,5 | 90 | 6x15 | 270 | 9x30 | 600 | 15x40 |
| 20 | 4x5 | 90 | 9x10 | 280 | 7x40 | 600 | 10x60 |
| 22,5 | 3x7,5 | 100 | 5x20 | 300 | 5x60 | 660 | 11х60 |
| 25 | 5x5 | 105 | 7x15 | 300 | 10x30 | 720 | 12x60 |
| 27,5 | 2,5x11 | 120 | 8х15 | 320 | 8x40 | 780 | 13x60 |
| 30 | 3x10 | 120 | 6x20 | 330 | 11х30 | 840 | 14x60 |
| 30 | 6x5 | 135 | 9x15 | 360 | 12x30 | 900 | 15x60 |
| 35 | 7x5 | 140 | 7x20 | 360 | 9x40 | 960 | 8х 120 |
| 40 | 4x10 | 150 | 10х15 | 390 | 13x30 | 960 | 16x60 |
| 40 | 8x5 | 160 | 8x20 | 400 | 10x40 | 1020 | 17x60 |
| 45 | 3x15 | 165 | 11x15 | 420 | 7x60 | 1080 | 18x60 |
| 45 | 9x5 | 180 | 9x20 | 420 | 14x30 | 1080 | 9х 120 |
| 50 | 5x10 | 195 | 13х15 | 450 | 15x30 | 1140 | 19x60 |
| 55 | 11x5 | 200 | 5x40 | 480 | 8x60 | 1200 | 20x60 |
| 60 | 6x10 | 210 | 14x15 | 480 | 12x40 | 1200 | 10x120 |

P.4.8. tabula

**Trīsfāžu asinhrondzinēju dati**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nr.**  **p.k.** | **PN, kW** | **UN,**  **V** | ***ηN*, %** | **cos*φ*N** | ***Ip*/*IN*** | **Nr.**  **p.k** | **PN, kW** | **UN,**  **V** | **ηN, %** | **cos*φ*N** | **Ip/IN** |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** |
| 1 | 0,75 | 380 | 77 | 0,87 | 5,5 | 24 | 15 | 380 | 89 | 0,88 | 7 |
| 2 | 1,5 | 380 | 81 | 0,85 | 6,5 | 25 | 22 | 380 | 90 | 0,9 | 7 |
| 3 | 3 | 380 | 84,5 | 0,88 | 6,5 | 26 | 30 | 380 | 91 | 0,89 | 7 |
| 4 | 5,5 | 380 | 87,5 | 0,91 | 7,5 | 27 | 37 | 380 | 91 | 0,9 | 7 |
| 5 | 11 | 380 | 88 | 0,9 | 7,5 | 28 | 45 | 380 | 92 | 0,9 | 7 |
| 6 | 18,5 | 380 | 88,5 | 0,92 | 7,5 | 29 | 55 | 380 | 92,5 | 0,9 | 7 |
| 7 | 22 | 380 | 88,5 | 0,91 | 7,5 | 30 | 75 | 380 | 93 | 0,9 | 7 |
| 8 | 30 | 380 | 90,5 | 0,9 | 7,5 | 31 | 90 | 380 | 93 | 0,91 | 7 |
| 9 | 37 | 380 | 90 | 0,89 | 7,5 | 32 | 110 | 380 | 92,5 | 0,9 | 7 |
| 10 | 45 | 380 | 91 | 0,9 | 7,5 | 33 | 132 | 380 | 93 | 0,9 | 6,5 |
| 11 | 55 | 380 | 91 | 0,92 | 7,5 | 34 | 160 | 380 | 93,5 | 0,91 | 7 |
| 12 | 75 | 380 | 91 | 0,89 | 7,5 | 35 | 200 | 380 | 94 | 0,92 | 7 |
| 13 | 90 | 380 | 92 | 0,9 | 7,5 | 36 | 250 | 380 | 94,5 | 0,92 | 7 |
| 14 | 110 | 380 | 91 | 0,89 | 7,5 | 37 | 315 | 380 | 94,5 | 0,92 | 7 |
| 15 | 132 | 380 | 91,5 | 0,89 | 7 | 38 | 0,25 | 380 | 59 | 0,62 | 4 |
| 16 | 160 | 380 | 92 | 0,9 | 7 | 39 | 0,55 | 380 | 67,5 | 0,71 | 4 |
| 17 | 200 | 380 | 92,5 | 0,9 | 7 | 40 | 0,75 | 380 | 69 | 0,74 | 4 |
| 18 | 250 | 380 | 92,5 | 0,9 | 4,5 | 41 | 1,5 | 380 | 75 | 0,74 | 5,5 |
| 19 | 0,55 | 380 | 70,5 | 0,7 | 5 | 42 | 3 | 380 | 81 | 0,76 | 6 |
| 20 | 1,1 | 380 | 75 | 0,81 | 6 | 43 | 4 | 380 | 82 | 0,81 | 6 |
| 21 | 2,2 | 380 | 80 | 0,83 | 6 | 44 | 5,5 | 380 | 85 | 0,8 | 7 |
| 22 | 4 | 380 | 84 | 0,84 | 7,5 | 45 | 11 | 380 | 86 | 0,86 | 6 |
| 23 | 7,5 | 380 | 87,5 | 0,86 | 7 | 46 | 18,5 | 380 | 88 | 0,87 | 6 |
| 47 | 30 | 380 | 90,5 | 0,9 | 6,5 | 59 | 37 | 380 | 90 | 0,83 | 6 |
| 48 | 55 | 380 | 92 | 0,88 | 7 | 60 | 55 | 380 | 92 | 0,84 | 6,5 |
| 49 | 90 | 380 | 92,5 | 0,89 | 7 | 61 | 90 | 380 | 93 | 0,85 | 6,5 |
| 50 | 110 | 380 | 93 | 0,9 | 7 | 62 | 132 | 380 | 93,5 | 0,85 | 6,5 |
| 51 | 160 | 380 | 93,5 | 0,9 | 7 | 63 | 160 | 380 | 93,5 | 0,85 | 6,5 |
| 52 | 200 | 380 | 94 | 0,9 | 7 | 64 | 30 | 380 | 88 | 0,81 | 6 |
| 53 | 1,1 | 380 | 70 | 0,68 | 3,5 | 65 | 45 | 380 | 91,5 | 0,78 | 6 |
| 54 | 2,2 | 380 | 76,5 | 0,71 | 6 | 66 | 75 | 380 | 92 | 0,8 | 6 |
| 55 | 4 | 380 | 83 | 0,7 | 6 | 67 | 110 | 380 | 93 | 0,83 | 6 |
| 56 | 7,5 | 380 | 86 | 0,75 | 6 | 68 | 22 | 380 | 88 | 0,88 | 7 |
| 57 | 15 | 380 | 87 | 0,82 | 6 | 69 | 45 | 380 | 91 | 0,91 | 7 |
| 58 | 22 | 380 | 88,5 | 0,84 | 6 | 70 | 90 | 380 | 92 | 0,88 | 7 |

Piezīme: dzinēja palaides un aparātu novietojuma apstākļi tiek doti uzdevuma no­sacījumos. Ip/IN — palaides strāvas attiecība.

**LITERATŪRAS SARAKSTS**

1. Arājs R., Staltmanis I. Elektriskie sadales tīkli. — R.: Liesma, 1973. - 313 lpp.
2. Arājs R., Staltmanis I. Elektroiekārtas un to ekspluatācija. — R.: Liesma, 1977. — 258 lpp.
3. Baltiņš A.Lauksaimniecības elektroapgāde. — R.: Zvaigzne, 1982. — 365 lpp.
4. Baltiņš A., Kanbergs A., Miesniece S. Zemsprieguma elektriskie aparāti. – R.: Jumava, 2003. – 331 lpp.
5. Barkāns J. Kā taupīt enerģiju un saudzēt vidi. – R.: Bota, 1997. -369 lpp.
6. Darba aizsardzības rokasgrāmata. 1. d. Patērētāju elektroiekārtu tehniskas ekspluatācijas noteikumi un patērētāju elektroiekārtu ekspluatācijas drošības tehnikas noteikumi. — R.: Liesma, 1977. — 374 lpp.
7. Elektroietaisēs lietojamo elektroaizsardzības līdzekļu izmantošana un pārbaude 1. 2.daļa. LEK 056-1, 2003. – 24 lpp.
8. Elektroietaisēs lietojamo elektroaizsardzības līdzekļu izmantošana un pārbaude 2.daļa. LEK 056-2, 2003. – 28 lpp.
9. Elektrostaciju, tīklu un lietotāju elektroietaišu tehniskā ekspluatācija. – R.: LEK 002, 2000. – 224 lpp.
10. Energoapgāde /Gerharda J. red.. – R.: Zvaigzne, 1989. — 329 lpp.
11. Vispārīgās elektrotehnikas uzdevumu krājums /Pantjušina V. red. – R.: Zvaigzne, 1970. – 338 lpp.
12. Schneider Electric produkcijas katalogs. Zemsprieguma iekārtas. R.: 2004. – 80 lpp.
13. Timmermanis K., Rozenkrons J. Elektrisko staciju un apakšstaciju elektriskā daļa. R.: Zvaigzne, 1988. – 421 lpp.
14. ABB Kabeldon cable accessories 1-420 kV. 2005. - [www.abb.se/kabeldon](http://www.abb.se/kabeldon).
15. ABB control gear. - [www.abb.com/lowvoltage](http://www.abb.com/lowvoltage).
16. ABB circuit breakers. Technical catalog. - www.abb.com.
17. Bussmann low voltage high speed fuses. – [www.cooperbussmann.com/ product](http://www.cooperbussmann.com/%20product).
18. Gewiss technical catalogue. – www.gewiss.com.
19. Guide to protection by residual current devices. – Legrand SNC, 1998.
20. Helukabel catalog. – [www.helukabel.de](http://www.helukabel.de).
21. Lovato Electric General Catalogue 2003-2004. – [www.lovatoelectric.com](http://www.lovatoelectric.com).
22. Moeller technical catalogue 2004. – www.moeller.com.

23. Справочник по проектированию электрических сетей и электрооборудования /Под ред. Ю.Г. Барыбина, Л.Е.Федорова, М.Г.Зименкова, А.Г.Смирнова. — М.: Энергоатомиздат, 1991.—464 с.

24. Мельников Н.А. Электрические сети и системы. — М.: Энергия, 1975. — 464 с.

25. Радкевич В. Н. Проектирование систем электроснабжения. – Минск: НПООО «ПИОН», 2001. – 287 c.

26. Шеховцов В.П. Расчет и проектирование схем электроснабжения. Методическое пособие для курсового проектирования. - М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2010. - 214 с.

27. Кабышев А.В., Обухов С.Г. Расчет и проектирование систем электроснабжения объектов и установок. – Томск: Изд-во ТПУ, 2006 – 248 с.

28. Конюхова Е. А. Электроснабжение объектов: Учеб. пособие для студ. учреждений сред. проф. образования. - М.: Издательство «Мастерство», 2002. – 320 с.

29. Абрамова Е.Я., Алешина С.К., Чиндяскин В.И. Расчет понизительной подстанции в системах электроснабжения: Учебное пособие по курсовому и дипломному проектированию. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2004. - 91 с.

30. Ус А.Г., Евминов Л.И. Электроснабжение промышленных предприятий и гражданских зданий : Учебное пособие. – Мн.:НПООО «ПИОН», 2002. - 457 с.

31. Александров Г.Н. Молния и молниезащита. - М. : Наука, 2008. - 274 с.

32. Маньков В. Д., Заграничный С. Ф. Защитное заземление и защитное зануление электроустановок: Справочник. — СПб.: Политехника, 2005. — 400 с.

33. Рекус Г.Г., Белоусов А.И. Сборник задач и упражнений по электротехнике и основам электроники. – М.: Высшая школа, 2001. – 416 с.

34. Харечко В.Н. Электроустановки индивидуальных жилых домов. Справочник. — М.: ЗАО «Энергосервис», 2004. — 496 стр.

35. Киреева Э.А., Гусев Л.В., Харитон А.Г., Чохонелидзе А.Н., Цырук С.А. Справочник электрика. – М.: Колос, 2007. — 464 с.

36. Цигельман И. Е. Электроснабжение гражданских зданий и коммунальных предприятий. – М.: Высшая школа. 1988.­ – 319 с.

37. Каталог Moeller 2004. Инсталляционные приборы и распределительные щиты. – [www.moeller.ru](http://www.moeller.ru).

38. Каталог National Electric. – [www.nationalelectric.ru](http://www.nationalelectric.ru).