

Сәулет, қала құрылысы және құрылыс  
саласындағы мемлекеттік нормативтер  
**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ЕРЕЖЕЛЕР ЖИНАҒЫ**

---

Государственные нормативы в области  
архитектуры, градостроительства и строительства  
**СВОД ПРАВИЛ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

**ӨНЕРКӘСІПТІК КӘСІПОРЫНДАРДЫ  
ЭЛЕКТРМЕН ЖАБДЫҚТАУДЫ ЖОБАЛАУ**

---

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ  
ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

**ҚР ЕЖ 4.04-108-2014  
СП РК 4.04-108-2014**

Ресми басылым  
Издание официальное

Қазақстан Республикасы Ұлттық экономика министрлігінің  
Құрылыс, тұрғын үй-коммуналдық шаруашылық істері және жер  
ресурстарын басқару комитеті

Комитет по делам строительства, жилищно-коммунального  
хозяйства и управления земельными ресурсами Министерства  
национальной экономики Республики Казахстан

Астана 2015ДЫ

## АЛҒЫ СӨЗ

- 1 **ӘЗІРЛЕГЕН:** ҚазҚСҒЗИ» АҚ, «Сюрвейный центр» ЖШС
- 2 **ҰСЫНҒАН:** Қазақстан Республикасы Ұлттық экономика министрлігінің Құрылыс, тұрғын үй-коммуналдық шаруашылық істері және жер ресурстарын басқару комитетінің Техникалық реттеу және нормалау басқармасы
- 3 **БЕКІТІЛГЕН ЖӘНЕ ҚОЛДАНЫСҚА ЕНГІЗІЛГЕН:** Қазақстан Республикасы Ұлттық экономика министрлігі Құрылыс, тұрғын үй-коммуналдық шаруашылық істері және жер ресурстарын басқару комитетінің 2014 жылғы 29-желтоқсандағы № 156-НҚ бұйрығымен 2015 жылғы 1-шілдеден бастап

## ПРЕДИСЛОВИЕ

- 1 **РАЗРАБОТАН:** АО «КазНИИСА», ТОО «Сюрвейный центр»
- 2 **ПРЕДСТАВЛЕН:** Управлением технического регулирования и нормирования Комитета по делам строительства, жилищно-коммунального хозяйства и управления земельными ресурсами Министерства национальной экономики Республики Казахстан
- 3 **УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ:** Приказом Комитета по делам строительства, жилищно-коммунального хозяйства и управления земельными ресурсами Министерства национальной экономики Республики Казахстан от «29» декабря 2014 года № 156-НҚ с 1 июля 2015 года

Осы мемлекеттік нормативті Қазақстан Республикасының сәулет, қала құрылысы және құрылыс істері жөніндегі уәкілетті мемлекеттік органының рұқсатысыз ресми басылым ретінде толық немесе ішінара қайта басуға, көбейтуге және таратуға болмайды

Настоящий государственный норматив не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения уполномоченного государственного органа по делам архитектуры, градостроительства и строительства Республики Казахстан

## МАЗМҰНЫ

|                                                                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| КІРІСПЕ.....                                                                                                      | IV |
| 1 ҚОЛДАНУ САЛАСЫ.....                                                                                             | 1  |
| 2 НОРМАТИВТІК СІЛТЕМЕЛЕР.....                                                                                     | 1  |
| 3 ТЕРМИНДЕР, АНЫҚТАМАЛАР МЕН ҚЫСҚАРТУЛАР .....                                                                    | 2  |
| 4 ӨНЕРКӘСІПТІК КӘСІПОРЫНДАРДЫ ЭЛЕКТР ЖАБДЫҚТАУДЫ<br>ЖОБАЛАУДЫ ҰЙЫМДАСТЫРУ .....                                   | 3  |
| 5 КЕРНЕУІ 1 КВ ЖОҒАРЫ ЭЛЕКТРМЕН ЖАБДЫҚТАУ СХЕМАЛАРЫН<br>ЖОБАЛАУ КЕЗІНДЕ СХЕМАЛАРҒА ҚОЙЫЛАТЫН ЖАЛПЫ ЕРЕЖЕЛЕР ..... | 3  |
| 6 СЫРТҚЫ ЖӘНЕ ІШКІ ЭЛЕКТРМЕН ЖАБДЫҚТАУ ЖҮЙЕЛЕРІ ҮШІН<br>НОМИНАЛДЫ КЕРНЕУДІ ТАҢДАУ.....                            | 5  |
| 7 ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯНЫ БӨЛУ СХЕМАЛАРЫ. ҚОСАЛҚЫ СТАНЦИЯЛАР .....                                                       | 6  |
| 7.1 Электр энергиясын бөлу желілері. 110 - 500 кВ қосалқы станциялар.....                                         | 6  |
| 7.2 Электр энергияны бөлу желілері. 35 кВ қосалқы станциялар.....                                                 | 10 |
| 7.3 Электр энергияны бөлу желілері. 6 кВ және 10 кВ қосалқы станциялар.....                                       | 11 |
| 7.4 Электр энергиясын бөлу желілері. Цехтік трансформаторлық қосалқы<br>станциялар.....                           | 15 |
| 7.5 1 кВ дейін электр энергиясын бөлу желілері .....                                                              | 19 |
| 8 ЭЛЕКТР ЖҮКТЕМЕЛЕР МЕН ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯСЫНЫҢ ШЫҒЫНДАРЫН<br>АНЫҚТАУ .....                                           | 20 |
| 9 ҚЫСҚА ТҰЙЫҚТАЛУ ТОҚТАРЫН ЕСЕПТЕУЛЕР .....                                                                       | 23 |
| 10 ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯСЫНЫҢ САПАСЫ .....                                                                               | 26 |
| 11 РЕАКТИВТІ ҚУАТТЫ ҚАРЫМТАЛАУ .....                                                                              | 28 |
| 12 БАСҚАРУ, ӨЛШЕУ, СИГНАЛИЗАЦИЯ, АПАТҚА ҚАРСЫ АВТОМАТИКА,<br>ОПЕРАТИВТІ ТОК.....                                  | 32 |
| 13 ЭЛЕКТР ЖЕЛІЛЕРДІ ЦЕХТАН ТЫС ТАРТУ .....                                                                        | 36 |
| 14 ҚОСЫМША ИМАРАТТАР .....                                                                                        | 40 |
| 14.1 Май шаруашылығы.....                                                                                         | 40 |
| 14.2 Жүк көтеретін құрылғы.....                                                                                   | 42 |
| 14.3 Желілер цехі және қосалқы станция .....                                                                      | 43 |
| БИБЛИОГРАФИЯ .....                                                                                                | 45 |

## **КІРІСПЕ**

«Өнеркәсіптік кәсіпорындардың электрмен жабдықталуын жобалау» Қазақстан Республикасының осы ережелер жинағы мынадай техникалық регламенттер ережелерінің негізінде әзірленген:

- Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2010 жылдың 17 қарашасындағы № 1202 Қаулысымен бекітілген, «Ғимараттар мен құрылыстардың, құрылыс материалдары мен бұйымдардың қауіпсіздігіне қойылатын талаптар» техникалық регламенті;

- Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2009 жылдың 16 қаңтарындағы № 14 Қаулысымен бекітілген, «Өрт қауіпсіздігіне қойылатын жалпы талаптар» техникалық регламенті;

- Қазақстан Республикасының құрылыс нормалары мен қолданыстағы нормативтік техникалық құжаттары.

Осы құрылыс нормаларын әзірлеу кезінде объектілер қатарын жобалау, салу және пайдалану жөніндегі отандық және шетелдік нормативтік-әдістемелік материалдар зерттелініп, талданды.

Ережелер жинағында Қазақстан Республикасының «Өнеркәсіп кәсіпорындарын электрмен жабдықтауды жобалау» атты құрылыс нормалары талаптарының орындалуын қамтамасыз ететін, қолайлы шешімдер мен параметрлер келтірілген.

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ЕРЕЖЕЛЕР ЖИНАҒЫ**  
**СВОД ПРАВИЛ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

---

**ӨНЕРКӘСІПТІК КӘСІПОРЫНДАРДЫ ЭЛЕКТРМЕН ЖАБДЫҚТАУДЫ**  
**ЖОБАЛАУ**  
**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ**  
**ПРЕДПРИЯТИЙ**

---

Енгізілген күні - 2015-07-01

**1 ҚОЛДАНУ САЛАСЫ**

1.1 Осы ережелер жинағы (бұдан әрі мәтін бойынша – Ережелер) меншік және ведомстволық тиесілілік түріне тәуелсіз қайта салынатын, кеңейтілетін және реконструкцияланатын өнеркәсіптік кәсіпорындарды электрмен жабдықтауды жобалауға қолданылады, сонымен қатар жұмыстардың орындалу қауіпсіздігін қамтамасыз ететін бірыңғай ережелерді белгілейді.

1.2 Осы ережелердің қағидалары кернеуді, электр энергиямен коректендіру, бөлу және канализация тәсілдері схемаларын, қосалқы станциялар мен бөлгіш пункттердің электр жалғаулары схемаларын таңдау, электр жабдықты, релелік қорғанышты, автоматиканы және телемеханиканы таңдау; электр энергиясының сапасы, электр энергиясын есепке алу және өлшеу; өнеркәсіптік кәсіпорындарды электрмен жабдықтау жүйелерінің қосалқы құрылыстары сауалдарын қамтиды.

**2 НОРМАТИВТІК СІЛТЕМЕЛЕР**

Осы ережелерді қолдану үшін келесі сілтемелік нормативтік құжаттар қажет:

Қазақстан Республикасы Президентінің 2007 жылғы 15 мамырдағы № 251-ІІІ ЗРК Жарлығымен бекітілген Қазақстан Республикасының Еңбек кодексі.

ҚР ҚН 4.04-08-2014 Өнеркәсіптік кәсіпорындарды электрмен жабдықтауды жобалау.

МЕМСТ 13109-97 Электр энергиясы. Электромагнитті техникалық құралдардың үйлесімділігі. Жалпы арнаудағы электрмен жабдықтау жүйелеріндегі электр энергиясының сапа нормалары.

МЕМСТ 14209-85. Жалпы арнаудағы күшті майлы трансформаторлар. Рұқсат етілген жүктемелер.

МЕМСТ 14255-69 1000 В дейінгі кернеуге арналған электр аппараттар. Жабындар. Қорғау дәрежесі.

МЕМСТ 27514-87 Электр қондырғыларындағы қысқа тұйықталулар. Кернеуі 1 кВ жоғары айнымалы тоқ электр қондырғыларындағы есептеу әдістері.

МЕМСТ 28249-93 Электр қондырғыларындағы қысқа тұйықталулар. Кернеуі 1 кВ дейін айнымалы тоқ электр қондырғыларындағы есептеу әдістері.

МЕМСТ 29176-91 Электр қондырғыларындағы қысқа тұйықталулар. Тұрақты ток электр қондырғыларындағы есептеу әдістемесі.

МЕМСТ 30323-95 Электр қондырғыларындағы қысқа тұйықталулар. Қысқа тұйықталу тоғының электродинамикалық және термиялық әсерін есептеу әдістері.

БҚ 34.20.179. 6-35 кВ электр желілерінде жерге тұйықталатын сыйымды токтың орнын толтыру жөніндегі типтік нұсқаулықтар.

Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2013 жылғы 10 шілдедегі №713 Қаулысымен бекітілген «Электр энергиясын пайдалану қағидалары».

Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2012 жылғы 24 қазандағы №1354 Қаулысымен бекітілген «Тұтынушылардың электр қондырғыларын техникалық пайдалану қағидалары».

Қазақстан Республикасының Үкіметінің 2012 жылдың 24 қазанындағы №1355 Қаулысымен бекітілген «Электр қондырғыларын орнату қағидалары».

Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2012 жылғы 29 қарашадағы №1509 Қаулысымен бекітілген «Электр қондырғыларын пайдалану кезіндегі қауіпсіздік техникасы қағидалары».

КСРО ЭнергоМин 17.05.91 жылғы №21 бекітілген «Жоғары кернеуі 35-750 кВ айнымалы токтың қосалқы станцияларын технологиялық жобалау нормалары».

Ескертпе – Осы мемлекеттік нормативті қолданған кезде сілтеме жасалатын құжаттардың әрекетін жыл сайын ағымдағы жыл жағдайына құрастырылатын ақпараттық «Қазақстан Республикасы аумағында қолданыстағы архитектура, қала құрылысы және құрылыс салаларындағы нормативтік құқықтық және нормативтік-техникалық актілердің тізімі», «Қазақстан Республикасының стандарттау жөніндегі нормативтік құжаттар көрсеткіші» және «Мемлекетаралық нормативтік құжаттар көрсеткіші» бойынша тексерген жөн.

Егер сілтеме жасалатын құжат ауыстырылған (өзгертілген) болса, онда осы нормативті қолданған кезде ауыстырылған (өзгертілген) құжатты басшылыққа алу қажет.

Егер сілтеме жасалатын құжат ауыстырылмай өзгертілген болса, онда оған сілтеме берілген ереже осы сілтемені қозғамайтын бөлімде қолданылады.

### **3 ТЕРМИНДЕР, АНЫҚТАМАЛАР МЕН ҚЫСҚАРТУЛАР**

3.1 Осы ережелерде ҚР ҚН 4.04-08 сәйкес терминдер мен анықтамалар қолданылды:

3.2 Осы ережелерде келесі қысқартулар қолданылады:

3.2.1 **ӘЖ:** Әуе желісі.

3.2.2 **БТҚС:** Басты төмендеткіш қосалқы станция.

3.2.3 **ҚТ:** Қысқа тұйықталу.

3.2.4 **РҚӨ:** Реактивті қуат өтемі.

3.2.5 **БКЖТҚС:** Бетон корпустағы жиынтықты трансформаторлық қосалқы станциялар.

3.2.6 **ЖКҚС:** Жақындатылған кірме қосалқы станциясы.

3.2.7 **БҚС:** Бөлгіш қосалқы станция.

3.2.8 **БК:** Бөлгіш құрылғы.

3.2.9 **ТҚС:** Трансформаторлық қосалқы станция.

3.2.10 **ТБҚС:** Торапты бөлгіш қосалқы станциялар.

**3.2.11 ОБҚС:** Орталық бөлгіш қосалқы станция.

**3.2.12 ЭҚ:** Электр қабылдағыш.

#### **4 ӨНЕРКӘСІПТІК КӘСІПОРЫНДАРДЫ ЭЛЕКТР ЖАБДЫҚТАУЫН ЖОБАЛАУДЫ ҰЙЫМДАСТЫРУ**

4.1 Электрмен жабдықтауды жобалау кезінде өнеркәсіптік кәсіпорын (объекті) электр қуатының үздіксіздігін және сақтық қорда сақтауды ескере отырып, негізгі көздерді, жұмысшы кернеулерді таңдау ҚР ҚН 4.04-08, «Электр қондырғыларын орнату қағидалары», «Тұтынушылардың электр қондырғыларын техникалық пайдалану қағидалары», «Электр қондырғыларын пайдалану кезіндегі қауіпсіздік техникасы қағидалары» және «Электр энергиясын пайдалану қағидаларының» ережелеріне сәйкес орындалады.

4.2 Осы ережелерде ҚР ҚН 4.04-08 сәйкес өнеркәсіптік кәсіпорындар қуатты тұтыну деңгейі бойынша шартты түрде кернеуі 1 кВ жоғары желілерден электр энергиясымен жабдықталатын ірі, шағын, кіші өнеркәсіптік кәсіпорындарға және кернеуі 1 кВ дейін электр энергиясын алатын кәсіпорындарға бөлінеді.

4.3 ҚР ҚН 4.04-08 және «Электр қондырғыларын орнату қағидаларына» талаптарына сәйкес электрмен жабдықта схемаларын құрған кезде кейбір өнеркәсіптік кәсіпорындарға тән бір қатар ерекше факторларды, атап айтқанда жауапты электр қабылдағыштардың болуын, ортасы ластанған аймақтарды, сызықты емес сипаттамалары бар электр қабылдағыштарды, жарылу-өрт техникалық сипаттамаларды және т.б. ескеру керек.

4.4. Сонымен қатар ҚР ҚН 4.04-08 және «Қазақстан Республикасы Еңбек Кодексінің» талаптарына сәйкес өнеркәсіптік кәсіпорынның электрмен жабдықталуын жобалау кезінде құрылыс-монтаж жұмыстарын орындау және кейінгі қызмет көрсету кезіндегі қауіпсіздік және еңбек қорғау талаптарын ескеру керек.

#### **5 КЕРНЕУІ 1 КВ ЖОҒАРЫ ЭЛЕКТРМЕН ЖАБДЫҚТАУ СХЕМАЛАРЫН ЖОБАЛАУ КЕЗІНДЕ СХЕМАЛАРҒА ҚОЙЫЛАТЫН ЖАЛПЫ ЕРЕЖЕЛЕР**

5.1 Кернеуі 1 кВ жоғары энергия жүйесінен қоректену ҚР ҚН 4.04-08 талаптарына сәйкес өнеркәсіптік кәсіпорынның (объектінің) бір немесе бірнеше электр энергиясын қабылдау пункттеріне (БҚС, ОБҚС, БТҚС және т.б.) жүргізілуі мүмкін.

5.2 Жобалау кезінде қабылдау пункттерінің саны мен түрі өнеркәсіптік кәсіпорынның тұтынатын қуатына және оның аумағы бойынша электр жүктемелерін бөлуге тәуелді және кәсіпорынның жеке-жеке әр объектісін электрмен жабдықтау сенімділігіне қойылатын талаптарға тәуелді анықталады. Жүктемелерді салыстырмалы шағын орналастырған кезде және электрмен жабдықтаудың сенімділігіне қойылатын ерекше талаптар болған жағдайда электр энергиясы бір қосалқы станцияға немесе бір бөлгіш пунктке жүргізілуі мүмкін.

5.3 Кәсіпорында тоқтаусыз қуатқа қойылатын жоғары талаптары бар, бірнеше оқшауланған, қуаты жеткілікті электр қабылдағыштар топтары болған жағдайда екі немесе одан көп қабылдағыш пункттер қолданылады. Оларды қолдану экономикалық

тұрғыдан негізделуі және өнеркәсіптік кәсіпорындарды электрмен жабдықтауды жобалаудың техникалық тапсырмасына қосылуы тиіс.

5.4 Өнеркәсіптік кәсіпорын қуат көзінен үлкен қашықтықта (бірнеше километрге) және тұтынушылардың қуатын толығымен қамтамасыз ететін 6 кВ немесе 10 кВ желінің өткізгіштік қабілетінен қашықтықта болса, онда цехтік қосалқы станциялар және жоғары вольтты электр қабылдағыштар арасында бөлінетін бөлгіш қосалқы станцияларға жіберіледі.

5.5 Жүктеменің толық қуаты 30 мВА артық, қашықтықтағы қуат көздері бар кәсіпорындар үшін жоғары кернеуі 35 кВ және одан жоғары төмендетуші қосалқы станцияларды қарастыру қажет.

5.6 Тұтынатын қуаты 40 мВА және одан жоғары ірі өнеркәсіптік нысандарды электрмен жабдықтауды жобалау кезінде ҚР ҚН 4.04-08 ережелеріне сәйкес электрмен жабдықтауды 35 кВ немесе 220 кВ желілері трансформация сатыларының минималды саны бар тұтынушылардың электр қондырғыларына максималды жуықталатын терең кірмелер көмегімен жүзеге асырған орынды. Терең кірмелер жақын жатқан аумақта немесе кәсіпорын аумағында арнайы бөлінген дәліздер бойынша орындалады.

5.7 ҚР ҚН 4.04-08 ережелеріне сәйкес:

- БТҚС және ЖКҚС бірдей қуатты екі төмендетуші трансформатор орнатылады, бұл қосалқы станцияның схемасын және конструкциясын жеңілдетеді және электр энергиясы тұтынушыларын электрмен сенімді жабдықтауды қамтамасыз етеді;

- бір трансформаторлы БТҚС және ЖКҚС көршілес қуат көздерінен екіншілік кернеу желісі бойынша апаттан кейінгі режимде бірінші санатты электр қабылдағыштар қуатын қамтамасыз етудің жеке жағдайларында қолдануға жол беріледі. Электрмен жабдықтау жүйелерінде қуат көздерінен бастап трансформаторлық қосалқы станцияның 1 кВ дейінгі шиналарына дейін жүйенің барлық буындарын, кейде цехтік төмен вольтты бөлгіш қосалқы станцияларды терең секциялауды қолдану ұсынылады.

5.8 ҚТ токтарын төмендету, коммутация схемаларын жеңілдету және электрмен жабдықтау жүйелерін тұрғызу кезінде релелік қорғау үшін әдетте желілер мен трансформаторлардың бөлек жұмыстарын қарастырады.

Электрмен жабдықтау жүйесінің параллель жұмысы келесі жағдайларда ұсынылады:

- бөлек жұмыс кезінде электр қозғалтқыштардың сәтті өздігінен қосылуы үшін қуатты қалпына келтірудің талап етілетін тез әрекетін қамтамасыз ету мүмкін болмаған кезде;

- қосалқы станция секцияларын әртүрлі көздерден қоректенетін кезде резервті автоматты қосу құрылғысының жұмысы кезінде олардың синхронды емес қосылуы мүмкін;

- электр энергиясы сапасының талап етілетін көрсеткіштерін қамтамасыз ету үшін күрт, айнымалы және соққы жүктемелерін қоректендіру кезінде.

5.9 Электрмен жабдықтау схемаларында ҚР ҚН 4.04-08 сәйкес әдеттегідей арнайы резервтік, қалыпты жұмыс істемейтін желілер және трансформаторлар қарастырылмауы тиіс. Жобада резервтік, қалыпты жұмыс істемейтін желілер мен трансформаторларды қолдануды жобада негіздеу қажет.

## **6 СЫРТҚЫ ЖӘНЕ ІШКІ ЭЛЕКТРМЕН ЖАБДЫҚТАУ ЖҮЙЕЛЕРІ ҮШІН НОМИНАЛДЫ КЕРНЕУДІ ТАҢДАУ**

6.1 Сыртқы және ішкі электрмен жабдықтау жүйелері үшін номиналды кернеуді таңдау ҚР ҚН 4.04-08, «Электр қондырғыларды орнату қағидалары» ережелеріне және жалпы өнеркәсіптік кәсіпорындарды электрмен жабдықтауға техникалық тапсырмаға сәйкес жүргізіледі. Аталған деректер негізінде өнеркәсіптік нысанды электрмен жабдықтау жүйесінің үнемділігін есептеу жүргізіледі. Сыртқы және ішкі электрмен жабдықтау жүйелерін кернеулерімен жобалауға аталған техникалық тапсырмаға сәйкес капиталдық салымдардың мөлшері, электр энергия шығыны, түсті металдар шығымы, пайдаланудың жылдың шығындары және басқа техникалық, пайдалану және экономикалық көрсеткіштер анықталады.

6.2 Электр энергияны екі және одан артық кернеулер кезінде қуат көзінен алу мүмкіндігі болған жағдайда олардың ішінен таңдауды келтірілген шығындар бойынша нұсқаларды салыстыру негізінде жүзеге асыру орынды. Бірдей келтірілген шығындар кезінде немесе кернеуі төмен нұсқаның аз артықшылығы (10 % дейін) кезінде басымдылықты ең жоғары кернеуге беру қажет.

Бірқатар жағдайларда электрмен жабдықтау жүйесінің кернеуін таңдау қуат көзінің кернеуімен алдын ала анықталады. Осылай, мысалы, қоректендіретін желінің 10 кВ кернеуі кезінде ішкі электрмен жабдықтау жүйесі үшін негізделмеген есептеулерсіз кернеуді таңдай орынды.

6.3 Желінің 6 кВ немесе 10 кВ кернеуі әдетте шағын және орта кәсіпорындардың қоректендіретін және бөлгіш желілерінде, сонымен қатар ірі кәсіпорындардың электр энергиясын бөлудің екінші және кейінгі сатыларында қолданылады. Электрмен жабдықтаудың зауытшілік жүйесі үшін негізгі ретінде 10 кВ номиналды кернеуді қолдану қажет. Бұл жағдайда кернеуі 6 кВ электр қозғалтқыштар қуатын келесі тәсілдермен жүзеге асырылуы мүмкін:

- егер 6 кВ немесе в 10 кВ кернеудегі жүктемелер шамамен бірдей болса, 6,3 кВ немесе 10,5 кВ с тарамдалған екіншілік орамалары бар трансформаторлардан;
- 10/6,3 кВ жеке аралық қосалқы станциялардан – салыстырмалы аз бірлік қуаты бар жоғары вольтты электр қозғалтқыштардың елеулі санын қоректендірген кезде;
- трансформатор блогының схемасы бойынша – қозғалтқыш, 6 кВ елеулі қуаттағы кернеуді қолданатын қозғалтқыштың саны үлкен емес және олар бір-бірінен оқшаулана орналасқан жағдайда.

6.4 Барлық бөлгіш желілер үшін 6 кВ кернеуді ерекше жағдайларда және тиісті негіздемелер негізінде қолдану ұсынылады. Негіздемесі жобаланатын нысанда 6 кВ электр қабылдағыштардың басымдылығы немесе электр қабылдағыштардың басым бөлігін зауыттық жылу электр централының 6,3 кВ желісінен шиналардан қоректендірген жағдай болуы мүмкін.

6.5 35 кВ кернеу 10 МВА артық емес жіберілетін қуат кезінде экономикалық тұрғыдан орынды болуы мүмкін. Бұл кернеу кәсіпорынның аумағы бойынша жақындатылған кірмелер көмегімен электр энергиясын бөлген кезде, сонымен қатар қуатты электр қабылдағыштарды қоректендіру үшін қолданылуы мүмкін.

6.6 Тұтынатын қуатын 10 МВА бастап 150 МВА дейінгі ірі кәсіпорындардың сыртқы электрмен жабдықтау жүйелері үшін 110 кВ кернеуді қолдану орынды, ал тұтынатын қуаты 120 МВА артық кәсіпорындар үшін 220 кВ кернеуді қолдануға болады.

## **7 ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯНЫ БӨЛУ СХЕМАЛАРЫ. ҚОСАЛҚЫ СТАНЦИЯЛАР**

### **7.1 Электр энергиясын бөлу желілері. 110 - 500 кВ қосалқы станциялар**

7.1.1 Қабылдау пунктінiң саны және түрі (энергия жүйесі желісінен электр энергиясын қабылдау пунктi) кәсіпорынның электр жүктемесінің мәніне және аумақтық орналасуына, электрмен жабдықтаудың сенімділігіне, кәсіпорындар құрылысының кезектілігіне, энергия жүйесінің желісіне қосу шарттарына тәуелді анықталады.

Кәсіпорында жобалаудың техникалық тапсырмасында және өндіріс шарттарына анықталған жағдайлардан өзге кезде екіден артық қабылдау пункттерін салу ұсынылмайды.

7.1.2 Электр энергияның екі қабылдағыш пункттері бар электрмен жабдықтау жүйелерін:

- I санатты электр қабылдағыштар қуатының сенімділігіне жоғары талаптар қойылған кезде;
- кәсіпорын аумағында екі және одан көп оқшауланған (технологиялық және аумақтық) топтар болған кезде;
- екінші кезектің жүктемелерін қоректендіру үшін электр энергияның жеке қабылдау пункттерін салу орынды болған жағдайларда кәсіпорынды сатылай дамытқан кезде;
- екі қабылдағыш пунктті қолдану экономикалық тұрғыдан орынды барлық жағдайларда қолдану керек.

Аталған жағдайларда қабылдағыш пункттерді әдеттегідей кәсіпорынның әр тараптарына аумақты бөлектеу және орналастыру қажет. Бұл жағдайда қабылдағыш пункттердің ластану алауына бір уақытта түсу мүмкіндігін болдырмау қажет.

7.1.3 Кәсіпорынды электрмен жабдықтау жүйесін тұрғызған кезде бұл мүмкін болатын барлық жағдайларда ҚР ҚН 4.04-08 талаптарына сәйкес электр энергиясын бөлудің ең үнемді және сенімді жүйесі ретінде 110 кВ немесе 500 кВ кернеуге жақындатылған кірмелер схемаларын қолдану керек.

7.1.4 Электр жүктемесі ондаған мегаваттты құрайтын кәсіпорындар үшін қабылдағыш пункттер басты төмендетуші қосалқы станциялар (БТҚС), жақындатылған кірмелер қосалқы станциялары (ЖКҚС) болуы мүмкін.

Электр жүктемесі 100 МВт бастап 150 МВт дейінгі және жоғары ірі энергияны көп қажет ететін кәсіпорындар үшін қабылдағыш пункттер ретінде біріншілік кернеуі 220 кВ немесе 500 кВ торапты бөлгіш қосалқы станциялар (ТБҚС) қолданылуы мүмкін. Аталған қабылдау пункттерінің қысқаша сипаттамасы 7.1.5 - 7.1.9 келтірілген.

7.1.5 БТҚС 110 кВ немесе 500 кВ кернеулерде энергия жүйесінен электр энергиясын қабылдауды, оның трансформациясын және 6 кВ немесе 35 кВ кернеулерге бөлуді жүзеге асырады.

БТҚС-ға әдеттегідей қуаты 10 МВА бастап 80 МВА дейінгі төмендетуші трансформаторлар орнатылады.

Энергияны үнемдейтін ұйымның талабы бойынша БТҚС-ға 110 кВ немесе 500 кВ біріншілік кернеуге электр энергиясын бөлу жүзеге асырылуы мүмкін.

БТҚС әдетте егер осыған оқшаулаудың ластану жағдайлары кедергі жасамаса, әуе қоректендіру желілерін жіберу жағынан кәсіпорын шекарасында орналасады.

7.1.6 ЖКҚС 110 кВ немесе 220 кВ кернеулерінде энергия жүйесінен электр энергиясын қабылдайды және БТҚС алуан түрі болып табылады, одан орналасқан орнымен (энергияны көп қажет ететін цех, корпусан тікелей жақындықта) және 110 кВ немесе 220 кВ жағындағы қарапайым схемамен («желі-трансформатор» блогы) ерекшеленеді.

Энергияны көп қажет ететін өндірістерді электрмен жабдықтауды жобалау кезінде барлық жағдайларда 110 кВ немесе 220 кВ ықшамдалған жақындатылған кірмелерді орындау мүмкіндігі қарастырылуы тиіс.

7.1.7 Торапты бөлгіш қосалқы станцияны салу және орналасқан орнының орындылығы бірнеше БТҚС немесе ЖКҚС құрылысы жоспарланған ірі энергияны көп қажет ететін өндірістің құрылысы кезінде энергияны үнемдеуді ұйыммен бірге қарастырылады.

Бұл кезде сонымен қатар торапты бөлгіш қосалқы станциялардан басқа өнеркәсіптік кәсіпорындарды және осы аумақта орналасатын басқа нысандарды қоректендіру мүмкіндігін қарастыру қажет. Аудандық желі схемаларына, жорамалданатын электр жүктемелеріне, басқа жергілікті жағдайларға тәуелді торапты бөлгіш қосалқы станцияда жалғау схемасы анықталады.

Көптеген жағдайларда торапты бөлгіш қосалқы станциялар 220 кВ немесе 500 кВ қоректендіретін кернеулерде электр энергиясын қабылдауды және бөлуді, кейін оны кәсіпорын аумағы бойынша және басқа бөгде тұтынушыларға бөлумен 110 кВ немесе 220 кВ кернеуге қуатты ішінара трансформациялауды жүзеге асырады.

7.1.8 Қоректендіретін желіні, энергия жүйелерін 110 кВ немесе 220 кВ кернеулеген кезде және бірнеше БТҚС немесе ЖКҚС қоректендіру үшін торапты бөлгіш қосалқы станцияны салу орындылығы үшін торапты бөлгіш қосалқы станция қызметтері оның трансформациясысыз 110 кВ немесе 220 кВ кернеулерге қуатты қабылдау және бөлуден тұратын болады.

Торапты бөлгіш қосалқы станциялар бұл жағдайларда негізінен аудандық қосалқы станциялар болып табылады. Электрмен жабдықтау жобасын әзірлеген кезде әдетте мұндай торапты бөлгіш қосалқы станцияларды энергия үнемдейтін ұйымға енгізу туралы шешім қабылданады. Мұндай жағдайларда торапты бөлгіш қосалқы станциялар салынып жатқан кәсіпорындарға жақын, бірақ олардың өнеркәсіптік алаңдардан тыс орналасады.

7.1.9 Торапты бөлгіш қосалқы станция бір кәсіпорынның бірнеше ЖКҚС қоректендіруге арналған жағдайларда оны жақындатылған кірменің 110 кВ немесе 220 кВ бөлгіш қосалқы станциясы ретінде кәсіпорын аумағында орналастыру мүмкіндігі мен орындылығын қарастыру қажет. Кәсіпорынды салудың жоғары тығыздығы кезінде құрылыс жұмыстарының көлемін азайту, алатын аудандарын қысқарту, электрмен жабдықтау сенімділігін арттыру мақсатында 110 кВ немесе 220 кВ жабық бөлгіш

құрылғыларды салу ұсынылады, электгазды оқшаулаумен 110 кВ немесе 220 кВ бөлгіш қосалқы станцияның электр жабдығын қолдану ұсынылады.

Ұқсас торапты бөлгіш қосалқы станцияны қоректендіру әуелік, сондай-ақ кабельдік желілермен жүзеге асырылуы мүмкін. Өнеркәсіптік алаңда орналасқан торапты бөлгіш қосалқы станцияны пайдалануды өнеркәсіптік кәсіпорынның қызметкерлерімен жүзеге асыру қажет.

7.1.10 Өнеркәсіптік кәсіпорындарды кернеуі 110 кВ энергия жүйесі желілерінен қоректендірген кезде қабылдау пункттері ретінде зауытта дайындалған блокты конструкциялы 110 кВ жиынтықты қосалқы станцияларды қолдану орындылығын қарастыру қажет.

7.1.11 БТҚС, ЖКҚС, ТБҚС энергия жүйесі желілерінен қоректендіруді тәуелсіз қуат көзіне қосылған кем дегенде екі желімен орындау қажет.

Қоректендіретін желілердің бірі істен шыққан кезде жұмыста қалған желілер кәсіпорынның бүкіл жүктемесін қамтамасыз етуі тиіс. Тәуелсіз қорек көздерінің бірі істен шыққан кезде жұмыста қалған қуат көздері негізгі өндірістердің қызмет етуі үшін қажет І және ІІ санаттың барлық электр қабылдағыштарын қоректендіруді қамтамасыз етуі тиіс.

7.1.12 110 кВ немесе 220 кВ қоректендіру желілерінің қоректендіретін желісін (магистралды немесе радиалды) және олардың конструктивтік (әуелік немесе кабельдік) орындалуын таңдау осы кәсіпорынның бас жоспарын және ерекшеліктерін, аудандық қосалқы станциялардың өзара орналасуын және кірме пункттерін, қолданыстағы электрмен жабдықтау схемасын дамытудың күтілетін болашағын, атмосфераның ластану дәрежесін ескере отырып, техника-экономикалық құраушылармен анықталады.

Бұл жағдайда келесі шешімдер ұсынылады:

- ТБҚС, БТҚС, ЖКҚС энергия жүйесі желілерінен қоректендіру ӘЖ орындалады;
- БТҚС, ЖКҚС торапты бөлгіш қосалқы станциядан қоректендіруді ӘЖ орындау қажет. Құрылыстың тығыздығы жоғары болған кезде 110 кВ немесе 220 кВ кернеуге кабельдік желілерді қолдану қажет;
- торапты бөлгіш қосалқы станцияны өнеркәсіптік алаңнан елеулі алшақтатқан кезде соңғысының шекарасында кабельдік желілерге өту үшін 110 кВ немесе 220 кВ кернеуге өту пункттері салынуы мүмкін;
- ӘЖ қолданған кезде қоректендірудің радиалды, сондай-ақ магистралды схемалары қолданылуы мүмкін;
- І санатты электр қабылдағыштардың елеулі үлесі кезінде қабылдау пункттерді қоректендіруді екі бір тізбекті ӘЖ немесе екі тарапты қоректендірумен секцияланған екі тізбекті ӘЖ шлейфті кірумен орындау қажет.

7.1.13 Электр жалғаудың қосалқы станциялардың 110 кВ немесе 500 кВ жоғары кернеу жағындағы схемаларды таңдауды қарапайым схемалардан бастап келесі реттілікте жүргізу ұсынылады:

- айырғышы, бөлектеуіші, сөндіргіші бар «желі-трансформатор» блогы;
- желі тарапынан автоматты емес қосқышы бар екі блок;
- сөндіргіштері бар әртүрлі көпіршелер;
- төртбұрыштар;
- шиналардың бір жұмысшы секциялық және айналма жүйелері;

- шиналардың екі жұмысшы және айналма жүйелері;
- шиналардың екі жұмысшы секциялық және айналма жүйелері.

Өнеркәсіптік кәсіпорындар қосалқы станцияларының электр жалғауларының схемаларын таңдаған кезде «Электр қондырғылардың орнату қағидаларының» талаптарын басшылыққа алу қажет.

Қосалқы станцияның 110 кВ немесе 500 кВ жоғары кернеу жағында электр жалғаулардың нақты схемаларын таңдау жобада негізделуі тиіс.

7.1.14 Қосалқы станциялардың жоғары кернеу жағындағы бөлектеуіштері қысқа тұйықтағыштармен бірге, сондай-ақ қоректендіретін желінің бас учаскесінің сөндіргішіне сөндіруші импульсты жіберумен қолданылуы мүмкін. Сөндіруші импульсты тарату тәсілін таңдау қоректендіретін қосалқы станцияның қашықтығына, трансформатордың қуатына, тұтынушының сипатына, сөндіру сенімділігі жөніндегі талаптарға тәуелді анықталады.

Өнеркәсіптік тұтынушылардың қосалқы станцияларында қысқа тұйықтауыштарды қолдану бөлгіш желідегі кернеудің мәні және уақыты бойынша жол берілмейтін ауытқулары мен бүлінуінің пайда болуы салдарынан жауапты тұтынушылардың электрмен жабдықтауының бұзылуын тудырмауы тиіс.

7.1.15 ҚР ҚН 4.04-08 және «Электр қондырғыларды орнату қағидаларының» ережелеріне сәйкес БТҚС, ЖКҚС екі трансформаторлы орындау қажет. Келесі жағдайларда үш трансформаторды орнату орындылығы қарастырылуы тиіс:

- ірі шоғырланған электр жүктемелері болған кезде;
- ірі күрт және айнымалы жүктемелерді қоректендіруді жеке трансформаторларға бөлу қажеттілігі болған кезде;
- I санаттың ерекше тобының электр қабылдағыштарының және қоректендіруге сенімділікке қатысты жоғары талаптар қойылатын I санат электр қабылдағыштарының айтарлықтай саны бар цехтер және кәсіпорындар үшін.

Негізделген жағдайларда БТҚС автотрансформаторлар орнатылуы тиіс.

7.1.16 Құрамында жүктеменің күрт және айнымалы графиктері бар қуатты электр қабылдағыштары бар өнеркәсіптік кәсіпорындардың электр энергиясының қабылдау пункттерін ҚТ тоқтарының максималды ықтимал үлкен мәні бар 110 кВ немесе 500 кВ энергия жүйесінің желілеріне қосу ұсынылады.

Осы электр қабылдағыштарды жеке трансформаторларға бөлген кезде соңғыларын ҚТ тоқтарының мәндері ең жоғары 110 кВ немесе 500 кВ жалпы қолданыстағы желіге қосу қажет.

7.1.17 Екі орама трансформаторлары бар 110 кВ қосалқы станция кернеуі жағындағы сақтандырғыштар сақтандырғыштардың талғаулығын және жоғары және төменгі кернеулер желісін релелік қорғауды қамтамасыз ету шартымен қолданылуы мүмкін. Олардағы нейраль пайдалану процесі кезінде сақтандырғыштарды нейтралы пайдалану процесі кезінде жерден ажыратылған 110 кВ кернеулі трансформаторлар үшін орнатуға болмайды.

7.1.18 Кернеуі 110 кВ немесе 220 кВ жабық бөлгіш құрылғылар келесі жағдайларда қолданылуы мүмкін:

- атмосферасы ластанған аудандарда;

- қоршаған ауаның минималды есептік температуралары электр жабдық үшін рұқсат етілгеннен төмен аудандарда;

- ашық бөлгіш құрылғыны орналастыру алаңды салу шарттары бойынша мүмкін емес жағдайда.

110 кВ немесе 220 кВ жабық бөлгіш құрылғының құрылысы туралы шешім жобада негізделуі тиіс.

7.1.19 110 кВ немесе 500 кВ кернеуге қосалқы станцияның бас жоспарын, қосалқы станция аумағындағы жолдарды, май, пневматикалық шаруашылық нысандарын жобалауды «Электр қондырғыларын орнату қағидалары» және «Жоғары кернеуі 35-750 кВ айнымалы тоқ қосалқы станцияларын технологиялық жобалау нормаларының» талаптарына сәйкес жүргізу қажет.

7.1.20 Кернеуі 500 кВ дейінгі қосалқы станцияларда трансформаторларды тексеру үшін тұрақты жүк көтергіш құрылғыларды қарастырудың қажеті жоқ. Осы мақсатта трансформаторды тоқ өткізгіш шиналар төселген порталы немесе инвентарлық жүк көтергіш құрылғы (жылжымалы кран) қолданылуы мүмкін.

## **7.2 Электр энергияны бөлу желілері. 35 кВ қосалқы станциялар.**

7.2.1 Өнеркәсіптік кәсіпорынды 35 кВ электр жүйесі желілерінен қоректендіру туралы шешімді кәсіпорын құрылысы ауданында 6 кВ, 10 кВ немесе 110 кВ электр жүйесі желілері болмаған кезде қабылдау қажет.

7.2.2 Тұтынылатын қуатқа және электр қабылдағыштардың құрамына тәуелді кәсіпорында электр энергиясының қабылдағыш пункті ретінде қолданылуы мүмкін:

- қуаты 1,6 МВА бастап 10 МВА дейін, типтік схемасы РУ-35 кВ трансформаторлары бар 35/10-6 кВ трансформаторлық қосалқы станция;

- БҚ 6 кВ немесе 10 кВ екі трансформаторлық қосалқы станциялар үшін шиналар жүйесімен бір бірлік, секциялық сөндіргішпен орындау керек;

- БКЖТҚС типті серияның блокты конструкциялы зауытта дайындалған 35/6-10 кВ жиынтықты қосалқы станция;

- қуаты 2,5 МВА дейін трансформаторлары бар 35/0,4 кВ трансформаторлық қосалқы станция (бұл жағдайда кәсіпорында жоғары вольтты электр қабылдағыштар болмауы тиіс, ал кәсіпорынның шекті жүктемесі орнатылатын трансформаторлардың қуатымен шектелуі мүмкін).

7.2.3 Аталған қабылдағыш пункттерді қоректендіруді 35 кВ электр таратудың әуе желілерімен орындау ұсынылады.

7.2.4 Қосалқы станцияларда орнатылатын трансформаторлардың саны және ВЛ-35 кВ тізбектерінің саны тоқтаусыз электрмен жабдықтау бойынша қосылған электр қабылдағыштардың категориясына тәуелді анықталады. Сыйымды тоқтардың өтемі қажет болған жағдайда қосалқы станцияларда жермелеуші реакторлар орнатылуы тиіс.

7.2.5 Жеке энергияны көп қажет ететін кәсіпорындарда қуатты ерекше электр қабылдағыштарды (электр пештер, түрлендіргіш қондырғылар және т.б.) қоректендіру үшін жалпы арнаудағы желі болып табылмайтын 35 кВ жергілікті желі құрылуы тиіс.

Осы желінің қуат көздері 500-110/35 кВ желілік немесе арнайы трансформаторлар, орташа кернеу орамы 35 кВ қуатты орамды автотрансформаторлар болып табылады.

Электр қабылдағыштарды қоректендіруді 35 кВ кернеуге радиалды кабельдік желілермен РУ-35 кВ жүзеге асыру қажет. Қуат көздерінен РУ-35 кВ дейін қуатты тарату не 35 кВ магистралды тоқ сымдарымен, не 35 кВ кабельдік желілермен орындалады.

7.2.6 35 кВ пешті трансформаторлары бар қуаты доғалы болат балқымалы пештер үшін 35 кВ кернеуде электрмен жабдықтау жүйелерін тұрғызған кезде келесі ережелерді басшылыққа алу қажет:

- доғалы болат балқымалы пештерді қоректендіру бөгде тұтынушылар қосылмауы керек пешті қосалқы станцияның РУ-35 кВ жүзеге асырылуы тиіс;

- 35 кВ құрама шиналардың бір секциясына ДСП-25 және ДСП-50 типті бірнеше доғалы болат балқымалы пештер қосылуы мүмкін. 80 МВА пешті трансформаторы бар ДСП-100И6 типті әрбір доғалы болат балқымалы пеш жалпы арнаудағы 160 МВА, 220-500/35 кВ желілік трансформаторлардан немесе екі параллель қосылатын жалпы арнаудағы 63 МВА бастап 80 МВА дейін, 110-500/35 кВ желілік трансформаторлардан қоректенетін 35 кВ құрама шиналардың жеке секциясына қосылады;

- 160 МВА жалпы арнаудағы желілік трансформаторларың ықтимал жеткіліксіз сенімділігін ескере отырып, екі пешті агрегаттар кезінде 160 МВА үшінші трансформаторды орнату арқылы оларды сақтық қорға алуды жүзеге асыруға жол беріледі, бір доғалы болат балқымалы пеш болған кезде 160 МВА желілік трансформаторды сақтық қорға алу орындалмайды. Сонымен қатар арнайы динамикалық төзімді желілік трансформаторларды сақтық қорға алудың қажеті жоқ;

- қуаты 80 МВА дейін пешті трансформаторлары бар екі доғалы болат балқымалы пештер кезінде 35 кВ жағында желілік трансформаторлардың параллель жұмысының мүмкіндігі және орындылығы қарастырылуы тиіс;

- пешті қосалқы станцияның РУ-35 кВ шиналарда желілік трансформатордың тиісті аралық шықпаны таңдаумен пешті трансформатордың максималды рұқсат етілген кернеуі тең бос жүрісті кернеу ұсталуы тиіс. Доғалы болат балқымалы пештердің жұмысы кезінде құрама шиналардағы 35 кВ кернеу 38,5-35 кВ шектерінде болуы тиіс;

- 110-500/35 кВ желілік трансформаторларды ҚТ тоқтарының ең үлкен мәндері бар нүктелерде электр жүйесінің 110-500 кВ желілерге қосу керек.

### **7.3 Электр энергияны бөлу желілері. 6 кВ және 10 кВ қосалқы станциялар.**

7.3.1 Елеусіз электр жүктемесі бар кәсіпорындарды электрмен жабдықтау әдеттегідей 6 кВ немесе 10 кВ энергия жүйесі желілерінен жүзеге асырылады. Қабылдау пунктері ретінде қолданылуы мүмкін:

- орталық бөлгіш қосалқы станция (ОБҚС) немесе 5 МВт бастап 15 МВт дейінгі жүктеме кезіндегі бөлгіш қосалқы станция (БҚС);

- бірнеше мегаваттты құрайтын кәсіпорын жүктемесі кезіндегі бөлгіш трансформаторлық қосалқы станция (БТҚС).

Аталған қосалқы станцияларды энергия жүйесі желілерінен қоректендіру электр энергиясын бөлудің радиалды, сондай-ақ магистралды схемасы бойынша 6 кВ немесе

10 кВ кабельді немесе әуе желілерімен жүргізілуі мүмкін. Қосалқы станциялар жеке тұратын немесе басқа ғимараттармен оқшауланған түрде салынады.

7.3.2 6 кВ немесе 10 кВ БТҚС және ЖКҚС бөлгіш құрылғылары негізінде кәсіпорынның 6 кВ немесе 10 кВ негізгі бөлгіш қосалқы станциялары болып табылады. БҚ 6 кВ немесе 10 кВ БТҚС екіншілік БҚС 6-10 кВ, 6 кВ немесе 10 кВ электр қабылдағыштар және ТҚС 6-10/0,4 кВ қоректенеді. БҚ 6 кВ немесе 10 кВ ЖКҚС әдеттегідей ірі цехтің, корпусының немесе кәсіпорынның жалғыз қосалқы станциясы болып табылады және оған электр қабылдағыштар және ТҚС 6-10/0,4 кВ қуат алады. 6 кВ немесе 10 кВ ЖКҚС БҚ жайы өндірістік ғимаратқа жалғастыра салу немесе кірістіре салу қажет.

7.3.3 6 кВ немесе 10 кВ екі трансформаторлық БТҚС, ЖКҚС БҚ төмендетуші трансформаторлардың тарамдалған орамаларына немесе тарамдалмаған орама трансформаторының шығысында орнатылған ортақ нүктесі бар қосарланған реактор тармақтарына қосылған шиналар жүйелерімен екі бірлікті секциялық сөндіргіштермен орындау ұсынылады.

Екі трансформаторлық БТҚС және ЖКҚС тарамдалған орамасы бар (16 МВА және кем) трансформаторларды орнату кезінде шиналар жүйесінің бір бірлікті секцияланған сөндіргіші бар 6 кВ немесе 10 кВ БҚ орындау ұсынылады.

6 кВ немесе 10 кВ кернеуге құрама шиналардың секцияланған жүйелері әдетте бөлек-бөлек жұмыс істейді.

Құрама шиналар жұмысының жеке режимі кезінде резервті автоматты іске қосу құрылғысының әрекеті (тіпті тез әрекет ететін) күрделі технологиялық процестің бұзылуына алып келетін жағдайларда 6 кВ немесе 10 кВ-қа құрама шиналар жүйелерінің параллель жұмысының мүмкіндігі мен орындылығын қарастыру қажет.

7.3.4 Екі трансформаторлық БТҚС, орамасы тарамдалған ЖКҚС трансформаторларды әртүрлі кернеулерге (6 кВ немесе 10 кВ) орнатқан жағдайда кернеулердің әрқайсысына арналған бөлгіш құрылғыны шиналар жүйесінің бір бірлікті секцияланған сөндіргішімен орындау керек.

7.3.5 Бір трансформаторлық БТҚС, ЖКҚС 6 кВ немесе 10 кВ кернеуіне БҚ әдетте тарамдалмаған орамалары бар трансформаторлар үшін бір бірлікті секцияланбаған шиналар жүйесімен және тарамдалған орамасы бар трансформаторлар үшін бір бірлікті секцияланған шиналар жүйесімен орындау керек.

7.3.6 БТҚС және ОБҚС-дан қоректенетін 6 кВ немесе 10 кВ-қа екіншілік БҚ БТҚС және ОБҚС қашықтатылған тұтынушылар (компрессорлық және сорғы станциялары, бірнеше ТҚС 6-10/0,4 кВ бар өндірістік корпус) үшін салу ұсынылады.

6 кВ немесе 10 кВ-қа шығатын желілердің 8 кем саны кезінде БҚС құрылысының орындылығы негізделуі тиіс. Бөлгіш қосалқы станцияға қосылатын шекті жүктеме бөлгіш қосалқы станцияны қоректендіретін желі сөндіргішінің өткізгіштік қабілетінен анықталады. 6 кВ немесе 10 кВ-қа бөлгіш қосалқы станцияларды бір бірлікті секцияланған шиналар жүйесінің сөндіргішімен орындау керек.

7.3.7 Электр энергиясын 6 кВ немесе 10 кВ кернеулерге бөлу сатыларының саны өнеркәсіптік кәсіпорындар үшін әдеттегідей екіден артық болуы мүмкін. Бөлудің ұсынылатын сатылары 1-кестеде келтірілген.

6 кВ немесе 10 кВ-қа ЭҚ әдетте: электр қозғалтқыштар, термиялық қондырғылар, түрлендіргіш қосалқы станциялар және қондырғылар болып табылады.

7.3.8 Кернеуі 6 кВ немесе 10 кВ БТҚС және ОБҚС бастап БҚС дейін электр энергиясын бөлу жүктемелердің аумақтық орналасуына, тұтынатын қуатына, сенімділік талаптарына, қоршаған орта жағдайларына тәуелді радиалды, магистралды және аралас схемалармен орындалуы мүмкін. Магистралды схемаларға әдетте өте үнемді ретінде басымдылық беру қажет.

Кәсіпорындардағы сақиналы магистралдарды III және ішінара II санаттың тұтынушыларын қоректендіру үшін олармен қоректенетін қосалқы станциялар топтарының тиісті орналасуы кезінде және 630 кВА артық емес трансформаторлардың бірлік қуаты кезінде қолдануға жол беріледі.

### 1-кесте – Бөлудің ұсынылатын сатылары

| Қуат көзі                 | I саты  | II саты |
|---------------------------|---------|---------|
| 6 кВ немесе 10 кВ БТҚС БҚ | ТҚС, ЭҚ |         |
| 6 кВ немесе 10 кВ БТҚС БҚ | БҚС     | ТҚС, ЭҚ |
| 6 кВ немесе 10 кВ ЖКҚС БҚ | ТҚС, ЭҚ |         |
| 6 кВ немесе 10 кВ ОБҚС    | БҚС     | ТҚС, ЭҚ |
| 6 кВ немесе 10 кВ ОБҚС    | ТҚС, ЭҚ |         |
| 6 кВ немесе 10 кВ БҚС     | ТҚС, ЭҚ |         |

7.3.9 6 кВ немесе 10 кВ кернеу кезінде электр энергиясын бөлудің магистралдық схемаларын параллель кабельдердің үлкен санынан орындалған желілермен салыстырғанда жоғары сенімділігімен ерекшеленетін тоқөткелдерімен жүзеге асыру ұсынылады. Энергияны көп қажет ететін кәсіпорындар үшін 6 кВ немесе 10 кВ тоқөткелдерімен орындалған келесі магистралдық схемалар ұсынылуы мүмкін:

- магистралдар бойынша БТҚС трансформаторлардан 6 кВ немесе 10 кВ-қа бірнеше БҚС қоректендіруді алады;

- жылу электр централынан генераторлық кернеу шиналарынан меншікті электр станциядан магистралдар кәсіпорынның өнеркәсіптік алаңында орналасқан 6 кВ немесе 10 кВ-қа БҚС дейін төселеді. Тоқөткелінің жолы бұл жағдайда негізінен алаңнан тыс өтеді.

Бөлудің аталған схемалары үшін әдеттегідей екі тізбекті тоқөткелдерін қолдану керек. Екі тізбекті тоқөткелдерінің орнына екі біртізбекті тоқөткелдерді қолдану жобада негізделуі тиіс.

6 кВ немесе 10 кВ-қа екі БҚС қоректендіру егер осыған БҚС орналасуы және электр жүктемесінің мәні кедергі жасамаса, магистралдық кабельдік желі бойынша орындалуы мүмкін.

7.3.10 6 кВ немесе 10 кВ кернеу кезінде электр энергиясын бөлудің радиалды схемаларын қуат көзінен әртүрлі бағыттарға орналасқан жүктемелер кезінде қолдану керек. Бұл желілерді әдетте кабельдік желілермен орындау қажет.

6 кВ немесе 10 кВ секцияларды қоректендірудің радиалды схемаларына осы секцияларға қосылған электр қабылдағыштарды электрмен жабдықтау сенімділігіне (БҚС-нан негізінен І санатты электр қабылдағыштарды қоректендірген кезде) жоғары талаптар қойылған кезде магистралдық схемалармен салыстырғанда басымдылық беру керек.

7.3.11 6 кВ немесе 10 кВ-қа жеке электр қабылдағыштарды (қозғалтқыштар, пештер, түрлендіргіш қосалқы станциялар және қондырғылар және т.б.) қоректендіруді қосалқы станцияның 6 кВ немесе 10 кВ секцияларына радиалды кабельдік желілермен орындау керек. ТҚС 6-10/0,4 кВ қоректендіруді радиалды, сондай-ақ магистралды (бір магистралға қуаты 1000 кВА үшке дейін трансформатор немесе қуаты 1600 кВА екі трансформатор қосылуы мүмкін) схема бойынша кабельдік желілермен орындауға болады. ТҚС қоректендірудің магистралдық схемаларынан бас тарту жобада негізделуі тиіс.

7.3.12 Өнеркәсіптік кәсіпорындар үшін 6 кВ немесе 10 кВ-а әртүрлі екі секциялық БҚС немесе әртүрлі екі трансформаторлық ТҚС баратын 6 кВ немесе 10 кВ екі кабельдік желілерге бір сөндіргішпен жалғауы бар схемаға жол берілуі мүмкін. Бұл жағдайда аталған БҚС және ТҚС қоректендіру қуат көзінің әртүрлі секцияларынан шығатын кем деген де екі желі арқылы қарастырылуы тиіс.

7.3.13 6 кВ немесе 10 кВ ерекше (сызықты емес, күрт, айнымалы және симметриялық емес) жүктемелерді қоректендірген кезде келесі жағдайларды басшылыққа алу қажет:

а) ерекше жүктемелерді қалыпты режимде қоректендіруді егер осыған электр жүктемесінің мәні кедергі жасамаса, 6 кВ немесе 10 кВ құрама шиналардың жеке секциясынан жүргізу ұсынылады;

б) қыздыру шамдары бар жарықтандыру құралдары және электр энергиясы сапасы көрсеткіштерінің өзгерістеріне сезімтал электр қабылдағыштар қоректенетін 6-10/0,4 кВ трансформаторлық қосалқы станцияларды ерекше жүктемелерді қоректендірмейтін 6 кВ немесе 10 кВ құрама шиналар секцияларына қосу керек;

в) 6.3.13 а) және б) көрсетілген 6 кВ немесе 10 кВ құрама шиналардың секцияларын қуаты 25 МВА және одан артық 110-500/6-10 кВ төмен кернеулі желілік трансформатордың тарамдалған орамасының әртүрлі тармақтарына қосу ұсынылады. Төмен кернеулі (16 МВА және кем) тарамдалмаған орамалары бар желілік трансформаторларды орнатқан жағдайда құрама шиналардың аталған секцияларын желілік трансформатордың шықпасында орнатылған 6 кВ немесе 10 кВ қосарланған реактордың әртүрлі тармақтарына қосу ұсынылады;

г) 6.3.13 көрсетілген жүктемені қоректендірмейтін 6-10/0,4 кВ трансформаторлық қосалқы станциялар және 6 кВ немесе 10 кВ электр қозғалтқыштар желілік трансформатордың тарамдалған орамасының немесе қосарланған реактордың кез келген тармағына қосылуы мүмкін. синхронды қозғалтқыштар болған кезде оларды ерекше электр қабылдағыштар қоректенетін шиналардың секциясына қосу жөн болып табылады;

д) Ерекше жүктемелерді ҚТ тоқтарының мәндері ең үлкен 6 кВ немесе 10 кВ желісінің нүктелеріне қосу ұсынылады.

7.3.14 Кірмеде қосарланған реакторды орнатқан кезде қосалқы станция секциялары арасындағы жүктемені біркелкі бөлуді қарастыру керек.

Қосарланған реактордың әр тармағының тоқ мәнін жүктемелердің біркелкі еместігін ықтималдығын, сонымен қатар пайдалану процесі кезінде секциялар бойынша жүктемелердің өзгеруін ескерумен трансформатор орамасының номиналды тоғынан немесе жүктеменің жалпы тоғынан 0,975 кем емес алу керек.

7.3.15 Бөлгіш қосалқы станцияларды әдеттегідей энергияның кері ағындары болмайтындай түрде олармен қоректенетін желі учаскелерінің шекарасында орналастыру керек.

7.3.16 Қосалқы станцияның схемасын 6 кВ немесе 10 кВ кернеу жағында тұрғызған кезде өте ірі және қымбат сөндіргіштерді қолдануды мүмкіндігінше болдырмауға тырысу қажет. Осы мақсатта кернеуі 6 кВ немесе 10 кВ тоқөткелдерді жеке сөндіргіштер арқылы тікелей трансформаторға қосу керек.

Тоқөткелінен басқа 6 кВ немесе 10 кВ кернеуге энергияны алу болмаған кезде «трансформатор-тоқөткел» блок схемасын қолдану қажет.

7.3.17 Өнеркәсіптік кәсіпорындар үшін 6 кВ немесе 10 кВ кернеу кезінде осы аппараттар параметрлері жұмысшы және апаттан кейін режимдер бойынша, сонымен қатар ҚТ тоқтары бойынша жеткілікті барлық жағдайларда сақтандырғыштары бар жиынтықта жүктеме сөндіргіштері қолданылуы мүмкін.

Кернеуі 6 кВ немесе 10 кВ шығыс желілерде күштік сақтандырғыштарды айырғыштан немесе қуат бағыты бойынша есептеп, жүктеме сөндіргішінен кейін орнату керек.

7.3.18 Мерзімді жұмыс циклі бар электр қабылдағыштар үшін 6 кВ немесе 10 кВ-қа сөндіргіштерді таңдаған кезде сөндіргіштердің коммутациялық ресурсі бойынша зауыттық мәліметтерді ескеру қажет.

7.3.19 6 кВ немесе 10 кВ желілерде сыйымды тоқтардың орнын толтыру қажет болған кезде БТҚС, ЖКҚС қосалқы станцияларында жерлендіруші реакторлар орнатылуы тиіс. 6 кВ немесе 10 кВ кернеу кезінде жерлендіруші реакторлар сөндіргіштер және жеке трансформаторлар арқылы құрама шиналарға қосылады. Жерлендіруші реакторларды 6 кВ немесе 10 кВ-қа шинаға кіргізгенге дейін негізгі трансформаторларға қосылған жеке қажеттілік трансформаторларына, сонымен қатар балқымалы қыстырғылармен қорғалған трансформаторларға қосуға жол берілмейді. Сыйымды тоқтардың орын толтыру қондырғыларын жобалаған кезде қолданыстағы БҚ 34.20.179 нұсқауларының талаптарын ескеру керек.

#### **7.4 Электр энергиясын бөлу желілері. Цехтік трансформаторлық қосалқы станциялар**

7.4.1 Өнеркәсіптік кәсіпорындардың күштік және әдеттегідей жарықтандыратын электр қабылдағыштарын қоректендіретін цехтік ТҚС кернеуі 1 кВ дейінгі электр энергиясын бөлу жүйелерінің негізгі электр қондырғылары болып табылады.

7.4.2 Цехтік ТҚС саны, жеке қуаты, орамаларды жалғау схемасы, трансформаторларды салқындату тәсілі, төмен кернеулі бөлгіш құрылғының схемасы, жеткізу жиынтығы бойынша бөлінеді. Цехтік ТҚС әсіресе айтарлықтай төмен вольтты

жүктемесі бар энергияны көп қажет ететін кәсіпорындар үшін таңдау жобалада негізделуі тиіс.

7.4.3 Цехтік ТҚС трансформаторларының саны негізінен жобаланатын өнеркәсіптік кәсіпорын тұтынушыларының қуат сенімділігі талаптарымен анықталады, осыған байланысты:

- I санатты электр қабылдағыштарды қоректендіруді екі трансформаторлық немесе үш трансформаторлық қосалқы станциялардан қарастыру керек;

- үш трансформаторлық қосалқы станцияларды 1 кВ қосалқы станциялардың бөлгіш құрылғысының секциялары бойынша қосылатын жүктемені шамамен біркелкі бөлу мүмкіндігі болған жағдайларда қолдану ұсынылады;

- екі трансформаторлық және үш трансформаторлық қосалқы станцияларды сонымен қатар II санатты электр қабылдағыштарды қоректендіру үшін қолдану ұсынылады;

- екі трансформаторлық және үш трансформаторлық қосалқы станциялар магистралдық желілер арқылы қоректенетін шоғырланған, сондай-ақ бөлінген жүктеме кезінде қолданылуы мүмкін және осыған байланысты шоғырланған жүктеме кезінде үш трансформаторлық қосалқы станцияларға басымдылық беру керек;

- жалпы зауыттық арнауадағы жеке тұрған нысандарды қоректендіруді (сорғы, компрессорлық станциялар және т.б.) екі трансформаторлық қосалқы станциялардан жүргізу ұсынылады;

- бір трансформаторлық қосалқы станцияларды егер бүлінген трансформаторды ауыстыру үшін қажет электрмен жабдықтаудағы үзіліс 1 тәуліктен аспаса, III санатты электр қабылдағыштарды қоректендіру үшін қолдану ұсынылады;

- бір трансформаторлық қосалқы станциялар сонымен қатар егер тұтынушыларды резервтеудің талап етілетін дәрежесі басқа трансформаторлардан төмен кернеулі кабельдік желілермен қамтамасыз етілсе және істен шыққан трансформаторды ауыстыру уақыты 1 тәуліктен аспаса, II санатты электр қабылдағыштарды қоректендіру үшін қолданылуы мүмкін;

- III санатты электр қабылдағыштардың айтарлықтай шоғырланған жүктемесі кезінде екі біртрансформаторлық ТҚС орнына резервті автоматты қосу құрылғысысыз, қалыпты режимде трансформаторлардың толық жүктемесімен бір екітрансформаторлық ТҚС орнатылуы мүмкін;

- қуаты айтарлық II санатты электр қабылдағыштардың шоғырланған жүктемесі кезінде бірнеше толық жүктелген трансформаторлар және шиналардың трансферлік жүйесінің көмегімен трансформаторлар тобының кез келгенін ауыстыруға қабілетті бір резервті трансформатор орнатылатын цехтік ТҚС салу орынды болуы мүмкін, мұндай ТҚС жобалау толық жүктелген трансформаторлардың саны алты және одан көп болған кезде орынды.

7.4.4 Екітрансформаторлық және үштрансформаторлық қосалқы станциялар трансформаторларының қуатын бір трансформаторды сөндірген кезде трансформаторлардың асқын жүктеме қабілетін ескере отырып, апаттан кейінгі режимде резервтеуді талап ететін электр қабылдағыштарды қоректендіру қамтамасыз етілетіндей түрде анықтау қажет.

7.4.5 МЕМСТ 14209 сәйкес анықталған апаттан кейінгі режимдегі майлы трансформаторлардың рауалды асқын жүктеме коэффициенттері және қалыпты режимдегі трансформаторлардың жүктеу коэффициенттері арасындағы қатынастар 2-кестеде келтірілген.

**2-кесте – МЕМСТ 14209 сәйкес анықталған апаттан кейінгі режимдегі майлы трансформаторлардың рауалды асқын жүктеме коэффициенттері және қалыпты режимдегі трансформаторлардың жүктеу коэффициенттері арасындағы қатынастар мәндері**

| МЕМСТ 14209 сәйкес анықталған майлы трансформатордың рауалды асқын жүктеме коэффициенті | Қалыпты режимдегі майлы трансформатордың жүктеу коэффициенті |                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
|                                                                                         | Екі трансформаторлық қосалқы станция                         | Үш трансформаторлық қосалқы станция |
| 1,0                                                                                     | 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                                |

7.4.6 Құрғақ трансформаторлар үшін трансформатордың рауалды асқын жүктеме коэффициентінің шекті мәнін 1,2 тең деп алу керек.

7.4.7 Орнатылатын цехтік ТҚС айтарлық саны және бытырап орналасқан жүктеме кезінде техника-экономикалық есептеу негізінде трансформаторлардың жеке қуатын таңдауды жүргізу керек.

Трансформаторлардың жеке қуатын таңдау кезіндегі анықтаушы факторлар 0,4 кВ қоректендіретін желіге шығындар, қоректендіретін желіде және трансформаторларда қуат шығыны, ТҚС құрылыс бөлігіне шығындар болып табылады. Трансформаторлардың жеке қуатын анықтау кезінде қоректендіретін желінің 0,4 кВ кернеуі кезінде келесі қағидаларды қолдануға жол беріледі:

- 0,2 кВА/м<sup>2</sup> дейінгі жүктеме тығыздығы кезінде - 1000 кВА, 1600 кВА;
- 0,2 бастап 0,5 кВА/м<sup>2</sup> дейінгі жүктеме тығыздығы кезінде - 1600 кВА;
- 0,5 кВА/м<sup>2</sup> асатын дейінгі жүктеме тығыздығы кезінде - 2500 кВА, 1600 кВА.

Жүктеме бөлінбей, цехтің жеке учаскелерінде шоғырланған жағдайларда цехтік ТҚС трансформаторларының жеке қуатын таңдауды жүктеменің меншікті тығыздығы қағидасы бойынша жүргізбеу керек.

7.4.8 Энергияны көп қажет ететін өндірістер үшін цехтік ТҚС айтарлықтай саны кезінде трансформаторлардың жеке қуаттарын бірыңғайлау ұсынылады.

7.4.9 Цехтік ТҚС қуаты 400 кВА бастап 2500 кВА дейінгі трансформаторлары трансформатордың 0,25 номиналды тоғына тең нөлдік кірменің жол берілген тоғы бар «жұлдызша-жұлдызша» немесе трансформатордың 0,75 номиналды тоғына тең тоққа есептелген нөлдік кірмесі бар «үшбұрыш-жұлдызша» орамаларын жалғау схемаларымен

шығарылады. Кернеуі 1 кВ дейінгі желілерде ҚТ бір фазалы тоқтарынан қорғау әрекетінің сенімділік және симметриялы емес жүктемелерді қосу мүмкіндігі шарттары бойынша «үшбұрыш-жұлдызша» жалғау схемасы бар трансформаторларды қолдану ең қолайлы болып табылады.

7.4.10 Трансформатордың орындалуын оның орамаларын салқындату тәсілі (майлы, құрғақ, жанғыш емес сұйықтықпен толтырылған және т.б.) бойынша таңдау қоршаған ортаның жағдайларына, өртке қарсы талаптарға, өндірістік ғимараттың көлемдік-жоспарлау шешімдеріне тәуелді анықталады.

7.4.11 Цехтік екі трансформаторлық ТҚС төмен кернеулі бөлгіш құрылғылардың келесі схемалары болуы мүмкін:

- трансформатордың асқын жүктеме қабілетін ескерумен трансформатордың қуатын беруге есептелген автоматты сөндіргіш арқылы әр трансформаторды өзінің секциясына бекіте қосылған құрама шиналардың бірлікті секцияланған жүйесі, бұл жағдайда секциялық автоматты сөндіргіш қалыпты режимде сөндірулі, ал құрама шиналарда резервті автоматты сөндіру жүйесінің құрылғысы қарастырылған;

- құрама шиналардың екі, өзара тікелей байланыспаған, секцияларымен, бұл жағдайда әр трансформатордың тарамдалған шықпалары трансформатордың асқын жүктеме қабілетін ескерумен трансформатордың жарты қуатын беруге есептелген автоматты сөндіргіштер арқылы құрама шиналардың әртүрлі секцияларына қосылған, ал төрт іске қосылған автоматты сөндіргіштің екеуі резервті автоматты қосу құрылғысында резервтеу мақсаттарында қолданылады.

Қуаты 250 кВА, 400 кВА және 630 кВА трансформаторлары бар мұндай ТҚС қалалық желілерде қолданылады. Қуаты 1000 кВА, 1600 кВА және 2500 кВА ұқсас ТҚС болған кезде оларды жобаланатын өнеркәсіптік кәсіпорындарды электрмен жабдықтауда қолдануға болады.

7.4.12 Цехтік бір трансформаторлық ТҚС төмен кернеулі бөлгіш құрылғылардың келесі схемалары болуы мүмкін:

- трансформатордың толық қуатын беруге есептелген автоматты сөндіргіш арқылы трансформатор шықпасына қосылған құрама шиналардың бірлік секцияланбаған жүйесі;

- әрқайсысы трансформатордың толық қуатының жартысын беруге есептелген автоматты сөндіргіштер арқылы трансформатордың тарамдалған шықпасына қосылған құрама шиналардың екі байланыспаған секциялары бар.

7.4.13 Цехтік үші трансформаторлық қосалқы станция әрқайсысы автоматты сөндіргіш арқылы трансформатордың тарамдалған шықпасына қосылған құрама шиналардың алты секциясы бар төмен кернеулі бөлгіш құрылғыға ие. Қоректендіруді резервтеу өзара секцияларды байланыстыратын үш автоматты сөндіргіштермен жүзеге асырылады.

7.4.14 Цехтік ТҚС төмен кернеулі бөлгіш құрылғыларының жоғарыда айтылған схемаларының кез келгені «трансформатор - магистраль» блок схемасын жүзеге асыруға мүмкіндік береді.

7.4.15 Цехтік ТҚС зауытта дайындалған жиынтықты трансформаторлық қосалқы станцияларға (ЖТҚС) және құрылыс (ТҚС) орнында монтаждалатын қосалқы

станцияларға бөлінеді. Жобалау кезінде жоғары сенімділікті және трансформаторлардың мерзімдерін қысқартуды қамтамасыз ететін ЖТҚС басымдылық беру керек.

7.4.16 Цехтік ТҚС және ЖТҚС біріншілік кернеудің құрама шиналары болмауы тиіс. Қосалқы станцияларды магистралдық қоректендірген кезде цехтік трансформатор алдында сөндіруші аппаратты орнату міндетті. Цехтік трансформаторды жабық жалғау келесі жағдайларды қоспағанда «желі-трансформатор» блок схемасы бойынша кабельдік желілермен радиалдық қоректендірген кезде қолданылуы мүмкін:

- басқа пайдаланушы ұйымның жүргізуіндегі пункттен қоректендіру;
- қорғаныш шарттары бойынша сөндіретін аппаратты орнату қажеттілігі.

## 7.5 1 кВ дейін электр энергиясын бөлу желілері

7.5.1 Өнеркәсіптік кәсіпорындарда кернеуі 1 кВ дейін айнымалы тоқтың электр желілері 1 кВ дейінгі қоректендіретін желілерге (цехтік ТҚС бастап 1 кВ дейінгі бөлгіш құрылғыларға дейін) және 1 кВ дейінгі бөлгіш желілерге (1 кВ дейінгі БҚ бастап электр қабылдағыштарға дейін) бөлінеді.

7.5.2 1 кВ дейінгі қоректендіретін күштік желілер ғимараттар мен құрылыстардың ішіне, сондай-ақ олардың тыс төселеді.

7.5.3 Цех ішілік қоректендіретін күштік желілер магистралдық, сондай-ақ радиалдық желілер ретінде орындалуы мүмкін. Желінің түрін таңдау технологиялық жабдықты жоспарлауға, тоқтаусыз электрмен жабдықтау жөніндегі талаптарға, қоршаған орта жағдайларына, технологиялық жабдықты ауыстыруды тудыратын технологиялық процестің өзгеру ықтималдығына, цехтік ТҚС орналастыруға тәуелді.

Төсеудің әрбір түрінің өзіндік басым қолданылу саласы бар.

7.5.4 Магистралдық күштік қоректендіретін желілерді:

- 1600 кВА және 2500 кВА трансформаторлардан электр энергиясын бөлген кезде энергияны көп қажет ететін өндірістерде;

- электр қондырғылардың технологияларға және құрылыс бөлігіне белгілі бір тәуелсіздігін қамтамасыз ету үшін, бұл технологиялық процестің ықтимал өзгерістері және технологиялық жабдықты ауыстыру кезінде, орнатылатын технологиялық жабдық туралы толық бастапқы мәліметтер болмаған жағдайларда жобалық және электр монтаждау жұмыстарын орындау кезінде маңызды;

- цех ауданы бойынша біркелкі бөлінген жүктемесі бар өндірістер үшін модульдік желілерді жасау кезінде қолдану ұсынылады.

7.5.5 Қуаты 1000 кВА трансформатор үшін әдеттегідей бір магистраль, қуаты 1600 кВА және 2500 кВА трансформаторлар үшін екіден артық емес магистралдар қарастырылуы тиіс. Бір трансформатордан жалпы өткізгіштік қабілеті трансформатордың номиналды қуатынан біршама асатын бірнеше радиалдық магистралдар (шина сымдар) шығатын электр энергиясын бөлу схемаларын қолдануға жол беруге болмайды.

7.5.6 Радиалдық цехішілік күштік қоректендіретін желілер жайдың қолайсыз ортасы кезінде (жарылуға қауіпті және өрттенуге қауіпті қондырғылар, өткізгіш тозандардың болуы, химиялық белсенді орта), 1 кВ дейінгі БҚ тоқтаусыз қоректендіруді қамтамасыз ету жөніндегі жоғары талаптар кезінде қолданылуы тиіс.

7.5.7 Нақты нысан үшін электр энергияны бөлудің магистралдық, сондай-ақ радиалдық схемалары қолданылатын жағдайларда желі түрін таңдауды техника-экономикалық есептеу негізінде жүргізу керек.

7.5.8 Магистралдық қоректендіретін күштік желілерді жиынтықты магистралдық шина сымдармен орындау ұсынылады.

7.5.9 Кернеуі 1 кВ дейінгі цехтан тыс қоректендіретін күштік желілерді әдеттегідей радиалдық кабельдік желілермен орындау керек.

7.5.10 Қоректендірудің сенімділігін арттыру мақсатында 1 кВ дейінгі қоректендіретін желілерді тұрғызған кезде келесі жалпы ережелерді басшылыққа алу ұсынылады:

- 1 кВ дейінгі БҚ жүктемелер орталықтарына жақын орналастыру керек;
- 1 кВ дейінгі қоректендіретін желілер мүмкіндігінше 1 кВ дейінгі қоректендіретін желінің ұзындығы минималды болатындай түрде қалыптасуы тиіс;
- қоректендіретін желілерді ашық төсеу қажет және бұл жағдайда түтікгі тартылымдарды қолдану негізделуі тиіс;
- цехтің әрбір учаскесін немесе бөлімшесін олардан әдеттегідей цехтің басқа учаскелері немесе бөлімшелері қоректенбеуі тиіс 1 кВ дейінгі бір немесе бірнеше БҚ қоректендіру ұсынылады, бұл жағдайда егер осыған олардағы электр жүктемесінің елеусіздігі кедергі жасамаса, белгілі бір цехтерге цехтік ТҚС жалғастыру ұсынылады;
- қоректендіретін желіні тұрғызған кезде егер бұл қоректендіретін желінің айтарлықтай қымбаттауына алып келмесе, әртүрлі цехтер үшін электр энергияны бөлек есепке алу туралы нұсқауларды ескеру керек.

7.5.11 Өнеркәсіптік кәсіпорындарда жалпы арнаудағы тұрақты тоқтың қоректендіретін күштік желілерін қолдануды жобада негіздеу қажет.

7.5.12 1 кВ дейінгі бөлгіш желілер магистралды немесе радиалдық желілермен орындалуы мүмкін. Желінің түрін таңдау технологиялық жабдықтың жоспарлануына және габариттеріне, орта жағдайларына, цехте көтеру-тасымалдау жұмыстарын жүргізу ерекшеліктеріне тәуелді.

7.5.13 1 кВ дейінгі магистралдық бөлгіш желілерді жиынтықты бөлгіш шина сымдар көмегімен орындау ұсынылады.

7.5.14 1 кВ дейінгі радиалдық бөлгіш желілерді басқару станциясының бөлгіш қалқандарынан, пункттерінен, қалқандарынан, бөлу және басқарудың төмен вольтты құрылғыларының басқа түрлерінен электр энергиясын бөлу кезінде орындау керек.

## **8 ЭЛЕКТР ЖҮКТЕМЕЛЕР МЕН ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯСЫНЫҢ ШЫҒЫНДАРЫН АНЫҚТАУ**

8.1 Электр жүктемелерді және электр энергиясы шығындарын анықтау ҚР ҚН 4.04-08 талаптарына сәйкес жүргізіледі.

8.2 Кезеңде электр жүктемелерді және электр энергиясы шығындарын анықтау жобасы 6 кВ немесе 10 кВ және одан жоғары кернеудегі кәсіпорынды электрмен жабдықтаудың оңтайлы схемасын әзірлеу мақсатында жобаланатын өнеркәсіптік кәсіпорынның электр жүктемелерін есептеу негізінде жүргізіледі. Бұл жағдайда қосалқы

станциялардың электр жабдығына және жобаланатын өнеркәсіптік кәсіпорынның электр желісінің басқа элементтерін таңдау және тапсырыс беру жүргізіледі. Электр жүктемелерді есептеу келесі кезекте электрмен жабдықтау жүйесін тұрғызумен параллель жүргізіледі:

- цехтік ТҚС жалпы санын және қуатын анықтау мақсатында жалпы корпус бойынша 1 кВ дейінгі кернеудегі электр жүктемелерін есептеу орындалады;
- БҚС, БТҚС, ЖКҚС құрама шиналарында 6 кВ немесе 10 кВ және жоғары кернеуде электр жүктемелерді есептеу орындалады;
- энергия жүйесі бар баланстық шектеуіш нүктесінде кәсіпорынның есептік электр жүктемесі анықталады.

8.3 Жұмысшы жоба және жұмыс құжаттамалар кезеңдерінде 8.2 көрсетілген есептеулерге қосымша 1 кВ дейінгі кернеуі бар қоректендіретін желілердің және әрбір цехтік ТҚС шиналарында электр жүктемелерді есептеуді орындау керек. Есептеу кернеуі 1 кВ дейінгі қоректендіретін желіні бір уақытта тұрғызумен жүргізіледі. Жүргізілген есептеулерге сәйкес кернеуі 1 кВ дейінгі қоректендіретін желілер өткізгіштерінің қимасы анықталады және қорғайтын аппараттарды таңдау цехтік ТҚС трансформаторларының қуатымен анықталады.

Есептеу әдістемесінің мысалы [1], [2] келтірілген.

8.4 Жалпы электр жүктемелерді анықтау әдістемесі келесі ережелерге негізделеді:

а) есептеуге арналған бастапқы деректер электр қабылдағыштардың мәліметтері көрсетілетін технологтардан, сантехниктерден және басқа аралас бөлімшелерден кестелер-тапсырмалар болып табылады;

б) есептеулерде қолданыстағы анықтамалық материалдарда бар әртүрлі электр қабылдағыштарға арналған қолдану коэффициенттері  $K_H$  және реактивті қуат коэффициенттерінің орташа статистикалық мәндері қолданылады;

в) қыздырудың келесі тұрақты уақыттары алынған:

- 1 кВ дейінгі желілер үшін - 10 мин;
- 1 кВ жоғары желілер үшін - 30 мин;
- трансформаторлар және магистралдық шина сымдар үшін - 150 мин;

г) есептік жүктемелер коэффициенттерінің  $K_P$  мәндері қолдану коэффициентіне, электр қабылдағыштардың тиімді санына және тұрақты қыздыру уақытына тәуелді анықталған;

д) БҚС, БТҚС 6 кВ немесе 10 кВ шиналарда есептік жүктемелерді анықтау үшін бір жолғы коэффициенттердің  $K_O$  мәндері қолданудың орташа өлшенген коэффициенттеріне және БҚС, БТҚС құрама шиналарында 6 кВ немесе 10 кВ шиналарға қосу сандарына тәуелді анықталған;

е) есептік жүктемелердің нақты мәндері 0,05 аспайтын ықтималдықпен есептік мәндерден асуы тиіс.

8.5. Нұсқаулар жүктеменің күрт және айнымалы графиктері бар электр қабылдағыштардың (доғалы электр пештер, прокат станоктарының, түйіспелі дәнекерлеу электр жетектері және т.б.), өнеркәсіптік электр көлігі, сонымен қатар жүктеменің белгілі графигі бар электр қабылдағыштардың электр жүктемелерін анықтауға таралмайды.

8.6. Электр жүктемелерді есептеулер кезінде І санаттың ерекше тобы электр қабылдағыштарының жүктемелері және ІІІ санат электр қабылдағыштарының жүктемелері бөлек анықталуы тиіс.

8.7 Өнеркәсіптік кәсіпорын тұтынатын белсенді және реактивті энергияның жылдық шығынын есептік электр жүктемелері және максимум белсенді және реактивті қуатты қолдану сағаттарының жылдық саны негізінде есептеу ұсынылады.

Кәсіпорынмен тұтынылатын белсенді энергияның жылдық шығынын өрнек бойынша анықтау қажет:

$$W_p = \bar{P}_p \cdot T_m, \quad (1)$$

мұнда  $P_p$  – энергия жүйесімен баланстық шектеу шекарасында есептік белсенді қуаттың (жүктеменің) математикалық күтімі.  $\bar{P}_p = 0,9 P_p$  алуға жол беріледі, мұндағы  $P_p$  - [1], [2] сәйкес анықталған есептік жүктеме;

$T_m$  – кәсіпорынның ауысымына тәуелді анықталатын максимум белсенді қуатты қолдану сағаттарының жылдық саны.

1, 2 және 3 ауысымды кәсіпорындар үшін  $T_m$  сәйкесінше 1900 сағ, 3600 сағ және 5100 сағ, тоқтаусыз кәсіпорын үшін - 7650 сағ деп алу қажет.

Экономикалық мәннен аспайтын реактивті энергияның жылдық шығыны өрнек бойынша анықтау қажет:

$$W_{Q_3} = Q_3 \cdot T_{m_{Q_3}}, \quad (2)$$

мұнда  $Q_3$  – кәсіпорында орнатылатын тұтынылатын қуатты түзету құралдарын ескере отырып, экономикалық мәндер шектеріндегі реактивті қуат.  $Q_3$  мәнін [3], [5] сәйкес анықтауға болады;

$T_{m_{Q_3}}$  - экономикалық мәннен аспайтын тұтынылатын максималды реактивті қуатты қолдану сағаттарының жылдық саны.

3-кестеде келтірілген тұтынушы қуат алатын  $T_{m_{Q_3}}$  мәні кәсіпорын жұмыс режиміне және энергия жүйесі желісінің кернеуіне тәуелді.

Экономикалық мәннен асатын реактивті энергияның жылдық шығыны:

$$W_{Q_{пз}} = Q_{пз} \cdot T_{m_{Q_{пз}}}, \quad (3)$$

мұнда  $Q_{пз}$  – энергия жүйесінен тұтынылатын және экономикалық мәннен асатын реактивті қуат;

$T_{m_{Q_{пз}}}$  - экономикалық мәннен асатын тұтынылатын максималды реактивті қуатты қолдану сағаттарының жылдық саны.

$Q_{пз}$  және  $T_{m_{Q_{пз}}}$  мәндері жалпы арнаудағы электр желілерінде РҚӨ құралдарын таңдау жөніндегі нұсқауларға сәйкес анықталады [3], [5].

**3-кесте – Кәсіпорын жұмыс режимі және энергия жүйесі желісінің кернеуі**

| Кәсіпорынның жұмыс режимі |                                                          | 1-<br>ауысым | 2-<br>ауысым | 3-<br>ауысым | Тоқтаусыз<br>өндіріс |
|---------------------------|----------------------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|----------------------|
| $T_{мқз},$<br>сағ         | 35 кВ желіден қоректену                                  | 1660         | 2400         | 3000         | 5660                 |
|                           | 110 кВ желіден қоректену                                 | 1750         | 3000         | 3750         | 6400                 |
|                           | 220 кВ және 500 кВ желіден қоректену                     | 1800         | 3200         | 4200         | 6800                 |
|                           | 500 кВ немесе генераторлық кернеу<br>желісінен қоректену | 1850         | 3460         | 4800         | 7300                 |

**9 ҚЫСҚА ТҰЙЫҚТАЛУ ТОҚТАРЫН ЕСЕПТЕУЛЕР**

9.1 ҚТ тоқтарын есептеу ҚР ҚН 4.04-08 талаптарына сәйкес жүргізіледі.

9.2 Өнеркәсіптік кәсіпорындарды жобалау кезінде 1 кВ дейінгі электр қондырғыларда бір фазалы ҚТ тоқтарын анықтау ұсынылатын МЕМСТ 28249 қатар симметриялық құраушылар әдісімен, [4] қарастырылған фаза-нөл түйін әдісімен жүргізілуі мүмкін.

9.3 Есептеуге арналған бастапқы мәліметтердің болуына тәуелді фаза-нөл түйін әдісі фазалық және нөлдік тізбектерде белсенді және индуктивті кедергілер сомасы бойынша, сондай-ақ ҚТ тізбегінің барлық ретті учаскелерінде толық кедергілер сомасы бойынша бір фазалы ҚТ тоғының мәнін анықтауға мүмкіндік береді және осыған сәйкес:

а) бірінші жағдайда, сондай-ақ симметриялық құраушылар әдісінде ҚТ тізбегінің барлық кедергілерін, соның ішінде тоқ трансформаторларының, автоматты сөндіргіштердің, түйіспе жалғаулардың және электр доғасының кедергілері ескеріледі. Бұл жағдайда есептеу дәлдігі симметриялық құраушылар әдісінің дәлдігінен ерекшеленбейді, бірақ есептеу үшін нақты бір схема үшін әрқашан табыла бермейтін нөлдік реттіліктің кедергілері бойынша мәліметтер талап етілмейді;

б) екінші жағдайда, ҚТ тізбегінің жеке элементтерінің және электр доғасының кедергілері ескерілмейді, себебі толық кедергілерді арифметикалық (геометриялықтың орнына) қосу әдетте қысқа тұйықталған тізбектің жалпы кедергісінің артуына алып келеді және жеке элементтер кедергілерін ескермеудің орнын толтырады.

Толық кедергілер жиынында бір фазалы ҚТ тоғын есептеу екі басқа әдістермен салыстырғанда қарапайым болып табылады, бірақ нәтиже дәлдігі бойынша соңғысына орын береді.

9.4 Кернеуі 1 кВ дейінгі қондырғыларда үш фазалы ҚТ тоғын есептеу кезінде қысқа тұйықталған тізбектің барлық элементтерінің индуктивті және белсенді кедергілерін ғана емес, сондай-ақ осы тізбектегі барлық өту түйіспелерінің (шиналарда, аппараттың кірістері мен шығыстары, ағытпа түйіспелі аппараттар және ҚТ орнындағы түйіспе) белсенді кедергілерін ескеру керек.

9.5 Түйіспелер және олардың өту кедергілері туралы сенімді мәліметтер болмаған жағдайда қуаты қоса алғанда 2500 кВА дейін трансформаторларды қоректендіретін

желілердегі ТҚ тоқтарын есептеу кезінде есептеуге белсенді кедергіні қосумен олардың жалпы кедергісін ескеруге жол беріледі:

- қуаты қоса алғанда 1000 кВА дейін цехтік ТҚС 1 кВ дейінгі бөлгіш құрылғылары үшін - 0,015 Ом; қуаты 1600 кВА және 2500 кВА цехтік ТҚС 1 кВ дейінгі бөлгіш құрылғылары үшін белсенді кедергілердің мәндері нақтылауға тиесілі;

- біріншілік цехтік бөлгіш пункттер үшін, сондай-ақ қосалқы станциялар немесе басты магистралдар қалқандарының радиалды желілермен қоректенетін аппараттардың қысқыштарында - 0,02 Ом;

- екіншілік цехтік бөлгіш пункттер үшін, сондай-ақ біріншілік бөлгіш пункттерден қоректенетін аппараттардың қысқыштарында - 0,025 Ом;

- екіншілік бөлгіш пункттерден қорек алатын, тікелей электр қабылдағыштарда орнатылған аппаратура үшін - 0,03 Ом.

9.6 Өз құрамында электр энергиясы сапасы көрсеткіштерінің өзгерістеріне сезімтал электр қабылдағыштары бар өнеркәсіптік кәсіпорындарды электрмен жабдықтау жүйесін жобалау кезінде екі факторды ескерумен ҚТ тоғының есептік мәнін тиімді ету керек:

- конструкциясы жеңілдетілген электр аппараттарды және қимасы аз өткізгіштерді қолдану мүмкіндігін қамтамасыз ету;

- электр энергиясының сапа көрсеткіштерін нормаланған шектерде ұстауды қамтамасыз ету.

9.7 Қажетті жағдайларда ҚТ тоғының есептік мәні ҚТ тоқтарын және электр энергиясының сапа көрсеткіштерін нормаланған шектерде ұстау шараларын шектеуге келтірілген шығындардың минимумы бойынша техника-экономикалық есептеумен анықталуы тиіс.

Электр энергиясының сапа көрсеткіштерін нормаланған шектерде ұстайтын техникалық құралдардың айтарлықтай құнын ескере отырып, әдеттегідей аталған өнеркәсіптік кәсіпорындарды ҚТ ең жоғары тоқтары бар энергия жүйесі желісінің нүктелеріне қосу ұсынылады.

9.8 ҚТ тоқтарын шектеу құралдары ретінде өнеркәсіптік кәсіпорындарда қолданылуы мүмкін:

- тоқты шектеуші реакторлар;
- төмен кернеудің тарамдалған орамасы бар трансформаторлар;
- ҚТ кернеуінің мәні жоғары трансформаторлар;
- ТООУ типті арнайы тиристорлық тез әрекет ететін тоқты шектеуші құрылғылар.

9.9 Кернеуі 6 кВ немесе 10 кВ БҚС-да ҚТ тоқтарын шектеу қажет болған жағдайда қоректендіретін желілерге тоқты шектейтін реакторларды орнатуды жүргізу немесе бір реакторға 4 дейінгі желіні қосумен 6 кВ немесе 10 кВ шығыс желілерге топтық реакторларды орнату керек.

Шығыс желілерді жеке реакторлау негізделуі тиіс.

9.10 Кернеуі 1 кВ жоғары электр желілерінде ҚТ тоқтарын есептеу МЕМСТ 27514 сәйкес жүргізіледі. Бұл жағдайда кернеуі 1 кВ жоғары электр желілерінде релелік қорғаныс үшін ҚТ тоқтарын есептеулердің негізгі ерекшелігі трансформатордың релелік қорғанысының, сонымен қатар электр желілерінің басқа элементтері қорғанысының типін

және іске қосылу параметрлерін (тағайыншамаларын) таңдау үшін ҚТ тоқтарын есептеу болып табылады. Әдетте тек үш фазалы ҚТ ғана есептеледі.

9.11 Жалпы жағдайда қорғаныс есептеуін орындаған кезде тоқтардың фазалық қатынасы орнатылады, ал симметриялық емес ҚТ кезінде трансформатордың артына – максималды ғана емес, сондай-ақ ҚТ тоқтарының ықтимал минималды мәні қойылады.

9.12 Кернеуі 1 кВ жоғары бөлгіш электр желілерінде ҚТ тоқтарының тәжірибелік есептеулерін жеңілдету үшін іс жүзінде болуы мүмкін, бірақ ҚТ тоқтарының мәніне және олардың фазалық қатынасына белгілі бір әсер етуі мүмкін емес бірқатар факторларды ескермеу қабылданған. Әдеттегідей ТҚ орнындағы ауыспалы кедергі ескерілмейді және барлық бүлінулер екі немесе үш фазалы металл ҚТ немесе жерге бір фазалы ҚТ ретінде қарастырылады. Трансформаторлардың, желілердің, реакторлардың және желінің басқа элементтерінің барлық үш фазасының кедергілері бірдей болып саналады. Күштік трансформаторларды магниттеу тоқтары және жүктеме тоқтары ескерілмейді. Әдеттегідей ҚТ орнын асинхронды қозғалтқыштардың тоқтарымен қосымша қоректендіру ескерілмейді.

9.13. Бөлгіш желілер қорек көздерінен электр қашықтатылғанын және осы желілердегі апатты процестер энергия жүйесі генераторларының жұмысына аз әсер ететіндігін назарға ала отырып, кез келген ҚТ кезінде бөлгіш желіде трансформатордың жоғары кернеу жағындағы қоректендіретін жүйенің кернеуі (35 кВ, 110 кВ, 220 кВ және 500 кВ) өзгеріссіз қалады деп саналады.

9.14 Сонымен қатар осы есептеулерде бірқатар ерекшеліктер бар:

- энергия жүйесінің ҚТ қуатының өзгеруі, яғни ҚТ максималды және минималды тоқтарын есептеу;

- кернеуді жүктеме кезінде реттеу (КЖР) реттегішінің жағдайын өзгерткен кезде КЖР бар трансформаторлардың кейбір типтерінің кедергісін айтарлықтай өзгеруін ескеру қажеттілігі.

9.15 Релелік қорғаныс үшін ҚТ тоқтарын тәжірибелік есептеулер кезінде тек тоқтың мерзімді құраушысы ғана есептеледі, ал ҚТ тоғының ауыспалы құраушысының әсері қажет болған жағдайда релелік қорғаныс есептеулері кезінде жоғарлатушы коэффициенттерді енгізу арқылы ескеріледі.

9.16 Тұрақты тоқ желілерінде ҚТ тоқтарын есептеу МЕМСТ 29176 талаптарына сәйкес әдістемелерді қолданумен орындалады.

Бұл кезде бірқатар жағдайларда қосалқы станциялардың оперативті тұрақты тоқ электр қондырғыларында қысқа тұйықталулар таңдамалы емес немесе уақыт бойынша үлкен кідіріспен сөнеді. Аккумуляторлық батарея кіріс тізбегіндегі автоматты сөндіргіштер немесе сақтандырғыштардың дұрыс емес жұмыс жағдайлары ерекше қауіпті болып табылады.

Нәтижесінде тұрақты тоқ желілерінде ҚТ тоқтарын есептеу кезінде ескерілуі қажет сезімталдық пен іріктемелік талаптарына тұрақты тоқ қалқандарында орнатылған қорғаныс аппараттарының сәйкессіздігінің үш негізгі себептері анықталды:

- а) бірінші себебі қорғаныс аппараттарын таңдау кезінде ҚТ тоғының төмендеуіне әсер ететін айтарлықтай факторларды: электрлі доға, тоқтың жылулық құлдырауы, апатты разряд соңына қарай аккумуляторлық батарея кедергісінің артуы және қоршаған орта

температурасының температурасы төмендеген кезде ескермейтін қысқа тұйықталуларды есептеулердің өте жеңілдетілген әдістемелерін қолдану болып табылады. Аталған факторлардың әрқайсысы, тіпті жекелей алғанда, ҚТ тоғының мәнін екі есе төмендетеді. Барлық жоғарыда аталған факторлардың кешенді әсері кезінде есептік тоқтың төмендеуі одан да көп болады;

б) екінші себебі пайдалану процесінде ағытпалы және алмалы-салмалы түйіспе қосылыстардың өзгеруі және аккумуляторлық батареялар пластиналарының сульфаттануы болып табылады. Сондай-ақ кедергінің артуы, әдеттегідей, ҚТ тоқтарымен шамасы бойынша шамалас тоқтар кезінде анықталады. Мұндай ақау ажыратқыштардың, сақтандырғыштардың түйіспе бағандарында және пакетті ауыстырып-қосқыштарда анықталады;

в) үшінші себебі қорғаныс аппараттарының тоқты сипаттамаларының төмен тұрақтылығы және уақытының үлкен шашырауы болып табылады.

9.17 Қорғаныс аппараттарының тағайыншамалары ҚТ тоқтарының минималды ықтимал мәндерінің негізінде таңдалуы тиіс.

9.18 ҚТ тоғының электродинамикалық және термиялық әрекеттері МЕМСТ 30323 талаптарына сәйкес анықталады.

## **10 ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯСЫНЫҢ САПАСЫ**

10.1 Жобаланатын өнеркәсіптік кәсіпорындар үшін электр энергиясының сапасына қойылатын талаптар ҚР ҚН 4.04-08 және «Электр қондырғыларын орнату қағидаларына» талаптарына сәйкес анықталады.

10.2 Электр энергиясының сапасын жақсарту электрмен жабдықтау схемаларын ұтымды тұрғызумен, сонымен қатар қажет болған кезде арнайы техникалық құралдарды (күштік сүзгілер, статикалық және динамикалық қарымталаулар және басқа) қолданумен қол жеткізіледі.

10.3 Ерекше жүктемелері (сызықты емес, күрт, айнымалы және симметриялы емес) бар өнеркәсіптік кәсіпорындарды жобалау кезінде орнатылатын арнайы техникалық құралдар бір уақытта РҚӨ және электр энергиясы сапасы көрсеткіштерінің мәндерін ұстауды қамтамасыз етілетіндігін ескеру керек. Сондықтан жобалау кезінде электр энергиясының сапасы және ерекше жүктемелері бар кәсіпорындар үшін реактивті қуаттың орын толтыру сауалдарын бір уақытта қарастыру керек.

10.4 МЕМСТ 13109 сәйкес кернеудің қалыпты шекті ауытқуының  $\pm 5\%$  және кернеудің максималды шекті ауытқуы  $\pm 10\%$  қойылған мәндері нормаланады.

Ауыспалы режимдерінде кернеу ауытқуы нормаланбайды және мысалы, ірі электр қозғалтқышты іске қосқан кезде аталған мәндерден асуы мүмкін. Асып кету мәні электрмен жабдықтаудың нақты схемасына, қосылған электр қабылдағыштардың ерекшеліктеріне, коммутациялық аппараттардың сипаттамаларына тәуелді, бірақ ірі қозғалтқышты іске қосу жағдайларында басқа электр қабылдағыштар жұмысының бұзылуына алып келмеуі тиіс.

10.5 Өнеркәсіптік кәсіпорындарды электрмен жабдықтау жүйелерінде кернеуді реттеу, негізінен, трансформаторларды және жүктемеде кернеумен автоматты түрде

реттелетін автотрансформаторларды қолданумен және трансформаторлардың жүктемесімен реттелмейтін оңтайлы тармақтарды таңдаумен қамтамасыз етілуі тиіс.

10.6 Егер электр қабылдағыштардың жұмыс режимі әртүрлі болса және олар қорек пунктінен әртүрлі қашықтықта болса, сонымен қатар егер кернеу ауытқуларына аса сезімтал электр қабылдағыштар болса, басқарылатын конденсаторлық батареяларды қолдану, синхронды электр қозғалтқыштардың қозғалғыштығын автоматты басқару, тұрақтандырғыш қондырғыларды, кернеуді шектеу құрылғыларын қолдану және т.б. сияқты жүктеме түйіндерінде кернеуді реттеудің қосымша топтық немесе жеке құралдарын қарастыру қажет.

10.7 Кернеудің синусоидалды еместігі жоғары гармоникалардың көзі болып табылатын сызықты емес вольтамперлік сипаттамасы бар электр қабылдағыштар желісіне қосумен тудырылады. Мұндай электр қабылдағыштарға тиристорлық электр жетектер, доғалы электр пештер, дәнекерлеу қондырғылары, газоразрядты шамдар және т.б. жатады.

Жобалау кезінде электр қондырғылардың элементтеріне жоғары гармоникалықтардың кері әсерін азайту мақсатында егер бұл мүмкін болса, вентильді түрлендіргіштерді түзету фазаларының санын арттыру керек. Аталған шаралар жеткіліксіз болған жағдайда күштік резонанстық CL сүзгілерді қолдану қажет.

10.8 Кернеу және кернеу тербелістерін дозасы өзгерістерінің жол берілмейтін ауытқуларын тудыратын күрт және айнымалы сипаттағы жүктемедегі электр қабылдағыштар (электр жетектер, доғалы электр пештер және т.б.). Электрмен жабдықтау жүйесін тұрғызған кезде желінің реактивті кедергісін азайтуға ұмтылу орынды, соның ішінде бойлық қарымталауларды орнату тиімді болуы мүмкін.

10.9 Қоректендіру желісін жетілдірумен электр энергиясы сапасының көрсеткіштеріне қойылатын аталған талаптардың маңызын азайту мүмкін емес жағдайларда тез әрекет ететін синхронды компенсаторлар немесе тікелей немесе жанама әсерлі динамикалық қарымталаудың статикалық қондырғылары қолданылуы мүмкін.

10.10 Тоқтар мен кернеулердің симметриялық емес режимдері симметриялық емес жүктемелерді, яғни симметриялық көп фазалы орындалуы орынды емес немесе мүмкін емес электр қабылдағыштарды қосумен байланысты. Мұндай электр қабылдағыштарға жеке термиялық және дәнекерлеу қондырғылары, электрмен жарықтандыру, арнайы бір фазалы жүктемелер жатады. Қуаты шектеулі үш фазалы желіге мұндай жүктемелерді қосу ҚТ қуаты жоғары желі нүктесіне симметриялық емес жүктемелерді қосумен және барлық үш фаза бойынша бір фазалы және екі фазалы жүктемелерді біркелкі бөлумен төмендетілуі мүмкін тоқтар мен кернеулердің ұзақ мерзімді және қысқа мерзімді симметриялық емес режимдерін тудыруы мүмкін.

Егер аталған шаралар жеткіліксіз болса, симметриялаушы құрылғыларды қолдану ұсынылады. Қуаты айтарлықтай статикалық бір фазалы немесе екі фазалы жүктеме үшін осы жүктемелерді үш фазалыға түрлендіретін реттелмейтін симметриялаушы құрылғыларды қолдану керек.

10.11 Жүктеме фазалар бойынша уақыттың өте аз аралығында өзгертін, желінің симметрия еместігі қысқа мерзімді және кездейсоқ сипатта болған жағдайларда тез әрекет етуі жеткілікті реттелетін статикалық симметриялаушы құрылғыларды қолдану керек.

10.12. Технологиялық процестері үздіксіз өндірістердің бірқатар электр қабылдағыштары, есептеуіш техника құралдары, байланыс құралдары және басқалары үшін кернеулер құлау ұзақтығы және тереңдігі ерекше маңызға ие. Электр энергиясы сапасы көрсеткіштерінің аталған мәндерін нормалау қиындатылғанын атап айту керек, себебі жабдықтың және белгілі бір қондырғының технологиялық процесінің ерекшеліктеріне тәуелді.

10.13 Техникалық құралдар ретінде аккумулятор батареялары бар тоқтаусыз қоректендіру агрегаттары және әртүрлі тереңдік пен ұзақтықтағы құлау кезінде тұтынушыдағы кернеудің үздіксіз және бұрмаланбайтын пішінін қамтамасыз етуге мүмкіндік беретін арнайы техникалық құралдар қолданылуы мүмкін.

## **11 РЕАКТИВТІ ҚУАТТЫ ҚАРЫМТАЛАУ**

11.1 Жобаланатын өнеркәсіптік кәсіпорындар үшін реактивті қуатты қарымталау (РҚӨ) құралдарына қойылатын талаптар ҚР ҚН 4.04-08 талаптарына және «Электр қондырғыларын орнату қағидаларына» сәйкес анықталады.

11.2 Жалпы арнаудағы электр желілері үшін РҚӨ құралдарын таңдау кезінде келесі нұсқауларды басшылықта алу керек:

а) РҚӨ құралдары ретінде кернеулері сәйкесінше 0,4 кВ, 6 кВ немесе 10 кВ төмен вольтты және жоғары вольтты конденсаторлардың батареялары және 6 кВ немесе 10 кВ синхронды электр қозғалтқыштар алынады;

б) РҚӨ құралдарын таңдау үшін негізгі бастапқы деректер кәсіпорынның, соның электр жүйесімен баланстық шектеу шекарасындағы есептік электр жүктемелері және энергия үнемдеуші ұйыммен берілетін реактивті қуат пен энергияның экономикалық мәндері болып табылады;

в) РҚӨ құралдарын және қарымталаушы құрылғылардың қуатын таңдау екі кезеңде жүзеге асырылады: экономикалық мән шегінде энергия жүйесінен реактивті қуатты тұтынған кезде және экономикалық мәннен асатын энергия жүйесінен реактивті қуатты тұтынған кезде;

г) бірінші кезеңде цехтік ТҚС минималды санын таңдау қағидасы бойынша 1 кВ дейінгі желіге орнатылған конденсаторлық батареялардың қуаты анықталады және 6 кВ немесе 10 кВ кернеуге синхронды электр қозғалтқыштармен тудырылатын экономикалық орынды реактивтік қуат анықталады. Бұл кезде барлық жағдайларда РҚӨ үшін негізделген есептеулерсіз номиналды қуаты 2500 кВ жоғары синхронды қозғалтқыштардың орналасқан реактивті қуаты және номиналды қуатқа тәуелсіз айналу жиілігі 1000 1/мин жоғары синхронды қозғалтқыштардың орнатылған реактивті қуаты қолданылады. Номиналды қуаты 2500 кВ дейін және айналу жиілігі 1000 1/мин дейін синхронды электр қозғалтқыштарды қолдану орындылығы есептеумен анықталады. Содан кейін баланстық шектеу шекарасында реактивті қуат балансын талдау жүргізіледі. Егер 1 кВ дейінгі конденсаторлық батареялармен және 6 кВ немесе 10 кВ синхронды электр қозғалтқыштармен тудырылатын реактивті қуат экономикалық мән шегінде энергия жүйесінен реактивті қуатты тұтынуды қамтамасыз ететін болса, РҚӨ құралдарын таңдау аяқталды деп саналады. Кері жағдайда есептеудің екінші кезеңін орындау керек;

д) есептеудің екінші кезеңінде келесі көздерден жетіспейтін реактивті қуатты алуды қарастыру:

- 1 кВ дейінгі конденсаторлар батареяларын қосымша орнату;
- қуаты 2500 кВ дейін және айналу жиілігі 1000 1/мин дейін синхронды қозғалтқыштармен тудырылатын реактивті қуатты толық қолдану (егер синхронды қозғалтқыштардың осы тобының осы қуаты экономикалық мәннен аспайтын энергия жүйесінен реактивті қуатты тұтыну кезінде толығымен қолданбаған жағдайда);
- 6 кВ немесе 10 кВ кернеуге конденсаторлар батареясы жүктемесі түйіндерінде орнату.

Аталған көздер өзара және экономикалық мәннен асатын энергия жүйесінен реактивті қуатты тұтынумен салыстырылады. Жұмыс режимі үздіксіз кәсіпорындар үшін әдетте 6 кВ немесе 10 кВ кернеуге конденсаторлар батареяларын орнату орынды. 1, 2 және 3 ауысымда жұмыс істейтін кәсіпорындар үшін жетпейтін реактивті қуатты экономикалық мәннен асатын энергия жүйесінен алу орынды болуы мүмкін;

е) РҚӨ құралдарын таңдау бойынша есептеулерді орындаған кезде [3], [5] берілген жалпы арнау желілерінде РҚӨ жобалау жөніндегі нұсқауларды қолдану ұсынылады;

ж) 1 кВ дейінгі конденсатор батареялары электротехникалық үй-жайларда немесе тікелей өндірістік үй-жайларда орналасуы мүмкін;

и) кВ дейінгі конденсатор батареяларын тікелей өндірістік үй-жайларда орнатуды келесі шарттарды ұстанумен орындау керек:

- электр энергиясын бөлу магистралдық шина сымдармен жүргізіледі;
- қоршаған ортаның құрамында өткізгіш тозандар, химиялық белсенді заттар жоқ, жарылысқа қауіпті және өртке қауіпті аймақтарға жатқызылмайды;
- көлік құралдарынан және тасымалданатын жүктерден механикалық әсерлер болмауы тиіс;
- конденсаторлық батареялар жабынын қорғау дәрежесі МЕМСТ 14255 бойынша IP4X кем емес болуы тиіс;

к) 11.2 и) аталған өзге жағдайлар кезінде 1 кВ дейінгі конденсаторлардың батареяларын цехтік ТҚС жайларында орналастыру ұсынылады. Батареялардың саны (бір трансформаторға екіден артық емес) трансформатордың қуатымен және қарымталау дәрежесімен анықталады. Конденсаторлардың батареяларын сондай-ақ электр жайларда орнатуға болады;

л) 6 кВ немесе 10 кВ конденсаторлардың батареялары әдеттегідей жеке (арнайы оларға арналған) жайларда, сонымен қатар қосалқы станцияларда орналасуы тиіс;

м) 1 кВ дейінгі және 6 кВ немесе 10 кВ конденсаторлардың батареяларын қондырғыларында жалпы қондырғыны немесе оның бөлігін пайдаланушы қызметкерлермен қосу немесе сөндіруді қолмен басқаруы болуы тиіс;

н) 1 кВ дейінгі конденсаторлардың батареяларын қондырғыларында реактивті қуат, жүктеме түйінінің реактивті немесе толық ток қызметінде қуатты автоматты сатылы реттеуі болуы тиіс;

п) 6 кВ немесе 10 кВ кернеудегі конденсаторлар батареясының қуатын автоматты реттеуді тұтынушыда сыйымды жүктеменің жиі коммутациясына арналған 6 кВ немесе 10 кВ кернеуге сөндіргіштері болған кезде жүзеге асыру ұсынылады. Олар болмаған кезде

6 кВ немесе 10 кВ кернеудегі конденсаторлар батареясының қуатын реттеуді жүргізбеу керек;

р) реактивті қуаты РҚӨ үшін қолданылатын 6 кВ немесе 10 кВ кернеудегі синхронды электр қозғалтқыштарда энергия жүйесімен баланстық шектеу шекарасында жүктеме түйінінің реактивті қуаты қызметінде тудыруды автоматты реттеу болуы тиіс;

с) РҚӨ қондырғыларының айтарлықтай саны кезінде жобалау кезінде диспетчерлік пункттен оларды орталықтан басқару құрылғысының мүмкіндігін қарастыру керек.

11.3 Арнайы жүктемелері бар электр желілер үшін РҚӨ құралдарын таңдау кезінде келесі ұсыныстарды басшылыққа алу керек:

а) сызықты емес және күрт айнымалы жүктемелері бар РҚӨ құралдары ретінде жалпы арнаудағы желілер үшін қолданылатын РҚӨ құралдарынан басқа (1 кВ дейінгі және 6 кВ немесе 10 кВ конденсаторлардың батареялары, 6 кВ немесе 10 кВ синхронды қозғалтқыштар) күштік резонанстық СL сүзгілер және тура және жанама әсерлі реактивті қуатты динамикалық қарымталау құрылғылары қолданылуы мүмкін;

б) РҚӨ құралдарын таңдау МЕМСТ 13109 сәйкес анықталған есептеу нүктесінде анықталатын электр энергиясы сапасының келесі көрсеткіштерінің мәндеріне тәуелді:

- синусоидальды кернеудің бұрмалану коэффициенті  $K_H$ ;
- кернеудің  $n$ -ші үйлесімді құраушысының коэффициенті  $K_{H(N)}$ ;
- кернеу өзгерісінің ауқымы  $SU$ ;
- фликер дозалары  $P$ ;

в) шешімді қабылдауды, негізсіз қымбаттатылған орнатылатын РҚӨ құралдарын болдырмау мақсатында МЕМСТ 13109 сәйкес электр энергиясы сапасының аталған көрсеткіштерін анықтау кезінде есептеулерді орындау барысында электр энергиясы сапасының көрсеткіштері үшін 0,05 тең шекті рұқсат етілген мәндерден асу ықтималдығын алу ұсынылады;

г) есептеу нүктесі тұтынушыны ұйымды энергиямен жабдықтау желісіне қосу нүктесі болып табылады, ол үшін МЕМСТ 13109 нормаланатын электр энергиясы сапасы көрсеткіштерінің мәндеріне тұтынушының рұқсат етілген есептік салымдары анықталады. Әдетте есептеу нүктесі тұтынушы және энергиямен жабдықтау ұйымы арасындағы баланстық шектеу шекарасымен қиысқан түрде алынады, бірақ қуатты электр қабылдағыштарды жақындатылған кірме қосымша станциясынан қоректендіру кезінде энергия жүйесі түйіндерінде орналасуы мүмкін;

д) электр энергиясының сапа көрсеткішінің анықталған есептік мәндері энергиямен жабдықтайтын ұйымның анықталатын рұқсат етілген есептік салымдардың мәндерімен салыстырылады. Салыстыру нәтижелері РҚӨ құралдарын таңдауға мүмкіндік береді;

е) 6 кВ немесе 10 кВ конденсаторлық батареяларды  $K_H$  және  $K_{H(N)}$  мәндеріне тәуелсіз сызықты емес жүктемелер қоректенетін құрама шиналар секцияларына қоспау керек.

ж) трансформатордың немесе қосарланған реактордың тарамдалған орамасының жеке тармақтарына 6 кВ немесе 10 кВ сызықты емес жүктемелерді бөлген кезде және есептеу нүктесінде рұқсат етілген есептік салымдар мәнінен асатын  $K_H$  және  $K_{H(N)}$  мәндері кезінде сызықты емес жүктемелері бар құрама шиналар секцияларына есептеу нүктесінде жоғары гармоникалар токтары мен кернеулерінің мәндерін рұқсат етілген есептік салымдар мәндеріне дейін азайту мақсатында күштік сүзгілерді орнату керек.

Есептеу нүктесінде мәндерін рұқсат етілген есептік салымдар мәндерінен аспайтын  $K_H$  және  $K_{H(N)}$  мәндері кезінде күштік сүзгілер орнатылмайды. Осы жағдайлар үшін РҚӨ құралдарын таңдау 11.2 сәйкес жүргізіледі. Орнатылатын РҚӨ құралдарының қуаты (егер орнатылатын болса, сүзгілерді ескерумен) экономикалық мәннен аспайтын энергия жүйесінен РМ тұтынуды қамтамасыз етуі тиіс. 6 кВ немесе 10 кВ конденсаторлар батареяларын орнату орынды болған кезде соңғылары сызықты емес жүктемелер қосылмаған құрама шиналар секцияларына қосылуы тиіс;

и) трансформатордың немесе қосарланған реактордың тарамдалған орамасының жеке тармақтарына сызықты емес жүктемелерді бөлу мүмкін болмаған кезде 6 кВ немесе 10 кВ құрама шиналарға  $K_H$  және  $K_{H(N)}$  коэффициенттерінің мәндерін рұқсат етілген есептік салымдар және реактивті қуаттың техникалық мәнінен аспайтын энергия жүйесінен реактивті қуатты тұтыну мәніне дейін азайтуды қамтамасыз ететін күштік сүзгілерді қосу керек. Күштік сүзгілерді орнатуға кететін айтарлықтай шығындарды ескерсе, РҚӨ шарттары бойынша олардың қуатын арттыру орынсыз. Егер келесі екі шарттар орындалатын болса, күштік сүзгілерді орнатпау керек:  $K_H$  және  $K_{H(N)}$  есептік мәндері рұқсат етілген есептік салымдар мәндерінен аспайды және реактивті қуатты тұтынудың техникалық шегі синхронды электр қозғалтқыштармен және 1 кВ дейінгі конденсаторлар батареяларымен қамтамасыз етіледі;

к) күрт және айнымалы жүктемелерді қоректендіретін құрама шиналар секцияларына конденсаторлық батареяларды қоспау керек. Кернеудің өзгеру ауқымы және фликер дозасының мәндерін азайту мақсатында осы секцияларды ҚТ тоқтары үлкен жалпы арнаудағы желіге қосу ұсынылады. Мұндай қосу мүмкін емес болған жағдайда, сонымен қатар күрт және айнымалы сипаттағы жүктемелері бар ірі электр қабылдағыштарды орнатқан жағдайда тура және жанама әсерлі реактивті қуатты динамикалық қарымталау құрылғыларын орнату орындылығы қарастырылуы тиіс. РҚӨ шарты бойынша динамикалық қарымталау құрылғысының құрамына кіретін сүзгілердің конденсаторлық батареяларының жалпы қуаты реактивті қуатты тұтынудың техникалық шегін қамтамасыз етуі тиіс.

11.4 Қарымталаушы құрылғыларды таңдау электр жүктемелерінің өсу динамикасын және жалпы жүйенің сатылай дамуын ескерумен кәсіпорынның электрмен жабдықтау жүйесінің басқа негізгі элементтерін таңдаумен бір уақытта жүргізілуі тиіс.

11.5 Күштік электр қондырғыларын жобалау кезінде келесілер арқылы реактивті қуатты ең аз тұтыну қамтамасыз етілуі тиіс:

- электр қозғалтқыштардың қуатын негіздеп таңдау;
- реттелмейтін электр жетектері үшін синхронды электр қозғалтқыштарды басым қолдану;
- вентилді түрлендіргіштердің арнайы схемаларын және жұмыс режимдерін қолдану.

11.6 Жеке қарымталау қуат коэффициенті төмен және жылына жұмыс сағаттарының саны көп қуатты электр қабылдағыштар үшін орындалуы мүмкін.

11.7 Конденсаторлық батареяларды 10 кВ жоғары кернеуге қосу қажет болған жағдайда фазалар және жерден конденсаторларды оқшаулау арасындағы конденсаторларды қосымша оқшаулауды салумен бір типті конденсаторларды ретті немесе параллель ретті жалғауды қолдану қажет.

11.8 Өнеркәсіптік кәсіпорындар үшін жиынтықты конденсаторлық қондырғыларды қолдану ұсынылады.

## **12 БАСҚАРУ, ӨЛШЕУ, СИГНАЛИЗАЦИЯ, АПАТҚА ҚАРСЫ АВТОМАТИКА, ОПЕРАТИВТІ ТОК**

12.1 Өнеркәсіптік кәсіпорындар үшін басқару, өлшеу, сигнализация жүйелерін және апатқа қарсы автоматиканы жобалау ҚР ҚН 4.04-08 талаптарына сәйкес орындалады.

12.2 Келесі телебасқаруды жүзеге асыру қажет:

- жиі (тәулігіне 3 рет не одан көп) оперативтік өшірулер қажет етілген жағдайларда қоректендіруші желілердегі және байланыс желілеріндегі ажыратқыштарды;

- резервті автоматты түрде қосу құрылғылары болмаған жағдайда қосалқы станцияның енгізу және секциялық ажыратқыштарды;

- III санаттағы электр қабылдағыштары бар шиналар секцияларын қоректендіруші желілердегі ажыратқыштарды;

- айтарлықтай қуатты электр қабылдағыштарды қоректендіруші желілердегі ажыратқыштарды, энергия жүйесінің максималды жүктеме сағаттарында электр тұтынуды реттеу мақсатында оларды өшіру орынды екендігі жөніндегі шешім қабылданған жағдайларда.

12.3 Телесигнализация:

- барлық телебасқарылатын нысандардың;

- кәсіпорынның қосалқы станцияның енгізуші, секциялық, шиналарды жалғаушы және айналмалы ажыратқыштардың;

- айтарлықтай қуатты электр қабылдағыштарын және жауапты механизмдерді, агрегаттарды, технологиялық желілерді қоректендіруші ажыратқыштардың;

- 35 кВ не одан жоғары жоғарғы кернеулі трансформаторлардың;

- 35 кВ не одан жоғары кернеулі енгізулердегі айырғыштардың күйлерін көрсетуі тиіс.

Одан басқа, әдетте, бақыланатын пункттің (БП) келесі сигналдары қарастырылуы тиіс:

а) әрбір БП жалпы сигналы:

- кез келген ажыратқыштың апатты өшірілуі жөнінде;

- әрбір қосалқы станцияның жоғары кернеу желілерінде жерге тұйықталу жөнінде;

- БП ақаулықтары жөнінде, соның ішінде жылытылатын үй-жайларда температураның жол берілмейтін өзгерісі, жерге тұйықталу және оперативті ток тізбектерінде кернеудің болмауы, телемеханика тізбектерінің қорегін резервті көзге ауыстырып қосу және т.б. жөнінде;

б) БТҚ, ТЕҚ трансформаторларының, ірі түрлендіргіш агрегаттарының ақаулығы жөнінде;

в) БП өрттің туындауы (түтіннің пайда болуы) жөнінде.

12.4 Телеөлшеу:

- қоректендіруші желілердегі, қоректің басқа көздерінің және 6 кВ не одан жоғары қосалқы станцияның құрама шиналарындағы кернеу мәнін;

- технологиялық процесс пен құрал-жабдыққа жүйелі бақылау жүргізуге және қалыпты және апаттан кейінгі режимдерде электрмен қамтамасыз ету жүйесінде активті, реактивті және толық қуаттың өтуі жөнінде пікір қалыптастыруға мүмкіндік беретін желі нүктелеріндегі тоқ пен қуаттардың мәнін;

- есептік нүктеде және, қажетті жағдайларда, қоректің жеке тораптарындағы электр энергия сапасы көрсеткіштерінің мәнін көрсетуі тиіс.

12.5 Жүйеленген шығыс сигналында өлшенетін электрлік көлемдерді (кернеуді, тоқты, қуатты, жиілікті) түрлендіруді әр түрлі арнаудағы өлшеу түрлендіргіштерінің көмегімен жүзеге асыру қажет. Өнеркәсіптік кәсіпорындарда өлшеу-есептеу кешендерін және ақпараттық өлшеу жүйелерін пайдалану жобалада негізделген болуы тиіс.

12.6 Уақыт барысында өзгеретін электрлік процестерді тіркеу үшін өздігінен жазатын, соның ішінде оперативті әрекет ететін аспаптарды, жарық сәулелі және электронды осциллографтарды, магнитографтарды пайдалану қажет.

12.7 Диспетчерлік қалқан мен пультті жобалау барысында диспетчерлік үй-жайдың өлшемдерін анықтау электрмен қамтамасыз ету жүйесінің ықтималды дамуын ескеру қажет.

12.8 Дисплейлерде көрсетілетін диспетчерлік қалқанның мнемосызбасы және ақпарат көлемі әдетте, қосалқы станциялар, электр энергиясын қабылдау пунктері және қоректің басқа көздері арасында 6 кВ немесе 10 кВ және одан жоғары барлық байланыстарды көрсетуі тиіс. Телемеханизация көлеміне қосылмаған ажыратқыштар мен басқа да аппараттар қолмен ауыстырылатын символдардың көмегімен мнемосызбада көрсетіле алады.

12.9 Энергияны көп қажет ететін өнеркәсіптік кәсіпорындарда келесі мақсатта электр энергияның автоматтандырылған есебін қарастыру ұсынылады:

- электрмен қамтамасыз ететін ұйымнан кәсіпорынмен алынатын электр энергия көлемін анықтау;
- энергия жүйесінің максималды және минималды жүктеме сағатында жүктеменің жарты сағаттық максимумды белгілеу;
- электр энергияға өндіріс ішіндегі цех аралық есепті жүргізу;
- айтарлықтай қуаттың жалпы және жеке тұтынуға кәсіпорын бойынша реактивті энергияны тұтынуға және өндіруге бақылауды жүзеге асыру;
- қуаттың орташа өлшенген коэффициентін анықтау.

Өнеркәсіптік кәсіпорындарда электр энергияны есептеу жүйесі «Электр қондырғыларды орнату ережелері» талаптарына жауап беруі тиіс.

12.10 Нормаланған деңгейден төмен оқшаулау кедергісі төмендегенде әрекет ететін оқшаулаудың автоматты бақылауы оқшауланған немесе нейтральмен доға сөндіруші реактор арқылы жерге тұйықталған 1 кВ жоғары кернеулі айнымалы тоқ желілерінде, оқшауланған нейтральмен 1 кВ дейін айнымалы тоқ желілерінде және оқшауланған полюстарымен және оқшауланған орташа нүктемен тұрақты тоқтың желілерінде орындалуы тиіс.

12.11 Апатты режимдерді белгілеу және 110 кВ не одан жоғары кернеулі қосалқы станцияларда оларға келесі талдау жасау үшін апатты жағдайларда жылдамдатылған жазбасы бар автоматты осциллографтар қондырғылары мен өздігінен жазатын

аспаптарды, ал ірі ТТҚ және БТҚ үшін БАЖ-электро құрамында ақаулықты диагностикалау жүйесін қарастыру ұсынылады.

12.12 Қосалқы станциядағы басқару, өлшеу жүйесі мен сигнализация келесілерді қамтамасыз етуі тиіс:

- пайдалануды қатесіз және орынды жүргізу;
- электр құрал-жабдықтың және негізгі технологиялық агрегаттардың жұмыс істеу режимін бақылау;
- апатты режимдерде қызмет көрсететін қызметкердің оперативті бағыт көрсету.

Электрмен қамтамасыз етудің телемеханикаланған және автоматтандырылған нысандарда электр құрал-жабдықты қарап, тексеру үшін жергілікті басқарманы қарастыру қажет.

12.13 Қосалқы станцияның электр құрал-жабдықтарын басқару:

- басқарудың жалпы қосалқы станция пунктiнiң (БЖП) басқару қалқанынан;
- 6 кВ немесе 10 кВ (басқару дәлiзiнен) таратушы құрылғылардан;
- ашық таратушы құрылғы аумағындағы сыртқы орнату шкафтан жүргізіледі.

БЖП ғимараты (6 кВ немесе 10 кВ жабық таратушы құрылғысымен жеке немесе бұғатталған түрде ) қосалқы станцияларда тұрғызу қажет:

- басқару қалқанында қызметкердің тұрақты кезекшілігі талап етілетіндерге;
- 35 кВ не одан жоғары жабық таратушы құрылғысымен;
- АЖ қорғау құрылғысын, қорек блогын, түзеткіштерді және сыртқы орнату шкафтарында орналастырылмайтын басқа да құрылғыларды орнату қажет болғанда.

БЖП қалған қосалқы ғимаратта тұрғызылмайды, басқару панелі мен қорғаныс қосалқы станция аумағында сыртқы орнату шкафында орналастырылуы тиіс.

12.14 Өнеркәсіптік кәсіпорындардың қосалқы станцияның релелік қорғанысы мен автоматикасын сыртқы электрмен қамтамасыз ету жүйесінің релелік қорғаныс қондырғылары мен автоматикасымен келісу қажет. Релелік қорғаныс пен автоматиканың қабылданатын түрлерін таңдау энергиямен қамтамасыз ететін ұйыммен берілген қосуға қойылатын техникалық шарттарға және «Электр қондырғыларды орнату ережелері» талаптарына сәйкес орындау қажет. Релелік қорғаныс пен автоматиканы жобалау барысында электр қоректенгіш осыған ұқсас жүйелер үшін ұсынылатын релелік қорғаныс пен автоматиканы таңдауға және есептеуге қатысты мамандандырылған электр техникалық жобалық және ғылыми-зерттеу институттарының зерттемелерін ескеру ұсынылады.

Өнеркәсіптік кәсіпорындардың қосалқы станциясы үшін интегралды микросызбаларда орындалған релелік қорғаныс пен автоматиканың кешенді құрылғысын қолдану ұсынылады.

12.15 Өнеркәсіптік кәсіпорындардың қосалқы станцияларында автоматты құрылғының келесі түрлері қарастырыла алады:

- I және II санаттағы электр қабылдағыштарды қоректендіру барысында ТҚ цехтарының төменгі кернеу жағында секцияның бөлек жұмыс істеуінде 6 кВ немесе 10 кВ не одан жоғары барлық таратушы құрылғының секциялық ажыратқыштарында резервті қоректенудің автоматты қосылуы. Бұл жағдайда шиналардағы қысқа тұйықталу барысында резервті қоректенудің автоматты қосылуына тыйымды қамтамасыз ету тиіс;

- ауалық желісінің, қосалқы станцияның апатты сызбасына дейін автоматты қалпына келу мүмкіндігімен 110 кВ және одан жоғары болатын шиналардың, бір трансформаторлы қосалқы станциясы үшін 6 кВ, 10 кВ немесе 35 кВ шиналардың автоматты қайта қосылуы;

- апатты жойғаннан немесе резервті құрал-жабдықты және байланыстарды қосу арқылы желінің апатты учаскесін өшіргеннен, синхронды электр қозғалтқыштарды қайта синхрондағаннан және т.б. кейін тұтынушылар қорегін автоматты қалпына келтіруді жүзеге асыру;

- жүйелі апаттар нәтижесінде жиіліктің апатты түрде төмендеуінде кәсіпорын электр станциясын энергия жүйесінен автоматты бөлуді жүзеге асыру;

- І санаттың ерекше тобының электр қабылдағыштардың үздіксіз қорегін жүзеге асыру;

- автоматты қайтадан қосылу жүйесінің әрекетіне дейін III санаттағы электр қабылдағыштарды өшіретін жүктемені түсірудің автоматты жиілігі;

- РҚӨ құралдарын автоматты басқару;

- трансформаторлар жүктемесінде кернеуді автоматты реттеу;

- қосалқы құрылғылардың жұмысын басқаруды жүзеге асыру (өшіргіштердің, ажыратқыштардың жетектерін, кешенді таратушы құрылғының шкафын қыздыру, трансформаторлардың суытатын құрылғыларын қосу және өшіру, өрт сөндіру жүйесі және т.б.).

12.16 Қосалқы станцияларда келесі көлемде сигнализация орындала алады:

- қашықтықтан басқарумен нысандар күйінің жарық сигнализациясы ;

- апатты өшірудің жеке жарық сигнализациясы (апатты сигнализация);

- электр құрал-жабдықтың қалыпты жұмыс істеу режимінен және басқару тізбегінің жөнделген бұзылудан ауытқудың ескертетін сигнализациясы;

- ескертетін және апатты сигнализация әрекетінде қызметкер назарын тартуды қамтамасыз ететін орталық дыбыс сигнализация.

БЖП болмағанда сигнализация панелі 6 кВ немесе 10 кВ ТҚ үй-жайында орнатылады, ал ескерту сигналдары және апатты сигнализация кезекші қызметкерге шығарылады

12.17 Тұрақты оперативті тоқ негізінен:

- 500 кВ дейін жоғары кернеуліктен тұратын қосалқы станцияларда;

- осы кернеулердің құрама шиналары бар 110 кВ немесе 220 кВ қосалқы станцияларда;

- ауа ажыратқыштары бар 35 кВ немесе 220 кВ қосалқы станцияларда;

- 110 кВ немесе 220 кВ үш не одан артық май ажыратқыш санымен 110 кВ немесе 220 кВ қосалқы станцияларда қолдану қажет.

12.18 Айнымалы оперативті тоқты негізінен 35 кВ май ажыратқышы бар 35/6-10 кВ қосалқы станцияларда, 6 кВ, 10 кВ және 35 кВ кернеуіндегі ажыратқыштар серіппелі жетектермен жабдықталғанда жоғары кернеу жағында ажыратқыштарсыз 35-220/6-10 кВ және 110-220/35/6-10 кВ қосалқы станцияларда қолданылады. 6 кВ, 10 кВ, және 35 кВ кернеудегі ажыратқыштарды электр магниттік жетектермен жабдықтағанда көрсетілген қосалқы станцияларда түзетілген оперативті тоқты қолдану қажет.

Сонымен қатар, оны 110 кВ немесе 220 кВ кернеудегі май ажыратқыштың аз санымен 110 кВ немесе 220 кВ қосалқы станцияларда қолдану ұсынылады.

12.19 6 кВ немесе 10 кВ кернеудегі ажыратқыштар жетегінің түрін таңдау соңғылардың коммутациялық қабілетін, ҚТ тоғының мәнін және желінің осы нүктедегі релелік қорғаныс уақытының төзімділігін, қоректенуші электр қабылдағыштардың жауапты деңгейін және олардың жұмыс істеу режимдерін ескере отырып жүргізу қажет.

12.20 Өнеркәсіптік кәсіпорындардың қосалқы станцияларында оперативті тоқтың аралас жүйесі (әр түрлі үйлесімде тұрақты, айнымалы, түзетілген тоқты бір уақытта қолдану) қолданыла алады. Оперативті ток жүйесін таңдау жобада негіздеу қажет.

12.21 Тұрақты оперативті тоғы бар 110 кВ немесе 500 кВ кернеудегі қосалқы станцияларда әдетте, СК түріндегі, тұрақты зарядтау режимінде жұмыс істейтін элементті комутаторсыз, 220 В бір аккумуляторлық батарея орнатылуы тиіс. Жобалау барысында «Электр қондырғыларды орнату ережелері» талаптарына және «Өрт қауіпсіздігіне қойылатын жалпы талаптар» Техникалық регламентіне сәйкес қопарылыс өрт қауіптілігі және қопарылыс қауіпті аймақ класы бойынша аккумуляторлық батареяның үй-жайының санатын анықтау қажет. СК түріндегі батареяның орнына жабық никельді-кадмиялық аккумуляторлық батареяны орнату мүмкіндігі бар болса ұсынылады.

12.22 Айнымалы тоқты түзулету үшін тұрақтандырылған және тұрақтандырылмаған қорек блоктарын, индуктивті толықтырғышы бар немесе онсыз қуат түзулеткіші құрылғыларды қолдану қажет.

### **13 ЭЛЕКТР ЖЕЛІЛЕРДІ ЦЕХТАН ТЫС ТАРТУ**

13.1 Өнеркәсіптік кәсіпорындар аумағы бойынша жер үсті және жер асты кабель құрылысында, жерде, ғимарат пен құрылыстың қабырғасымен, технологиялық эстакадаларда ауалық желілері, тоқ өткізгіштері, кабель желілері тартыла алады.

13.2 Энергияны көп қажет ететін өндірістер үшін цехтан тыс канализация әдісін таңдау электр монтаждау жұмыстарын жүргізу барысында еңбек шығынын ескере отырып, ең аз келтірілген шығын бойынша салыстырмалы нұсқалардың техникалық-экономикалық есептердің негізінде жүргізу қажет.

Нұсқаларды салыстырғанда пайдалану сенімділігі мен қолайлы факторларын (жөндеу қабілеті, желілерді қосымша тарту), ауаның, жердің ластану деңгейін, өнеркәсіптік алаңды құру тығыздығын, жер асты суларының деңгейін, технологиялық, көлік және басқа да коммуникациялық орналасуды, өрт қауіпсіздігінің талаптарын, желіні дамыту болашағын ескеру қажет.

13.3 Кәсіпорынның өнеркәсіптік алаңында электр желілерді орналастыру аймағы басты жоспар әзірлеушісімен келісілген болуы тиіс.

13.4 Энергияны көп қажет ететін кәсіпорындар үшін 110 кВ немесе 220 кВ терең енгізу сызбасы 110 кВ немесе 220 кВ кернеудегі ауа және кабельдік желілерді қолданумен, 500 кВ терең енгізу сызбасы АЖ-500 кВ қолданумен жүзеге аса алады.

13.5 АЖ қолдану өнеркәсіп алаңын құрудың жоғары емес тығыздығында болады. АЖ астында алаңын шеттетуді азайту мақсатында АЖ қопарылыс қауіпті

қондырғылардан басқа, барлық жанбайтын ғимарат пен құрылыс үстінен өткізуге рұқсат етіледі.

АЖ тіреуіштерінің биіктігін таңдағанда АЖ сымдары астынан құбырларды, көлік және басқа да коммуникацияларды болашақта өткізу мүмкіндігі ескерілуі тиіс. Негізгі жағдайларда аралық ұзындығын ұлғайту мақсатында арнайы тіреуіштерді қолдануға болады.

13.6 Кәсіпорынды құруды жоғары тығыздығы барысында ашық кабельдік құрылыстарда (кабельдік эстакада, ішінара жабық кабель галереясы, соның ішінде технологиялық эстакадада орналасқан) тартылатын пластамасса оқшаулауымен 110 кВ немесе 220 кВ құрғақ кабельдерді қолдану ұсынылады. Жабық кабельдік құрылыстарда пластамасса оқшаулауымен 110 кВ немесе 220 кВ кабельдерді тарту (тоннельдерде, толық жабылған кабель галереяларында) оларды ашық кабельдік құрылыстарда тарту мүмкін болмаған жағдайда ғана жүргізуге болады.

13.7 110 кВ немесе 220 кВ кернеудегі төменгі қысымды майға толтырылған кабельдер пластмассалық кабельдерді алу мүмкін болмағанда қолданыла алады. Төменгі қысымды майға толтырылған кабельдер муфтаға арналған арнайы құдық құрылғысы бар қатып қалу аймағынан төмен (~1,5 м) жерде, траншеяларда, арналарда науаға салып тартыла алады. Тоннельдерде майға толтырылған кабельдерді тарту оның айтарлықтай құны түрінде ұсыныла алмайды.

13.8 Элегаз оқшаулауы бар 500 кВ дейін тоқ өткізгіштерін электр өнеркәсіппен игеру бойынша оларды өнеркәсіп алаңын құрудың жоғары тығыздығында және қоршаған орта агрессивтілігінің болуы жағдайында терең енгізу сызбасы үшін қолдану ұсынылады.

13.9 Энергияны көп қажет ететін өнеркәсіп кәсіпорындарының өнеркәсіп алаңы бойынша 6 кВ немесе 10 кВ кернеудегі электр энергияны тарату барысында келесі конструктивті орындаудағы фазалардың симметриялық орналасуымен ашық салынған тоқ өткізгіштерін қолдану қажет:

- құбырлы шиналары және аспалы оқшаулағыштары бар қатты аспалы;
- жарықшақты сымдары бар иілгіш;
- ТЗК-10 түріндегі жиынтықты жабық.

13.10 Өнеркәсіптік кәсіпорындардың 6 кВ және 10 кВ кернеудегі кабельдік канализация жүйесі үшін әдетте, АД31 түріндегі алюминий қорытпасынан жасалған құбырлы шиналары бар қатты тоқ өткізгіштерін қолдану ұсынылады. Тоқ өткізгіштері қалыпты ортада сыртқы және ішкі орнатулар үшін орындауда және қатты ластанған ортадағы кәсіпорындар үшін сыртқы орнатулар үшін орындауда қолдануға жатады.

Қатты тоқ өткізгіштерін күрделі шығынның айтарлықтай ұлғаю себебінен тоннельдерде және толық жабық галереяларда тарту ұсынылмайды. Қатты тоқ өткізгіштерін қолдану барысында түйін мен бөлшектердің әзірленген типтік жобалармен қолдану қажет.

13.11 Иілгіш тоқ өткізгіштерін бір уақытта келесі факторлар барысында қолдану ұсынылады: аумақтың иілгіш тоқ өткізгіштері астында шеттетудің шартты құнын ескермеуге мүмкіндік беретін кәсіпорынның қысылмаған жоспарлауында және трасса бұрылысының (1 км екі-үшке дейін) бұрыш санының аздығында.

13.12 ТЗК-10 түріндегі жиынтық жабық тоқ өткізгіштерін айтарлықтай шығын және пайдалану шарты себебінен өнеркәсіп кәсіпоры аумағында тарту ұсынылмайды. ТЗК-10 түріндегі тоқ өткізгіштерін 6 кВ және 10 кВ трансформаторлардан бастап, таратушы құрылғыға дейін шамалы ұзындықты (шамамен 50 м) енгізгенде, сондай-ақ, ғимарат ішінде электр қондырғыларын шиналау барысында қолдану қажет.

13.13 Тоқ өткізгіштерінің қимасын нақты нысанды жобалағанда қалыпты режим үшін есеппен анықталатын мәнде тоқтың экономикалық тығыздығы бойынша таңдау қажет. Тоқ өткізгіштерінің таңдалған қимасын апатты режимнен кейін тоқты қыздыру арқылы тексеру қажет.

13.14 Кәсіпорын аумағына тартылатын тоқ өткізгішті таңдағанда шеттетілетін аумақтың құнын ескеру қажет. Қатты тоқ өткізгіштері астында аумақты шеттету 10 м, иілгіш тоқ өткізгіші астында 18 м құрайды деп қабылдауға болады.

13.15 35 кВ кернеуіне айтарлықтай қуатты беру қажеттілігінде құбырлы шиналары аспалы және аспалы оқшаулағыштармен 35 кВ қатты тоқ өткізгішін қабылдау ұсынылады.

13.16 Кернеуі 35 кВ дейін цехтен тыс кабельдік желілерді әдетте, жер үсті құрылыстарда: технологиялық және кабельдік эстакадаларда, кабельді ішінара жабық галереяларында ашық тарту қажет.

13.17 Технологиялық эстакадаларда, соның ішінде жанғыш газдары және тез тұтанатын сұйықтықтары бар құбырлары бар эстакадаларда кабельдерді тарту не конструкцияның аспалы кабельдерінде немесе жеке меншік қажеттілік кабельдерді қоспағанда 30 дейін кабель санында өздігінен кронштейндерде, немесе кабельдердің көп санында, кабельдік эстакадаларда немесе технологиялық эстакадаларда құрылған ішінара жабық кабельдік галереяларында жүзеге аса алады.

13.18 Кабельдерді аспалы конструкцияларда немесе кронштейндерде тарту барысында құбырлардан қашықтығы кем дегенде 0,5 м болуы тиіс, брондалмаған кабельдер механикалық әсерлерден қорғалған болуы тиіс. Эстакадаларда және галереяларда тартылатын кабельдерді брондалмаған түрде қабылдау қажет.

13.19 Жанғыш газдары және тез тұтанатын сұйықтықтар құбырлары бар технологиялық эстакадаларда кабельдік эстакадалар мен галереяларды орналастыру барысында өртке қарсы шаралар (отқа төзімділігі кем дегенде 0,75 сағат болатын қоршайтын көлденең немесе тік конструкциялар) орындалған болуы тиіс. Тікелей құбырларға кабельдік және басқа да конструкцияларды бекіту рұқсат етілмейді. Техникалық эстакадалар бойынша кабельдерді тарту мүмкіндігі технолог мамандарымен келісілуі тиіс.

13.20 Технологиялық эстакадалар болмағанда немесе пайдалану мүмкіндігі болмағанда кабельдерді кабель саны 20 бастап, 30 дейін болғанда өтпейтін кабельдік эстакадаларда немесе өтпелі кабельдік эстакадаларда және кабель саны 30 бастап, 40 дейін болғанда ішінара жабық кабельдік галереяларда тарту ұсынылады. Кабельдік эстакадаларда және галереяларда тартылатын кабельдерді брондалмаған түрде қабылдау қажет.

13.21 Кабельдерді жер деңгейінен 4,5 м көп биіктікте тартқанда әдетте, өтпелі кабельдік эстакадалар мен ішінара жабық кабельдік галереяларды қарастыру қажет. Өтпейтін кабельдік эстакадаларды трассаның қысқа учаскелерінде (кедергілерді айналып

өткенде, эсткада орналасқан деңгейді өзгерткенде, тарамданған жерлерде) ғана қолдану ұсынылады.

13.22 Кабельдік эсткадалар мен кабельдік ішінара жабық галереяларды өртке қарсы бөліктерге көлденең қоршауларға бөлу талап етілмейді.

13.23 Кабельдерді толық жабық кабельдік галереяларда тарту тек дәйекті жағдайларда ғана (мысалы, аса агрессивті қоршаған орта жағдайында, айтарлықтай сыртқы жылу немесе механикалық әсерлер болу жағдайында және т.б.) рұқсат етіледі.

13.24 Кабельдерді ғимарат пен құрылыстың сыртқы қабырғаның сыртқы беттерімен тартуға рұқсат етіледі, бірақ, соңғылары жанбайтын материалдардан жасалған болса ғана.

13.25 Жер үсті құрылыста 35 кВ дейін кабельдерді ашық түрде тарту мүмкін болмағанда немесе орындай алмағанда кабельдерді жерде (траншеяларда) және жер асты кабельдік құрылыста (блоктарда, арналарда, тоннельдерде) тарту жұмыстары жүзеге аса алады.

13.26 Кабельдерді траншеяларда тарту кабельдердің шамалы санында, негізінен негізгі трассалардан тарамдалған жерде орындау қажет.

Бір траншеяда, әдетте, алтыдан аспайтын қуат кабелін тарту қажет. Кез келгенінің орнына екінші кезекті тізбектердің 12 кабелінен тұратын бір шоғырын тартуға рұқсат етіледі.

13.27 6 кВ немесе 35 кВ кернеудегі кабельдердің барлық бойымен жер асты жұмыстары барысындағы ықтималды механикалық әсерлерден темір бетонмен, бетон тақталарымен, кірпішпен қорғау қажет. 0,7 м тереңдікте салынған 1 кВ дейін кабельдер жиі қазу орындарында ғана осындай қорғанысқа ие болуы тиіс. Кабельдердің үстінен арнайы сигналды таспа тартылған болса, 0,7 м тереңдікте салынған 20 кВ дейін екі кабельдік желілері бар траншеяны механикалық әсерлерден қорғауды талап етілмейді.

13.28 Жерге тартылатын кабельдерді тот басудан электр-химиялық қорғауды қолданыстағы жер асты құрылыстарын катодты қорғау бойынша нұсқауларға сәйкес орындау ұсынылады [6]. Тот басудан қорғау шаралары кабельдерді пайдалануға бергенге дейін жүзеге асырылуы тиіс.

13.29 Кабельдерді блоктарда тартуды жер асты коммуникациялары көптеп кездесетін, ыстық металдың ықтималды төгілулері болатын немесе жиі қазу жұмыстары жүретін жерлерде, технологиялық және көлік коммуникациялармен жиі қиылысатын трассаларда қолдану қажет. Блоктар темір бетонды ұяшықты тақталардан, асбест-цементтен, керамикалық, шойын, болат, полиэтилен құбырлардан жасала алады.

13.30 Блокта тартылатын қуат кабельдерінің санын анықтағанда кабельдерге рұқсатты тоқ жүктемелерін азайту факторын ескеру қажет, сондықтан қуат кабельдерін негізінен блок периметрімен тарту ұсынылады. Блокта тартылатын бақылау кабельдерінің саны шектелмейді.

Блоктарды тарту бағыты өзгертін жерлерде, кабельдердің блоктан жерге өту жерлерінде әдетте, кабельдік камераларды (құдықтарды) құру қажет.

13.31 20 бастап, 30 дейін кабельді тарту қажет болғанда кабельдік арналарды, ал 30 бастап, 40 дейін кабель санында кабельдік тоннельдерді қолдануға болады. Өнеркәсіптік алаңда арналар мен тоннельдер әдетте, жерге кем дегенде 0,3 м тереңдетілген болуы тиіс. Жерге ішінара тереңдетілген немесе жер үсті арналар мен тоннельдерді аумақтың қызмет

көрсететін қызметкерге ғана қол жетімді және эвакуациялық және көлік жолдары ретінде қолданылмайтын учаскесінде қолдану қажет.

13.32 Кабельдік тоннельдер және толық жабық кабельдік галереялар отқа төзімділігі кем дегенде 0,75 сағатты құрайтын шектерде жанбайтын материалдан жасалған көлденең аралықтармен бөлінген бөліктерге бөлінуі тиіс. Осы кабельдік құрылыстарда автоматты өрт сөндіру сигнализациясы және жылжымалы құралдарың көмегімен (өрт сөндіру автокөліктері) өртті сөндіру немесе стационарлы түрде орнатылған су бүріккіштері бар «құрғақ құбырлы» жүйе қарастырылуы тиіс. «Құрғақ құбырлы» жүйені қолдану жылжымалы құралдың келу мүмкіндігі болмағанда, ал жабық галереяларда – аумақтың жоспарлы белгісінің үстінен 10 м артық галереяның жоғарғы белгі биіктігінде ұсынылады.

13.33 Өзара резервтелетін кабельдік желілер, I санаттағы қоректенуші электр қабылдағыштар трассаларға өрт қатынасында оқшауланған түрде тартылуы тиіс. Өнеркәсіптік кәсіпорындар үшін оларды жарықта кем дегенде 1 м кабельдік конструкциялар арасында тік қашықтық барысында бір кабельдік құрылыстың (өтпелі кабельдік эстакадалар, галереялар, тоннельдер) әр түрлі жағымен тартуға рұқсат етіледі, ал өтпейтін кабельдік эстакадаларды қолданғанда өзара резервтелетін кабельдер бойлық тұтас арқалықтың әр түрлі жағымен тартылуы тиіс. Қоректің үшінші тәуелсіз көзінен I санаттағы ерекше топтың электр қабылдағышына кабельдік желіні тарту отқа төзімділігі кем дегенде 0,75 сағат болатын шекте өртке қарсы қораптағы (арнадағы) кабельдік құрылыстың сол қимасында орындауға рұқсат етіледі.

13.34 Кабельдік құрылыстың габариттері кабельдің жалпы санының 15% кем емес пайдалану шартында қосымша тартуға мүмкін болатын жерді бөлуді ескеріп, оның барлық кезегінде құрылысты толық аяқтау барысында осы құрылыста тартуға жататын кабельдің барлық санынан ала отырып таңдалынуы тиіс. 6 кВ және 10 кВ кернеулі кабельдер тартылатын кабельдік құрылыста кабельдік муфталарды орналастыратын сөрелердің бір қатарын бөлу қажет. Сонымен қатар құбырларды және өрт сөндіру жүйелерінің құрылғыларын орналастыратын орынды да қарастыру қажет.

## **14 ҚОСЫМША ИМАРАТТАР**

### **14.1 Май шаруашылығы**

14.1.1 Ірі өнеркәсіптік кәсіпорында май шаруашылығын жобалау барысында аудандық энергия жүйесінің май шаруашылығын немесе олармен келісе отырып, көршілес ірі өнеркәсіптік кәсіпорындарын пайдалану мүмкіндігін қарастыру қажет.

Май шаруашылығын жалпы көлемде оларға көп көлемде құйылған май аппараттары мен трансформаторлары бар қосалқы станцияның көп санымен үлкен өнеркәсіптік кәсіпорындарда ғана қарастыру қажет.

14.1.2 Май шаруашылығы жобасында майдың оқшауланған түрін, басқа да түрлерді: турбиналық, машиналық, майлау және т.б. сақтау және сәйкес өңдеу қарастырылған болуы тиіс.

14.1.3 Май шаруашылығын әдетте, кәсіпорынның түйінді қосалқы станциясында орналастыру қажет.

14.1.4 Май шаруашылығында келесілер қарастырылуы тиіс:

-кәсіпорынның барлық нысандарына арналған майларды тазалайтын, кептіретін және қайта генерациялайтын аппараттар мен құрылғылардан тұратын аппараттық үй-жай;  
-оларда бак орнатылған май қоймалары (таза, сұрыпталған майлар үшін).

14.1.5 Кәсіпорынның басқа қосалқы станцияларында (110 кВ немесе 220 кВ кернеуде терең енгізу қосалқы станцияларын қоса алғанда) май мен май тазалайтын құрылғылар үшін арнайы тұрақты бактарды қарастыру қажет емес. Осы қосалқы станцияларға таза құрғақ майды жеткізу және сұрыпталған майды шығару жылжымалы ыдыстарда, соның ішінде жұмсақ қабыршықта қарастыру қажет.

Ерекшелік болып өздері үшін әр қайсысы ең үлкен ажыратқыштың барлық үш фазаның бактарындағы май көлеміне және сол қосалқы станцияның аппараттары мен трансформаторларына құйылған майдың кем дегенде 1 % есептелген екі тұрақты бак қарастырылуы тиіс, бак ажыратқыштары бар 35 кВ бастап, 220 кВ дейінгі кернеулі қосалқы станциялар табылады.

14.1.6 Тұрақты май құбырларын барлық кернеудегі бактың май ажыратқыштарына тартуды қарастыру қажет емес.

Бактарды босату немесе олардағы майды тазарту қажет болған жағдайда тасымалы инвентарлық май құбырларын қарастыру қажет.

14.1.7 Цехтық трансформаторларды жөндеу және тексеру үшін кәсіпорындарда электр жөндеу цехінде шеберхананы қарастыру қажет.

14.1.8 Кіші кәсіпорындарда таза майдың апатты қорын сақтауға арналған және сұрыпталған майға арналған бактарды қарастыру қажет, ал бірлікте 600 кг дейін май көлемімен ажыратқыштар барысында және ауа ажыратқыштарында тек қана жылжымалы ыдыстарды қарастыру жеткілікті. Осындай кәсіпорындарда цехтік трансформаторларды жөндейтін арнайы шеберхананы қарастыру қажет емес.

14.1.9 Май бактарының және басқа ыдыстардың көлемін анықтау үшін қайта генерациялайтын қондырғы болмағанда және шамамен 5 % соңғысы бар болғанда трансформаторлар мен аппараттарға құйылған майды жалпы көлемінің оқшауланған майдың (орташа есеппен) жыл сайынғы қажеттілікті шамамен 15 % қабылдауға болады.

14.1.10 Термосифонды сүзгілерді пайдалану барысында оқшауланған майдың орташа қызмет ету мерзімі шамамен 10 жылды қабылдай алады.

14.1.11 Бірлікте май көлемі 1000 кг не одан артық болғанда ашық түрде орнатылған трансформаторлар және майға толтырылған реакторлар астында және 110 кВ және одан жоғары кернеуде бүйір ажыратқыштар астында металл торлары бар және оған бір қабат жуылған қиыршық тас немесе қалыңдығы кем дегенде 250 мм құрайтын ұсақталған тас себілген май қабылдағыштар қарастырылуы тиіс. Жоспардағы олардың габариттері төменде көрсетілгеннен кем емес электр құрал-жабдықтың габариттерін (әрбір жағынан) асырмауы тиіс:

- 0,6 м – майдың көлемі 1 т дейін болғанда;
- 1 м – майдың көлемі 1 бастап, 10 т дейін болғанда;
- 1,5 м – майдың көлемі 10 бастап, 50 т дейін болғанда;
- 2 м – майдың көлемі 50 т артық болғанда.

14.1.12 Трансформаторлар, реакторлар астында және кернеуі 110 кВ не одан жоғары бак ажыратқыштары астында май бұратын май қабылдағыштың көлемі сондағы майдың құрамының 80 % көлеміне есептеледі.

Қуаты 200 МВА және одан жоғары трансформаторлары бар 220 кВ немесе 500 кВ кернеудегі қосалқы станцияларда өрт сөндіруге стационарлы автоматты қондырғылар қарастырылған жерде май қабылдағыш көлемі соның ішіндегі майдың 100 % есептелінеді.

14.1.13 Г және Д санаттағы өндірісімен отқа төзімділіктің I және II деңгейдегі ғимараттарда орнатылған 2500 кВа дейінгі қуаты бар май трансформаторлар үшін майды бұрмай, металл торымен және оған бір қабат таза қиыршық тас пен ұсақталған тасты сепкен май қабылдағыштарын қарастыру қажет.

Тор астында май қабылдағыштың көлемі трансформатор майының толық көлеміне есептеледі. Май қабылдағыштан май мен суды алып тастау үшін жылжымалы агрегат қарастырылады. Майдың көлемі 60 кг болатын әрбір цех ішілік май трансформаторы астында «Электр қондырғыларды орнату ережелері» талаптарына сәйкес май қабылдағыш орнатылады.

14.1.14 Майды қайтаруы бар май қабылдағыш жүйелерін қолдану жағдайында маймен толтырылған құрал-жабдықтың ең ірі бірлігінен тұратын майдың толық көлеміне есептелген май жинағыштарды қарастыру қажет.

14.1.15 Май қабылдағыштар мен май жинағыштар арасындағы май төкпелерін жер асты құбырлар түрінде орындау қажет. Бұл жағдайда бір май қабылдағыштан басқасына май төкпелерімен майдың асыра төгілу, сондай-ақ, әр түрлі жер асты құрылыстарымен оның ағып кетуі мүмкіндігін болдырмау қажет.

## **14.2 Жүк көтеретін құрылғы**

14.2.1 500 кВ дейінгі кернеудегі қосалқы станцияларда трансформаторларды тексеретін тұрақты жүк көтеретін құрылғыларды қарастыру қажет емес.

Трансформатордың бір бөлігін тексеру барысында көтерілетін салмағы 25 т аспайтын қосалқы станцияларда қаптаманы шешу және трансформатордың белсенді бөлігін көтеру үшін трансформаторды шиналау порталын немесе инвентарлық құрылғысын (жылжымалы кранды) пайдалану мүмкіндігін қарастыру қажет.

Үйлестірілген порт қолданылған жағдайда трансформаторды көтерілетін қап астынан автожол немесе келуші темір жол бағытында сырғыту (немесе белсенді бөлігін шығару жағдайында қапты сырғыту) қарастырылып, байқау және тексеру жұмыстарын орындау үшін арналған жер қарастырылуы тиіс.

14.2.2 Егер тексеру барысында көтерілетін трансформатордың бөлігі 25 т ауыр болатын болса, қосалқы станцияда тұрақты немесе түгендемелік жүк көтеретін құрылғыны қарастыру қажет.

14.2.3 Трансформаторларды тексеретін тұрақты құрылғыларды (мұнараларды) басқа қосалқы станциялардың трансформаторларына жөндеу жұмыстары қарастырылған қосалқы станцияларда ғана қарастыру қажет.

14.2.4 35 кВ және одан жоғары кернеудегі қосалқы станцияның конструкцияларын тұтастыру барысында жөндеу және пайдалану жұмыстарды механизациялауға арналған

автокрандарды, телескопиялық мұнараларды және басқа құралдарды пайдалану, сондай-ақ, трансформаторларға және басқа да аппараттарға жылжымалы зертхананың кіру мүмкіндігін қамтамасыз ету қажет.

### **14.3 Желілер цехі және қосалқы станция**

14.3.1 Өнеркәсіптік кәсіпорынды электрмен қамтамасыз етудің техникалық жобасын орындау барысында үй-жайды және цехтің құрал-жабдығын немесе төмендегілерге қызмет көрсетуге арналған желі учаскелері мен қосалқы станцияларын қарастыру қажет:

- 110-220 кВ /6-10 кВ кернеудегі терең енгізу қосалқы станцияларына;
- цехтен тыс, таратушы, трансформаторлық және түрлендіргіш қосалқы станцияларына;
- 6 кВ бастап, 220 кВ дейінгі кернеудегі электр жеткізудің ауалық желілеріне;
- 1000 В бастап, одан жоғары кернеудегі цех аралық кабельдік желілерге;
- кәсіпорын аумағының қондырғылары мен сыртқы жарықтандыру желілеріне;
- трансформаторлық-май шаруашылығына.

14.3.2 Өз құрамында цехке немесе желі учаскесіне және қосалқы станциясына ие әрекет ететін өнеркәсіптік кәсіпорынды қайта конструкциялаудың жобасын әзірлеу барысында цехтің өндірістік үй-жайларды қажетті кеңейту және құрал-жабдықты толық жиынтықтау мәселелері қарастырылуы тиіс.



## БИБЛИОГРАФИЯ

- [1] Указания по расчету электрических нагрузок (РТМ 36.18.32.4-92)// Инструктивные и информационные материалы по проектированию электроустановок. 1992. № 7-8. С. 4 - 27. (АуырӨнеркәсіптікЭлектрЖоба БҒЗЖИ).
- [2] Пособие к РТМ 36.18.32.4-92, 2- редакция. АӨЭЖ БҒЗЖИ әзірлеген, 1993.
- [3] Пособие к РТМ 36.18.32.6-92. АӨЭЖ БҒЗЖИ әзірлеген, 1992.
- [4] Указания по расчету токов однофазных КЗ в сетях до 1 кВ промышленных предприятий методом петли "фаза-нуль". АӨЭЖ БҒЗЖИ әзірлеген, 1993.
- [5] Указания по проектированию установок компенсации реактивной мощности в электрических сетях общего назначения промышленных предприятий (РТМ 36.18.32.6-92) // Инструктивные и информационные материалы по проектированию электроустановок. 1993. №2. С. 24 - 52. (АуырӨнеркәсіптікЭлектрЖоба БҒЗЖИ).
- [6] Руководящие указания по катодной защите подземных энергетических сооружений от коррозии. ТЖҒЗИ әзірлеген, КСРО Энергетика министрлігінің БТБ бекітілген 30.03.84.
- [7] Қысқаша тұйықталу тоқтарын есептеу және электр құрал-жабдықтарын тандау бойынша басшылық нұсқаулары 153-34.0-20.527-98 БҚ
- [8] Жылу электр станцияларының және қосалқы станциялардың тұрақты ток жүйелерінің қорғанысын есептеу бойынша әдістемелік нұсқауларға толықтыру 34-70-035-83 ӘН

---

**ӘОЖ 535.241.46.006.354**

**МСЖ 91.040**

**Түйін сөздер:** әуе желісі, қысқа тұйықталу, жақындатылған кірме қосалқы станциясы, бөлгіш қосалқы станция, бөлгіш құрылғы, трансформаторлық қосалқы станция, электр қабылдағыш.

---

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ВВЕДЕНИЕ .....                                                                                                          | IV |
| 1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ .....                                                                                              | 1  |
| 2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ .....                                                                                              | 1  |
| 3 ТЕРМИНЫ, ОПРЕДЕЛЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ .....                                                                               | 2  |
| 4 ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ<br>ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ .....                                         | 3  |
| 5 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К СХЕМАМ ПРИ<br>ПРОЕКТИРОВАНИИ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ<br>НА НАПРЯЖЕНИИ ВЫШЕ 1 кВ..... | 3  |
| 6 ВЫБОР НОМИНАЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ ДЛЯ СИСТЕМ ВНЕШНЕГО И<br>ВНУТРЕННЕГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ.....                              | 5  |
| 7 СХЕМЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ. ПОДСТАНЦИИ .....                                                                  | 6  |
| 7.1 Сети распределения электроэнергии. Подстанции на 110 - 500 кВ.....                                                  | 6  |
| 7.2 Сети распределения электроэнергии. Подстанции на 35 кВ.....                                                         | 10 |
| 7.3 Сети распределения электроэнергии. Подстанции на 6 кВ и 10 кВ .....                                                 | 12 |
| 7.4 Сети распределения электроэнергии. Цеховые трансформаторные<br>подстанции .....                                     | 16 |
| 7.5 Сети распределения электроэнергии до 1 кВ.....                                                                      | 19 |
| 8 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗОК И РАСХОДОВ<br>ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ.....                                                  | 21 |
| 9 РАСЧЕТЫ ТОКОВ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ .....                                                                               | 23 |
| 10 КАЧЕСТВО ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ.....                                                                                  | 27 |
| 11 КОМПЕНСАЦИЯ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ .....                                                                                | 29 |
| 12 УПРАВЛЕНИЕ, ИЗМЕРЕНИЕ, СИГНАЛИЗАЦИЯ, ПРОТИВОАВАРИЙНАЯ<br>АВТОМАТИКА, ОПЕРАТИВНЫЙ ТОК .....                           | 33 |
| 13 ПРОКЛАДКА ВНЕЦЕХОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ.....                                                                        | 37 |
| 14 ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ СООРУЖЕНИЯ .....                                                                                     | 41 |
| 14.1 Масляное хозяйство.....                                                                                            | 41 |
| 14.2 Грузоподъемные устройства.....                                                                                     | 43 |
| 14.3 Цех сетей и подстанций .....                                                                                       | 44 |
| БИБЛИОГРАФИЯ .....                                                                                                      | 45 |

## **ВВЕДЕНИЕ**

Настоящий свод правил Республики Казахстан «Проектирование электроснабжения промышленных предприятий» разработан на основе положений технических регламентов:

- технического регламента "Требования к безопасности зданий и сооружений, строительных материалов и изделий" утвержденного постановлением Правительства Республики Казахстан №1202 от 17 ноября 2010 года;

- технического регламента «Общие требования к пожарной безопасности», утвержденного Постановлением Правительства Республики Казахстан от 16 января 2009 года №14:

- строительных норм и действующих нормативно технических документов Республики Казахстан.

При разработке настоящих строительных норм были изучены и проанализированы отечественные и зарубежные нормативно-методические материалы, по проектированию, строительству и эксплуатации ряда объектов.

В настоящем своде правил приводятся приемлемые решения и параметры обеспечивающие выполнение требований СН РК «Проектирование электроснабжения промышленных предприятий».

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ЕРЕЖЕЛЕР ЖИНАҒЫ**  
**СВОД ПРАВИЛ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ**  
**ПРЕДПРИЯТИЙ**

**DESIGN OF ELECTRIC POWER SUPPLY FOR MANUFACTURING**  
**FACILITIES**

---

Дата введения 2015-07-01

**1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ**

1.1 Настоящий свод правил (далее по тексту - правила) распространяется на проектирование электроснабжения вновь строящихся, расширяемых и реконструируемых промышленных предприятий вне зависимости от форм собственности и ведомственной принадлежности, а также устанавливает единые положения, обеспечивающие безопасность выполнения работ.

1.2 Положения настоящих правил охватывают вопросы выбора напряжения, схем питания, распределения и способов канализации электроэнергии, схем электрических соединений подстанций и распределительных пунктов, выбора электрооборудования, релейной защиты, автоматики и телемеханики; качества электроэнергии, учета и измерения электроэнергии; вспомогательных сооружений систем электроснабжения промышленных предприятий.

**2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ**

Для применения настоящих правил необходимы следующие ссылочные нормативные документы:

Трудовой Кодекс Республики Казахстан, утвержденный Указом Президента Республики Казахстан от 15 мая 2007 года № 251-III ЗРК.

СП РК 4.04-08-2014 Проектирование электроснабжения промышленных предприятий.

ГОСТ 13109-97 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электроэнергии в системах электроснабжения общего назначения.

ГОСТ 14209-85. Трансформаторы силовые масляные общего назначения. Допустимые нагрузки.

ГОСТ 14255-69 Аппараты электрические на напряжение до 1000 В. Оболочки. Степени защиты

ГОСТ 27514-87 Короткие замыкания в электроустановках. Методы расчета в электроустановках переменного тока напряжением свыше 1 кВ

ГОСТ 28249-93 Короткие замыкания в электроустановках. Методы расчета в электроустановках переменного тока напряжением до 1 кВ

ГОСТ 29176-91 Короткие замыкания в электроустановках. Методика расчета в электроустановках постоянного тока

ГОСТ 30323-95 Короткие замыкания в электроустановках. Методы расчета электродинамического и термического действия тока короткого замыкания

РД 34.20.179. Типовая инструкция по компенсации емкостного тока замыкания на землю в электрических сетях 6-35 кВ

«Правила пользования электрической энергией», утвержденные Постановлением Правительства Республики Казахстан от 10 июля 2013 года № 713.

«Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей», утвержденные Постановлением Правительства Республики Казахстан от 24 октября 2012 года № 1354.

«Правила устройства электроустановок», утвержденные Постановлением Правительства Республики Казахстан от 24 октября 2012 года № 1355.

«Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок», утвержденные Постановлением Правительства Республики Казахстан от 29 ноября 2012 года № 1509.

«Нормы технологического проектирования подстанций переменного тока с высшим напряжением 35-750 кВ», утвержденные Минэнерго СССР № 21 от 17.05.91 году.

Примечание - При пользовании настоящим государственным нормативом целесообразно проверить действие ссылочных документов по информационным «Перечню нормативных правовых и нормативно-технических актов в сфере архитектуры, градостроительства и строительства, действующих на территории Республики Казахстан», «Указателю нормативных документов по стандартизации Республики Казахстан» и «Указателю межгосударственных нормативных документов», составляемых ежегодно по состоянию на текущий год.

Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим нормативом следует руководствоваться замененным (измененным) документом.

Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

### **3 ТЕРМИНЫ, ОПРЕДЕЛЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ**

3.1 В настоящих правилах использованы термины и определения в соответствии с СН РК 4.04-08.

3.2 В настоящих правилах используются следующие сокращения:

3.2.1 **ВЛ:** Воздушная линия.

3.2.2 **ГПП:** Главная понизительная подстанция.

3.2.3 **КЗ:** Короткое замыкание.

3.2.4 **КРМ:** Компенсация реактивной мощности.

3.2.5 **КТПБ:** Комплектные трансформаторные подстанции в бетонном корпусе.

3.2.6 **ПГВ:** Подстанция глубокого ввода.

- 3.2.7 **РП:** Распределительная подстанция.
- 3.2.8 **РУ:** Распределительное устройство.
- 3.2.9 **ТП:** Трансформаторная подстанция.
- 3.2.10 **УРП:** Узловые распределительные подстанции.
- 3.2.11 **ЦРП:** Центральная распределительная подстанция.
- 3.2.12 **ЭП:** Электроприемник.

#### **4 ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

4.1 При проектировании электроснабжения выбор источников, рабочих напряжений, с учетом бесперебойности и резервирования электропитания промышленного предприятия (объекта) выполняется в соответствии с положениями СН РК 4.04-08, «Правил устройства электроустановок», «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок» и «Правил пользования электрической энергией».

4.2 В настоящих правилах в соответствии с СН РК 4.04-08 промышленные предприятия по уровню потребления мощности условно подразделяются на большие, средние, малые, на промышленные предприятия снабжаемые электроэнергией от сетей напряжением свыше 1 кВ и предприятия получающие электроэнергию напряжением до 1 кВ.

4.3 При построении схемы электроснабжения в соответствии с требованиями СН РК 4.04-08 и «Правилами устройства электроустановок» необходимо учитывать ряд специфических факторов, свойственных некоторым промышленным предприятиям и отдельным объектам, в частности наличие ответственных электроприемников, зон с загрязненной средой, электроприемников с нелинейными характеристиками, взрыво-и пожаротехнические характеристики и др.

4.4 Кроме того в соответствии с требованиями СН РК 4.04-08 и «Трудового Кодекса Республики Казахстан» необходимо при проектировании электроснабжения промышленного предприятия учитывать требования безопасности и охраны труда при выполнении строительно-монтажных работ и последующего обслуживания.

#### **5 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К СХЕМАМ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ НА НАПРЯЖЕНИИ ВЫШЕ 1 кВ**

5.1 Питание от энергосистемы напряжением выше 1 кВ в соответствии с требованиями СН РК 4.04-08 может подводиться к одному или нескольким пунктам приема электроэнергии (РП, ЦРП, ГПП и т.п.) промышленного предприятия (объекта).

5.2 При проектировании число и тип пунктов приема определяется в зависимости от потребляемой промышленным предприятием мощности и от распределения электрических нагрузок по его территории и в зависимости от требований к надежности электроснабжения каждого объекта предприятия в отдельности. При относительно компактном размещении

нагрузок и отсутствии особых требований к надежности электроснабжения электроэнергия может быть подведена к одной подстанции или одному распределительному пункту.

5.3 При наличии на предприятии нескольких обособленных, достаточно мощных групп электроприемников с повышенными требованиями к бесперебойности питания используются два и более приемных пункта. Их применение должно быть экономически обосновано и включено в техническое задание на проектирование электроснабжения промышленного предприятия.

5.4 При удалении промышленного предприятия от источника питания на небольшое расстояние (до нескольких километров) и пропускной способности линии 6 кВ или 10 кВ полностью обеспечивающей питание потребителей, то электроэнергия подводится к распределительным подстанциям, от которых распределяется между цеховыми трансформаторными подстанциями и высоковольтными электроприемниками.

5.5 Для предприятий с расчетной полной мощностью нагрузки более 30 мВА, имеющих удаленные источники питания, следует предусматривать понижающие подстанции с высшим напряжением в 35 кВ и выше.

5.6 При проектировании электроснабжения крупных промышленных объектов с потребляемой мощностью 40 мВА и более в соответствии с положениями СН РК 4.04-08 электроснабжение целесообразно осуществлять с помощью глубоких вводов, при которых сети в 35 кВ или 220 кВ будут максимально приближены к электроустановкам потребителей с минимальным числом ступеней трансформации. Глубокие вводы выполняются по специально выделенным коридорам на близ лежащей территории или территории предприятия.

5.7 В соответствии с положениями СН РК 4.04-08:

- на ГПП и ПГВ устанавливаются два понижающих трансформатора одинаковой единичной мощностью, что значительно упрощает схему и конструкцию подстанций и обеспечивает надежное электроснабжение потребителей электроэнергии;

- однотрансформаторные ГПП и ПГВ допускается применять лишь в отдельных случаях при обеспечении питания электроприемников первой категории в послеаварийном режиме по сети вторичного напряжения от соседних источников питания. В системах электроснабжения, рекомендуется применять глубокое секционирование всех звеньев системы, начиная от источников питания и заканчивая шинами до 1 кВ трансформаторной подстанции, а иногда и цеховых низковольтных распределительных подстанций.

5.8 Для снижения токов КЗ, упрощению схем коммутации и релейной защиты при построении системы электроснабжения обычно предусматривают раздельную работу линий и трансформаторов.

Параллельная работа элементов системы электроснабжения рекомендуется в следующих случаях:

- при раздельной работе не удастся обеспечить требуемое быстродействие восстановления питания для успешного самозапуска электродвигателей;

- при питании секций подстанций от разных источников, возможно их несинхронное включение при работе устройств автоматического включения резерва;

- при питании мощных резких, переменных и ударных нагрузок для обеспечения требуемых показателей качества электроэнергии.

5.9 В схемах электроснабжения, в соответствии с СН РК 4.04-08 как правило, не должны предусматриваться специальные резервные, нормально не работающие линии и трансформаторы. Использование в проекте резервных, нормально не работающих линий и трансформаторов необходимо в проекте обосновать.

## **6 ВЫБОР НОМИНАЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ ДЛЯ СИСТЕМ ВНЕШНЕГО И ВНУТРЕННЕГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ**

6.1 Выбор номинального напряжения для систем внешнего и внутреннего электроснабжения осуществляется в соответствии с положениями СН РК 4.04-08, «Правил устройства электроустановок» и технического задания на проектирование электроснабжения промышленного предприятия в целом. На основе указанных данных проводится расчет экономичности системы электроснабжения промышленного объекта. В соответствии с указанными в техническом задании на проектирование напряжениями систем внешнего и внутреннего электроснабжения определяются размеры капитальных вложений, потери электроэнергии, расход цветных металлов, годовые издержки эксплуатации и другие технические, эксплуатационные и экономические показатели.

6.2 При возможности получения электроэнергии от источников питания при двух и более напряжениях выбор из них экономически целесообразного осуществляется на основе сравнения вариантов по приведенным затратам. При одинаковых приведенных затратах или небольшом преимуществе (до 10 %) варианта с низшим напряжением предпочтение следует отдавать более высокому напряжению.

В ряде случаев выбор напряжения системы электроснабжения предопределяется напряжением источника питания. Так, например, при напряжении питающих линий 10 кВ для системы внутреннего электроснабжения целесообразно выбрать такое же напряжение без обосновывающих расчетов.

6.3 Напряжения сети в 6 кВ или 10 кВ обычно используются в питающих и распределительных сетях малых и средних предприятий, а также на второй и последующих ступенях распределения электроэнергии крупных предприятий. Для внутризаводской системы электроснабжения в качестве основного следует применять номинальное напряжение в 10 кВ. При этом питание электродвигателей напряжением в 6 кВ может осуществляться следующими способами:

- от трансформаторов с расщепленными вторичными обмотками в 6,3 кВ или в 10,5 кВ, если нагрузки на напряжениях в 6 кВ или в 10 кВ примерно одинаковы;
- от отдельных промежуточных подстанций 10/6,3 кВ - при питании значительного числа высоковольтных электродвигателей, имеющих относительно небольшие единичные мощности;
- по схеме блока трансформатор - двигатель, когда число двигателей использующих напряжение в 6 кВ значительной мощности невелико, и они расположены обособленно друг от друга.

6.4 Применять напряжение в 6 кВ для всей распределительной сети рекомендуется использовать в исключительных случаях и на основе соответствующих обоснований. Основанием может быть преобладание на проектируемом объекте электроприемников в

6 кВ или в случае питания значительной части электроприемников от шин от сети в 6,3 кВ заводской теплоэлектроцентрали.

6.5 Напряжение в 35 кВ может быть экономически целесообразным при передаваемой мощности не более 10 МВА. Это напряжение может применяться для распределения электроэнергии по территории предприятия с помощью глубоких вводов, а также для питания мощных электроприемников.

6.6 Для систем внешнего электроснабжения крупных предприятий с потребляемой мощностью от 10 МВА до 150 МВА целесообразно использовать напряжение 110 кВ, а для предприятий с потребляемой мощностью более 120 МВА возможно применение напряжения 220 кВ

## **7 СХЕМЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ. ПОДСТАНЦИИ**

### **7.1 Сети распределения электроэнергии. Подстанции на 110 - 500 кВ**

7.1.1 Количество и вид приемного пункта (пункт приема электрической энергии от сети энергосистемы) определяются в зависимости от значения и территориального расположения электрической нагрузки предприятия, требований надежности электроснабжения, очередности строительства предприятия, условий подключения к сети энергосистемы.

Не рекомендуется сооружение на предприятии более двух приемных пунктов кроме случаев определенных техническим заданием на проектирование и условиями производства.

7.1.2 Системы электроснабжения с двумя приемными пунктами электроэнергии следует применять:

- при повышенных требованиях к надежности питания электроприемников I категории;
- при наличии двух и более обособленных (технологически и территориально) групп потребителей на площадке предприятия;
- при поэтапном развитии предприятия в тех случаях, когда для питания нагрузок второй очереди целесообразно сооружение отдельного приемного пункта электроэнергии;
- во всех случаях, когда применение двух приемных пунктов экономически целесообразно.

В указанных случаях приемные пункты необходимо территориально разобщать, и размещать, как правило, по разные стороны предприятия. При этом необходимо исключить возможность одновременного попадания приемных пунктов в факел загрязнения.

7.1.3 При построении системы электроснабжения предприятия во всех случаях, где это возможно, в соответствии с требованиями СН РК 4.04-08 следует применять схемы глубоких вводов на напряжение в 110 кВ или в 500 кВ как наиболее экономичной и надежной системы распределения электроэнергии.

7.1.4 Для предприятий с электрической нагрузкой, составляющей десятки мегаватт, приемными пунктами могут быть главные понижающие подстанции (ГПП), подстанции глубокого ввода (ПГВ).

Для крупных энергоемких предприятий с электрической нагрузкой порядка от 100 МВт до 150 МВт и выше в качестве приемных пунктов могут быть использованы узловые распределительные подстанции (УРП) с первичным напряжением в 220 кВ или в 500 кВ. Краткая характеристика указанных приемных пунктов приведена в 7.1.5 - 7.1.9.

7.1.5 ГПП осуществляет прием электроэнергии из энергосистемы на напряжениях в 110 кВ или 500 кВ, ее трансформацию и распределение на напряжениях в 6 кВ или в 35 кВ.

На ГПП устанавливаются, как правило, понижающие трансформаторы мощностью от 10 МВА до 80 МВА.

По требованию энергоснабжающей организации на ГПП может осуществляться и распределение электроэнергии на первичном напряжении в 110 кВ или в 500 кВ.

ГПП обычно размещается на границе предприятия со стороны подвода воздушных питающих линий, если этому не препятствуют условия загрязнения изоляции.

7.1.6 ПГВ осуществляет прием электроэнергии из энергосистемы на напряжениях в 110 кВ или 220 кВ и является разновидностью ГПП, отличается от нее расположением (в непосредственной близости от энергоемкого цеха, корпуса) и простейшей схемой на стороне в 110 кВ или 220 кВ (блок «линия-трансформатор»).

При проектировании электроснабжения энергоемких производств должна быть во всех случаях рассмотрена возможность выполнения разукрупненных глубоких вводов на 110 кВ или 220 кВ.

7.1.7 Целесообразность сооружения и месторасположение узловой распределительной подстанции рассматриваются совместно с энергоснабжающей организацией при строительстве крупного энергоемкого производства, где намечается сооружение нескольких ГПП или ПГВ.

При этом необходимо также учитывать возможность питания от узловой распределительной подстанции других промышленных предприятий и прочих объектов, размещаемых в данном районе. В зависимости от схемы районной сети, предполагаемых электрических нагрузок, других местных условий определяется схема соединений в узловой распределительной подстанции.

В большинстве случаев узловые распределительные подстанции осуществляют прием и распределение электроэнергии при питающих напряжениях в 220 кВ или в 500 кВ, частичную трансформацию мощности на напряжения в 110 кВ или в 220 кВ с последующим ее распределением по территории предприятия и к другим сторонним потребителям.

7.1.8 При напряжении питающей сети, энергосистемы на 110 кВ или 220 кВ и целесообразности сооружения узловой распределительной подстанции для питания нескольких ГПП или ПГВ функции узловой распределительной подстанции будут состоять в приеме и распределении мощности на напряжении в 110 кВ или в 220 кВ без ее трансформации.

Узловые распределительные подстанции по своей сути в этих случаях являются районными подстанциями. И при разработке проекта электроснабжения обычно принимается решение о передаче таких узловых распределительных подстанций в ведение энергоснабжающей организации. В таких случаях узловые распределительные подстанции размещаются поблизости от строящихся предприятий, но вне их промплощадок.

7.1.9 В тех случаях, когда узловая распределительная подстанция предназначена для питания нескольких ПГВ одного предприятия, следует рассмотреть возможность и целесообразность размещения ее на территории предприятия как распределительной подстанции на 110 кВ или 220 кВ глубокого ввода. При высокой плотности застройки предприятия рекомендуется сооружение закрытых распределительных устройств на 110 кВ или 220 кВ в целях уменьшения объема строительных работ, сокращения занимаемых площадей, повышения надежности электроснабжения, рекомендуется применять электрооборудование распределительной подстанции на 110 кВ или 220 кВ с элегазовой изоляцией.

Питание подобной узловой распределительной подстанции может быть осуществлено как воздушными, так и кабельными линиями. Эксплуатация узловой распределительной подстанции, размещенной на промплощадке, необходимо осуществлять персоналом промышленного предприятия.

7.1.10 При питании промышленных предприятий от сетей энергосистемы напряжением в 110 кВ следует рассматривать целесообразность применения в качестве приемных пунктов комплектных подстанций на 110 кВ заводского изготовления блочной конструкции.

7.1.11 Питание ГПП, ПГВ, УРП от сетей энергосистемы необходимо выполнять не менее чем по двум линиям, подключенным к независимым источникам питания.

При выходе из строя одной из питающих линий оставшиеся в работе линии должны обеспечить всю нагрузку предприятия. При выходе из строя одного независимого источника питания оставшиеся в работе источники питания должны обеспечить питание всех электроприемников I и II категории, которые необходимы для функционирования основных производств.

7.1.12 Выбор схем питающей сети (магистральные или радиальные) и их конструктивного исполнения (воздушные или кабельные) питающих линий на 110 кВ или 220 кВ определяется технико-экономическими сопоставлениями с учетом генплана и особенностей данного предприятия, взаимного расположения районных подстанций и пунктов ввода, ожидаемой перспективы развития существующей схемы электроснабжения, степени загрязнения атмосферы.

При этом рекомендуются следующие решения:

- питание УРП, ГПП, ПГВ от сетей энергосистемы выполнять ВЛ;
- питание ГПП, ПГВ от узловой распределительной подстанции также необходимо выполнять ВЛ. При высокой плотности застройки следует применять кабельные линии на напряжение в 110 кВ или 220 кВ;

- при значительном удалении узловой распределительной подстанции от промплощадки на границе последней могут быть сооружены переходные пункты на напряжение в 110 кВ или 220 кВ для перехода на кабельные линии;

- при применении ВЛ могут быть применены как радиальные, так и магистральные схемы питания;

- при значительной доле электроприемников I категории питание приемных пунктов следует выполнять двумя одноцепными ВЛ или шлейфовым заходом секционированной двухцепной ВЛ с двухсторонним питанием.

7.1.13 Выбор схемы электрических соединений на стороне высокого напряжения в 110 кВ или 500 кВ подстанций рекомендуется производить в следующей последовательности, начиная с простейших схем:

- блок «линия-трансформатор» с разъединителем, отделителем, выключателем;
- два блока с неавтоматической перемычкой со стороны линий;
- мостики разных видов с выключателями;
- четырехугольники;
- одна рабочая секционированная и обходная система шин;
- две рабочие и обходная системы шин;
- две рабочие секционированные и обходная системы шин.

При выборе схем электрических соединений подстанций промышленных предприятий следует руководствоваться требованиями «Правил устройства электроустановок».

Выбор конкретной схемы электрических соединений на стороне высокого напряжения на 110 кВ или 500 кВ подстанции должен быть обоснован в проекте.

7.1.14 Отделители на стороне высокого напряжения подстанций могут применяться как с короткозамыкателями, так и с передачей отключающего импульса на выключатель головного участка питающей линии. Выбор способа передачи отключающего импульса определяется в зависимости от удаленности питающей подстанции, мощности трансформатора, характера потребителя, требований по надежности отключения.

Применение короткозамыкателей на подстанциях промышленных потребителей не должно вызывать нарушений электроснабжения ответственных потребителей из-за появления недопустимых по значению и времени отклонений и провалов напряжения в распределительной сети.

7.1.15 ГПП, ПГВ в соответствии с положениями СН РК 4.04-08 и «Правил устройства электроустановок» следует выполнять двух трансформаторными. В следующих случаях может быть рассмотрена целесообразность установки трех трансформаторов:

- при наличии крупных сосредоточенных электрических нагрузок;
- при необходимости выделения питания крупных резких и переменных нагрузок на отдельные трансформаторы;
- для цехов и предприятий со значительным количеством электроприемников особой группы I категории и электроприемников I категории, к питанию которых предъявляются повышенные требования в отношении надежности.

В обоснованных случаях на ГПП могут быть установлены автотрансформаторы.

7.1.16 Приемные пункты электроэнергии промышленных предприятий, имеющих в своем составе мощные электроприемники с резкими и переменными графиками нагрузки, рекомендуется подключать к сетям энергосистем на 110 кВ или 500 кВ с максимально возможными большими значениями токов КЗ.

При выделении этих электроприемников на отдельные трансформаторы последние следует подключать к сети общего назначения на 110 кВ или 500 кВ с наибольшими значениями токов КЗ.

7.1.17 Предохранители на стороне высшего напряжения подстанций на 110 кВ с двух обмоточными трансформаторами могут применяться при условии обеспечения селективности предохранителей и релейной защиты линий высшего и низшего напряжений. Установка предохранителей не допускается для трансформаторов напряжением в 110 кВ, нейтраль которых в процессе эксплуатации может быть разземлена.

7.1.18 Закрытые распределительные устройства напряжением в 110 кВ или 220 кВ могут быть применены в следующих случаях:

- в районах с загрязненной атмосферой;
- в районах с минимальными расчетными температурами окружающего воздуха ниже допустимых для электрооборудования;
- размещение открытого распределительного устройства невозможно по условиям застройки площадки.

Решение о сооружении закрытого распределительного устройства на 110 кВ или 220 кВ должно быть обосновано в проекте.

7.1.19 Проектирование генерального плана подстанции на 110 кВ или на 500 кВ, дорог на территории подстанции, объектов масляного, пневматического хозяйства следует производить согласно требованиям «Правил устройства электроустановок» и «Норм технологического проектирования подстанций переменного тока с высшим напряжением 35-750 кВ».

7.1.20 На подстанциях напряжением до 500 кВ не следует предусматривать стационарные грузоподъемные устройства для ревизии трансформаторов. Для этой цели может использоваться портал ошиновки трансформатора или инвентарное грузоподъемное устройство (передвижной кран).

## **7.2 Сети распределения электроэнергии. Подстанции на 35 кВ**

7.2.1 Решение о питании промышленного предприятия от сетей энергосистемы в 35 кВ следует принимать при отсутствии в районе строительства предприятия сетей энергосистемы на 6 кВ, 10 кВ или 110 кВ.

7.2.2 В зависимости от потребляемой мощности и состава электроприемников в качестве приемного пункта электроэнергии на предприятии могут быть применены:

- трансформаторная подстанция 35/10-6 кВ с трансформаторами мощностью от 1,6 МВА до 10 МВА, с типовой схемой РУ-35 кВ;
- для двух трансформаторной подстанции РУ 6 кВ или 10 кВ следует выполнять с одной одиночной, секционированной выключателем системой шин;

- комплектная подстанция 35/6-10 кВ заводского изготовления блочной конструкции серии типа КТПБ;

- трансформаторная подстанция 35/0,4 кВ с трансформаторами мощностью до 2,5 МВА (при этом надо учитывать, что на предприятии должны отсутствовать высоковольтные электроприемники, а предельная нагрузка предприятия может быть ограничена мощностью устанавливаемых трансформаторов).

7.2.3 Питание указанных приемных пунктов рекомендуется выполнять воздушными линиями электропередачи на 35 кВ.

7.2.4 Количество устанавливаемых на подстанциях трансформаторов и число цепей ВЛ-35 кВ определяются в зависимости от категории подключенных электроприемников по бесперебойности электроснабжения. При необходимости компенсации емкостных токов на подстанции должны устанавливаться заземляющие реакторы.

7.2.5 На отдельных энергоемких предприятиях для питания мощных специфических электроприемников (электропечей, преобразовательных установок и др.) должна быть создана локальная сеть на 35 кВ, не являющаяся сетью общего назначения.

Источниками питания этой сети являются сетевые или специальные трансформаторы 500-110/35 кВ, мощные трех обмоточные автотрансформаторы с обмоткой среднего напряжения 35 кВ.

Питание электроприемников необходимо осуществлять от РУ-35 кВ радиальными кабельными линиями на 35 кВ. Передача мощности от источников питания до РУ-35 кВ выполняется либо магистральными токопроводами на 35 кВ, либо кабельными линиями на 35 кВ.

7.2.6 При построении системы электроснабжения на напряжении в 35 кВ для мощных дуговых сталеплавильных печей с печными трансформаторами на 35 кВ следует руководствоваться следующими положениями:

- питание дуговых сталеплавильных печей должно осуществляться от РУ-35 кВ печной подстанции, к которой не следует подключать сторонних потребителей;

- к одной секции сборных шин в 35 кВ может быть подключено несколько дуговых сталеплавильных печей типа ДСП-25 и ДСП-50. Каждая дуговая сталеплавильная печь типа ДСП-100И6 с печным трансформатором 80 МВА подключается к отдельной секции сборных шин на 35 кВ, питаемой от сетевого трансформатора общего назначения 160 МВА, 220-500/35 кВ либо от двух, включенных параллельно, сетевых трансформаторов общего назначения от 63 МВА до 80 МВА, 110-500/35 кВ;

- учитывая возможную недостаточную надежность сетевых трансформаторов общего назначения в 160 МВА, допускается осуществлять их резервирование путем установки третьего трансформатора на 160 МВА при двух печных агрегатах, при наличии одной дуговой сталеплавильной печи резервирование сетевого трансформатора на 160 МВА не выполняется. Также не следует резервировать специальные динамически стойкие сетевые трансформаторы;

- при двух дуговых сталеплавильных печах с печными трансформаторами мощностью до 80 МВА должны рассматриваться возможность и целесообразность параллельной работы сетевых трансформаторов на стороне 35 кВ;

- на шинах РУ-35 кВ печной подстанции должно поддерживаться выбором соответствующей отпайки сетевого трансформатора напряжение холостого хода, равное максимально допустимому напряжению печного трансформатора. При работе дуговых сталеплавильных печей напряжение на сборных шинах 35 кВ должно быть в пределах 38,5-35 кВ;

- сетевые трансформаторы 110-500/35 кВ следует подключать к сетям 110-500 кВ энергосистемы в точках с наибольшими значениями токов КЗ.

### **7.3 Сети распределения электроэнергии. Подстанции на 6 кВ и 10 кВ**

7.3.1 Электроснабжение предприятий с незначительной электрической нагрузкой осуществляется, как правило, от сетей энергосистемы 6 кВ или 10 кВ. В качестве приемных пунктов могут быть применены:

- центральная распределительная подстанция (ЦРП) или распределительная подстанция (РП) при нагрузке порядка от 5 МВт до 15 МВт;

- распределительно-трансформаторная подстанция (РТП) при нагрузке предприятия, составляющей несколько мегаватт.

Питание указанных подстанций от сетей энергосистемы может производиться кабельными или воздушными линиями 6 кВ или 10 кВ как по радиальной, так и по магистральной схеме распределения электроэнергии. Подстанции сооружаются отдельно стоящими или сблокированными с другими зданиями.

7.3.2 Распределительные устройства 6 кВ или 10 кВ ГПП и ПГВ являются по существу основными распределительными подстанциями 6 кВ или 10 кВ предприятия. От РУ 6 кВ или 10 кВ ГПП питаются вторичные РП 6-10 кВ, электроприемники 6 кВ или 10 кВ и ТП 6-10/0,4 кВ. РУ 6 кВ или 10 кВ ПГВ является, как правило, единственной распределительной подстанцией крупного цеха, корпуса или предприятия и от нее получают питание электроприемники и ТП 6-10/0,4 кВ. Помещение РУ на 6 кВ или 10 кВ ПГВ рекомендуется пристраивать или встраивать в производственное здание.

7.3.3 РУ на 6 кВ или 10 кВ двухтрансформаторных ГПП, ПГВ рекомендуется выполнять с двумя одиночными секционированными выключателями системами шин, подключаемых к расщепленным обмоткам понижающих трансформаторов или к ветвям сдвоенного реактора с общей точкой, установленного на выводе трансформатора без расщепленной обмотки.

При установке трансформаторов с нерасщепленной обмоткой (16 МВА и менее) на двухтрансформаторных ГПП и ПГВ рекомендуется выполнение РУ на 6 кВ или 10 кВ с одной одиночной секционированной выключателем системой шин.

Секционированные системы сборных шин на 6 кВ или 10 кВ работают, как правило, раздельно. В случаях, когда при раздельном режиме работы систем сборных шин действие устройств автоматического включения резерва (даже быстродействующего) приводит к расстройству сложного технологического процесса, следует рассматривать возможность и целесообразность параллельной работы систем сборных шин на 6 кВ или 10 кВ.

7.3.4 В случае установки на двухтрансформаторных ГПП, ПГВ трансформаторов с расщепленными обмотками на различные напряжения (6 кВ или 10 кВ)

распределительное устройство для каждого из напряжений следует выполнять с одной одиночной секционированной выключателем системой шин.

7.3.5 РУ на 6 кВ или 10 кВ одно трансформаторных ГПП, ПГВ следует выполнять, как правило, с одной одиночной несекционированной системой шин для трансформаторов с нерасщепленной обмоткой и с одной одиночной секционированной системой шин для трансформаторов с расщепленной обмоткой.

7.3.6 Вторичные РП на 6 кВ или 10 кВ, питающиеся от ГПП и ЦРП, рекомендуется сооружать для удаленных от ГПП и ЦРП потребителей (компрессорных и насосных станций, производственного корпуса с несколькими ТП 6-10/0,4 кВ).

При числе отходящих линий на 6 кВ или 10 кВ менее 8 целесообразность сооружения РП должна быть обоснована. Предельная, подключаемая к распределительной подстанции, нагрузка определяется исходя из пропускной способности выключателя линии, питающей распределительной подстанции. Распределительные подстанции на 6 кВ или 10 кВ следует выполнять с одной одиночной секционированной выключателем системой шин.

7.3.7 Число ступеней распределения электроэнергии на напряжении в 6 кВ или 10 кВ не должно для промышленных предприятий быть, как правило, более двух. Рекомендуемые ступени распределения приведены в Таблице 1.

ЭП на 6 кВ или 10 кВ обычно являются: электродвигатели, термические установки, преобразовательные подстанции и установки.

7.3.8 Распределение электроэнергии от ГПП и ЦРП до РП напряжением в 6 кВ или 10 кВ может выполняться по радиальным, магистральным и смешанным схемам в зависимости от территориального расположения нагрузок, потребляемой мощности, требований надежности, условий окружающей среды. Магистральным схемам следует, как правило, отдавать предпочтение как более экономичным.

Кольцевые магистрали на предприятиях допускается применять для питания потребителей III и частично II категории при соответствующем расположении питаемых ими групп подстанций и при единичной мощности трансформаторов не более 630 кВА.

**Таблица 1 - Рекомендуемые ступени распределения**

| Источник питания         | I ступень | II ступень |
|--------------------------|-----------|------------|
| РУ на 6 кВ или 10 кВ ГПП | ТП, ЭП    |            |
| РУ на 6 кВ или 10 кВ ГПП | РП        | ТП, ЭП     |
| РУ на 6 кВ или 10 кВ ПГВ | ТП, ЭП    |            |
| ЦРП на 6 кВ или 10 кВ кВ | РП        | ТП, ЭП     |
| ЦРП на 6 кВ или 10 кВ    | ТП, ЭП    |            |
| РП на 6 кВ или 10 кВ     | ТП, ЭП    |            |

7.3.9 Магистральные схемы распределения электроэнергии при напряжении в 6 кВ или 10 кВ рекомендуется осуществлять токопроводами, отличающимися большей надежностью по сравнению с линиями, выполненными из большого числа параллельных

кабелей. Для энергоемких предприятий могут быть рекомендованы следующие магистральные схемы, выполненные токопроводами на 6 кВ или 10 кВ:

- от трансформаторов ГПП по магистралям получают питание несколько РП на 6 кВ или 10 кВ;

- от шин генераторного напряжения теплоэлектроцентрали, собственной электростанции прокладываются магистрали до РП на 6 кВ или 10 кВ, расположенных по промплощадке предприятия. Трасса токопровода в этом случае, в основном, проходит вне площадки.

Для указанных схем распределения следует применять, как правило, двухцепные токопроводы. Применение двух одноцепных токопроводов взамен двухцепного токопровода должно быть обосновано в проекте.

Питание двух РП на 6 кВ или 10 кВ может быть выполнено по магистральной кабельной линии, если этому не препятствует расположение РП и значение электрической нагрузки.

7.3.10 Радиальные схемы распределения электроэнергии при напряжении в 6 кВ или 10 кВ следует применять при нагрузках, расположенных в различных направлениях от источника питания. Эти сети, как правило, следует выполнять кабельными линиями.

Радиальным схемам питания секций в 6 кВ или 10 кВ следует отдавать предпочтение по сравнению с магистральными схемами при повышенных требованиях к надежности электроснабжения электроприемников, подключенных к этим секциям (при питании от РП, в основном, электроприемников I категории).

7.3.11 Питание индивидуальных электроприемников на 6 кВ или 10 кВ (двигателей, печей, преобразовательных подстанций и установок и т.п.) следует выполнять радиальными кабельными линиями от секций на 6 кВ или 10 кВ подстанции. Питание ТП 6-10/0,4 кВ может выполняться кабельными линиями, как по радиальной, так и по магистральной (к одной магистрали могут быть подключены до трех трансформаторов мощностью в 1000 кВА или два трансформатора мощностью в 1600 кВА) схеме. Отказ от магистральных схем питания ТП должен быть обоснован в проекте.

7.3.12 Для промышленных предприятий могут быть допущены схемы с присоединением под один выключатель на 6 кВ или 10 кВ двух кабельных линий, идущих к разным двухсекционным РП на 6 кВ или 10 кВ или разным двух трансформаторным ТП. В этом случае питание указанных РП и ТП должно предусматриваться не менее чем по двум линиям, отходящим от разных секций источника питания.

7.3.13 При питании специфических (нелинейных, резких, переменных и несимметричных) нагрузок в 6 кВ или 10 кВ следует руководствоваться следующими положениями:

- а) питание специфических нагрузок в нормальном режиме рекомендуется производить от отдельной секции сборных шин на 6 кВ или 10 кВ, если этому не препятствует значение электрической нагрузки;

- б) трансформаторные подстанции 6-10/0,4 кВ, от которых получают питание осветительные приборы с лампами накаливания и чувствительные к изменениям показателей качества электроэнергии электроприемники, следует подключать к секции сборных шин на 6 кВ или 10 кВ, не питающей специфические нагрузки;

в) указанные в а) и б) 6.3.13 секции сборных шин на 6 кВ или 10 кВ рекомендуется подключать к разным ветвям расщепленной обмотки низкого напряжения сетевого трансформатора 110-500/6-10 кВ мощностью 25 МВА и более. В случае установки сетевых трансформаторов с нерасщепленными обмотками низкого напряжения (16 МВА и менее) указанные секции сборных шин рекомендуется подключать к разным ветвям сдвоенного реактора на 6 кВ или 10 кВ, установленного на выводе сетевого трансформатора;

г) трансформаторные подстанции 6-10/0,4 кВ, не питающие указанную в 6.3.13 нагрузку, и электродвигатели на 6 кВ или 10 кВ могут подключаться к любой ветви расщепленной обмотки сетевого трансформатора или сдвоенного реактора. При наличии синхронных двигателей предпочтительным является их подключение к секции шин, от которой питаются специфичные электроприемники;

д) Специфические нагрузки рекомендуется подключать к точкам сети в 6 кВ или 10 кВ с наибольшими значениями токов КЗ.

7.3.14 При установке сдвоенного реактора на вводе следует предусматривать равномерное распределение нагрузки между секциями подстанции.

Следует принимать значение тока каждой ветви сдвоенного реактора не менее 0,675 номинального тока обмотки трансформатора либо суммарного тока нагрузки, учитывая возможность неравномерности нагрузок, а также изменения нагрузок по секциям в процессе эксплуатации.

7.3.15 Распределительные подстанции следует, как правило, размещать на границе питаемых ими участков сети таким образом, чтобы не было обратных протоков энергии.

7.3.16 При построении схемы подстанции на стороне напряжения в 6 кВ или 10 кВ следует по возможности избегать применения громоздких и дорогих выключателей. С этой целью токопроводы напряжением в 6 кВ или 10 кВ следует подключать непосредственно к трансформатору через отдельные выключатели.

При отсутствии отбора энергии на напряжении в 6 кВ или 10 кВ помимо токопровода следует применять схему блока «трансформатор-токопровод».

7.3.17 Для промышленных предприятий могут применяться при напряжении в 6 кВ или 10 кВ выключатели нагрузки в комплекте с предохранителями во всех случаях, когда параметры этих аппаратов достаточны по рабочему и послеаварийному режимам, а также по токам КЗ.

На отходящих линиях напряжением в 6 кВ или 10 кВ силовые предохранители следует устанавливать после разъединителя или выключателя нагрузки, считая по направлению мощности.

7.3.18 При выборе выключателей на 6 кВ или 10 кВ для электроприемников с периодическим циклом работы необходимо учитывать заводские данные по коммутационному ресурсу выключателей.

7.3.19 При необходимости компенсации емкостных токов в сетях на 6 кВ или 10 кВ на подстанциях ГПП, ПГВ должны устанавливаться заземляющие реакторы. При напряжении в 6 кВ или 10 кВ заземляющие реакторы подключаются к сборным шинам через выключатели и отдельные трансформаторы. Не допускается подключение заземляющих реакторов к трансформаторам собственных нужд, присоединенным к

основным трансформаторам до ввода на шины на 6 кВ или 10 кВ, а также к трансформаторам, защищенным плавкими вставками. При проектировании установок компенсации емкостных токов следует учитывать требования действующих указаний РД 34.20.179.

#### **7.4 Сети распределения электроэнергии. Цеховые трансформаторные подстанции**

7.4.1 Цеховые ТП, питающие силовые и, как правило, осветительные электроприемники промышленных предприятий, являются основными электроустановками систем распределения электроэнергии напряжением до 1 кВ.

7.4.2 Цеховые ТП подразделяются по количеству, единичной мощности, схеме соединения обмоток, способу охлаждения трансформаторов, схеме распределительного устройства низшего напряжения, комплектности поставки. Выбор цеховых ТП, особенно для энергоемких предприятий со значительной низковольтной нагрузкой, должен быть в проекте обоснован.

7.4.3 Количество трансформаторов цеховой ТП определяется, в основном, требованиями надежности питания потребителей проектируемого промышленного предприятия в связи с этим:

- питание электроприемников I категории следует предусматривать от двухтрансформаторных или трехтрансформаторных подстанций;
- трехтрансформаторные подстанции рекомендуется применять в тех случаях, когда имеется возможность примерно равномерно распределить подключаемую нагрузку по секциям распределительного устройства до 1 кВ подстанции;
- двухтрансформаторные и трехтрансформаторные подстанции рекомендуется также применять для питания электроприемников II категории;
- двухтрансформаторные и трехтрансформаторные подстанции могут применяться как при сосредоточенной, так и при распределенной нагрузке, питаемой по магистральным сетям и в связи с этим, при сосредоточенной нагрузке предпочтение следует отдавать трехтрансформаторным подстанциям;
- питание отдельно стоящих объектов общезаводского назначения (насосных, компрессорных станций и т. п.) рекомендуется выполнять от двухтрансформаторных подстанций;
- однотрансформаторные подстанции рекомендуется применять для питания электроприемников III категории, если перерыв электроснабжения, необходимый для замены поврежденного трансформатора, не превышает 1 суток;
- однотрансформаторные подстанции также могут быть применены для питания электроприемников II категории, если требуемая степень резервирования потребителей обеспечивается кабельными линиями низкого напряжения от другого трансформатора и время замены вышедшего из строя трансформатора не превышает 1 суток;
- при значительной сосредоточенной нагрузке электроприемников III категории взамен двух одно трансформаторных ТП может быть установлена одна двух

трансформаторная ТП без устройства систем автоматического включения резерва, с полной нагрузкой трансформаторов в нормальном режиме;

- при сосредоточенной нагрузке электроприемников значительной мощности II категории может оказаться целесообразным сооружение цеховой ТП, на которой устанавливаются несколько полностью загруженных трансформаторов и один резервный трансформатор, способный заменить любой из трансформаторов группы с помощью трансферной системы шин, проектирование подобной ТП целесообразно при количестве полностью загруженных трансформаторов шесть и более.

7.4.4 Мощность трансформаторов двухтрансформаторных и трехтрансформаторных подстанций следует определять таким образом, чтобы при отключении одного трансформатора было обеспечено питание требующих резервирования электроприемников в послеаварийном режиме с учетом перегрузочной способности трансформаторов.

7.4.5 Соотношения между коэффициентами допустимой перегрузки масляных трансформаторов в послеаварийном режиме, определенными согласно ГОСТ 14209, и коэффициентами загрузки трансформаторов в нормальном режиме приведены в Таблице 2.

**Таблица 2 – Значения соотношения между коэффициентами допустимой перегрузки масляных трансформаторов в послеаварийном режиме, согласно ГОСТ 14209, и коэффициентами загрузки трансформаторов в нормальном режиме**

| Коэффициент допустимой перегрузки масляного трансформатора, определенный согласно ГОСТ 14209 | Коэффициент загрузки масляного трансформатора в нормальном режиме |                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
|                                                                                              | Двух трансформаторная подстанция                                  | Трех трансформаторная подстанция |
| 1,0                                                                                          | 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                             |

7.4.6 Для сухих трансформаторов предельное значение коэффициента допустимой перегрузки трансформатора следует принимать равным 1,2.

7.4.7 При значительном количестве устанавливаемых цеховых ТП и рассредоточенной нагрузке следует производить на основании технико-экономического расчета выбор единичной мощности трансформаторов.

Определяющими факторами при выборе единичной мощности трансформатора являются затраты на питающую сеть 0,4 кВ, потери мощности в питающей сети и в трансформаторах, затраты на строительную часть ТП. Допускается при определении

единичной мощности трансформатора пользоваться следующими критериями при напряжении питающей сети 0,4 кВ:

- при плотности нагрузки до  $0,2 \text{ кВА/м}^2$  - 1000 кВА, 1600 кВА;
- при плотности нагрузки от 0,2 до  $0,5 \text{ кВА/м}^2$  - 1600 кВА;
- при плотности нагрузки более  $0,5 \text{ кВА/м}^2$  - 2500 кВА, 1600 кВА.

В случаях, когда нагрузка не распределена, а сосредоточена на отдельных участках цеха, выбор единичной мощности трансформаторов цеховых ТП не следует производить по критерию удельной плотности нагрузки.

7.4.8 Для энергоемких производств, при значительном количестве цеховых ТП, рекомендуется унифицировать единичные мощности трансформаторов.

7.4.9 Трансформаторы цеховых ТП мощностью от 400 кВА до 2500 кВА выпускаются со схемами соединения обмоток «звезда-звезда» с допустимым током нулевого вывода, равным 0,25 номинального тока трансформатора, или «треугольник-звезда» с нулевым выводом, рассчитанным на ток, равный 0,75 номинального тока трансформатора. По условиям надежности действия защиты от однофазных токов КЗ в сетях напряжением до 1 кВ и возможности подключения несимметричных нагрузок предпочтительным является применение трансформаторов со схемой соединения «треугольник-звезда».

7.4.10 Выбор исполнения трансформатора по способу охлаждения его обмоток (масляный, сухой, заполненный негорючей жидкостью и др.) определяется в зависимости от условий окружающей среды, противопожарных требований, объемно-планировочных решений производственного здания.

7.4.11 Цеховые двухтрансформаторные ТП могут иметь следующие схемы распределительных устройств низшего напряжения:

- одиночная секционированная система сборных шин с фиксированным подключением каждого трансформатора к своей секции через автоматический выключатель, рассчитанный на выдачу мощности трансформатора с учетом его перегрузочной способности, при этом секционный автоматический выключатель в нормальном режиме отключен, а на сборных шинах предусмотрено устройство системы автоматического включения резерва;

- с двумя, не связанными непосредственно между собой, секциями сборных шин, при этом расщепленные выводы каждого трансформатора подключены к разным секциям сборных шин через автоматические выключатели, рассчитанные каждый на выдачу половины мощности трансформатора с учетом его перегрузочной способности, а два из четырех задействованных автоматических выключателя используются для целей резервирования в устройстве автоматического включения резерва.

Такие ТП, с трансформаторами мощностью 250 кВА, 400 кВА и 630 кВА, применяются в городских сетях. При наличии подобных ТП мощностью 1000 кВА, 1600 кВА и 2500 кВА возможно их использование в электроснабжении проектируемых промышленных предприятий.

7.4.12 Цеховые однитрансформаторные ТП могут иметь следующие схемы распределительных устройств низкого напряжения:

- одиночная не секционированная система сборных шин, подключенная к выводу трансформатора через автоматический выключатель, рассчитанный на выдачу полной мощности трансформатора;

- с двумя несвязанными секциями сборных шин, подключенных к расщепленному выводу трансформатора через автоматические выключатели, каждый из которых рассчитан на выдачу половины полной мощности трансформатора.

7.4.13 Цеховая трех трансформаторная подстанция имеет распределительное устройство низшего напряжения с шестью секциями сборных шин, каждая из которых подключена через автоматический выключатель к расщепленному выводу трансформатора. Резервирование питания осуществляется тремя автоматическими выключателями, связывающими между собой секции.

7.4.14 Любые из перечисленных выше схем распределительных устройств низшего напряжения цеховых ТП позволяют осуществить схему блока «трансформатор - магистраль».

7.4.15 Цеховые ТП подразделяются на комплектные трансформаторные подстанции (КТП) заводского изготовления и подстанции, монтируемые на месте строительства (ТП). При проектировании следует отдавать предпочтение КТП, обеспечивающими большую надежность и сокращение сроков строительства.

7.4.16 Цеховые ТП и КТП не должны иметь сборные шины первичного напряжения. Установка отключающего аппарата перед цеховым трансформатором при магистральном питании подстанции обязательна. Глухое присоединение цехового трансформатора может применяться при радиальном питании кабельными линиями по схеме блока «линия-трансформатор», за исключением случаев:

- питания от пункта, находящегося в ведении другой эксплуатирующей организации;
- необходимости установки отключающего аппарата по условиям защиты.

## **7.5 Сети распределения электроэнергии до 1 кВ**

7.5.1 Электрические сети напряжением до 1 кВ переменного тока на промышленных предприятиях подразделяются на питающие сети до 1 кВ (от цеховых ТП до распределительных устройств до 1 кВ) и распределительные сети до 1 кВ (от РУ до 1 кВ до электроприемников ).

7.5.2 Питающие силовые сети до 1 кВ прокладываются как внутри зданий и сооружений, так и вне их.

7.5.3 Внутрицеховые питающие силовые сети могут выполняться как магистральными, так и радиальными. Выбор вида сети зависит от планировки технологического оборудования, требований по бесперебойности электроснабжения, условий окружающей среды, вероятности изменения технологического процесса, вызывающего замену технологического оборудования, размещения цеховых ТП.

Каждый вид прокладки имеет свою предпочтительную область применения.

7.5.4 Магистральные силовые питающие сети рекомендуется применять:

- в энергоемких производствах при распределении электроэнергии от трансформаторов на 1600 кВА и 2500 кВА;

- для обеспечения определенной независимости электроустановок от технологии и строительной части, что важно при возможных изменениях технологического процесса и заменах технологического оборудования, при выполнении проектных и электромонтажных работ в случаях отсутствия полных исходных данных об устанавливаемом технологическом оборудовании;

- при создании модульных сетей для производств с равномерно распределенной нагрузкой по площади цеха.

7.5.5 Для трансформатора мощностью 1000 кВА должна предусматриваться, как правило, одна магистраль, для трансформаторов мощностью в 1600 кВА и 2500 кВА - не более двух магистралей. Не следует допускать применение схем распределения электроэнергии, при которых от одного трансформатора отходят несколько радиальных магистралей (шинопроводов) с суммарной пропускной способностью, намного превышающей номинальную мощность трансформатора.

7.5.6 Радиальные внутрицеховые силовые питающие сети должны применяться при неблагоприятной среде помещения (взрывоопасные и пожароопасные установки, наличие проводящей пыли, химически активная среда), при повышенных требованиях по обеспечению бесперебойности питания РУ до 1 кВ.

7.5.7 В тех случаях, когда для конкретного объекта могут быть применены как магистральные, так и радиальные схемы распределения электроэнергии, выбор вида сети следует производить на основании технико-экономического расчета.

7.5.8 Магистральные питающие силовые сети рекомендуется выполнять комплектными магистральными шинопроводами.

6.5.9 Внецеховые питающие силовые сети напряжением до 1 кВ следует выполнять, как правило, радиальными кабельными линиями.

7.5.10 При построении питающей сети до 1 кВ в целях повышения надежности питания рекомендуется руководствоваться следующими общими положениями:

- РУ до 1 кВ следует размещать вблизи центров нагрузок;
- питающие сети до 1 кВ должны формироваться таким образом, чтобы длина распределительной сети до 1 кВ была по возможности минимальной;
- питающие сети рекомендуется прокладывать открыто и при этом применение трубных проводок должно обосновываться;
- каждый участок или отделение цеха рекомендуется питать от одного или нескольких РУ до 1 кВ, от которых не должны, как правило, питаться другие участки или отделения цеха, при этом также рекомендуется привязка цеховых ТП к определенным цехам, если этому не препятствует незначительность электрической нагрузки в них;
- при построении питающей сети следует учитывать указания о раздельном учете электроэнергии для различных цехов, если это не приводит к значительному удорожанию питающих сетей.

7.5.11 Применение на промышленных предприятиях питающих силовых сетей постоянного тока общего назначения следует обосновывать в проекте.

7.5.12 Распределительные сети до 1 кВ могут выполняться магистральными или радиальными. Выбор вида сети зависит от планировки и габаритов технологического

оборудования, условий среды, особенностей проведения подъемно-транспортных работ в цехе.

7.5.13 Магистральные распределительные сети до 1 кВ рекомендуется выполнять с помощью комплектных распределительных шинопроводов.

7.5.14 Радиальные распределительные сети до 1 кВ следует выполнять при распределении электроэнергии от распределительных щитов, пунктов, щитов и шкафов станций управления, других видов низковольтных устройств распределения и управления.

## **8 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗОК И РАСХОДОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ**

8.1 Определение электрических нагрузок и расходов электроэнергии проводится в соответствии с требованиями СН РК 4.04-08.

8.2 На стадии проект определение электрических нагрузок и расходов электроэнергии производится на основе расчета электрических нагрузок проектируемого промышленного предприятия в целях разработки оптимальной схемы электроснабжения предприятия на напряжении в 6 кВ или 10 кВ и выше. При этом проводится выбор и заказ электрооборудования подстанций и других элементов электрической сети проектируемого промышленного предприятия. Расчет электрических нагрузок производится параллельно с построением системы электроснабжения в следующей последовательности:

- выполняется расчет электрических нагрузок напряжением до 1 кВ в целом по корпусу (предприятию) в целях выявления общего количества и мощности цеховых ТП;
- выполняется расчет электрических нагрузок на напряжении в 6 кВ или 10 кВ и выше на сборных шинах РП, ГПП, ПГВ;
- определяется расчетная электрическая нагрузка предприятия в точке балансового разграничения с энергосистемой.

8.3 На стадиях рабочий проект и рабочая документация дополнительно к указанным в 8.2 расчетам следует выполнить расчет электрических нагрузок питающих сетей напряжением до 1 кВ и на шинах каждой цеховой ТП. Расчет ведется одновременно с построением питающей сети напряжением до 1 кВ. Согласно произведенным расчетам определяются сечения проводников питающих сетей напряжением до 1 кВ и выбор защитных аппаратов, уточняются мощности трансформаторов цеховых ТП.

Пример методики расчета приведен [1], [2].

8.4 В целом методика определения электрических нагрузок базируется на следующих положениях:

а) исходными для расчета данными являются таблицы - задания от технологов, сантехников и других смежных подразделений, в которых указываются данные электроприемников;

б) в расчетах используются содержащиеся в существующих справочных материалах среднестатистические значения коэффициентов использования  $K_{II}$  и коэффициентов реактивной мощности для различных электроприемников;

в) приняты следующие постоянные времени нагрева:

- для сетей до 1 кВ - 10 мин;

- для сетей выше 1 кВ - 30 мин;
- для трансформаторов и магистральных шинопроводов - 150 мин;

г) значения коэффициентов расчетных нагрузок  $K_p$  определены в зависимости от коэффициента использования, эффективного числа электроприемников и постоянной времени нагрева;

д) значения коэффициентов одновременности  $K_o$  для определения расчетных нагрузок на шинах на 6 кВ или 10 кВ РП, ГПП определены в зависимости от средневзвешенных коэффициентов использования и числа присоединений к шинам на 6 кВ или 10 кВ на сборных шинах РП, ГПП;

е) фактические значения расчетных нагрузок могут превышать расчетные с вероятностью не более 0,05.

8.5 Указания не распространяются на определение электрических нагрузок электроприемников с резкими и переменными графиками нагрузки (дуговых электропечей, электроприводов прокатных станков, контактной сварки и т. п.), промышленного электрического транспорта, а также электроприемников с известным графиком нагрузки.

8.6 При расчетах электрических нагрузок должны быть определены отдельно нагрузки электроприемников особой группы I категории и нагрузки электроприемников III категории.

8.7 Годовой расход активной и реактивной энергии, потребляемой промышленным предприятием, рекомендуется рассчитывать на основании расчетных электрических нагрузок и годового числа часов использования максимума активной и реактивной мощности.

Годовой расход активной энергии, потребляемой предприятием, следует определять по выражению:

$$W_p = \bar{P}_p \cdot T_m, \quad (1)$$

где  $P_p$  - математическое ожидание расчетной активной мощности (нагрузки) на границе балансового разграничения с энергосистемой. Допускается принимать  $\bar{P}_p = 0,9 P_p$ , где  $P_p$  - расчетная нагрузка, определенная согласно [1], [2];

$T_m$  - годовое число часов использования максимума активной мощности, определяемое в зависимости от сменности предприятия.

Для 1, 2 и 3-сменных предприятий  $T_m$  соответственно следует принимать 1900 ч, 3600 ч и 5100 ч, для непрерывного производства - 7650 ч.

Годовой расход реактивной энергии, не превышающий экономическое значение, следует определять по выражению:

$$W_{Q_3} = Q_3 \cdot T_{m_{Q_3}}, \quad (2)$$

где  $Q_3$  - реактивная мощность в пределах экономических значений, с учетом устанавливаемых на предприятии средств коррекции потребляемой мощности. Значение  $Q_3$  можно определить согласно [3], [5];

$T_{MQ3}$  - годовое число часов использования потребляемой максимальной реактивной мощности, не превышающей экономическое значение.

Значение  $T_{MQ3}$  зависит от режима работы предприятия и напряжения сети энергосистемы, от которой получает питание потребитель приведены в Таблице 3.

Годовой расход реактивной энергии, превышающий экономическое значение:

$$W_{Q_{пз}} = Q_{пз} \cdot T_{MQп}, \quad (3)$$

где  $Q_{пз}$  - реактивная мощность, потребляемая из энергосистемы и превышающая экономическое значение;

**Таблица 3 – Режим работы предприятия и напряжения сети энергосистемы**

| Режим работы предприятия |                                                       | 1 смена | 2 смены | 3 смены | Непрерывное производство |
|--------------------------|-------------------------------------------------------|---------|---------|---------|--------------------------|
| $T_{MQ3}, \text{ ч}$     | питание от сети 35 кВ                                 | 1660    | 2400    | 3000    | 5660                     |
|                          | питание от сети 110 кВ                                | 1750    | 3000    | 3750    | 6400                     |
|                          | питание от сети 220 кВ и 500 кВ                       | 1800    | 3200    | 4200    | 6800                     |
|                          | питание от сети 500 кВ или на генераторном напряжении | 1850    | 3460    | 4800    | 7300                     |

$T_{MQп}$  - годовое число часов использования потребляемой максимальной реактивной мощности, превышающей экономическое значение.

Значения  $Q_{пз}$  и  $T_{MQп}$  определяются в соответствии с указаниями по выбору средств КРМ в электрических сетях общего назначения [3], [5].

## 9 РАСЧЕТЫ ТОКОВ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ

9.1 Расчет токов КЗ проводится в соответствии с требованиями СН РК 4.04-08.

9.2 При проектировании промышленных предприятий определение токов однофазных КЗ в электроустановках до 1 кВ может производиться, наряду с рекомендуемым ГОСТ 28249 методом симметричных составляющих, методом петли фаза-нуль рассмотренным в [4].

9.3 В зависимости от наличия исходных данных для расчета метод петли фаза-нуль позволяет определять значение тока однофазного КЗ как по сумме активных и индуктивных сопротивлений в фазной и нулевой цепях, так и по сумме полных сопротивлений ( $z$ ) всех последовательных участков цепи КЗ и в соответствии с этим:

а) в первом случае, как и в методе симметричных составляющих, учитываются сопротивления всех элементов цепи КЗ, включая сопротивления трансформаторов тока, автоматических выключателей, контактных соединений и электрической дуги. Точность расчета при этом не отличается от точности метода симметричных составляющих, но для расчета не требуется данных по сопротивлениям нулевой последовательности, которые не всегда можно найти для конкретной схемы;

б) во втором случае сопротивления отдельных элементов цепи КЗ и электрической дуги не учитываются, так как арифметическое (вместо геометрического) суммирование полных сопротивлений приводит, как правило, к увеличению общего сопротивления короткозамкнутой цепи и как бы компенсирует не учитывание сопротивлений отдельных элементов.

Расчет тока однофазного КЗ по сумме полных сопротивлений является простым по сравнению с двумя другими методами, но несколько уступает последним в точности результата.

9.4 При расчете тока трехфазного КЗ в установках напряжением до 1 кВ следует учитывать не только индуктивные и активные сопротивления всех элементов короткозамкнутой цепи, но и активные сопротивления всех переходных контактов в этой цепи (на шинах, на вводах и выводах аппаратов, разъемные контакты аппаратов и контакт в месте КЗ).

9.5 При отсутствии достоверных данных о контактах и их переходных сопротивлениях допускается при расчете токов КЗ в сетях, питаемых трансформаторами мощностью до 2500 кВА включительно, учитывать их суммарное сопротивление введением в расчет активного сопротивления:

- для распределительных устройств до 1 кВ цеховых ТП мощностью до 1000 кВА включительно - 0,015 Ом; для распределительных устройств до 1 кВ цеховых ТП мощностью в 1600 кВА и 2500 кВА значения активных сопротивлений подлежат уточнению;

- для первичных цеховых распределительных пунктов, как и на зажимах аппаратов, питаемых радиальными линиями от щитов подстанций или главных магистралей, - 0,02 Ом;

- для вторичных цеховых распределительных пунктов, как и на зажимах аппаратов, питаемых от первичных распределительных пунктов, - 0,025 Ом;

- для аппаратуры, установленной непосредственно у электроприемников, получающих питание от вторичных распределительных пунктов, - 0,03 Ом.

9.6 При проектировании системы электроснабжения промышленного предприятия, имеющего в своем составе электроприемники, чувствительные к изменениям показателей качества электроэнергии, следует оптимизировать расчетное значение тока КЗ с учетом двух факторов:

- обеспечения возможности применения электрических аппаратов облегченной конструкции и проводников меньших сечений;

- обеспечения поддержания показателя качества электроэнергии в нормируемых пределах.

9.7 В необходимых случаях расчетное значение тока КЗ должно определяться технико-экономическим расчетом по минимуму приведенных затрат на ограничение токов КЗ и меры по поддержанию показателя качества электроэнергии в нормируемых пределах.

Учитывая значительную стоимость технических средств по поддержанию показателя качества электроэнергии в нормируемых пределах, рекомендуется, как правило, указанные промышленные предприятия подключать к точкам сети энергосистемы с наибольшими токами КЗ.

9.8 В качестве средств ограничения токов КЗ на промышленных предприятиях могут быть применены:

- токоограничивающие реакторы;
- трансформаторы с расщепленной обмоткой низшего напряжения;
- трансформаторы с повышенным значением напряжения КЗ;
- специальные тиристорные быстродействующие токоограничивающие устройства типа ТООУ.

9.9 При необходимости ограничения токов КЗ в РП напряжением в 6 кВ или 10 кВ следует производить установку токоограничивающих реакторов на питающих линиях или устанавливать групповые реакторы на отходящих линиях в 6 кВ или 10 кВ с присоединением до 4 линий к одному реактору.

Индивидуальное реактирование отходящих линий должно быть обосновано.

9.10 Расчет токов КЗ в электрических сетях напряжением более 1 кВ проводится согласно ГОСТ 27514. При этом основной особенностью расчетов токов КЗ для релейной защиты в электрических сетях напряжением выше 1 кВ является расчет токов КЗ для выбора типов и параметров срабатывания (уставок) релейной защиты трансформатора, а также защит других элементов электрических сетей. Как правило, рассчитывается только трехфазное КЗ

9.11 В общем случае при выполнении расчета защиты устанавливается фазное соотношение токов, а при несимметричных КЗ за трансформатором - не только максимальные, но и возможные минимальные значения токов КЗ.

9.12 Для упрощения практических расчетов токов КЗ в распределительных электрических сетях напряжением выше 1 кВ принято не учитывать ряд факторов, которые в действительности могут существовать, но не могут оказать определяющего влияния на значения токов КЗ и их фазные соотношения. Как правило, не учитывается переходное сопротивление в месте КЗ и все повреждения рассматриваются как металлические КЗ двух или трех фаз или КЗ одной фазы на землю. Сопротивления всех трех фаз трансформаторов, линий, реакторов и других элементов сети считаются одинаковыми. Не учитываются токи намагничивания силовых трансформаторов и токи нагрузки. Как правило, не учитывается подпитка места КЗ токами асинхронных двигателей.

9.13 Принимая во внимание, что распределительные сети электрически удалены от источников питания и аварийные процессы в этих сетях мало сказываются на работе генераторов энергосистемы, считается, что при любых КЗ в распределительной сети

напряжение питающей системы на стороне высшего напряжения (35 кВ, 110 кВ, 220 кВ и 500 кВ) трансформатора остается неизменным.

9.14 Вместе с тем в этих расчетах имеется ряд особенностей:

- изменение мощности КЗ энергосистемы, т.е. расчет максимального и минимального токов КЗ;

- необходимость учета существенного изменения сопротивления некоторых типов трансформаторов с регулированием напряжения под нагрузкой (РПН) при изменении положения регулятора РПН.

9.15 При практических расчетах токов КЗ для релейной защиты вычисляется только периодическая составляющая тока, а влияние апериодической составляющей тока КЗ учитывается при необходимости путем введения повышающих коэффициентов при расчетах релейной защиты.

9.16 Расчеты токов КЗ в сетях постоянного тока выполняются с использованием методик, в соответствии с требованиями ГОСТ 29176.

При этом в ряде случаев короткие замыкания в электроустановках оперативного постоянного тока подстанций могут, отключаются не селективно или с большой задержкой по времени. Особенно опасными являются случаи неправильной работы автоматических выключателей или предохранителей в цепи ввода аккумуляторной батареи.

В результате выделены три основные причины, несоответствия установленных на щитах постоянного тока защитных аппаратов требованиям чувствительности и селективности которые необходимо учитывать при расчете токов КЗ в сетях с постоянным током:

- а) первой причиной является использование, при выборе защитных аппаратов, чрезмерно упрощенных методик расчета коротких замыканий, не учитывающих существенные факторы, действующие на снижение тока КЗ: электрическая дуга, тепловой спад тока, увеличение сопротивления аккумуляторной батареи к концу аварийного разряда и при понижении температуры окружающей среды. Каждый из перечисленных факторов, даже в отдельности, может снизить значение тока КЗ в два раза. При комплексном действии всех вышеперечисленных факторов снижение расчетного тока еще больше;

- б) второй причиной является изменение в процессе эксплуатации сопротивлений разъемных и разборных контактных соединений и сульфатация пластин аккумуляторных батарей. Причем, увеличение сопротивления обнаруживается, как правило, при токах соизмеримых по величине с токами КЗ. Такой дефект обнаруживался в контактных стойках рубильников, предохранителей и в пакетных переключателях;

- в) третьей причиной является низкая стабильность и большой разброс времятоковых характеристик защитных аппаратов.

9.17 Уставки защитных аппаратов должны выбираться на основе минимально возможных значений токов КЗ.

9.18 Электродинамические и термические действия тока КЗ определяются в соответствии с требованиями ГОСТ 30323.

## 10 КАЧЕСТВО ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

10.1 Требования к качеству электрической энергии для проектируемых промышленных предприятий определяется в соответствии с требованиями СН РК 4.04-08 и «Правилами устройства электроустановок».

10.2 Улучшение качества электроэнергии достигается рациональным построением схем электроснабжения, а также применением при необходимости специальных технических средств (силовых фильтров, устройств статической и динамической компенсации и др.).

10.3 При проектировании промышленных предприятий со специфическими нагрузками (нелинейными, резкими, переменными и несимметричными) следует учитывать, что устанавливаемые специальные технические средства одновременно обеспечивают КРМ и поддержание значений показателя качества электроэнергии. Поэтому при проектировании вопросы качества электроэнергии и компенсации реактивной мощности для предприятий со специфическими нагрузками следует рассматривать одновременно.

10.4 Согласно ГОСТ 13109 нормируются установившиеся значения нормального предельного отклонения напряжения  $\pm 5\%$  и максимального предельного отклонения напряжения  $\pm 10\%$ .

В переходных режимах отклонения напряжения не нормируются и, например, при пуске крупного электродвигателя могут превышать указанные значения. Значение превышения зависит от конкретной схемы электроснабжения, особенностей подключенных электроприемников, характеристик коммутационных аппаратов, но во всех случаях пуск крупного двигателя не должен приводить к нарушению работы других электроприемников.

10.5 Регулирование напряжения в системах электроснабжения промышленных предприятий, в основном, должно обеспечиваться применением трансформаторов и автотрансформаторов с автоматическим регулированием напряжения под нагрузкой и выбором оптимальных ответвлений у нерегулируемых под нагрузкой трансформаторов.

10.6 Если режим работы электроприемников различен и они имеют разную удаленность от пункта питания, а также если имеются электроприемники, особо чувствительные к отклонениям напряжения, необходимо предусматривать дополнительные групповые или индивидуальные средства регулирования напряжения в узлах нагрузки, такие как применение управляемых конденсаторных батарей, автоматическое управление возбуждением синхронных электродвигателей, применение стабилизирующих установок, устройств по ограничению напряжения и др.

10.7 Не синусоидальность напряжения вызывается подключением к сети электроприемников с нелинейной вольтамперной характеристикой, являющихся источниками высших гармоник. К таким электроприемникам относятся тиристорные электроприводы, дуговые электропечи, сварочные установки, газоразрядные лампы и др.

При проектировании в целях уменьшения негативного влияния высших гармонических на элементы электроустановок следует, если это возможно, увеличить

число фаз выпрямления вентильных преобразователей. При недостаточности указанных мер следует применять силовые резонансные CL фильтры.

10.8 Электроприемники, нагрузка которых имеет резкий и переменный характер (электроприводы, дуговые электропечи и др.), вызывающие недопустимые размахи изменений напряжения и дозы колебаний напряжения. При построении системы электроснабжения целесообразно стремиться к уменьшению реактивного сопротивления сети, в том числе могут быть эффективны установки продольной компенсации.

10.9 В тех случаях, когда совершенствованием схемы питания невозможно снизить значения указанных требований к показателю качества электроэнергии, могут быть применены быстродействующие синхронные компенсаторы или статические установки динамической компенсации прямого или косвенного действия.

10.10 Несимметричные режимы токов и напряжений связаны с подключением несимметричных нагрузок, т. е. таких электроприемников, симметричное многофазное исполнение которых нецелесообразно или невозможно. К подобным электроприемникам относятся отдельные термические и сварочные установки, электрическое освещение, специальные однофазные нагрузки. Подключение таких нагрузок к трехфазной сети ограниченной мощности вызывает длительные или кратковременные несимметричные режимы токов и напряжений, которые могут быть снижены подключением несимметричных нагрузок в точке сети с возможно большей мощностью КЗ и равномерным распределением однофазных и двухфазных нагрузок по всем трем фазам.

Если указанные меры недостаточны, рекомендуется применять симметрирующие устройства. Для статичной однофазной или двухфазной нагрузки значительной мощности следует использовать нерегулируемые симметрирующие устройства, преобразующие эти нагрузки в трехфазные.

10.11 В тех случаях, когда нагрузка по фазам меняется за весьма малые промежутки времени, не симметрия сети носит кратковременный и случайный характер, следует применять регулируемые статические симметрирующие устройства с достаточным быстродействием.

10.12 Для ряда электроприемников производств с непрерывным технологическим процессом, средств вычислительной техники, средств связи и др. исключительное значение имеют длительность и глубина провалов напряжения. Следует отметить, что нормирование указанных значений показателя качества электроэнергии затруднено, так как зависит от особенностей оборудования и технологического процесса конкретной установки.

10.13 В качестве технических средств могут применяться агрегаты бесперебойного питания с аккумуляторными батареями и специальные технические средства, позволяющие обеспечить непрерывную и неискаженную форму кривой напряжения у потребителя при провалах различной глубины и длительности.

## 11 КОМПЕНСАЦИЯ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ

11.1 Требования к средствам компенсации реактивной мощности (КРМ) для проектируемых промышленных предприятий определяется в соответствии с требованиями СН РК 4.04-08 и «Правилами устройства электроустановок».

11.2 При выборе средств КРМ для электрических сетей общего назначения следует руководствоваться следующими указаниями:

а) в качестве средств КРМ принимаются батареи низковольтных и высоковольтных конденсаторов напряжением в 0,4 кВ, 6 кВ или 10 кВ соответственно и синхронные электродвигатели на 6 кВ или 10 кВ;

б) основными исходными данными для выбора средств КРМ являются расчетные электрические нагрузки предприятия, в том числе на границе балансового разграничения с энергосистемой, и экономические значения реактивной мощности и энергии, задаваемые энергоснабжающей организацией;

в) выбор средств КРМ и мощности компенсирующих устройств осуществляется в два этапа: при потреблении реактивной мощности из энергосистемы в пределах экономического значения и потреблении реактивной мощности из энергосистемы, превышающем экономическое значение;

г) на первом этапе определяется мощность конденсаторных батарей, устанавливаемых в сети до 1 кВ по критерию выбора минимального числа цеховых ТП, и определяется экономически целесообразная реактивная мощность, генерируемая синхронными электродвигателями на 6 кВ или 10 кВ. При этом во всех случаях используется для КРМ без обосновывающих расчетов располагаемая реактивная мощность синхронных двигателей с номинальной мощностью свыше 2500 кВт и располагаемая реактивная мощность синхронных двигателей с частотой вращения свыше 1000 1/мин независимо от номинальной мощности. Целесообразность использования синхронных электродвигателей с номинальной мощностью до 2500 кВт и частотой вращения до 1000 1/мин определяется расчетом. Затем производится анализ баланса реактивной мощности на границе балансового разграничения. В случае, если генерируемая конденсаторными батареями до 1 кВ и синхронными электродвигателями на 6 кВ или 10 кВ реактивная мощность обеспечивает потребление реактивной мощности из энергосистемы в пределах экономического значения, выбор средств КРМ считается завершенным. В обратном случае следует выполнить второй этап расчета;

д) на втором этапе расчета следует рассмотреть получение недостающей реактивной мощности из следующих источников:

- дополнительная установка батарей конденсаторов до 1 кВ;
- более полное использование реактивной мощности, генерируемой синхронными двигателями мощностью до 2500 кВт и с частотой вращения до 1000 1/мин (в случае, если располагаемая мощность этой группы синхронных двигателей не используется полностью при потреблении реактивной мощности из энергосистемы, не превышающем экономическое значение);
- установка в узлах нагрузки батарей конденсаторов на напряжение в 6 кВ или 10 кВ.

Указанные источники сопоставляются между собой и с потреблением реактивной мощности из энергосистемы, превышающем экономическое значение. Для предприятий с непрерывным режимом работы, как правило, целесообразна установка батарей конденсаторов на 6 кВ или 10 кВ. Для предприятий, работающих в 1, 2 и 3 смены может оказаться целесообразным получение недостающей реактивной мощности из энергосистемы, превышающей экономическое значение;

е) при выполнении расчетов по выбору средств КРМ рекомендуется пользоваться указаниями по проектированию КРМ в сетях общего назначения изложенными [3], [5];

ж) батареи конденсаторов до 1 кВ могут размещаться в электротехнических помещениях или непосредственно в производственных помещениях;

и) установку батарей конденсаторов до 1 кВ непосредственно в производственных помещениях следует выполнять при соблюдении следующих условий:

- распределение электроэнергии производится магистральными шинопроводами;
- окружающая среда не содержит проводящей пыли, химически активных веществ, не отнесена к взрывоопасным и пожароопасным зонам;
- должны быть исключены механические воздействия от транспортных средств и перемещаемых грузов;
- степень защиты оболочки конденсаторных батарей должна быть не менее IP4X по ГОСТ 14255;

к) при условиях, отличающихся от перечисленных в 11.2 и), батареи конденсаторов до 1 кВ рекомендуется устанавливать в помещениях цеховых ТП. Количество батарей (не более двух на один трансформатор) определяется мощностью трансформатора и степенью компенсации. Батареи конденсаторов могут также размещаться в электропомещениях;

л) батареи конденсаторов 6 кВ или 10 кВ должны размещаться, как правило, в отдельных (специально для них предназначенных) помещениях, а также в подстанциях;

м) установки батарей конденсаторов до 1 кВ и 6 кВ или 10 кВ должны иметь ручное управление для включения или отключения установки в целом или ее части эксплуатационным персоналом;

н) установки батарей конденсаторов до 1 кВ должны иметь автоматическое ступенчатое регулирование мощности в функции реактивной мощности, реактивного или полного тока узла нагрузки;

п) автоматическое регулирование мощности батареи конденсаторов на 6 кВ или 10 кВ рекомендуется осуществлять при наличии у потребителя выключателей на 6 кВ или 10 кВ, предназначенных для частой коммутации емкостной нагрузки. При их отсутствии регулирование мощности батареи конденсаторов на 6 кВ или 10 кВ производить не следует;

р) синхронные электродвигатели на 6 кВ или 10 кВ, реактивная мощность которых используется для КРМ, должны иметь автоматическое регулирование возбуждения в функции реактивной мощности узла нагрузки на границе балансового разграничения с энергосистемой;

с) при значительном количестве установок КРМ следует при проектировании рассматривать возможность устройства централизованного управления ими с диспетчерского пункта.

11.3 При выборе средств КРМ для электрических сетей со специфическими нагрузками следует руководствоваться следующими рекомендациями:

а) в качестве средств КРМ для сетей с нелинейными и резкими переменными нагрузками помимо средств КРМ, используемых в сетях общего назначения (конденсаторные батареи до 1 кВ и 6 кВ или 10 кВ, синхронные двигатели 6 кВ или 10 кВ), могут применяться силовые резонансные CL фильтры и устройства динамической компенсации реактивной мощности прямого или косвенного действия;

б) выбор средств КРМ зависит от значений определяемых в расчетной точке определенной согласно ГОСТ 13109 следующих показателей качества электроэнергии:

- коэффициента искажения синусоидальности напряжения  $K_H$ ;
- коэффициента  $n$ -й гармонической составляющей напряжения  $K_{H(N)}$ ;
- размаха изменений напряжения  $SU$ ;
- дозы фликера  $P$ ;

в) при определении указанных показателей качества электроэнергии согласно ГОСТ 13109 в целях исключения принятия решений, неоправданно удорожающих устанавливаемые средства КРМ, рекомендуется при выполнении расчетов принимать вероятность превышения предельно допускаемых значений для показателей качества электроэнергии, равную 0,05;

г) расчетной точкой является точка присоединения потребителя к сети энергоснабжающей организации, для которой определяются допустимые расчетные вклады потребителя в нормируемые согласно ГОСТ 13109 значения показателя качества электроэнергии. Как правило, расчетная точка принимается совмещенной с границей балансового разграничения между потребителем и энергоснабжающей организацией, но при питании мощных электроприемников от подстанции глубокого ввода расчетная точка может находиться в узлах энергосистемы;

д) выявленные расчетные значения показателя качества электроэнергии сопоставляются со значениями допустимых расчетных вкладов, которые определяются энергоснабжающей организацией. Результаты сопоставления позволяют осуществить выбор средств КРМ;

е) конденсаторные батареи на 6 кВ или 10 кВ не следует подключать к секциям сборных шин, от которых получают питание нелинейные нагрузки независимо от значений  $K_H$  и  $K_{H(N)}$ ;

ж) при выделении нелинейных нагрузок на 6 кВ или 10 кВ на отдельные ветви расщепленной обмотки трансформатора или сдвоенного реактора и при значениях  $K_H$  и  $K_{H(N)}$ , превышающих значение допустимых расчетных вкладов в расчетной точке, на секции сборных шин с нелинейными нагрузками следует устанавливать силовые фильтры в целях снижения значений токов и напряжений высших гармоник в расчетной точке до значений допустимых расчетных вкладов. При значениях  $K_H$  и  $K_{H(N)}$ , не превышающих значений допустимых расчетных вкладов в расчетной точке, силовые фильтры не устанавливаются. Выбор средств КРМ для этих случаев производится согласно 11.2. Мощность устанавливаемых средств КРМ (с учетом фильтров, если они устанавливаются) должна обеспечить потребление РМ из энергосистемы, не превышающее экономическое значение. При целесообразности установки батарей конденсаторов 6 кВ или 10 кВ

последние должны быть подключены к секциям сборных шин, к которым не подключены нелинейные нагрузки;

и) при невозможности выделения нелинейной нагрузки на отдельные ветви расщепленной обмотки трансформатора и сдвоенного реактора к сборным шинам на 6 кВ или 10 кВ следует подключить силовые фильтры, обеспечивающие снижение значений коэффициентов  $K_H$  и  $K_{H(N)}$  до значений допустимых расчетных вкладов и потребление реактивной мощности из энергосистемы, не превышающее техническое значение реактивной мощности. Учитывая значительные затраты на установку силовых фильтров нецелесообразно увеличение их мощности по условию КРМ. Силовые фильтры устанавливать не следует, если соблюдаются следующие два условия: расчетные значения  $K_H$  и  $K_{H(n)}$  не превышают значения допустимых расчетных вкладов и технический предел потребления реактивной мощности обеспечивается синхронными электродвигателями и батареями конденсаторов до 1 кВ;

к) к секциям сборных шин, питающих резкие и переменные нагрузки, не следует подключать конденсаторные батареи. В целях снижения значений размаха изменений напряжения и дозы фликера эти секции рекомендуется подключать к сети общего назначения с наибольшими токами КЗ. При невозможности осуществить такое подключение, а также в случае установки мощных электроприемников с резким и переменным характером нагрузки должна быть рассмотрена целесообразность установки устройств динамической компенсации реактивной мощности прямого или косвенного действия. По условию КРМ суммарная мощность конденсаторных батарей фильтров, входящих в состав устройства динамической компенсации, должна обеспечить технический предел потребления реактивной мощности.

11.4 Выбор компенсирующих устройств должен производиться одновременно с выбором других основных элементов системы электроснабжения предприятия с учетом динамики роста электрических нагрузок и поэтапного развития системы в целом.

11.5 При проектировании силовых электроустановок должно быть обеспечено наименьшее потребление реактивной, мощности путем:

- обоснованного выбора мощности электродвигателей;
- преимущественного применения синхронных электродвигателей для нерегулируемых электроприводов;
- применение специальных схем и режимов работы вентильных преобразователей.

11.6 Индивидуальная компенсация может быть выполнена для мощных электроприемников с низким коэффициентом мощности и с большим числом часов работы в году.

11.7 При необходимости включения конденсаторных батарей на напряжение выше 10 кВ следует применять последовательное или параллельно-последовательное соединение однотипных конденсаторов с устройством дополнительной изоляции конденсаторов между фазами и изоляцией конденсаторов от земли.

11.8 Для промышленных предприятий рекомендуется использование комплектных конденсаторных установок.

## 12 УПРАВЛЕНИЕ, ИЗМЕРЕНИЕ, СИГНАЛИЗАЦИЯ, ПРОТИВОАВАРИЙНАЯ АВТОМАТИКА, ОПЕРАТИВНЫЙ ТОК

12.1 Проектирование систем управления, измерения, сигнализации и противоаварийной автоматики для промышленных предприятий выполняется в соответствии с требованиями СН РК 4.04-08.

12.2 Телеуправление следует осуществлять:

- выключателями на питающих линиях и линиях связи при необходимости частых (3 раза в сутки и более) оперативных включений;
- вводными и секционными выключателями подстанций при отсутствии устройств автоматического включения резерва;
- выключателями на линиях, питающих секции шин с электроприемниками III категории;
- выключателями на линиях, питающих электроприемники значительной мощности, если принято решение о целесообразности их отключения в часы максимальных нагрузок энергосистемы в целях регулирования электропотребления.

12.3 Телесигнализация должна указывать состояние:

- всех телеуправляемых объектов;
- вводных, секционных, шиносоединительных и обходных выключателей подстанций предприятия;
- выключателей, питающих электроприемники значительной мощности и ответственные механизмы, агрегаты, технологические линии;
- трансформаторов с высшим напряжением 35 кВ и выше;
- отделителей на вводах напряжением 35 кВ и выше.

Кроме того, как правило, должны предусматриваться следующие сигналы с контролируемого пункта (КП):

- а) общий сигнал с каждого КП:
  - об аварийном отключении любого выключателя;
  - о замыкании на землю в сетях высокого напряжения каждой подстанции;
  - о неисправностях на КП, в том числе о недопустимом изменении температуры в отапливаемых помещениях, замыкании на землю и исчезновении напряжения в цепях оперативного тока, повреждении в цепях трансформаторов напряжения, переключении питания цепей телемеханики на резервный источник и т. п.;
- б) о неисправности трансформаторов ГПП, ПГВ, крупных преобразовательных агрегатов;
- в) о возникновении пожара (появлении дыма) на КП.

12.4 Телеизмерения должны отображать:

- значения напряжений на питающих линиях, других источников питания и на сборных шинах подстанций на 6 кВ и выше;
- значения токов и мощностей в точках сети, позволяющие осуществлять систематический контроль технологического процесса и оборудования, судить о перетоках активной, реактивной и полной мощности в системе электроснабжения в нормальном и послеаварийном режимах;

- значения показателей качества электроэнергии в расчетной точке и, при необходимости, в отдельных узлах питания.

12.5 Преобразование измеряемых электрических величин (напряжения, тока, мощности, частоты) в унифицированный выходной сигнал следует осуществлять с помощью измерительных преобразователей различного назначения. Применение на промышленных предприятиях измерительно-вычислительных комплексов и информационных измерительных систем должно быть обосновано в проекте.

12.6 Для регистрации изменяющихся во времени электрических процессов следует применять самопишущие в том числе быстродействующие, приборы, светолучевые и электронные осциллографы, магнитографы.

12.7 При проектировании диспетчерского щита и пульта, определении размеров диспетчерского помещения следует учитывать возможное развитие системы электроснабжения.

12.8 Мнемосхема диспетчерского щита и объем информации, отражающейся на дисплеях, должны, как правило, показывать все связи по 6 кВ или 10 кВ и выше между подстанциями, пунктами приема электроэнергии и другими источниками питания. Выключатели и другие аппараты, не включенные в объем телемеханизации, могут отражаться на мнемосхеме с помощью символов, переставляемых вручную.

12.9 На энергоемких промышленных предприятиях рекомендуется предусматривать автоматизированный учет электроэнергии в целях:

- определения количества электроэнергии, получаемой предприятием от энергоснабжающей организации;
- фиксирования получасового максимума нагрузки в часы максимальных и минимальных нагрузок энергосистемы;
- производства внутризаводского межцехового расчета за электроэнергию;
- осуществления контроля за потреблением и выработкой реактивной энергии по предприятию в целом и отдельным потребителям значительной мощности;
- определения средневзвешенного коэффициента мощности.

Системы учета электроэнергии на промышленных предприятиях должны отвечать требованиям «Правил устройства электроустановок».

12.10 Автоматический контроль изоляции, действующий на сигнал при снижении сопротивления изоляции ниже нормируемого уровня, должен выполняться в сетях переменного тока напряжением выше 1 кВ с изолированной или заземленной через дугогасящий реактор нейтралью, в сетях переменного тока до 1 кВ с изолированной нейтралью и в сетях постоянного тока с изолированными полюсами или с изолированной средней точкой.

12.11 Для фиксации аварийных режимов и последующего их анализа на подстанциях напряжением в 110 кВ и выше рекомендуется предусматривать установку автоматических осциллографов и самопишущих приборов с ускоренной записью при авариях, а для крупных УРП и ГПП - систему диагностики неисправностей в составе АСУ-электро.

12.12 Система управление, измерения и сигнализации на подстанции должна обеспечивать:

- безошибочное и рациональное ведение эксплуатации;

- контроль режима работы электрооборудования и основных технологических агрегатов;

- быструю ориентировку обслуживающего персонала при аварийных режимах.

На телемеханизированных и автоматизированных объектах электроснабжения необходимо предусматривать местное управление для осмотра и ревизии электрооборудования.

12.13 Управление электрооборудованием подстанции производится:

- со щита управления обще подстанционного пункта управления (ОПУ);
- из распределительных устройств 6 кВ или 10 кВ (из коридора управления);
- из шкафов наружной установки на территории открытого распределительного устройства.

Здание ОПУ (отдельное или сблокированное с закрытым распределительным устройством на 6 кВ или 10 кВ) следует сооружать на подстанциях:

- для которых требуется постоянное дежурство персонала на щите управления;
- с закрытое распределительное устройство на 35 кВ и выше;
- при необходимости установки устройств защиты ВЛ, блоков питания, выпрямительных и других устройств, не размещаемых в шкафах наружной установки.

На остальных подстанциях здания ОПУ не сооружаются, панели управления и защиты должны размещаться в шкафах наружной установки на территории подстанции.

12.14 Релейную защиту и автоматику подстанций промышленных предприятий необходимо согласовать с устройствами релейной защиты и автоматики системы внешнего электроснабжения. Выбор принимаемых видов релейной защиты и автоматики необходимо выполнять в соответствии с техническими условиями на присоединение, выданными энергоснабжающей организацией, и требованиями «Правил устройства электроустановок». При проектировании релейной защиты и автоматики рекомендуется учитывать разработки специализированных электротехнических проектных и научно-исследовательских институтов, касающиеся выбора и расчетов уставок релейной защиты и автоматики рекомендуемых для аналогичных систем электропитания.

Для подстанций промышленных предприятий рекомендуется применять комплектные устройства релейной защиты и автоматики, выполненные на интегральных микросхемах.

12.15 На подстанциях промышленных предприятий могут предусматриваться следующие виды автоматических устройств:

- автоматическое включение резервного питания на секционных выключателях всех распределительных устройств на 6 кВ или 10 кВ и выше при раздельной работе секций, на стороне низшего напряжения цеховых ТП при питании электроприемников I и II категорий. При этом должен обеспечиваться запрет автоматического включения резервного питания при коротких замыканиях на шинах;

- автоматическое повторное включение воздушных линий, шин 110 кВ и выше с возможностью автоматического восстановления до аварийной схемы подстанции, шин на 6 кВ, 10 кВ или 35 кВ для однотрансформаторных подстанций;

- осуществляющие автоматическое восстановление питания потребителей после ликвидации аварии или отключения аварийного участка сети путем включения резервного оборудования и связей, ресинхронизации синхронного электродвигателя и т. п.;

- осуществляющие автоматическое отделение электростанции предприятия от энергосистемы при аварийном снижении частоты в результате системных аварий;

- осуществляющие бесперебойное питание электроприемников особой группы I категории;

- автоматическая частотная разгрузка, отключающая электроприемники III категории до действия системы автоматического повторного включения;

- автоматическое управление средствами КРМ;

- автоматическое регулирование напряжения под нагрузкой трансформаторов;

- осуществляющие управление работой вспомогательных устройств (обогрев приводов выключателей, разъединителей, шкафов комплексного распределительного устройства, включение и отключение охлаждающих устройств трансформаторов, системы пожаротушения и др.).

12.16 На подстанциях может выполняться сигнализация в следующем объеме:

- световая сигнализация положения объектов с дистанционным управлением;

- индивидуальная световая сигнализация аварийного отключения (аварийная сигнализация);

- предупредительная сигнализация отклонения от нормального режима работы электрооборудования и нарушения исправности цепей управления;

- центральная звуковая сигнализация, обеспечивающая привлечение внимания персонала при действии предупредительной и аварийной сигнализации.

При отсутствии ОПУ панель сигнализации устанавливается в помещении РУ на 6 кВ или 10 кВ, а сигналы предупредительной и аварийной сигнализации выводятся к дежурному персоналу.

12.17 Постоянный оперативный ток, в основном, следует применять на:

- подстанциях с высшим напряжением до 500 кВ;

- подстанциях на 110 кВ или 220 кВ со сборными шинами этих напряжений;

- подстанциях на 35 кВ или 220 кВ с воздушными выключателями;

- подстанциях на 110 кВ или 220 кВ с числом масляных выключателей на 110 кВ или 220 кВ три и более.

12.18 Переменный оперативный ток следует, в основном, применять на подстанциях 35/6-10 кВ с масляными выключателями на 35 кВ, на подстанциях 35-220/6-10 кВ и 110-220/35/6-10 кВ без выключателей на стороне высшего напряжения, когда выключатели на 6 кВ, 10 кВ и 35 кВ оснащаются пружинными приводами. При оснащении выключателей на 6 кВ, 10 кВ, и 35 кВ электромагнитными приводами на указанных подстанциях следует применять выпрямленный оперативный ток.

Также рекомендуется его применение на подстанциях на 110 кВ или 220 кВ с малым числом масляных выключателей на 110 кВ или 220 кВ.

12.19 Выбор типа привода выключателей напряжением на 6 кВ или 10 кВ необходимо производить с учетом коммутационной способности последних, значения

тока КЗ и выдержки времени релейной защиты в данной точке сети, степени ответственности питаемых электроприемников и режимов их работы.

12.20 На подстанциях промышленных предприятий может применяться смешанная система оперативного тока (одновременное использование в разных сочетаниях постоянного, переменного, выпрямленного тока). Выбор системы оперативного тока следует обосновывать в проекте.

12.21 На подстанциях на 110 кВ или 500 кВ с постоянным оперативным током должна устанавливаться одна аккумуляторная батарея на 220 В, как правило, типа СК, без элементного коммутатора, работающая в режиме постоянного подзаряда. При проектировании необходимо определять категорию помещения аккумуляторной батареи по взрывопожарной опасности и класс взрывоопасной зоны в соответствии с требованиями «Правил устройства электроустановок» и Технического регламента «Общие требования к пожарной безопасности». Рекомендуются, если имеется возможность, взамен батарей типа СК устанавливать закрытые никель-кадмиевые аккумуляторные батареи.

12.22 Для выпрямления переменного тока следует использовать блоки питания стабилизированные и нестабилизированные, силовые выпрямительные устройства с индуктивным накопителем или без него.

### **13 ПРОКЛАДКА ВНЕЦЕХОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ**

13.1 По территории промышленных предприятий могут быть проложены воздушные линии, токопроводы, кабельные линии в надземных и подземных кабельных сооружениях, в земле, по стенам зданий и сооружений, на технологических эстакадах.

13.2 Выбор способа внецеховой канализации для энергоемких производств следует производить на основании технико-экономических расчетов сопоставимых вариантов по минимуму приведенных затрат с учетом трудозатрат при производстве электромонтажных работ.

При сопоставлении вариантов необходимо учитывать факторы надежности и удобства эксплуатации (ремонтная способность, дополнительная прокладка линий), степень загрязненности воздуха, грунта, плотность застройки промплощадки, уровень грунтовых вод, размещение технологических, транспортных и других коммуникаций, требования пожарной безопасности, перспективу развития сети.

13.3 Зоны размещения электрических сетей на промплощадке предприятия должны согласовываться с разработчиком генерального плана.

13.4 Для энергоемких предприятий схемы глубоких вводов на 110 кВ или 220 кВ могут быть осуществлены применением воздушных и кабельных линий на 110 кВ или 220 кВ, схемы глубоких вводов на 500 кВ применением ВЛ-500 кВ.

13.5 Применение ВЛ целесообразно при невысокой плотности застройки промплощадки. В целях снижения отчуждаемой под ВЛ площади допускается прохождение ВЛ над всеми несгораемыми зданиями и сооружениями, за исключением взрывоопасных установок.

При выборе высоты опор ВЛ должна учитываться возможность прокладки в будущем под проводами ВЛ трубопроводов, транспортных и других коммуникаций. В

обоснованных случаях может оказаться целесообразным применение специальных опор в целях увеличения длины пролетов.

13.6 При высокой плотности застройки предприятия рекомендуется применять сухие кабели на 110 кВ или 220 кВ с пластмассовой изоляцией, прокладываемые в открытых кабельных сооружениях (кабельная эстакада, частично закрытая кабельная галерея, в том числе и размещенная на технологической эстакаде). Прокладка кабелей на 110 кВ или 220 кВ с пластмассовой изоляцией в закрытых кабельных сооружениях (тоннелях, полностью закрытых кабельных галереях) может производиться только в случае невозможности их прокладки в открытых кабельных сооружениях.

13.7 Маслонаполненные кабели низкого давления на 110 кВ или 220 кВ могут быть применены при невозможности получения пластмассовых кабелей. Маслонаполненные кабели низкого давления могут прокладываться в лотках в земле, в траншеях, каналах, ниже зоны промерзания (~1,5 м), с устройством специальных колодцев для муфт. Прокладка масляных кабелей в тоннелях не может быть рекомендована ввиду ее весьма значительной стоимости.

13.8 По мере освоения электропромышленностью токопроводов до 500 кВ с элегазовой изоляцией рекомендуется их применение для схем глубоких вводов при высокой плотности застройки промплощадки и наличии агрессивной окружающей среды.

13.9 При целесообразности распределения электроэнергии на напряжениях на 6 кВ или 10 кВ по промплощадке энергоемкого промышленного предприятия следует применять открыто проложенные токопроводы с симметричным расположением фаз следующих конструктивных исполнений:

- жесткий подвесной с трубчатыми шинами и подвесными изоляторами;
- гибкий с расщепленными проводами;
- комплектный закрытый типа ТЗК-10.

13.10 Для систем кабельной канализации на 6 кВ и 10 кВ промышленных предприятий рекомендуется применять, как правило, жесткие токопроводы с трубчатыми шинами из алюминиевого сплава типа АД31. Подлежат использованию токопроводы в исполнениях для наружной и внутренней установки при нормальной среде и в исполнении для наружной установки для предприятий с сильно загрязненной средой.

Жесткие токопроводы не рекомендуется прокладывать в тоннелях и в полностью закрытых галереях из-за значительного увеличения капитальных затрат. При применении жестких токопроводов следует пользоваться разработанными типовыми проектами узлов и деталей.

13.11 Гибкие токопроводы рекомендуется применять при наличии одновременно следующих факторов: нестесненной планировки предприятия, позволяющей не учитывать условную стоимость отчуждаемой под гибкий токопровод территории, и минимального количества (до двух-трех на 1 км) углов поворота трассы.

13.12 Комплектные закрытые токопроводы типа ТЗК-10 не рекомендуется прокладывать по территории промышленных предприятий из-за значительных затрат и по условиям эксплуатации. Токопровод типа ТЗК-10 следует применять на вводах незначительной длины (порядка 50 м) от трансформаторов до распределительных устройств на 6 кВ и 10 кВ, а также при ошиновке электроустановок внутри зданий.

13.13 Сечение токопровода следует выбирать по экономической плотности тока, значение которой определяется расчетом для нормального режима при проектировании конкретного объекта. Выбранное сечение токопровода следует проверить на нагрев током послеаварийного режима.

13.14 При выборе токопровода, прокладываемого по территории предприятия, следует учитывать стоимость отчуждаемой территории. Можно принимать, что отчуждение территории под жесткий токопровод составляет 10 м, под гибкий токопровод - 18 м.

13.15 При необходимости передачи значительной мощности на напряжении в 35 кВ рекомендуется применять жесткий токопровод на 35 кВ подвесной с трубчатыми шинами и подвесными изоляторами.

13.16 Внецеховые кабельные сети напряжением до 35 кВ следует, как правило, прокладывать открыто в надземных сооружениях: на технологических и кабельных эстакадах, в кабельных частично закрытых галереях.

13.17 Прокладка кабелей на технологических эстакадах, в том числе на эстакадах с трубопроводами с горючими газами и легковоспламеняющимися жидкостями, может осуществляться либо на подвесных кабельных конструкциях или самостоятельных кронштейнах при количестве кабелей до 30, не считая кабелей собственных нужд, либо, при большем числе кабелей, на кабельных эстакадах или в частично закрытых кабельных галереях, сооруженных на технологических эстакадах.

13.18 При прокладке кабелей на подвесных конструкциях или кронштейнах расстояние от трубопроводов должно быть не менее 0,5 м, небронированные кабели должны быть защищены от механических воздействий. Кабели, прокладываемые на эстакадах и галереях, следует принимать небронированными.

13.19 При расположении кабельных эстакад и галерей на технологической эстакаде с трубопроводами с горючими газами и легковоспламеняющимися жидкостями должны быть выполнены противопожарные мероприятия (ограждающие горизонтальные или вертикальные конструкции с огнестойкостью не менее 0,75 ч). Крепление кабельных и других конструкций непосредственно к трубопроводам не допускается. Возможность прокладки кабелей по техническим эстакадам должна согласовываться с технологами.

13.20 При отсутствии или невозможности использования технологических эстакад кабели рекомендуется прокладывать на непроходных кабельных эстакадах при количестве кабелей от 20 до 30 или на проходных кабельных эстакадах и в частично закрытых кабельных галереях при количестве кабелей от 30 до 40. Кабели, прокладываемые на кабельных эстакадах и в галереях, следует принимать небронированными.

13.21 При прокладке кабелей на высоте от уровня земли более 4,5 м следует, как правило, предусматривать проходные кабельные эстакады и частично закрытые кабельные галереи. Непроходные кабельные эстакады рекомендуется применять только на коротких участках трассы (при обходе препятствий, при изменении уровня расположения эстакады, в местах ответвлений и т. п.).

13.22 Кабельные эстакады и кабельные частично закрытые галереи не требуется делить на противопожарные отсеки поперечными перегородками.

13.23 Прокладка кабелей в полностью закрытых кабельных галереях может быть допущена только в обоснованных случаях (например, при крайне агрессивной окружающей среде, при значительных внешних тепловых или механических воздействиях и др.).

13.24 Допускается прокладка кабелей по внешним поверхностям наружных стен зданий и сооружений при условии, что последние выполнены из негорючих материалов.

13.25 При невозможности или нецелесообразности выполнения открытой прокладки кабелей до 35 кВ в надземных сооружениях может быть осуществлена прокладка кабелей в земле (в траншеях) и в подземных кабельных сооружениях (блоках, каналах, тоннелях).

13.26 Прокладку кабелей в траншеях следует выполнять при незначительном числе кабелей, в основном на ответвлениях от основных трасс.

В одной траншее, как правило, следует прокладывать не больше шести силовых кабелей. Вместо любого из них допускается прокладывать по одному пучку из 12 кабелей вторичных цепей.

13.27 Кабели на напряжение в 6 кВ или 35 кВ на всем протяжении следует защищать от возможных механических воздействий при земляных работах железобетонными, бетонными плитами, кирпичами. Кабели до 1 кВ, проложенные на глубине 0,7 м, должны иметь такую защиту только в местах частых раскопок. Не требуется защищать от механических воздействий траншею с двумя кабельными линиями до 20 кВ, проложенными на глубине 0,7 м, если над кабелями проложена специальная сигнальная лента.

13.28 Защиту прокладываемых в земле кабелей от электрохимической коррозии рекомендуется выполнять согласно действующим указаниям по катодной защите подземных сооружений [6]. Мероприятия по защите от коррозии должны быть осуществлены до ввода кабельных линий в эксплуатацию.

13.29 Прокладку кабелей в блоках следует применять на трассах, насыщенных подземными коммуникациями, в местах, где возможны проливы горячего металла или ведутся частые раскопки, при большом числе пересечений с технологическими и транспортными коммуникациями. Блоки могут быть выполнены из железобетонных ячеистых плит, из асбестоцементных, керамических, чугунных, стальных, полиэтиленовых труб.

13.30 При определении количества силовых кабелей, прокладываемых в блоке, следует учитывать фактор снижения допустимых токовых нагрузок на кабели, поэтому силовые кабели рекомендуется прокладывать, в основном, по периметру блока. Количество контрольных кабелей, прокладываемых в блоке, не ограничивается.

В местах, где изменяется направление прокладки блоков, в местах перехода кабелей из блоков в грунт, как правило, следует сооружать кабельные камеры (колодцы).

13.31 При необходимости прокладки от 20 до 30 кабелей могут быть применены кабельные каналы, при количестве кабелей от 30 до 40 кабельные тоннели. На промплощадках каналы и тоннели, как правило, должны быть заглублены в грунт не менее чем на 0,3 м. Каналы и тоннели, частично заглубленные в грунт или надземные, следует применять на участках территории, доступных только для обслуживающего персонала и не используемых в качестве эвакуационных и транспортных путей.

13.32 Кабельные тоннели и полностью закрытые кабельные галереи должны быть разделены на отсеки поперечными перегородками из негорючих материалов с пределом огнестойкости не менее 0,75 ч. В этих кабельных сооружениях должны быть предусмотрены автоматическая пожарная сигнализация и тушение пожаров с помощью передвижных средств (пожарных автомобилей) или систем с "сухотрубами" со стационарно установленными распылителями воды. Применение систем с "сухотрубами" рекомендуется в тоннелях при отсутствии возможности подъезда передвижных средств, а в закрытых галереях - при высоте верхней отметки галереи более 10 м над планировочной отметкой территории.

13.33 Взаимно резервирующие кабельные линии, питающие электроприемники I категории, должны прокладываться по изолированным в пожарном отношении трассам. Для промышленных предприятий допускается их прокладка по разным сторонам одного кабельного сооружения (проходные кабельные эстакады, галереи, тоннели) при горизонтальном расстоянии между кабельными конструкциями в свету не менее 1 м, а при использовании непроходных кабельных эстакад взаимно резервирующие кабели должны прокладываться по разным сторонам продольной сплошной балки. Прокладку кабельной линии от третьего независимого источника питания к электроприемнику особой группы I категории допускается выполнять в том же отсеке кабельного сооружения в противопожарном коробе (канале) с пределом огнестойкости не менее 0,75 ч.

13.34 Габариты кабельных сооружений должны выбираться исходя из всего числа кабелей, подлежащих прокладке в данном сооружении при полном завершении строительства всех его очередей, с учетом выделения мест для возможности дополнительной прокладки в условиях эксплуатации не менее 15% общего числа кабелей. В кабельных сооружениях, по которым прокладываются кабели напряжением на 6 кВ и 10 кВ, следует выделить один ряд полок для размещения кабельных муфт. Необходимо также предусматривать место для размещения трубопроводов и устройств системы пожаротушения.

## **14 ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ СООРУЖЕНИЯ**

### **14.1 Масляное хозяйство**

14.1.1 При проектировании масляного хозяйства для крупного промышленного предприятия следует рассматривать возможность использования масляных хозяйств районных энергосистем или соседних крупных промышленных предприятий по согласованию с ними.

Масляное хозяйство в полном объеме следует предусматривать лишь на больших промышленных предприятиях с большим количеством подстанций с аппаратами и трансформаторами с большим количеством залитого в них масла.

14.1.2 В проекте масляного хозяйства должны быть предусмотрены хранение и соответствующая обработка как изоляционного, так и других видов масла: турбинного, машинного, смазочного и др.

14.1.3 Масляное хозяйство следует располагать, как правило, в районе на узловой подстанции предприятия.

14.1.4 В масляном хозяйстве должны быть предусмотрены:

- аппаратные помещения, содержащие аппараты и устройства для очистки, сушки и регенерации масел для всех объектов предприятия;
- маслосклады (для чистого, отработанного масла) с установленными в них баками.

14.1.5 На других подстанциях предприятия (включая подстанции глубоких вводов напряжением в 110 кВ или 220 кВ) не следует предусматривать сооружение специальных стационарных баков для масла и маслоочистительных устройств. Доставку чистого сухого масла на эти подстанции и вывозку отработанного масла следует предусматривать в передвижных емкостях, в том числе в мягких оболочках.

Исключение представляют подстанции напряжением от 35 кВ до 220 кВ с баковыми выключателями, на которых необходимо предусматривать два стационарных бака, рассчитанных каждый на объем масла из баков всех трех фаз наибольшего выключателя и запас на доливку не менее 1 % всего количества масла, залитого в аппараты и трансформаторы данной подстанции.

14.1.6 Не следует предусматривать прокладку стационарных маслопроводов к баковым масляным выключателям всех напряжений.

На случаи необходимости опорожнения баков или очистки в них масла следует предусматривать переносные инвентарные маслопроводы.

14.1.7 Для ремонта и ревизии цеховых трансформаторов на предприятиях следует предусматривать мастерскую при электроремонтном цехе.

14.1.8 На малых предприятиях следует предусматривать баки для хранения аварийного запаса чистого масла и для отработанного масла, а при выключателях с количеством масла до 600 кг в единице и при воздушных выключателях достаточно предусматривать только передвижные емкости. Специальные мастерские для ремонта цеховых трансформаторов на таких предприятиях, как правило, предусматривать не следует.

14.1.9 Для определения объема масляных баков и других емкостей можно принимать (в среднем) ежегодную потребность в изоляционном масле около 15 % общего количества масла, залитого в трансформаторы и аппараты, при отсутствии регенерационной установки и около 5 % - при наличии последней.

14.1.10 Средний срок службы изоляционного масла при применении термосифонных фильтров может быть ориентировочно принят около 10 лет.

14.1.11 Под открыто установленными трансформаторами и маслonaполненными реакторами с количеством масла 1000 кг и более в единице и под баковыми выключателями напряжением 110 кВ и выше должны предусматриваться маслоприемники с металлической решеткой и насыпанным на нее слоем промытого гравия или щебня толщиной не менее 250 мм. Их габариты в плане должны превышать габариты электрооборудования (на каждую сторону) не менее:

- 0,6 м - при количестве масла до 1 т;
- 1 м - при количестве масла более 1 до 10 т;
- 1,5 м - при количестве масла более 10 до 50 т;

- 2 м - при количестве масла более 50 т.

14.1.12 Объем маслоприемника с отводом масла под трансформаторами, реакторами и под баковыми выключателями напряжением 110 кВ и выше рассчитывается на 80 % объема содержащегося в них масла.

На подстанциях напряжением на 220 кВ или 500 кВ с трансформаторами мощностью 200 МВА и выше, где предусмотрены стационарные автоматические установки для пожаротушения, объем маслоприемника рассчитывается на 100 % содержащегося в них масла.

14.1.13 Для масляных трансформаторов мощностью до 2500 кВА, установленных в зданиях I и II степени огнестойкости с производствами категорий Г и Д, следует предусматривать маслоприемники без отвода масла, с металлической решеткой и насыпанным на нее слоем чистого гравия или щебня.

Объем маслоприемника под решеткой рассчитывается на полный объем масла трансформатора. Для удаления масла и воды из маслоприемника предусматривается передвижной агрегат. Под каждым внутрицеховым масляным трансформатором с количеством масла 60 кг и устраивается маслоприемник в соответствии с требованиями «Правил устройства электроустановок».

14.1.14 При применении системы маслоприемников с отводом масла необходимо предусматривать маслосборники, рассчитанные на полный объем масла, содержащегося в наиболее крупной единице оборудования с масляным заполнением.

14.1.15 Маслостоки между маслоприемниками и маслосборниками, необходимо выполнять в виде подземных трубопроводов. При этом необходимо исключать возможность переток масла по маслостокам из одного маслоприемника в другой, а также растекание его по различным подземным сооружениям.

## 14.2 Грузоподъемные устройства

14.2.1 На подстанциях напряжением до 500 кВ не следует предусматривать стационарных грузоподъемных устройств для ревизии трансформаторов.

На подстанциях, в которых масса поднимаемой при осмотре части трансформатора не более 25 т, для съема кожуха или подъема активной части трансформатора следует предусматривать возможность использования портала ошиновки трансформатора или инвентарное устройство (передвижной кран).

При применении совмещенного портала необходимо предусматривать возможность откатки активной части трансформатора из-под поднимаемого кожуха (или откатка кожуха при выемке активной части) в сторону автодороги или подъездной железной дороги и предусмотрено место для производства работ по осмотру и ревизии.

14.2.2 Если поднимаемая при осмотрах часть трансформатора тяжелее 25 т, на подстанции необходимо предусматривать стационарное или инвентарное грузоподъемное устройство.

14.2.3 Стационарные устройства (башни) для ревизии трансформаторов следует предусматривать лишь на тех подстанциях, на которых предусмотрен ремонт трансформаторов других подстанций.

14.2.4 При компоновки конструкции подстанции напряжением в 35 кВ и выше необходимо обеспечивать возможность применения автокранов, телескопических вышек и других средств для механизации ремонтных и эксплуатационных работ, а также подъезд передвижных лабораторий к трансформаторам и другим аппаратам.

### **14.3 Цех сетей и подстанций**

14.3.1 При выполнении технического проекта электроснабжения промышленного предприятия необходимо предусматривать помещения и оборудование цеха или участка сетей и подстанций для обслуживания:

- подстанций глубоких вводов напряжением 110-220 кВ /6-10 кВ;
- внецеховых распределительных, трансформаторных и преобразовательных подстанций;
- воздушных линий электропередачи напряжением от 6 кВ до 220 кВ;
- междолевых кабельных сетей напряжением от и выше 1000 В;
- установок и сетей наружного освещения территории предприятия;
- трансформаторно-масляного хозяйства.

14.3.2 При разработке проекта реконструкции действующего промышленного предприятия, имеющего в своем составе цех либо участок сетей и подстанций, должны рассматриваться вопросы необходимого расширения производственных помещений цеха и доукомплектования оборудованием.

**БИБЛИОГРАФИЯ**

- [1] Указания по расчету электрических нагрузок (РТМ 36.18.32.4-92)// Инструктивные и информационные материалы по проектированию электроустановок. 1992. № 7-8. С. 4 - 27. (ВНИПИ Тяжпромэлектропроект).
- [2] Пособие к РТМ 36.18.32.4-92, 2-я редакция. Разработка ВНИПИ ТПЭП, 1993.
- [3] Пособие к РТМ 36.18.32.6-92. Разработка ВНИПИ ТПЭП, 1992.
- [4] Указания по расчету токов однофазных КЗ в сетях до 1 кВ промышленных предприятий методом петли "фаза-нуль". Разработка ВНИПИ ТПЭП, 1993.
- [5] Указания по проектированию установок компенсации реактивной мощности в электрических сетях общего назначения промышленных предприятий (РТМ 36.18.32.6-92) // Инструктивные и информационные материалы по проектированию электроустановок. 1993. №2. С. 24 - 52. (ВНИПИ Тяжпромэлектропроект).
- [6] Руководящие указания по катодной защите подземных энергетических сооружений от коррозии. Разработка НИИПТ, утверждены ГТУ Минэнерго СССР 30.03.84.
- [7] РД 153-34.0-20.527-98 Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбору электрооборудования.
- [8] МУ 34-70-035-83 Дополнение к методическим указаниям по расчету защит в системе постоянного тока тепловых электростанций и подстанций.

---

**УДК 721: 535.241.46.006.354**

**МКС 91.040**

---

**Ключевые слова:** воздушная линия, короткое замыкание, подстанция глубокого ввода, распределительная подстанция, распределительное устройство, трансформаторная подстанция, электроприемник.

---

*Ресми басылым*

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҰЛТТЫҚ ЭКОНОМИКА МИНИСТРЛІГІНІҢ  
ҚҰРЫЛЫС, ТҮРҒЫН ҮЙ-КОММУНАЛДЫҚ ШАРУАШЫЛЫҚ ІСТЕРІ ЖӘНЕ  
ЖЕР РЕСУРСТАРЫН БАСҚАРУ КОМИТЕТІ

**Қазақстан Республикасының  
ЕРЕЖЕЛЕР ЖИНАҒЫ**

**ҚР ЕЖ 4.04-108-2014**

**ӨНЕРКӘСІПТІК КӘСПОРЫНДАРДЫ ЭЛЕКТРМЕН ЖАБДЫҚТАУДЫ  
ЖОБАЛАУ**

Басылымға жауаптылар: «ҚазҚСҒЗИ» АҚ

050046, Алматы қаласы, Солодовников көшесі, 21

Тел./факс: +7 (727) 392-76-16 – қабылдау бөлмесі

*Издание официальное*

КОМИТЕТ ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА, ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО  
ХОЗЯЙСТВА И УПРАВЛЕНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫМИ РЕСУРСАМИ МИНИСТЕРСТВА  
НАЦИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

**СВОД ПРАВИЛ  
Республики Казахстан**

**СП РК 4.04-108-2014**

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ  
ПРЕДПРИЯТИЙ**

Ответственные за выпуск: АО «КазНИИСА»

050046, г. Алматы, ул. Солодовникова, 21

Тел./факс: +7 (727) 392-76-16 – приемная