

Е.Ж. Советханов 

Energo University, Алматы, Қазақстан
E-mail: y.sovetkhanov@aes.kz

220/110/10 кВ «ТАУГҮЛ» ҚОСАЛҚЫ СТАНЦИЯСЫН ҚАЙТА ЖАҢАРТУ

Аңдатпа. Қазіргі уақытта өнеркәсіптің қарқынды өсуі байқалады, бұл электр энергиясын тұтынудың артуына әкеледі. Бұл электр энергиясын өндірудің ұлғаюына және электр станцияларында электр энергиясын өндіруді, қосалқы станциялардың қарқынды құрылысы жолымен жүретін электр энергетикалық жүйелердің дамуымен қатар жүреді.

Электр энергетикасының тұрақты дамуы электрмен жабдықтау мен электр энергиясының сапасын жақсарту қажет екендігіне алып келеді. Ол үшін жаңа энергетикалық нысандар салу немесе ескілерін қайта құру қажет. Электр энергетикалық жүйелердің қосалқы станцияларын жобалау – бұл электр жабдықтарының құрамы, электр қосылыстарының негізгі тізбектері, тарату құрылғыларының орналасуы мен конструкциялары, өлшеулер, релелік қорғаныс және автоматика бойынша техникалық шешімдерді әзірлеу мен қабылдаудың күрделі үрдісі болып табылады. Сондықтан жаңа нысанды салу қайта құруға қарағанда әлдеқайда қымбатқа түседі. Қайта құру ескі жабдықты жаңа параметрлер бойынша тексеруді, осы параметрлерге сәйкес келмейтін немесе моральдық және физикалық тұрғыдан ескірген жабдықты ауыстыруды қамтиды.

Бұл ғылыми жұмыстың мақсаты трансформаторлық қосалқы станцияларды жобалау, қайта құру принциптерін түсіну және игеру, сондай-ақ олардың белгіленген режимдерін есептеу және талдау әдістерін игеру болып табылады. Трансформаторлық қосалқы станциялар электр энергиясын қабылдауға, түрлендіруге және таратуға қызмет етеді. Қосалқы станциялар тұтынушыларды сенімді электрмен жабдықтауды және электр энергиясының қажетті сапасын қамтамасыз етуі керек. Бұл ретте олардың жұмысы жобалау шарттарына да, пайдалану шарттарына да қатысты ең жоғары үнемділік пен қауіпсіздік талаптарына сәйкес келуі тиіс. Кез-келген энергетикалық объектінің оңтайлы нұсқасын таңдау міндеті келтірілген шығындардың минималды критерийін қолдана отырып, техникалық-экономикалық көрсеткіштер бойынша бәсекеге қабілетті нұсқаларды салыстыру негізінде шешіледі.

Түйінді сөздер. Электр қосалқы станциясы, қайта құру, трансформатор, кернеу, ток.

Кіріспе.

Электр энергетикасы Қазақстан экономикасының маңызды салаларының бірі болып табылады. Электр энергетикасының негізгі міндеті-барлық электр энергиясын тұтынушыларды сапалы, сенімді және үздіксіз электрмен жабдықтау.

Электр желісі-электр энергиясын беруге және таратуға арналған қосалқы станциялардың, тарату құрылғыларының, электр беру желілерінің жиынтығы. Электр желісі электр станцияларының қуатын беру, оны қашықтыққа беру, Қосалқы станциялардағы электр энергиясының (кернеу, ток) параметрлерін түрлендіру мүмкіндігін қамтамасыз етеді.

Соңғы екі онжылдықта Электр энергетикасы жабдықтарын өндірудегі технологиялық жетістіктердің арқасында жоғары вольтты ажыратқыштардың, ток пен кернеуді өлшейтін трансформаторлардың жаңа түрлері пайда болды және сызықтық емес кернеуді шектегіштер, релелік қорғаныс пен автоматиканың жаңа микропроцессорлық

құрылғылары жасалды және шығарылды. Қолданыстағы қосалқы станцияларды жаңа реконструкциялауды жобалау кезінде заманауи жабдықты енгізу электромагниттік үйлесімділік, жылдам әрекет ететін қорғаныстарды енгізу бөлігінде жаңа талаптар енгізеді. Ғылым мен техниканың дамуы энергетика саласына қатты әсер етеді және көптеген талаптарды алдына қояды және энергия жүйелеріне автоматты басқару құралдарын жетілдірумен қатар жүреді.

Қайта құру тұрмыстық және өнеркәсіптік тұтынушыларды электрмен жабдықтаудың сенімділігін едәуір арттыруға мүмкіндік береді, өйткені ол ескірген жабдықты заманауи жабдыққа ауыстыруды көздейді, атап айтқанда ажыратқыштар мөлшері жағынан кішірек және үлкен коммутациялық ресурсқа ие болады. Күрделі жөндеудің жөндеу аралық мерзімдері ұлғаяды, оларды жүргізу мерзімдері қысқарады, жабдықты жоспардан тыс ажырату саны азаяды және нәтижесінде тұтынушыға электр энергиясының жеткіліксіз шығарылуы қысқарады.

Бұл жұмыста «АЖК» АҚ 220/11/10 кВ «Таугүл» қосалқы станциясын қайта жаңартуды қарастырамыз. Қосалқы станцияны қайта құру мүмкіндік береді:

- тұтынушыларды электрмен жабдықтау сенімділігін арттыру;
- электр энергиясына өсіп келе жатқан сұранысты қанағаттандыру үшін қажетті қуаттарды Қалалық электр желілеріне беру;
- қосалқы станцияны пайдаланудың қауіпсіздігін арттыру және еңбек сыйымдылығын төмендету;
- тұтынушыларды электрмен жабдықтау деңгейін, сапасын және қолжетімділігін арттыру;
- ескі жабдықты пайдалануға байланысты жазатайым оқиғалардың алдын алу.

Материалдар мен тәсілдер.

Тұтынушыларды қажетті мөлшерде және сапалы электр энергиясымен сенімді және үздіксіз қамтамасыз ету үшін, электр энергетикалық желілерінің жаңарту жұмыстарын жүзеге асыру қажет. Қолданушыларды электр энергиясымен электрмен жабдықтаудың үздіксіздігі мен сенімділігіне көптеген өзара тәуелді компоненттерді енгізу арқылы қол жеткізіледі: бұл қазіргі заманғы жабдықтар мен аппаратуралардың, сапалы жобалардың, монтаждаудың, баптаудың және жабдықтың қолданысқа енгізілуін талдау және әзірлеу қажет. Электр желілерін жобалау сегіз қадамнан тұрады. Олар: электр жүктемесін есептеу, трансформаторлық қосалқы станциялар мен станциялардың түрі, қуаты, саны, орналасу.

Энергетикалық жүйелер мен электр желілерін дамыту және оларды жобалау жобалау міндеттеріне кірмейтін және иерархиялық тәртіпте жүзеге асырылатын жұмыстар кешенін орындауды көздейді. Электр желілерін жобалаудың әртүрлі кезеңдерінде шешілетін міндеттердің құрамы мен ауқымы әртүрлі болғандықтан, бұл жұмыстар келесі типтік мазмұнға ие [1]:

- қарастырылып отырған энергия жүйесін талдау және параметрлерін реттеу, жасалатын жұмысты анықтау;
- қолданушылардың электр жүктемелерін анықтау және қосалқы станциялардың белсенді қуатын өлшеу;
- электр станцияларының жұмыс істеу режимдерін таңдау және жобаланған электр желісінің жүктемесін анықтау;
- желінің әртүрлі жұмыс режимдерінің электрлік есептеулері және қарастырылатын есептік деңгейлерге желіні құру сұлбасының негіздемесі;
- электр станцияларының жұмыс тұрақтылығын есептеуде статикалық және динамикалық әдістерін қолдану, жүйелік аварияға қарсы автоматикаға қойылатын негізгі талаптарды анықтау;

– реактивті қуаттың теңгерімін жасау және желідегі кернеуді реттеу шарттарын анықтау, компенсаторлық құрылғыларды орналастыру пункттерін, олардың типі мен қуатын негіздеу;

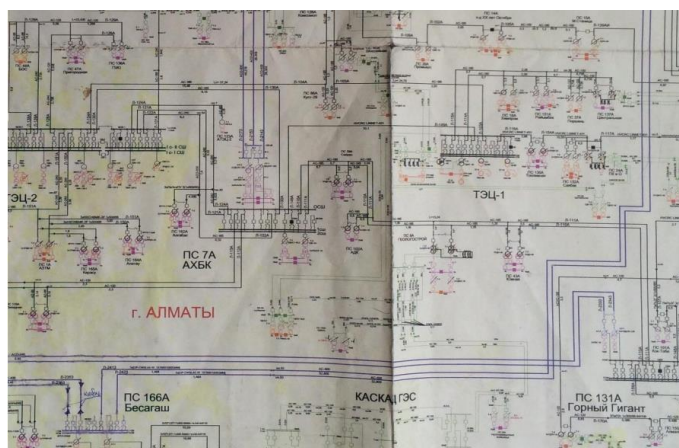
– жобаланған желідегі қысқа тұйықталу токтарын есептеу және коммутациялық аппаратураның ажырату қабілетіне қойылатын талаптарды белгілеу, қысқа тұйықталу токтарын шектеу бойынша ұсыныстар әзірлеу.

Бұл жұмыста Алматы қаласының «Таугүл» қосалқы станциясы кіретін электр желілерінің учаскесін қайта жаңартуды қарастырамыз. Алматы қаласының электр желісі «Алатау Жарық Компаниясы» АҚ («АЖК» АҚ) құрылымдық бөлімшесі болып табылады.

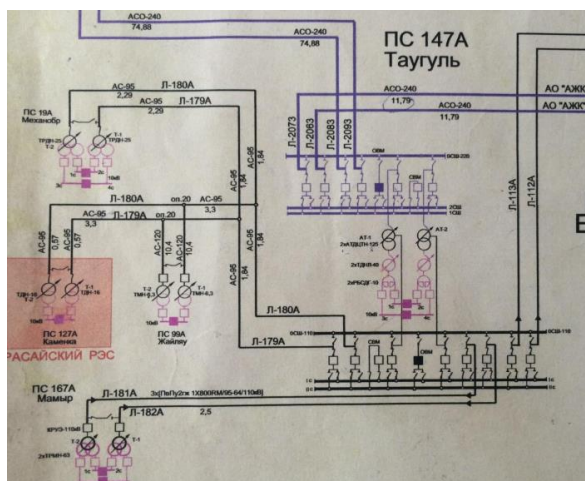
«Таугүл» қосалқы станциясы Алматы қаласында орналасқан және қалалық жерді электр энергиясымен қамтамасыз етуге арналған. «Таугүл» қосалқы станциясының тұтынушылары: «Спутник» сауда-ойын-сауық орталығы, мектептер, әкімшілік ғимараттар, коммуналдық-тұрмыстық тұтынушылар (тұрғын үйлер) сияқты ірі кәсіпорындар болып табылады [2].

Қарастырылып отырған «Таугүл» қосалқы станциясының негізгі параметрлері: кернеу, кВ – 220/110/10; Т-1 – АТДЦТН-125; Т-2 – АТДЦТН-125.

1 және 2 суреттерде электр желілерінің схемалары көрсетілген. Схемалар мен деректер «АЖК» АҚ алынды.



1 сурет – Алматы қаласының электр желілерінің сызбасы



2 сурет – «Таугүл» қосалқы станциясының желілерінің схемасы



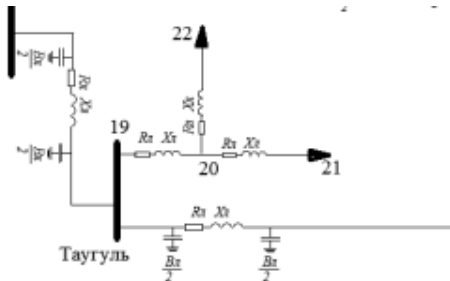
3 сурет – АТДЦТН-125 трансформаторы

«Таугұл» қосалқы станциясында 220 кВ желілерін дамыту бойынша:

- қолданыстағы желінің параметрлері мен режимдерін есептеу;
- автотрансформаторлардың жүктемелерін тексеру;
- 220 кВ электр желілерінің сымдарының қимасы мен маркасын таңдау;
- желі элементтерінің жүктемесін тексеру, қосалқы станция шиналарындағы кернеу деңгейлерін нақтылау және шығындарды анықтау мақсатында таңдалған опцияның электр желісінің жұмыс режимдерін есептеу.

Нәтижелер мен талқылаулар.

Есептеулер жүргізу үшін 4-суретте көрсетілген ауыстырусұлбасын жасаймыз.



4 сурет – Электр желілерін ауыстырусұлбасы

Электр желілерін есептеу және талдау кезінде олардың элементтерінің, соның ішінде Тұтынушылардың электр жүктемелерінің негізгі сипаттамалары ескерілуі керек. Жүктеменің маңызды сипаттамаларының бірі – оның белсенді P және реактивті Q қуатының мөлшері. Жалпы жағдайда электр желілерінің жүктемелерінің қуаты өзгеріссіз қалмайды, бірақ t уақытының өзгеруіне ұшырайды, электр режимінің параметрлеріне байланысты: қолданылатын кернеудің U шамасы мен f жиілігіне. Әрбір қосалқы станцияның жүктемелері алынып тасталған өлшеулер бойынша есептелді, олар жылына екі рет алынып тасталады. Жылдың әртүрлі уақыттарындағы жүктеменің өзгеруінің күнделікті кестелері бір-бірінен айтарлықтай ерекшеленуі мүмкін. Қосалқы станциялардың күштік трансформаторларының жүктемелерін есептеу 10 кВ фидерлердің жүктемелерін жиынтық қосу арқылы жүргізілді.

«Таугұл» қосалқы станциялары желілерінің параметрлерін есептеу үшін деректер:

- сым маркасы – АС-240.
- L – 40,00 км.
- желідегі тізбектер саны – 2.

– желі параметрлері: $r = 0,121 \text{ Ом}$; $x_0 = 0,435 \text{ Ом}$; $b_0 10^{-6} = 2,60 \text{ См}$.
АТДЦТН 125000/220 трансформаторлардың параметрлерін есептеу жолы төменде көрсетілді

Желілердің негізгі параметрлері төмендегі өрнек бойынша есептеледі:

$$R_{1-2} = \frac{r_0 * l}{n}; \quad (1)$$

$$X_{1-2} = \frac{x_0 * l}{n}; \quad (2)$$

$$B_{1-2} = \frac{b_0 * l}{2} * n, \quad (3)$$

мұндағы r_0 – белсенді сызық кедергісі; N – тізбектер саны; L – сызық ұзындығы, км;
 x_0 – сызықтың индуктивті кедергісі; b_0 – желінің сыйымдылық өткізгіштігі.

Әуе желісі (ӘЖ) 220 кВ белсенді параметрлерінің соңғы есебі төменде келтірілген:

$$R = \frac{0,121 * 40}{2} = 1,21 \text{ Ом.}$$

ӘЖ 220 кВ индуктивті параметрлерінің соңғы есебі төменде келтірілген:

$$X = \frac{0,435 * 40}{2} = 8,7 \text{ Ом.}$$

ӘЖ 220 кВ сыйымдылық параметрлерінің соңғы есебі келтірілген:

$$B = \frac{2,6 * 40 * 2}{2} = 104 * 10^{-6} \text{ См.}$$

Автотрансформаторлар мен трансформаторлардың кедергісі төмендегі өрнек бойынша:

$$R_{mpi} = \frac{R_{mp}}{n}; \quad (4)$$

$$X_{mpi} = \frac{X_{mp}}{n}, \quad (5)$$

мұндағы n -трансформаторлар саны.

Содан кейін (4,5) өрнектер бойынша АТДЦТН 125000/220 автотрансформаторы үшін есептеледі:

$$R_{BH} = \frac{0,5}{2} = 0,25 \text{ Ом};$$

$$X_{BH} = \frac{48,6}{2} = 24,3 \text{ Ом};$$

$$R_{CH} = \frac{0,5}{2} = 0,25 \text{ Ом};$$

$$X_{CH} = \frac{0}{2} = 0 \text{ Ом};$$

$$R_{HH} = \frac{1}{2} = 0,5 \text{ Ом};$$

$$X_{HH} = \frac{82,5}{2} = 41,2 \text{ Ом.}$$

АТДЦТН 125000/220 трансформаторлардың параметрлерін есептеу нәтижелері:

$$R_B=0,25; R_C=0,25; R_H=0,5; X_B=24,3; X_C=0; X_H=41,25.$$

Электр желісінің қалыпты режимін есептеу нәтижесінде кернеудің ауытқуы 5% рұқсат етілген шектерден шығады, 220 кВ желілердегі кернеудің ауытқуын реттеу үшін РПН қолданылады.

Қосалқы станцияның техникалық-экономикалық көрсеткіштерін есептеуді қарастырыңыз. Қосалқы станцияны қайта құру үшін керекті жабдықтарға, оларды ауыстыру жұмысына және тағы басқада шығындардың құнының қосындысынан тұрады. Қосалқы станцияға күрделі салымдар (К_{кст}) әртүрлі факторларға тәуелді және екіге бөлінеді: жабдық шығындары – К_{жш} және шығындардың тұрақты бөлігі – К_{тұрақты}.

Қосалқы станция бойынша күрделі шығындар:

$$K_{\text{кст}} = K_{\text{жш}} + K_{\text{тұрақты}}. \quad (6)$$

Біз қосалқы станцияны қайта құруға және оны орнатуға күрделі салымдарды анықтаймыз. Қайта құру үшін қажетті жабдықтар 1 кестеде келтірілген:

1 кесте – Қайта құруға арналған жабдықтардың саны мен бағасы

№	Атауы	Саны, дана	Бірлік бағасы, млн теңге	Барлығы
1	Трансформатор ТМН-10/6/0,4	2	9	18
2	Автотрансформатор ТДЦТН - 125	2	30	60
3	Ажыратқыш 220 кВ	8	1,2	9,6
4	Ажыратқыш 110 кВ	10	0,96	9,6
5	Ажыратқыш 10 кВ	6	0,46	2,76
6	Разъединитель 220 кВ	29	0,86	24,94
7	Разъединитель 110 кВ	37	0,74	27,38
8	Разъединитель 10 кВ	8	0,19	1,52
9	220 кВ ток трансформаторы	12	0,46	5,52
10	110 кВ ток трансформаторы	14	0,35	4,9
11	10 кВ ток трансформаторы	4	0,18	0,72
12	220 кВ Кернеу трансформаторы	5	0,42	2,1
13	110 кВ Кернеу трансформаторы	5	0,32	1,6
14	10 кВ Кернеу трансформаторы	4	0,15	0,6
15	220 кВ асқын кернеуді шектегіштер	5	0,075	0,375
16	110 кВ асқын кернеуді шектегіштер	5	0,05	0,25
17	10 кВ асқын кернеуді шектегіштер	4	0,015	0,075
18	Тұрақты шығындар			20
Барлығы				189,94

Қайта құруға жалпы күрделі салымдар 6 формула бойынша тең болады:

$$K_{\text{кст}} = 169,94+20= 189,94 \text{ млн теңге.}$$

Таза ағымдағы құн бірінші оң мәнге дейін есептей отырып, олар алды қосалқы станцияны қайта құру тиімді және инвестицияның өтелу мерзімі шамамен 7 жылды құрады, бұл экономикалық тиімді болып табылады.

Қорытынды.

Бұл жұмыстың мақсаты желінің өткізу қабілетін арттыру және тұтынушылардың электрмен жабдықтау сенімділігі мен электр энергиясының сапасын арттыру және қосалқы станцияны қайта құру арқылы түйіндердегі кернеудің рұқсат етілген деңгейіне қол жеткізу.

Алдыңғы орнатылған электр жабдықтарымен салыстырғанда жаңа жабдық өткізу қабілетін арттырады, сенімділікті арттырады және сенімді болады. Тұрақтандырғыш заманауи электр жабдықтарының пайдалану шығындарын азайтуға қабілетті, бұл жоспарлар арасындағы қызмет көрсету аралықтарын, электр желісінің қауіпсіздігі мен сенімділігін арттырады.

Қосалқы станцияны қайта құруды іске асыру үшін жұмыста электр желілерінің қарастырылып отырған учаскесінің талдаулары мен келесі есептеулері келтірілген: күрделі салымдар, амортизация шығындары, ағымдағы жөндеу және техникалық қызмет көрсету шығындары, қуат пен электр энергиясының шығынын өтеу шығындары және тұтынушыларды электрмен жабдықтау үзілістерінен болатын ықтимал залал.

Қазіргі заманғы трансформаторлар мен жабдықтарды енгізе отырып, «Таугұл» 220/110/10 кВ қосалқы станциясын реконструкциялаудың техникалық-экономикалық негіздемесі тұрғысынан алғанда, таза ағымдағы құнын ескере отырып, 189,94 млн.теңгені құрайтын қажетті жиынтық капитал салымдары 7 жыл ішінде өтеледі, яғни қосалқы станция құрылысы экономикалық тұрғыдан орынды болып табылады.

ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Костин В.Н. Электропитающие системы и электрические сети Учебное пособие. - Изд. СЗТУ: Санкт-Петербург. 2007, – 154 с.
- [2] АО «Алатау Жарык Компаниясы» <https://www.azhk.kz/ru/>
- [3] Диагностика электрических аппаратов, распределительных устройств электростанций и подстанций. Методические указания МУ 1.3.99.0037-2009. - М.: Энергия, 2014. – 616 с.
- [4] Кокин, С.Е. Схемы электрических соединений подстанций: учебное пособие / С. Е. Кокин, С.А. Дмитриев, А.И. Хальясма. – Екатеринбург: Изд-во Урал.ун-та, 2015, – 100 с
- [5] Красник В. Эксплуатация электрических подстанций и распределительных устройств. Производственно-практическое пособие//В. Красник.- М.: НЦ ЭНАС, 2011, – 795 с.
- [6] СТО 56947007-29.240.30.010-2008. Схемы принципиальные электрические распределительных устройств подстанций 35–750 кВ. Типовые решения. – М.: ОАО «ФСК ЕЭС», 2008.

REFERENCES*

- [1] Kostin V.N. Jelektropitajushhie sistemy i jelektricheskie seti Uchebnoe posobie. - Izd. SZTU: Sankt-Peterburg. 2007, – 154 s.
- [2] АО «Alatau Zharyk Kompanijasy» <https://www.azhk.kz/ru/>
- [3] Diagnostika jelektricheskikh apparatov, raspredelitel'nyh ustrojstv jelektrostancij i podstancij. Metodicheskije ukazanija MU 1.3.99.0037-2009. - M.: Jenergija, 2014. – 616 s.
- [4] Kokin, S.E. Shemy jelektricheskikh soedinenij podstancij: uchebnoe posobie / S. E. Kokin, S.A. Dmitrijev, A.I. Hal'jasma. – Ekaterinburg: Izd-vo Ural.un-ta, 2015, – 100 s
- [5] Krasnik V. Jekspluatacija jelektricheskikh podstancij i raspredelitel'nyh ustrojstv. Proizvodstvenno-prakticheskoe posobie//V. Krasnik.- M.: NC JeNAS, 2011, – 795 с.

[6] STO 56947007-29.240.30.010-2008. Shemy principial'nye jelektricheskie raspredelitel'nyh ustrojstv podstancij 35–750 kV. Tipovye reshenija. – M.: OAO «FSK EJeS», 2008.

Yernur Sovetkhanov, student, Energo University, Almaty, Kazakhstan,
y.sovetkhanov@aes.kz

RECONSTRUCTION OF THE SUBSTATION «TAUGUL» 220/110/10 kV

Abstract. Currently, there is a rapid development of the industry, which leads to increased consumption of electricity. This leads to increased electricity production and is accompanied by the development of electricity networks, which follow the path of centralization of power generation in large power plants and the intensive construction of power lines and substations. The constant development of the electric power industry leads to the need to improve the quality of electricity supply and electricity. To do this, it is necessary to build new energy facilities or reconstruct old ones. The design of substations of electric power systems is a complex process of developing and making technical decisions on the composition of electrical equipment, main circuits of electrical connections, layouts and designs of switchgear, measurements, relay protection and automation. Therefore, the construction of a new facility is much more expensive than reconstruction. Reconstruction involves checking old equipment according to new parameters, replacing equipment that does not fit according to these parameters or that is morally and physically outdated.

The purpose of this scientific work is to understand and assimilate the principles of design, reconstruction of transformer substations, as well as mastering the methods of calculation and analysis of their steady-state modes. Transformer substations are used for receiving, converting and distributing electrical energy. Substations must provide reliable power supply to consumers and the required quality of electricity. At the same time, their work must meet the requirements of the greatest efficiency and safety, which applies both to the design conditions and to the operating conditions. The task of choosing the optimal option for any energy facility is solved on the basis of comparing competitive options according to technical and economic indicators, using the criterion of the minimum of the reduced costs.

Keywords. Electrical substation, reconstruction, transformer; voltage, current.

Ернұр Советханов, студент, Energo University, Алматы, Қазақстан,
y.sovetkhanov@aes.kz

РЕКОНСТРУКЦИИ ПОДСТАНЦИИ «ТАУГУЛЬ» 220/110/10 КВ

Аннотация. В настоящее время наблюдается быстрое развитие промышленности, что приводит к увеличению потребления электроэнергии. Это приводит к увеличению выработки электроэнергии и сопровождается развитием энергосистем, которые следуют по пути централизации выработки электроэнергии на крупных электростанциях и интенсивному строительству линий электропередач и подстанций. Устойчивое развитие электроэнергетики приводит к необходимости улучшения качества электроэнергии и электроэнергии. Для этого необходимо построить новые энергетические объекты или реконструировать старые.

Проектирование подстанций энергосистем представляет собой сложный процесс разработки и создания технических решений по составу электрооборудования, основным схемам электрических соединений, расположению и конструкции распределительных устройств, измерениям, защите реле и автоматизации. Поэтому строительство нового объекта обойдется значительно дороже, чем реконструкция. Реконструкция включает проверку старого оборудования на наличие новых параметров, замену оборудования, которое не соответствует этим параметрам или морально и физически устарело.

Целью данной научной работы является понимание и освоение принципов проектирования, реконструкции трансформаторных подстанций, а также освоение методов расчета и анализа их устойчивых режимов. Трансформаторные подстанции используются для приема, преобразования и распределения электроэнергии. Подстанции должны обеспечивать надежное питание потребителей и необходимое качество электроэнергии. В то же время их работа должна соответствовать самым высоким требованиям к производительности и безопасности, применимым как к проектным условиям, так и к условиям труда. Задача выбора оптимального варианта для любой электростанции решается на основе сравнения конкурирующих вариантов по техническим и экономическим показателям с использованием критерия минимальных сниженных затрат.

Ключевые слова. Электрическая подстанция, реконструкция, трансформатор; напряжение, ток.
