

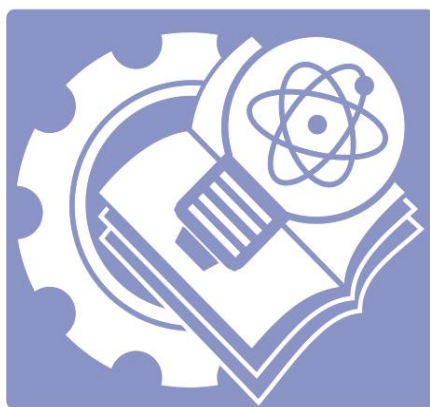
**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ**

**М. Қозыбаев атындағы
Солтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті**



**«Қазақстан Республикасының ғылым мен білім
беру саласындағы жаңа технологиялар және
энергия үнемдеудің өзекті мәселелері»
атты халықаралық ғылыми-тәжірибелік
конференцияның**

МАТЕРИАЛДАРЫ



МАТЕРИАЛЫ

***международной научно-практической
конференции***

**«Актуальные вопросы энергосбережения и
новые технологии в науке и образовании
Республики Казахстан»**

I

Петропавл, 2014 ж.

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ**

**М. Қозыбаев атындағы
Солтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті**

**«Қазақстан Республикасының ғылым мен білім беру
саласындағы жаңа технологиялар және энергия
үнемдеудің өзекті мәселелері»
*атты халықаралық ғылыми-тәжірибелік
конференцияның***

МАТЕРИАЛДАРЫ

(22 желтоқсан)

МАТЕРИАЛЫ

***международной научно-практической
конференции***
**«Актуальные вопросы энергосбережения и
новые технологии в науке и образовании
Республики Казахстан»**

(22 декабря)

I

Петропавл, 2014 ж.

Редакция алқасы / Редакционная коллегия

Ашимов У.Б., ректор Северо-Казахстанского государственного университета им. М.Козыбаева - председатель

Каиржанова Л.С., проректор по научной работе и внешним связям - заместитель председателя

Тайжанова М.М., проректор по воспитательной работе

Кушумбаев А.Б., проректор по административно-хозяйственной части

Байтенизов Д.Т., руководитель научно-исследовательской службы

Имамбаева Р.С., и.о. декана инженерно-технического факультета

Иванова О.В., заместитель декана инженерно-технического факультета по научной работе и менеджменту качества

«Актуальные вопросы энергосбережения и новые технологии в науке и образовании Республики Казахстан»: материалы международной научно-практической конференции. Т.1. - Петропавловск: СКГУ им. М. Козыбаева, 2014. - 229 с.

**«Қазақстан Республикасының ғылым мен білім беру
саласындағы жаңа технологиялар және энергия
үнемдеудің өзекті мәселелері»
*атты халықаралық ғылыми-тәжірибелік
конференцияның*
МАТЕРИАЛДАРЫ
(22 желтоқсан)**

**МАТЕРИАЛЫ
*международной научно-практической
конференции*
«Актуальные вопросы энергосбережения и
новые технологии в науке и образовании
Республики Казахстан»
(22 декабря)**

I

Нұртай А.А. (ЕНУ им. Л.Н.Гумилева) Разработка на ТЭЦ-2 АО «Астана-энергия» схем использования тепловых насосных установок с использованием циркуляционной воды конденсатора турбины.....	63
Нурсеитова Б.К., Зыкова Н.В. (М.Қозыбаев атындағы СҚМУ) Басқарылатын шунтты реакторларды қысқаша тұйықталу токтарын шектеуші ретінде қолдану.....	66
Нурсеитова Б.К., Зыкова Н.В. (СКГУ им. М.Козыбаева) Использование управляемых шунтирующих реакторов в качестве ограничителей токов короткого замыкания.....	68
Петров Д.А.¹, Дарий Е.М.¹, Мурашкин В.В.² (¹ СКГУ им. М.Козыбаева, ² ПТЭЦ-2 АО «СЕВКАЗЭНЕРГО» г. Петропавловск) Повышение энергоэффективности путем применения частотно-регулируемого привода.....	71

РАДИОЭЛЕКТРОНЫ ЖӘНЕ ИНФОКОММУНИКАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ И ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Sayat Moldakhmetov (Kazakh National Technical University after K.I.Satpayev) Multilevel inverter using an H-bridge circuit.....	74
Абильмажинов Б.М., Мовчан А.К. (СКГУ им. М.Козыбаева) Использование современных информационных технологий по дисциплинам систем радиоэлектроники и телекоммуникации.....	77
Абильмажинов Б.М., Семенюк В.В. (СКГУ им. М.Козыбаева) Использование информационных технологий в практических и лабораторных занятиях по основам радиоэлектроники и телекоммуникаций.....	83
Бергалеева А.С. (СКГУ им. М.Козыбаева) Особенности управления микроклиматом в промышленных теплицах.....	87
Герасимова Ю.В., Магзумов Т.Х. (СКГУ им. М.Козыбаева) Использование программной среды MatLab при проектировании автоматических систем регулирования температуры.....	91
Кошекков К.Т., Абишева Г.Ж. (СКГУ им. М.Козыбаева) Беспроводные системы мониторинга расхода водных ресурсов.....	95
Крашевская Т.И., Савенко К.В. (СКГУ им. М.Козыбаева) Исследование тока в RL- и RC- цепях при периодическом негармоническом напряжении прямоугольной формы в программной среде LabVIEW.....	98
Мусина А.Ж. (СКГУ им. М.Козыбаева) Цифровые фильтры и методы их проектирования в среде MatLab.....	104
Петров П.А. (СКГУ им. М.Козыбаева) Возможность энергосбережения при использовании автоматизированной беспроводной сети ZigBee.....	109
Пикулин И.Н., Мурзин Р.А. (СКГУ им. М.Козыбаева) Разработка системы капельного орошения с автоматическим регулированием на основе платформы Arduino.....	113
Риттер Д.В., Мовчан А.К., Дмитриев Э.М. (СКГУ им. М.Козыбаева) Установка для СВЧ сушки древесины.....	116
Савостин А.А., Савостина Г.В. (СКГУ им. М.Козыбаева) Имитационная модель электрокардиографического отведения.....	119
Тановицкий Ю.Н., Савин Д.А., Кобзев Г.А. (Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники) О минимизации продолжительности переходных процессов в импульсных преобразователях электрической энергии.....	123

**БАСҚАРЫЛАТЫН ШУНТТЫ РЕАКТОРЛАРДЫ ҚЫСҚАША ТҰЙЫҚТАЛУ
ТОКТАРЫН ШЕКТЕУШІ РЕТІНДЕ ҚОЛДАНУ**

Нурсейтова Б.К., Зыкова Н.В.
(М. Козыбаев атындағы СҚМУ)

Қазіргі уақытта желілердегі қысқаша тұйықталу токтарын шектеуге, әсіресе қуатты 110 – 220 кВ желілеріне айрықша қызуғышылық танылуда. Бұл қысқаша тұйықталу кезінде будақталған желілердің жұмыс сенімділігін арттыру үшін, сөндіру тогы шектелген ажыратқыштардың, желі мен қосалқы бекеттерінің басқа да қондырғыларының жұмысын оңайлату үшін қажет болып келеді. Қысқаша тұйықталу токтарын шектеушілер желінің іргелес жатқан бөлігінен активті және реактивті қуатты пайдалануға мүмкіндік беретін энергияны тарату желісінің екі бөлігінің байланысын қамтамасыз ететін, айнымалы ток үстемесі ретінде қолданылуы керек. Қысқаша тұйықталу токтарын шектеу мүмкіндігі бар айнымалы ток үстемелері қолдану бөлігі бар будақталған сұлбалардың және будақталған сұлбалардың оң сапасын сақтау қажет.

Қазіргі уақытта токты шектегіш қондырғыларды тек қана төмен вольтты электрлік желілерде қолданады (6 – 35 кВ). Ол үшін желіге тізбектей қосылған арзан және сенімді бетон немесе қымбат құрғақ басқарылмайтын электрлік реакторларды қолданады [1]. Жоғары вольтты майлы токты шектегіш реакторлар сирек қолданылады, өйткені оларды әзірлеу бірнеше қиындықтарды туғызады. Дегенмен, соңғы жылдары бірнеше шет елдік фирмалар кернеуі 220 кВ және одан жоғары желілер үшін тізбектей қосылған жоғары вольтты құрғақ реакторлардың номенклатурасын игеріп жатыр. Жүктеме кезінде кернеудің артық құлауы, олардың параметрлерін өзгерту мен реттеуге келмейтіні басқарылмайтын реакторлардың басты кемшілігі болып табылады.

Жаңа сұлбалардың көбі қалыпты режимдерде тізбектей қосылған индуктивтік пен сыйымдылық кернеудің көп құлауына әкеліп соқпайтын резонансты сұлбалар болып келеді. Қысқаша тұйықталу кезінде қысқаша тұйықталу токтарын реактордың индуктивтілігімен тиімді шектеу үшін сыйымдылықты шунттау керек. Бірақ, ол кезде тез әсер ететін тиристорлы қондырғыларды қолданып, сыйымдылықтың өзінің қысқаша тұйықталу токтарын шектеу қажет болады. Нәтижесінде, күрделі электртехникалық кешендер пайда болады.

Қысқаша тұйықталу токтарын шектеу үшін басқа да ұсыныстар бар, олар жоғары температуралы асқын өткізгіштік (ЖТАӨ) құбылысы бар қондырғыларды қолдану [1]. Бірақ, бұл кезде де бірқатар принципіалды қиыншылықтар пайда болады – сенімді тұрақты жұмыс істейтін азотты сұйылтқыштар қажет. Сонымен қатар, өткізгішті ЖТАӨ шикізатының бағасы әлі де қымбат. Арнайы күрделі төмендеткіш трансформаторлар қажет екенін айтып өткен абзал. Олардың қуатын қысқаша тұйықталу токтарын шектейтін ЖТАӨ қуаты бойынша емес, желінің өткізгіш қуатына жақын таңдау керек. Ал, осындай қуатты трансформаторлары бар қысқаша тұйықталу токтарын шектегіштер өте қымбат болып келеді.

110 – 500 кВ жоғары вольтты желілерде үш фазалы магниттелумен басқарылатын шунтты реакторлар (БШР) қолданылады. Осындай шунтты реакторлар реактивті қуатты өтеу үшін және кернеуді тұрақтандыру үшін қолданылады [2].

БШР шығаратын мақсаттарға және оларды қолдану тәжірибесіне байланысты басқарылатын реакторларды қолдану электрлік желілердің келесі аймақтарына таратылады:

- шұғыл айнаымалы жүктеме сұлбасы бар желілер;
- кернеу деңгейін реттеу үшін жиі қолданылатын тозған трансформаторлық және коммутациялық қондырғылары бар желілер;
- қуат ағынының бағыты мен шамасын жиі өзгертетін ұзын транзиттерден құралған желілер;
- кернеуді тұрақты ұстап тұрудың жоғары талаптары бар тұтынушыларды қоректендіретін желілер;
- жоғалтулары жоғары желілер;
- реактивті қуат бойынша генератордың қажетті жүктеуін қамтамасыз ете алмайтын режиммен жұмыс жасайтын желілер.

Қазіргі заманғы БШР – бұл бірнеше электртехникалық қондырғылардан тұратын электртехникалық кешен. Оның құрамына электрмагнитті бөлік – магнит өткізгіштігі бар трансформаторлық қондырғы кіреді. Қондырғының әр фазасында басқару орамасы мен желілік орама, сонымен қатар шеткі және бүйір жармалар орналасқан екі негізгі білік орналасқан. Құрылысы, шарты және қолдану жеңілдігі бойынша басқарылатын реакторлар қарапайым трансформаторлық және реакторлық қондырғымен бірдей болып келеді, ал функционалдық мүмкіндігі бойынша электрлік желілердің жұмыс режимдерін басқару мен оңтайландырудың қазіргі уақыттағы деңгейде көптеген сұрақтарын шешетін автоматты реттейтін электртехникалық кешендер болып келеді.

Тұрақты номиналды режимдегі реакторлардың жоғалтулары мен реакторларды құрастырған материалдарға кеткен шығын қарапайым басқарылмайтын шунтты реакторлар көрсеткіштерінің $(1,5 \div 2)$ шамасынан жоғары болмайды, ал жұмыс жасау жоғалтулары олардың деңгейінде болады. БШР типті реакторлар қарапайым трансформаторлық қондырғылар сияқты қысқа уақытқа шамадан тыс жүктемеге ие болады (кернеу, ток, қуат бойынша). Осындай құбылыстар нормаланған шамадан тыс жүктемелер режимдерінде номиналды қуаттың 110 – 130 % дейін және 200% дейін аз уақыттағы қуат өсуінің режимінде пайда болады. Ток және қуат бойынша шамадан тыс жүктеулер реакторды қолдану үрдісінде және кернеудің өсуі өтпелі кезеңдерде БШР кернеу өсуінің алдындағы индуктивтілігі бар сызықты реактор болып келетіндіктен пайда болады және оның тогының жоғарлауы кернеу жоғарлауына пропорционал болады. БШР осындай қасиеті қолдану кезінде маңызды болып келеді.

Магниттелу үшін БШР қосалқы бекеттің меншікті қажеттіліктер желілерінен трансформатор арқылы немесе реактор орамасының электрмагнитті бөлігінен қоректенетін басқарылатын түзеткіш (түрлендіргіш) қолданылады. Трансформатор мен түрлендіргіштің номиналды қуаты БШР номиналды қуатының 1% төмен құрайды. Ток және кернеу трансформаторларынан ақпаратты алатын түзеткішті басқаратын жүйенің электронды блогы бар. Басқару жүйесіне электрлік желінің жағдайы мен техникалық құжаттарда нормаланған талаптарға байланысты реактор жұмысының бағдарламасы беріледі.

Жоғарыда айтылғанға негізделе отырып, келесі қорытындыға келуге болады: қарастырылып отырған магниттелумен басқарылатын реакторларды қолданатын қысқаша тұйықталу токтарын шектейтін қондырғы баламалы нұсқаларға қарағанда болашақта қолдану бойынша және оларды өндіру мен қолдануға кеткен шығындар бойынша күмәнсіз артықшылыққа ие болады.

Осыған орай, «KEGOC» АҚ «Солтүстік – Оңтүстік транзитінің 500 кВ энергия таратудың екінші желісінің құрылысы» жобасын жүзеге асыру кезінде жанартпа қондырғы сынақтан мүлтіксіз өтті. 500 кВ «Агадырь» қосалқы бекетінде 500 кВ

басқарылатын үш фазалы шунтты реактор сынақтан өтті. Көрсетіліп отырған типтегі қондырғы Қазақстан Республикасында алғаш рет қолданылып отыр. Қазақстанның Ұлттық энергожелісіне жаңа технологияларды енгізу энергиямен жабдықтаудың сапасын және тұтынушыларға көрсетілетін қызмет түрлерінің артуын қосатын көптеген артықшылықтарға ие болады.

Шунтты реакторларды магниттелумен басқаруға негізделген жаһандық шешімдер электрлік желінің режимдерін оңтайландырады, электр энергиясын тарату мен тасымалдау кезінде нормативтік жоғалтуларды төмендетеді. Осылайша, БШР таратушы желілер мен электр тарату желілерде қуатты басқару мен кернеуді тұрақтандыруды қамтамасыз ететін бірегей кешен болып келеді. Басқарылатын реакторларды қолдану «Солтүстік – Оңтүстік Қазақстан» транзитінің электрлік желілер жұмысын жақсартады, қосқыш қондырғының тозу қарқынын төмендетеді. «Солтүстік – Оңтүстік транзитінің 500 кВ энергия таратудың екінші желісінің құрылысы» жобасын жүзеге асыру кезінде 500 кВ «ЮКГРЭС» және «Агадырь» қосалқы бекеттерінде 500 кВ БШР барлығы 3 данасы орнатылады [3].

Әдебиет:

1. Крючков И.П., Неклепаев Б.Н.: «Расчет коротких замыканий и выбор электрооборудования»; М.: Издательский центр «Академия», 2005.
2. Брянецев А.М., Лурье А.И., Смоловик С.В. «Вставки переменного тока для ограничения тока короткого замыкания и компенсации реактивной мощности с использованием управляемых подмагничиванием шунтирующих реакторов».
3. http://www.kegoc.kz/press_center/media_advisory/2009/05/369 АО «Казахстанская компания по управлению электрическими сетями» (KEGOC).

УДК 621.315

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УПРАВЛЯЕМЫХ ШУНТИРУЮЩИХ РЕАКТОРОВ В КАЧЕСТВЕ ОГРАНИЧИТЕЛЕЙ ТОКОВ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ

Нурсеитова Б.К., Зыкова Н.В.
(СКГУ им. М. Козыбаева)

В настоящее время возник повышенный интерес к ограничению в сетях токов короткого замыкания (ТКЗ), в особенности в мощных сетях 110–220 кВ. Это требуется, например, для увеличения надежности работы замкнутых сетей при КЗ, для облегчения работы выключателей, имеющих ограниченный ток отключения, и другого оборудования линий и подстанций. По существу ограничители ТКЗ должны выполнять роль вставок переменного тока, так как они осуществляют связь между двумя частями линии электропередачи, позволяя при необходимости заимствовать из соседней части линии активную или реактивную мощность. Применение вставок переменного тока с возможностью ограничения ТКЗ должно сохранить положительные качества и кольцевых схем (для резервирования участков), и кольцевых схем с делением (для снижения ТКЗ).

В настоящее время токоограничивающие устройства практически применяют только в низковольтных электрических сетях (6–35 кВ). Для этого используют