

УДК 621.311.11(575.2)
DOI: 10.36979/1694-500X-2022-22-8-28-33

**ЗАМЕНА УСТАРЕВШЕГО ОБОРУДОВАНИЯ
РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ
НА ПОДСТАНЦИИ «КАРА-БАЛТА» 220/110/10 КВ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

Т.Ю. Каплина, А.О. Дон

Аннотация. Рассматриваются проблемы износа оборудования электрических станций и подстанций. Приведены основные причины высокого процента износа электрооборудования: срок службы, моральное и техническое состояние оборудования электрических станций и подстанций, несоответствие современным требованиям, что увеличивает риск выхода из строя этого оборудования. Предложены методы модернизации устаревшего оборудования релейной защиты и автоматики на примере подстанции 220/110/10 кВ «Кара-Балта», которая введена в эксплуатацию в 1976 г. в с. Петровка Московского района Чуйской области Кыргызской Республики. Это крупная узловая подстанция, которая обеспечивает электроснабжением три района Чуйской области – Московский, Жайыльский, Сокулукский и нефтеперерабатывающий завод «Джунда».

Ключевые слова: модернизация; цифровая подстанция; реконструкция; релейная защита; надежность; качество электроснабжения.

**КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫНЫН 220/110/10 КВ
«КАРА-БАЛТА» КӨМӨКЧОРДОНУНДАГЫ ЭСКИРГЕН РЕЛЕЛИК КОРГОО
ЖАБДУУЛАРЫН ЖАНА АВТОМАТИКАСЫН АЛМАШТЫРУУ**

Т.Ю. Каплина, А.О. Дон

Аннотация. Макалада электр станцияларынын жана көмөкчордондордун жабдууларынын эскирүү көйгөйү каралат. Электр жабдууларынын эскиришинин жогорку пайызынын негизги себептери келтирилген: электр станцияларынын жана көмөкчордондордун жабдууларынын иштөө мөөнөтү, моралдык жана техникалык абалы, заманбап талаптарга ылайык келбегендиги. Мунун баары бул жабдуулардын иштебей калуу коркунучун жогорулатат. Кыргыз Республикасынын Чүй облусунун Москва районундагы Петровка айылындагы 1976-жылы ишке киргизилген 220/110/10 кВ «Кара-Балта» көмөкчордонунун мисалында эскирген реле коргоо жана автоматика жабдууларын модернизациялоо ыкмалары сунушталган. Ал Чүй облусунун үч районун – Москва, Жайыл, Сокулук райондорун жана «Джунда» нефтини кайра иштетүүчү заводду электр энергиясы менен камсыз кылган ири түйүндүү көмөкчордон болуп эсептелет.

Түйүндүү сөздөр: модернизациялоо; санариптик көмөкчордон; реконструкциялоо; релелик коргоо; ишенимдүүлүк; электр менен камсыздоонун сапаты.

**REPLACEMENT OF OBSOLETE EQUIPMENT
FOR RELAY PROTECTION AND AUTOMATION
AT SUBSTATION “KARA-BALTA” 220/110/10 KV, KYRGYZ REPUBLIC**

T. Yu. Kaplina, A. O. Don

Abstract. The article raises the problem of wear and tear of equipment of power stations and substations. The main reasons for the high percentage of depreciation of electrical equipment are considered, such as the service life, moral and technical condition of the equipment of power stations and substations, non-compliance with modern requirements,

which leads to an increase in the failure of this equipment. The article is devoted to the issues of modernization of outdated equipment of relay protection and automation (RPA) of electrical substations in order to improve the reliability of the power supply system and improve the quality of electricity. Modernization of obsolete relay protection and automation equipment is considered on the example of the substation 220/110/10 kV "Kara-Balta", which was put into operation in 1976, located in the village of Petrovka, Moskovsky district, Chui region of the Kyrgyz Republic. It is a large nodal substation and provides electricity to three districts of the Chui region - Moscow, Zhaiyl, Sokuluk and the Junda oil refinery.

Keywords: modernization; digital substation; reconstruction; relay protection; reliability; quality of power supply.

Электроэнергетика является одной из важнейших бюджетобразующих отраслей экономики Кыргызской Республики. Основной задачей электроэнергетики Кыргызстана является качественное, надежное и бесперебойное электроснабжение всех потребителей электрической энергии.

В настоящее время в электроэнергетической отрасли наблюдается значительный износ оборудования электрических станций и подстанций. Это обусловлено тем, что основное развитие электроэнергетики произошло в 1960–1980 гг., наступивший после этого серьезный экономический спад привел к резкому замедлению развития всех отраслей экономики, и к нынешнему периоду моральный и технический износ оборудования достиг критического значения [1]. Степень износа первичного и вторичного оборудования энергетики по данным специалистов Национального электрического холдинга составляет около 80 %. Высокий процент износа и несоответствие морального и технического состояния оборудования электрических станций и подстанций современным требованиям является одной из основных причин роста выхода из строя этого оборудования [2].

В связи с этим, оценка надежности технических средств релейной защиты и автоматики, замена морально и технически устаревшего парка оборудования на электростанциях и подстанциях является одной из приоритетных задач энергетики Кыргызстана [3]. Модернизация подстанций должна проводиться с учетом современных норм и требований, в том числе с применением стандарта МЭК-61850 «Сети и системы связи на подстанциях», регламентирующего применение различных протоколов передачи данных для различных задач в рамках вторичной системы подстанции.

В качестве примера для модернизации рассмотрим подстанцию 220/110/10 кВ «Кара-Балта», которая расположена в селе Петровка Московского района Чуйской области. Она является крупной узловой подстанцией и обеспечивает электроснабжением три района Чуйской области – Московский, Жайыльский, Сокулукский и нефтеперерабатывающий завод «Джунда». Подстанция была введена в эксплуатацию в 1976 г. и была оснащена одним автотрансформатором типа АДЦТН-63000/220/110. Со стороны 220 кВ были две линии электропередачи: «Джамбыл-Главная» и «Главная», со стороны 110 кВ была одна отходящая линия ВЛ-110 кВ «Каинда».

На данный момент на подстанции установлены три автотрансформатора типа АДЦТН-125000/220/110. Подстанция получает питание по трем линиям 220 кВ: «Фрунзенская-I», «Фрунзенская-II», «Главная». Со стороны 110 кВ имеется семь отходящих линий: «Беш-Терек», «Каинда», «ТЭЦ-К», «Ботбаева-I», «Ботбаева-II», «НПЗ», «Ак-Суу». Со стороны 10 кВ отходят четыре фидера: «Полтавка», «Малтобар», «МТФ», «Орто-Суу».

Открытое распределительное устройство (ОРУ) высокого напряжения на подстанции выполнено по схеме «четыреугольника», ОРУ среднего напряжения выполнено по схеме «две системы шин с обходной системой шин». На стороне низкого напряжения применяется схема «одна, секционированная выключателем система шин» (рисунок 1).

В 2014 г. по программе Азиатского банка развития была проведена частичная модернизация первичного оборудования подстанции. В результате модернизации были заменены устаревшие выключатели 1976–1992 гг. выпуска на современные элегазовые выключатели. Помимо этого, были установлены элегазовые трансформаторы напряжения и трансформаторы тока. Модернизация цепей и устройств релейной защиты и автоматики не проводилась.

В результате модернизации на подстанции были установлены некоторые элементы автоматической системы управления технологическими процессами (АСУ ТП):

- телеизмерение активной и реактивной мощности, фазных токов и напряжений линий 220 и 110 кВ;
- телеизмерение активной и реактивной мощности, токовой нагрузки на вводах автотрансформаторов;
- телесигнализация положения выключателей и разъединителей 220 и 110 кВ.

АСУ ТП имеет иерархическую структуру, состоящую из двух уровней. Первый уровень – это контроллеры, предназначенные для сбора и обработки информации от оборудования подстанции. Второй уровень – автоматизированное рабочее место оперативного персонала [4].

Релейная защита на подстанции выполнена на базе устаревших магнитоэлектрических и электронных устройств и требует модернизации для соответствия современным требованиям.

Всего на подстанции эксплуатируется 52 устройства РЗА, из них 2 устройства находятся в хорошем техническом состоянии (менее 12 лет эксплуатации), 1 в удовлетворительном (от 12 до 25 лет эксплуатации) и 49 в неудовлетворительном состоянии (свыше 25 лет эксплуатации).

В настоящее время АСУ ТП обеспечивает только прием и обработку информации, включение/отключение выключателей осуществляется непосредственно на самом выключателе (что небезопасно) или дистанционно с панели управления, находящейся в помещении оперативного пункта управления подстанцией. С установкой современных микропроцессорных блоков защиты все операции по оперативным переключениям будут осуществляться через эти блоки.

Современные микропроцессорные устройства защиты обладают следующими преимуществами перед электромеханическими и электронными устройствами релейной защиты и автоматики:

- меньшие затраты на эксплуатационное обслуживание за счет автоматической регистрации режимов и автоматической диагностики;
- сокращение расходов на монтаж оборудования;
- меньшие габариты оборудования;
- более высокие показатели быстродействия и селективности, позволяющие снизить объемы повреждений и, соответственно, снизить затраты на восстановление поврежденного оборудования;
- улучшение контроля за состоянием оборудования релейной защиты и автоматики и первичного оборудования, уменьшение времени на выяснение причин аварии за счет автоматической регистрации, обработки и записи аварийных процессов.

Однако у современных устройств микропроцессорной защиты есть и ряд недостатков:

- микропроцессорные устройства защиты стареют раньше электромеханических. Срок службы электромеханических устройств может достигать 30 лет и более, в то время как срок службы микропроцессорных защит составляет от 10 до 15 лет;
- большая часть современных устройств микропроцессорных защит производится за рубежом, что значительно сказывается на их цене.

Решение по модернизации оборудования подстанции принимается на основании подробного изучения различных экономических и технических аспектов. При этом необходимо исходить из условий обеспечения устойчивой работы энергосистемы.

Модернизация вторичных цепей подстанции, к которым относятся управление, релейная защита, сигнализация, является важной для обеспечения надежности энергоснабжения и качества электрической энергии [5].

Для модернизации релейной защиты и автоматики подстанции на основе опытной эксплуатации и сравнения микропроцессорных блоков различных производителей, можно рекомендовать микропроцессорные терминалы серии TOP-300 и TOP-200 производства ООО «Релематика», которые отвечают современным требованиям, предъявляемым к релейной защите подстанций.

Типовая спецификация оборудования релейной защиты и автоматики для автотрансформаторной подстанции напряжением 220/110/10 кВ представлена на рисунке 2.

Спецификация оборудования РЗА и ПА						
№	Наименование шкафа/ терминала	Тип терминала	Функциональность	Кол. терминалов	Кол. шкафов	Примечание
1	Шкаф ДЗЛ с функцией КСЗ линий 110-220 кВ «Ш2600 05.524»	ТОР 300 ДЗЛ 524	ДЗЛ, ДЗ, ТНЗНП, ТО, МТЗ, АРПТ, ТО/ТУ, УРОВ, БНН, ОМП			Основная защита ВЛ 110-220 кВ с двумя выключателями на присоединение
	Шкаф ДФЗ с функцией КСЗ линий 110-220 кВ «Ш2600 04.544»	ТОР 300 ДФЗ 544	ДФЗ, ДЗ, ТНЗНП, ТО, МТЗ, ТО/ТУ, БНН, ОМП			
	Шкаф НВЧЗ с функцией КСЗ линий 110-220 кВ «Ш2600 07.544»	ТОР 300 НВЧЗ 544	НВЧЗ, ДЗ, ТНЗНП, ТО, МТЗ, ТО/ТУ, БНН, ОМП			
	Шкаф ступенчатых защит линий 110-220 кВ с функцией ВЧБ ДЗ и ТНЗНП «Ш2600 06.504»	ТОР 300 КСЗ 504	ДЗ и ТНЗНП с ВЧБ, ТО, МТЗ, ТО/ТУ, БНН, ОМП			
	Шкаф ступенчатых защит линий 110-220 кВ «Ш2600 06.503»	ТОР 300 КСЗ 503	ДЗ, ТНЗНП, ТО, МТЗ, АРПТ, ТО/ТУ, УРОВ, БНН, ОМП			
2	Шкаф ступенчатых защит линий 110-220 кВ «Ш2600 06.503»	ТОР 300 КСЗ 503	ДЗ, ТНЗНП, ТО, МТЗ, АРПТ, ТО/ТУ, УРОВ, БНН, ОМП			Резервная защита ВЛ 110-220 кВ
3	Шкаф АУВ 110-220 кВ «Ш2600 06.516»	ТОР 300 АУВ 516	АУВ, УРОВ, ТАПВ, БНН			АУВ 110-220 кВ
4	Шкаф с двумя комплектами защиты ошиновки 110-220 кВ и УРОВ «Ш2600 10.500 10.500»	ТОР 300 ДЗО 500	ДЗО, УРОВ до 4 присоединений			См. прим. ¹⁾
5	Шкаф основных защит автотрансформатора 220 кВ «Ш2600 08.520»	ТОР 300 ДЗАТ 520	ДЗАТ, УРОВ СН, МТЗ НН, СЗЗ НН, ГЗ, ЗП, ЗПО, пуск ПТ			
6	Шкаф резервных защит сторон ВН и СН автотрансформатора 110-220 кВ «Ш2600 06.522 06.524»	ТОР 300 РЗАТ 522	ДЗ, ТНЗНП, ТО, МТЗ, АРПТ, ГЗ, БНН			
		ТОР 300 РЗАТ 522	ДЗ, ТНЗНП, ТО, МТЗ, АРПТ, УРОВ, БНН			
7	Шкаф АУВ 110 кВ «Ш2600 06.516»	ТОР 300 АУВ 516	АУВ, УРОВ, ТАПВ, БНН			АУВ стороны СН
8	Шкаф с двумя комплектами АРН трансформатора «Ш2500 08.216 08.216»	ТОР 200 Р-16	АРНТ			
9	Шкаф центральной сигнализации «Ш2600 15.510»	ТОР 300 БЦС 501	3 участка, 74 индикатора			
10	Шкаф организации цепей напряжения ТН 110-220 кВ «Ш2200 15.013»					
11	Шкаф с двумя комплектами автоматической частотной разгрузки в 14 очередях «Ш2500 02.234 02.234»	ТОР 200 КЧР-16	14 очередей по 2 ст. АЧР, 1 ст. ЧАПВ			

Рисунок 2 – Типовая спецификация оборудования релейной защиты и автоматики для подстанции

Данные блоки микропроцессорных защит предназначены для установки в комплектные распределительные устройства (КРУ), комплектные распределительные устройства наружной установки (КРУН), комплектные трансформаторные подстанции (КТП), на панелях релейной защиты и автоматики. Они могут обеспечить взаимодействие с различными видами выключателей, трансформаторов тока и напряжения и применяются в качестве основной и резервной защиты присоединений.

Данные микропроцессорные терминалы релейной защиты и автоматики способны работать от источника постоянного, переменного или выпрямленного оперативного тока и состоят из следующих блоков: блок питания с цепями входных дискретных сигналов и выходных реле; блок аналоговых входных сигналов; блоки входных дискретных сигналов и выходных реле; блок центрального процессора; блок интерфейсный [6, 7].

Выводы. Для модернизации релейной защиты и автоматики подстанции рекомендовано использовать микропроцессорные терминалы серии TOP-300 и TOP-200 производства ООО «Релематика». Использование микропроцессорных терминалов релейной защиты и автоматики позволит повысить надежность и качество электроснабжения, снизить затраты на эксплуатационное обслуживание и ремонт оборудования.

Поступила: 06.06.22; рецензирована: 17.06.22; принята: 21.06.22.

Литература

1. *Омургазиева Н.Б.* Современное состояние энергосистемы Кыргызстана и ее перспективы / Н.Б. Омургазиева, А. Низамбаева // *Фундаментальные и прикладные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации.* 2019. С. 178–180.
2. *Шмырюк Д.В.* Преимущества модернизации энергосистемы на примере реконструкции подстанции «Московка» 220 кВ / Д.В. Шмырюк, П.И. Соколов, П.В. Беляев // *Синергия наук.* 2017. № 7. С. 218–224.
3. *Грицюк С.Н.* Оценка надежности технических средств релейной защиты атомной электростанции / С.Н. Грицюк, М.А. Фролова // *Вестник КРСУ.* 2017. Т. 17. № 8. С. 41–43.
4. *Мальцев А.Г.* Направления модернизации подстанции 500 кВ Кузбасская / А.Г. Мальцев // *Россия молодая.* 2019. С. 20126.1–20126.6.
5. *Моторина Н.П.* Модернизация подстанции АО «ЛебГОК» ГПП-8 / Н.П. Моторина, Е.О. Кумаксин // *Аллея науки.* 2018. Т. 3. № 4. С. 938–944.
6. *Ахметзянов Р.А.* Устройства сбора информации и исполнительные механизмы, применяемые в «умных подстанциях» / Р.А. Ахметзянов // *Научно-практич. журнал «Аллея науки».* 2018. № 6(22).
7. *Каплина Т.Ю.* Актуальность модернизации устаревшего оборудования на электрических подстанциях / Т.Ю. Каплина, А.О. Дон // *Вестник КРСУ.* 2021. Т. 21. № 12. С. 70–73.