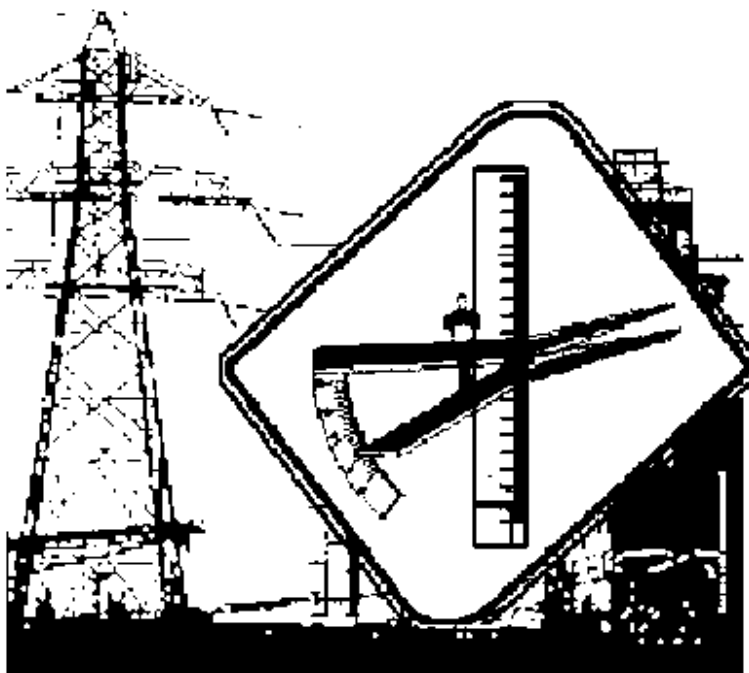


А. Г. Сошинов, С. А. Плаунов, А. М. Крайнев,
М. И. Крайнев, Г. Г. Угаров

ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
ВОЛГОГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
КАМЫШИНСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)
ВОЛГОГРАДСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

А. Г. Сошинов, С. А. Плаунов, А. М. Крайнев,
М. И. Крайнев, Г. Г. Угаров

**ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ
ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК
СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ**

Монография

РПК «Политехник»
Волгоград
2006

УДК 621.311.1(06)

О – 75

Рецензенты: заслуженный деятель науки и техники РФ, д. т. н., профессор, заведующий кафедрой «Эксплуатация энергооборудования и электрические машины» ФГОУ ВПО СГАУ им. Н. И. Вавилова Г. П. Ерошенко;

д. т. н., профессор, заведующий кафедрой «Автоматизация и управление» Пензенской государственной технологической академии И. А. Прошин;

к. т. н., доцент, генеральный директор ООО «УНР 427 Проект» В. А. Абалакин;

научно-технический совет ООО «МПП Энерготехника», начальник отдела проектирования ООО «МПП Энерготехника» В. А. Бобков.

ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ: Монография / Сошинов А. Г., Плаунов С. А., Крайнев А. М.; и др. Под ред. А. Г. Сошинова / ВолгГТУ, Волгоград, 2006. – 112 с.

ISBN 5-230-04717-8

В книге изложены основы современной технологии проектирования электроустановок систем электроснабжения. Рассмотрен в качестве примера порядок проектирования подстанции с высшим напряжением 110 кВ.

Книга предназначена для инженерно-технических работников проектных и эксплуатационных организаций объектов электроэнергетики и электротехники, преподавателей, аспирантов и студентов электроэнергетических и электрических специальностей.

Ил. 7. Табл. 23. Библиогр.: 40 назв.

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Волгоградского государственного технического университета

© Сошинов А. Г., Плаунов С. А.,
Крайнев А. М., Крайнев М. И.,
Угаров Г. Г.

ISBN 5-230-04717-8 ©	Волгоградский государственный технический университет, 2006
-------------------------	--

Научное издание

Анатолий Григорьевич Сошинов
Сергей Алексеевич Плаунов
Александр Михайлович Крайнев
Михаил Иванович Крайнев
Геннадий Григорьевич Угаров

ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Монография

Редакторы: Попова Л. В., Пчелинцева М. А.
Компьютерная верстка Сарафановой Н. М.
Темплан 2006 г., поз. № 6.
Лицензия ИД № 04790 от 18 мая 2001 г.
Подписано в печать 15. 05. 2006. Формат 60×84 ¹/₁₆.
Бумага листовая. Гарнитура Times New Roman.
Усл. печ. л. 7. Усл. авт. л. 6,8 .
Тираж 160 экз. Заказ № 30.

Волгоградский государственный технический университет
400131, Волгоград, пр. им. Ленина, 28
РПК «Политехник»
Волгоградского государственного технического университета
400131, Волгоград, ул. Советская, 35

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	6
ВВЕДЕНИЕ.....	7
Список аббревиатур.....	8
ГЛАВА 1. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ	
ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК.....	10
1.1. Этапы проектирования.....	10
1.2. Место проектировщика в процессе проектирования.....	12
1.3. Составные части процесса проектирования.....	18
1.4. Определение параметров оборудования в процессе проектирования.....	1
4	
ГЛАВА 2. ПОРЯДОК РАЗРАБОТКИ, СОГЛАСОВАНИЯ, УТВЕРЖДЕНИЯ И СОСТАВ ОБОСНОВАНИЙ ИНВЕСТИЦИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВО ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК.....	17
2.1. Общие положения.....	18
2.2. Порядок разработки, согласования и утверждения обоснований инвестиций.....	18
2.3. Состав и содержание обоснований инвестиций.....	20
ГЛАВА 3. ПОРЯДОК РАЗРАБОТКИ, СОГЛАСОВАНИЯ, УТВЕРЖДЕНИЯ И СОСТАВ ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ НА СТРОИТЕЛЬСТВО ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК.....	25
3.1. Общие положения инструкции.....	24
3.2. Состав и содержание проектной документации на строительство электроустановок.....	26
3.3. Состав рабочей документации.....	33
3.4. Организация строительного производства электроустановок.....	33
ГЛАВА 4. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРОЕКТНОЙ И РАБОЧЕЙ ДОКУМЕНТАЦИИ.....	37
ГЛАВА 5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДОГОВОРА НА ВЫПОЛНЕНИЕ И РАЗРАБОТКУ ПРОЕКТНО-СМЕТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ.....	40
ГЛАВА 6. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК. ПОИСК НОРМАТИВНОЙ, СПРАВОЧНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ И ТИПОВЫХ ПРОЕКТОВ.....	44
ГЛАВА 7. ПОРЯДОК ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК НА	

ПРИМЕРЕ РАЗРАБОТКИ ОСНОВНЫХ РЕШЕНИЙ ПО	
ПОДСТАНЦИЯМ 35–220 КВ.....	47
7.1. Функции коммутационных аппаратов.....	47
7.2. Основные положения по проектированию подстанций	
35–220 кВ.....	50
7.3. Основные требования, предъявляемые к схемам подстанций	
35–220 кВ.....	56
7.4. Выбор комплектной подстанции 110 кВ завода «Группа	
компаний «Электроцит» – ТМ Самара».....	61
ГЛАВА 8. ВЫБОР	
ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ.....	7
3	
8.1. Трансформаторы	
силовые.....	73
8.2.	
Выключатели.....	75
8.3. Разъединители.....	78
8.4. Ограничители	
перенапряжений.....	80
8.5. Кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена.....	82
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	89
Приложение № 1. Примерное содержание ходатайства (декларации) о	
намерениях.....	90
Приложение № 2. Примерный перечень данных и требований,	
включаемых в задание на разработку обоснований.....	91
Приложение № 3. Перечень образцов расчетных и аналитических	
таблиц.....	92
Приложение № 4. Основные технико-экономические и финансовые	
показатели, включаемые в распорядительный документ об	
утверждении обоснований инвестиций.....	92
Приложение № 5. Задание на проектирование объектов	
производственного назначения.....	93
Приложение № 6. Примерный перечень технико-экономических	
показателей для объектов производственного	
назначения.....	94
Приложение № 7. Перечень программных	
комплексов.....	95
Приложение № 8. Смета № 1 на проектные и предпроектные	
работы.....	97
Приложение № 9. Перечень стандартов, подлежащих учёту при	
выполнении документации.....	98
Приложение № 10. Комплектные трансформаторные подстанции	

блочные модернизированные завода «Группа компаний «Электрощит» – ТМ Самара».....	100
Приложение № 11. Трансформаторы силовые масляные класса напряжения 110 В.....	103
Приложение № 12. Основные технические данные выключателей вакуумных завода «Электрощит» г.Самара).....	104
Приложение № 13. Основные технические характеристики вакуумных выключателей Саратовского завода Контакт».....	105
Приложение № 14. Основные технические характеристики вакуумной коммутационной аппаратуры 0,38–1,14 кВ Саратовского завода «Контакт».....	105
Приложение № 15. Краткая техническая характеристика разъединителя РГП-5/1000.....	107
Приложение № 16. Краткая техническая характеристика разъединителя РГП-10/1250.....	108
Приложение № 17. Техническая характеристика ограничителей перенапряжений.....	108
Приложение № 18. Электрические характеристики кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена на напряжение 10 кВ.....	110
Приложение № 19. Технические характеристики кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена на напряжение 1 кВ.....	111
ЛИТЕРАТУРА.....	111

ПРЕДИСЛОВИЕ

В данной книге сделана попытка изложить современные подходы к решению в конкретной форме инженерной задачи – разработки проектов электроустановок.

Порядок разработки электроустановок представлен на примере проектирования подстанции с высшим напряжением 35–220 кВ. Это, по мнению авторов, дает возможность молодым специалистам освоить технологический процесс проектирования в условиях жестких требований современного рынка услуг.

Опытным специалистам книга позволит повысить профессиональный уровень и, возможно, открыть свой бизнес.

В основу монографии были положены требования нормативных документов и информационные материалы заводов-изготовителей электрооборудования. При этом учитываются требования действующего с 1 июля 2003 года Закона о техническом регулировании.

Авторы предполагают, что читателями книги станут достаточно подготовленные специалисты. Поэтому в книге отсутствует подробное описание всех элементов процесса проектирования и теоретические описания с формулами. Основное внимание сосредоточено на изложении первых необходимых действий и шагов проектировщика, выполнив которые молодой специалист успешно перейдет с вузовской скамьи к компьютеру на рабочем месте инженера-проектировщика электроустановок.

При написании монографии авторы опирались на результаты собственных исследований.

В процессе написания данной книги материал между авторами был распределён следующим образом: предисловие, введение, гл. 1, 2, пункты 8.1–8.3 гл. 8 написаны А. Г. Сошиновым, гл. 3 – С. А. Плауновым, гл. 4–6 – Г. Г. Угаровым, гл. 7 – М. И. Крайневым, пункты 8.4, 8.5 гл. 8 и все

приложения подготовлены А. М. Крайневым.

Авторы считают своим долгом выразить благодарность рецензентам: профессору, доктору технических наук заслуженному деятелю науки и техники РФ Г. П. Ерошенко; профессору, доктору технических наук И. А. Прошину; ОООМПП «Энерготехника» в лице технического директора кандидата технических наук А. В. Короткова.

При подготовке монографии учтены критические замечания и рекомендации генерального директора ООО «УНР-427 – Проект», кандидата технических наук В. А. Абалакина.

ВВЕДЕНИЕ

В обширном перечне литературы по вопросам электроснабжения потребителей имеется достаточно много различных книг-пособий по разработке проектов (в том числе и дипломных) электроустановок: подстанций, линий, распределительных пунктов и других электросетевых сооружений. Однако они носят несколько упрощенный идеализированный характер и не всегда учитывают реальные требования рынка проектных услуг.

Молодому специалисту, окончившему технический вуз, в течение не менее 2–3 лет приходится осваивать основы проектного дела, с целью ускорения подготовки и адаптации к жесткой конкурентной борьбе за освоение сектора рынка по проектированию электросетевых установок.

Целью книги является оказание помощи специалистам-электрикам, прежде всего выпускникам технических вузов, защищающим дипломные работы по специальности «Электроснабжение промышленных предприятий», в разработке конкурентоспособной проектно-сметной документации (ПСД).

СПИСОК АББРЕВИАТУР

ПСД – проектно-сметная документация;
СЭС – системы электроснабжения;
ТЕР – территориальные единые расценки;
ФОТ – фонд оплаты труда;
МДС – методическая документация в строительстве;
ГСН – государственные строительные нормы;
СМР – строительно-монтажные работы;
СПДС – система проектной документации для строительства;
ЕСКД – единая система конструкторской документации;
ПИР – проектно-изыскательские работы;
РД – рабочая документация;
АСКУЭ – автоматизированная система контроля и учета электроэнергии;
ТФЗМ – трансформатор тока в фарфоровом кожухе, заполненный трансформаторным маслом со звеньевой первичной обмоткой;
ПУЭ – правила устройства электроустановок;
РОСЭП – Росэнергопроект;
ПС – проектируемые подстанции;
ПП – переключательные пункты;
РУ – распределительные устройства;
ТПВ – техническое перевооружение;
КЗ – короткое замыкание;
АРЧМ – автоматическое регулирование частоты и мощности;
АРН – автоматическое регулирование напряжения;
ВЛ – воздушная линия;
ВН – высшее напряжение;
СН – среднее напряжение;
НН – низшее напряжение;
КРУЭ – комплектное распределительное устройство с элегазовым заполнением;
ОРУ – открытое распределительное устройство;
КРУН – комплектное распределительное устройство наружной установки;
ОПН – ограничитель перенапряжения нелинейный;
КРУ – комплектное распределительное устройство;
ЗРУ – закрытое распределительное устройство;
ОПУ – общеподстанционный пункт управления;
ОПТ – оперативный постоянный ток;
АБ – аккумуляторная батарея;
ЗПА – зарядно-подзарядный агрегат;

АСУТП – автоматические системы управления технологическими процессами;
ОАПВ – однофазное автоматическое повторное включение;
ТН – трансформатор напряжения;
ПСД – планово-сметная документация;
КТПБ(М) – комплектная трансформаторная блочная модернизированная подстанция;
МЭК – международная электротехническая комиссия;
ЗКТП – закрытые комплектные трансформаторные подстанции;
ТСН – трансформатор собственных нужд;
ОПУ – общеподстанционный пункт управления;
ЗТЗ – Запорожский трансформаторный завод;
МКП – выключатель масляный баковый с пружинным приводом;
У – усиленная изоляция;
УЭТМ – Уралэлектротяжмаш;
ВВН – воздушный выключатель наружной установки;
ВВ – воздушный выключатель;
ВВБ – воздушный выключатель с изоляцией по категории Б;
ВВД – воздушный выключатель с изоляцией по категории Д;
ВНВ – выключатель нагрузки вакуумный;
В – О – включение – отключение;
ПБИ – пропитанная бумажная изоляция;
СПЭ – сшитый полиэтилен;
ПВХ – поливинилхлоридный;
ТЭО – технико-экономическое обоснование (проект).

Глава 1. Общие принципы проектирования электроустановок

1. 1. Этапы проектирования

Разработка задания и проектирование представляют собой составную часть процесса инвестирования и капитальных вложений.

Процесс разработки задания и проектирования является составной частью процесса вложений (подготовка и освоение капиталовложений). Он представляет собой интеграционный процесс, который характеризуется:

- отдельными последовательными во времени этапами, отличающимися степенью полноты разработанного решения;
- разработкой предложений в течение разных этапов с точки зрения координации выполнения отдельных элементов системы (строительная часть, оборудование, измерительная техника, техника управления и регулирования) по ступеням до окончательного решения [1].

Установлены следующие этапы реализации капиталовложений:

- *Предварительное принятие решения о реализации капитальных вложений.* На этом предварительном этапе предусматривается разработка эскизов, направленных на поиск оптимального технико-экономического решения, в результате чего составляются документация с оценкой затрат и принципиальные технические предложения на основе данных об основном оборудовании, выбранном типовом решении.

- *Принципиальное решение,* соответствующее этапу проектирования, на котором разрабатываются более подробные предложения о принципах действия установки и необходимом основном оборудовании, определяющем затраты. Результатом этого этапа является документация с точными техническими данными об основном оборудовании и необходимых для заказа готовых отдельных элементах электроустановок систем электроснабжения (СЭС).

- *Проект и рабочие чертежи.* На этом этапе разрабатываются подробные предложения о конструктивных решениях и технологических методах выполнения электроустановок СЭС и ее элементов. Составляются документация с конструктивными чертежами, документация об электрическом монтаже с точным описанием процессов соединений, а также вырабатываются предложения о поставке, транспортировке и хранении оборудования, сетевые графики работ с детальными сроками и перечнями работ.

Документация должна содержать следующие наиболее существенные данные:

- *представление функции* (принципиальная электрическая схема, технические пояснения действий, результаты расчетов) *и ее технической реализации* (конструктивное исполнение, изготовление отдельных эле-

ментов, монтаж и введение в эксплуатацию);

- *реализацию капиталовложений, а также их подразделения на: оборудование, монтаж, проектирование, оплату исполнителям заказов, ввод в эксплуатацию и т. д. Эти данные представляются в виде сметной стоимости.*

В современной практике проектирования и при реализации проектов *пока еще сохраняются следующие нерациональные действия:*

- имеет место использование инженерно-технических сил для обработки частных, достаточно трудоемких вопросов;
- слишком продолжительная обработка материалов на отдельных этапах процесса проектирования;
- отсутствие связи между проектированием и технологической подготовкой (по содержанию и во времени);
- недостаточное информационное обеспечение;
- снижение эффективности из-за многократного повторения работ в процессе проектирования;
- слабая специализация, типизация и исследовательская работа в области проектирования.

Проектировщик должен исключить, по возможности, в своей деятельности названные недостатки.

Рационализация и автоматизация проектирования по обработке трудоемких вопросов с помощью компьютеров должны в значительной степени освободить инженерных работников для творческого определения и обеспечения взаимосвязей электроустановок СЭС, подготовки более прогрессивных решений и планомерного внедрения их на практике.

Основной предпосылкой рационализации технической подготовки электроустановок СЭС является идентификация взаимодействий между проектированием и технологическими процессами, а также их координирование. При этом *необходимо рассматривать следующие процессы:*

- разработка электроэнергетических установок, включающая проект и предложения по оптимальному решению конкретно поставленных задач;
- проектирование необходимой документации для технического решения на основе имеющихся установок, в частности на базе комплектного крупноблочного оборудования;
- конструктивное выполнение – разработка необходимых документов по конструкциям с учетом приспособления типового оборудования для производства и монтажа.

В соответствии с разработками группы отечественных и зарубежных ученых, предпосылкой последовательной и широкой рационализации процесса разработки и выполнения проекта с помощью компьютеров является возможность формализации процесса проектирования электроус-

тановок СЭС. Результаты всей деятельности, от постановки задачи и до получения проектной документации, необходимо привести в детерминированный алгоритм, а закономерности, описывающие процесс проектирования и функцию электроустановок СЭС – математически моделировать. Однако при этом *возникают следующие трудности*:

- процесс проектирования математически еще недостаточно описан, что затрудняет разработку алгоритмов;

- методы математической формулировки способа действия электроустановок СЭС используют только для постоянных электрических процессов, в то время как дискретные процессы в настоящее время математически описываются недостаточно;

- отсутствует единая цельная теория научного построения процесса разработки задания и проектирования электроустановок СЭС [1].

1.2. Место проектировщика в процессе проектирования

Процесс проектирования необходимо рассматривать как один из видов умственного рабочего процесса. Исполнитель-проектировщик воздействует через средства труда – средства проектирования на предмет труда – предмет проектирования.

Взаимосвязи между этими тремя составляющими процесса проектирования реализуются через «инженерную деятельность проектирования».

Предмет проектирования представляет собой информацию о конкретных, пригодных к реализации проектных решениях (принятых реле, предохранителях, тепловой защите, кабелях и т. д.). Предмет проектирования в момент введения в эксплуатацию сам становится средством труда в материальном производственном процессе (например, подключение привода насоса), из которого вытекают определяющие его функциональные требования.

Средства проектирования – это устройства рациональной обработки информации в современном процессе проектирования. С развитием компьютеров для обработки информации в современный процесс проектирования необходимо включать как техническое обеспечение вычислительной системы (основной блок, память, терминалы для диалога проектировщик–компьютер и др.), так и программное (математическое) обеспечение (языки программирования, алгоритмы, программы). Целью развития средств проектирования, направленных на алгоритмизацию формальной части умственной работы над каталогами для проектирования и программами для компьютеров, является последовательное и широкое применение вычислительных машин.

Примерный перечень программ дан в приложении № 7.

Процесс проектирования включает обработку информации и ее

представление, т. е. влияние человека средствами проектирования на предмет проектирования. Он охватывает взаимосвязи между проектировщиком, средствами проектирования и предметом проектирования. Отсюда вытекает, что основой рационализации процесса проектирования является систематическое представление взаимосвязей между обрабатываемой информацией (предмет проектировщика) и проводимой человеком работой по проектированию.

Человек представляет главное исполняющее и координирующее лицо, находящееся в центре процесса проектирования. В той мере, в какой ему удастся передать формальную часть своей деятельности машинам для обработки информации, он освобождается для творческой работы, для дальнейшего совершенствования средств проектирования (средств труда).

Общая модель процесса проектирования включает в себя предмет проектирования, представляющий собой информацию, которая описывает определенные целевые способы действия, а также технические и экономические данные реализации частей установки.

1.3. Составные части процесса проектирования

Проектирование электроустановок выполняется в следующей последовательности:

1. Анализ электропотребителей по мощности, напряжению, надежности, производственно-технологическим зависимостям, территориальному расположению и т. д. Результатом этого частного процесса является:

- конкретизация постановки задачи;
- определение групп потребителей как предпосылки для установления варианта сети (проект структуры).

2. Определение оптимального решения о сети, включающего:

- составление вариантов сети;
- техническую и экономическую оценку (включая надежность основных признаков каждого варианта, т. е. определение затрат). Решающим показателем выбора оптимального варианта при одинаковых технических решениях является минимизация затрат. Этот вариант является основой:

- представления существенных технических связей общей электроустановки СЭС и технической координации отдельных установок;
- детального проектирования отдельных установок;
- дальнейшей реализации и эксплуатации электроустановки СЭС.

3. Установление технических параметров при выборе конкретного электрооборудования, которое необходимо заказать и учесть при состав-

лении спецификации, а также детальная разработка взаимосвязей конструктивной части, подготовки кабельных трасс, технологии монтажа, процесса управления и т. п.

4. Техничко-экономические расчеты – экономическая оценка материальных и монтажных затрат. Этот частный процесс предусматривает составление соответствующих смет.

5. Расчеты по определению параметров электроустановок СЭС на основании необходимых методов с учетом технико-экономических требований.

6. Контроль правильности и качества решения с помощью соответствующих средств и методов.

7. Координация для реализации организационных межотраслевых связей в процессе обоснования и проектирования.

Частные процессы 1, 2, 3 и 4 имеют прямую временную последовательность и образуют главную линию процесса проектирования, а частные процессы 5, 6 и 7 взаимосвязаны со всеми другими частными процессами.

Результатом процесса проектирования является документация, содержащая все необходимые данные для описания принятых технических решений.

Независимо от степени рационализации умственного труда в процессе проектирования большое значение имеют следующие средства проектирования:

- действующие общегосударственные нормативные материалы для принятия типовых решений, ограничения;

- технологические нормы проектирования и нормализации, которые систематизируют процессы поиска решений, формирование комплексов оборудования и хранения унифицированной проектной документации;

- типовые проекты с полным повторным применением (типовые проектные решения подстанций, центров питания и т. д.) или частным повторным применением (такие типовые элементы электроустановок СЭС, как автоматизированные приводы, установки управления подстанциями, простейшие подстанции и т. д.);

- базисные основные решения (проекты и часть проектов) с унифицированным использованием материала, но с учетом местных условий (например, освещение улиц, установки электроснабжения строительства и др.).

Унифицирование решений взаимосвязано с рационализацией процесса изготовления, монтажа (серийное изготовление, автоматизация процессов изготовления, монтажа и испытания).

1.4. Определение параметров оборудования в процессе проектирования

Определение параметров необходимого оборудования электроустановок СЭС (отдельных элементов электроустановок СЭС, конструктивных узлов, всей установки и т. д.) означает выполнение процессов «Выбор», «Расчеты», «Оценка», причем расчеты и оценка могут быть объединены в один процесс. Принципиальный алгоритм определения параметров оборудования показан на рис. 1.1. Процесс определения параметров предусматривает согласование встречающихся в электроустановках СЭС величин нагрузки с допустимыми размерами электротехнического оборудования. Поскольку встречающиеся нагрузки зависят от параметров оборудования (например, полного сопротивления), этот процесс является итерационным процессом, т. е. при соблюдении требуемого совпадения между встречающимися и допустимыми нагрузками отдельного оборудования этот процесс повторяется до тех пор, пока операция «Оценка» не даст положительного решения.

Выбор оборудования. Процесс выбора электротехнического оборудования означает:

- соблюдение требуемых предписаний (стандартов, руководящих указаний и др.) согласно выдвинутой постановке задачи требованиям (по охране труда, взрывоопасности и т. п.);
- получение поставляемого оборудования, необходимого для выполнения электроустановок СЭС в соответствии с проектом.

Параметры выбранного оборудования являются основой для проводимых расчетов.

Расчеты. Выполнение расчетов означает:

- выбор требуемых методов расчета;
- выбор для принятых методов расчета требуемых параметров процесса и их значений;
- расчеты встречающихся величин нагрузки с учетом выбранного оборудования.

Оценка означает:

- сопоставление:
 - величин нагрузок, которые вытекают из функции и структуры электроустановок СЭС как результат процесса проектирования и воздействуют на оборудование;
 - вычисленных параметров, по которым конструктором и изготовителем было представлено электрооборудование (например, номинальные параметры для нормального и аварийного режимов);
- решение о том, что отдельные значения групп нагрузок (в нор-

мальном и аварийном режиме) соответствуют вычисленным величинам. В противном случае для выбора необходимого оборудования производится новая обработка процесса определения нагрузок.

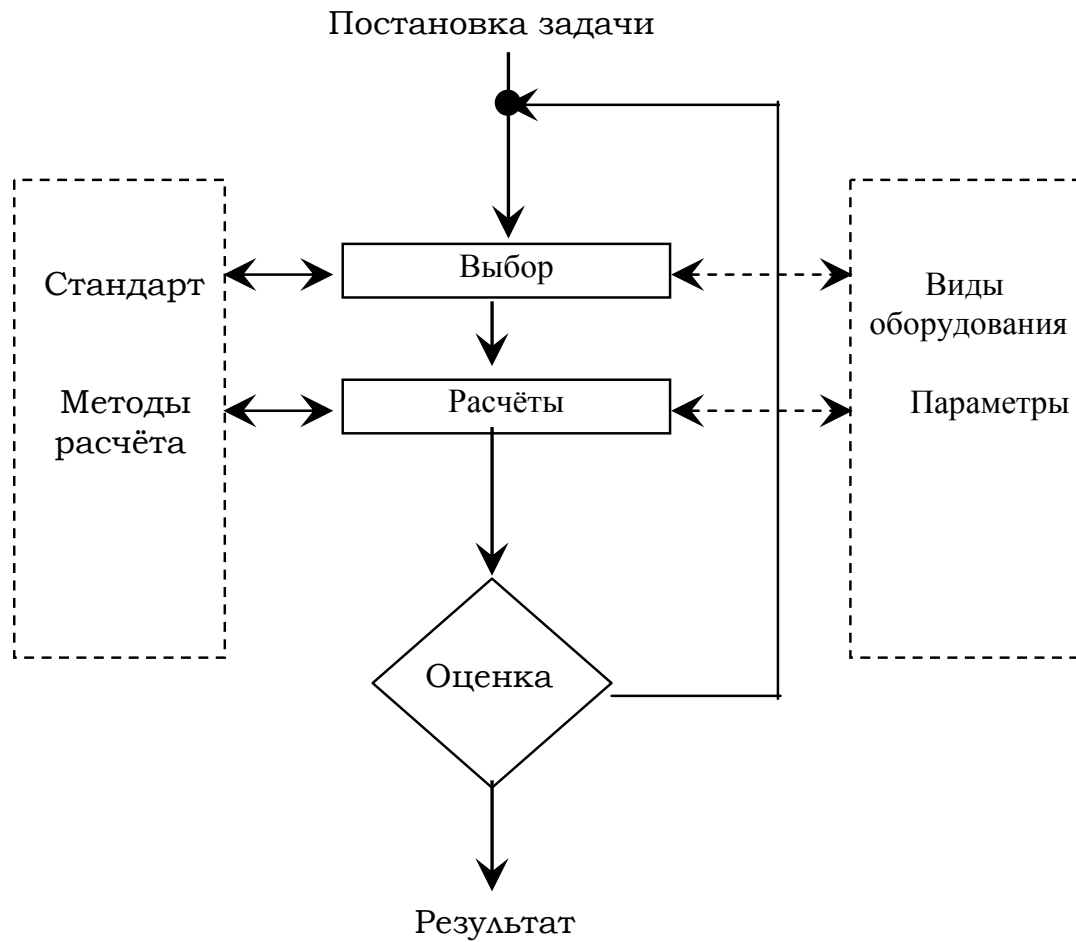


Рис. 1.1. Принципиальный алгоритм процесса определения параметров оборудования

Глава 2. Порядок разработки, согласования, утверждения и состав обоснований инвестиций в строительство электроустановок

Такой порядок устанавливает свод правил системы нормативных документов в строительстве СП 11-101-95.

Согласно документу, создание объекта строительства осуществляется в непрерывном инвестиционном процессе с момента возникновения идеи (замысла) до сдачи объекта в эксплуатацию [2].

В инвестиционном процессе проектная подготовка строительства с учетом действующего российского законодательства и зарубежной практики, как правило, состоит из трех основных этапов.

I-й этап – определение цели инвестирования, назначения и мощности объекта строительства, номенклатуры продукции, места (района) размещения объекта с учетом принципиальных требований и условий заказчика (инвестора). На основе необходимых исследований и проработок об источниках финансирования, условиях и средствах реализации поставленной цели с использованием максимально возможной информационной базы данных заказчиком (инвестором) проводится оценка возможностей инвестирования и достижения намечаемых технико-экономических показателей.

С учетом принятых на данном этапе решений заказчик представляет, в установленном порядке, ходатайство (декларацию) о намерениях.

После получения положительного решения местного органа исполнительной власти заказчик приступает к разработке обоснований инвестиций в строительство.

II-й этап – разработка обоснований инвестиций в строительство на основании полученной информации, требований государственных органов и заинтересованных организаций, в объеме, достаточном для принятия заказчиком (инвестором) решения о целесообразности дальнейшего инвестирования, получения от соответствующего органа исполнительной власти предварительного согласования места размещения объекта (акта выбора участка) и о разработке проектной документации.

III-й этап – разработка, согласование, экспертиза и утверждение проектной документации, получение на ее основе решения об изъятии земельного участка под строительство [2].

В настоящей книге первые два этапа отражены в виде изложения основных нормативных требований и комментариев к ним. По третьему этапу даны основные положения технологии процесса проектирования, приведены конкретные алгоритмы проектирования подстанций.

Недостающую в книге информацию разработчик проектно-сметной документации может получить из источников, приведенных специально для этой цели в списке литературы.

2.1. Общие положения

Нормативный документ устанавливает порядок разработки, согласования, утверждения и состав обоснований инвестиций (далее – Обоснований) в строительство предприятий, зданий и сооружений на территории Российской Федерации и предназначен для применения заказчиками (инвесторами), проектными, проектно-строительными организациями, иными юридическими и физическими лицами – участниками инвестиционного процесса.

Понятие «строительство» включает новое строительство, расширение, реконструкцию и техническое перевооружение предприятия, зданий и сооружений.

При разработке обоснований инвестиций необходимо руководствоваться законодательными и нормативными актами Российской Федерации и другими государственными документами, регуливающими инвестиционную деятельность.

Разработка обоснований инвестиций осуществляется с учетом данных и положений, содержащихся в федеральных, региональных и отраслевых программах структурной перестройки народного хозяйства, научно-технических и других государственных программах, схемах развития и размещения производительных сил, промышленных узлов, градостроительной документации и иных, возможных для использования материалов.

Обоснования инвестиций разрабатываются, как правило, заказчиком с привлечением, при необходимости, на договорной основе проектных, проектно-строительных организаций и других юридических и физических лиц, получивших в установленном порядке право на соответствующий вид деятельности.

Документ содержит принципиальные, обобщенные подходы, требования и рекомендации по составу и содержанию обоснований инвестиций на строительство объекта.

Результаты Обоснований служат основанием для принятия решения о хозяйственной необходимости, технической возможности, коммерческой, экономической и социальной целесообразности инвестиций в строительство, получения Акта выбора земельного участка для размещения объекта и выполнения проектно-изыскательских работ.

2.2. Порядок разработки, согласования и утверждения обоснований инвестиций

Заказчик, исходя из целей инвестирования и исследования ситуации на рынке продукции и услуг, с учетом решений и рекомендаций, принятых в программах, прогнозах и схемах развития и размещения производительных сил и иных материалов, составляет Ходатайство (Декларацию) о намерениях.

Примерное содержание Ходатайства приводится в приложении № 1.

Примерный перечень данных и требований, включаемых в задание на разработку Обоснований, приводится в приложении № 2.

По результатам положительного рассмотрения органом исполнительной власти Ходатайства (Декларации) о намерениях заказчик принимает решение о разработке Обоснований.

Основным документом, регулирующим правовые и финансовые отношения, взаимные обязательства и ответственность сторон, в случае привлечения к разработке Обоснований проектных, проектно-строительных организаций и других юридических и физических лиц, является договор.

Неотъемлемой частью договора должно быть задание на разработку Обоснований, в котором приводятся исходные данные, основные технико-экономические показатели и требования заказчика.

Согласование намечаемых в Обоснованиях решений по строительству объекта и условий предварительно согласованного места его размещения производится заказчиком или, по его поручению, юридическими и физическими лицами – разработчиками Обоснований.

Предварительное согласование места размещения объекта не производится в случаях предоставления земельных участков в городах и других поселениях, где решение о размещении площадки (трассы) для строительства принимается органом местного самоуправления (администрацией) в соответствии с утвержденной градостроительной документацией (генеральными планами городов и других поселений, схемами и проектами планировки и застройки территориальных образований и др.).

Обоснования подлежат государственной экспертизе в установленном порядке.

Материалы Обоснований направляются в соответствующий орган исполнительной власти для оформления Акта выбора земельного участка (площадки, трассы) для строительства с приложением необходимых согласований и решения об утверждении предварительного согласования места размещения объекта.

По отдельным несложным объектам по решениям органа исполнительной власти Акт выбора земельного участка, исходные данные и необходимые согласования могут быть оформлены на основании ходатайства. В этом случае материалы Обоснований на заключение в соответствующий орган исполнительной власти не направляются.

Утверждение (одобрение) Обоснований заказчиком осуществляется на основе заключения государственной экспертизы и решения органа исполнительной власти о согласовании места размещения объекта.

Материалы Обоснований могут использоваться заказчиком для:

- проведения социологических исследований, опросов общественного мнения и референдумов о возможности сооружения объекта;

- разработки бизнес-плана, обеспечивающего подтверждение кредиту или организации гарантии по кредитам, платежеспособности и финансовой устойчивости предприятия или иного объекта инвестирования в части возможности выполнения инвестором обязательств по долгам;

- переговоров с государственными и местными органами исполнительной власти о предоставлении ему субсидий, налоговых и иных льгот.

В Обоснованиях должны выполняться альтернативные проработки, расчеты для всех предложенных земельных участков, в том числе принципиальные объемно-планировочные решения, расчеты по определению эффективности инвестиций, социальных, экологических и других последствий осуществления строительства и эксплуатации объекта, а также по определению убытков землевладельцев, землепользователей, арендаторов, потерь сельскохозяйственного производства, связанных с изъятием земельного участка и др.

Состав и содержание указанных материалов должны быть достаточными для проведения необходимых согласований и экспертиз.

2.3. Состав и содержание обоснований инвестиций

В состав входят следующие материалы:

Исходные данные.

Цели инвестирования, экономический, социальный, коммерческий эффект, ожидаемый от функционирования объекта в намечаемом месте (районе) строительства, при заданных его параметрах, соблюдении обязательных требований и условий строительства.

Основание и условия, необходимые для разработки Обоснований.

Результаты технико-экономических оценок на основе имеющихся материалов и исследований, градостроительной документации, а также требований и условий, изложенных в задании на разработку Обоснований и при рассмотрении Ходатайства о намерениях.

Общая характеристика объекта инвестирования, потребность в намечаемой к выпуску продукции (услуг):

- данные о необходимых ресурсах, вовлекаемых в хозяйственную деятельность предприятия, и окружающей среде;

- сведения о рынке строительных услуг, предприятиях-поставщиках оборудования и материалов и пр.

Мощность предприятия, номенклатура продукции.

Оценка современного состояния производства и потребления намечаемой к выпуску продукции (услуг):

- обоснование выбора политики в области сбыта продукции на основе прогноза конъюнктуры рынка, исследования спроса с учетом уровня цен, инфляции, состояния деловой активности;

- разработка (при необходимости) мероприятий по стимулированию сбыта продукции, в том числе на внешнем рынке;
- объемы годовых поставок основной и попутной (при наличии) продукции проектируемого предприятия;
- номенклатура и объемы производства основной и попутной продукции, установленные исходя из прогнозируемой потребности, оптимального использования сырья, полуфабрикатов и переработки производственных отходов, ее основные технические, экономические и качественные показатели;
- производственная мощность (программа), ее обоснование, исходя из анализа перспективной потребности в продукции предприятия и возможности ее сбыта на внутреннем и внешнем рынках с учетом условий конкуренции, наличия необходимых ресурсов, уровня качества и стоимости продукции, оценки производительности основного оборудования, возможности получения экспортных лицензий и т. п.

Основные технологические решения.

Обоснование выбранной технологии основного и вспомогательных производств на основе сравнения возможных вариантов технологических процессов (схем) по уровню их экономической эффективности, технической безопасности, потреблению ресурсов на единицу продукции, а также степени риска и вероятности возникновения аварийных ситуаций:

- источники и порядок приобретения технологии и ее краткая характеристика, требования к основному технологическому оборудованию, выполнение которых обеспечивает технологическую и экологическую безопасность оборудования и источники его приобретения;
- решения по производству (выделению) побочной и попутной продукции, утилизации и безопасному уничтожению и хранению отходов;
- производственно-технологическая структура и состав предприятия.

Обеспечение предприятия ресурсами.

Годовая потребность предприятия в необходимых ресурсах: сырье, материалах, воде, топливе, энергии, полуфабрикатах, комплектующих и др., исходя из установленной производственной программы, принятых технологий и оборудования:

- анализ и обоснование возможных источников и условий получения ресурсов, в том числе возможной производственной кооперации, оценка их надежности;
- требования к качеству и способам подготовки сырья;
- расчет ежегодных расходов на обеспечение предприятия сырьевыми ресурсами.

Место размещения предприятия.

Обоснование требования к месту (площадке, трассе) размещения объекта. Анализ возможных вариантов мест размещения объекта. Обос-

нование выбранного места размещения объекта с учетом социальной, экономической и экологической ситуации в регионе, наличия сырьевых ресурсов, рынка сбыта продукции, транспортных коммуникаций, инженерных сетей и других объектов производственной и социальной инфраструктуры, а также потребности региона в дополнительных рабочих местах и т. п. Краткая характеристика выбранного варианта размещения объекта, основные критерии его оптимальности.

В состав Обоснований должны включаться картографические и другие материалы, в том числе схема ситуационного плана с размещением объекта строительства и указанием мест присоединения его к инженерным сетям и коммуникациям, схема генерального плана объекта, обосновывающие размеры земельного участка.

Основные строительные решения.

Принципиальные объемно-планировочные и конструктивные решения, основные параметры наиболее крупных и сложных зданий и сооружений, сроки и очередность строительства; потребность в строительной продукции и материалах; соображения по организации строительства.

Решения по энергообеспечению, тепло-, водоснабжению, канализации и др.

Оценка воздействия на окружающую среду.

Настоящий раздел Обоснований выполняется в соответствии с нормативными документами Минприроды России, Минстроя России и другими актами, регулирующими природоохранную деятельность.

Кадры и социальное развитие.

Условия и характеристика труда на предприятии: потребность в трудовых ресурсах по категориям работников: рабочих, ИТР и служащих; требования к их квалификации, альтернативные варианты удовлетворения потребности в трудовых ресурсах; привлечение местной рабочей силы, оргнабор, вахтовый метод и пр.

Предложения по организации подготовки рабочих кадров для предприятия: анализ альтернативных вариантов обеспечения работников предприятия жильем, создания социальных и культурно-бытовых условий.

Эффективность инвестиций.

Оценка эффективности инвестиций проводится по результатам количественного и качественного анализа информации, полученной при разработке соответствующих разделов Обоснований, и основывается на следующих положениях:

- стоимости строительства, определяемой по аналогам и укрупненным показателям, а также прогнозам и экспертным оценкам;
- уточнении возможных источников и условий финансирования инвестиций, принятых на стадии прединвестиционных исследований;

- определении себестоимости основных видов продукции, прогнозе изменения основных показателей производственной деятельности предприятия в течение расчетного периода, анализе тенденции изменения рентабельности и мероприятий по обеспечению минимизации возможных потерь;
- оценке риска инвестиций;
- обосновании выбора расчетного периода, в пределах которого выполняются экономические расчеты, включающие время проектирования, строительства, освоения проектной мощности и эксплуатации объекта;
- учете данных прогнозируемого изменения цен по всем составляющим элементам дохода и издержек производства по годам расчетного периода;
- результатах расчетов с выявлением возможностей повышения экономической эффективности и надежности проекта за счет совершенствования проектных решений, более рационального использования ресурсов и прочих факторов.

Если полученные данные свидетельствуют о недостаточной рентабельности инвестиционного проекта, то происходит корректировка его параметров, производственной программы и принятой технологии в целях повышения эффективности проекта.

Оценка эффективности инвестиций производится в соответствии с «Методическими рекомендациями по оценке эффективности инвестиционных проектов и их отбору для финансирования», утвержденными Госстроем России, Минэкономки РФ, Минфином РФ, Госкомпромом России (от 21.06.1999 г. № ВКУ77).

Расчеты и анализ основных экономических и финансовых показателей рекомендуется приводить в форме таблиц (приложение № 3).

Выводы и предложения.

Общие выводы о хозяйственной необходимости, технической возможности, коммерческой, экономической и социальной целесообразности инвестиций в строительство объекта с учетом его экологической и эксплуатационной безопасности.

Основные технико-экономические и финансовые показатели объекта инвестиций, рекомендуемые для утверждения (одобрения) (приложение № 4).

Рекомендации по порядку дальнейшего проектирования, строительства (совмещенное строительство и проектирование, строительство по очередям) и эксплуатации объекта, обеспечивающих инвестору получение максимальной и стабильной во времени прибыли, достижение положительных социальных результатов и других целей.

Программа проектирования и проведение необходимых исследований и изысканий, план-график осуществления инвестиционного проекта.

К Обоснованиям прилагаются документы согласований и графические материалы: схемы, чертежи (при необходимости – демонстрацион-

ные материалы).

Глава 3. Порядок разработки, согласования, утверждения и состав проектной документации на строительство электроустановок

3.1. Общие положения инструкции

Порядок разработки, согласования, утверждения и состав проектной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений, в том числе электроустановок, на территории Российской Федерации для применения заказчиками (инвесторами), органами государственного управления и надзора, предприятиями, организациями, объединениями, иными юридическими и физическими лицами (в том числе зарубежными) – участниками инвестиционного процесса устанавливает Инструкция СНиП 11-01-95 [3]. Она разработана на основе законодательных и нормативных актов Российской Федерации и охватывает круг вопросов, рассматриваемых на проектном этапе инвестиционного процесса в строительстве.

Разработка проектной документации на строительство (понятие «строительство» включает новое строительство, расширение, реконструкцию и техническое перевооружение) объектов осуществляется на основе утвержденных (одобренных) Обоснований инвестиций в строительство предприятий, зданий и сооружений. Проектной документацией детализируются принятые в обоснованиях решения и уточняются основные технико-экономические показатели.

При разработке проектной документации необходимо руководствоваться законодательными и нормативными актами Российской Федерации и субъектов Российской Федерации, а также иными государственными документами, регулирующими инвестиционную деятельность по созданию и воспроизводству основных фондов.

Основным проектным документом на строительство объектов является, как правило, технико-экономическое обоснование (проект) (двойное обозначение стадии, единой по составу и содержанию, принято в целях преемственности действующей законодательной и нормативной базы и совместимости с терминологией, применяемой за рубежом) строительства. На основании утвержденного в установленном порядке технико-экономического обоснования (ТЭО) (далее проекта) строительства разрабатывается рабочая документация.

Для технически и экологически сложных объектов и при особых природных условиях строительства по решению заказчика (инвестора) (далее заказчика) или заключению государственной экспертизы по рассмотренному проекту одновременно с разработкой рабочей документации и осуществлением строительства могут выполняться дополнительные детальные проработки проектных решений по отдельным объектам, разделам и вопросам.

Для объектов, строящихся по проектам массового и повторного применения, а также других технически несложных объектов на основе утвержденных (одобренных) обоснований инвестиций в строительство или градостроительной документации может разрабатываться рабочий проект (утверждаемая часть и рабочая документация) или рабочая документация.

Основным документом, регулирующим правовые и финансовые отношения, взаимные обязательства и ответственность сторон, является договор (контракт), заключаемый заказчиком с привлекаемыми им для разработки проектной документации проектными, проектно-строительными организациями, другими юридическими и физическими лицами. Неотъемлемой частью договора (контракта) должно быть задание на проектирование.

Рекомендуемый состав и содержание задания на проектирование для объектов производственного назначения приведены в приложении № 5.

Проектирование объектов строительства должно осуществляться юридическими и физическими лицами, получившими в установленном порядке право на соответствующий вид деятельности, в том числе лицензию Госстроя РФ.

Заказчик на договорной основе может делегировать соответствующие права юридическим или физическим лицам, возложив на них ответственность за разработку и реализацию проекта.

В случаях, когда в договоре (контракте) не обусловлены специальные требования о составе выдаваемой заказчику проектной документации, в неё не включаются расчеты строительных конструкций, технологических процессов и оборудования, а также расчеты объемов строительно-монтажных работ, потребности в материалах, трудовых и энергетических ресурсах.

Эти материалы хранятся у разработчика проектной документации и представляются заказчику или органам государственной экспертизы по их требованию.

Заказчики проектной документации и проектировщики обязаны своевременно вносить в рабочую документацию изменения, связанные с введением в действие новых нормативных документов.

Использование изобретений при проектировании объектов строительства и правовая защита изобретений, созданных в процессе разработки проектной документации, осуществляются в соответствии с действующим законодательством.

Разработка проектной документации осуществляется при наличии утвержденного решения о предварительном согласовании места размещения объекта, на основе утвержденных (одобренных) обоснований инвестиций в строительство или иных предпроектных материалов, договора, задания на проектирование и материалов инженерных изысканий.

При проектировании предприятий, зданий и сооружений производственного назначения следует учитывать решения, принятые в схемах и проектах районной планировки, генеральных планах городов, поселков и сельских поселений, проектах планировки жилых, промышленных и других функциональных зон.

Проектная документация разрабатывается преимущественно на конкурсной основе, в том числе через торги подряда (тендер).

Проектная документация на строительство предприятия, здания и сооружения, разработанная в соответствии с государственными нормами, правилами и стандартами, что должно быть удостоверено соответствующей записью ответственного лица за проект (главного инженера проекта).

Обоснованные отступления от требований нормативных документов допускаются только при наличии разрешений органов, которые утвердили и (или) ввели в действие эти документы.

Проекты, рабочие проекты на строительство объектов, независимо от источников финансирования, форм собственности и принадлежности, подлежат государственной экспертизе в соответствии с порядком, установленным в Российской Федерации.

Утверждение проектов, рабочих проектов на строительство объектов в зависимости от источников его финансирования производится:

- при строительстве за счет государственных капитальных вложений, финансируемых из республиканского бюджета Российской Федерации – в порядке, установленном Минстроем России совместно с заинтересованными министерствами и ведомствами;

- при строительстве за счет капитальных вложений, финансируемых из соответствующих бюджетов республик в составе Российской Федерации, краев, областей, автономных образований, городов Москвы и Санкт-Петербурга – соответствующими органами государственного управления или в устанавливаемом ими порядке;

- при строительстве за счет собственных финансовых ресурсов, заемных и привлеченных средств инвесторов (включая иностранных инвесторов) – непосредственно заказчиками (инвесторами).

3.2. Состав и содержание проектной документации на строительство электроустановок

Проект на строительство предприятий, зданий и сооружений, в том числе электроустановок производственного назначения, состоит из следующих разделов:

1. Общая пояснительная записка.

2. Генеральный план и транспорт.
3. Технологические решения.
4. Организация и условия труда работников. Управление производством и предприятием. Архитектурно-строительные решения.
5. Инженерное оборудование, сети и системы.
6. Организация строительства.
7. Охрана окружающей среды.
8. Инженерно-технические мероприятия гражданской обороны. Мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций.
9. Сметная документация.
10. Эффективность инвестиций.

Рекомендуемый состав и содержание разделов проекта на строительство предприятий, зданий и сооружений производственного назначения приводятся ниже.

Общая пояснительная записка.

Основание для разработки проекта: исходные данные для проектирования; краткая характеристика предприятия и входящих в его состав производств; данные о проектной мощности и номенклатуре, качестве, конкурентоспособности, техническом уровне продукции, сырьевой базе, потребности в топливе, воде, тепловой и электрической энергии, комплексном использовании сырья, отходов производства, вторичных энерго-ресурсов; сведения о социально-экономических и экологических условиях района строительства.

Основные показатели по генеральному плану, инженерным сетям и коммуникациям, мероприятия по инженерной защите территории. Общие сведения, характеризующие условия и охрану труда работающих, санитарно-эпидемиологические мероприятия, основные решения, обеспечивающие безопасность труда и условия жизнедеятельности маломобильных групп населения.

Сведения об использованных в проекте изобретениях.

Технико-экономические показатели, полученные в результате разработки проекта; их сопоставление с показателями утвержденного (одобренного) обоснования инвестиций в строительство объекта и установленными заданием на проектирование; выводы и предложения по реализации проекта.

Сведения о проведенных согласованиях проектных решений; подтверждение соответствия разработанной проектной документации государственным нормам, правилам, стандартам, исходным данным, а также техническим условиям и требованиям, выданным органами государственного надзора (контроля) и заинтересованными организациями при согласовании места размещения объекта. Оформленные в установленном порядке согласования об отступлениях от действующих нормативных документов.

Генеральный план и транспорт.

Краткая характеристика района и площадки строительства; решения и показатели по генеральному плану (с учетом зонирования территории), внутриплощадочному и внешнему транспорту, выбор вида транспорта, основные планировочные решения, мероприятия по благоустройству территории; решения по расположению инженерных сетей и коммуникаций; организация охраны предприятия.

Основные чертежи:

- ситуационный план размещения предприятия, здания, сооружения с указанием на нем существующих и проектируемых внешних коммуникаций, инженерных сетей и селитебных территорий, границы санитарно-защитной зоны, особо охраняемые территории. Для линейных сооружений приводится план трассы (внеплощадочной и внутриплощадочной), а при необходимости – продольный профиль трассы;

- картограмма земляных масс;

- генеральный план, на котором наносятся существующие и проектируемые (реконструируемые) и подлежащие сносу здания и сооружения, объекты охраны окружающей среды и благоустройства, озеленения территории и принципиальные решения по расположению внутриплощадочных инженерных сетей и транспортных коммуникаций, планировочные отметки территории.

Технологические решения.

Данные о производственной программе; краткая характеристика и обоснование решений по технологии производства, данные о трудоемкости (станкоемкости) изготовления продукции, механизации и автоматизации технологических процессов; состав и обоснование применяемого оборудования, в том числе импортного; решения по применению малоотходных и безотходных технологических процессов и производств, повторному использованию тепла и уловленных химреагентов; число рабочих мест и их оснащенность; характеристика межцеховых и цеховых коммуникаций.

Предложения по организации контроля качества продукции.

Решения по организации ремонтного хозяйства.

Данные о количестве и составе вредных выбросов в атмосферу и сбросов в водные источники (по отдельным цехам, производствам, сооружениям).

Технические решения по предотвращению (сокращению) выбросов и сбросов вредных веществ в окружающую среду; оценка возможности возникновения аварийных ситуаций и решения по их предотвращению.

Вид, состав и объем отходов производства, подлежащих утилизации и захоронению.

Топливо-энергетический и материальный балансы технологических

процессов.

Потребность в основных видах ресурсов для технологических нужд.

Основные чертежи:

- принципиальные схемы технологических процессов;
- технологические планировки по корпусам (цехам) с указанием размещения оборудования и транспортных средств;
- схемы грузопотоков.

Раздел ***«Управление производством, предприятием и организация условий и охраны труда рабочих и служащих»*** выполняется в соответствии с нормативными документами Минтруда России.

В этом разделе рассматриваются:

1. Организационная структура управления предприятием и отдельными производствами, автоматизированная система управления и его информационное, функциональное, организационное и техническое обеспечение; автоматизация и механизация труда работников управления; результаты расчетов численного и профессионально-квалификационного состава работающих; число и оснащенность рабочих мест.

2. Санитарно-гигиенические условия труда работающих.

3. Мероприятия по охране труда и технике безопасности, в том числе решения по снижению производственных шумов и вибраций, загазованности помещений, избытка тепла, повышения комфортности условий труда и т. д.

Архитектурно-строительные решения.

Сведения об инженерно-геологических, гидрогеологических условиях площадки строительства. Краткое описание и обоснование архитектурно-строительных решений по основным зданиям и сооружениям; обоснование принципиальных решений по снижению производственных шумов и вибраций, бытовому, санитарному обслуживанию работающих.

Мероприятия по электро-, взрыво- и пожаробезопасности; защите строительных конструкций, сетей и сооружений от коррозии.

Основные чертежи: планы, разрезы и фасады основных зданий и сооружений со схематическим изображением основных несущих и ограждающих конструкций.

Инженерное оборудование, сети и системы.

Решения по водоснабжению, канализации, теплоснабжению, газоснабжению, электроснабжению, отоплению, вентиляции и кондиционированию воздуха.

Инженерное оборудование зданий и сооружений, в том числе: электрооборудование, электроосвещение, связь и сигнализация, радиофикация и телевидение, противопожарные устройства и молниезащита и др.

Диспетчеризация и автоматизация управления инженерными системами.

Основные чертежи:

- принципиальные схемы теплоснабжения, электроснабжения, газоснабжения, водоснабжения и канализации и др.;
- планы и профили инженерных сетей;
- чертежи основных сооружений;
- планы и схемы внутрицеховых отопительно-вентиляционных устройств, электроснабжения и электрооборудования, радиофикации и сигнализации, автоматизации управления инженерными системами и др.

Раздел **«Организация строительства»** разрабатывается в соответствии со СНиП «Организация строительного производства» и с учетом условий и требований, изложенных в договоре на выполнение проектных работ и имеющихся данных о рынке строительных услуг.

Охрана окружающей среды.

Данный раздел выполняется в соответствии с государственными стандартами, строительными нормами и правилами, утвержденными Минстроем России, нормативными документами Минприроды России и другими нормативными актами, регулирующими природоохранную деятельность.

Раздел **«Инженерно-технические мероприятия гражданской обороны, мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций»** выполняется в соответствии с нормами и правилами в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

Для определения сметной стоимости строительства предприятий, зданий и сооружений (или их очередей) составляется **сметная документация** в соответствии с положениями и формами, приводимыми в нормативно-методических документах Минстроя России.

Основные положения по составлению этой документации приведены в настоящем разделе.

Состав документации, разработанной на стадии проектирования, должен содержать:

- сводные сметные расчеты стоимости строительства и, при необходимости, сводку затрат;
- объектные и локальные сметные расчеты;
- сметные расчеты на отдельные виды затрат (в т. ч. на проектные и изыскательские работы).

В составе рабочей документации должны быть представлены объектные и локальные сметы.

Для определения стоимости строительства рекомендуется использовать действующую сметно-нормативную (нормативно-информационную) базу, разрабатываемую, вводимую в действие и уточняемую в установ-

ленном порядке.

Стоимость строительства в сметной документации заказчика рекомендуется приводить в двух уровнях цен:

- в базисном (постоянном) уровне, определяемом на основе действующих сметных норм и цен;
- в текущем или прогнозном уровне, определяемом на основе цен, сложившихся ко времени составления смет или прогнозируемых к периоду осуществления строительства.

В состав сметной документации проектов строительства включается также пояснительная записка, в которой приводятся данные, характеризующие примененную сметно-нормативную (нормативно-информационную) базу, уровень цен и другие сведения, отличающие условия данной стройки.

На основе текущего (прогнозного) уровня стоимости, определенного в составе сметной документации, заказчики и подрядчики формируют свободные (договорные) цены на строительную продукцию.

Эти цены могут быть открытыми, то есть уточняемыми в соответствии с условиями договора (контракта) в ходе строительства, или твердыми (окончательными).

В результате совместного решения заказчика и подрядной строительной-монтажной организации оформляется протокол (ведомость) свободной (договорной) цены на строительную продукцию по соответствующей форме.

При составлении сметной документации, как правило, используется ресурсный (ресурсно-индексный) метод, при котором сметная стоимость строительства определяется на основе данных проектных материалов о потребных ресурсах (рабочей силе, строительных машинах, материалах и конструкциях) и текущих (прогнозных) ценах на эти ресурсы.

В сводном сметном расчете отдельной строкой предусматривается резерв средств на непредвиденные работы и затраты, исчисляемый от общей сметной стоимости (в текущем уровне цен) в зависимости от степени проработки и новизны проектных решений. Для строек, осуществляемых за счет капитальных вложений, финансируемых из республиканского бюджета Российской Федерации, размер резерва не должен превышать трех процентов по объектам производственного назначения и двух процентов по объектам социальной сферы.

Дополнительные средства на возмещение затрат, выявившихся после утверждения проектной документации, в связи с введением по решениям Правительства Российской Федерации повышающих коэффициентов, льгот, компенсаций и др., следует включать в сводный сметный расчет отдельной строкой, с последующим изменением итоговых показателей стоимости строительства и утверждением произведенных уточнений инстанцией, утвердившей проектную документацию.

Эффективность инвестиций.

На основе количественных и качественных показателей, полученных при разработке соответствующих разделов проекта, выполняются расчеты эффективности инвестиций.

Производится сопоставление обобщенных данных и результатов расчетов с основными технико-экономическими показателями, определенными в составе обоснований инвестиций в строительство данного объекта, заданием на проектирование, и на его основе принимается окончательное решение об инвестировании и реализации проекта. Примерный перечень технико-экономических показателей приведен в приложении № 6.

Настоящий раздел выполняется в соответствии с «Методическими рекомендациями по оценке эффективности инвестиционных проектов и их отбору для финансирования», утвержденными Госстроем России, Минэкономики России, Минфином России, Госкомпромом России (21.06.1999 г. № ВК477).

Расчеты и анализ основных экономических и финансовых показателей рекомендуется приводить в форме таблиц.

В соответствующих разделах проекта следует приводить:

- спецификации оборудования, составляемые применительно к форме, установленной государственными стандартами СПДС;
- исходные требования к разработке конструкторской документации на оборудование индивидуального изготовления, что оговаривается в договоре (контракте).

Рабочий проект.

Рабочий проект разрабатывается в сокращенном объеме и составе, определяемом в зависимости от вида строительства и функционального назначения объекта, применительно к составу и содержанию проекта.

В состав рабочего проекта включается рабочая документация.

3.3. Состав рабочей документации

Состав рабочей документации на строительство предприятий, зданий и сооружений определяется соответствующими государственными стандартами СПДС и уточняется заказчиком и проектировщиком в договоре (контракте) на проектирование.

Государственные, отраслевые и республиканские стандарты, а также чертежи типовых конструкций, изделий и узлов, на которые имеются ссылки в рабочих чертежах, не входят в состав рабочей документации и могут передаваться проектировщиком заказчику, если это оговорено в договоре.

3.4. Организация строительного производства электростановок

Общие требования к организации строительного производства при строительстве новых, а также расширении и реконструкции действующ-

щих объектов (предприятий, зданий, сооружений и их комплексов), которые должны соблюдаться всеми участниками строительства объектов, в том числе и проектировщиками, изложены в СНиП 3.01.01-85* [4].

В настоящей книге нет необходимости и возможности представить все требования документа, поэтому будут изложены отдельные положения, чтобы проектировщик мог увидеть важность вопроса организации строительства, который должен быть затронут и решен в составе рабочего проекта подстанции, линии и других сетевых и энергетических объектов. Необходимо в связи со сказанным отметить, что проектировщик, ответственный перед заказчиком и обществом в административном, моральном и уголовном отношении, должен внимательно изучить и выполнить названный нормативный документ, как и другие законодательные и нормативные документы, относящиеся к процессу строительства (в том числе и проектированию) и эксплуатации электроустановок.

Документ содержит требования по подготовке строительного производства, разработке документации по организации строительства и производству работ, материально-техническому обеспечению, механизации и транспорту, организации труда, оперативно-диспетчерскому управлению.

СНиП 3.01.01.-85* является первым (и в некоторой степени единственным) документом, в котором в общей форме без указания конкретно какой-либо системы (USO9000, системы бездефектной работы или иной) изложены требования к обеспечению качества строительного-монтажных работ, в том числе и проектных.

Как правило, в составе рабочего проекта электросетевого объекта (подстанции, линии и других) «Организация строительства» или «Организация строительного производства» разрабатывается и представляется в виде раздела.

Для оценки эффективности инвестиционных проектов и принимаемых решений в процессе проектирования электроустановок, в том числе и подстанций 35–220 кВ, используются «Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов», указанные выше.

Для проведения расчетов существует несколько программных комплексов, отражающих требования и условия развития энергетики и электросетевого комплекса, в частности.

Оценка эффективности должна осуществляться на стадиях:

- разработки инвестиционного предложения и декларации о намерениях (экспресс-оценка инвестиционного предложения);
- разработки Обоснования инвестиций;
- осуществления инвестиционного проекта (экономический мониторинг).

Принципы оценки эффективности одинаковы на всех стадиях.

В качестве основных показателей, используемых для расчетов эф-

фективности инвестиционных проектов рекомендуются следующие:

- чистый доход;
- чистый дисконтированный доход;
- внутренняя норма доходности;
- потребность в дополнительном финансировании;
- индекс доходности затрат и инвестиций;
- срок окупаемости;
- группа показателей, характеризующих финансовое состояние предприятия – участника проекта.

Состав и содержание проектов организации строительства.

Согласно СНиП 3.01.01-85* на полный объем строительства, предусмотренный проектом или рабочим проектом, *в состав проекта организации строительства* включаются:

- календарный план строительства;
- строительный генплан;
- ведомость объемов работ;
- график потребности в машинах и кадрах.

Проект организации строительства для однотипных объектов, в том числе для большинства подстанций 35–220 кВ, может разрабатываться в сокращенном объеме и состоять из календарного плана, данных об объемах строительно-монтажных работ, графика потребности в машинах и транспортных средствах, краткой пояснительной записки, включая мероприятия по охране труда и технико-экономические показатели.

Состав и содержание проектов производства работ.

Согласно СНиП 3.01.01-85* в состав проекта производства работ на сооружение, здание и электроустановку, в том числе подстанцию 35–220 кВ, необходимо включить:

- календарный план производства работ по объекту или комплексный сетевой график;
- графики поступления на объект строительных конструкций, изделий, материалов и оборудования;
- графики движения рабочих кадров по объекту и строительных машин по объекту;
- технологические карты (схемы) на выполнение видов работ;
- решения по технике безопасности в составе, определенном СНиП 111-4-80*;
- решения по прокладке временных сетей водо-, тепло-, электро-снабжения и освещения;
- перечни технологического инвентаря;
- расчет потребности в энергетических ресурсах;
- мероприятия по защите действующих зданий и сооружений.

Ознакомившись с приведенным кратким перечнем, проектировщик

обязан изучить указанный выше СНиП и выполнить его требования в рабочем проекте в полном объеме.

При разработке проекта подстанции выполняются по известным формулам многочисленные расчеты, которые в дальнейшем хранятся в архиве проектной организации. Минимальный перечень расчетов включает следующие:

- токов короткого замыкания в сети 6–10–220 кВ;
- технико-экономические по сравнению различных вариантов первичных схем и схем электроснабжения потребителей, а также экономической эффективности объекта;
- определения электрических нагрузок и выбора числа и мощности трансформаторов силовых (основных) напряжением 35–220 кВ;
- определения динамических сил, возникающих в проводниках (шинах) при прохождении электрического тока и действующих на проводники и изоляторы;
- определения сопротивления заземляющих устройств и напряжений прикосновения;
- величин номинальных токов с целью выбора сечения проводников и оборудования;
- нагрузки в цепях трансформаторов тока;
- параметров и конструктивных размеров устройств молниезащиты;
- релейной защиты, в том числе дифференциальной защиты трансформаторов 35–220 кВ;
- электромагнитного влияния подстанции на окружающую среду и людей;
- определения различных физических величин для выбора оборудования средств связи;
- различные, связанные с прочностью и надежностью электрооборудования;
- токов для проведения плавки гололеда на проводах, подходящих и отходящих от подстанции линий электропередачи 35–220 кВ;
- освещения территории подстанции и помещений распредустройств и вспомогательных сооружений.

Завершается проект значительными по объему (порядка 5–10 % от всего объема работ по проектированию подстанции) сметными расчетами с локальными и объектными сметами и сводным сметным расчетом.

Практически в каждом разделе проекта расчеты выполняются, как правило, на компьютерах с помощью программных комплексов. В проектной практике умение их выполнять трудно переоценить, большинству молодых специалистов этот вид работы удастся. Сказывается теоретиче-

ская подготовка. Перечень возможных для применения программ дан в приложении № 7.

Сметная документация.

В соответствии с инструкцией СНиП 11-01-95 в составе проектной документации должна быть разработана сметная документация.

Сметная документация составляется в соответствии с «Методикой определения стоимости строительной продукции Российской Федерации», введенной в действие постановлением Госстроя России от 05.03.2004 г. № 15/1.

Стоимость работ расценивается по действующим ТЕР конкретной области, где расположена подстанция.

Стоимость материалов и оборудования определяется по Территориальному сборнику сметных цен (ТСМц-2001) части 1-У и по прайс-листам.

В качестве исходных данных для области, где расположена подстанция, должны быть указаны *территориальный район* и *температурная зона*.

Накладные расходы и сметная прибыль принимаются по видам работ от ФОТ (фонд оплаты труда) по МДС 81-33.2004 (Методические указания по определению величины накладных расходов в строительстве).

Указывается индекс пересчета в текущие цены в локальных сметах, который составляет К-1,624 по «КО-Инвесту» № 48 за июль 2004 г. (здесь указан по состоянию на 01. 01. 2005 г., в дальнейшем он может корректироваться в зависимости от изменений в экономике).

Затраты на строительство временных зданий и сооружений принимаются по ГСН 81-05-02-2001, утвержденным Постановлением Госстроя России от 19.06.2001 г. № 62.

Прочие затраты 9 главы принимаются согласно МДС 81-35.2004, по письмам Госстроя России и по данным заказчика.

Резерв средств на непредвиденные работы и затраты принят согласно МДС 81-35.2004. (Методом определения стоимости строительной продукции на территории Российской Федерации).

В завершение записки указывается стоимость строительства по сводному сметному расчету в текущих ценах по состоянию на момент разработки проекта, в том числе СМР, возвратных сумм.

Стоимость проектно-изыскательских работ определяется в текущих ценах на основании сборника базовых цен на проектные работы для объектов энергетики [6]. Пример сметы на проектные и предпроектные работы дан в приложении № 8.

Глава 4. Основные требования к проектной и рабочей документации

Основные требования к проектной и рабочей документации на строительство предприятий, зданий и сооружений различного назначения, в том числе подстанций, линий изложены в ГОСТ 21.101-97, входящем в Систему проектной документации для строительства (СПДС) [7]. В стандарте содержатся общие правила выполнения графической и текстовой документации, которые распространяются также на отчетную техническую документацию по инженерным изысканиям для строительства.

Данный стандарт содержит требования к составу и комплектованию документации (проектной документации и рабочих чертежей). Общие правила выполнения документации отражают требования нанесения размеров, уклонов, отметок, надписей, изображения разрезов, сечений, видов, фрагментов. Здесь даны правила выполнения спецификаций на чертежах, внесения изменений в рабочую документацию, выданную заказчику, привязки рабочей документации, оформления сброшюрованной документации.

В стандарте даны формы титульного листа, обложки, штампов, спецификаций, перечень допускаемых сокращений слов, приведен перечень стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД), подлежащих учету при выполнении графической и текстовой документации (приложение № 9).

Состав и содержание проектной документации на строительство электроустановок установлены действующими строительными нормами и правилами.

В состав рабочей документации на строительство электроустановок в общем случае включают:

- а) рабочие чертежи, предназначенные для производства строительных и монтажных работ;
- б) рабочую документацию на строительные изделия по ГОСТ 21.501–93 СПДС;
- в) эскизные чертежи общих видов нетиповых изделий по ГОСТ 21.114 – 95 СПДС (по необходимости);
- г) спецификации оборудования, изделий и материалов по ГОСТ 21.110 – 95 СПДС;
- д) другую прилагаемую документацию, предусмотренную соответствующими стандартами СПДС;

е) сметную документацию по установленным формам.

Проектную документацию, предназначенную для утверждения (стадия–проект, утверждаемая часть рабочего проекта), комплектуют в тома, чаще всего, по отдельным разделам, предусмотренным строительными нормами и правилами. Каждый том нумеруют арабскими цифрами.

Пример: том 1 – Общая пояснительная записка;
том 2 – Генеральный план и транспорт.

При необходимости тома делят на части. В этом случае их нумеруют по типу: том 1.1., том 1.2.

Текстовые и графические материалы, включаемые в том, комплектуют, как правило, в следующем порядке:

- обложка;
- титульный лист;
- содержание;
- состав проекта;
- пояснительная записка;
- основные чертежи, предусмотренные строительными нормами и правилами.

Каждому текстовому и графическому документу, включенному в том, присваивают обозначение, которое указывают на титульном листе и в основных надписях.

В состав обозначения включают базовое обозначение, устанавливаемое по действующей в организации системе, и через дефис – марку и/или шифр раздела проекта. Марки разделов проекта принимают по аналогии с марками основных комплектов рабочих чертежей.

Примеры:

1 2345-ПЗ Раздел «Общая пояснительная записка»;

2 2345-ГТ Раздел «Генеральный план и транспорт»;

3 2345-12-АС Раздел «Архитектурно-строительные решения»,

где: 2345 – номер договора (контракта) или шифр объекта строительства;

12 – номер здания или сооружения по генеральному плану;

2345-12 – базовое обозначение;

ПЗ – шифр раздела проекта;

ГТ и АС – марки разделов проекта.

Текстовые и графические материалы, как правило, включают в том на листах, сложенных по формату А4 ГОСТ 2.301–68 ЕСКД.

В каждый том включают не более 250 листов формата А4, 150 листов формата А3, 75 листов формата А2 и 50 листов формата А1.

Текстовые документы выполняют по ГОСТ 2.105–95 ЕСКД.

Рабочие чертежи, предназначенные для производства строительных

и монтажных работ, объединяют в комплекты (далее – основные комплекты) по маркам.

Основной комплект рабочих чертежей любой части может быть разделен на несколько основных комплектов той же марки (с добавлением к ней порядкового номера) в соответствии с процессом организации строительных и монтажных работ.

Пример: АС1; АС2; КЖ1; КЖ2.

Каждому основному комплекту рабочих чертежей присваивают обозначение, в состав которого включают базовое обозначение, устанавливаемое по действующей в организации системе, и через дефис – марку основного комплекта.

Пример: 2345-12-АР,

где: 2345 – номер договора (контракта) или шифр проекта строительства;

12 – номер здания или сооружения по генеральному плану;

2345-12 – базовое обозначение;

АР – марка основного комплекта рабочих чертежей.

При выполнении проектной, рабочей и другой технической документации, предназначенной для строительства предприятий, зданий и сооружений, следует руководствоваться требованиями соответствующих стандартов СПДС, а также стандартов ЕСКД.

Перечень стандартов ЕСКД, подлежащих учету при выполнении графической и текстовой документации для строительства, приведен в приложении № 9.

Чертежи выполняют в оптимальных масштабах с учетом их сложности и насыщенности информацией.

Масштабы на чертежах не указывают, за исключением чертежей изделий и других случаев, предусмотренных в соответствующих стандартах СПДС.

Глава 5. Заключение договора на выполнение и разработку проектно-сметной документации

Еще до заключения договора с заказчиком (который может быть одновременно и инвестором) проектная организация-исполнитель участвует в тендере (конкурсе), обсуждении условий договора и технического задания. При этом затраты на проведение такой работы покрываются за счет дохода от других проектных работ, здесь же имеется некоторый риск не получить возврата затраченных средств. Поэтому на данном этапе исполнителю важно сделать быстро, с высоким качеством и по приемлемой цене проект, чтобы получить заказ. Он должен показать, что его проектные решения удовлетворяют все запросы и требования заказчика, что они будут носить инновационный характер и что, построив объект, заказчик будет получать прибыль в течение длительного расчетного периода. В процессе переговоров сторон обсуждается стоимость проектных работ, сроки выполнения и другие положения: будет ли линия с изолированным или голым проводом, вибрированные или центрифугированные опоры, закрытое или открытое распределительное устройство подстанции, степень автоматизации подстанции, тип связи, учет электроэнергии. В большинстве случаев исполнитель определяет укрупненно стоимость строительства, чтобы заказчик смог оценить свои финансовые возможности и окончательно решить строить или не строить электроустановку, а если строить, то как она будет выглядеть в общих чертах и сколько будет стоить. Для исполнителя уже на этом этапе начинается работа и с заказчиком, и над исполнением будущего задания и будущего договора. Иногда, оценив свои возможности, заказчик отказывается заключить договор, проектировщики теряют объем работы. Но чаще всего договор заключается.

Стоимость проектно-изыскательских работ (ПИР) исполнитель определяет по «Справочнику базовых цен на проектные работы для строительства. Объекты энергетики», утвержденному приказом ОАО РАО «ЕЭС России» от 10.02.2003 г. № 39 [6]. В приложении № 8 дан пример сметы на ПИР. Все взаимоотношения заказчика и исполнителя с момента заключения договора регулируются этим договором и действующими законодательными актами Российской Федерации, в частности Гражданским кодексом РФ.

«Справочник базовых цен на проектные работы для строительства. Объекты энергетики» разработан на основании постановлений Госстроя РФ от 12.01.01. № 8, от 08.04.02 № 16 и поручения РАО «ЕЭС России» [6].

«Справочник» включает в себя:

- Основные положения.
- Порядок определения базовой цены проектных работ и таблицы базовых цен.

вых цен, определяемых в зависимости от общей стоимости строительства.

- Таблицы удельной стоимости разработки рабочей документации (РД) по зданиям, сооружениям и видам работ, которые одновременно определяют состав зданий, сооружений и видов работ, образующих комплекс энергообъекта, для которого разработаны таблицы базовых цен, определяемых в зависимости от общей стоимости строительства.

Одним из назначений таблиц удельной стоимости разработки РД является их использование для определения базовых цен проектных работ для строительства объектов реконструкции и/или техперевооружения.

- Порядок определения базовой цены и таблицы базовых цен для отдельных видов проектных работ, не входящих в базовую цену проектных работ вышеуказанного комплекса энергообъекта и определяемых в зависимости от натуральных показателей (мощность, протяженность, площадь и т. д.).

- Таблицы относительной стоимости разработки проектной документации по специализированным разделам проекта.

Базовые цены проектных работ составлены для нового строительства. При этом комплекс документов и положений, включенных в «Справочник», обеспечивает также возможность определения базовых цен проектных работ для строительства объектов реконструкции и/или техперевооружения.

«Справочник» предназначен для расчета базовых цен проектных работ с целью последующего формирования договорных цен на разработку проектной документации для промышленного строительства объектов энергетики.

Базовая цена разработки проектной документации (проект + рабочая документация) определяется в зависимости от натуральных показателей объектов проектирования по формуле:

$$C = (a + vx) \cdot K_{\text{инд}},$$

где: a и b – постоянные величины для определенного интервала основного показателя проектируемого объекта, тыс. руб.; x – основной показатель проектируемого объекта; $K_{\text{инд}}$ – индекс цен на проектные работы к уровню, установленному на 01.01.2001 г. и отражающему инфляционные процессы на момент определения цены проектных работ для строительства объекта.

Расчетный уровень базовых цен на проектные работы для строительства, определяемых в зависимости от натуральных показателей, к уровню базовых цен на проектные работы по состоянию на 1 января 1995 года (см. письмо Госстроя России от 13.01.98 г. № 9-1-1/6) принят в «Справочнике» равным 10,0.

Базовая цена проектных работ в зависимости от натуральных показателей определяется по таблицам 15÷54 «Справочника». Относительная

стоимость разработки проектно-сметной документации в процентах от цены приведена в таблицах относительной стоимости к ним.

Проектная подготовка строительства (проектирование электроустановок) – это вид бизнеса, определенный сектор рынка услуг. Исполнителю необходимо не только выполнить требования заказчика, но и самому получить доход от выполнения работы (услуги). Поэтому следует при составлении смет на ПИР определить, будет ли выгодно выполнять работу, не превысят ли затраты размеров дохода от реализации проектно-сметной документации (ПСД) на электроустановку.

После того, как задание получено, договор заключен, работа над проектом продолжается. На первый план выступает задача принятия технических решений, выбора электрооборудования, выполнения необходимых расчетов, поиск источников информации, подбор типовых проектов, запросы на заводы, выполнение чертежей индивидуальной разработки. На подстанциях, например, разрабатывают план и разрез подстанции, выбор ячеек 6–10 кВ, освещение, заземление, план фундаментов и многие другие чертежи. Количество и степень проработки (детализации) чертежей определяется видом строительства (новое или реконструкция), мощностью подстанции, классом напряжения (10 кВ, 35 кВ, 110 кВ, 220 кВ и выше) и другими конкретными условиями, присущими именно данному объекту. Например, характером грунта, степенью загрязнения, величиной снежного покрова и т. д.

Если объект относится к новому строительству, то поиск источников технической информации начинается с выбора информационной базы электрооборудования, изучения «старых» и современных решений задачи, оговоренной в договоре. Подбор аналога облегчит решение задачи, но может отвлечь от принятия инновационного современного подхода. Опытный проектировщик опирается на прежний опыт, но должен смотреть (и смотрит) в будущее и принять обоснованное технически и экономически решение. Здесь помогают опыт, интуиция и умение выполнять расчеты, полученные в учебном заведении.

Если электроустановка реконструируется, модернизируется, обновляется, то проектировщик начинает работу над объектом с поиска давно выполненного проекта по данной электроустановке. Например, если на ПС «Кременки» необходимо установить для организации АСКУЭ трансформатор тока 110 кВ типа ТФЗМ 110 Б-IV-0,5/10р/10р/10, р, то проектировщик ведет поиск проекта данной подстанции. Например, в техническом архиве института «ПоволжСЭП» хранится более тысячи единиц проектов подстанций 35–110 кВ, выполненных в течение более чем полувека.

Найдя материал по существующему объекту, проектировщик решает

основную свою задачу по размещению нового оборудования на существующем объекте. Важно при этом выдержать требования ПУЭ и правила по охране труда обслуживающего персонала, соблюдая расстояние до проводов, выводов и другие многочисленные требования.

Кроме общих нормативных технических документов, таких как ПУЭ, СНиП 11-01-95, ГОСТ 21.101-97* и других, по видам установок ведомствами или крупными холдингами, подобными РАО «ЕЭС России», издаются рекомендации, конкретизирующие требования. Например, по проектированию подстанций введены приказом Минэнерго России от 30 июня 2003 года № 288 «Рекомендации по технологическому проектированию подстанций переменного тока с высшим напряжением 35–750 кВ» [8].

Глава 6. Проектирование электроустановок. Поиск нормативной, справочной документации и типовых проек- тов

Проектировщик, прежде всего, должен изучить и иметь на рабочем месте (кроме электронного вида, желательно на бумажном носителе) основные необходимые нормативные документы: Правила устройства электроустановок с изменениями и дополнениями [12], раздел Гражданского кодекса РФ, касающийся электроснабжения [9], Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей РФ [19], Межотраслевые правила по охране труда и эксплуатации электроустановок [10], Инструкцию «О порядке разработки, согласования, утверждения и составе проектной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений СНиП 11-01-95» [3], ГОСТ 21.101–97 Основные требования к проектной и рабочей документации [7], Правила «СП 11-101–95 Порядок разработки, согласования, утверждения и состав обоснований инвестиций в строительство предприятий, зданий и сооружений» [2], Перечень основной нормативной и методической документации, используемой при осуществлении деятельности по проектированию, строительству и инженерным изысканиям для строительства – ИД 29.2002 [11], различные стандарты, указания, методические рекомендации. Названным перечнем не ограничивается список используемой нормативной документации. Эти источники позволяют начать работу и в дальнейшем осуществлять поиск необходимых для проектирования источников.

Для обеспечения необходимого уровня качества ПСД и сокращения трудозатрат при проектировании специализированные энергетические институты, в частности «Энергосетьпроект» и «РОСЭП», занимающиеся проектированием электросетевых объектов напряжением 0,4–500 кВ и выше, ежегодно или периодически через 2–3 года выпускают общедоступные перечни действующих типовых проектов и перечни нормативной и справочной документации по проектированию электрических сетей, а также указатели информационных и методических материалов по проектированию электроснабжения потребителей по состоянию на 1 января текущего года. Например, выпуск № 1 за 2004 г. сборника «Руководящие материалы по проектированию распределительных электрических сетей» объемом 5,5 учетно-издательских листов, выпущенный ОАО «РОСЭП» РАО «ЕЭС России» тиражом 300 наименований типовых проектов по трансформаторным подстанциям, линиям электропередачи, электрическим станциям и электрокотельным. Здесь приведены нормативы и методики по сметным разделам проектной документации. Из сотен наименований работ приведем для примера два типовых проекта, которые могут

быть использованы электриком-проектировщиком: 407-03-533.89 Открытые распределительные устройства 110 кВ по схемам 4Н, 5Н, 5АН для районов ХЛ; 407-03-531.89 Открытые распределительные устройства 35...500 кВ для районов с загрязненной атмосферой. Электрооборудование с внешней изоляцией категории Б.

Такие сборники позволяют как начинающему, так и опытному проектировщику быстро ориентироваться в море информации, выбрать необходимый типовой проект, проект повторного применения или работу специализированных организаций и использовать ее для разработки конкретного индивидуального электросетевого проекта. Крупные проектные организации (прежде всего, филиал «ПоволжСЭП» ОАО «Волгоэнергoproект-Самара», правопреемник института «ПоволжСЭП» располагают подобными сборниками за многолетний период, начиная практически с послевоенных лет середины XX века). Вместе с тем, нужно отметить, что и небольшие проектные и проектно-монтажные организации, имея выход в Интернет, электронную почту и связь с заводами и научно-техническими центрами (например, в Самаре, Ростове, Екатеринбурге и другими) могут получить нужную информацию в желаемом объеме и достаточно оперативно.

Важным источником информации для проектировщика являются номенклатурные каталоги электротехнических изделий и оборудования, публикуемые проектными институтами, обществами, подобными «Информэлектро», и заводами. Для общего представления о заводах, выпускающих электрооборудование, можно назвать, например, такие предприятия: «Группа компаний «Электрощит» – ТМ Самара», Московский завод «Электрощит», «Мытищинский ЭМЗ», Чебоксарский завод «ЧАЭЗ», Люберецкий ЭМЗ, Саратовские заводы «Прогресс» и «Контакт», Волгоградский ЭМЗ, Краснодарское предприятие «Электроприбор», Ставропольский завод «Сигнал» и многие другие отечественные заводы.

Информация, полученная непосредственно с заводов, обладает достоверностью, точностью и необходимой полнотой. Сведения о самих заводах и номенклатуре их продукции можно получить из разных источников, начиная с телефонных справочников, рекламных буклетов, каталогов с многочисленных специализированных выставок и заканчивая различными сборниками проектных организаций.

Многие отечественные заводы работают совместно с известными иностранными фирмами, например, Simens, Nokia, АВВА.

Во всех случаях выбор оборудования проектировщик осуществляет, исходя из поставленной заказчиком цели, отдавая приоритеты уровню безотказности, стоимости, комплектности и сроков поставки. При равных условиях крупные холдинги, такие как РАО «ЕЭС России» с региональными

сетевыми компаниями, отдают предпочтение отечественному оборудованию [40].

Глава 7. Порядок проектирования электроустановок на примере разработки основных решений по подстанциям 35–220 кВ

7.1. Функции коммутационных аппаратов

Подстанции являются узловыми точками в системах электроснабжения (СЭС), обеспечивающими прием и преобразование электроэнергии для электроснабжения электроустановок различного технологического назначения. В зависимости от функции подстанции выполняются трансформаторными или преобразовательными, двигатель-генераторными, выпрямительными.

При проектировании подстанций необходимо решать задачи, обусловленные:

- требованиями потребителей (производственно-технологические и территориальные требования, напряжение, мощность, требуемые надежность и соблюдение качества электрической энергии и др.);
- условиями подключения к существующей СЭС (например, пропускная способность, надежность и качество электрической энергии в основных узлах СЭС, безопасность работ при эксплуатации и пр.);
- требованиями эксплуатации (ремонтоспособность, проведение оперативных переключений, гибкость, учитывающая перспективу роста или сворачивания производства).

Подстанции и распределительные устройства (РУ), являясь узловыми точками СЭС, отделяются от элементов СЭС коммутационными аппаратами, которые обеспечивают целевое включение и выключение их в нормальных и аварийных режимах. Таким образом, коммутационные аппараты представляют собой одновременно соединяющие элементы между самостоятельными частями СЭС.

С точки зрения основных выполняемых функций РУ и коммутационные аппараты можно разделить на функционально самостоятельные участки (рис. 7.1):

- питание (В) электрической энергией реализуется через коммутационный аппарат (функция – подключение), кабельную или воздушную линию электропередачи (функция – передача) и трансформатор (функция – преобразование);
- распределение (Р) электрической энергии реализуется через участки сборных шин;
- потребление (П) электрической энергии; единство «рабочая машина – привод – присоединение».

Существенным является то, что функционально-обособленные участ-

ки ограничиваются коммутационными аппаратами, которые выполняют функции включения и отключения при нормальной и аварийной работе. Коммутационные аппараты представляют одновременно элементы соединения между функционально связанными участками (функция – включение).

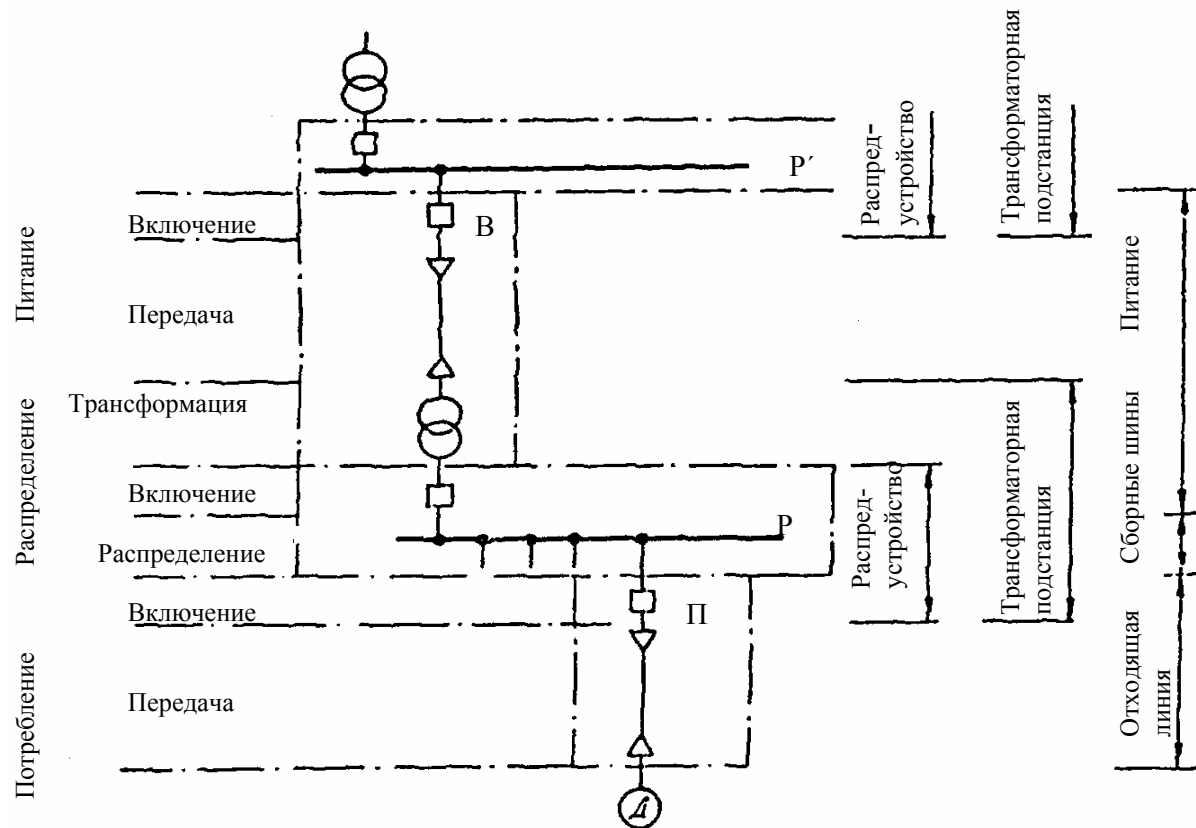


Рис. 7.1. Основные функции коммутационных аппаратов и распределительных устройств

К другим функциям, подлежащим реализации при проектировании, относятся:

- разъединение, т. е. создание видимых точек разрыва при ремонте;
- измерение интересующих параметров процесса электроснабжения;
- контроль процесса распределения электроэнергии.

Распределительное устройство (рис. 7.1) – конструктивное объединение ячеек РУ одного уровня напряжения в одну конструктивную единицу, включая необходимые вспомогательные установки. Описываются как «блок» функционально связанных участков сборных шин.

Трансформаторная подстанция (рис. 7.1) – конструктивное объединение РУ и трансформатора (трансформация напряжения), а также всех вспомогательных установок в одной конструктивной единице.

Распределение: расположение РУ небольшой мощности в непосредственной близости к потребителям с их непосредственным присоединением или без силовых выключателей (защита от короткого замыкания осуществляется предохранителями); коммутационными аппаратами являются контакторы (при ручном управлении) или магнитные пускатели (при дистанционном управлении).

Технически и экономически целесообразные предельные значения РУ являются важнейшим фактором для проекта основной схемы РУ. Необходимо обратить внимание на соотношения между номинальной мощностью и мощностью при коротком замыкании, а также на динамическую и термическую устойчивость при коротких замыканиях в РУ и затраты на сооружение РУ.

Вследствие высокой плотности нагрузки, большого количества потребителей, общих высоких требований к надежности и относительно небольших расстояний в промышленных СЭС подстанции являются элементами, определяющими стоимость всей СЭС. По своему количеству и по количеству ячеек они значительно разнообразнее по объему, чем СЭС коммунального электроснабжения.

От построения основной схемы подстанции зависит возможность питания и распределения электроэнергии в соответствии с требованиями к мощности, качеству и надежности.

Разработка основного соединения осуществляется на основе изображенных на рис. 7.1 функционально-самостоятельных участков П, Р и В. *Связи между функцией и структурой, а также разработка принципиальной основной схемы определяют следующие зависимости:*

- определение числа групп потребителей в соответствии с производственно-технологическими и территориальными условиями, с уровнями

напряжения, а также с требованиями качества и надежности; они являются основой при решении необходимого количества секций сборных шин P_i ;

- учет отказов секций сборных шин P_i вследствие повреждений или плановых прекращений работы, а также их одновременного возобновления является основой при определении необходимого количества резервных секций сборных шин.

- в результате согласования питающих вводов в подстанцию B_i с секциями сборных шин P_i с учетом надежности можно определить количество требуемых источников питания.

При проектировании или разработке проекта имеют место две существенные ступени (рис. 7.2).

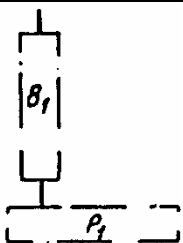
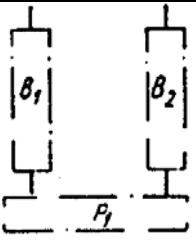
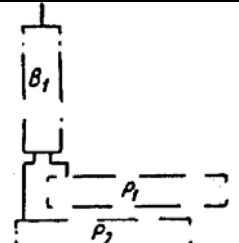
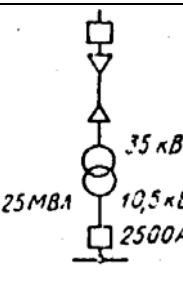
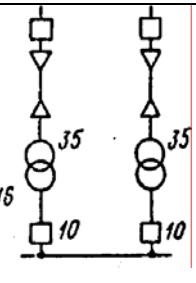
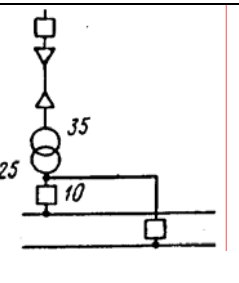
Ступени разработки основных соединений	Основные соединения		
	без резерва	с резервом	
		питания	сборных шин
Принципиальная схема основного соединения			
Технически реализуемая схема основного соединения			

Рис. 7.2. Принципиальные ступени разработки основного соединения

1. Разработка проекта принципиальной основной схемы. Здесь происходит абстрактное рассмотрение отдельных функциональных участков и их комбинаций для разработки необходимых путей потока энергии.

2. Определение параметров техники реализуемой основной схемы. Здесь происходит конкретное рассмотрение отдельных функциональных блоков, т. е. выбор и установление параметров необходимого электро-технического оборудования для определенных значений мощности, надежности и качества при нормальном и аварийном режимах.

7.2. Основные положения по проектированию подстанций 35–220 кВ

Основные положения по проектированию подстанций определены в «Рекомендациях по технологическому проектированию подстанций переменного тока с высоким напряжением 35–750 кВ» [8].

Приведем отдельные требования, касающиеся схем подстанций.

Рекомендации распространяются на вновь сооружаемые, расширяемые, а также подлежащие техническому перевооружению и реконструкции подстанции и переключательные пункты напряжением 35–750 кВ.

Они предназначены для руководителей и специалистов проектных и эксплуатационных организаций электроэнергетики.

Рекомендации по технологическому проектированию подстанций (ПС) определяют основные положения по проектированию ПС и переключательных пунктов (ПП) переменного тока с высшим напряжением 35–750 кВ, включая ПС и распределительные устройства (РУ) заводского изготовления.

Рекомендации распространяются на вновь сооружаемые, расширяемые, а также подлежащие техническому перевооружению и реконструкции (ТПВ и РК) ПС и ПП напряжением 35–750 кВ.

При проектировании указанных ПС с учетом существующих схем РУ, компоновок оборудования, конструкций зданий и вспомогательных сооружений возможны обоснованные отступления от настоящих Рекомендаций. Указанное не распространяется на требования, связанные с техникой безопасности, пожаробезопасностью, экологией.

При проектировании ПС руководствуются Правилами устройства электроустановок, настоящими Рекомендациями, а также другими нормативными документами.

При проектировании подстанций обеспечивается:

- надежное и качественное электроснабжение потребителей;
- внедрение передовых проектных решений, обеспечивающих соответствие всего комплекса показателей подстанций современному мировому техническому уровню;
- высокий уровень технологических процессов и качества строительных и монтажных работ;
- соблюдение требований экологической безопасности и охраны окружающей среды;
- ремонтпригодность применяемого оборудования и конструкций;
- передовые методы эксплуатации, безопасные и удобные условия труда эксплуатационного персонала.

Проектирование новых подстанций выполняется на базе обоснований, содержащих основные технические решения, экономическую оценку эффективности инвестиций, а также финансовые показатели реконст-

руируемой подстанции, в том числе себестоимость передачи электроэнергии, прибыль, рентабельность и срок инвестиций.

Проектирование ПС выполняется на основании:

- схемы развития энергосистемы;
- схемы организации ремонта, технического и оперативного обслуживания (схемы организации эксплуатации) энергосистемы;
- схемы развития средств управления общесистемного назначения, включающей релейную защиту и автоматику аварийного режима (РЗА), противоаварийную автоматику, а также схемы развития систем диспетчерского управления и систем учета энергии и мощности;
- схемы организации плавки гололеда на ВЛ в прилегающем к ПС районе.

Из схем развития энергосистемы и сетей района принимаются следующие исходные данные:

- район размещения ПС;
- нагрузки на расчетный период по годам и их рост на перспективу с указанием распределения их по напряжениям и категориям (%);
- число, мощность и номинальные напряжения трансформаторов;
- соотношения номинальных мощностей обмоток трехобмоточных трансформаторов;
- уровни и пределы регулирования напряжения на шинах ПС и необходимость дополнительных регулирующих устройств с учетом требований к качеству электроэнергии;
- необходимость, тип, количество и мощность источников реактивной мощности, в том числе шунтирующих реакторов;
- число присоединяемых линий напряжением 35 кВ и выше и их нагрузки (число линий 6, 10 кВ и их нагрузки – по данным заказчика);
- рекомендации по схемам электрических соединений ПС;
- режимы заземления нейтралей трансформаторов;
- места установки, число и мощность шунтирующих реакторов и других защитных средств ограничения перенапряжения в сетях 110 кВ и выше;
- места установки, число и мощность дугогасящих реакторов для компенсации емкостных токов в сетях 35 кВ и выше (для сети 6, 10 кВ – по данным заказчика);
- требования по обеспечению устойчивости электропередачи (энергосистемы);
- требования к схемам управления общесистемного назначения;
- расчетные значения токов однофазного и трехфазного КЗ с учетом развития сетей и генерирующих источников на срок до 10 лет, считая от предполагаемого срока ввода ПС в эксплуатацию, а также мероприятия по ограничению токов КЗ.

Из схем организации ремонта, технического и оперативного обслуживания (схем организации эксплуатации) энергосистем принимаются следующие исходные данные:

- форма и структура ремонтно-эксплуатационного обслуживания и оперативно-диспетчерского управления ПС;
- технические средства для ремонтно-эксплуатационного обслуживания и оперативно-диспетчерского управления ПС;
- граница раздела обслуживания объектов различными энергообъединениями и энергопредприятиями.

Из схем организации плавки гололеда на ВЛ в прилегающем к ПС районе принимаются следующие исходные данные:

- необходимость и способ плавки гололеда на проводах и тросах ВЛ, отходящих от ПС;
- количество устанавливаемых на ВЛ дистанционных сигнализаторов гололедообразования.

Из схем управления общесистемного назначения принимаются следующие данные:

- объемы реконструкции устройств релейной защиты и вторичных цепей самой ПС (при расширении и модернизации) и ПС прилегающей сети;
- объемы реконструкции средств противоаварийной автоматики (ПА), автоматического регулирования частоты и мощности (АРЧМ), напряжения (АРН) прилегающей сети;
- данные о необходимости установки дополнительных коммутационных аппаратов, измерительных трансформаторов.

Проект (рабочий проект) ПС выполняется на расчетный период (5 лет с момента предполагаемого срока ввода в эксплуатацию), а также с учетом перспективы ее развития.

При проектировании ПС рассматриваются вопросы по приведению схемы прилегающей электрической сети и ее отдельных элементов в соответствие с:

- выполненной и утвержденной схемой развития электрических сетей энергосистемы или ее отдельных элементов;
- обеспечением требований законодательства в области охраны окружающей среды и сбережения энергоресурсов.

В распределительной сети энергосистемы новое строительство и техническое перевооружение существующей сети направлено на обеспечение:

- необходимой надежности построения схем электрической сети, при которой обеспечиваются нормативные требования;

- инструкций, касающихся внешнего электроснабжения отдельных потребителей (групп потребителей);
- оптимизации работы электрической сети путем обеспечения условий регулирования напряжения (установка трансформаторов с РПН и др.), при которых достигается надлежащее качество напряжения у потребителей в нормальных и расчетных послеаварийных режимах работы электрической сети;
- ограничения токов к. з.

Выбор площадки для строительства ПС производится в соответствии с требованиями земельного, водного законодательства, законодательными актами по охране природы и использованию природных ресурсов на основании схемы развития электрических сетей района или схемы электроснабжения конкретного объекта и проектов планировки городов и поселков. Площадка ПС по возможности размещается вблизи центра электрических нагрузок, дорог, населенных пунктов, как правило, на непригодных для сельскохозяйственного использования землях.

Схемы электрических распределительных устройств напряжением 6–750 кВ выбираются с учетом схем развития энергосистемы, электроснабжения объекта и других внестадийных работ по развитию электрических сетей. На ПС могут использоваться 2 и более трансформаторов, устанавливаются, как правило, трехфазные трансформаторы.

Применяемые трансформаторы поставляются с устройством автоматического регулирования напряжения под нагрузкой. На стороне высшего напряжения (ВН) силовых трансформаторов подстанций 35, 110 кВ не используются предохранители. На стороне 6 и 10 кВ предусматривается, как правило, раздельная работа трансформаторов. Степень ограничения токов к. з. определяется с учетом применения наиболее легкого оборудования, кабелей и проводников. При необходимости компенсации емкостных токов в сетях 35, 10 и 6 кВ на ПС устанавливаются дугогасящие заземляющие реакторы с плавным или ступенчатым регулированием индуктивности.

Выбор электротехнического оборудования осуществляется на основе исходных данных о примыкающих электрических сетях, особых условиях окружающей среды, данных по росту нагрузок, передаваемой мощности, развитию электрических сетей на расчетный период и учета перспективы развития ПС на последующий период. Мощность трансформаторов выбирается так, чтобы при отключении наиболее мощного из них на время ремонта или замены оставшиеся в работе (с учетом их допустимой по техническим условиям на трансформаторы перегрузки и резерва по сетям среднего напряжения (СН) и низшего напряжения (НН)) обеспечивали питание нагрузки. При выборе типов выключателей рекомен-

дуются руководствоваться следующим: в открытом РУ 110 кВ и выше предусматриваются выключатели наружной установки отечественного или импортного производства; в закрытом РУ 110 кВ должны, как правило, устанавливаться КРУЭ; в ОРУ 35 кВ – элегазовые или вакуумные выключатели; в РУ 6 и 10 кВ – шкафы КРУН с вакуумными или элегазовыми выключателями. При замене выключателей, отслуживших свой срок (напряжением 35 кВ и выше), применяются, как правило, элегазовые выключатели.

Разрядники в качестве средств защиты от перенапряжений на вновь проектируемых ПС 110–750 кВ не применяются. Количество комплектов и место установки ОПНЗ–750 кВ выбираются в соответствии с требованиями ПУЭ. ОПН устанавливаются для защиты трансформаторов, автотрансформаторов и шунтирующих реакторов в цепи их присоединений до выключателя. Проектирование заземляющих устройств выполняется в соответствии с нормированием по допустимому напряжению прикосновения либо по допустимому сопротивлению растекания.

ПС 35–750 кВ сооружаются, как правило, открытого типа.

ПС 35 и 110 кВ преимущественно проектируются комплектными, заводского изготовления. Применение некомплектных подстанций обосновывается проектом.

Сооружение закрытых ПС напряжением 35–220 кВ предусматривается в случаях:

- расположения ПС глубокого ввода с трансформаторами 16 МВ А и более на селитебной территории городов;
- расположения ПС на территории городов, когда это диктуется градостроительными соображениями;
- расположения ПС в районах с большими снежными заносами, в зонах сильных промышленных уносов и в прибрежных зонах с сильнозагрязненной атмосферой;
- необходимости снижения уровня шумов до допустимых пределов.

РУ 6 и 10 кВ для комплектных трансформаторных ПС выполняются в виде КРУН или КРУ, устанавливаемых в закрытом помещении.

РУ 6 и 10 кВ закрытого типа могут применяться:

- в районах, где по климатическим условиям, условиям загрязнения атмосферы или наличия снежных заносов и пыльных уносов невозможно применение КРУН;
- при числе шкафов более 25;
- для размещения КРУ СН ПС 500 кВ и выше;
- при наличии обоснования.

На ПС 35–330 кВ с упрощенными схемами на стороне ВН с минимальным количеством аппаратуры, размещаемых в районах с загрязнен-

ной атмосферой, рекомендуется открытая установка оборудования ВН и трансформаторов с усиленной внешней изоляцией. Закрытая установка возможна при обосновании.

Уровень изоляции оборудования ОРУ выбирается в зависимости от степени загрязнения атмосферы природными или производственными уносами.

ЗРУ 35–330 кВ применяются в районах:

- с загрязненной атмосферой, где применение ОРУ с усиленной изоляцией или аппаратурой следующего класса напряжения с учетом ее обмыва не эффективно, а удаление ПС от источника загрязнения экономически нецелесообразно;

- требующих установки оборудования исполнения ХЛ при отсутствии такого исполнения;

- стесненной городской и промышленной застройки;

- с сильными снеготаносами и снегопадами, а также с особо суровыми климатическими условиями и при стесненных площадках при соответствующем технико-экономическом обосновании;

- где необходимо снижение уровня шумов до допустимых пределов.

На всех ПС устанавливаются не менее двух трансформаторов собственных нужд мощностью не более 630 кВА и выше. Для сети собственных нужд переменного тока принимается напряжение 380/220 В системы TN-C или TN-C-S. Питание сети оперативного тока от шин собственных нужд осуществляется на выходе 220 В.

Кабели, прокладываемые в пучках или в расположении общеподстанционного пункта управления (ОПУ), используются с изоляцией, не распространяющей горение (с индексом НГ).

На ПС 110 кВ и выше, как правило, применяется оперативный постоянный ток (ОПТ) напряжением 220 В. Источником напряжения ОПТ служит аккумуляторная батарея (АБ), работающая с зарядно-подзарядным агрегатом (ЗПА) в режиме постоянного подзаряда.

На ПС используется выпрямленный оперативный ток и переменный оперативный ток.

В проекте ПС должны быть решены в соответствии с ПУЭ и «Рекомендациями...» [8] следующие вопросы:

- управление, автоматика и сигнализация;
- оперативная блокировка неправильных действий при переключениях в электроустановках;

- релейная защита;

- противоаварийная автоматика;

- автоматизированное управление, АСУТП, диспетчерское управление;

- средства связи;

- вспомогательные сооружения (масляное, пневматическое и газовое хозяйство);
- водоснабжение, канализация, противопожарные мероприятия, отвод масла;
- ремонт, техническое и оперативное обслуживание;
- охранные мероприятия и биологическая защита;
- учет электроэнергии;
- охрана окружающей среды.

Классы точности коммерческих счетчиков активной электроэнергии для различных объектов учета приведены в табл. 7.1.

Таблица 7.1

Объект учета электроэнергии	Класс точности счетчиков, не ниже
Линия электропередачи напряжением 220 кВ и выше	0,2
Трансформаторы мощностью 63 МВА и более	0,2 (0,5)
Линии электропередачи напряжением 35–150 кВ	0,5
Линии электропередачи и вводы напряжением 6–10 кВ с присоединенной мощностью 5 МВт и более	0,5
Прочие объекты учета	1(2)

Классы точности счетчиков технического учета активной электроэнергии для различных объектов учета приведены в табл. 7.2.

Класс точности счетчиков технического учета реактивной электроэнергии может выбираться на одну ступень ниже соответствующего класса точности счетчиков технического учета активной электроэнергии.

Таблица 7.2

Объект учета электроэнергии	Класс точности счетчиков, не ниже
Линии электропередачи напряжением 110 кВ и выше	0,5
Трансформаторы мощностью 10 МВА и более	0,5
Линии электропередачи и вводы напряжением 6–10–35 кВ	1
Прочие объекты учета	2

7.3. Основные требования, предъявляемые к схемам подстанций 35–220 кВ

Основные требования (часть их для примера приведена ниже), предъявляемые к первичным схемам подстанций в соответствии с работой 14198тм-Т1 **закljučаются в следующем** [14].

Схемы РУ подстанций при конкретном проектировании разрабатываются на основании схем развития энергосистемы, схем электроснабже-

ния района или объекта и других работ по развитию электрических сетей и *должны*:

- обеспечить требуемую надежность электроснабжения потребителей ПС в соответствии с категориями электроприемников и транзитных потоков мощности по межсистемным и магистральным связям в нормальном и послеаварийном режимах;

- учитывать перспективу развития ПС;

- учитывать требования противоаварийной автоматики;

- обеспечивать возможность и безопасность проведения ремонтных и эксплуатационных работ на отдельных элементах схемы без отключения смежных присоединений;

- обеспечивать наглядность, экономичность и автоматичность.

Схемы РУ должны предусматривать вывод выключателей и отделителей в ремонт, осуществляемый:

- для всех схем РУ напряжением 6...35 кВ, а также для блочных и мостиковых схем РУ напряжением 110, 220 кВ (за исключением цепи, по которой осуществляется транзит мощности) – путем временного отключения цепи, в которой установлен ремонтируемый аппарат;

- для мостиковых схем РУ напряжением 35–220 кВ – путем применения ремонтных перемычек, за исключением случаев, когда перемычки отсутствуют;

- для схем со сборными шинами РУ напряжением 110, 220 кВ – путем применения обходных выключателей, за исключением случаев, когда обходная система шин отсутствует;

- для схем РУ напряжением 6–220 кВ – путем установки подменного выключателя, если применяется такой тип выключателя (схемы с выкатными выключателями, КРУЭ);

- для схем РУ напряжением 330...750 кВ (кроме схемы блока 330, 500 кВ), а также 110–220 кВ по схеме четырехугольника – отключением выключателя без отключения присоединения.

Число одновременно срабатывающих выключателей в пределах РУ одного напряжения должно быть не более:

- при повреждении линии – двух;

- при повреждении трансформаторов напряжением до 500 кВ – четырех, 750 кВ – трех.

Сравнение конкурирующих вариантов схем, намеченных на основании перечисленных требований, и их окончательный выбор производится на основании технико-экономических расчетов с учетом показателей надежности.

Общие указания по применению типовых схем.

Схемы РУ, указанные в схеме развития энергосистемы, электрических сетей района, города или электроснабжения объекта, являются предварительными и выбираются при конкретном проектировании ПС.

Число трансформаторов, устанавливаемых на ПС, принимается, как правило, не более двух.

При наличии на ПС более двух трансформаторов они могут подключаться к РУ одного напряжения одновременно обмотками СН одних и обмотками ВН других трансформаторов.

При установке 4-х автотрансформаторов 330–750 кВ, например, когда на ПС требуются два средних напряжения, допускается присоединение их на стороне ВН попарно, через один выключатель с установкой разъединителя в цепи каждого автотрансформатора. При этом управление разъединителями рекомендуется включать в схему автоматики, обеспечивающую при повреждении одного из автотрансформаторов отключение в бестоковую паузу поврежденного автотрансформатора с помощью разъединителя.

Схемы с отделителями допустимо применять только на напряжении 110 кВ в случае, когда заказчик не может обеспечить укомплектование ПС требуемым количеством выключателей и за исключением следующих случаев:

- в РУ, расположенных в зонах холодного климата по ГОСТ 15150–69, а также в особо гололедных районах,
- в районах с сейсмичностью более 6 баллов по шкале MSK-64,
- когда действие отделителей и короткозамыкателей приводит к выпадению из синхронизма синхронных двигателей у потребителя или нарушению технологических процессов,
- на ПС транспорта и добычи нефти и газа;
- для присоединения трансформаторов мощностью более 25 МВА,
- в цепях трансформаторов, присоединенных к линиям, имеющим ОАПВ.

В схемах без выключателей в цепях трансформаторов для обеспечения отключения головного выключателя питающей линии при повреждении трансформатора применяются следующие решения:

- короткозамыкатели в одной фазе – для сетей 110 кВ;
- передача сигнала на отключение выключателя с применением устройства телеотключения или по кабелям.

Применение передачи отключающего сигнала должно иметь технико-экономическое обоснование. В целях резервирования для РУ напряжением 110 кВ допускается установка короткозамыкателя.

Допустимость применения короткозамыкателей на вновь сооружаемых ПС, питаемых от действующих ПС с воздушными выключателями, не соответствующими ГОСТ 678–78 для 110 кВ, и расположенных на расстоянии до 4 км от последних, подлежит проверке по условиям отключения не удаленных коротких замыканий головным выключателем.

При применении типовых схем для конкретного объекта подлежат определению:

- типы, количество и технические параметры основного оборудования и ошиновки (с учетом исключения повреждений трансформаторов напряжения от феррорезонансных перенапряжений);
- количество воздушных и кабельных линий;
- необходимость и места установки регулирующих и компенсирующих устройств, токоограничивающих и дугогасительных реакторов, а также схемы их присоединения;
- режимы нейтралей трансформаторов всех классов напряжений,
- необходимость высокочастотной обработки линий и количество обрабатываемых фаз;
- необходимость установки искателей повреждений и устройств для плавки гололеда на проводах и тросах ВЛ.

Указания по применению блочных схем.

Блочные схемы применяются на стороне ВН тупиковых ПС до 500 кВ включительно или ответвительных ПС, присоединяемых к одной или двум линиям до 220 кВ включительно.

Схема 1 (блок линия-трансформатор без коммутационного оборудования или с разъединителем) применяется на напряжении 35...330 кВ при питании линией, не имеющей ответвлений, одного трансформатора. При этом, для защиты линии и оборудования РУ напряжением 330 кВ с трансформаторами любой мощности и РУ напряжением 110 кВ, 220 кВ с трансформаторами мощностью более 25 МВА предусматривается передача отключающего сигнала; для защиты оборудования РУ напряжением 35...220 кВ с трансформаторами мощностью 25 МВА и менее допускается использование релейной защиты линии со стороны питающего конца, обеспечивающей отключение линии при коротком замыкании на ней и части обмотки трансформатора без выдержки времени, а при коротком замыкании, на остальной части обмотки трансформатора – выдержкой времени второй ступени.

При кабельном вводе в трансформатор разъединитель и ВЧ обработка не предусматриваются.

Схема 3 (см. табл. 7.3 – блок линия-трансформатор с отделителем) применяется на напряжении 110 кВ и трансформаторах мощностью до 25 МВА при необходимости автоматического отключения поврежденного трансформатора от линии, питающей несколько ПС.

РУ по схемам 1 и 3 (см. табл. 7.3) могут развиваться за счет установки аналогичного блока без перемычки на ВН. Такое решение рекомендуется применять в условиях интенсивного загрязнения и при ограниченной пло-

щади застройки. Применение одното трансформаторной ПС допускается при обеспечении требуемой надежности электроснабжения потребителей.

Схема 4 (см. табл. 7.3 – два блока с отделителями и неавтоматической перемычкой со стороны линий) применяется на напряжении 110 кВ и трансформаторах мощностью до 25 МВА.

В зависимости от схем сети начальным этапом развития схемы 4 возможна схема укрупненного блока (блок линия–2 трансформатора) на напряжении 110 кВ с отделителями и на напряжении 35, 220 кВ с выключателями – схема 4Н.

При одной линии и двух трансформаторах разъединители в перемычке допускается не устанавливать.

Схемы 3Н (блок линия-трансформатор) с выключателем и 4Н (два блока линия-трансформатор с выключателями в цепях трансформаторов и неавтоматической перемычкой со стороны линии) применяются в соответствии с пп.1.3.4 [14]. Схема 3Н применяется на напряжении 35–220, 500 кВ, а схема 4Н – на напряжении 35–220 кВ.

В схеме 3Н (блок линия – трансформатор 500 кВ с выключателем) допустима установка двух параллельно включенных выключателей при условии дальнейшего развития схемы, например, при освоении новых типов выключателей или их приводов.

В схеме 35-3Н и 35-4Н допускается устанавливать ТН в трех фазах при наличии обоснования.

В схемах 3Н, 4Н при применении на ПС системы выпрямленного оперативного тока допускается устанавливать ТН между выключателем и силовым трансформатором.

Указания по применению мостиковых схем.

Мостиковые схемы применяются на стороне ВН ПС 35...320 кВ при необходимости осуществления секционирования линий и мощности трансформаторов до 63 МВА включительно.

На напряжении 110...220 кВ мостиковые схемы применяются, как правило, с ремонтной перемычкой; при соответствующем обосновании перемычка может не предусматриваться. На напряжении 35 кВ при электрификации сельских сетей перемычка, как правило, не предусматривается.

Схема 5 (см. табл. 7.3 – мостик с выключателем в перемычке и отделителями в цепях трансформаторов) применяется на напряжении 110 кВ и трансформаторах мощностью до 25 МВА включительно.

В зависимости от схемы сети начальным этапом развития схемы 5 возможна схема укрупненного блока на напряжении 110 кВ с отделителями и, при соответствующем обосновании, с выключателями.

Схемы 5Н (см. табл. 7.3 – мостик с выключателями в цепях трансформаторов и ремонтной перемычкой со стороны линий) и 5АН (мостик с выключателями в цепях трансформаторов и ремонтной перемычкой со сторо-

ны трансформаторов), применяются в соответствии с условиями, изложенными выше, на напряжении 35-220 кВ. Применение схемы 5 с заменой отделителей на выключатели на вновь сооружаемых ПС не рекомендуется.

При необходимости секционирования сети на данной ПС в режиме ремонта любого выключателя предпочтительнее применять схему 5АН.

Схемы 5, 5Н, 5АН (см. табл. 7.3) могут быть применены при установке на первом этапе развития ПС одного трансформатора. Количество выключателей при этом определяется технической необходимостью.

Общепринятое по работе [14]: 14198тм-Т1 обозначение схем распределительных устройств 110 кВ приведено ниже в табл. 7.3.

Таблица 7. 3

Наименование схемы	Номер схемы
Блок (линия-трансформатор) с разъединителем	110-1
Блок (линия-трансформатор) с отделителем	110-3
Блок (линия-трансформатор) с выключателем	110-3Н
Два блока с отделителями и неавтоматической перемычкой со стороны линий	110-4
Два блока с выключателями и неавтоматической перемычкой со стороны линий	110-4Н
Мостик с выключателем в перемычке и отделителями в цепях трансформаторов	110-5
Мостик с выключателями в цепях трансформаторов и ремонтной перемычкой со стороны линий	110-5Н
Мостик с выключателями в цепях трансформаторов и ремонтной перемычкой со стороны трансформаторов	110-5АН
Заход-выход	110-6
Четырехугольник	110-7
Одна рабочая, секционированная выключателем, и обходная системы шин	110-12
Две рабочие и обходная системы шин	110-13
Две рабочие, секционированные выключателями, и обходная системы шин, с двумя обходными и двумя шиносоединительными выключателями	110-14

В работе [14] даны схемы по другим направлениям от 35 кВ до 750 кВ. В настоящей книге приведены для примера номера схем 110 кВ.

7.4. Выбор комплектной подстанции 110 кВ завода «Группа компаний «Электрощит»-ТМ Самара»

Предположим, что проектная организация получила техническое задание на проектирование двухтрансформаторной подстанции мощностью 2×10 МВА напряжением 110/10 кВ в Саратовской области. По условиям нашего примера, проектировщики участвовали совместно с заказчиком в подготовке задания и определили технико-экономическими расчетами основные параметры подстанции: мощность и число трансформаторов, напряжение и место расположения объекта, экономическую эффективность

по укрупненным показателям стоимости 1 кВА установленной мощности трансформаторной подстанции.

При проектировании подстанции необходимо решить все вопросы, изложенные в предыдущих разделах настоящей книги и указанных нормативных документах.

В результате проектирования заказчику должна быть выдана проектно-сметная документация в полном объеме в соответствии с заданием и договором. Для принятого здесь примера объем планово-сметной документации (ПСД) на бумажном носителе должен составлять порядка 8 томов. Очевидно, что в настоящей книге нет возможности привести в качестве примера содержание реального проекта. Поэтому приведем минимально возможный порядок выбора подстанции и основных действий проектировщика.

После проработки и составления задания проектировщик самостоятельно или совместно с заказчиком определяет завод-изготовитель подстанции. Допустим, по условиям поставки и транспортировки, качеству оборудования и другим показателям выбирается «Группа компаний «Электроцит»-ТМ Самара». Следующим шагом должен быть выбор типа подстанции. Заданным условиям подходит КТПБ-110/10 кВ. Выбрав данный тип изделия (объекта), проектировщик выполняет технико-экономическое сравнение вариантов, одним из которых является принятый. Убедившись в экономической выгоде, проектировщик делает следующий шаг и выбирает основное оборудование по его техническим показателям и соответствию конкретным условиям, например, номинальным токам нагрузки и токам к. з. При этом делаются несложные промежуточные экономические расчеты и сравнение стоимости принимаемого оборудования и аналогичного.

Далее уточняется необходимая мощность, делается выбор трансформатора (основного силового), выполняется компоновка подстанции с учетом всего выбранного оборудования, уточняется состав рабочего проекта. Разрабатываются основные чертежи генплана, размещение самой подстанции и оборудования на ее территории.

Здесь предполагается, что расположение подстанции было определено перспективной схемой развития города или холдинга (допустим, дочернего ОАО РАО «ЕЭС России», в нашем примере это ОАО «Саратовэнерго»). По объему рабочие чертежи составляют значительную часть всей ПСД. Выполняется рабочая документация по всем разделам несколькими проектировщиками, специализирующимися по отдельным видам работ: электротехнические решения, строительные чертежи, релейная защита и автоматика, связь, охрана окружающей среды и другие. Все чертежи выполняются в завершенном виде. При необходимости, делаются различные технические и сравнительные экономические расчеты.

Рабочие чертежи выполняются в соответствии со стандартами и правилами (часть которых указана в приложениях настоящей книги).

В завершение составляется сметный расчет с локальными и объектными сметами и окончательный расчет экономической эффективности. Основные экономические показатели заносятся также в общую пояснительную записку рабочего проекта.

Пример краткого изложения порядка выбора электрооборудования и главной схемы электрических соединений целесообразно начать с краткой характеристики завода-изготовителя подстанций, выпускающего несколько типов подстанций (см. приложение № 10), а закончить приведением опросного листа (форма дается в заводской информации).

Общие сведения о заводе «Электроцит» и подстанциях

Завод «Электроцит» осуществляет поставки 7 комплектных трансформаторных блочных модернизированных подстанций КТПБ(М) классов напряжений 35, 110 и 220 кВ.

Указанные подстанции рассматриваются как сооружения, строительство и монтаж которых в каждом случае осуществляются на основании проекта и привязки, выполняемых проектной организацией.

Подстанции имеют характерные особенности, которые позволяют сделать минимальными затраты за весь срок их службы:

- поэтапное расширение и развитие от простых к более сложным схемам без дополнительных работ по реконструкции и перерывов в питании потребителей;
- комплектация высоковольтным оборудованием по всей отечественной номенклатуре, а также номенклатуре зарубежных фирм, включая АВВ, «Шнайдер Электрик», Сименс, совместное предприятие АВВ–Электротяжмаш и др.

Оборудование по своим техническим данным удовлетворяет последним нормам МЭК и ГОСТ.

Подстанции надежно работают по всем действующим в стране типовым схемам электрических соединений (см. работу «ЭСП» 14198 тм – Т1, выдержки из которой даны в разделе 7.3).

Подстанции обеспечивают электроснабжение различных потребителей, в том числе:

- энергетические системы России и стран СНГ;
- нефтегазодобывающие отрасли;
- городские и сельские электрические сети.

Простота и компактность конструкций блоков со смонтированными вспомогательными цепями и наличие укрупненных узлов, готовых к монтажу, позволяют сделать коротким срок монтажа.

Подстанции всех напряжений телемеханизированы, с микропроцес-

сорными системами защит и централизованным управлением электрическими сетями.

Дальнейшее техническое развитие подстанций, разрабатываемых и изготавливаемых ОАО «Самарский завод «Электрощит», направлено на:

- расширение области применения в результате создания закрытых комплектных трансформаторных подстанций (ЗКТП) напряжением 110 кВ;
- создание в ближайший период, в случае заинтересованности потенциальных потребителей, закрытых подстанций 35 кВ.

Назначение

КТПБ(М) 35, 110 и 220 кВ предназначены для приема, преобразования и распределения электрической энергии трехфазного переменного тока промышленной частоты 50 и 60 Гц.

КТПБ(М) 35-220 кВ рассчитаны для работы в условиях:

- высота установки над уровнем моря – не более 1000 м;
- температура окружающего воздуха по ГОСТ 15150-69 для КТПБ(М) 35-220 кВ – от минус 60 до плюс 40 °С (У1, ХЛ1);
- область применения по ветру и гололеду I–IV район в соответствии с ПУЭ;
- механические факторы внешней среды – по группе условий эксплуатации М1 по ГОСТ 17516.1-90;
- тип атмосферы – II по ГОСТ 15150-69;
- сейсмостойкость – 8 баллов по шкале MSK-64;
- категория изоляции высоковольтных аппаратов – А (I), Б (II*) по ГОСТ 9920-89.

Сравнивая условия климата, атмосферы и сейсмостойкости с условиями, на которые рассчитана выбираемая КТПБ(М) – 110/10 кВ, проектировщик должен сделать вывод, что принимаемая к строительству ПС соответствует местным реальным условиям: схема 110-5АН (рис. 7.3).

Структуру условного обозначения КТПБ(М)35-220кВ см. на рис. 7.4.

Пример условного обозначения:

КТПБ(М)-220-5Н-Т/110-12-Т/10-2×63000-59-А-2-85-У1 ТУ34-13-10922-85 расшифровывается: комплектная трансформаторная подстанция блочная модернизированная – **КТПБ(М)**, на стороне высшего напряжения номинальное напряжение – **220** кВ, номер схемы – **5Н**, условное обозначение типа выключателя ВМТ-220кВ – **Т**; на стороне среднего напряжения номинальное напряжение **110** кВ, номер схемы – **12**, условное обозначение типа выключателя ВМТ-110 кВ – **Т**; номинальное напряжение стороны низшего напряжения – **10** кВ, количество и мощность силовых трансформаторов – **2 × 63000** кВА, условное обозначение типа ячеек КРУ

– **К-59**, категория внешней изоляции оборудования – **А**, без ОПУ заводской поставки – **2**, год разработки изделия – **1985**, климатическое исполнение и категория размещения – **У1**, номер заводских технических условий – **ТУ 34-13-10922-85**.

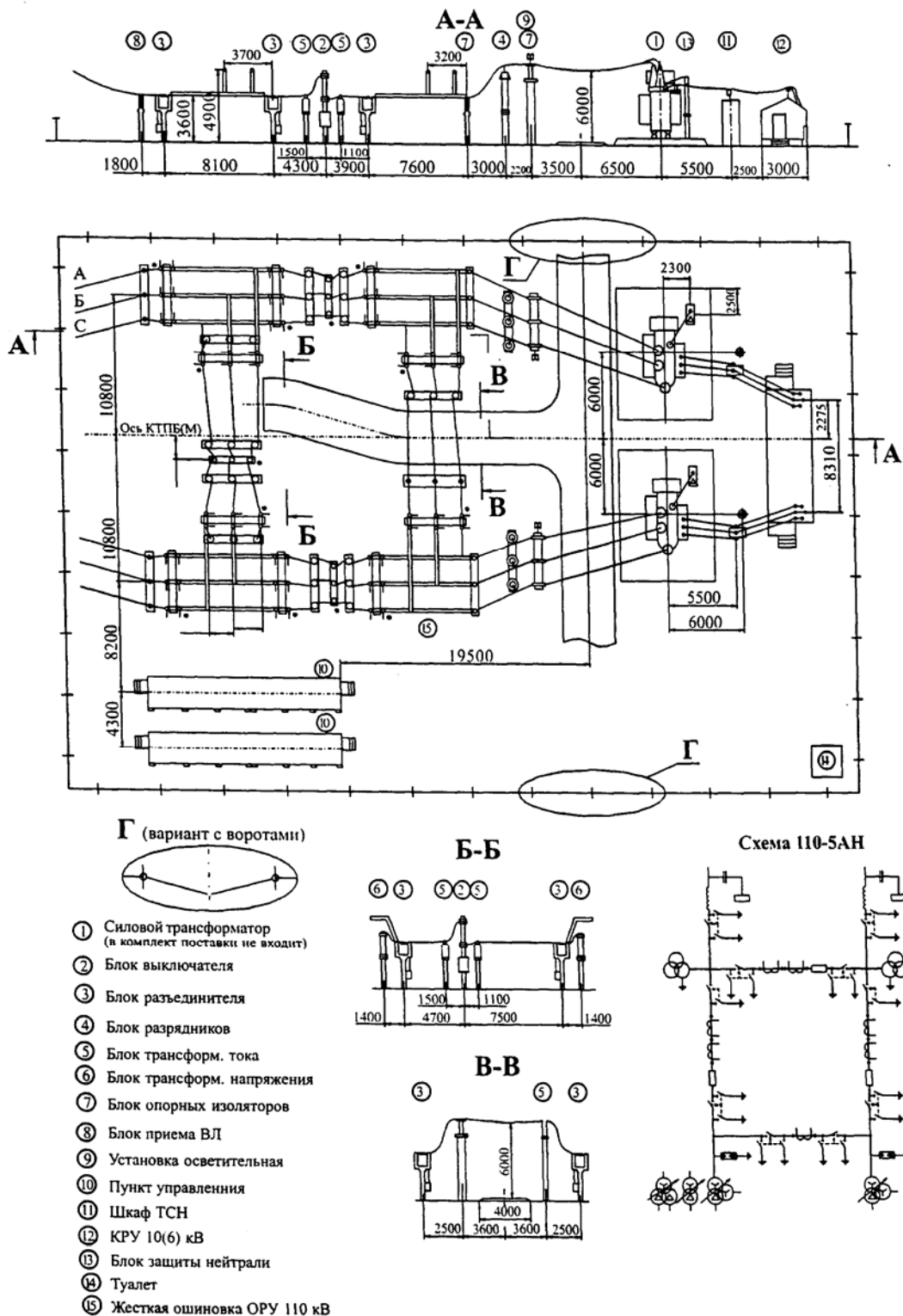
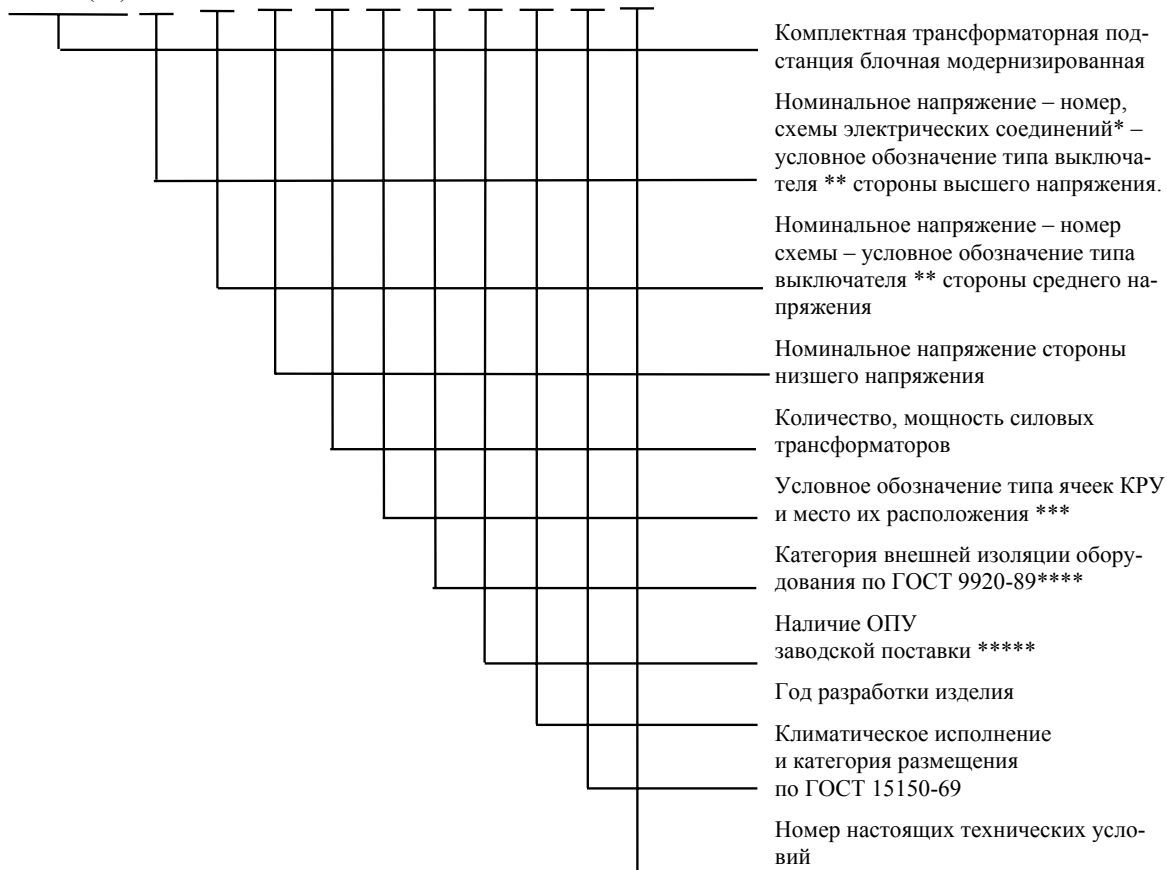


Рис. 7.3. План и разрезы подстанции

КТПБ(М)



1. * Номера схем электрических соединений стороны среднего и стороны высшего напряжений.

2. ** Условные обозначения типов выключателей стороны среднего и стороны высшего напряжений приняты следующие:

В – ВБН-35;	Т – ВМТ-110Б; ВМТ-220Б;	Д – ДТ1-145F1;
К – ВВС-35;	Э – ВГБЭ-35; ВГБЭП-35;	А – ВБНТ-35.
Г – ВГТ-110П;	Б – 1ТВП1 145;	
Б – ВГБ-110;	Н – НРЛ 245;	
У – ВБЭТ-35;	Р – 145РМ40; 242РМК40;	
Х – ВЭБ-110;	М – ВМУЭ-35;	
С – С35М;	Е – ЗАР1-FG123(126);	

3. *** Расположение ячеек КРУ 10(6) кВ на плане подстанции (смотреть на силовой трансформатор со стороны низшего и среднего напряжения): Л – слева, П – справа.

При размещении КРУ между силовыми трансформаторами и ОРУ индекс опускается.

4. **** Категория внешней изоляции оборудования:

А (I) – нормальная (удельная длина пути утечки – не менее 2,0 см/кВ);

Б (II*) – усиленная (удельная длина пути утечки – не менее 2,25 см/кВ).

5. ***** Наличие ОПУ:

1 – ОПУ заводской поставки;

2 – без ОПУ заводской поставки.

Рис. 7.4. Структура условного обозначения КТПБ(М)35-220кВ

Технические характеристики

Технические параметры КТПБ(М) 35–220 кВ представлены в табл. 7.4.

Таблица 7.4

Наименование	Величина параметра				
	220 кВ	110 кВ	35 кВ	20 кВ	10(6) кВ
1. Номинальная мощность силового трансформатора, кВА	2000 125000	2500 40000	–	–	–
2. Номинальное напряжение, кВ	220	110	35	20	10(6)
3. Номинальный ток главных цепей, А	630	630	630	630	1000...260 0
4. Номинальный ток сборных шин, А	1000	1000...20 00	630	630	1000...260 0
5. Ударный ток КЗ, кА	65	65; 81	26	26	52; 81
6. Ток термической стойкости, кА	25	25	10	20	20; 31,5
7. Номинальное напряжение вспомогательных цепей					
– переменного тока, В	380/220	380/220	380/220	380/220	380/220
– постоянного тока, В	220	220	220	220	220

КТПБ(М) 35–220 кВ соответствуют требованиям технических условий ТУ 34-13-10922-85.

Принципиальные схемы главных цепей КТПБ(М) 35–220 кВ соответствуют типовым схемам № 407-03-456.87.

Принципиальные схемы вспомогательных цепей соответствуют действующим типовым решениям и приведены в заводских информационных сообщениях ОГК.143.112-86 «Комплектные подстанции исполнения ХЛ, исполнения У. Вторичная коммутация» и ТИ-003 «Схемы вспомогательных цепей комплектных распределительных устройств серии К-59 и комплектных трансформаторных подстанций типа КТПБ(М) 110-35 кВ» [13, 14, 15, 16].

Компоновки КТПБ(М) 35–220 кВ, т. е. взаимное размещение элементов, учитывают особенности конструкций всех типов применяемого электрооборудования, а также требования к возможности дальнейшего расширения ОРУ и использования на всех этапах строительства и эксплуатации подстанций современных средств механизации работ.

Из перечня оборудования отечественного и импортного производства, предусмотренного в схемах главных цепей КТПБ(М) 35–220 кВ, проектировщик выбирает необходимое оборудование, которое указывается в спецификациях и опросных листах.

Состав подстанции

КТПБ(М) 35–220 кВ состоит из следующих основных элементов:

- 1) силовых трансформаторов (автотрансформаторов);
- 2) линейных регулировочных трансформаторов;

- 3) открытых распределительных устройств (ОРУ) 220, 110, 35(20) кВ;
- 4) комплектного распределительного устройства (КРУ) 10(6) кВ наружной установки;
- 5) фундаментов;
- 6) грозозащиты;
- 7) заземления;
- 8) ограды;
- 9) туалета.

Конструкциями КТПБ(М) 35–220кВ предусматривается установка на подстанции силовых трансформаторов (автотрансформаторов) с выводами и устройствами, расположенными на крышке в соответствии с требованиями ГОСТ11677–85, ГОСТ11920–93, ГОСТ12965–93 и ГОСТ17544–93.

Состав ОРУ 35(20)–220 кВ

ОРУ 35–220 кВ в общем виде состоят из:

- транспортабельных блоков 35, 110, 220 кВ со смонтированными высоковольтными аппаратами, главными и вспомогательными цепями согласно принципиальной электрической схеме на подстанцию;
- общеподстанционного пункта управления;
- жесткой и гибкой ошиновки;
- кабельных конструкций;
- осветительных установок.

В зависимости от главной схемы, электрических соединений и функционального назначения применяются следующие блоки 35 кВ:

- блок линии;
- блок ввода;
- блок шинных аппаратов;
- блок опорных изоляторов;
- блок разъединителя;
- блок трансформатора собственных нужд;
- блок кабельных муфт.

В зависимости от наличия высоковольтных аппаратов в блоке применяются различные схемы вспомогательных цепей.

Чертеж вспомогательной схемы на конкретное исполнение поставляется на каждый заказ в объеме сопроводительной документации. Кабели внешних соединений подключаются к клеммам шкафа и заводятся в шкаф через специальные сальники.

Релейная аппаратура в блоке не устанавливается.

Для ограждения тех токоведущих частей блоков 35 кВ, которые мо-

гут оказаться под напряжением, предусмотрены переносные ремонтные ограждения с приспособлением для их запираания. Четыре комплекта ограждения входят в объем поставки КТПБ(М) с блоками 35кВ.

Блоки 110 кВ и 220 кВ в зависимости от главной схемы электрических соединений и функционального назначения применяются следующие:

- блок разъединителей;
- блок приема;
- блок трансформаторов напряжения;
- блок трансформаторов тока;
- блок выключателя;
- блок заземлителя и ограничителей перенапряжения (разрядников);
- блок опорных изоляторов;
- блок ограничителей перенапряжения (разрядников).

Металлоконструкции блоков 110 кВ имеют общее принципиальное решение, обеспечивающее их унификацию по размерам, применяемым материалам, способу крепления на фундаменты.

Металлоконструкции блоков обеспечивают нормальные условия работы, надежную транспортировку оборудования, обладают достаточной механической прочностью.

КТПБ(М) 110 и 220 кВ по развитым схемам состоят из ячеек, которые по своему назначению делятся на:

- ячейки линий;
- ячейки трансформаторов;
- ячейки шиносоединительного выключателя;
- ячейки обходного выключателя;
- ячейки шиносоединительного и обходного выключателей.

Конструкция ячеек предусматривает возможность набора в любом порядке. Ошиновка ОРУ35–220 кВ.

В ОРУ 35–220 кВ применяются жесткая и гибкая ошиновки.

Жесткая ошиновка предельно унифицирована для всех напряжений и изготавливается из труб алюминиевого сплава, отпайки и перемычки – проводом марки АС или АСКП. Для соединения между собой и с контактными выводами высоковольтных аппаратов на шинах имеются специальные контактные пластины, а для отпайки и перемычек – аппаратные зажимы. Жесткие трубчатые шины имеют с одной стороны узел компенсации, конструкция которого позволяет перемещаться шине в пределах узла на ± 70 мм.

Ошиновка расположена в один или два яруса. Нижний ярус трубчатой ошиновки 35–110 кВ опирается на колонки аппаратов или опорные изоляторы, на нем установлены специальные надставки, на которых за-

креплена ошиновка верхнего яруса.

Гибкая ошиновка применяется для присоединения ячеек ввода 35 кВ и КРУ 6(10) кВ к силовому трансформатору. Количество проводов в фазе и марка провода зависят от величины номинального тока ячейки ввода.

С одного конца провода спрессованы аппаратными зажимами, второй конец спрессовывают на месте монтажа подстанции после уточнения длин проводов. На опорных изоляторах провод закрепляется шинодержателями. При наличии двух и более проводов в одной фазе применяются распорки.

Кабельные конструкции

Прокладка контрольных кабелей по территории подстанции осуществляется в подвесных лотках, проложенных на высоте 2 м от уровня планировки (в качестве опорных конструкций используются каркасы и стойки блоков), и в наземных лотках из сборного железобетона (см. типовой проект № 4.407-267 института «Энергосетьпроект»). Подвесные лотки представляют собой коробчатую конструкцию, открытую снизу. Нижний проем перекрывается съемными планками, на которые укладываются кабели.

Лотки крепятся к опорным металлоконструкциям и стыкуются между собой при помощи вкладышей, которые входят в оба соединяемых лотка. Для перехода кабелей из наземных лотков в подвесные применяются кабельные шахты, устанавливаемые на конструкциях КТПБ(М).

Чертеж раскладки кабельных конструкций входит в комплект товаропроводительной документации завода для каждой КТПБ(М).

Общеподстанционный пункт управления.

Общеподстанционные пункты правления ОПУ-7 и ОПУ-8 представляют собой отдельные помещения с утепленными ограждающими трехслойными панелями, в которых размещены устройства защиты, управления и сигнализации и аппаратура и оборудование высокочастотной связи. Внутренние размеры в плане: – для ОПУ-7 – 6,825×2,35, для ОПУ-8 – 13,65×2,35. Конструкция и масса ОПУ позволяют транспортировать его с завода в полностью собранном виде.

Подробные технические сведения по ОПУ приведены в информационном сообщении ОГК. 143.112–86 «Комплектные подстанции 35–110 кВ исполнения ХЛ, исполнения У. Вторичная коммутация».

Для общего освещения территории подстанции применяются осветительные установки типа ОУ-2, на каждой из которых размещены четыре светильника на высоте около 7 м. Конструкция осветительной установки обеспечивает обслуживание светильников с земли и позволяет заменять лампы без снятия напряжения на подстанции.

Местное освещение выполнено с помощью переносной лампы на напряжение 36 В, входящей в комплект поставки КТПБ(М).

В клеммных шкафах блоков установлены розетки для подключения переносной лампы.

КРУ 10(6) кВ поставляются блоками, в каждом блоке до 6 ячеек.

Блок КРУ состоит из высоковольтной части, смонтированной на жесткой раме, коридора управления и металлической защитной оболочки. Защитная оболочка КРУ исполнения ХЛП выполнена с теплоизоляцией из пенополиуретановых элементов. КРУ поставляются с полностью собранными в пределах блока главными и вспомогательными цепями.

Подробные технические материалы по КРУ приведены в каталогах:

- «Комплектные распределительные устройства напряжением 6–10 кВ наружной установки серии К-59»;
- «Комплектные распределительные устройства напряжением 6–10 кВ наружной установки серии К-61»;
- «Комплектные распределительные устройства напряжением 6–10 кВ серии К-59УЗ»;
- «Комплектные распределительные устройства напряжением 6–10 кВ серии К-63», а также в технических информациях;
- ТИ-003 «Схемы вспомогательных цепей комплектных распределительных устройств серии К-59 и комплектных трансформаторных подстанций типа КТПБ(М) 110–35кВ»;
- ТИ-006 «Комплектные распределительные устройства напряжением 6–10 кВ серии К-59УЗ».

Фундаменты под элементы КТПБ(М) для стационарной установки предусматриваются незаглубленного типа и состоят из железобетонных лежней, укладываемых непосредственно на спланированную поверхность грунта либо на выровненную песчаную подушку. Конструкция КТПБ(М) позволяет применять заглубленные фундаменты: стойки УСО и сваи. В поставку завода фундаменты не входят.

Сборные железобетонные элементы для КТПБ(М) включены в отраслевой каталог «Сборные железобетонные изделия и конструкции», т II, ч. 4, лежни типа ЛЖ, балки типа БУ 15А, плиты НСП-12а изготавливаются по чертежам.

Грозозащита выполняется с помощью стержневых молниеотводов, устанавливаемых на концевых опорах и, при необходимости, на опорах, стоящих отдельно.

Заземление блоков, трансформаторов, шкафов КРУ и других металлических частей, которые могут оказаться под напряжением вследствие повреждения изоляции, осуществляется путем создания электрического контакта их с контуром заземления подстанции. Расчет контура заземления КТПБ(М) выполняется проектной организацией.

Ограда КТПБ(М) 35–220 кВ выполняется из металлических сетча-

тых панелей. В местах возможного проезда устанавливаются съёмные звенья или ворота.

Заказчик в опросном листе оговаривает длину внешней ограды.

КТПБ(М) 35–220 кВ подвергалась сертификационным испытаниям на соответствие требованиям безопасности. Результаты испытаний положительные. Получен сертификат соответствия № РОСС RU МВО 2 В 00015.

Комплектность

В комплект поставки КТПБ(М) 35–220 кВ входят:

- блоки 35(20), 110 и 220 кВ (в нашем примере – на 35 и 110 кВ);
- общеподстанционный пункт управления;
- ошиновка ОРУ-35 кВ, ОРУ-110 кВ;
- кабельные конструкции;
- осветительная установка;
- шкафы КРУ 10(6) кВ, включая шкаф трансформатора собственных нужд;
- грозозащита;
- ограда;
- туалет;
- запасные части, приспособления и принадлежности согласно ведомости ЗИП.

По отдельному заказу изготовителем КТПБ(М) могут поставляться:

- элементы контура заземления;
- силовые трансформаторы и автотрансформаторы с устройствами для их установки;
- выключатели на напряжения 110 кВ;
- трансформаторы тока и напряжения 110 кВ;
- разрядники и ограничители перенапряжения;
- заземляющие и токоограничивающие реакторы;
- трансформаторы собственных нужд;
- оборудование и аппаратура высокочастотной связи и телемеханики.

Оформление заказа

Техническое задание заводу на изготовление КТПБ(М) 35–220 кВ оформляется в виде опросных листов. Опросные листы составляются отдельно на КТПБ(М) в целом, на каждую секцию КРУ 10(6) кВ и на ОПУ, входящие в комплект поставки.

Опросные листы выполняются по установленным формам.

Рекомендации по выполнению проектов привязки

Рекомендации по выполнению проектов привязки КТПБ(М) и чертежей общих видов КТПБ(М) 35–220 кВ изложены в разделе 8 информационного сообщения ОАЩ.143.020 и ТИ–064 «Подстанции типа КТПБ(М) 35–220 кВ. Техническая информация и чертежи».

Далее проектировщик должен выполнить привязку подстанции к местным конкретным условиям и укомплектовать ПСД в соответствии со СНиП 11-01–95, а также передать заказчику в установленный договором срок.

8. Выбор электрооборудования

На примере выбора и оценки разъединителей, выключателей, трансформаторов силовых, ограничителей перенапряжения и других изделий рассмотрим инженерный подход к выбору современного наиболее технологического электрооборудования подстанций. Предполагается, что проектировщик – читатель книги – обладает знаниями и навыками выбора оборудования по показателям назначения, качества и другим, определяемым действующими нормами, поэтому здесь отражены только особенности выбора по условиям технологичности, новизны выпуска заводами. При этом необходимо учесть требования «Концепции технической политики РАО «ЕЭС России», принятой в 2005 г. [40].

8.1. Трансформаторы силовые

Развитие энергосистем России сопровождалось ростом рабочих напряжений и единичной мощности трансформаторов.

В настоящее время в электрических сетях России эксплуатируются силовые масляные трансформаторы на напряжение от 6 до 1150 кВ и номинальной мощностью от 5 до 1200 МВ·А.

Общая мощность установленных на подстанциях 35–750 кВ энергосистем России силовых трансформаторов составляет 575 ГВ·А, из них на подстанциях СВН (330–750 кВ) – 150 ГВ·А. Наибольшая доля по общей мощности приходится на трансформаторное оборудование единичной мощностью 200–300 МВ·А, около половины мощности всех трансформаторов 120 МВ·А и более.

По предельным мощностям и высшим номинальным напряжениям отечественные силовые трансформаторы находятся на мировом уровне, однако, есть некоторое отставание от зарубежного уровня из-за больших потерь, что объясняется качеством отечественной электротехнической стали.

Повреждаемость наших трансформаторов СВН одна из самых низких в мире, однако отдельные типы трансформаторов имеют повышенную повреждаемость, что вызвано отсутствием материалов с необходимыми параметрами: твердой изоляции, уплотнений и комплектующих узлов высокого качества.

В 80-х годах начата частичная разунификация номенклатуры трансформаторов, разработаны трансформаторы с комбинированной трехвариантной системой охлаждения, серия трансформаторов с мощностью обмоток НН и СН ниже номинальной, автотрансформаторы без третичной обмотки.

К концу 80-х годов в стране было около 20 специализирующихся на выпуске трансформаторов заводов, крупнейшим среди них был Запорожский трансформаторный завод (ЗТЗ), который в комплексе со Всесоюзным институтом трансформаторостроения мог изготавливать, испытывать и исследовать мощнейшие трансформаторы на напряжения вплоть до 1150 кВ.

Примером достижения высшего мирового уровня является уникальный по характеристикам и технологическим решениям трансформатор для Рогунской ГЭС (одна из последних разработок ЗТЗ – ПО «Запорожтрансформатор» в рамках СССР). Этот трансформатор (типа ТЦ-666000/500) выполнен сейсмостойким, его габариты позволяют транспортировку в трудных дорожных условиях автотрейлером и размещение на подстанции малой площади, построенной в условиях скальной выработки.

В настоящее время предпринимаются активные меры по разворачиванию производства мощных трансформаторов в России, резко повышено производство трансформаторов I–II габаритов. Налаживается выпуск трансформаторов на напряжения до 500 кВ и мощностью до 400 МВ·А Московским электрозаводом, ОАО «Уралэлектротяжмаш» и ОАО «Трансформатор» (Тольятти).

Парк трансформаторного оборудования наших энергосистем имеет большую долю оборудования, отработавшего установленный стандартами минимальный срок службы. Около 45 % трансформаторов перешло за срок службы 20 лет, а около 30 % – за 25 лет. Опыт показывает, что продление срока службы трансформатора до 30–40 лет возможно при условии грамотного обслуживания, наблюдения за состоянием и своевременного устранения развивающихся дефектов. Существует мнение, что срок службы 45–50 лет следует признать критическим, дальнейшая эксплуатация является неоправданным риском. По результатам обследования большого числа трансформаторов с большими сроками службы, проведенного ОАО «ВНИИЭ», «Техносервис-Электро» и другими организациями, срочного вывода требуют не более 2 % трансформаторов, капитальный ремонт нужен 20–25 % старых трансформаторов, незначительные ремонтные работы нужны для 30–35 %, 40–50 % обследованных трансформаторов могут работать без ограничений.

Из-за практической невозможности замены всех старых трансформаторов на новые требуются меры по поддержанию работоспособности и продлению их срока службы. Одной из таких мер является восстановление и поддержание состояния изоляции с помощью обработки масла в работе, а также очистки изоляции «моющими» маслами. Особо ответственные трансформаторы нуждаются в системах непрерывного контроля состояния в работе.

В приложении № 11 даны для примера характеристики двух распространённых в сетях АО-энерго РАО «ЕЭС России» силовых трансформаторов с высшим напряжением 110 кВ. Наиболее известными заводами-изготовителями являются отечественный в г. Тольятти и украинский в г. Запорожье.

8.2. Выключатели

Мощность и рабочее напряжение коммутационного оборудования являются следствием развития электрических сетей. В 30-х годах отечественными заводами были освоены выключатели на 110, 154 и 220 кВ, к пуску Волжских ГЭС начат выпуск выключателей на 400 кВ.

В электрических сетях России эксплуатируется около 30000 выключателей напряжением от 110 до 750 кВ. Больше половины выключателей – масляные баковые на 110–220 кВ. Такие выключатели серий МКП и У поставлялись в энергосистемы страны с 30-х до 80-х годов заводом «Уралэлектроаппарат». Маломасляные выключатели 110 и 220 кВ ВМТ-110 и ВМТ-220 производства УЭТМ составляют около четверти всего парка. Выпуск этих двух типов выключателей продолжается и в настоящее время. Небольшое число баковых выключателей 110 и 220 кВ поставлено ОАО «Энергомеханический завод».

Воздушные выключатели установлены в сетях всех классов напряжения, на их долю приходится около пятой части всего парка, причем на напряжении 330–750 кВ они составляют основную часть. Воздушные выключатели серий ВВН, ВВ, ВВБ, ВВД, ВНВ выпускались предприятиями «Электроаппарат» и УЭТМ.

Элегазовые выключатели до 1996 г. были в энергосистемах в единичных экземплярах. В соответствии с решением Департамента электрических сетей РАО «ЕЭС России» от 1997 г. начато их внедрение и в настоящее время их число увеличилось до 3 % от общего. Элегазовые колонковые и баковые выключатели поставляются УЭТМ (преимущественно на 110 кВ и токи отключения до 40 кА), а также ведущими зарубежными фирмами – АБВ, Альстом, Сименс.

Распределение выключателей разных типов по классам напряжения показано в табл. 8.1.

Отставание наших выключателей от современного зарубежного уровня весьма значительно, в том числе по массогабаритным показателям, коммутационной способности и особенно ресурсу работы. За рубежом широкое распространение получили элегазовые и вакуумные выключатели, обладающие гораздо более высокими показателями, чем масляные и воздушные, применяемые в наших энергосистемах.

Таблица 8.1

Распределение выключателей различных типов по классам

Тип выключателя	Доля выключателей, % данного класса напряжения, кВ					Общее число выключателей	
	110/154	220	330	500	750	%	шт.
Масляные баковые	58,4	45,0	0	0	0	54,3	14400
Масляные малообъёмные	27,2	17,4	0	0	0	24,3	6500
Воздушные	12,4	35,5	92,8	97,2	100	19,2	5100
Элегазовые	2,0	2,2	7,2	2,8	0	2,2	560

Около 40 % масляных и воздушных выключателей, прежде всего на 110 и 220 кВ, отработало установленный нормативами минимальный срок службы, в том числе 90 % выключателей МКП–110, 40 % выключателей У–110, 30 % выключателей ВВН–110, 40 % выключателей ВВП–220. Выработка ресурса, применение в ненормированных условиях (от 10 до 15 % всего парка), недостатки конструкции, изготовления и эксплуатации привели к недостаточной надежности выключателей в работе и росту повреждаемости. Необходимы дальнейшие разработки методов контроля и диагностики выключателей, особенно при работе под напряжением. Весьма перспективно расширяющееся применение для контроля тепловизионной аппаратуры.

К 2005 г. должны быть заменены 35 % установленных сейчас выключателей 110–750 кВ, к 2010 г. – 45 %, а к 2015 г. – 55 %, всего более 15 тыс. шт. При замене, в первую очередь, должны использоваться элегазовые выключатели, имеющие высокую надежность, высокий коммутационный и механический ресурс, надежно коммутирующие индуктивные и емкостные нагрузки. Их эксплуатация требует минимальных эксплуатационных затрат, в том числе за счет отсутствия воздухоприготовительных установок и маслохозяйств. Предполагается использование отечественных разработок (типы ВГТ–110, ВГК–220, ВГБ–110 и др.), а также выключателей ведущих зарубежных фирм. В зарубежных сетях 110–500 кВ элегазовые выключатели составляют более половины всего парка, а для 750 кВ – 92 %. Среди выключателей, установленных за последние 10 лет за рубежом, доля элегазовых выключателей составляет 93 %.

Вакуумные выключатели типа ВБУЭ(П)3–10 предназначены для коммутации высоковольтных электрических цепей трехфазного пере-

менного тока с изолированной или частично заземлённой нейтралью частоты 50 Гц напряжения 10 кВ в номинальном режиме работы установки и для автоматического отключения этих цепей при коротких замыканиях и перегрузках, возникающих при аварийных режимах.

Выключатель ВБУЭ(П)3–10–31,5/1600У2 применяют при номинальных токах отключения от 20 кА до 31,5 кА и номинальных токах до 1600 А.

Выключатели ВБУЭ(П)3–10–20/1000, ВБУЭ(П)3–10–20/1600 применяют при токах отключения до 20 кА и номинальных токах 1000 А и 1600 А соответственно.

Структура условного обозначения ВБУ дана на рис. 8.1.

Для того чтобы правильно заказать вакуумный выключатель, необходимо заполнить опросный лист, отправить его региональному представителю.

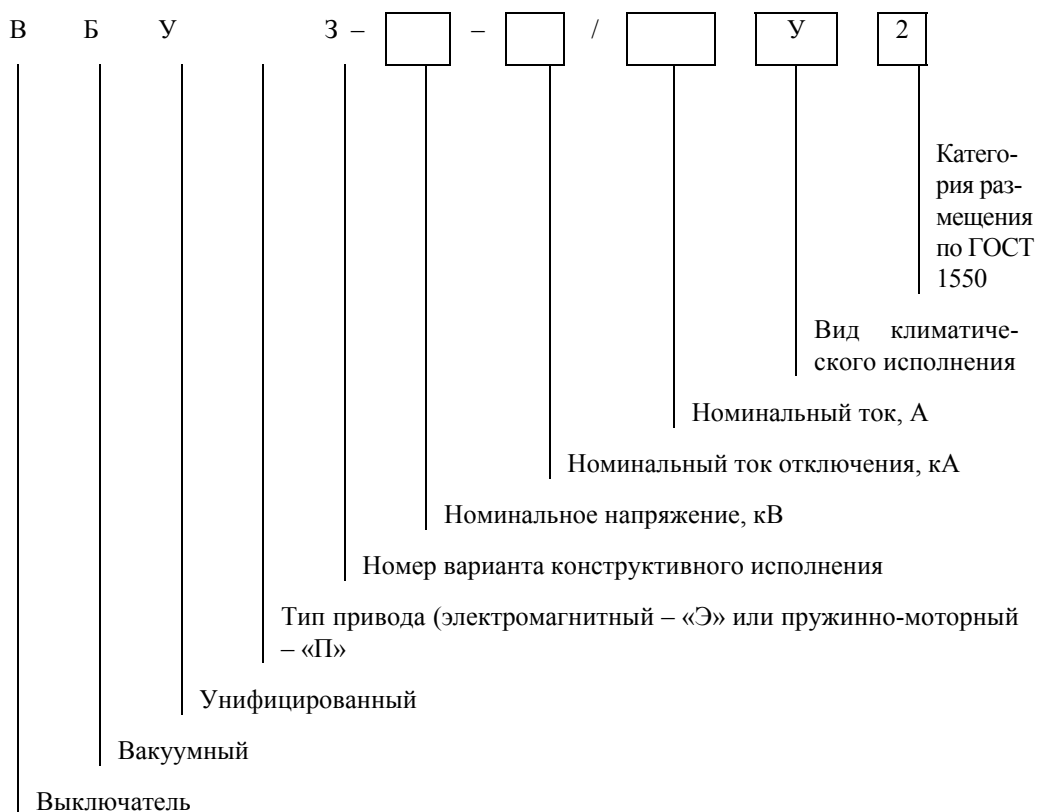


Рис. 8.1. Структура условного обозначения ВБУ

Наиболее важным параметром является ток отключения выключателя. Ток отключения на подстанции получают расчетным путем. Вторым важным параметром является номинальный ток. По номинальному току реко-

мендуется брать выключатель с небольшим запасом, до 950 А номинальный ток выключателя должен быть 1000 А. Если номинальный ток выше 950 А, то рекомендуем брать следующий номинал выключателя: 1600А. Третий параметр – тип нагрузки, которую коммутирует вакуумный выключатель.

Вакуумный выключатель ВБУ изготавливается с двумя типами приводов, пружинно-моторным и электромагнитным. У каждого привода есть достоинства и недостатки. Если анализировать мировой опыт, в распределительных электрических сетях установлены вакуумные выключатели с пружинно-моторными приводами. Эти сети характеризуются достаточно редкими коммутациями, но исключительными требованиями по надежности электроснабжения потребителей.

Пружинно-моторные привода полностью соответствуют этим требованиям, у них меньший в сравнении с электромагнитными приводами коммутационный ресурс, но обеспечено ручное включение выключателя под нагрузку даже при полном отсутствии питания на шинках управления. Кроме того, пружинно-моторные привода потребляют для заводки пружины включения очень маленький ток – 1,5А, это упрощает схему цепей вторичной коммутации ячейки и позволяет обойтись без установки дорогостоящих и требующих обслуживания аккумуляторов или блоков аварийного питания, включения. Электромагнитные привода применяются там, где требуется большой коммутационный ресурс. Это, как правило, различные предприятия с коротким технологическим циклом, индукционные печи в металлургии, различные технологические процессы в химии и нефтехимии и т. д. Важно знать, что в случае, если нагрузкой выключателя является трансформатор или двигатель, возможно возникновение перенапряжений при коммутации, что особенно вредно для двигателей, нужно устанавливать ограничители перенапряжений (ОПН). Если выключатель коммутирует двигатель или трансформатор, необходимо заполнить опросный лист на ограничители перенапряжений.

В приложении № 12 даны характеристики рекомендуемых вакуумных выключателей завода «Электроштит», а в приложениях № 13 и 14 – Саратовского завода «Контакт».

8.3. Разъединители

Парк разъединителей 110–750 кВ в электрических сетях России насчитывает около 120 тыс. шт. Надежность их работы невысока. Особенно частым дефектом являются трещины в фарфоре опорных изоляторов. Выявление таких дефектов успешно решается с помощью акустико-эмиссионного метода, получающего все более широкое распространение. При техническом перевооружении предусматривается замена разъедини-

телей 110–750 кВ на более совершенные, в том числе на разъединители серии РГ (РГН) 110–220 кВ и др.

Известная «Группа компаний «Электрощит» – ТМ Самара» освоила выпуск новых современных разъединителей, которые могут быть рекомендованы к применению в проектах подстанций 35–220 кВ.

Разъединитель РГП-35/1000 УХЛ1 разработан и испытан заводом «Электрощит» с целью замены разъединителя РДЗ-35/1000 УХЛ1. Этот аппарат был создан по рекомендациям эксплуатирующих и проектирующих организаций, имеет повышенную надёжность работы в условиях гололёда.

Разъединитель представляет собой двухколонковый одно-, двух- и трехполюсный аппарат с поворотом главных ножей в горизонтальной плоскости на 90 градусов.

Одна из колонок аппарата выполнена неподвижной, что существенно увеличивает надёжность изделия, так как уменьшение кинематических связей приводит именно к такому результату.

Конструкция контактов подвижной колонки выполнена из бериллиевой бронзы и герметично закрытых переходных медных ламелей.

Основание разъединителя выполнено с герметично закрытыми подшипниковыми узлами. Смазка, применяемая в аппарате для набивки подшипников имеет срок службы, равный сроку службы разъединителя.

Изоляторы аппарата могут быть традиционно керамические С4-195, ИОС 500 и полимерные серии ИОСПК.

Разъединитель разработан с условием замены существующих разъединителей РДЗ-35/1000, а также РГ 35/1000.

Для замены РДЗ-35/1000 на существующих подстанциях необходимо будет только изменить геометрию подвода шины вертикальной на горизонтальную.

Характеристика разъединителя приведена в приложении № 15.

Разъединитель РГП 110/1250 УХЛ1 создан также на заводе «Электрощит» с учетом всех последних требований к подобным электрическим изделиям. Он представляет собой двухколонковый одно-, двух- и трехполюсный аппарат с поворотом главных ножей в горизонтальной плоскости на 90 градусов.

Контакты главных ножей и контакты ножей заземления выполнены с использованием бериллиевой бронзы, что гарантирует контактное нажатие в эксплуатации в течение всего срока службы разъединителя.

Выводные контакты выполнены посредством герметично закрытых переходных медных ламелей, что обеспечивает стабильный контакт и небольшое усилие оперирования разъединителем.

Подвижные контактные поверхности имеют серебряное покрытие.

В основании поворотных колонок установлены закрытые подшипниковые узлы, не требующие обслуживания, причем срок службы подшипников равен сроку эксплуатации разъединителя.

Изоляторы керамические и полимерные. Привода серий ПРГ5, ПРГ6 – ручные на основе герконовых переключателей ПУ, двигательный привод ПДГ9.

Учтена также возможность замены разъединителей серий РДЗ, РГН с минимальными доработками.

Металлоконструкция обоих разъединителей серии РГП выполнена с антикоррозийным покрытием, обеспечивающим эксплуатацию изделия на весь срок службы. При всех вышеперечисленных характеристиках механический ресурс аппаратов составляет 10000 операций включение–отключение (В–О).

Общий срок службы разъединителей данного класса составляет 30 лет.

Характеристика разъединителя дана в приложении № 16.

8.4. Ограничители перенапряжений

Ограничители перенапряжения нелинейные представляют собой высоковольтный аппарат в фарфоровой крышке на основе оксидно-цинковых высоконелинейных варисторов, без искровых промежутков, предназначенный для защиты электрооборудования от коммутационных и атмосферных перенапряжений на различные классы напряжений и различного назначения в основном переменного тока частоты 50 Гц.

Маркировка ограничителей перенапряжений имеет следующее обозначение:

ОПН – ограничитель перенапряжений нелинейный;

О – облегченный;

Н – разземляемая нейтраль;

ТМ – тяговых машин;

I – вариант исполнения;

U_p – наибольшее рабочее напряжение (кВ);

М – модернизированный;

ЭП – для электропоездов;

РО – регулировочная обмотка;

КС – контактная сеть;

В – взрывобезопасные;

II, IV – категория загрязнённости;

I_{ркт} – расчётный ток коммутационного перенапряжения (А);

L_{ут} – длина пути утечки, не менее (см).

Изготавливают ограничители перенапряжений объединение «Электрокерамика», ОАО «Корниловский фарфоровый завод» и ОАО «НИИ Электрокерамика». Ограничители типа ОПН-110ВII, ОПН-110ВIV, ОПН-220ВII, ОПН-220ВIV (табл. 8.2) предназначены для защиты электрооборудования сетей переменного тока $f = 50$ и 60 Гц с эффективно заземленной нейтралью от атмосферных и коммутационных перенапряжений.

Они выполнены во взрывобезопасном исполнении для работы в районах II и IV степени загрязнения, обладают повышенной энергоемкостью и более глубоким уровнем ограничения перенапряжений по сравнению с ранее выпускавшимися ОПН этого исполнения.

Таблица 8.2

Нормы для ограничителей типов

Наименование параметра	Нормы для ограничителей типов	
	ОПН-110 ВII УХЛ1; ОПН-110 ВIV УХЛ1	ОПН-220 ВII УХЛ1; ОПН-220 ВIV УХЛ1
Класс напряжения, кВ	110	220
Наибольшее рабочее напряжение	73	146

Ограничители типа ОПНУ-500, ОПН-500/318 предназначены для защиты электрооборудования сетей с эффективно заземленной нейтралью переменного тока $f = 50$ и 60 Гц от грозовых и коммутационных перенапряжений.

На настоящий момент спроектирован и изготовлен опытный образец аппарата ОПНУ-500 УХЛ1 (У – усиленный) (табл. 8.3). Он предназначен для защиты оборудования РУ с сокращенными габаритными расстояниями и может заменить разработанный ранее ОПН-500.

Аппарат имеет улучшенные защитные характеристики, выраженные в сниженных, по сравнению с традиционным ОПН-500, уровнях от остающегося напряжения.

ОПН-500/318 УХЛ1 (табл. 8.3) предназначен для работы в сетях с повышенным наибольшим рабочим напряжением.

Оба аппарата выполнены в одноколонковом исполнении, допустимая величина сейсмостойкости – 9 баллов (по шкале Рихтера).

Аппараты отвечают всем современным требованиям в области энергоемкости и взрывобезопасности.

Таблица 8.3

Нормы для ограничителей типов

Наименование параметра	Нормы для ограничителей типов	
	ОПН-500 УХЛ1	ОПН-500/318 УХЛ1

Класс напряжения, кВ	500	500
Наибольшее рабочее напряжение	303	318

Техническая характеристика некоторых ограничителей перенапряжения, взятых для примера, представлена в приложении № 17.

8.5. Кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена

В последние годы в стране стали широко применять кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена, который имеет существенные преимущества перед термопластичным: высокие электрические и механические параметры в более широком диапазоне рабочих температур, малую гигроскопичность (водонепроницаемость) и другие.

Положительные качества достигаются благодаря технологии сшивки, в процессе которой изменяется молекулярная структура полиэтилена и образуется новая трёхмерная структура вследствие образования поперечных связей между макромолекулами.

При производстве кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена на напряжение 10 кВ используются *две технологии сшивания изоляции*:

- технология пероксидной сшивки на линиях газовой вулканизации для кабелей среднего (10–35 кВ) и высокого напряжения (110 кВ и выше);
- технология сшивки силаном для кабелей низкого и среднего напряжения от 0,66 кВ до 20 кВ.

Завод-изготовитель «Камкабель» (г. Пермь) рекомендует к применению в энергосистемах кабели напряжением 10 кВ, производимые по технологии силанольного сшивания (приложение № 18).

Силовые кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена на напряжение 10 кВ

Кабели на напряжение 10 кВ занимают особо важное место в категории кабелей среднего напряжения. Долгие годы в категории кабелей среднего напряжения превалировали кабели с пропитанной бумажной изоляцией (БПИ). Это связано с тем, что БПИ являлась единственным видом изоляции на данное напряжение. Наряду с этим шел интенсивный поиск изоляционного материала на основе полимерных композиций, который обладал бы значительными преимуществами и мог заменить БПИ. Такой материал был получен на основе полиэтилена и получил название сшитый полиэтилен (СПЭ).

Кабели с изоляцией из СПЭ призваны заменить морально устаревшие кабели с пропитанной бумажной изоляцией. Этот процесс в промышленно развитых странах начал осуществляться с 60-х годов.

В настоящее время многие страны практически полностью перешли на использование силовых кабелей среднего напряжения с изоляцией из СПЭ и имеют положительный опыт эксплуатации. Так в США и Канаде данные кабели занимают 85 % всего рынка силовых кабелей, Германии и Дании – 95 %, а в Японии, Франции, Финляндии и Швеции – 100 %.

В последнее время в России ведущие энергосистемы также ориентированы на использование кабелей среднего напряжения с изоляцией из СПЭ при прокладке новых кабельных линий и замене либо капитальном ремонте старых.

Переход на кабели с изоляцией из СПЭ взамен кабелей с БПИ обусловлен рядом неоспоримых преимуществ:

- более высокая надёжность в эксплуатации;
- меньшие расходы на реконструкцию и содержание кабельных линий;
- низкие диэлектрические потери (коэффициент диэлектрических потерь 0,001 вместо 0,008);
- высокая стойкость к повреждениям;
- большая пропускная способность за счёт увеличения допустимой температуры нагрева жил: длительной (90 °С вместо 70 °С), при перегрузке (130 °С вместо 90 °С);
- более высокий ток термической устойчивости при коротком замыкании (250 °С вместо 200 °С);
- низкая допустимая температура при прокладке без предварительного подогрева (–20 °С вместо 0 °С);
- низкое влагопоглощение;
- меньший вес, диаметр и радиус изгиба, что облегчает прокладку на сложных трассах;
- возможность прокладки на трассах с неограниченной разностью уровней;
- более экологичные монтаж и эксплуатация (отсутствие свинца, масла, битума).

Сравнительные технические характеристики кабелей с изоляцией из СПЭ и кабелей с БПИ на напряжение 10 кВ представлены в табл. 8.4.

Таблица 8.4

Сравнительные технические характеристики кабелей на напряжение 10 кВ с изоляцией из сшитого полиэтилена* и с пропитанной бумажной изоляцией

Технические характеристики	СПЭ	БПИ
Номинальное переменное напряжение частоты 50 Гц, (кВ)	10,0	10,0
Рабочая температура жил, (°С)	+ 90	+ 70*
Допустимый нагрев жил при работе в аварийном режиме, (°С)	+ 130	+ 90*
Максимальная температура жил при коротком замыкании, (°С)	+ 250	+ 200*
Эксплуатация при температуре окружающей среды, (°С)		– 50 / + 50
- ПвВ, АПвВ, ПвВнг-LS, АПвВнг-LS	– 50 / + 50	
- ПвП, АПвП, ПвПу, АПвПу	– 60 / + 50	
Монтаж без предварительного подогрева при температуре не ниже, (°С)		0
- ПвВ, АПвВ, ПвВнг-LS, АПвВнг-LS,	– 15	
- ПвП, АПвП, ПвПу, АПвПу	– 20	
Радиус изгиба кабелей (наружных диаметров)	15 (7,5*)	15

Гарантийный срок эксплуатации, (год)	5	4,5
--------------------------------------	---	-----

* см. также приложение № 18.

** при использовании специального шаблона при монтаже.

Кабели предназначены для передачи и распределения электроэнергии в стационарных установках на напряжение 10 кВ переменного тока частотой 50 Гц для сетей с изолированной и заземлённой нейтралью категорий А, В и С по международному стандарту МЭК 60 183, 1984.

По конструктивному исполнению, техническим характеристикам и эксплуатационным свойствам соответствуют международному стандарту МЭК 60 502-2, 1997 и ТУ 16.К71-025-96 с изменениями от 21.05.2003.

Маркировка кабелей (пример обозначения на рис. 8.2)

Условные обозначения в маркировке:

А – алюминиевая жила; (без обозначения медная жила);

Пв – изоляция из сшитого полиэтилена;

П – оболочка из полиэтилена;

Пу – оболочка из полиэтилена увеличенной толщины;

В – оболочка из поливинилхлоридного (ПВХ) пластиката;

Внг-LS – оболочка из ПВХ пластиката пониженной пожароопасности;

г – продольная герметизация водоблокирующими лентами;

2г – двойная герметизация (водоблокирующими лентами и алюмо-полимерной лентой).

А	Пв	П	2 г	1	×	400	/	70	–	10	
											алюминиевая жила
											изоляция из СПЭ
											оболочка из полиэтилена
											двойная изоляция
											число жил
											сечение жил
											сечение экрана
											номинальное

Рис. 8.2. Пример обозначения маркировки кабелей

Прокладка и испытание кабелей

- Прокладка кабелей должна осуществляться в соответствии с проектом производства работ и инструкцией ОАО «Камкабель» № ИМ СК-20-03 («Прокладка силовых кабелей на напряжение 10 кВ с изоляцией из сшитого полиэтилена»);

- Прокладка кабелей должна выполняться специализированной монтажной организацией, имеющей соответствующее оборудование, приспособления, инструмент, материалы и квалифицированных специалистов;

- Кабели могут прокладываться в земле (траншее), в кабельных помещениях (туннели, галереи, эстакады), в блоках (трубах), в производственных помещениях (в кабельных каналах, по стенам). Способ прокладки кабелей выбирается на стадии проектирования кабельной линии;

- При прокладке кабелей с полиэтиленовой (ПЭ) оболочкой на воздухе в кабельных сооружениях и производственных помещениях проектом должно быть предусмотрено нанесение огнезащитных покрытий на оболочку;

- Кабели прокладываются без ограничения разности уровней;

- Тяжение кабелей во время прокладки должно производиться при помощи проволочного кабельного чулка, закрепляемого на оболочке или за токопроводящую жилу при помощи клинового захвата.

Допустимые усилия тяжения не должны превышать:

50 Н/мм² (5 кгс/мм²) – для кабелей с медной жилой;

30 Н/мм² (3 кгс/мм²) – для кабелей с алюминиевой жилой.

Допустимые усилия тяжения для кабелей с алюминиевыми и медными жилами соответствующих сечений представлены в табл. 8.5.

Таблица 8.5

Сечение жилы, мм ²		50	70	95	120	150	185	240	300	400	500	630	800
Усилия тяжения, кН	алюминевая жила	1,50	2,10	2,85	3,60	4,50	5,55	7,20	9,00	12,0	15,0	18,9	24,0
	медная жила	2,50	3,50	4,75	6,00	7,50	9,25	12,0	15,0	20,0	25,0	31,5	40,0

- Минимальный радиус изгиба кабелей при прокладке должен быть не менее 15 D_н, где D_н – наружный диаметр кабеля. При монтаже с помощью специального шаблона допускается минимальный радиус изгиба 7,5 D_н;

- Кабельные металлические конструкции должны быть заземлены в

соответствии с ПУЭ и СНиП 3.05.06 - 85;

- При прокладке кабельной линии кабели трех фаз должны прокладываться параллельно и располагаться треугольником или в одной плоскости;

- Крепление кабелей трех фаз в треугольник должно осуществляться лентами, стяжками, хомутами или скобами. Шаг крепления, тип, конструкция и материал креплений определяются при проектировании кабельной линии;

- При параллельной прокладке кабелей в плоскости (в земле и в воздухе) расстояние по горизонтали в свету между кабелями отдельной цепи должно быть не менее размера наружного диаметра кабеля;

- Кабели могут быть проложены без предварительного подогрева при температуре окружающей среды: не ниже -20°C – марки с ПЭ оболочкой: АПвП, ПвП, АПвПу, ПвПу, АПвПг, ПвПг, АПвПуг, ПвПуг, АПвП2г, ПвП2г, АПвПу2г, ПвПу2г; не ниже -15°C – марки с ПВХ оболочкой: АПвВ, ПвВ, АПвВнг-LS, ПвВнг-LS.

При температурах от -15 до -40°C (для кабелей с ПВХ-оболочкой), и от -20 до -40°C (для кабелей с ПЭ-оболочкой) прокладка кабеля допускается только после предварительного прогрева кабеля.

Испытание кабелей после прокладки и монтажа

После прокладки и монтажа кабелей рекомендуется проводить испытания кабельной линии постоянным напряжением 60 кВ или переменным напряжением 30 кВ частотой 0,1–400 Гц в течение 15 минут. Допускается испытание переменным напряжением 10 кВ частотой 50 Гц в течение 24 часов.

Силовые кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена на напряжение 1 кВ применяются в сетях с изолированной и заземлённой нейтралью.

Кабели изготавливаются в соответствии с ТУ 16. К71-277-98 изм. К71.717-2004 и ГОСТ 16442-80. Кабели по конструктивному исполнению, техническим характеристикам и эксплуатационным свойствам соответствуют международному стандарту МЭК 60 502-1.

Кабели завода «Камкабель» применяются для прокладки в следующей среде:

- **АПвВГ, ПвВГ** – для прокладки одиночных кабельных линий в кабельных сооружениях, помещениях при условии отсутствия опасности механических повреждений. Не распространяют горение при одиночной прокладке по ГОСТ 12176-89.

- **АПвБбШв, ПпБбШв** – для прокладки в земле (в траншеях), за исключением пучинистых и просадочных грунтов, и для прокладки одиночных кабельных линий в кабельных сооружениях. Не распространяют горение при одиночной прокладке по ГОСТ 12176-89.

- **АПвВнг(А)-LS, ПвВнг(А)-LS** – для групповой прокладки кабельных линий в кабельных сооружениях, помещениях при условии отсутствия опасности механических повреждений. Предназначены для прокладки во взрывоопасных зонах: классов В-Iг, В-II, В-Iб, В-IIа. Не распространяют горение при прокладке в пучках по категории А (ГОСТ 12.2.007.14-75) п. 2. (изм. 2), НПБ 248-97 п. 5.2.).

- **АПвБбШнг(А)-LS, ПвБбШнг(А)-LS** – для групповой прокладки кабельных линий в кабельных сооружениях, помещениях, в том числе во взрывоопасных зонах: классов В-I, В-Iа (ПвБбШнг(А)-LS), В-Iг, В-II, В-Iб, В-IIа (АПвБбШнг(А)-LS). Не распространяют горение при прокладке в пучках по категории А (ГОСТ 12.2.007.14-75 п. 2. (изм. 2), НПБ 248-97 п. 5.2.).

- **ПвБбШп, АПвБбШп, ПвБбШп(з), АПвБбШп(з)** – для прокладки в земле (в траншеях) независимо от степени коррозионной активности грунтов и вод, за исключением пучинистых и просадочных грунтов.

Техническая характеристика кабелей с изоляцией из СПЭ на напряжение 1 кВ представлена в приложении № 19.

ПРИЛОЖЕНИЯ

**ПРИМЕРНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ХОДАТАЙСТВА
(ДЕКЛАРАЦИИ) О НАМЕРЕНИЯХ**

1. Инвестор (заказчик) – адрес.
2. Местоположение (район, пункт) намечаемого к строительству предприятия, здания и сооружения.
3. Наименование предприятия, его технические и технологические данные:
 - объем производства промышленной продукции (оказания услуг) в стоимостном выражении в целом и по основным видам (в натуральном выражении);
 - срок строительства и ввода объекта в эксплуатацию.
4. Примерная численность рабочих и служащих, источники удовлетворения потребности в рабочей силе.
5. Ориентировочная потребность предприятия в сырье и материалах (в соответствующих единицах).
6. Ориентировочная потребность предприятия в водных ресурсах (объем, источник водообеспечения).
7. Ориентировочная потребность предприятия в энергоресурсах (электроэнергия, тепло, пар, топливо); источник снабжения.
8. Транспортное обеспечение.
9. Обеспечение работников и их семей объектами жилищно-коммунального и социально-бытового назначения.
10. Потребность в земельных ресурсах (с соответствующим обоснованием примерного размера земельного участка и сроков его использования).
11. Водоотведение стоков. Методы очистки, качество сточных вод, условия сброса, использование существующих или строительство новых очистных сооружений.
12. Возможное влияние предприятия, сооружения на окружающую среду:
 - виды воздействия на компоненты природной среды (типы нарушений, наименование и количество ингредиентов – загрязнителей);
 - возможность аварийных ситуаций (вероятность, масштаб, продолжительность воздействия).
13. Отходы производства (виды, объемы, токсичность), способы утилизации.
14. Источники финансирования намечаемой деятельности, учредители, участвующие пайщики, финансовые институты, коммерческие банки, кредиты.
15. Использование готовой продукции (примерное распределение).

В случае строительства подстанции, например, потребление электроэнергии предприятиями и организациями.

Приложение № 2

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ДАННЫХ И ТРЕБОВАНИЙ, ВКЛЮЧАЕМЫХ В ЗАДАНИЕ НА РАЗРАБОТКУ ОБОСНОВАНИЙ

1. Основные данные о заказчике-инвесторе.
2. Местоположение предприятия, здания, сооружения.
3. Цель и источники инвестирования, объем предусмотренных финансовых средств.
4. Номенклатура продукции (объем оказываемых услуг).
5. Требования к технологии, производству продукции и основному оборудованию.
6. Требования к архитектурно-планировочным, конструктивным и инженерным решениям.
7. Требования к охране окружающей среды.
8. Особые условия строительства.
9. Основные технико-экономические характеристики и показатели объекта. К заданию прикладываются:
 - а) материалы, полученные от местных органов исполнительной власти, в том числе решения по результатам рассмотрения Ходатайства (Декларации) о намерениях, предварительные условия на возможное присоединение предприятия (здания, сооружения) к источникам снабжения, инженерным сетям и коммуникациям, картографические (топографические) материалы, ситуационный план и пр., требования по санитарно-эпидемиологическим, экологическим условиям;
 - б) устанавливаемые технические характеристики продукции предприятия, данные о ее стоимости;
 - в) требования по созданию (применению, использованию) технологических процессов и оборудования;
 - г) другие материалы.

Приложение № 3

ПЕРЕЧЕНЬ ОБРАЗЦОВ РАСЧЕТНЫХ И АНАЛИТИЧЕСКИХ ТАБЛИЦ

1. Производственная программа.
2. Расчет выручки от реализации продукции (электроэнергии).
3. Сводная ведомость инвестиционных издержек.
4. Состав инвесторов и предполагаемые источники финансирования в предпроизводственный и производственный период.
5. Сроки и объемы погашения банковских кредитов.
6. Сводная ведомость накладных расходов.
7. Сводная ведомость производственных издержек.
8. Структура себестоимости продукции.
9. Расчет чистой прибыли и налога на прибыль.
10. Движение потоков наличности (проектно-балансовая ведомость доходов и расходов) в период строительства и эксплуатации предприятия.
11. Обобщенные данные об эффективности инвестиций в создание (развитие) предприятия.

Приложение № 4

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ФИНАНСОВЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ, ВКЛЮЧАЕМЫЕ В РАСПОРЯДИТЕЛЬНЫЙ ДОКУМЕНТ ОБ УТВЕРЖДЕНИИ ОБОСНОВАНИЙ ИНВЕСТИЦИЙ

1. Мощность предприятия (годовой выпуск продукции, пропускная способность) в натуральном выражении (по видам продукции) в соотв. ед.
2. Стоимость товарной продукции млн. руб.
3. Общая численность работающих, в т. ч. рабочих чел.
4. Количество (прирост) рабочих мест мест
5. Общая стоимость строительства, млн. руб. в том числе:
 - объектов производственного назначения; —//—
 - объектов жилищно-гражданского назначения; —//—
 - прочих объектов. —//—
6. Стоимость основных производственных фондов —//—
7. Продолжительность строительства лет
8. Удельные капитальные вложения руб./ед. мощно-
сти

9. Себестоимость основных видов продукции	руб./ед.
10. Балансовая прибыль	млн. руб.
11. Чистая прибыль (доход)	—//—
12. Срок окупаемости капитальных вложений	лет
13. Внутренняя норма рентабельности	%

Приложение № 5

ЗАДАНИЕ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

(наименование и месторасположение проектируемого предприятия, здания и сооружения)

Перечень основных данных и требований

1. Основание для проектирования.
2. Вид строительства.
3. Стадийность проектирования.
4. Требования по вариантной и конкурсной разработке.
5. Особые условия строительства.
6. Основные технико-экономические показатели объекта, в т. ч. мощность, производительность, производственная программа.
7. Требования к качеству, конкурентоспособности и экологическим параметрам продукции.
8. Требования к технологии, режиму предприятия.
9. Требования к архитектурно-строительным, объемно-планировочным и конструктивным решениям.
10. Выделение очередей и пусковых комплексов, требования по перспективному расширению предприятия.
11. Требования и условия к разработке природоохранных мер и мероприятий.
12. Требования к режиму безопасности и гигиене труда.
13. Требования по ассимиляции производства.
14. Требования по разработке инженерно-технических мероприятий гражданской обороны и мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций.
15. Требования по выполнению опытно-конструкторских и научно-исследовательских работ.
16. Состав демонстрационных материалов.

Состав задания на проектирование устанавливается с учетом отраслевой специфики и вида строительства.

Вместе с заданием на проектирование заказчик выдает проектной организации исходные материалы. Номенклатура, порядок и сроки представления материалов оговариваются в договоре (контракте) на выполнение проектных работ:

- обоснование инвестиций строительства данного объекта;
- решение местного органа исполнительной власти о предварительном согласовании места размещения объекта;

- акт выбора земельного участка (трассы) для строительства и прилагаемые к нему материалы;
- архитектурно-планировочное задание, составляемое в установленном порядке;
- технические условия на присоединение проектируемого объекта к источникам снабжения, инженерным сетям и коммуникациям;
- сведения о проведенных с общественностью обсуждениях решений о строительстве объекта;
- исходные данные по оборудованию, в том числе индивидуально-го изготовления.

Приложение № 6

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ ОБЪЕКТОВ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Наименование показателя	Ед. измерения
1. Мощность предприятия, годовой выпуск продукции: в стоимостном выражении в натуральном выражении	млн. руб. в соотв. ед.
2. Общая площадь участка	га
3. Коэффициент застройки	коэфф.
4. Удельный расход на единицу мощности:	
электроэнергии	кВт·ч
воды	куб. м
природного газа	тыс. куб. м
мазута	т
угля	т
5. Общая численность работающих	чел.
6. Годовой выпуск продукции на работающего:	
в стоимостном выражении	тыс. руб. / чел.
в натуральном выражении	ед. / чел.
7. Общая стоимость строительства, в том числе СМР	млн. руб. млн. руб.
8. Удельные капитальные вложения	руб. / ед. мощности
9. Продолжительность строительства	мес.
10. Стоимость основных производственных фондов	млн. руб.
11. Себестоимость продукции	тыс. руб. / ед.
12. Балансовая (валовая) прибыль	тыс. руб.
13. Чистая прибыль	тыс. руб.

14. Уровень рентабельности производства	%
15. Внутренняя норма доходности	%
16. Срок окупаемости	лет
17. Срок погашения кредита и других заемных средств	лет

ПРИЛОЖЕНИЕ № 7

ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Программное средство	Поставщик
ПАРУС 7.3 Бухгалтерия	ООО «Парус-Саратов»
ГРАНД-СМЕТА, ESTIMATE	ООО «УралСофт»
РВК Программный комплекс по расчету, анализу и нормированию потерь электроэнергии в замкнутых электрических сетях	ОАО «УралОРГРЭС»
ТРАКТ Комплекс программ расчета параметров ВЧ каналов по высоковольтным линиям электропередачи	АББ ВЭИ «Метроника»
ГЭСПР Программа выполнения схем главных электрических соединений подстанций и распределительных устройств напряжением выше 1 кВ	ОАО «Тяжпром-электропроект»
ЛЭП Программный комплекс для проектирования воздушных линий электропередач	—//—
ELCAD Программа по выполнению чертежей однолинейных электрических схем распределительной сети	—//—
VELKAB Программа по расчету высоковольтных кабелей	—//—
MONARH	—//—
RELN Программа расчета электрических нагрузок	—//—
САПР -Э Программный комплекс по автоматизированному проектированию электрических сетей напряжением до 1000 В (силовое оборудование)	—//—
ELSO 3.1 Система проектирования электроснабжения и силового электрооборудования	—//—
КОДЕКС-МАСТЕР Создание базы данных предприятия	ЗАО «УНИКЛАСС»
КОДЕКС	—
ГАРАНТ	—
РТПЗ,	—
Комплект электрика, КОМПАС – ГРАФИК 3D	ОАО «АСКОН»
Пакет программ для выполнения изысканий: Land Dektor R3, Autesk SjrveuJ R3, Autodesk Civil Design R3	—
Энергия-инвест	—
Автокад-10, 2000, 2004; Windows, Word, Excel	—

Программный комплект СДТУ	—
TKZ-3000 для расчёта токов К.З в сетях 110 кВ	НТК «Бриз» Сибирский институт «Энергосетьпроект»

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖ. № 7

Программное средство	Поставщик
Программный комплекс САПР ВЛ 35-110 кВ	—
Программные комплексы для: — систематического расчёта проводов и тросов; — закрепления ж. б. опор в грунте; — расчёта моментов, действующих на опору; — расчёта напряжённости электромагнитного поля	—
Программные комплексы по расчёту, анализу и оптимизации режимов работы распределительных сетей 0,4-110 кВ; PROT-RS; PROT-НН; PROT-TKZ	ОАО «УралОРГРЭС»
Программный комплекс для расчёта потерь электроэнергии « Прогресс++ »	—
Программный комплекс по расчёту электрических сетей 0, 4-110 кВ (с интегрированием в неё программы ГИС – геоинформационной системы)	НПО «Кредо-Диалог», г. Минск

ПРИЛОЖЕНИЕ № 8

С М Е Т А № 1
на проектные и предпроектные работы
на рабочий проект «Реконструкция ВЛИ 0,4 кВ в с. ... района Самар-
ской области», подлежащие выполнению ОАО ... для филиала ОАО
«Самараэнерго» «Волжские электрические сети»

Характеристика пред- приятия, здания, соору- жения или виды работ	№ частей, глав таблиц, § и пунктов указаний к разделу или главе сборника цен на проектные и изыскательские работы для строительства	Расчет стоимости а + bх или (объем строительно-монтажных работ × 100 % или к-во × цена)	Стои- мость, руб.
Предпроектные работы: ВЛИ 0,4 кВ длиной до 5,0 км – предпроектные ра- боты, предварительный выбор и предваритель- ные согласования трассы ВЛИ 0,4 кВ	Ценник на предпроектные работы для электросетевого строительства № 13740 тм- т1, М. 1990 г. Табл. 1, п. 1 Табл. 6, п. 1 Табл. 6, п. 2 Табл. 7, п. 1 Табл. 7, п. 2 Табл. 7, п. 3 К ₁ = 1,5 – общ. указ., п. 6 К ₂ = 0,4 – общ. указ., п. 7 К ₃ = 12,37; К ₃ = 1,6 – письмо Госстроя РФ № СК-2206/10 от 07.04.2004 г. «О ценах на проектные и изыскательские работы для строительства на II квартал 2004 г.»	384×0,4×1,5×0,28×12,37= 375×0,4×1,5×12,37= 464×0,4×1,5×12,37= 495×0,4×1,5×12,37= 610×0,4×1,5×12,37= 381×0,4×1,5×12,37= Итого по п. 1:	798 2783 3445 3674 4527 2757 17984
ВЛИ 0,4 кВ длиной до 5 км общей стоимостью строительства 912300 руб. в ценах 2001 года	Справочник базовых цен на проектные работы для строи- тельства. Объекты энергетиче- ски, М., 2003. Табл. 11. К ₄ = 2,4 – прим. 1 к табл. 11	38000×2,4×1,6	145920
КТП 10/0,4 кВ -1 шт. об- щей стоимостью строи- тельства 92113 руб. в це- нах 2001 года	Справочник базовых цен на проектные работы для строи- тельства. Объекты энергетиче- ски, М., 2003. Табл. 11.	8280×1,6	13298
Командировочные расхо- ды на 2 человека			5000
		Итого по п. п. 1–4:	182202
		НДС 18 %:	32796,36
		Всего:	214998,36

**По смете: двести четырнадцать тысяч девятьсот девяносто восемь
рублей 36 копеек**

Руководитель проектной организации
Главный инженер проекта
Составитель сметы

ПРИЛОЖЕНИЕ № 9

ПЕРЕЧЕНЬ СТАНДАРТОВ, ПОДЛЕЖАЩИХ УЧЁТУ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ДОКУМЕНТАЦИИ

ГОСТ 2.004–88 ЕСКД.	Общие требования к выполнению конструкторских и технологических документов на печатающих и графических устройствах вывода ЭВМ
ГОСТ 2.101–68 ЕСКД.	Виды изделий
ГОСТ 2.102–68 ЕСКД.	Виды и комплектность конструкторских документов
ГОСТ 2.105–95 ЕСКД.	Общие требования к текстовым документам
ГОСТ 2.108–68 ЕСКД.	Спецификация
ГОСТ 2.109–73 ЕСКД.	Основные требования к чертежам
ГОСТ 2.113–75 ЕСКД.	Групповые и базовые конструкторские документы
ГОСТ 2.114–95 ЕСКД.	Технические условия
ГОСТ 2.301–68 ЕСКД.	Форматы
ГОСТ 2.302–68 ЕСКД.	Масштабы
ГОСТ 2.303–68 ЕСКД.	Линии
ГОСТ 2.304–81 ЕСКД.	Шрифты чертежные
ГОСТ 2.305–68 ЕСКД.	Изображения – виды, разрезы, сечения
ГОСТ 2.306–68 ЕСКД.	Обозначения графические материалов и правила их нанесения на чертежах
ГОСТ 2.307–68 ЕСКД.	Нанесение размеров и предельных отклонений
ГОСТ 2.308–79 ЕСКД.	Указание на чертежах допусков форм и расположения поверхностей
ГОСТ 2.309–73 ЕСКД.	Обозначение шероховатости поверхностей
ГОСТ 2.310–68 ЕСКД.	Нанесение на чертежах обозначений покрытий, термической и других видов обработки
ГОСТ 2.311–68 ЕСКД.	Изображение резьбы
ГОСТ 2.312–72 ЕСКД.	Условные изображения и обозначения швов сварных соединений
ГОСТ 2.313–82 ЕСКД.	Условные изображения и обозначения неразъемных соединений
ГОСТ 2.314–68 ЕСКД.	Указания на чертежах о маркировании и

ГОСТ 2.316–68 ЕСКД.	клеймении изделий
ГОСТ 2.317–69 ЕСКД.	Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц
ГОСТ 2.410–68 ЕСКД.	АксонOMETрические проекции
ГОСТ 2.501–88 ЕСКД.	Правила выполнения чертежей металлических конструкций
ГОСТ 21.110–95 СПДС.	Правила учета и хранения
ГОСТ 21.113–88 СПДС.	Спецификация оборудования, изделий и материалов
ГОСТ 21.114–95 СПДС.	Обозначения характеристик точности
ГОСТ 21.203–78 СПДС.	Правила выполнения эскизных чертежей общих видов нетиповых изделий
ГОСТ 21.501–93 СПДС.	Правила учета и хранения подлинников проектной документации
	Правила выполнения архитектурно-строительных рабочих чертежей.

Приложение № 10

**КОМПЛЕКТНЫЕ ТРАНСФОРМАТОРНЫЕ ПОДСТАНЦИИ
БЛОЧНЫЕ МОДЕРНИЗИРОВАННЫЕ ЗАВОДА «ГРУППА
КОМПАНИЙ «ЭЛЕКТРОШИТ» – ТМ САМАРА»**

Наименование изделия, тип, серия, область применения	Краткая техническая характеристика
КТПБ(М) 220/110/10/(6) кВ Климатические исполнения КТПБ (М) – У1, ХЛ1 по ГОСТ 15150-69.	Схемы главных электрических соединений – 1, 3Н, 4Н, 5Н, 5АН, 6, 7, 12, 13, 14 по типовым решениям института «Энергосетьпроект» № 407-03-456.87 и др. схемы по требованию заказчика. Номинальное напряжение: высшее – 220 кВ среднее – 110 кВ низшее – 10 или 6 кВ. Мощность трансформатора 63000-125000 кВА. Тип ячеек КРУ 10(6) кВ - К-59. К-63. Управление разъединителями 220 и 110 кВ ручное или автоматическое.
КТПБ(М) 220/35/10(6) кВ Климатические исполнения КТПБ (М) – У1. ХЛ1 по ГОСТ 15150-69.	Схемы главных электрических соединений – 1, 3Н, 4Н, 5Н, 5АН, 6, 7, 12, 13, 14 и др. схемы по требованию заказчика. Номинальное напряжение: высшее – 220 кВ среднее – 35 кВ низшее – 10 или 6 кВ. Мощность трансформатора 25000-63000 кВА Тип ячеек КРУ 10 (6) кВ - К-59. Управление разъединителями 220 кВ ручное или автоматическое.
КТПБ(М) 110/35/10(6) кВ Климатические исполнения КТПБ (М) – У1 и ХЛ1 по ГОСТ 15150-69 и ГОСТ 15543.1-89. Степень загрязнения изоляции по ГОСТ 9920-89 – I, II. Климатический район по ветру и гололеду – I–IV согласно ПУЭ-86.	Схемы главных электрических цепей на стороне 110 кВ Т, 3Н, 4Н; 5АН, 5Н на стороне 35 кВ – 5АН, 9 согласно типовым решениям института «Энергосетьпроект» № 407-03-456.87 и др. схемы по требованию заказчика. Номинальное напряжение: высшее – 110 кВ среднее – 35 кВ низшее – 10 или 6 кВ. Мощность трансформатора 6300-63000 кВА, тип ячеек КРУ 10(6) кВ - К-59У1 (ХЛ1) и К-59У3, К-63. Устойчивость к землетрясению по шкале MSK-64 – до 8 баллов. Управление разъединителями 35 и 110 кВ ручное или автоматическое.

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖ. № 10

Наименование изделия, тип, серия, область применения	Краткая техническая характеристика
<p>КТПБ(М) 110/10(6) кВ. Климатические исполнения КТПБ (М) – У1, ХЛ1 по ГОСТ 15150-69 и ГОСТ 15543.1-89. Степень загрязнения изоляции – I, II по ГОСТ 9920-89. Климатический район по ветру и гололеду – I–IV согласно ПУЭ-86.</p>	<p>Схемы главных электрических цепей Т, 3Н, 4Н, 5Н, 5АН согласно типовым решениям института «Энергосетьпроект» № 407-03-456.87 и др. схемы по требованию заказчика. Номинальное напряжение: высшее – 110 кВ, низшее – 10 или 6 кВ. Мощность трансформатора для схем Т, 3Н, 4Н, 5Н, 5ДН – 2500–63000 кВА. Тип ячеек КРУ 10(6) кВ – К-59У1(ХЛ1) и К-59УЗ, К-63. Устойчивость по шкале MSK-64 – до 8 баллов. Управление разъединителями Т110 кВ ручное или автоматическое.</p>
<p>КТПБ(М) 35/10(6) кВ Климатические исполнения – У1, ХЛ1 по ГОСТ 15150-69 и ГОСТ 15543.1-89. Степень загрязнения изоляции – I, II по ГОСТ 9920-89. Климатический район по ветру и гололеду I–IV согласно ПУЭ-86.</p>	<p>Схема главных соединений 5А, 5Б, 9, 3Н, 4Н, 5АН, 5Н согласно типовым решениям института «Энергосетьпроект» № 407-03-456.87. Номинальное напряжение: высшее – 35 кВ низшее – 10 или 6 кВ Мощность трансформатора 1000–16000 кВА. Тип ячеек КРУ 10(6) кВ К-59У1(ХЛ1) или К-59УЗ, К-63. Устойчивость к землетрясению по шкале MSK-64 – до 8 баллов. Управление разъединителями 35 кВ ручное или автоматическое.</p>

Приложение № 11

ТРАНСФОРМАТОРЫ СИЛОВЫЕ МАСЛЯНЫЕ КЛАССА НАПРЯЖЕНИЯ 110 КВ

Трансформаторы с регулированием напряжения под нагрузкой (РПН) в нейтрали ВН в диапазоне $\pm 16 \% \pm 9$ ступеней, с системой охлаждения вида "М" и "Д" предназначены для преобразования и передачи электрического переменного тока.

Наименование, обозначение изделия	Краткая техническая характеристика		
Трансформатор ТДН-10000/110-У1 ГОСТ 12965	Номинальная мощность трансформатора, кВА		10000
	Номинальное напряжение обмоток, кВ: ВН		115
		НН	6,6; 11,0
	Схема и группа соединения обмоток		Ун / Д-11
	Потери холостого хода, кВт		14,0
	Потери короткого замыкания, кВт		58,0
	Ток холостого хода, %		0,9
	Напряжение короткого замыкания, %		10,5
	Габаритные размеры, мм		5800×3500×5300
	Масса, кг: полная		30300
Трансформатор ТДН-16000/110-У1 ГОСТ 12965	Номинальная мощность трансформатора, кВА		16000
	Номинальное напряжение обмоток, кВ: ВН		115
		НН	6,6; 11,0
	Схема и группа соединения обмоток		Ун / Д-11
	Потери холостого хода, кВт		18,0
	Потери короткого замыкания, кВт		85,0
	Ток холостого хода, %		0,55
	Напряжение короткого замыкания, %		10,5
	Габаритные размеры, мм		6000×3500×5500
	Масса, кг: полная		41500

**ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ
ВАКУУМНЫХ
ЗАВОДА «ЭЛЕКТРОЩИТ» (Г. САМАРА)**

Наименование параметров	ВБУПЗ(4)-10-20/1000	ВБУПЗ(4)-10-20/1600	ВБУПЗ-10-31,5/1600	ВБУЭЗ(4)-10-20/1000	ВБУЭЗ(4)-10-20/1600	ВБУЭЗ-10-31,5/1600
Номинальное напряжение, кВ	10					
Номинальный ток, А	1000	1600	1600	1000	1600	1600
Номинальный ток отключения, кА	20		31,5	20		31,5
Номинальные токи включения, кА:						
– эффективное значение периодической составляющей;	20		31,5	20		31,5
– амплитудное значение	52		80	52		80
Предельные сквозные токи, кА:						
– начальное действующее значение периодической составляющей;	20		31,5	20		31,5
– наибольший пик	52		80	52		80
Ресурс по механической стойкости, циклов ВО	25000			50000		25000
Ресурс по коммутационной стойкости при номинальном токе, циклов ВО:	25000			50000		25000
Ресурс по коммутационной стойкости при номинальном токе отключения, циклов ВО	100		50	100		50

ПРИЛОЖЕНИЕ № 13

**ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ
ВАКУУМНЫХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ
САРАТОВСКОГО ЗАВОДА «КОНТАКТ»**

	ВБС-27,5IV-25/630÷1600 УХЛ1		ВБС- 35III-25(31,5)/630÷1600 УХЛ1	
	привод электро- магнитный	привод пружинный	привод электро- магнитный	привод пружинный
Номинальное напряжение, кВ	27,5	27,5	35	35
Номинальный ток, А	630;1250;1600	630;1250;1600	630; 1250;1600	630;1250;1600
Номинальный ток отключения, кА	25	25	25(31,5)	25(31,5)
Сквозной ток короткого замыкания:				
– ток электродинамической стойкости, кА	63(80)	63(80)	63(80)	63(80)
– ток термической стойкости, кА	25	25	25(31,5)	25(31,5)
– время протекания тока термической стойкости, с	3	3	3	3
Диапазон раб. температур окр. среды, °С	+50/-60	+50/-60	+50/-60	+50/-60
Номинальное напряжение привода:				
<u>пост., В</u>	<u>110;220</u>	<u>110;220</u>	<u>110;220</u>	<u>110;220</u>
<u>перем., В</u>	<u>220</u>	<u>220</u>		<u>220</u>
Ресурс по механической стойкости, циклов "ВО"	30000	30000	30000	30000

Приложение № 14

**ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВАКУУМНОЙ
КОММУТАЦИОННОЙ АППАРАТУРЫ 0,38-1,14 КВ
САРАТОВСКОГО ЗАВОДА «КОНТАКТ»**

	КВТ-1,14-2,5(4)/ 160; 250(400)	КВТ2-1,14- 5(6,3)/630 (1000)	ВВА- 1,14- 20/1000
Номинальное напряжение, В	380; 660; 1140		
Номинальный ток, А	160; 250; (400)	630(1000)	630÷1000
Ток отключения, кА	2,5(4)	5(6,3)	20
Сквозной ток короткого замыкания: – ток электродинамической стойкости, кА – ток термической стойкости, кА – время протекания тока термической стойкости, с	–	–	40 20 1
Напряжение управления привода: пост., В перем., В	$\frac{110;220}{110;220;380}$	$\frac{110;220}{110;220;380}$	$\frac{220}{220}$
Коммутационная износостойкость, циклов "ВО"	$0,5 \times 10^6$	$0,5 \times 10^6$	$0,025 \times 10^6$
Масса, кг, не более	5,8 (6,5)	17,5	45

**КРАТКАЯ ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
РАЗЪЕДИНИТЕЛЯ РГП-35/1000**

Наименование параметра, показателя классификации	Значение параметра для исполнения УХЛ1
Номинальное напряжение, кВ	35
Наибольшее рабочее напряжение, кВ	40,5
Номинальный ток, $I_{ном}$, А	1000
Номинальный кратковременный выдерживаемый ток (ток термической стойкости), I_T , кА	20
Время протекания номинального кратковременного выдерживаемого тока (время короткого замыкания), с: — для главных ножей — для заземляющих ножей	3 1
Наибольший пик номинального кратковременного тока (ток электродинамической стойкости), I_d , кА	50
Допускаемая механическая нагрузка на выводы от присоединяемых проводов с учетом влияния ветровых нагрузок (скорость ветра до 15 м/сек) и образования льда (толщина корки льда до 20 мм) Н, не менее	500
Наибольшее усилие, прикладываемое к приводу, Н при длине рукоятки оперирования вместе с удлинителем 1,5 м, не более	245
Масса полюса разъединителя, кг, не более	85
Номинальная частота, f_n , Гц	50
Габаритные размеры разъединителя (полюса), мм, не более — длина — ширина — высота	1152 458 678

**КРАТКАЯ ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
РАЗЪЕДИНИТЕЛЯ РГП-110/1250**

Наименование параметра, показателя классификации	Значение параметра для исполнения УХЛ1
Номинальное напряжение, кВ	110
Наибольшее рабочее напряжение, кВ	126
Номинальный ток, $I_{ном}$, А	1250
Номинальный кратковременный выдерживаемый ток (ток термической стойкости), I_T , кА	25
Время протекания номинального кратковременного выдерживаемого тока (время короткого замыкания), с: – для главных ножей – для заземляющих ножей	3 1
Наибольший пик номинального кратковременного тока (ток электродинамической стойкости), I_d , кА	63
Длина пути утечки внешней изоляции, мм, не менее	1900
Допускаемая механическая нагрузка на выводы от присоединяемых проводов с учетом влияния ветровых нагрузок (скорость ветра до 15 м/сек) и образования льда (толщина корки льда до 20 мм) H , не менее	800
Наибольшее усилие, прикладываемое к приводу, Н при длине рукоятки оперирования вместе с удлинителем 1,5 м, не более	245
Масса полюса разъединителя, кг, не более	260
Номинальная частота, f_n , Гц	50
Габаритные размеры разъединителя (полюса), мм, не более – длина – ширина – высота	2100 610 1510

Приложение № 17

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОГРАНИЧИТЕЛЕЙ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЯ

Ограничители перенапряжения для электрооборудования сетей
переменного тока

Тип изделия	Краткая техниче- ская характери- стика
ОПН-35 IV УХЛ1	$U_p = 40,5 \text{ кВ}$ $L_{yT} = 140 \text{ см}$ $I_{pKII} = 350 \text{ А}$
ОПН-110 УХЛ1	$U_p = 73 \text{ кВ}$ $L_{yT} = 227 \text{ см}$ $I_{pKII} = 280 \text{ А}$
ОПН-150 У1	$U_p = 100 \text{ кВ}$ $L_{yT} = 310 \text{ см}$ $I_{pKII} = 350 \text{ А}$
ОПН-220 УХЛ1	$U_p = 146 \text{ кВ}$ $L_{yT} = 455 \text{ см}$ $I_{pKII} = 420 \text{ А}$
ОПН-110 В УХЛ1	$U_p = 73 \text{ кВ}$ $L_{yT} = 227 \text{ см}$ $I_{pKII} = 280 \text{ А}$
ОПН-150 В У1	$U_p = 100 \text{ кВ}$ $L_{yT} = 310 \text{ см}$ $I_{pKII} = 350 \text{ А}$
ОПН-220 В УХЛ1	$U_p = 146 \text{ кВ}$ $L_{yT} = 455 \text{ см}$ $I_{pKII} = 420 \text{ А}$

Тип изделия	Краткая техни- ческая характеристика
ОПНН-110 У1	$U_p = 56 \text{ кВ}$ $L_{yT} = 175 \text{ см}$ $I_{pKII} = 400 \text{ А}$
ОПНН-110 ХЛ1	$U_p = 56 \text{ кВ}$ $L_{yT} = 175 \text{ см}$ $I_{pKII} = 400 \text{ А}$
ОПНН-220 У1	$U_p = 115 \text{ кВ}$ $L_{yT} = 360 \text{ см}$ $I_{pKII} = 400 \text{ А}$
ОПНН-220 ХЛ1	$U_p = 115 \text{ кВ}$ $L_{yT} = 360 \text{ см}$ $I_{pKII} = 400 \text{ А}$
ОПН-110 II УХЛ1	$U_p = 73 \text{ кВ}$ $L_{yT} = 280 \text{ см}$ $I_{pKII} = 280 \text{ А}$
ОПН-110 IV УХЛ1	$U_p = 73 \text{ кВ}$ $L_{yT} = 390 \text{ см}$ $I_{pKII} = 280 \text{ А}$

ПРИЛОЖЕНИЕ № 18

**ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КАБЕЛЕЙ С
ИЗОЛЯЦИЕЙ
ИЗ СШИТОГО ПОЛИЭТИЛЕНА НА НАПРЯЖЕНИЕ 10 КВ**

Длительно допустимые токовые нагрузки, А

Сечение жилы, мм ²	АПвП, АПвПу, АПвПГ, АПвПуГ АПвП2Г, АПвПу2Г, АПвВ, АПвВнг-LS		ПвП, ПвПу, ПвПГ, ПвПуГ, ПвП2Г, ПвПу2Г, ПвВ, ПвВнг-LS	
	Расположение в плоскости			
	прокладка в земле	прокладка на воз- духе	прокладка в земле	прокладка на воздухе
50	175	225	230	290
70	215	280	280	360
95	260	340	335	435
120	295	390	380	500
150	330	440	430	560
185	375	505	485	635
240	440	595	560	745
300	495	680	640	845
Расположение треугольником				
50	170	185	220	245
70	210	235	270	300
95	250	285	320	370
120	280	330	360	425
150	320	370	410	475
185	360	425	460	545
240	415	505	530	645
300	475	580	600	740

При прокладке в плоскости токи рассчитаны при расстоянии между кабелями «в свету», равном диаметру кабелей. При прокладке в земле токи рассчитаны при глубине прокладки 0,7 метров и удельном термическом сопротивлении почвы 1,2 °См/Вт.

Допустимые токи даны для температуры окружающей среды 15 °С при прокладке в земле и 25 °С при прокладке в воздухе. При других расчетных температурах окружающей среды необходимо применять следующие поправочные коэффициенты.

Поправочные коэффициенты на температуру окружающей среды

Расчетная температура	Температура жилы	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
15	90	1,13	1,10	1,06	1,03	1,00	0,97	0,93	0,89	0,86	0,82	0,77	0,73
25	90	1,21	1,18	1,14	1,11	1,07	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78

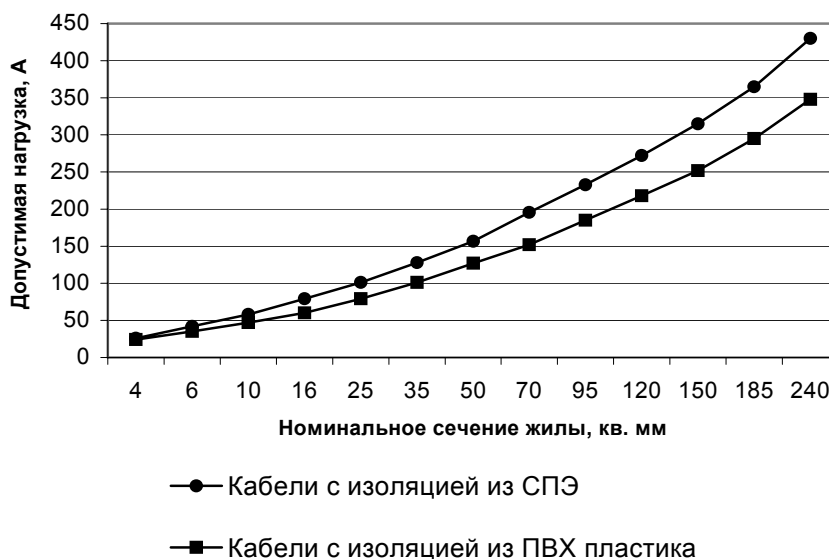
Приложение № 19

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КАБЕЛЕЙ С ИЗОЛЯЦИЕЙ ИЗ СШИТОГО ПОЛИЭТИЛЕНА НА НАПРЯЖЕНИЕ 1 КВ

Номинальное переменное напряжение частоты 50 Гц, кВ	1,0	
Максимальное переменное напряжение частоты 50 Гц, кВ	1,2	
Испытательное постоянное напряжение, 5 мин, кВ	5	
Сопротивление изоляции при рабочей температуре жилы, МОм×км	50	0,005*
Рабочая температура жил, °С	+ 90	+ 70*
Допустимый нагрев жил при работе в аварийном режиме, °С	+ 130	+ 80*
Максимальная температура жил при коротком замыкании, °С	+ 250	+ 160*
Эксплуатация при температуре окружающей среды, °С – для АПвВнг(А)-LS, ПвВнг(А)-LS, АПвБШнг(А)-LS, ПвБШнг(А)-LS – для АПвВГ, ПвВГ, АПвБШв, ПвБШв – для АПвБШп(з), ПвБШп(з)	- 40/+50 - 50/+50 - 60/+50	
Монтаж без предварительного подогрева при температуре не ниже, °С – для АПвБШп(з), ПвБШп(з) – для АПвВГ, ПвВГ, АПвБШв, ПвБШв, АПвВнг(А)-LS, ПвВнг(А)-LS, АПвБШнг(А)-LS, ПвБШнг(А)-LS	- 20 -15	
Радиус изгиба кабелей (наружных диаметров)	7,5	
Гарантийный срок эксплуатации, год	5	
Срок службы кабелей, год	30	

* для кабелей с изоляцией из ПВХ пластиката.

ТОКОВЫЕ НАГРУЗКИ



Длительно допустимые токовые нагрузки у кабелей с СПЭ изоляцией больше на 15–25 % в сравнении с кабелями с изоляцией из ПВХ пластиката.

ЛИТЕРАТУРА

1. Проектирование систем электроснабжения / В. Н. Винославский, А. В. Праховник, Ф. Клеппель, У. Бутц. – К.: Выща школа, Лейпциг: Немецкое издательство основных видов тяжелой промышленности, 1981.
2. СП 11-101-95 Порядок разработки, согласования, утверждения и состав обоснований инвестиций в строительство предприятий, зданий и сооружений. Введен в действие Минстроем РФ от 30.06.1995 г. № 18-63.
3. СНиП 11-01-95 Инструкция о порядке разработки, согласования, утверждения и составе проектной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений.
4. СНиП 3.01.01-85* Организация строительного производства.
5. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов, утвержденные Минэкономки РФ, Минфином РФ, Госстроем РФ от 21.06.1999 г. № ВК 477.
6. Справочник базовых цен на проектные работы для строительства. Объекты энергетики. Утвержден приказом ОАО РАО «ЕЭС России» от 10.02.2003 г. № 39.
7. ГОСТ 21.101-97* Основные требования к проектной и рабочей документации.
8. Рекомендации по технологическому проектированию подстанций переменного тока с высшим напряжением 35-750 кВ. Утверждены приказом Минэнерго России от 30.06.2003 г. № 288.
9. Гражданский Кодекс РФ.
10. Межотраслевые правила по охране труда и эксплуатации электроустановок ПОТРМ-016-2001, РД 153-34.0-03.150-00.
11. Перечень основной нормативной и методической документации, используемой при осуществлении деятельности по проектированию, строительству и инженерным изысканиям для строительства – ИД 29.2002, составленный Центром проектной продукции в строительстве и Федеральным лицензионным центром при Госстрое России.
12. Правила устройства электроустановок – ПУЭ.
13. ОАЩ.143.020 и ТИ.064 «Подстанции типа КТПБ(М) 35-220 кВ. Техническая информация и чертежи» — информация ЗАО «Группа компаний «Электрощит» – ТМ Самара».
14. Типовые схемы принципиальные электрические распределительных устройств напряжением 6-750 кВ подстанций и указания по их применению, № 14198 тм – Т1. Института «Энергосетьпроект».
15. ОГК.143.112-86 «Комплектные подстанции исполнения ХЛ, исполнения У. Вторичная коммутация». – Информация ЗАО «Группа компаний «Электрощит» – ТМ Самара».
16. ТИ-003 «Схемы вспомогательных цепей комплектных распределительных устройств серии К-59 и комплектных трансформаторных подстанций типа КТПБ(М) 110-35 кВ» – Информация ЗАО «Группа компаний «Электрощит» – ТМ Самара».
17. Комплектные трансформаторные подстанции блочные модернизированные 35-220 кВ. Информация ЗАО «Группа компаний «Электрощит» – ТМ Самара». – Самара, 2005.
18. Нормы технологического проектирования подстанций переменного тока с высшим напряжением 35-750 кВ (издание 4-е). – Т. 1. – 13865тм, ОАО «Энергосетьпроект». – М., 1991.
19. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации, утвержденные Минэнерго РФ от 19.06.2003. № 229.
20. Типовой проект института «Энергосетьпроект» № 4.407-267.
21. Отраслевой каталог «Сборные железобетонные изделия и конструкции». Т. II. Ч. 4.
22. Типовой проект института «Энергосетьпроект» № 407-03-456.87. Схемы принципиальные электрические распределительных устройств напряжением 6-750 кВ подстанций.

23. Типовой проект № 407-03-410.86. Установочные чертежи трансформаторов 110 кВ с учётом автокранового монтажа.
24. Типовой проект № 407-03-539.90. Открытые распределительные устройства 110 кВ на унифицированных конструкциях.
25. Типовой проект № 9013тм. Маслоуловитель из сборных железобетонных конструкций для подстанций 35-500 кВ.
26. Типовой проект № 407-03-567.90. Открытые распределительные устройства 35 кВ на унифицированных конструкциях.
27. Типовой проект № 3.407.9-153. Унифицированные конструкции опор под оборудование открытых распределительных устройств 35-500 кВ.
28. Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций. СО 153-34.21.122-2003. Утверждена Приказом Минэнерго РФ от 30.06.2003 г. № 80.
29. Инструкция по выбору изоляции электроустановок, РД 34.51.101-90. – М.: Союзтехэнерго, 1990.
30. Руководящие указания по защите от перенапряжений электрических установок переменного тока напряжением 3-220 кВ.
31. Техника безопасности в строительстве СНиП III-4-80*.
32. Постановление Госстроя России от 01.07.93 г. – Изменение к СНиП III-4-80* Техника безопасности в строительстве.
33. Инструкция по проектированию противопожарной защиты энергетических предприятий, РД 34.49.101-87.
34. Решение РАО «ЕЭС России» от 26.07.93 г. Об изменении инструкции РД 34.49.101-87, НТМ № 36/1-94.
35. СНиП 2.01.51-90. Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне.
36. Правила пожарной безопасности в РФ, ППБ-01-93.
37. Типовой проект № 3602тм «Заземляющие устройства опор ВЛ 35-750 кВ», ОАО «Энергосетьпроект», 1974.
38. Правила проектирования, строительства и эксплуатации волоконно-оптических линий РАО «ЕЭС России». – М., 1999. – 108 с.
39. Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбору электрооборудования. РД 153-34.0-20.527-98. – М.: Издательство НЦ ЭНАС, 2001. – 152 с.
40. Концепция технической политики ОАО РАО «ЕЭС России». – М., 2005.

ДЛЯ ЗАМЕТОК