

Правила и нормы в атомной энергетике

**ПРАВИЛА ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ АВАРИЙНОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ АТОМНЫХ СТАНЦИЙ**

ПНАЭ Г-9-027-91

Москва-ЦНИИАтоминформ-1992

Правила и нормы в атомной энергетике

Утверждены Постановлением

Госпроматомнадзора СССР

от 28.10.91 № 11

**ПРАВИЛА ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ АВАРИЙНОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ АТОМНЫХ СТАНЦИЙ**

ПНАЭ Г-9-027-91

Дата введения

01.08.92

Москва-ЦНИИАтоминформ-1992

*Настоящие Правила содержат требования по проектированию систем аварийного электроснабжения, являющихся системами безопасности атомных станций. Излагаются требования к схемам и компоновке устройств аварийного электроснабжения, электрооборудованию, кабельному хозяйству и др. Правила обязательны для всех министерств, ведомств, объединений, организаций и предприятий, осуществляющих работы по созданию и эксплуатации атомных станций.*

Исполнители: **Г.А. Новиков, А.Н. Шеметов, И.М. Эпштейн**

**СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ**

АБП - агрегат бесперебойного питания

АВР - автоматический ввод резерва (резервного электропитания)

АЗ - аварийная защита

АС - атомная станция

АСТ - атомная станция теплоснабжения

АСУТП - автоматизированная система управления технологическим процессом

БЩУ - блочный щит управления

РДЭС - резервная дизельная электрическая станция

РУ - распределительное устройство

РЩУ - резервный щит управления

САЭ - система аварийного электроснабжения

СУЗ - система управления и защиты реактора

ТКЕО - тиристорное коммутационное отключающее устройство с естественной коммутацией

ТКЕП - тиристорное коммутационное переключающее устройство (АВР) с естественной коммутацией

**1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

1.1. Настоящие Правила (далее - Правила) распространяются на сооружаемые и реконструируемые АС. По отношению к реконструируемым АС требования настоящих Правил распространяются лишь на реконструируемую часть электроустановок САЭ.

1.2. Обесточиванием называется исчезновение напряжения на рассматриваемом участке электрической схемы (объекта) от всех источников нормальной эксплуатации (рабочих и резервных трансформаторов собственных нужд).

1.3. Системой аварийного электроснабжения системы безопасности называется совокупность источников и преобразователей электроэнергии и ее распределения по потребителям в нормальных режимах и режиме обесточивания РУ.

1.4. Кабельная проходка - изделие или сборочная единица, предназначенная для прохода электрических цепей через стены и перекрытия, в состав которого входят уплотняющие устройства (сальники и др.) и устройство для проверки герметичности уплотнения после прокладки электрических кабелей.

1.5. Герметичная кабельная проходка - проходка со встроенными загерметизированными токопроводящими элементами, в состав которой входит устройство для проверки герметичности.

1.6. Все виды прохода кабелей через стены и перекрытия должны иметь заделку, обладающую соответствующей нормированной огнестойкостью.

**2. СИСТЕМЫ АВАРИЙНОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ**

## 2.1. Общие требования

2.1.1. Система аварийного электроснабжения является системой электроснабжения потребителей систем безопасности АС во всех режимах работы станции, в том числе при потере рабочих и резервных источников от энергосистемы, имеющей в своем составе автономные источники электропитания, преобразовательные, распределительные и коммутационные устройства. Необходимость САЭ в системе собственных нужд определяется только безопасностью АС. Система аварийного электроснабжения по влиянию на безопасность и характеру выполняемой функции является обеспечивающей системой безопасности.

2.1.2. Для того чтобы САЭ могла выполнять свои функции в соответствии с различными проектными исходными событиями, она должна включать в свой состав автономные источники электроэнергии: аккумуляторные батареи и резервные дизель-генераторные электростанции. Разрешается применение и других автономных источников питания при технико-экономических обоснованиях.

2.1.3. Система аварийного электроснабжения начинается на входных зажимах включателей секций реакторной установки системы, используемых для ее подключения к схеме собственных нужд нормальной эксплуатации, и заканчивается на входных зажимах электроприемников потребителей первой и второй групп.

К САЭ относятся электроустановки и кабели, перечисленные в разд. 6 "Общих положений по устройству и эксплуатации систем аварийного электроснабжения АС" (ПНАЭ Г-9-026-90)\* в части силовых цепей.

\* М., ЦНИИАтоминформ, 1991.

Требования ко вторичным цепям (цепям управления, сигнализации, контроля, автоматики и релейной защиты) электроустановок САЭ как к управляющим системам безопасности должны содержаться в нормативно-техническом документе (НТД) по АСУТП АС.

2.1.4. Электрооборудование, предназначенное для обеспечения выполнения САЭ функций безопасности, и входящие в ее состав технологические системы (вентиляция, охлаждение, подача смазки и т.д.) должны запитываться электроэнергией от источников того же канала системы безопасности, который они обслуживают.

2.1.5. Система аварийного электроснабжения и входящие в нее технические средства должны выполнять заданные функции в условиях воздействий природных явлений, свойственных району размещения объекта (максимальное расчетное землетрясение, ураганы и др.), возникновения отказов по обидам причинам (пожары и др.), а также при тепловых, механических, химических и радиационных воздействиях, возникающих в результате аварии на АС, о чем должно быть указано в проекте.

Сейсмостойкость элементов САЭ должна соответствовать требованиям разд. 5 "Норм проектирования сейсмостойких АС".

2.1.6. Проектом должны предусматриваться периодические испытания, опробования и проверки элементов и систем в целом в течение всего срока службы и после ремонта на соответствие их проектным показателям.

В проекте должна быть предусмотрена возможность технического обслуживания, испытаний и ремонтов элементов САЭ и их замена. Объем и периодичность технического обслуживания должны обеспечивать функциональную работоспособность САЭ и не приводить к нарушению проектных условий безопасной эксплуатации. Для этого проектом должно быть предусмотрено использование оборудования, которое можно установить или смонтировать так, чтобы было удобнее проводить техническое обслуживание, испытание, ремонт.

2.1.7. Испытания должны проводиться по программам, разработанным в установленном порядке и согласованным с органами государственного надзора и контроля.

2.1.8. Подключение к САЭ потребителей, не относящихся к системам безопасности, как правило, не допускается. В необходимых случаях при подключении к САЭ указанных потребителей должно быть показано, что такие подключения не повлияют на выполнение САЭ функций безопасности и на возможность проведения ее испытаний.

2.1.9. В проекте должны быть указаны:

элементы САЭ, при отказе которых она не может выполнять свои функции и должна быть выведена в ремонт;

элементы САЭ, при отказе которых она может работать ограниченное время;

условия обеспечения требований безопасности при выводе в ремонт или опробовании отдельных каналов САЭ.

2.1.10. В проекте должен использоваться принцип независимости работы каналов САЭ (физическое и функциональное разделение) для защиты ее от возможных отказов по общей причине, в том числе при пожаре и других событиях, происходящих либо непосредственно в связи с выходом из строя оборудования системы безопасности, либо в результате деятельности персонала (например, при эксплуатации или техобслуживании).

2.1.11. В проекте должна быть обоснована требуемая продолжительность работы САЭ в режиме обесточивания.

2.1.12. В проекте должно быть показано, что суммарная мощность САЭ и отдельных каналов, которые предназначены для обеспечения безопасности, в том числе для системы аварийного охлаждения и отвода тепла от остановленного реактора, достаточна для того, чтобы справиться с любой проектной аварией на данном энергоблоке.

2.1.13. В проекте должно быть показано, что при опробовании канала САЭ и возникновении в этот период аварийной ситуации на энергоблоке, в том числе при обесточивании, САЭ сможет выполнять свои функции.

2.1.14. В проекте должна быть предусмотрена возможность диагностики состояния оборудования САЭ и получения информации об отклонениях от его нормальных параметров в процессе эксплуатации.

## 2.2. Категории электроприемников АС по требованиям надежности электроснабжения

2.2.1. По требованиям, предъявляемым к надежности электроснабжения, все потребители САЭ разделяются на две группы:

первая группа - потребители постоянного и переменного тока, не допускающие по условиям безопасности перерыв питания более чем на доли секунды во всех режимах, включая режим обесточивания, и требующие обязательного наличия питания после срабатывания АЗ реактора;

вторая группа - потребители переменного тока, допускающие перерывы питания на время, определяемое условиями безопасности требующие обязательного наличия питания после срабатывания АЗ реактора.

## 2.3. Требования к надежности

Проект должен содержать:

количественный анализ надежности, в том числе для аварийных ситуаций, рассматриваемых в проекте;  
количественный анализ вероятности повреждений оборудования.

## 2.4. Сети питания потребителей САЭ

В САЭ, как правило, предусматриваются следующие сети электроснабжения собственных нужд:

сети переменного тока напряжением 6 кВ и 380/220 В, 50 Гц надежного питания потребителей второй группы;

сеть напряжением 380/220 В, 50 Гц надежного питания потребителей первой группы;

сеть напряжением 220 В, 110 В постоянного тока питания потребителей первой группы.

Допускается применение напряжения 10 кВ и 660 В.

## 3. СХЕМЫ АВАРИЙНОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

### 3.1. Схема аварийного электроснабжения для потребителей второй группы

3.1.1. Число секций надежного питания для потребителей сети напряжением 6 кВ второй группы, обеспечивающей безопасность, должно соответствовать или быть кратным числу каналов системы безопасности энергоблока с наибольшим числом каналов, принятым в технологической части.

3.1.2. Каждая секция РУ 6 кВ надежного питания должна подключаться к рабочему источнику (к блочной секции РУ 6 кВ нормальной эксплуатации) так, чтобы было обеспечено ее обязательное отключение при прохождении команды "отключить", например через два последовательно включенных выключателя. При этом, как правило, к блочной секции должно подключаться по одной секции надежного питания системы безопасности.

3.1.3. При обесточивании секций РУ надежного питания 6 кВ на время, большее времени АВР блочной секции, они должны автоматически отключаться от блочной секции, а к ним автоматически должны подключаться аварийные автономные источники питания - дизель-генераторные электростанции или внестанционный источник автономного электроснабжения.

3.1.4. Потребители сети 0,4 кВ второй группы должны питаться от секции надежного питания напряжением 0,4 кВ, минимальное число которых должно быть равным числу каналов системы безопасности с наибольшим числом каналов, принятым в технологической части проекта.

3.1.5. Каждая секция РУ 0,4 кВ надежного питания должна присоединяться к отдельному трансформатору напряжением 6,0/0,4 кВ, подключенному к соответствующей секции надежного питания РУ 6 кВ.

3.1.6. Если на объекте отсутствуют потребители напряжения 6 кВ второй группы, относящиеся к системе безопасности (например, на АСТ), для потребителей второй группы системы безопасности должны предусматриваться секции РУ 0,4 кВ надежного питания (по числу каналов системы безопасности), к которым при обесточивании автоматически подключаются автономные дизель-генераторные электростанции напряжением 0,4 кВ.

3.1.7. В проекте должны быть определены:

3.1.7.1. Допустимое время запуска дизель-генератора из условия допустимого времени перерыва питания потребителей второй группы.

3.1.7.2. Режим и последовательность набора нагрузки, удовлетворяющие требованиям по обеспечению безопасности.

3.1.7.3. Соответствие рабочих характеристик дизель-генератора пусковым нагрузкам и перегрузкам в течение допустимого интервала времени, а также номинальным нагрузкам.

3.1.7.4. Способность системы надежного электроснабжения обеспечивать электропитанием потребителей при ступенчатом наборе нагрузки без ухудшения параметров сети (напряжение, частота) ниже допустимых проектом пределов как при подключении, так и отключении самой большой нагрузки.

3.1.8. Взаимное резервирование электропитания секций РУ 6 и 0,4 кВ между разными каналами САЭ, а также автономных источников в пределах каждого канала не предусматривается.

3.1.9. Проектом должны быть предусмотрены периодичность и рекомендации методики проверки работоспособности дизель-генераторов (включение, нагружение, отключение) на работающем и остановленном энергоблоке.

Проектом должен быть предусмотрен абсолютный приоритет выполнения дизель-генераторной электростанцией функций безопасности АС над действием некоторых собственных технологических защит, выводящих ее из работы.

### 3.2. Схема надежного электроснабжения постоянного и переменного тока для потребителей первой группы

3.2.1. В качестве основных автономных источников питания системы постоянного тока должны использоваться аккумуляторные батареи, нормально работающие в режиме постоянного подзаряда. Постоянный подзаряд и заряд аккумуляторных батарей должны осуществляться через выпрямительные устройства, подключаемые к соответствующей системе переменного тока САЭ второй группы, а при перезарядке - к системе нормальной эксплуатации.

3.2.2. Каждая установка постоянного тока должна состоять из аккумуляторной батареи, зарядного и подзарядного устройств и распределительного щита. Зарядное и подзарядное устройства могут быть совмещены в одном устройстве.

3.2.3. Мощность подзарядного устройства должна быть достаточной для обеспечения работоспособности всех потребителей, подключенных к данной установке постоянного тока, при всех стационарных режимах в цепях потребителей.

3.2.4. Мощность зарядного устройства должна быть достаточной для перевода батареи из разряженного состояния в полностью заряженное в течение определенного проектом времени.

3.2.5. Системы постоянного тока должны обеспечивать питание потребителей постоянного тока во всех режимах эксплуатации энергоблока. Перечень потребителей системы постоянного тока должен быть определен в проекте.

3.2.6. Система постоянного тока для питания потребителей первой группы, обеспечивающих безопасность в пределах энергоблока, должна быть разделена на отдельные установки, число которых должно соответствовать принятому в проекте числу каналов системы безопасности с наибольшим их числом.

3.2.7. Аккумуляторные батареи каналов системы безопасности выбираются при условии их автономной работы в режиме обесточивания, по допустимому уровню напряжения на шинах при максимальной толчковой нагрузке в начале аварии, включая суммарную нагрузку сети питания потребителей переменного тока первой группы надежности, при этом для двигательной нагрузки должен учитываться пусковой ток.

3.2.8. Проектом должна быть подтверждена возможность аккумуляторных батарей и системы постоянного тока в целом выполнить возложенные на нее функции безопасности после воздействия максимального толчкового тока.

3.2.9. Для питания потребителей первой группы переменным током, заряда и подзаряда используются АБП, которые состоят из выпрямителя, используемого как зарядно-подзарядный агрегат, инверторов для питания переменным током потребителей первой группы, тиристорных ключей для защиты отходящих от инверторов линий и для АВР со временем до 10 мс в случае исчезновения напряжения на рабочем источнике.

3.2.10. Число установок постоянного тока и комплектов АБП, питаемых от этих установок, для потребителей постоянного и переменного тока первой группы, обеспечивающих безопасность, должно быть не менее принятого в проекте энергоблока числа каналов системы безопасности, предусмотренных в технологической части.

Число ТКЕО и ТКЕП, входящих в состав АБП по заказу, определяется в каждом конкретном случае в зависимости от видов нагрузки.

Минимальное число инверторов АБП в пределах одного канала должно соответствовать числу независимых комплектов технических средств (например, СУЗ, АЗ и др.), предусмотренных в данном канале безопасности.

При наличии отдельных систем, число комплектов которых превосходит принятое число инверторов АБП, допускается не увеличивать число инверторов с обоснованием в проекте надежности электроснабжения.

3.2.11. Для потребителей переменного тока первой группы в пределах каждого канала системы безопасности при необходимости должно предусматриваться автоматическое быстродействующее резервирование электропитания по структуре инвертор-сеть или инвертор-инвертор.

3.2.12. При соответствующем обосновании для электропитания технических средств АСУТП могут предусматриваться специальные преобразователи постоянного тока напряжением 220/27 В или дополнительные установки постоянного тока с аккумуляторными батареями напряжением 27 В.

3.2.13. Возмущение сети напряжением 6 и 0,4 кВ и на щитах постоянного тока при АВР и коммутационных помехах, а также набор нагрузки на дизель-генератор в режиме ступенчатого пуска не должны приводить к сбоям в работе автономного источника и потребителей первой группы надежности.

3.2.14. Работа электронного оборудования потребителей и автономный источник напряжением 0,4 кВ первой группы должны быть взаимно согласованы в нормальных и переходных режимах схем электроснабжения.

#### **4. КОМПОНОВКА УСТРОЙСТВ АВАРИЙНОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ**

4.1. Распределительные устройства 6 и 0,4 кВ, сборки напряжением 0,4 кВ следует располагать в зоне свободного режима.

4.2. Распределительное устройство собственных нужд САЭ, аккумуляторные батареи, щиты постоянного тока, АБП и другие элементы каждого канала системы безопасности должны быть размещены в отдельном помещении. Помещения САЭ разных каналов систем безопасности должны быть отделены друг от друга и от системы нормальной эксплуатации. Ограждающие и несущие строительные конструкции помещений каналов САЭ должны быть из негорюемых материалов и иметь предел огнестойкости  $\geq 1,5$  ч.

4.3. Кабельные трассы каналов систем безопасности по возможности должны размещаться в пределах главного корпуса.

4.4. Двери из помещений разных каналов систем безопасности могут выходить в один обходной коридор или лестничную клетку, а из пожароопасных помещений - через тамбур.

4.5. Техническими и организационными мерами должен быть исключен несанкционированный доступ в помещения и сооружения, в которых размещены элементы САЭ. Каждый факт посещения помещения и сооружения САЭ должен обязательно фиксироваться и регистрироваться.

К техническим и организационным мерам по исключению несанкционированного доступа к САЭ должны быть отнесены меры физической охраны (запираемые ограждения, помещения, сигнализация, телевидение и т.д.) и административные.

Должна быть предусмотрена возможность немедленного доступа в помещения и сооружения САЭ в случае аварийной обстановки.

#### **5. КАБЕЛЬНОЕ ХОЗЯЙСТВО**

5.1. Кабели систем безопасности АС, включая кабели установки автоматического пожаротушения указанных систем, должны быть огнестойкими. До их разработки допускается применение для системы безопасности кабелей, не распространяющих горение.

5.2. Конструкции кабелей, прокладываемых в герметичных помещениях АС, должны соответствовать условиям окружающей среды в нормальных и аварийных режимах работы кабелей с учетом необходимости сохранения их работоспособности в указанных режимах.

5.3. Несущие конструкции кабельных сооружений систем безопасности АС, а также ограждающие конструкции, отделяющие кабельные сооружения различных каналов систем безопасности друг от друга и от аналогичных сооружений и устройств нормальной эксплуатации, должны выполняться из негорюемых материалов с пределом огнестойкости  $\geq 1,5$  ч.

5.4. Допускается прокладка единичных силовых кабелей, не относящихся к системам безопасности, по кабельным сооружениям систем безопасности. При этом к указанным кабелям по всей трассе их прокладки должны предъявляться такие же требования, как к элементам систем безопасности. В этом случае в пределах одного канала системы безопасности указанные кабели прокладываются совместно с кабелями системы безопасности без разделения, а в помещениях других каналов системы безопасности они должны быть отделены от других кабелей ограждающими конструкциями с пределом огнестойкости  $\geq 1,5$  ч.

5.5. Противопожарные перегородки, двери, люки, разделяющие кабельные сооружения одного канала системы безопасности на отсеки, должны выполняться с пределом огнестойкости  $\geq 0,75$  ч.

5.6. По территории АС кабели, относящиеся к разным каналам системы безопасности, должны прокладываться в сейсмостойких туннелях или каналах с учетом требований по разделению каналов системы безопасности.

5.7. Двери кабельных сооружений разных каналов системы безопасности АС могут выходить в общий коридор и помещения нормальной эксплуатации. Не допускается устройство дверей между смежными кабельными сооружениями разных каналов системы безопасности.

5.8. Двери и люки в кабельных сооружениях с пределом огнестойкости 1,5 ч и более должны иметь предел огнестойкости  $\geq 1,5$  ч.

5.9. Все места прохода кабелей (независимо от их конструктивного исполнения) сквозь стены, перегородки и перекрытия между помещениями разных каналов системы безопасности, а также помещениями канала системы безопасности и нормальной эксплуатации должны иметь предел огнестойкости  $\geq 1,5$  ч.

5.10. Все места прохода кабелей (независимо от их конструктивного исполнения) сквозь стены, перегородки и перекрытия между помещениями одного канала системы безопасности должны иметь предел огнестойкости  $\geq 0,75$  ч.

5.11. В металлических коробах и железобетонных непроходных каналах кроме уплотнений мест прохода кабелей сквозь стены и перекрытия должны быть выполнены огнепреградительные пояса из негорючих материалов огнестойкостью  $\geq 0,75$  ч. Огнепреградительные пояса должны устанавливаться на горизонтальных трассах через 30 м, вертикальных - через 20 м, а также на концах трассы и в местах ответвлений кабельных потоков. Состав и тип огнепреградительных заделок должны быть согласованы с органами Госпожнадзора.

Материал огнепреградительных поясов и их ширина должны быть указаны в проекте.

5.12. Проход кабелей между помещениями зоны строгого режима и свободной зоной должен выполняться через кабельные проходки, если перепад давления между помещениями может превышать 0,03 МПа.

5.13. Выход кабелей из помещений гермозоны аппаратного отделения АС (помещения первого контура) и имеющих связь с этими помещениями по воздуху или трубопроводам без отсечной арматуры, в которых во время аварии повышается давление, должен выполняться через герметичные кабельные проходки, рассчитанные на расчетное давление при аварии. Кабельные проходки в герметичных помещениях АС должны защищаться экранами от "летающих предметов", струй пара и горячей воды.

5.14. Не допускается прокладка кабелей разных каналов систем безопасности в пределах одного помещения, за исключением случаев, оговоренных в п. 5.15.

5.15. Прокладка кабелей разных каналов систем безопасности в общем помещении допускается:

в помещениях БЩУ, РЩУ, щита СУЗ и кабельных помещениях, расположенных под ними. При этом должны быть приняты меры, исключающие нарушения работоспособности систем безопасности из-за отказов по общей причине (например, применены специальные схемы управления, обеспечивающие выполнение функций систем безопасности при любых повреждениях оперативных цепей в одном из вышеуказанных помещений), и распространение пожара по кабелям в смежные помещения;

в герметичных помещениях реакторного отделения и в помещениях, где технологическое оборудование имеет электропривод или контроль, принадлежащие разным каналам систем безопасности (отсечная арматура на трубопроводах, датчики и др.). При этом должны быть приняты указанные в п. 5.16 меры, исключающие повреждения кабелей разных каналов систем безопасности, обслуживающих их технологическое оборудование при пожаре и механических воздействиях.

Транзитная прокладка других кабелей систем безопасности в этих помещениях не допускается.

5.16. Основные кабельные трассы разных каналов систем безопасности в гермозоне, находящиеся в общем помещении, следует прокладывать в металлических коробах.

При прокладке кабелей, не распространяющих горение, короба должны покрываться по наружной поверхности огнезащитным составом огнестойкостью 1,5 ч каждый.

Участок кабелей от основной трассы до потребителя следует прокладывать в металлических трубах или гибких металлолорукавах, силовые кабели больших сечений - в металлических коробах малых сечений заводского исполнения или изготовленных по месту.

Допускается не покрывать огнезащитным составом короба с огнестойкими кабелями, а также кабели, не распространяющие горение к отдельным потребителям.

5.17. Силовые и контрольные кабели при прохождении вблизи маслобаков и маслостанций (на расстоянии до 10 м) и в местах возможных механических повреждений должны прокладываться в металлических коробах. При этом кабели, проходящие по этим участкам, покрываются огнезащитными материалами на участке трассы в границах указанного оборудования плюс 10 м в каждую сторону.

В коробах при многослойной прокладке покрывается верхний слой кабелей.

В помещениях, предназначенных специально для маслососов, силовые кабели следует прокладывать в стальных трубах.

5.18. Кабельные конструкции должны быть спроектированы так, чтобы они выдерживали механические нагрузки от кабелей с учетом возможных механических, химических и тепловых воздействий, возникающих в результате проектных аварий, а также с учетом таких свойственных району расположения АС природных явлений, как землетрясения и ураганы.

5.19. В помещениях, не оборудованных установками автоматического пожаротушения, при применении кабелей, не обеспечивающих нераспространение горения или огнестойкость, такие кабели следует покрывать огнезащитным составом.

Покрытие огнезащитным составом следует выполнять следующим образом:

всю верхнюю поверхность силовых кабелей;

верхний слой контрольных кабелей, проложенных в коробах многослойно;

наружный слой контрольных кабелей, уложенных в пучках или на лотках.

5.20. Для подключения к питающей сети электродвигателей напряжением до 1 кВ, установленных на виброоснованиях, а также в случаях, когда сечение жил питающих кабелей не соответствует сечению контактных выводов электроприемников, должны предусматриваться переходные коробки (ящики) с силовыми зажимами, устанавливаемыми вблизи электродвигателей, и кабельные перемычки с гибкими жилами.

5.21. Для помещений натриевых контуров АС с реакторами типа БН должны, как правило, применяться кабели с негорючей изоляцией, стойкой к воздействию щелочных металлов.

## **6. ТРЕБОВАНИЯ К ОБОРУДОВАНИЮ**

- 6.1. Все электротехническое оборудование, применяемое в реакторном отделении АС, должно быть в сейсмостойком исполнении.
- 6.2. Оборудование, применяемое в САЭ, должно обеспечивать работоспособность САЭ при сейсмических воздействиях, имеющих место на отметках установки оборудования, и соответствовать требованиям "Специальных условий поставки оборудования, приборов, материалов и изделий для объектов атомной энергетики".
- 6.3. Все электротехническое оборудование САЭ и его потребителей должно быть пожаробезопасным.
- 6.4. Электротехническое оборудование систем безопасности должно сохранять функции, обеспечивающие безопасность в течение необходимого времени, при параметрах окружающей среды, создаваемых проектными авариями.

## **7. АККУМУЛЯТОРНЫЕ УСТАНОВКИ САЭ**

- 7.1. Аккумуляторные батареи должны быть установлены на конструкциях, исключающих перемещение элементов батареи при сейсмических воздействиях.
- 7.2. Ошиновка аккумуляторных батарей может выполняться кабелями или шинами. Выход кабелей из помещения аккумуляторной батареи должен осуществляться через заложенные в стене трубы или специальные проходные изоляторы.  
Трубы после прокладки кабелей должны быть уплотнены от перетока газов.  
Кабели от аккумуляторной батареи до щита постоянного тока по возможности должны прокладываться вне кабельных помещений.  
В случае пересечения указанными кабелями кабельного помещения они должны прокладываться в стальных трубах.
- 7.3. Защитные аппараты между аккумуляторной батареей и вводным автоматом на щите постоянного тока не устанавливаются.
- 7.4. Длина кабеля от помещения аккумуляторной батареи до щита постоянного тока должна быть  $\leq 50$  м.
- 7.5. "Плюс" и "минус" от аккумуляторной батареи до щита постоянного тока должны прокладываться в разных кабелях.
- 7.6. Аккумуляторные батареи должны эксплуатироваться в режиме постоянного подзаряда от отдельного выпрямительного устройства. Ускоренный заряд батареи выполняется от того же выпрямителя, но от отдельного разделительного зарядного трансформатора напряжением 6/0,4 кВ.
- 7.7. Не допускается питание от аккумуляторных батарей САЭ систем безопасности потребителей, не относящихся к этим системам. Питание потребителей постоянного тока внутри герметичной зоны реакторного отделения может осуществляться только выпрямленным током.

## **8. ОСВЕЩЕНИЕ**

8.1. Питание осветительных установок в основных помещениях аппаратного (реакторного) отделения, вентиляционного центра, помещениях РУ системы безопасности, основных проходов, коридоров, лестниц, служащих для прохода и эвакуации персонала, должно выполняться следующим образом:

8.1.1. Все помещения герметичной и негерметичной частей аппаратного отделения условно разделяются на зоны соответственно числу каналов систем безопасности.

8.1.2. В каждой вышеуказанной зоне, кроме герметичной, питание осветительных установок основных проходов, коридоров, лестниц, служащих для прохода и эвакуации персонала, а также помещения РУ системы безопасности выполняется:

рабочее освещение - линиями от секций собственных нужд РУ 0,4/0,23 кВ надежного питания, расположенных в данной активной зоне;

аварийное освещение - от панели аварийного освещения, устанавливаемой в помещении соответствующего канала системы безопасности.

Питание каждой панели аварийного освещения осуществляется от секции собственных нужд РУ 0,4/0,23 кВ надежного питания и автоматически резервируется от аккумуляторной батареи напряжением 220 В в том же канале системы безопасности.

8.1.3. В герметичной зоне питание осветительных установок осуществляется следующим образом:

аварийное освещение - линиями от секций собственных нужд надежного питания соответствующего канала системы безопасности;

рабочее освещение - линиями от блочных секций нормальной эксплуатации.

8.2. От секций второй группы надежности РУ 0,4/0,23 кВ САЭ двух разных каналов систем безопасности должно осуществляться также электропитание рабочего и аварийного (переменного тока) освещения БЩУ и РЩУ.

8.3. Постоянно горящие лампы на БЩУ и РЩУ получают электропитание от щитов постоянного тока напряжением 220 В одного из каналов САЭ.

8.4. Щиты (силовые сборки), питающие освещение БЩУ и РЩУ, должны размещаться в помещениях соответствующих каналов системы безопасности.

## **9. ТРЕБОВАНИЯ К ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА**

9.1. В составе технологической части рабочего проекта должны быть приведены перечни потребителей первой и второй групп надежности по каналам системы безопасности.

9.2. Компонировка технологического оборудования должна выполняться с учетом пп. 2.1.10, 4.2, 4.5.

9.3. В составе технологической части проекта должны быть определены последовательность запуска технологических механизмов и допустимый перерыв питания каждого механизма всех каналов систем безопасности.

## 10. АВТОНОМНЫЕ ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРНЫЕ УСТАНОВКИ САЭ

### 10.1. Схемы электрических соединений

10.1.1. Схематическими электрическими соединениями резервных дизельных электростанций должно предусматриваться электроснабжение потребителей собственных нужд каналов системы безопасности энергоблока.

При разработке схемы в основу принимаются следующие исходные данные:

10.1.1.1. Напряжение, на котором выдается электроэнергия РДЭС на шины САЭ.

10.1.1.2. Мощность РДЭС одного канала системы безопасности АС, необходимая для запуска и работы механизмов этого канала при любых аварийных режимах энергоблока. Исходя из требуемой мощности РДЭС выбираются тип и число дизель-генераторов.

10.1.1.3. Токи короткого замыкания при параллельной работе РДЭС с сетью.

10.1.2. При нахождении РДЭС в режиме "ожидание" питание электроприемников ее собственных нужд должно обеспечиваться от секций САЭ.

10.1.3. Для возможности опробования дизель-генераторов на полной нагрузке должна предусматриваться параллельная работа с сетью. Включение в эту работу предусматривается методом ручной точной синхронизации.

### 10.2. Компоновка помещений и оборудования РДЭС

10.2.1. Резервная дизельная электрическая станция должна, как правило, размещаться в отдельно стоящем здании. Допускается размещение РДЭС в обстройках, пристройках реакторного отделения или других зданиях первой категории сейсмостойкости.

10.2.2. Ячейки РДЭС разных каналов системы безопасности энергоблока АС, проектируемого с учетом падения самолета, должны размещаться так, чтобы по общей причине не могло быть повреждения РДЭС всех каналов.

10.2.3. Дизель-генераторы, обеспечивающие один канал системы безопасности, должны устанавливаться в изолированной ячейке и оборудоваться автономными системами топлива, смазки, охлаждающей воды, пускового воздуха, управления, защиты и сигнализации и т.п. Объединение цепей и коммуникаций, принадлежащих к разным каналам, не допускается.

10.2.4. Дизель-генератор, элементы его технологических систем (охладители, подогреватели, насосы, сепараторы, фильтры, компрессоры, воздухоотделители и др.), а также относящаяся к ним арматура должны размещаться в одном помещении с основным агрегатом. Размещение топливоперекачивающего оборудования в этом помещении не допускается.

10.2.5. Компоновка оборудования в помещениях РДЭС не должна затруднять монтаж, демонтаж, а также выемку отдельных агрегатов, узлов и сборочных единиц для их технического обслуживания.

10.2.6. Резервная дизельная электрическая станция должна быть рассчитана на работу без постоянного присутствия оперативного персонала. В ячейках РДЭС должно быть предусмотрено рабочее место для обходчика.

### 10.3. Требования к оборудованию и его выбор

10.3.1. Оборудование, системы и устройства так же, как и здание РДЭС, должны быть рассчитаны на все возможные воздействия, возникающие в результате проектных аварий, на местные природные явления, свойственные данному району, а также на внешнюю ударную волну с избыточным давлением в соответствии с требованиями действующих НТД.

10.3.2. Системы РДЭС должны обеспечивать постоянную готовность дизель-генератора к пуску. Время пуска от подачи команды на пуск до готовности принятия нагрузки не должно превышать 15 с.

10.3.3. Системы РДЭС должны обеспечивать необслуживаемую работу дизель-генератора  $\geq 240$  ч.

10.3.4. В качестве оперативного тока в системе собственных нужд РДЭС применяется переменный ток с напряжением 380/220 В, источником оперативного тока должна являться линия питания от САЭ.

## 11. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОЕКТНОЙ РАБОЧЕЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ПО САЭ

11.1. Рабочая документация должна разрабатываться и выпускаться по системам или группам систем, взаимосвязанным по функциональному назначению или территориальному расположению оборудования, а также по видам и назначению электротехнических установок (РУ, силовое оборудование, установки постоянного тока, АБП, преобразователи, кабельные сети, освещение и др.).

11.2. В рабочей документации должна быть приведена информация, позволяющая установить принадлежность электротехнических устройств, кабельных линий и др.:

к системам нормальной эксплуатации;

к системам безопасности.

11.3. В состав проектной рабочей документации должны входить:

11.3.1. Схемы электроснабжения потребителей, в том числе вторичных силовых сборок (для каждого канала САЭ).

11.3.2. Места расположения по всем помещениям и отметкам всего электротехнического оборудования, электродвигателей, механизмов, комплектных устройств и др., к которым подключаются кабели (для каждого канала САЭ).

11.3.3. Рабочая документация по кабельному хозяйству:

11.3.3.1. Чертежи расстановки кабельных конструкций, в которых должны быть указаны:

конструктивное исполнение (типы, сортамент) кабельных конструкций, лотков, коробов, защитных труб, а также их количество и расстановка (раскладка) по трассам, необходимость и способы нанесения специальных противопожарных и антикоррозионных покрытий;

площадки, специально предусмотренные для обслуживания кабельных трасс;

способ крепления кабельных конструкций к строительным основаниям и расстояния между конструкциями;

номера архитектурно-строительных чертежей, в которых должны быть предусмотрены специальные закладные элементы для крепления конструкций.

11.3.3.2. Справочные планы (или таблицы) закладных труб, устройств и проемов, предназначенных для прохода кабелей через стены и перекрытия, места их расположения (помещения), количество и типы с указанием номеров архитектурно-строительных чертежей, в которых предусмотрены проходы кабелей.

11.3.3.3. Планы кабельных трасс с указанием их номеров, способов защиты кабелей от механических повреждений, места проходов и проемов с огнепреградительными заделками (в том числе и на период монтажа), способов и мест нанесения огнезащитных составов.

11.3.3.4. Таблицы заполнения кабелями всех видов проходов через стены и перекрытия.

11.3.3.5. Планы расстановки герметичных проходов.

11.3.4. Кабельные журналы силовых и контрольных кабелей, которые группируются по отдельным каналам САЭ. В них должны быть указаны:

технологическая маркировка, марка, сечение, число жил, длина кабелей (проводов);

обозначение (маркировка) трасс для прокладки кабелей (проводов);

обозначение и место расположения (номера помещений) электротехнических устройств, к которым подключаются концы кабелей; длины кабелей.

11.3.5. Межпанельные перемычки контрольных кабелей для многопанельных (многошкафных) комплектных устройств должны быть сгруппированы в отдельных кабельных журналах.

11.3.6. Схемы подключения жил контрольных кабелей к зажимам комплектных устройств. На схемах подключения, наряду с технологической маркировкой кабелей (проводов), необходимо указывать:

марку, сечение и число жил кабелей;

обозначение комплектных и других устройств, к которым подключаются противоположные концы кабелей.

## СОДЕРЖАНИЕ

Список сокращений. 1

1. Общие положения. 1

2. Системы аварийного электроснабжения и электрические сети. 2

3. Схемы аварийного электроснабжения. 4

4. Компонировка устройств аварийного электроснабжения. 6

5. Кабельное хозяйство. 7

6. Требования к оборудованию. 9

7. Аккумуляторные установки саз. 9

8. Освещение. 10

9. Требования к технологической части проекта. 10

10. Автономные дизель-генераторные установки саз. 11

11. Требования к проектной рабочей документации по саз. 12