

Утверждаю

Директор департамента проектирования АЭС с
реакторами ВВЭР нового поколения
ОАО «СПбАЭП»


А.М. Казарин

Техническое решение № 21-28-ЛН2/55 от 14.12.2010
Об изменении Исходных технических требований (ИТТ) на блочный повышающий
трансформатор (ЛН2О.Д.110.&.0UBF&&.BAT&&.031.MD.0001)

В связи с необходимостью уточнения данных для заказа оборудования

РЕШИЛИ:

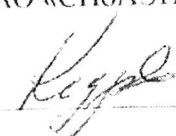
1. Внести в состав Исходных Технических Требования на блочный повышающий трансформатор информацию о возможности комплектования трансформаторов системой мониторинга и диагностики, а также технические требования к этой системе.
2. Данное Техническое решение является неотъемлемой частью исходных технических требований.
3. Изменения в ИТТ внести при плановом перевыпуске ИТТ.

Приложения:

1. ИТТ на Блочный повышающий трансформатор - Листы 8-16, 19.

Согласовано:

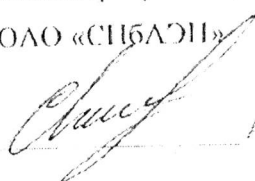
Начальник БТИП-2
ОАО «СПбАЭП»


В.В. Кедров

Начальник ЭТО-2
ОАО «СПбАЭП»


Н.К. Новиков

Инженер-проектировщик I кат.
ОАО «СПбАЭП»


А.В. Четкин

Согласовано:

ГИП ЛАЭС-2
ОАО «СПбАЭП»


А.О. Мартынов

Начальник группы
ОАО «СПбАЭП»


И.А. Щекинов

ОАО «СПбАЭП»	Ленинградская АЭС-2 Техническая спецификация на блочный повышающий трансформатор	Изм. 1 12.2010	
--------------	---	-------------------	--

1.2.3.22 Производственная, монтажная и эксплуатационная технологичность должны обеспечивать достижение заданных показателей качества оборудования в условиях его изготовления, монтажа, эксплуатации.

1.2.3.23 БПТ должен быть ремонтпригодным и обслуживаемым по месту.

1.2.3.24 БПТ должен эксплуатироваться без капитального ремонта весь срок службы.

1.2.4 СИСТЕМА МОНИТОРИНГА И ДИАГНОСТИКИ

БПТ может комплектоваться системой мониторинга и диагностики.

Система мониторинга и диагностики (далее СМид) трансформатора предназначена для:

- измерения, регистрации и отображения основных параметров трансформатора в нормальных, предаварийных и аварийных режимах его работы;
- прогнозирования технического состояния трансформатора с помощью математических моделей.

1.2.4.1 Характеристики СМид:

СМид должна обеспечивать выполнение следующих функций:

- Контроль допустимых систематических и аварийных перегрузок согласно ГОСТ 14209-85;
- Контроль состояния высоковольтных вводов;
- Контроль старения изоляции обмоток (ГОСТ 14209-85);
- Контроль газосодержания масла;
- Контроль влагосодержания масла;
- Контроль температуры верхних и нижних слоев масла;
- Контроль температуры наиболее нагретой точки обмотки (ГОСТ 14209-85);
- Контроль состояния электромаслонасосов и вентиляторов обдува маслоохладителей;
- Контроль уровня масла в расширителе;
- Контроль за прекращением циркуляции масла;
- Контроль токов в цепи заземления трансформатора;
- Контроль разрядной активности;
- контроль срабатывания технологических защит аварийной и предупредительной сигнализации;
- формирование сигналов предупредительной и аварийной сигнализации по всем контролируемым параметрам;
- формирование экспертных оценок и прогноза технического состояния трансформатора на основе расчетных моделей в режиме реального времени;
- вычисление отработанного ресурса и прогнозирование срока службы трансформатора в режиме реального времени;
- математическая и программная поддержка анализа полученных данных;
- визуализация в устройстве отображения информации, характеризующей состояние трансформатора;

ОАО «СПбАЭП»	Ленинградская АЭС-2 Техническая спецификация на блочный повышающий трансформатор	Изм. 1 12.2010	
--------------	---	-------------------	--

- создание и хранение базы данных технического состояния трансформатора, срабатывания аварийной и предупредительной сигнализации, результатов расчета моделей и выдача рекомендаций;
- самодиагностика системы;
- визуализация данных на АРМ СКУ ЭЧ электротехнического персонала посредством использования Web-интерфейса.

3.3.2 Перечень сигналов, контролируемых и формируемых СМиД, представлен в таблице 2.

3.3.3 Перечень моделей, экспертных оценок и прогнозов, реализуемых СМиД, представлен в таблице 3.

3.3.4 СМиД должна строиться по трехуровневой схеме. Структура системы приведена ниже.

Уровень I включает в себя первичные датчики и измерительные системы.

Уровень II - блок мониторинга (далее БМ) является совокупностью промышленных контроллеров, обеспечивающих сбор и обработку сигналов, полученных от первичных датчиков уровня I, с присвоением метки реального времени, расчет технических показателей работы и состояния трансформатора на базе математических моделей, передачу информации на уровень III.

Уровень III – шкаф-концентратор (далее ШК). В шкафу должен быть расположен сервер БД СМиД, предназначенный для обеспечения приема информации от уровня II, накопления архивов и ведения базы данных, удаленного контроля, визуализации информации на АРМ. В качестве АРМ СМиД используется АРМ СКУ ЭЧ электротехнического персонала. Также в составе ШК должно быть предусмотрено отдельное устройство ввода и отображения информации

1.2.4.2 Требования к конструкции СМиД:

- Места для установки датчиков уровня I СМиД предусмотрены конструкцией трансформатора.
- Комплекс технических средств уровня II СМиД устанавливается в специальном шкафу БМ, расположенном вблизи трансформатора на открытом воздухе. Предусматривается один шкаф БМ для группы из трех однофазных трансформаторов.
- Комплекс технических средств уровня III СМиД устанавливается в специальном шкафу ШК, размещенном в здании БПУ станции.

1.2.4.3 Требования по надежности СМиД:

Для повышения надежности в СМиД должны быть заложены следующие технические решения и функциональность:

- система должна быть построена на базе промышленных контроллеров PLC;
- должно быть реализовано резервирование каналов связи между компонентами СМиД;
- все однотипные модули контроля и управления должны обеспечивать полную взаимозаменяемость без подстройки и регулировки в процессе эксплуатации;
- доступ к работе с накопленными архивами и журналами должен осуществляться через систему паролей;

LN20.D.110.&.0UBF&&.BAT&&.031.MD.0001	Исходные технические требования	9
---------------------------------------	---------------------------------	---

ОАО «СПбАЭП»	Ленинградская АЭС-2 Техническая спецификация на блочный повышающий трансформатор	Изм. 1 12.2010	
--------------	---	-------------------	--

- система должна иметь встроенные функции самодиагностики с локализацией вышедшего из строя компонента;
- питание для ПТС уровня III СМиД должно осуществляться через источник бесперебойного питания;
- питание ПТС уровня II СМиД должно быть резервированным;
- отключение или выход из строя АРМ СКУ ЭЧ не должны приводить к потере накопленной и оперативно получаемой информации;
- СМиД должна автоматически восстанавливать работоспособность после несанкционированного отключения и последующего включения питания;
- сохраняемая накопленная и вычисляемая системой информация должна сохраняться в БД на жестком или твердотельном носителе в течение всего срока службы СМиД.

1.2.4.4 Требования к электрооборудованию СМиД:

- Питание БМ переменным током должно быть резервированным и осуществляться от двух секций 0,4 кВ с использованием автоматического ввода резерва (АВР). Автоматика АВР должна быть реализована в шкафу БМ. Допустимые отклонения напряжения - плюс 10 %, минус 10 %.
- Питание цепей сигнализации осуществляется постоянным током на напряжении =220 В. Предусматривается один питающий фидер. Допустимые отклонения напряжения - плюс 10 %, минус 20 %.
- Внутренние цепи питания, их защита и все необходимые уровни вторичных напряжений обеспечиваются средствами СМиД.
- Питание устройств в ШК должно осуществляться через встроенный источник бесперебойного питания со временем работы от батарей, достаточным для корректного завершения работы сервера БД при исчезновении питания.
- ПТС СМиД не должны повреждаться и срабатывать ложно при:
 - подаче постоянного оперативного тока противоположной полярности;
 - перерывах питания любой длительности с последующим восстановлением, а также при замыкании на землю и коммутациях в сети оперативного постоянного тока.
- ПТС СМиД должны автоматически включаться в работу при восстановлении питания после его потери («автоматический рестарт»). При этом не должно происходить ложной сигнализации, ложных срабатываний или повторной актуализации ранее зарегистрированных событий.
- Время включения ПТС в работу, в том числе после перерывов питания, не должно превышать 5-10 с.

1.2.4.5 Требования к архитектуре системы:

- Система должна быть гибкой и масштабируемой, пригодной к дальнейшему расширению, как по количеству объектов контроля, так и к развитию функциональности.

LN2O.D.110.&.0UBF&&.BAT&&.031.MD.0001	Исходные технические требования	10
---------------------------------------	---------------------------------	----

ОАО «СПбАЭП»	Ленинградская АЭС-2 Техническая спецификация на блочный повышающий трансформатор	Изм. 1 12.2010	
--------------	---	-------------------	--

- Сбор сигналов от трансформаторного оборудования должен осуществляться непосредственно у источников сигнала, т.е. шкаф сбора и преобразования сигналов (БМ) должен быть расположен возле трансформаторного оборудования.
- Система должна быть построена на базе промышленных программируемых контроллеров (PLC), обеспечивающих требуемые показатели надежности и имеющих сертификат о соответствии типу СИ Госстандарта РФ.
- Математические алгоритмы системы должны быть реализованы непосредственно в контроллерах для возможности гарантированной привязки по времени событий.
- Контроллеры должны иметь энергонезависимую память для хранения операционной системы и прикладного ПО.
- Контроллеры должны иметь возможность горячей замены модулей ввода-вывода без отключения оборудования.
- Должно быть предусмотрено резервирование каналов связи между компонентами СМид.
- СМид должна иметь собственную систему точного времени (GPS).
- Должна быть также предусмотрена возможность синхронизации компонентов системы по сигналам от сервера СКУ ЭЧ (с использованием протокола NTP);
- Должен быть использован модульный принцип построения технических и программных средств, прикладного ПО.

1.2.4.6 Требования к первичным датчикам и измерительным системам (уровень I)

- СМид должна обеспечивать получение первичной информации от датчиков, имеющих следующие выходы:
 - дискретные («сухой» контакт реле);
 - аналоговые:
 - токовый 4-20 мА или 0-1(5)А и напряжения 0-100 В;
 - Pt100 – термосопротивление (трех-, четырехпроводная схема);
 - цифровые с интерфейсными выходами RS232 (с гальванической развязкой), RS485.
- Относительные погрешности преобразования сигналов от датчиков должны быть не более приведенных в таблице 1.

Таблица 1 – Относительные погрешности преобразования сигналов от датчиков

Датчик	Основная погрешность
Датчики температуры	$\pm 0,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ в диапазоне температур от минус 50 до плюс 150 $^{\circ}\text{C}$
Датчики измерений напряжений, токов	Не хуже 0,5 % в рабочем диапазоне значений (без учета погрешностей ТТ и ТН)

ОАО «СПбАЭП»	Ленинградская АЭС-2 Техническая спецификация на блочный повышающий трансформатор	Изм. 1 12.2010	
--------------	---	-------------------	--

Датчик растворенных в масле газов	Уточняется при составлении технического задания
Датчик влагосодержания масла	Уточняется при составлении технического задания

- Дополнительная относительная погрешность преобразования аналоговых параметров в диапазоне рабочих температур не более 0,3 %.
- Дополнительная относительная погрешность преобразования аналоговых параметров в наработке в течение года должна быть не более 0,2 %.

1.2.4.7 Требования к блоку мониторинга (уровень II)

- Шкаф БМ должен соединяться с ШК по резервированной волоконно-оптической линии связи (ВОЛС). Для организации ВОЛС следует применять диэлектрический, не распространяющий горение волоконно-оптический кабель;
- В шкафу БМ устанавливается аппаратура системы единого времени (GPS). Антенна GPS размещается на корпусе шкафа БМ.

1.2.4.8 Требования к шкафу-концентратору (уровень III)

- ШК должен быть размещен в отапливаемом, кондиционируемом помещении релейных панелей блока генератор – трансформатор.
- Для накопления архивов и ведения базы данных применяется сервер БД.
- Сервер БД должен соединяться с АРМ СКУ ЭЧ по резервированной сети Ethernet.
- Должна быть обеспечена возможность удаленного доступа к оперативным и архивным данным с АРМ СКУ ЭЧ при помощи стандартного web-браузера.
- В составе ШК должно быть также предусмотрено отдельное устройство ввода и отображения информации, необходимое для отображения контролируемых СМид параметров в условиях отсутствия АРМ СКУ ЭЧ и для настройки сервера БД.

1.2.4.9 1.2.4.9 Требования к программному обеспечению

- К программному обеспечению предъявляются следующие требования:
 - должно использоваться только лицензионное базовое программное обеспечение с предоставлением соответствующих сертификатов;
 - на сервере БД должно быть установлено интерфейсное программное обеспечение (Web-интерфейс) для просмотра контролируемых системой данных на АРМ СКУ ЭЧ;
 - все программное обеспечение должно поставляться на CD-носителях;
 - модели экспертных оценок должны соответствовать действующим в России стандартам;

ОАО «СПбАЭП»	Ленинградская АЭС-2 Техническая спецификация на блочный повышающий трансформатор	Изм. 1 12.2010	
--------------	---	-------------------	--

- программное обеспечение должно обеспечивать решение технологических и общесистемных задач.

1.2.4.10 Технологические задачи:

- отображение в реальном времени данных от датчиков и результатов расчета моделей;
- формирование печатных форм в удобной для пользователя форме в виде таблиц, графиков, диаграмм;
- предоставление графического отображения измеренных или рассчитанных данных;
- контроль выхода сигнала за установленные пределы и возврат сигнала в норму для каждого регистрируемого параметра;
- работу с базой данных;
- ввод результатов диагностики неавтоматизированными методами в ретроспективный раздел;
- дистанционное перепрограммирование, конфигурирование и параметризация вычислительных средств СМиД.

1.2.4.11 Общесистемные задачи:

- синхронизация компонентов СМиД;
- осуществление автоматической проверки работоспособности датчиков, технических средств и каналов связи;
- архивирование информации;
- защита информации;
- формирование отчетных документов;
- организация внутрисистемных коммуникаций между компонентами СМиД;

1.2.4.12 Требования к информационному обеспечению

- Информационная база должна содержать:
 - оперативный раздел, отражающий состояние контролируемого оборудования;
 - оперативный раздел, отражающий состояние аварийных и предупредительных сигналов;
 - ретроспективный раздел, содержащий данные для анализа и статистической обработки;
- Система должна обеспечивать доступ к архивам за любой период в течение всего срока службы.

1.2.4.13 Требования к защите информации

- Программно-технические средства СМиД должны обеспечивать:

LN2O.D.110.&.0UBF&&.BAT&&.031.MD.0001	Исходные технические требования	13
---------------------------------------	---------------------------------	----

ОАО «СПбАЭП»	Ленинградская АЭС-2 Техническая спецификация на блочный повышающий трансформатор	Изм. 1 12.2010	
--------------	---	-------------------	--

- защиту информации от несанкционированного доступа (ГОСТ Р 51725.6-2002, ГОСТ Р 50739-95);
- сохранность информации в процессе ее хранения на машинных носителях.
- Защищенность информации от несанкционированного доступа организуется программно-техническими средствами защиты, которые должны обеспечивать:
 - гарантированное разграничение доступа к информации (по уровням ответственности);
 - регистрацию событий, имеющих отношение к защищенности информации;
 - обеспечение доступа только после предъявления идентификатора и личного пароля.
- При записи информации в оперативный архив должна быть обеспечена синхронная запись информации на резервный носитель, в качестве которого может быть массив дисков (Raid Array).

Таблица 2 – Перечень сигналов, контролируемых и формируемых СМиД

Название сигнала	Источник сигнала
Напряжение на стороне ВН	Трансформатор напряжения блока
Ток на стороне ВН	Встроенные трансформаторы тока
Активная, реактивная мощности	Трансформатор напряжения блока, встроенные трансформаторы тока
Небаланс токов проводимости, фаза небаланса, емкость, tgδ вводов ВН	Прибор контроля изоляции
Температура окружающей среды	Датчик
Температура верхних слоев масла	Датчик
Температура нижних слоев масла	Датчик
Температура обмотки	Расчет
Содержание газов в масле	Датчик
Содержание влаги в масле	Датчик
Срабатывание технологических защит: - температура масла: сигнал и отключение; - температура обмотки: сигнал и отключение; - максимальный/минимальный уровень масла: сигнал; - газовая защита: сигнал и отключение	Датчики технологических защит

ОАО «СПбАЭП»	Ленинградская АЭС-2 Техническая спецификация на блочный повышающий трансформатор	Изм. 1 12.2010	
--------------	---	-------------------	--

Срабатывание устройства КИВ: сигнал и отключение	Из схемы защиты трансформатора
Повреждение датчиков и устройств мониторинга	Формируется СМиД

Таблица 3 – Перечень моделей, экспертных оценок и прогнозов, реализуемых СМиД

Модель	Описание
Температура наиболее нагретой точки обмотки	Постоянный расчет температуры наиболее нагретой точки обмотки по данным температуры верхних слоев масла и нагрузки по ГОСТ 14209-85 (МЭК 354-91)
Содержание влаги в изоляции	Контроль абсолютного и относительного влагосодержания масла. Расчет влагосодержания твердой изоляции в местах перегрева
Старение изоляции	Расчет старения изоляции по температуре наиболее нагретой точки обмотки и расчетному влагосодержанию твердой изоляции. Прогноз старения изоляции и общего износа по ГОСТ 14209-85 (МЭК 354-91)
Состояние и эффективность системы охлаждения	Расчет температуры верхних слоев масла по ГОСТ 14209-85 (МЭК 354-91) и сравнение ее с фактической
Нагрузочная способность трансформатора	Расчет в режиме on-line по ГОСТ 14209-85 (МЭК 354-91) нагрузочной способности без ущерба для общего срока службы
Состояние изоляции вводов	Постоянный расчет характеристик изоляции (емкость, tgδ), небаланса токов проводимости (ток небаланса и его фаза). Прогноз снижения характеристик изоляции

ОАО «СПбАЭП»	Ленинградская АЭС-2 Техническая спецификация на блочный повышающий трансформатор	Изм. 1 12.2010
--------------	---	-------------------

Структурная схема СМид

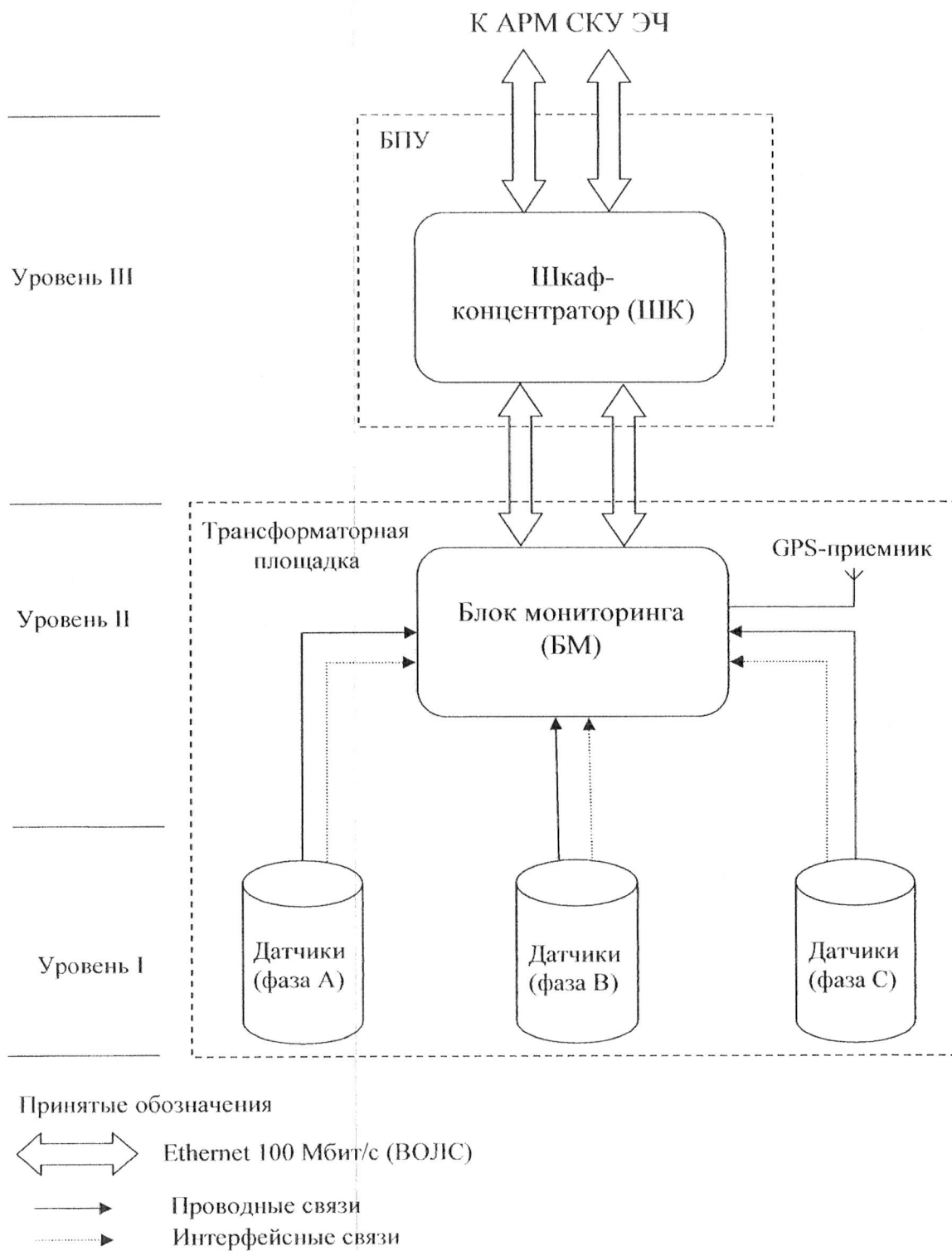


Рисунок В.1 - Структурная схема СМид

ОАО «СПБАЭП»	Ленинградская АЭС-2 Техническая спецификация на блочный повышающий трансформатор	Изм. 1 12.2010	
--------------	---	-------------------	--

должны быть апробированными в промышленности и хорошо зарекомендовавшими себя в работе АС с ВВЭР.

1.3.3 Поставляемые материалы и изделия должны иметь сертификаты или паспорта предприятий Изготовителей, составленные в соответствии с требованиями стандартов или технических условий.

1.3.4 Материалы и полуфабрикаты должны быть надежно защищены от повреждения и порчи в период транспортировки и хранения.

Разработка способов защиты материалов и полуфабрикатов при транспортировке и хранении должна осуществляться предприятиями-изготовителями. Требования к условиям транспортировки и хранения должны быть указаны в стандартах или Технических условиях на поставку.

1.3.5 Требования к контролю качества материалов изложены в приложении Г.

1.4 КОМПЛЕКТНОСТЬ

1.4.1 Комплектность поставки оборудования должна соответствовать требованиям НД, распространяющимся на конкретное оборудование, и указываться в технических условиях и формуляре (паспорте) на оборудование.

1.4.2 Для каждого блока поставляется группа из трех однофазных трансформаторов. Дополнительно с блоком 1 поставляется одна резервная фаза трансформатора. Всего 7 фаз.

1.4.3 В состав поставки каждой фазы трансформатора должна входить активная часть в рабочем баке и следующие составные части:

- расширитель с гибкой оболочкой и соединительными трубами;
- указатель уровня масла;
- предохранительные и отсечной клапаны;
- поворотные каретки;
- система охлаждения комплектно со всей арматурой и шкафами автоматического управления;
- маслопроводы и запорная арматура;
- устройство сброса давления;
- газовое реле трансформатора;
- кабели в пределах трансформатора;
- система диагностики трансформатора, состоящая из комплекта датчиков, индикаторов и реле;
- коробка зажимов;
- устройство отбора пробы газа из газового реле с уровня установки трансформатора;
- термометры;
- вводы;
- лестница с площадкой;
- таблички маркировочные трансформатора, трансформаторов тока, приборов контроля и защиты;
- масло трансформаторное в количестве, необходимом для работы, а также 5% от рабочего объема для технологических нужд;
- запчасти на гарантийный период;
- специальные приспособления и инструмент для монтажа, испытаний на месте монтажа и ремонта;
- первичные датчики КИП;
- упаковка;