

Аннотация

Выпускная квалификационная работа бакалавра посвящена рассмотрению методов повышения ресурса аккумуляторных батарей собственных нужд подстанции, для конкретизации выбрана подстанция "Васильевская".

В данной выпускной квалификационной работе были рассмотрены методы повышения ресурса аккумуляторных батарей. На первоначальном этапе было произведено краткое описание объекта. Затем была рассмотрена конструкция аккумуляторной батареи, а также ее устройство и принцип работы. Далее была рассмотрена техническая характеристика аккумуляторной батареи 6 ССАП 600 и оперативное обслуживание. Следующим пунктом данной работы была разработка устройства контроля состояния аккумуляторной батареи. В следующем пункте было рассмотрено зарядно-выпрямительное устройство, его принцип работы и эксплуатация. После рассмотрения зарядно-выпрямительного устройства, был рассмотрен щит постоянного тока, его обслуживание и эксплуатация. В последнем пункте была рассмотрена охрана труда и пожарная безопасность.

Выпускная квалификационная работа бакалавра содержит 46 страниц, 10 рисунков, 6 таблиц, 6 чертежей.

Abstract

The topic of the given graduation project is Methods to Increase the Battery Life of the Auxiliary needs of the Substation. All four parts look toward improving the effectiveness of the battery life. The Vasilievskaya substation was chosen for concretizing the graduation work.

We start with the statement of the problem and then logically pass over to its possible solutions. In the beginning we outline the brief description of the object was made. Then, the design of the battery was considered, as well as its design and operating principle. Next we elucidate the technical characteristics of the battery 6 SSAP 600 and it's operational maintenance. Accordingly, the development of the device for monitoring the state of the battery is highlighted in the project's general part. In the following part of graduation project we concentrate on the charging-rectifying device, its operation principle and operation. The readers' attention is also drawn to the DC board and it's maintenance and operation, that were also considered.

Finally, we present the important work on the labor protection and fire safety. It can be concluded that the author shows in his work a complete picture of the existing situation and at the same time considers some methods for extending the service life of auxiliary needs of the substation.

The graduation project contains 46 pages, 10 figures, 6 tables, 6 drawings.

Содержание

Введение.....	5
1 Краткое описание объекта.....	6
2 Анализ условий эксплуатации аккумуляторных батарей и обоснование путей их оптимизации	11
3 Анализ условий эксплуатации зарядно-выпрямительного устройства и способы повышения его эффективности.	24
4 Технические предложения по повышению ресурса аккумуляторных батарей.....	30
5 Охрана труда и пожарная безопасность	40
Заключение	44
Список использованных источников	45

Введение

Все, кроме самых маленьких подстанций, включают в себя вспомогательные источники питания. Переменный ток используется для питания таких потребителей как: освещение, отопление, вентиляция, некоторые коммуникационные устройства, механизмы управления распределительными устройствами, противоконденсатных нагревателей и двигателей. Постоянный ток используется для питания основных служб, таких как: катушки отключения выключателей и связанных с ними реле, системы диспетчерского управления и сбора данных и телекоммуникационного оборудования.

Для питания цепей постоянного тока на подстанции используются, как правило, кислотные аккумуляторные батареи. Аккумуляторная батарея состоит из отдельных аккумуляторов, соединенных между собой последовательно, и служит для накопления электрической энергии и отдаче ее потребителю. В аварийном режиме аккумуляторная батарея должна обеспечивать требуемую мощность в течение определенного периода времени в определенных пределах напряжения.

1 Краткое описание объекта

Трансформаторные подстанции бывают повышающими и понижающими, они могут располагаться в специальных помещениях, на огороженной открытой местности, на мачтовых опорах. Типовая подстанция изображена на рисунке 1.1.



Рисунок 1.1 - Трансформаторная подстанция

Одной из таких подстанций является «Васильевская».

Комплектация трансформаторных подстанций определяется их назначением. В зависимости от количества трансформаторов здание подстанции может включать два или три отсека, в которых устанавливается основное и вспомогательное оборудование. В его состав обычно входят:

- силовые трансформаторы;
- устройства ввода и вывода воздушных и кабельных линий;
- распределительные устройства;
- система электропитания для собственных нужд;
- система защиты и автоматики;
- система заземления и защиты от молний;
- вспомогательные, бытовые, хозяйственные и другие системы.

Главным элементом подстанции является силовой трансформатор, выполняющий непосредственное преобразование электроэнергии для ее транспортировки по линиям электропередачи.

Устройства ввода и вывода высоковольтных цепей представляют собой проходные изоляторы, к которым подключаются шины. Распределительные устройства обеспечивают коммутацию цепей и их защиту. Для обеспечения безопасного режима работы подстанции имеются различные устройства защиты и автоматики.

Для управления средствами обеспечения собственных нужд подстанции применяются комплектные устройства – щиты переменного и постоянного тока. Щит переменного тока обеспечивает, кроме коммутации, защиту цепей переменного тока и автоматический переход на резервную линию электропередачи. Щит постоянного тока предназначен для питания всевозможной автоматики и работает совместно с аккумуляторной батареей и зарядным устройством для нее.

Для управления режимами работы оборудования подстанции нужно, прежде всего, иметь информацию о токах и напряжениях в различных цепях. Для этого применяются трансформаторы напряжения и тока, изображенные на рисунке 1.2.

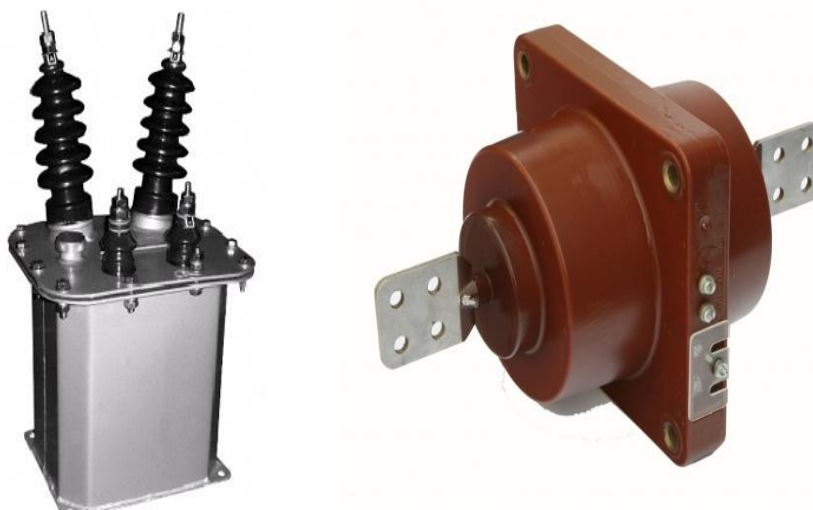


Рисунок 1.2 - Трансформаторы напряжения и тока

Тенденция всеобщей компьютеризации не обошла и трансформаторные подстанции. Выпускается и делается на заказ большое количество всевозможных электронных устройств, позволяющих в полной мере реализовать автоматизированное управление всем их оборудованием.

В нештатных ситуациях, когда от линии электропередачи не поступает электроэнергия, используются резервные источники питания.

Считается, что самым надежным источником питания вторичных устройств является аккумуляторные батареи. Именно они в большинстве ситуаций обеспечивают независимое (автономное) питание оперативных цепей, например, в случае исчезновения напряжения переменного тока или в случае провала напряжения при коротких замыканиях в сети.

Батареи в аварийном режиме берут на себя всю нагрузку всех электроприемников постоянного тока, тем самым они обеспечивают действие релейной защиты и автоматики, давая возможность включать и отключать выключатели. Максимальная длительность аварийного режима равна 0,5 часа для всех электроприемников и цепей оперативного постоянного тока, а для средств связи и телемеханики до 2 часов. Таким образом, требуется наличие оперативного тока на время ликвидации аварии (0,5 – 2,0ч).

Для заряда аккумуляторов используют статические зарядно - выпрямительные устройства. При эксплуатации аккумуляторов, накопленная в них электроэнергия непрерывно расходуется. Для подзарядки аккумуляторов используют устройства подзаряда, в качестве которых могут быть как статические зарядно - выпрямительные устройства, так и двигатель-генераторы. Мощность устройств подзаряда составляет, приблизительно, 23% от мощности зарядных устройств. В определенных случаях функции заряда и подзаряда может выполнять одно и то же устройство.

Двигатель-генераторы состоят из генератора постоянного тока с параллельным возбуждением и приводного асинхронного электродвигателя, валы которых соединяются эластичной муфтой. При заряде аккумуляторной батареи напряжение генератора постоянного тока должно изменяться, для этого выбирается генератор с регулированием напряжения в широких пределах. Это достигается путем изменения его возбуждения шунтовым реостатом. В качестве статических зарядных и подзарядных устройств

используются кремниевые выпрямительные устройства. Они заметно дешевле двигатель-генераторов, а так же удобны в обслуживании, не имеют движущихся частей, имеют большой срок службы и большую перегрузочную способность.

За распределение постоянного тока, а так же связь устройств заряда и подзаряда с аккумуляторной батареей отвечает, как уже писалось ранее, щит постоянного тока, на котором размещается коммутационная аппаратура и измерительные приборы. Аккумуляторные батареи, щиты постоянного тока, устройства заряда и подзаряда, электроприемники постоянного тока соединяются между собой кабельными линиями или, в некоторых случаях, шинопроводами. Все это в совокупности образует схему электрических соединений сети постоянного тока.

Рассматриваемая подстанция 220 кВ «Васильевская» введена в эксплуатацию в 1976 году для развития единой национальной электрической сети в Самарском регионе с целью обеспечения надежного электроснабжения промышленных и коммунально-бытовых потребителей города Тольятти и Ставропольского района Самарской области. До черты города Тольятти около 5 километров.

Подстанция 220 кВ «Васильевская» осуществляет электроснабжение следующих основных потребителей:

- ВЛ-110 кВ ОСК-1 (специализация - электроснабжение электроустановок очистных сооружений ПАО «АвтоВАЗ», по сути очистные сооружения завода и Автозаводского района города Тольятти;
- ВЛ-110 кВ ВЦМ-1,2-ГПП-3 ВЦМ (специализация- электроснабжение промышленного металлургического производства цементного машиностроения ПАО «Волгоцеммаш»);
- ВЛ-110 кВ Азот-1, 3, 5-АТЗ (специализация – электроснабжение химического производства (капролактама и продукты его переработки - полиамид-6, пластики, аммиак и азотные удобрения) ПАО «КуйбышевАзот»);

- ВЛ-110 кВ Каучук-3, 4 – ГПП-4 (специализация – электроснабжение химического производства синтетических каучуков ООО «ТольяттиКаучук»);

- ВЛ-110 кВ Матюшкино-1 (специализация – электроснабжение жилого поселения Матюшкино, резервирование питания 3,4 с СШ-110 кВ подстанции «Васильевская» по ремонтной схеме);

- ВЛ-110 кВ Левобережная-3 (специализация – электроснабжение 1 и 2 с СШ-110 подстанции «Васильевская» по ремонтной схеме);

- ВЛ-110 кВ ТоАЗ-1, 2 – ПП ТоАЗ (специализация – электроснабжение химического производства ПАО «ТольяттиАзот» по выпуску аммиака и карбамида);

- ВЛ-110 кВ ТоАЗ-3, 4 – ГПП-10 ТоАЗ (специализация – электроснабжение химического производства ПАО «ТольяттиАзот» по выпуску аммиака и карбамида).

На подстанции установлены 2 автотрансформатора:

АТ-1: АТДЦТН-250000/220/110/10;

АТ-2: АТДЦТН-250000/220/110/10.

Их суммарная мощность составляет 500 МВА.

Для питания цепей оперативного тока используются аккумуляторы Курского завода «Аккумулятор» марки 6 ССАП 600, которые являются аналогами аккумуляторов OPzS. Они были введены в эксплуатацию 6.11.2007, а плановая дата проведения технического освидетельствования назначена на 3 квартал 2020 года.

Так же на подстанции установлены зарядно-выпрямительные устройства Черноголовского завода «Источники тока» марки УЗВ-220-100, номинальная мощность которых 30 кВт. Были введены в эксплуатацию 06.11.2007, а плановая дата проведения технического освидетельствования назначена на 3 квартал 2020 года.

2 Анализ условий эксплуатации аккумуляторных батарей и обоснование путей их оптимизации

2.1. Устройство и принцип работы аккумуляторной батареи

Аккумуляторные батареи набираются из аккумуляторов, которые соединяются последовательно. Сам аккумулятор выполнен из прозрачного или полупрозрачного материала, для позволения осуществления визуального контроля над уровнем электролита, и состоит из положительных и отрицательных электродов. Крышка аккумуляторов герметично соединена с корпусом, что позволяет избежать утечек газа и электролита. В крышке аккумулятора имеется отверстие для заливки электролита или дистиллированной воды, закрываемое фильтр-пробкой.

Батарея, так же как и источник постоянного тока и потребители секции шин щита постоянного тока всегда подключены в резервном режиме. При этом зарядное напряжение является одновременно и напряжением эксплуатации батареи и напряжением потребляющего оборудования. В таком режиме зарядно-выпрямительное устройство всегда в состоянии обеспечить максимальный ток потребителя и заряд батареи. Батарея разряжается только тогда, когда не работает зарядно-выпрямительное устройство.

Аккумуляторные пластины разной полярности отделяются друг от друга сепараторами из мипора (биозащитный материал). Положительные пластины выполняют из чистого свинца и имеют сильно развитую поверхность. При формовании собранного аккумулятора (особом режиме первого заряда) на поверхности основы положительных пластин из металлического свинца образуется слой диоксида свинца (PbO_2), являющегося активной массой этих пластин. Отрицательные пластины изготавливаются также из металлического свинца, но имеют коробчатую форму. Ячейки свинцового каркаса пластин заполняют активной массой изготавливаемой из оксидов свинца и свинцового порошка (Pb). Чтобы эта масса не выпадала из ячеек, пластины покрывают с боков тонкими

перфорированными свинцовыми листами. В процессе формования на отрицательных пластинах образуется губчатый свинец.

Чтобы уменьшить вынос электролита пузырьками газа на конечной стадии заряда элементы аккумулятора закрываются крышками. В эксплуатации емкость аккумуляторной батареи зависит от концентрации и температуры электролита, режима разряда. С ростом плотности электролита емкость аккумулятора возрастает. Однако крепкие растворы увеличивают сульфатацию пластин. Повышение температуры электролита также приводит к возрастанию емкости, что объясняется снижением вязкости и усилением диффузии свежего электролита в поры пластин. Но с повышением температуры увеличивается саморазряд и сульфатация пластин. Исследованиями установлено, что для стационарных аккумуляторных батарей типа 6ССАП 600 оптимальной является плотность электролита 1,24 г/см³.

2.2 Техническая характеристика аккумуляторной батареи

Для питания нагрузок постоянного тока на подстанции, как уже описывалось ранее, используется стационарная аккумуляторная батарея типа 6ССАП 600. В обозначении аккумулятора цифры и буквы означают:

6 – это количество положительных электродов;

С – стационарный;

С – свинцово-кислотный;

А – закрытого исполнения;

П – призматический.

600 – это емкость в режиме 10 часового разряда (измеряемое в ампер-часах) при номинальном напряжении 2,23 В.

Аккумуляторная батарея состоит из 118 элементов. Номинальное напряжение одного элемента 2,23 В, соответственно, в батарее из 118 элементов напряжение составляет 263,14 В.

Напряжением в 263,14 В с 118 элемента через автоматы, расположенные на щите постоянного тока, запитаны соленоиды масляных выключателей, а с 105 и 100 элементов напряжением 234,15 В и 224 В запитаны цепи постоянного тока.

Данный тип аккумуляторных батарей предназначен для работы в условиях эксплуатации группы М1 (размещение непосредственно на фундаменте при внешних источниках, создающих вибрации с частотой не выше 36 Гц) по ГОСТ 17516.1 в режиме постоянного подзаряда.

Климатическое исполнение аккумуляторов «О» (для всех микроклиматических районов на суше, кроме климатического района с антарктическим климатом), категория размещения 4.2 (для эксплуатации в помещениях с кондиционированным воздухом по ГОСТ 15150 при температуре от 0 до +55 °С).

Таблица 2.1 - Техническая характеристика аккумуляторной батареи

Тип	Номинальное напряжение, В	Емкость при 10ч разряде, А/ч	Число полужительных пластин в элементах	Количество элементов	Наружные размеры сосуда			масса с электролитом, кг
					Длина, мм	Ширина, мм	Высота, мм	
6ССАП 600	263,14	600	6	118	145	206	695	44,8

Основной характеристикой аккумулятора типа 6ССАП 600 является его номинальная емкость, определяемая по числу ампер-часов электроэнергии, полученной при разряде аккумулятора определенным током до заданного конечного напряжения (таблица 2.2).

Номинальная ёмкость аккумулятора (C_{10}) определяется по времени его разряда током десятичасового режима разряда до заданного конечного напряжения при средней температуре электролита во время разряда (20 °С):

$$C_{10} = I_{10} * T$$

где:

- I_{10} - ток десятичасового режима разряда аккумулятора;
- T – время разряда аккумулятора до заданного конечного напряжения.

Таблица 2.2 - Зависимость конечного напряжения аккумулятора от времени разряда

Время разряда	Конечное напряжение, В/аккумулятор.
Более 1 часа	1,80
От 1 часа и менее	1,75

Фактическая ёмкость (C_{ϕ}) аккумулятора равняется произведению тока разряда на продолжительность разряда.

Если средняя температура электролита во время разряда отличается от 20 °С, полученное значение фактической ёмкости приводят к ёмкости (C_{np}) при температуре 20 °С, применяя формулу и сравнивают её с номинальной ёмкостью:

$$C_{np} = \frac{C_{\phi}}{(1 + \alpha(t - 20))}$$

где:

- α - температурный коэффициент ёмкости (равный 0,006 1/°С - для режимов разряда более часа и 0,01 1/°С - для режимов разряда, равных одному часу и менее);
- t - фактическое значение средней температуры электролита при разряде, °С.

Ёмкость аккумуляторов при более коротких режимах разряда меньше номинальной и при температуре электролита (20±5) °С должна соответствовать требованиям, указанным в таблице 2.3.

При оценке ёмкости батареи определяют:

1 конечное напряжение разряда батареи $U_{кон.бат.}$, рассчитываемое, по формуле:

$$U_{кон.бат.} = U_{кон.акк.} * N$$

где:

- $U_{кон.акк.}$ – конечное напряжение разряда аккумулятора;
- N – количество аккумуляторов в батарее.

2 среднюю температуру электролита, при оценке ёмкости батареи, определяют по температуре электролита контрольных аккумуляторов, выбираемых из расчета один контрольный аккумулятор из шести аккумуляторов батареи.

Таблица 2.3 – Номинальная емкость аккумулятора в зависимости от режимов разряда

Тип аккумулятора	Конечное напряжение разряда, 1,8 В/аккумулятор					
	Время разряда, час					
	10		5		3	
	Ток, А	Ёмкость, А*ч	Ток, А	Ёмкость, А*ч	Ток, А	Ёмкость, А*ч
6ССАП 600	60	600	110	550	459	153

Расчетная ёмкость аккумулятора с учётом её уменьшения в конце срока службы, изменения температуры окружающей среды и режима разряда определяется по формуле:

$$C_P = C_{+20^{\circ}C} * K_m^{*0,8}$$

где:

- C_p – расчётная ёмкость аккумулятора при температуре окружающей среды, отличной от плюс 20 °С, Ач;
- $C_{+20}^{\circ C}$ – ёмкость аккумулятора в зависимости от режима разряда при температуре окружающей среды плюс 20 °С, Ач (таблица 2.3);
- K_T – температурный коэффициент ёмкости (таблица 2.4);
- 0,8 – коэффициент, учитывающий снижение ёмкости к концу срока эксплуатации.

Таблица 2.4 - Температурный коэффициент ёмкости

Среднесуточная температура, °С	Время разряда	Температурный коэффициент ёмкости K_T
-30	От 10 до 1 часа	0,3
	От 59 до 10 мин	0,16
-20	От 10 до 1 часа	0,49
	От 59 до 10 мин	0,21
-10	От 10 до 1 часа	0,71
	От 59 до 10 мин	0,63
0	От 10 до 1 часа	0,82
	От 59 до 10 мин	0,78
10	От 10 до 1 часа	0,92
	От 59 до 10 мин	0,90
20	От 10 до 1 часа	1,00
	От 59 до 10 мин	1,00
30	От 10 до 1 часа	1,06
	От 59 до 10 мин	1,08
40	От 10 до 1 часа	1,11
	От 59 до 10 мин	1,13
50	От 10 до 1 часа	1,13
	От 59 до 10 мин	1,17

Полностью заряженные аккумуляторы при температуре электролита 20°C должны иметь напряжение холостого хода ($2,08 \pm 0,01$) В/аккумулятор.

Необходимо учитывать, что более высокие температуры понижают, а более низкие повышают напряжение холостого хода. При отклонении температуры на 15°C от номинального значения температуры 20°C, напряжение холостого хода изменяется на $\pm 0,01$ В/аккумулятор.

В режиме подзаряда зарядное напряжение аккумуляторной батареи равно:

$2,23 \text{ В} \cdot 105 = 234,15 \text{ В}$ – для основной части аккумуляторной батареи, которая подключена к основному каналу зарядно-выпрямительного устройства №1,2; $2,23 \cdot 13 = 28,99 \text{ В}$ – для «хвоста» аккумуляторной батареи, который подзаряжается от модуля подзаряда концевых элементов аккумуляторной батареи установленному на зарядно-выпрямительном устройстве №1(2). Рекомендуемая точность стабилизации зарядного напряжения $\pm 1\%$ (предельно допустимая $\pm 2\%$) Плотность электролита не изменяется в течение длительного времени. (Уравнительный) заряд необходимо проводить после глубокого разряда и / или после недостаточного заряда, при снижении плотности электролита ниже $1,20 \text{ г/см}^3$.

Выравнивающий заряд может проводиться напряжением 2,3 В на каждый элемент, а на батарею $=234,15 \text{ В}$ (105эл.) – на основную рабочую часть аккумуляторной батареи и 2,3 В – на концевые элементы в течение 72 часов. Зарядные токи не ограничены до напряжения 2,4 В на элемент. При повышении значения 2,4 В на элемент возникает повышенное разложение воды.)

Срок службы аккумуляторов до достижения предельного состояния (фактическая ёмкость менее 80% номинальной ёмкости) при соблюдении условий эксплуатации должен составлять не менее 15 лет.

2.3 Эксплуатация аккумуляторной батареи

- При эксплуатации аккумуляторных установок должны обеспечиваться их длительная, надежная работа и необходимый уровень напряжения на шинах постоянного тока в нормальных и аварийных режимах.

- Для аккумуляторных батарей наиболее важными показателями их состояния являются: напряжение и плотность электролита каждого элемента. Поэтому не реже 1 раза в месяц необходимо проверять напряжение, плотность и температуру электролита каждого элемента с записью в специальный журнал.

- Аккумуляторная батарея должна эксплуатироваться в режиме постоянного подзаряда, напряжение подзаряда должно соответствовать заводской инструкции.

- Для заряда и подзаряда аккумуляторной батареи на подстанции установлены и используются выпрямительные установки типа УЗВ.

- Не реже одного раза в год должен производиться уравнивающий заряд батареи до достижения установившегося наличия плотности электролита во всех элементах 1,24 г/см³ при температуре +20°С.

- Следует иметь в виду, что если при измерении плотности электролита не учитывать его температуру, то могут возникнуть ошибки. При повышении температуры электролита его плотность понижается, при понижении температуры плотность повышается.

- Температура электролита не должна превышать + 40° С.

- Не менее одного раза в год должна проверяться работоспособность батареи по падению напряжения при толковых токах.

- Кратковременные толчки батарею практически не разряжают, и после снятия толчка напряжение батареи должно восстанавливаться.

- Сопротивление изоляции новой батареи напряжением 220 В должно соответствовать заводской инструкции, находящейся в эксплуатации
- не менее 100 кОм.

- Анализ электролита аккумуляторной батареи должен производиться ежегодно по пробам, взятым из контрольных элементов, количество которых устанавливается главным инженером предприятия магистральных электрических сетей (ПМЭС) в зависимости от состояния батареи.

- На подстанции, в помещении аккумуляторных батарей установлена принудительная приточно-вытяжная вентиляция, которая включается перед проведением работ.

- Летом для проветривания и при зарядах разрешается открывать окна, если наружный воздух не запылен и отсутствуют прямые солнечные лучи, направленные на элементы аккумуляторной батареи.

- Температура в помещении аккумуляторной должна поддерживаться не ниже +10 °С. Не допускаются резкие изменения температуры в аккумуляторном помещении, так как это может вызвать конденсацию влаги на сосудах и изоляторах, что приведет к снижению изоляции батареи.

- Емкость аккумуляторной батареи, приведенная к температуре + 20 °С, должна соответствовать заводским данным.

- Должно вестись постоянное наблюдение за состоянием кислотоупорной покраски стен, вентиляционных коробов, металлоконструкций и стеллажей.

- Все дефектные места должны подкрашиваться. При покраске стеллажей не допускается закрашивать стеклянные изоляторы под аккумуляторными банками.

- Смазка контактов вазелином должна периодически возобновляться.

- Аккумуляторные баки, изоляторы, ошиновки, изоляторы под сосудами, стеллажи во избежание снижения изоляции батареи должны систематически протираться ветошью, сначала влажной, смоченной в растворе соды, а затем сухой.

- Аккумуляторное помещение должно содержаться в чистоте. Пролитый на пол электролит должен немедленно удаляться с помощью сухих опилок, после этого пол должен протираться тряпками, смоченными в растворе кальцинированной соды.

- В аккумуляторном помещении не должны находиться какие-либо посторонние предметы. Допускается только хранение бутылей с электролитом, дистиллированной водой и с раствором пищевой соды. Концентрированная серная кислота должна храниться в отдельном помещении, «кислотной».

- Ремонт и устранение неисправностей осуществляет аккумуляторщик. Приемкой аккумуляторных батарей после монтажа и ремонта, ее эксплуатацией и техническим обслуживанием должно руководить лицо, ответственное за эксплуатацию электрооборудования подстанции.

Доливка электролита в аккумуляторные батареи

- Во всех аккумуляторах независимо от режима их работы имеет место испарение воды из электролита. Во избежание сульфатации верхних кромок аккумуляторных пластин их контакт с открытым воздухом не допускается ни в коем случае. Стандартно в аккумуляторах уровень электролита должен поддерживаться на 10-15 мм выше кромки пластин. В случае снижения уровня электролита до отметки «min», аккумуляторы должны немедленно доливаться дистиллированной водой.

- Доливку следует производить в придонную часть сосуда с помощью резиновой, стеклянной, хлорвиниловой трубки с воронкой или с помощью резинового шланга со стеклянной трубкой на конус. Трубка вводится в сосуд, не достигая дна 5-7 см.

- Доливка электролита требуется очень редко и без предварительной проверки плотности электролита, не допускается.

- Если измерения покажут, что плотность электролита в большинстве элементов ниже $1,2 \text{ г/см}^3$ и, что это не вызвано коротким

замыканием или другими неисправностями, эти элементы можно долить электролитом с удельным весом $1,18 \text{ г/см}^3$ при $t = 25 \text{ }^\circ\text{C}$.

- Вода и кислота, применяемые для доливки аккумуляторов должны быть предварительно проверены в химической лаборатории на отсутствие вредных примесей (хлора, железа и других).

Оперативное обслуживание аккумуляторной батареи

1. Осмотры аккумуляторных батарей делятся на текущие и инспекционные.

2. Текущие осмотры аккумуляторных батарей проводятся по графику персоналом, обслуживающим батарею.

3. Инспекционные осмотры проводятся двумя лицами: работником, обслуживающим батарею и лицом, ответственным за эксплуатацию электрооборудования подстанции.

4. Текущий осмотр проводится 1 раз в сутки, при этом проверяется:

- уровень электролита в банках;
- чистота банок, стеллажей и пола;
- раз в неделю: напряжение, плотность и температура электролита

в контрольных элементах (напряжение, плотность электролита в каждом аккумуляторе – не реже 1 раза в месяц);

- напряжение на шинах и ток подзаряда;
- вентиляция и отопление (зимой);
- наличие небольшого выделения пузырьков газа во всех элементах;
- уровень и цвет шлама в прозрачных баках.

5. Во время инспекционного осмотра проверяются:

- напряжение и плотность электролита во всех аккумуляторах батареи;

- состояние ошиновки, контактов;
- отсутствие дефектов, приводящих к коротким замыканиям;

- состояние электродов (коробление, чрезвычайный рост положительных электродов, наросты на отрицательных электродах, сульфатация электродов;

- сопротивление изоляции.

6. Если в процессе осмотра оперативным персоналом выявлены дефекты, то производится запись в «Журнале дефектов и неполадок с оборудованием» и докладывается об этом начальнику подстанции или лицу, исполняющему его обязанности. Способ и срок устранения дефекта определяется начальником подстанции или лицом исполняющего его обязанности.

7. Сопротивление изоляции измеряется с помощью устройства контроля изоляции на шинах щита постоянного тока. Сопротивление изоляции аккумуляторной батареи должно быть не менее 100 кОм при напряжении 220 В.

8. В процессе эксплуатации необходимо вести периодический контроль за системой вентиляции аккумуляторной. В режиме постоянного подзаряда и уравнивающего заряда до 2,3 В на элемент в помещении должна осуществляться вентиляция, обеспечивающая не менее чем однократный обмен воздуха в час.

9. При обслуживании аккумуляторной батареи оперативным персоналом, согласно графику технического обслуживания, проводить визуальный осмотр работ вентиляции. При осмотре проверять:

- засоренность приточной и вытяжной вентиляционных камер мусором, пылью и т.п.;

- отсутствие посторонних предметов в помещении вентиляционных камер;

- исправное состояние коробов, вентиляционных решеток;

- рабочее состояние двигателей системы вентиляции подачей рабочего напряжения.

2.4 Задачи повышения ресурса аккумуляторных батарей

Для обеспечения нормального функционирования аккумуляторной батареи и предотвращения их неисправностей необходима система постоянного контроля состояния аккумуляторов. Она должна решать следующие задачи:

- Обнаружение нагрева аккумулятора выше допустимого уровня;
- Контроль уровня электролита в каждом аккумуляторе;
- Своевременное обнаружение короткого замыкания аккумулятора;
- Обнаружение различия напряжения на отдельных аккумуляторах

в режиме заряда, постоянного подзаряда и применения по назначению.

3 Анализ условий эксплуатации зарядно-выпрямительного устройства и способы повышения его эффективности.

3.1 Краткая характеристика зарядно-выпрямительного устройства

Зарядно-выпрямительные устройства выполнены на полупроводниковых вентилях и тиристорах и являются статическими преобразователями трёхфазного переменного тока в выпрямлённый, и предназначены для питания установок постоянного тока, а также рассчитаны для:

- компенсации саморазряда аккумуляторных батарей постоянным током;
- зарядки кислотных аккумуляторных батарей;
- формование отдельных банок аккумуляторной батареи.
- Зарядно-выпрямительное устройство может длительно работать на холостом ходу и параллельно с агрегатом того же исполнения на общую нагрузку.

1. Зарядно-выпрямительные устройства оборудованы следующими защитами:

- защитой от коротких замыканий на стороне выпрямленного тока;
- защитой от коротких замыканий на стороне переменного тока;
- защитой от перенапряжения;
- защитой от недопустимых перегрузок;
- защитой от понижения напряжения питающей сети;
- защитой от радиопомех;
- сигнализацией исчезновения 0,4 кВ;
- защитой на отключение силового автомата при отключении автомата, питающего систему управления на зарядно-выпрямительном устройстве.

2. Величина напряжения, которое необходимо поддерживать постоянно, определяется положением ручки регулятора напряжения и

задается оперативным персоналом. Напряжение на щите постоянного тока не должно превышать 231 В. При более высоком напряжении могут выйти из строя сигнальные лампы и реле. При понижении питающего напряжения или исчезновения его с ЩСН-0,4кВ выдается звуковой и световой сигнал на главный щит управления, зарядно-выпрямительное устройство не отключается.

3. Принцип действия зарядно-выпрямительного устройства основан на свойстве тиристоров изменять в широких пределах среднее значение выходного напряжения путём задержки момента открывания тиристорov по отношению к началу положительной полуволны питающего напряжения. Схема зарядно-выпрямительного устройства состоит из:

- силового трансформатора;
- выпрямительного моста, который состоит из трёх конструктивно одинаковых блоков образующих несимметричную трёхфазную мостовую схему выпрямления;
- блока управления тиристорами;
- блока обратной связи по току и по напряжению.

4. Выпрямительное устройство может работать в трёх режимах:

- стабилизации напряжения в пределах от 260 В до 380 В при токе до 40 А;
- стабилизации напряжения в пределах от 220 В до 260 В при токе до 80 А;
- выпрямления напряжения в пределах от 2 В до 11 В.

5. На лицевой панели (двери шкафа) зарядно-выпрямительного устройства расположены:

- автоматический выключатель «Сеть управления», предназначенный для включения питания блоков управления тиристорами;
- автоматический выключатель «~380 В», предназначенный для включения силовой цепи переменного трёхфазного тока;

- тумблер, имеющий два положения – «Включено» и «Отключено», и предназначенный для отключения зарядно-выпрямительного устройства;

- потенциометр «Регулирование напряжения», предназначенный для плавной установки значения напряжения;

- амперметр постоянного тока, предназначенный для контроля тока нагрузки;

- вольтметр постоянного тока, предназначенный для контроля напряжения нагрузки.

б. На внутренней панели зарядно-выпрямительного устройства расположены:

- переключатель «Режим», предназначенный для выбора режима работы выпрямительного устройства;

- переключатель «I; II; III», предназначенный для коммутации цепей обратной связи в зависимости от режима работы зарядно-выпрямительного устройства.

3.2 Эксплуатация зарядно-выпрямительного устройства

1. Зарядно-выпрямительного устройства предназначены для работы на открытом воздухе в районах с умеренным и холодным климатом, на высоте не более 1000 м над уровнем моря и температуре окружающего воздуха от минус 60° С до плюс 40° С.

2. зарядно-выпрямительного устройства эксплуатируется в соответствии с некоторыми требованиями, перечисленными ниже:

- «Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей РФ»;

- «Межотраслевые правила по безопасности при эксплуатации электроустановок»;

- «Правила устройства электроустановок»;

- заводские инструкции.

3. Зарядно-выпрямительного устройства должны эксплуатироваться в условиях, соответствующих их климатическому исполнению и категории размещения.

4. Надежная эксплуатация зарядно-выпрямительных устройств должна обеспечиваться:

- Соблюдением номинальных и допустимых режимов работы оборудования в соответствии с заводскими инструкциями по эксплуатации;
- Своевременным проведением испытаний и текущих ремонтов.

5. Контролируемые параметры зарядно-выпрямительных устройств, находящихся в эксплуатации, не должны выходить за границы предельных значений согласно РД 34.45-51.300-97 «Объемы и нормы испытаний электрооборудования» и инструкций заводов-изготовителей (паспортных данных).

6. Текущий ремонт зарядно-выпрямительных устройств и его диагностику следует проводить в сроки, установленные техническим руководителем ПМЭС.

7. Уровень напряжения на шинах постоянного тока должен поддерживаться в пределах +5% от номинального по шинному вольтметру, установленному на щите постоянного тока. Вольтметры, установленные на зарядно-выпрямительном устройстве, являются индикаторами.

8. Сопротивление изоляции всех независимых цепей устройств относительно корпуса и между собой в обесточенном состоянии при температуре окружающей среды $+20(\pm 5)^{\circ}\text{C}$ не менее 5МОм.

9. Электрическая изоляция всех независимых устройств относительно корпуса и между собой должна выдерживать без пробоя и перекрытия испытательное напряжение 1000В переменного тока 50Гц или мегомметром на 2500В в течении 1 мин.

10. Питание устройств релейной защиты и автоматики (высокочастотной аппаратуры) только от выпрямительного устройства без аккумуляторной батареи категорически запрещается.

11. При параллельной работе нескольких зарядно-выпрямительных устройств нагрузка делится поровну. При аварийном отключении одного из зарядно-выпрямительных устройств, другой автоматически переключается на стабилизацию напряжения с увеличенной нагрузкой.

12. Для заряда последних банок аккумуляторных батарей используется дополнительное подзарядное устройство, работающее в импульсном режиме постоянного подзаряда.

Оперативное обслуживание зарядно-выпрямительного устройства

13. Осмотр зарядно-выпрямительного устройства производится оперативным персоналом 1 раз в смену, а также в соответствии с графиком технического осмотра. Осмотр производится без отключения оборудования. При осмотре обращается внимание на следующее:

- отсутствие повреждений деталей;
- на зарядно-выпрямительных устройствах, находящихся в работе, проверить величину напряжения, при необходимости поворотом потенциометра «Регулирование напряжения», установить требуемую величину выходного напряжения.

- отсутствие посторонних шумов;
- отсутствие потемнений и искрений на контактных наконечниках;

14. Все замеченные во время обхода замечания и неисправности, должны быть занесены в «Журнал дефектов».

15. зарядно-выпрямительное устройство может быть введено в работу только при отсутствии дефектов, неисправностей, недоделок, которые препятствуют надёжной и безопасной работе.

16. Перед вводом зарядно-выпрямительного устройства в работу оперативный персонал должен провести его осмотр, обращая особое внимание на состояние узлов крепления, электрических контактов, состояние заземлений.

17. По окончании всех работ оперативный персонал подстанции, принимающий рабочее место должен проверить:

- отсутствие на зарядно-выпрямительном устройстве и около него мусора, ветоши, демонтированных деталей, инструмента и приспособлений;
- правильное и качественное присоединение ошиновки зарядно-выпрямительного устройства.

3.3 Задача совершенствования зарядно - выпрямительного устройства

Для увеличения срока службы и нормальной работы аккумуляторной батареи, необходимо совершенствование зарядно-выпрямительного устройства путем возможности заряда аккумуляторной батареи знакопеременным током для снижения сульфатации пластин. Кроме того, необходимо повысить качество выпрямленного тока – обеспечение его стабильности и ликвидацию пульсаций.

4 Технические предложения по повышению ресурса аккумуляторных батарей

4.1 Устройство постоянного температурного контроля аккумуляторной батареи

Каждый аккумулятор должен быть оборудован термодатчиком со схемой управления, формирующей аварийный сигнал в случае превышения заданного порогового значения.

В качестве термодатчиков целесообразно использовать терморезисторы с отрицательным температурным коэффициентом, так как они обладают высокой чувствительностью, компактны и дешевы. Характеристики пригодных для данной задачи образцов приведены в таблице 6.1.

Таблица 4.1 - Характеристики терморезисторов

Тип	R, кОм при 20°C	Температурный диапазон	ТКС при 20°C, %/°C
КМТ-8	0,1 - 10	-60 - +70	4,2 - 8,4
ММТ-4	1 - 220	-60 - +125	2,4 - 5
ММТ-8	0,001 - 1	-60 - +70	2,4 - 4
ПТ-1	0,4 - 0,9	-60 - +150	4,1 - 4,8
ПТ-4	0,6 - 0,8	-60 - +150	4,1 - 4,9
СТ1-17	0,5 - 22	-60 - +300	4,2 - 7

Приведенные в таблице терморезисторы могут обеспечить точность измерения температуры менее 0,1°C, что значительно превосходит предъявляемые требования. Поэтому при выборе целесообразно исходить из цены. По данному критерию выбираем терморезистор ММТ-4.

Так как повышенные требования к точности измерений отсутствуют, номинал сопротивления может быть различным. Однако на территории подстанции высок уровень помех, поэтому использование измерительных цепей с токами менее 1 мА нецелесообразно. Предполагая, что питание

схемы управления, выполненной на типовых микросхемах-компараторах будет около 9 -12 В, поэтому выбираем терморезистор номиналом 3,3 кОм.

Батарея содержит 118 элементов. Применение единой схемы, контролирующей работу 118 термодатчиков, потребует большого количества проводов и связано с другими технологическими неудобствами. Предлагается использовать отдельные модули со схемой управления 4 терморезисторами. При этом максимальное напряжение на подгруппе составит не более 10 В, а наименьшее значение, необходимое для работы большинства компараторов, равно 3 В.

Компараторы для построения термодатчиков могут быть выбраны из обширного списка, однако, как было отмечено выше, они не должны работать с токами менее 1 мА. Наиболее подходящей представляется микросхема LM-339, содержащая 4 компаратора с открытым коллектором выходного транзистора. В зависимости от исполнения (SMD или DIP) выходной ток может быть 10 или 20 мА. Входное напряжение и напряжение питания могут быть до 36 В. Внутреннее строение микросхемы представлено на рисунке 6.1.

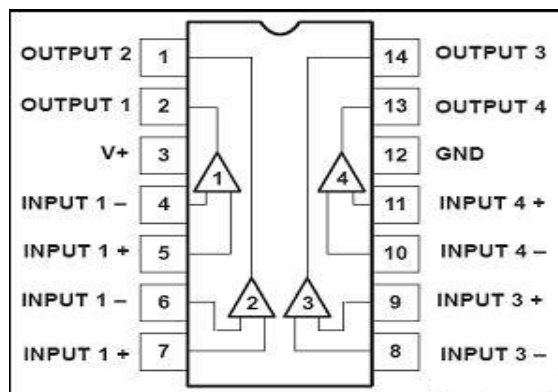


Рисунок 4.1 - Внутреннее строение микросхемы LM 339

Схемотехника термодатчиков с использованием данной микросхемы достаточно типична и включает измерительный мост на входе, одним из элементов которого является терморезистор. Также для устранения эффекта «дребезга» при пороговой температуре применяется положительная обратная

связь. Схема модуля из 4 термодатчиков с учетом описанных принципов построения представлена на рисунке 4.2.

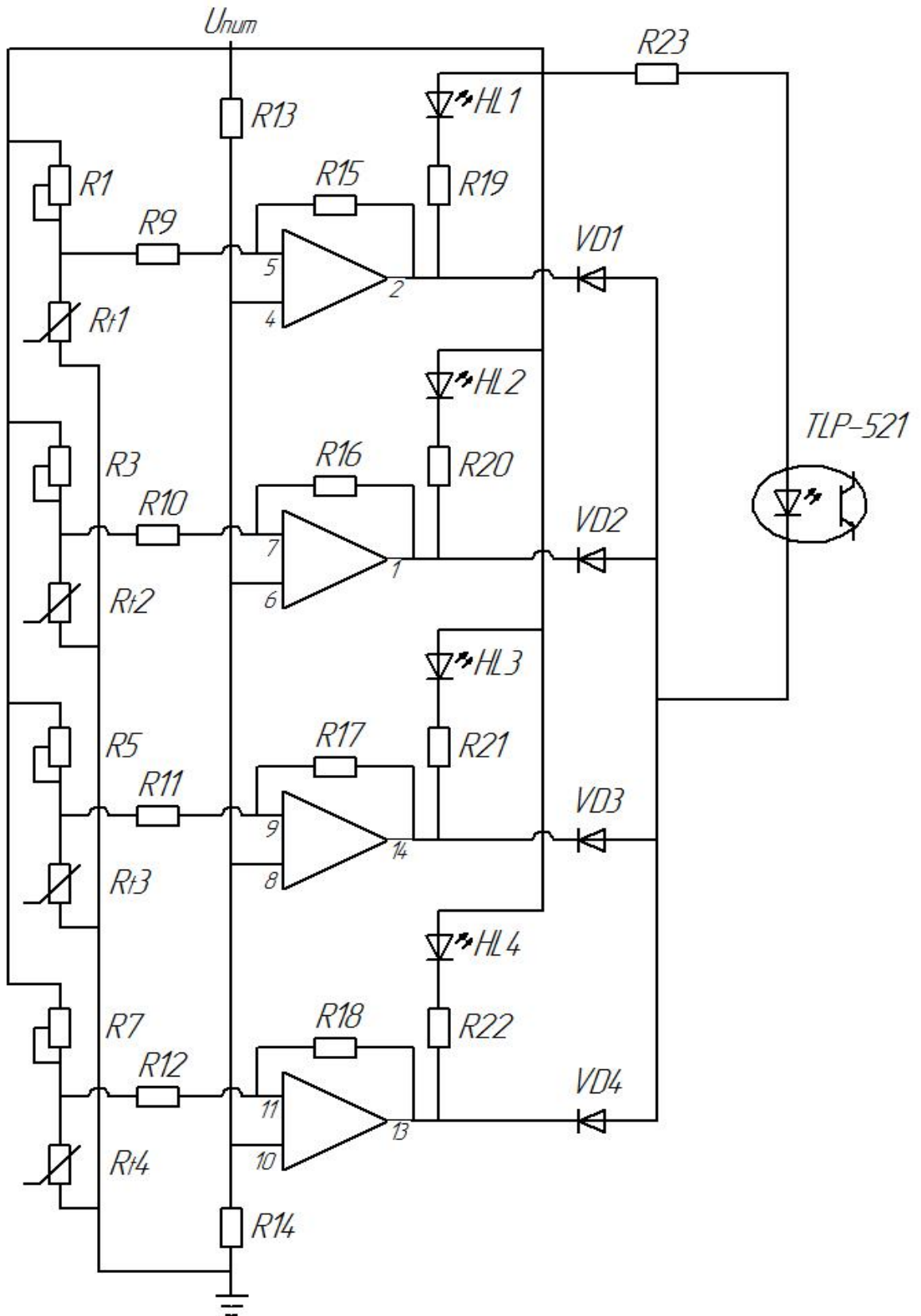


Рисунок 4.2 - Схема модуля из 4 термодатчиков

Как видно из схемы, модуль имеет 4 идентичных канала. К инвертирующим входам 4, 6, 8, 10 компараторов подключено опорное напряжение, равное половине напряжения питания. Оно получено с помощью делителя на одинаковых резисторах R_{13} и R_{14} . Учитывая обоснованное ранее требование избегать токов менее 1 мА, рассчитаем номиналы этих резисторов.

Полагая маловероятным полное короткое замыкание двух и более аккумуляторов в группе из 4, будем считать минимальное напряжение питания группы равное утроенному напряжению одного разряженного до допустимого предела аккумулятора, то есть не менее 6 В. Тогда:

$$R_{19} = \frac{U_{nom} - U_{cd}}{I} = \frac{9,92В - 3В}{3мА} = 2,3 кОм$$

Так как резисторы идентичны, то минимальное сопротивление каждого равно 3 кОм. Поскольку нет причин стремиться к минимальному току в цепи этого делителя, примем с трехкратным запасом:

$$R_1 = R_2 = 1 кОм$$

Согласно инструкции по эксплуатации аккумуляторной батареи, критической является температура 40°C. При этом сопротивление терморезистора, нормированное при 20°C на значение 3,3 кОм, уменьшится. Следовательно, подстроечный резистор такого же номинала будет в состоянии компенсировать это изменение во всех реальных случаях. Таким образом, примем:

$$R_1 = R_3 = R_5 = R_7 = 3,3 кОм$$

Необходимо заметить, что полупроводниковые терморезисторы не отличаются высокой степенью повторяемости параметров и достаточно большой диапазон регулировки входных цепей будет не лишним.

Резисторы $R_9 - R_{12}$ не являются обязательными. Схема будет работать и без них, однако, положительная обратная связь через $R_{15} - R_{18}$ будет

реализована с участием терморезисторов, что приведет к ее значительной температурной зависимости. Резисторы $R_9 - R_{12}$ должны быть большего сопротивления, чем терморезисторы. Учитывая мегаомные входы компараторов, можно без ущерба для точности измерений принять для них значения 10 кОм.

Для расчета номиналов резисторов положительной обратной связи $R_{15} - R_{18}$ воспользуемся следующими соображениями. Температурный коэффициент терморезистора ММТ-4 составляет 2,4 - 5 %/°С при 20 °С. Из анализа характеристики данного элемента видно, что при 40°С сопротивление с 3,3 кОм снижается до 1,2 кОм, а температурный коэффициент сопротивления при этом равен примерно 2%/°С. Это означает, что при изменении температуры на 1 °С в районе пороговой температуры сопротивление изменится на 24 Ом.

Полагая, что значение сопротивления регулировочного резистора близко к сопротивлению терморезистора, получим эквивалентный делитель напряжения с учетом изменения температуры на 1 градус.

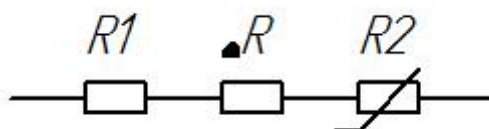


Рисунок 4.3 - Эквивалентная схема делителя

Номинальное напряжение на одном аккумуляторе в режиме постоянной подзарядки равно 2,23 В, а на группе из 4 аккумуляторов составит 9,92 В. Тогда, в соответствии с законом Ома, ток составит:

$$I = \frac{U}{R_{дел.}} = \frac{9,92}{1,2+1,2} = 4,13 \text{ мА}$$

Что приведет к изменению напряжения на сопротивлении 24 Ом равным:

$$U_{дон.} = I * R = 99,2 \text{ мВ}$$

Учитывая приближенность данного расчета, округлим это значение до 0,1 В.

Воздействие положительной обратной связи должно также изменить напряжение на неинвертирующем входе компаратора на 0,1 В. Фрагмент схемы с элементами, участвующими в делении напряжения с участием резистора обратной связи представлен на рисунке 4.4.

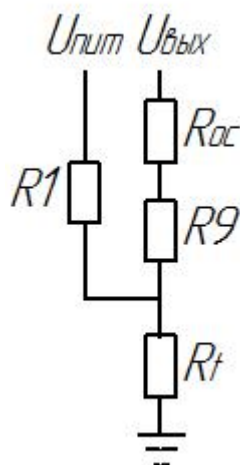


Рисунок 4.4 – Фрагмент схемы делителя

Цепочка резисторов R_{oc} и R_9 при изменении состояния выхода компаратора смещает среднюю точку делителя R_1 и R_f на 50 мВ вниз или вверх, обеспечивая суммарное смещение на 0,1 В. Для расчета значения сопротивления обратной связи равнозначны варианты низкого и высокого уровня на выходе компаратора. Принимаем решение воспользоваться эквивалентной схемой, изображенной на рисунке 6.5. При этом напряжение в средней точке основного делителя R_1 и R_f снизится на 50 мВ.

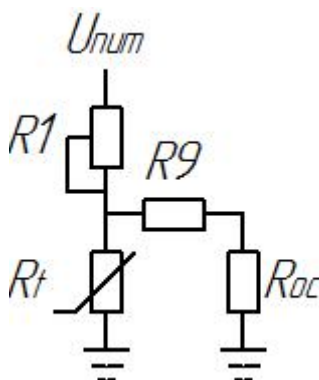


Рисунок 4.5 – Эквивалентная схема делителя

Без обратной связи напряжение на инвертирующем входе компаратора равно половине напряжения питания, то есть 4,96 В. При подключении цепочки ($R_9 + R_{oc}$) оно должно снизиться на 50 мВ, то есть до 4,46 В.

Учитывая незначительность смещения напряжения на делителе, будем с приемлемой для практики точностью считать, что ток при этом останется прежним 4,13 мА.

Чтобы после подключения цепочки обратной связи напряжение на нижней части делителя уменьшилось на 50 мВ ее сопротивление должно соответствующим образом уменьшиться. Его величину найдем, подставив в закон Ома уменьшенное напряжение и принятый неизменным ток. Получим суммарное сопротивление нижней части делителя:

$$R_n = \frac{U_n}{I} = \frac{4,46В}{4,13мА} = 1,18 \text{ кОм}$$

Так как добавочная цепочка резисторов R_{oc} и R_9 подключена параллельно $R_1 = 1,2 \text{ кОм}$, то справедливо соотношение:

$$\frac{1}{R_n} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_9 + R_{oc}}$$

С учетом известных значений, получим:

$$\frac{1}{1180} = \frac{1}{1200} + 1 * (10000 + R_{oc})$$

Решение данного уравнения дает значение $R_{oc} = 63 \text{ кОм}$. Выбираем ближайшее в ряде предпочтительных значений $R_{oc} = 68 \text{ кОм}$.

Резисторы $R_{19} - R_{22}$ предназначены для визуального контроля и им достаточно тока 3 мА. Их номинал вычислим, разделив напряжение питания за вычетом падения напряжения на светодиоде на данный ток:

$$R_{19} = \frac{U_{пит} - U_{сд}}{I} = \frac{9,92В - 3В}{3мА} = 2,3 \text{ кОм}$$

Для четкого срабатывания выбранного оптрона TLP-521 номинальный ток должен быть 3 - 5 мА. В результате аналогичных расчетов получим для 5 мА $R_{23} = 1,4$ кОм. Из существующего ряда номиналов выберем 1,5 кОм.

Разработанный модуль контролирует температуру 4 аккумуляторов и при перегреве любого из них выдает визуальный сигнал. Для привлечения внимания оператора необходимо формирование общего аварийного сигнала, например, акустического. Поскольку варианты организации автоматизированных рабочих мест операторов могут быть различными, ограничимся срабатыванием электромеханического реле.

Объединение сигналов всех модулей может быть выполнено по следующей схеме.

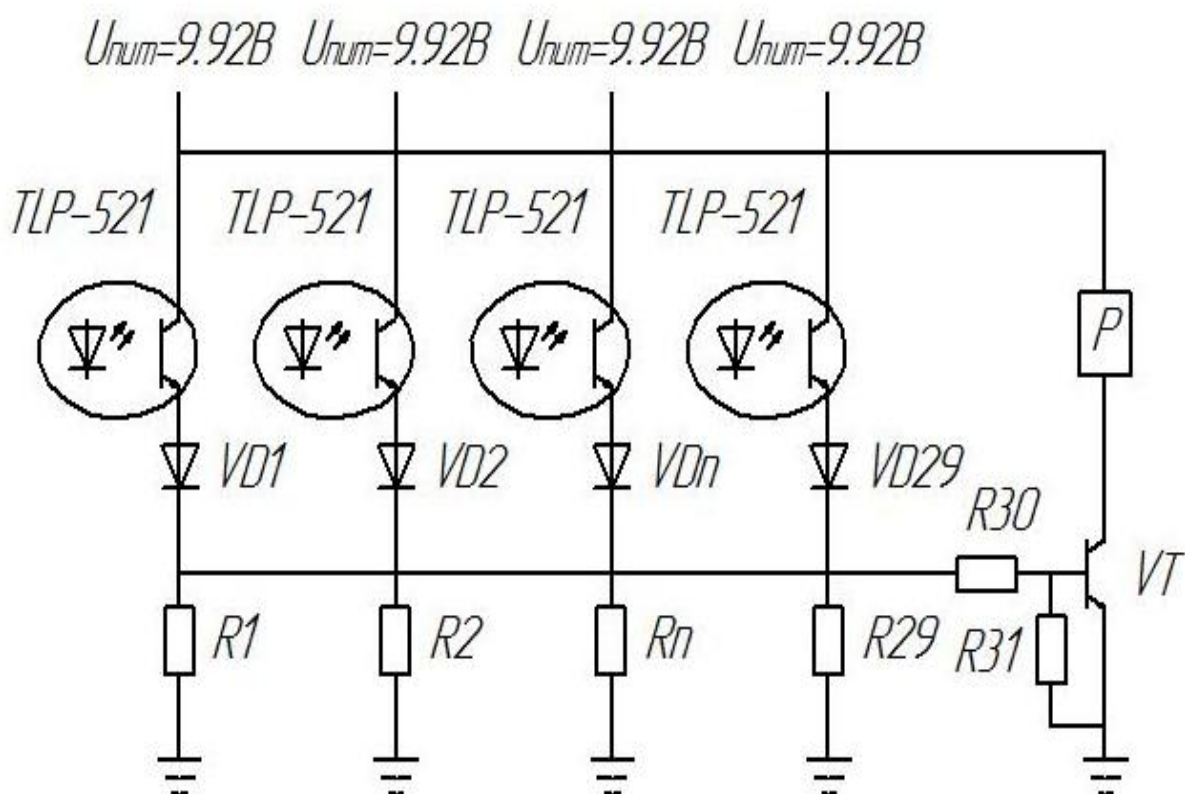


Рисунок 4.6 – Схема с оптронами и реле

Учитывая тривиальность задачи и возможность ее коррекции применительно к конкретному объекту, детализацию этой схемы опустим.

4.2 Пути решения остальных задач

Как было указано ранее, кроме рассмотренной задачи контроля температуры, необходимо обеспечить следующие функции контроля:

- Контроль уровня электролита в каждом аккумуляторе.
- Своевременное обнаружение короткого замыкания аккумулятора.
- Обнаружение различия напряжения на отдельных аккумуляторах

в режиме заряда, постоянного подзаряда и применения по назначению.

Решение всех вышеуказанных задач существенно выходит за рамки выпускной квалификационной работы, поэтому ограничимся обоснованием общих подходов к их решению.

4.2.1 Контроль уровня электролита.

Для решения этой задачи можно использовать оптические датчики уровня. Так как корпус аккумулятора прозрачен, проходящий под углом луч света в жидкой среде и в воздухе будет испытывать разное преломление. Датчики такого рода существуют и основываются на направлении луча свет на фотоприемник таким образом, чтобы в отсутствие жидкости он не формировал выходной сигнал.

4.2.2 Контроль напряжений на аккумуляторах.

Задачи 2 и 3 могут быть решены совместно, если поочередно с помощью реле подключать каждый аккумулятор к измерительной схеме. Эта схема должна контролировать напряжение, которое при коротком замыкании близко к нулю, а в остальных случаях должно находиться в пределах, определяемых режимом работы аккумулятора. При этом для контроля уровня напряжения может применяться использованный в работе метод сравнения с помощью компараторов или применена микропроцессорная техника. При измерении нужно иметь в виду, что измерение напряжения должно выполняться под номинальной нагрузкой.

Для оценки стабильности зарядного напряжения, существенно влияющего на срок службы аккумуляторов целесообразно применить

микропроцессорное устройство, хотя решение данной задачи без этого также возможно.

4.2.3 Доработка зарядно-выпрямительного устройства.

Зарядка знакопеременным током с соотношением зарядного и разрядного 10:1 заметно снижает сульфатацию пластин. Для реализации этой идеи в цепи управления тиристорами необходимо ввести цепь прерывания отпирающего напряжения. Это позволит сформировать прерывистую последовательность импульсов заряда и разряда. Для разряда параллельно аккумуляторной группе подключается соответствующая активная нагрузка. Методы конструирования устройств хорошо известны.

5 Охрана труда и пожарная безопасность

1 Общие меры безопасности.

1.1 К эксплуатации аккумуляторов допускается персонал, прошедший обучение и имеющий право работы с аккумуляторами.

1.2 При работах, связанных с техническим обслуживанием аккумуляторов, необходимо помнить об опасности поражения электрическим током, а так же об опасности ожогов серной кислотой и опасности взрывов смеси водорода с воздухом.

1.3 На дверях комнаты аккумуляторной должны быть сделаны надписи "Запрещается курить", "Огнеопасно", "Аккумуляторная" или вывешены знаки безопасности согласно требованиям ГОСТ 12.4.026-76 (цвета сигнальные и знаки безопасности) о запрете пользования открытым огнем и курения.

2 Правила электробезопасности.

2.1 Эксплуатация аккумуляторных батарей связана с большой опасностью поражения электрическим током, поэтому необходимо соблюдать следующие правила:

а) выполнять работу на аккумуляторных батареях одному специалисту не допускается;

б) при работах с аккумуляторными батареями обязательно применение инструмента с изолированными ручками, диэлектрических перчаток и диэлектрических ковриков или калош;

в) при монтаже аккумуляторных батарей должны быть приняты меры по ограничению напряжения разбивкой батареи на секции до 110 В, соединения между которыми устанавливаются в последнюю очередь после проверки правильности монтажа и изолированности секций;

г) работы связанные с касанием металлических токопроводящих частей батареи (кроме измерения напряжения) должны производиться только после отключения батареи от нагрузки и зарядно-выпрямительного устройства и разбивки ее на безопасные секции снятием межэлементных соединителей;

д) по окончании монтажа на видном месте у батареи должна быть нанесена надпись «Аккумуляторная батарея высокого напряжения».

2.2 При работах с аккумуляторами следует всегда помнить, что они имеют очень низкое внутреннее электрическое сопротивление. Поэтому при случайном замыкании, даже на одном аккумуляторе, возникают большие токи разряда, что может явиться причиной сильных ожогов персонала и выхода из строя части или всей батареи.

2.3 При измерении напряжения аккумуляторов для контакта измерительных щупов измерительного прибора с выводами аккумуляторов следует пользоваться отверстиями на изоляционных крышках.

2.4 При работах с батареями, межэлементные соединения которых не защищены изоляционными крышками, запрещается применение неизолированного инструмента, а также ношение обслуживающим персоналом металлических браслетов и колец. Следует также исключить падение на открытые металлические части батареи токопроводящих предметов.

3 Правила безопасности при работе с кислотой и электролитом

3.1 При работах с кислотой и электролитом обязательно применение резиновых перчаток, грубошерстного костюма или хлопчатобумажного костюма с кислотостойкой пропиткой, защитных очков и резинового фартука.

3.2 Кислота хранится в стеклянных закупоренных бутылках. Эти бутылки должны храниться в отдельной комнате рядом с аккумуляторной. Каждая бутылка должна содержать бирки с названием содержимого.

3.2 При попадании кислоты или электролита на кожу необходимо снять кислоту ватным или марлевым тампоном, затем место попадания промыть водой и 5% раствором пищевой соды, и снова водой.

3.3 При попадании брызг кислоты или электролита в глаза необходимо немедленно промыть их большим количеством воды, затем 2% раствором пищевой соды и снова водой и обратиться к врачу.

3.4 Кислота или электролит, попавшие на одежду, нейтрализуется 10% раствором кальцинированной соды.

4 Правила пожарной безопасности

4.1 Вблизи аккумуляторов запрещено курение и применение открытого пламени.

4.2 Запрещается производство работ с аккумуляторами в одежде, способной накапливать статическое электричество.

4.3 При работах с аккумуляторами, находящимися в режиме заряда, применение инструмента и приборов, способных произвести искрообразование не допустимо.

4.4 При работах с аккумуляторами, находящимися в нормальном режиме работы (не заряда), применение инструмента и приборов, способных произвести искрообразование, допустимо на расстоянии более 0,5 метра от вентиляционных пробок и предохранительных клапанов аккумуляторов.

4.5 При работах с аккумуляторами, для местного освещения, допускается применять переносные лампы только с взрывобезопасной арматурой.

4.6 Если на аккумуляторах или вблизи них необходимо проведение работ, связанных со сваркой, пайкой, применением оборудования, способного вызвать искрообразование, батарея должна быть отключена от зарядно-выпрямительного устройства и нагрузки на все время проведения работ. А в аккумуляторном помещении перед началом работ должно быть проведено искусственное проветривание длительностью не менее 1 часа.

5 Правила к вентиляции аккумуляторных помещений.

5.1 Приточно-вытяжная вентиляция в помещении аккумуляторной должна включаться во время заряда батареи при достижении напряжения 2,25 В на аккумулятор и отключаться после полного удаления газов, но не ранее чем через 1,5 ч после окончания заряда. При этом должна предусматриваться блокировка: при останове вытяжного вентилятора должно отключаться зарядное устройство.

5.2 В режиме постоянного подзаряда и уравнивающего заряда напряжением до 2,25 В на аккумулятор в помещении должна осуществляться вентиляция, обеспечивающая не менее чем однократный обмен воздуха в час. Однако, если естественная вентиляция не может обеспечить требуемую кратность обмена воздуха, должна применяться принудительная вытяжная вентиляция.

Заключение

В данной выпускной квалификационной работе были рассмотрены методы повышения ресурса аккумуляторных батарей и разработано устройство постоянного контроля состояния аккумуляторной батареи. Было установлено, что главной проблемой аккумуляторных батарей при эксплуатации является несоблюдение условий эксплуатации. Для повышения ресурса аккумуляторной батареи следует следить за состоянием ее электролита, не допускать глубокого разряда аккумуляторной батареи, а также следить за температурой в помещении аккумуляторной.

Температура в помещении аккумуляторной должна поддерживаться не ниже $+10^{\circ}\text{C}$, а так же не допускаются резкие перепады температуры, так как это может вызвать конденсацию влаги на сосудах и изоляторах, что приведет к снижению изоляции.

В итоге срок службы аккумуляторов до достижения предельного состояния (фактическая ёмкость менее 80% номинальной ёмкости) при соблюдении условий эксплуатации должен составлять не менее 15 лет.

Список использованных источников

1. Попель, О.С. Накопители энергии: Учебник / О.С. Попель, А.Б. Тарасенко – М.: Энергоэксперт, 2011.
2. Ярмоленко, О.В. Аккумуляторные батареи: Учебник / О.В. Ярмоленко, К.Г. Хатмуллина – М.: Академия энергетики, 2011.
3. Русин, А.И. Свинцовые аккумуляторы и батареи: Учебное пособие / А.И. Русин, Л.Д. Хегай – М.: МЭИ, 2010.
4. Кукурузов, Н.И. Аккумуляторные батареи: Краткий справочник / Н.И. Кукурузов, В.М. Ягнятинский – М.: Слово, 2012.
5. Русин, А.И. Стационарные аккумуляторы: Справочное пособие / А.И. Русин, В.В. Никольский, Л.Д. Хегай, А.Д. Кудрявцев – СПб.: Петрополис, 2010.
6. Бруссили, М. Промышленное применение аккумуляторных батарей: Учебник / М. Бруссили П. Джанфранко – М.: Техносфера, 2011.
7. Рожкова, Л.Д. Электрооборудование электрических станций и подстанций: Учебник / Л.Д. Рожкова, Л.К. Карнеева, Т.В. Чиркова – М.: Академия, 2014.
8. Долин, П.А. Справочник по технике безопасности: Справочное пособие / П.А. Долин – М.: Энергоатомизат, 2010.
9. Устинов, П.И. Стационарные аккумуляторные установки: Учебник / П.И. Устинов – М.: Энергия, 2012.
10. Шустов, М.А. Практическая схемотехника. Источники питания и стабилизаторы: Учебное пособие / М.А. Шустов – М.: Альтекс , 2012.
11. Правила устройства электроустановок – 7-е изд. – М.: НИЦ ЭНАС, 2015.
12. Сенько, В.В. Электромагнитные переходные процессы в электрических системах. Методические указания к курсовому проектированию / В.В. Сенько. – Тольятти: ТГУ, 2010.
13. Хорольский, В.Я. Эксплуатация систем электроснабжения: Справочное пособие / В.Я. Хорольский. – М.: ФОРУМ, 2013.

14. Рожкова, Л.Д. Электрооборудование электрических станций и подстанций: Учебник / Л.Д. Рожкова, Л.К. Карнеева, Т.В.Чиркова – М.: Академия, 2014.
15. Таганова, А.А. Свинцовые аккумуляторные батареи: стационарные, тяговые, для портативной аппаратуры: Справочник / А.А. Таганова, А.Е. Семенов. - СПб.: Химиздат, 2014.
16. Дасоян, М.А. Основы расчета свинцовых аккумуляторов. Справочное пособие / М.А. Дасоян, И.А. Агуф – М.: Энергия, 2015
17. Differences between Shunt Reactor and Power Transformer: [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://electrical-engineering-portal.com/differences-between-shunt-reactor-and-power-transformer>. (Дата обращения: 24.11.2016).
18. Capacitor selection based on operating conditions Transformer: [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://electrical-engineering-portal.com/download-center/books-and-guides/schneider-electric/lv-power-factor-correction>. (Дата обращения: 25.12.2016).
19. Different types of battery used for auxiliary power supply in substations and power plants: [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://electrical-engineering-portal.com/different-types-of-battery-used-for-auxiliary-power-supply-in-substations-and-power-plants>. (Дата обращения: 12.02.2017).
20. Using High-Speed Grounding Switches: [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://electrical-engineering-portal.com/using-high-speed-grounding-switches>.- (Дата обращения: 13.03.2017).
21. Few more words about energy stored in batteries: [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://electrical-engineering-portal.com/few-more-words-about-energy-stored-batteries>. (Дата обращения: 10.02.2017).
22. Гусев, Ю. П. Оценка технического состояния аккумуляторных батарей электростанций и подстанций в процессе эксплуатации: Справочное пособие / Ю. П. Гусев, Н. М. Дороватовский – М.: Электроатомиздат, 2011.