



**ПЕРВАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ**



**НОВЫЕ РЕШЕНИЯ
ПО ПОСТРОЕНИЮ ВЫСОКОНАДЕЖНЫХ СИСТЕМ
ПОСТОЯННОГО ТОКА ДЛЯ ОБЪЕКТОВ ЭНЕРГЕТИКИ.
МИРОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ**

Москва 2005

**ПЕРВАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ**

**НОВЫЕ РЕШЕНИЯ
ПО ПОСТРОЕНИЮ ВЫСОКОНАДЕЖНЫХ СИСТЕМ
ПОСТОЯННОГО ТОКА ДЛЯ ОБЪЕКТОВ ЭНЕРГЕТИКИ.
МИРОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ**

Москва 2005

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «НОВЫЕ РЕШЕНИЯ ПО ПОСТРОЕНИЮ ВЫСОКОНАДЕЖНЫХ СИСТЕМ ПОСТОЯННОГО ТОКА ДЛЯ ОБЪЕКТОВ ЭНЕРГЕТИКИ. МИРОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ»

17-18 февраля 2005 г. Москва

17-18 февраля в Москве прошла конференция «Новые решения построения высоконадежных систем постоянного тока. Мировые тенденции». Конференция организована Группой Компаний «ОЛЬДАМ» при поддержке "Бизнес – Единицы № 1", "Бизнес – Единицы № 2", "Бизнес – Единицы Гидрогенерация" РАО «ЕЭС России». В конференции приняли участие более 120 специалистов РАО «ЕЭС России», ФСК «ЕЭС России», «АО-Энерго», «АО-электростанций», Концерна "Росэнергоатом", ОАО "Газпром", ОАО "Российские железные дороги", проектных институтов и вузов, а также иностранные специалисты.

Целью проведения конференции, объявленной организаторами, являлась выработка рекомендаций по построению высоконадежных систем постоянного тока на основе международного опыта. На конференции были представлены интересные и полезные доклады: Президента электротехнической комиссии Франции Пьера Лене, специалистов АО-энерго, МЭИ, НИИАИ «Источник», МЭС Центра и др.

По сравнению с семинаром, проводившимся по аналогичной тематике в 2001 году, где больше констатировалось наличие проблем в отечественной энергетике, на конференции 2005 года основное внимание докладчиков сосредоточилось на анализе зарубежного и отечественного опыта совершенствования систем оперативного постоянного тока. Из представленных на конференции материалов следует, что в России набирает темпы строительство новых энергетических объектов и увеличивается объем реконструкции старых. К сожалению, как отмечали многие докладчики, в процессе проектирования, строительства и реконструкции систем постоянного тока не всегда принимаются взвешенные и рациональные решения. Типовой ошибкой является замена старых аккумуляторных батарей на новые без одновременной замены зарядно-подзарядных агрегатов и щитов постоянного тока. Это приводит к снижению срока службы батарей и ухудшению качества электропитания устройств управления, защиты и автоматики энергетических объектов. Часто, при этом, снижается надежность защиты систем постоянного тока от коротких замыканий.

На конференции были представлены новые устройства и схемотехнические решения для систем постоянного тока. Основная тенденция – повышение надежности работы систем постоянного тока при одновременном уменьшении затрат на обслуживание, ориентация на возможность использования систем постоянного тока на энергетических объектах без постоянного присутствия эксплуатационного персонала. Такие системы комплектуются средствами мониторинга, диагностики и дистанционного управления. Группа Компаний "Ольдам" предложила гамму продукции, включающую в себя все компоненты современных систем постоянного тока и последние достижения европейских технологий.

Участники конференции положительно оценивают ее результаты и выражают надежду на ежегодное проведение конференции по вопросам электропитания в энергетике. «Наконец-то обратили внимание на системы оперативного постоянного тока» – таково общее мнение.

МЭИ, Кандидат технических наук, доцент Гусев Ю.П.

В настоящем сборнике представлены материалы докладов и сообщений, заслушанных на конференции. Доклады представлены в авторской редакции, доклады зарубежных авторов – в переводе.

На основании материалов конференции подготовлено Решение.

Материалы сборника будут полезны для руководящего и технического персонала электрических станций и подстанций, проектных институтов, заводов – изготовителей продукции для систем оперативного постоянного тока при выполнении расчетов и разработке новых образцов электрооборудования, выборе и оценке схемных решений в условиях эксплуатации, нового строительства и реконструкции энергообъектов.

Организаторы конференции благодарят всех участников за активную работу и выражают особую благодарность Вагнеру А.А., Загретдинову И.Ш., Хазиахметову Р.М., Липанину В.Г., Гусеву Ю.П., Шейко П.А. за оказанную поддержку в проведении конференции.



Участники первой международной научно-практической конференции

СОДЕРЖАНИЕ

Программа конференции	4
Письмо Заместителя управляющего директора, исполнительного директора Бизнес – Единицы №1 PAO «ЕЭС России» Загретдинова И.Ш.	6
Письмо Заместителя управляющего директора Бизнес – Единицы №2 PAO «ЕЭС России» Вагнера А.А.	7
«Новые типы стационарных аккумуляторных батарей для энергетики. Перспективы развития». Президент электротехнической комиссии Франции, Член Международной электротехнической комиссии, доктор наук Пьер Ленэ (P. Lenain), компания «Hawker EnerSys» (тезисы доклада)	8
«Современные свинцово-кислотные стационарные батареи: технология и условия эксплуатации» P. Lenain – технический директор «HawkerEnergys», А. Кунц – технический директор Группы компаний «Ольдам»	12
«Опыт замены аккумуляторных батарей и зарядных устройств на электростанциях и подстанциях «Кузбассэнерго». Советник генерального директора по производству ОАО «Кузбассэнерго» Кинзбург Б. А. (тезисы доклада)	17
«Преждевременная потеря емкости аккумуляторов VRLA. Методы диагностики неисправностей в аккумуляторах.» Кандидат технических наук, старший научный сотрудник Яцек Свойтек (J. Swiatek), Компания «APS»	19
«Требования к подстанциям 330-750 кВ нового поколения. О технических требованиях к системам постоянного тока. О результатах внедрения новых систем постоянного тока в МЭС Центра и зарубежном опыте». Доклад Департамента электрических сетей и МЭС Центра ОАО «ФСК ЕЭС» Дунаев А. И.	27
«Тенденции и проблемы развития систем оперативного постоянного тока в России». Московский энергетический институт, Кандидат технических наук, доцент Гусев Ю. П. (тезисы доклада)	31
«Новые решения по построению высоконадежных систем постоянного тока для объектов энергетики». Технический директор ГК «Ольдам» Кунц А. К.	34
«Опыт эксплуатации оборудования постоянного тока на объектах «Читаэнерго». Главный специалист электротехнической службы ОАО «Читаэнерго» Логинов А.А. (тезисы доклада)	44
«Оборудование систем постоянного тока для энергетики. Производство в России». Руководитель департамента энергетики ГК «Ольдам» Шеин В.Ю.	47
«Опыт разработки модульных зарядных устройств». Новосибирский государственный технический университет, Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой промышленной электроники Харитонов С.А.	51
«Новые разработки». Научно-исследовательский аккумуляторный институт «НИАИ «Источник», начальник отдела свинцово-кислотных аккумуляторов, кандидат технических наук Коликова Г.А.	59
«Выбор и расчет аккумуляторных батарей для энергетики. Опыт реализации». Ведущий менеджер по оборудованию ГК «Ольдам» Власенко С.В.	61
«Мониторинг системы электропитания как средство повышения надежности эксплуатации. Демонстрация системы мониторинга». Руководитель производственного департамента ГК «Ольдам» Кирсанов Б.Г.	65
Решения конференции	78
Отзыв ОАО «Кузбассэнерго»	79
Материалы с конкурса музыкантов и поэтов "Наконец-то обратили внимание на постоянный ток..."	81

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «НОВЫЕ РЕШЕНИЯ ПО ПОСТРОЕНИЮ ВЫСОКОНАДЕЖНЫХ СИСТЕМ ПОСТОЯННОГО ТОКА ДЛЯ ОБЪЕКТОВ ЭНЕРГЕТИКИ. МИРОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ»

17-18 февраля 2005 г. Москва

ПРОГРАММА

17 февраля 2005г. Первый день конференции

08:30-09:30 Завтрак

09:30-10:00 Регистрация участников

10:00-10:10 Приветствия:

- От РАО «ЕЭС России» Заместитель управляющего директора Бизнес–Единицы №2 РАО «ЕЭС России» Вагнер Андрей Александрович
- От Академии электротехнических наук России Доктор технических наук, профессор Харитонов Сергей Александрович
- От Группы компаний «Ольдам»
Вице-Президент Колесников Михаил Александрович

10:10-10:30 Существующие проблемы построения систем постоянного тока».

Главный эксперт РАО «ЕЭС России» Шейко Павел Антонович (20 мин).

10:30-11:10 «Новые типы стационарных аккумуляторных батарей для энергетики.

Перспективы развития». Президент электротехнической комиссии Франции, Член Международной электротехнической комиссии, доктор наук Пьер Ленэ (P. Lenain), компания «Hawker EnerSys» (40 мин).

11:10-11:30 «Опыт замены аккумуляторных батарей и зарядных устройств на электростанциях и подстанциях «Кузбассэнерго».

Советник генерального директора по производству ОАО «Кузбассэнерго» Кинзбург Борис Аврамович (20 мин).

11:30-11:50 Перерыв

11:50-12:30 «Опыт эксплуатации герметизированных стационарных аккумуляторных батарей на объектах энергетики Восточной Европы». Кандидат технических наук, старший научный сотрудник Яцек Свойтек (J. Swiatek), Компания «APS» (40 мин).

12:30-12:50 «Распределенные системы оперативного постоянного тока.

Постановка задачи»». Главный инженер МЭС «Центра» ФСК «ЕЭС России» Седунов Валерий Николаевич (20 мин).

12:50-13:30 «Опыт Восточной Европы в модернизации оборудования собственных нужд на объектах энергетики». Варшавский политехнический университет, Доктор технических наук Петр Шивчек (P. Szewczyk), Компания «APS» (40 мин).

13:30-14:20 Обед

14:20-14:40 «Требования к необслуживаемым подстанциям». Начальник отдела мониторинга технического состояния электрических сетей ФСК «ЕЭС России», Департамент электрических сетей Родионов Валерий Александрович (20 мин).

14:40-15:20 «Тенденции и проблемы развития систем оперативного постоянного тока в России». Московский энергетический институт, Кандидат технических наук, доцент Гусев Юрий Павлович (20 мин).

15:20-15:40 «Новые решения по построению высоконадежных систем постоянного тока для объектов энергетики».

Технический директор ГК «Ольдам» Кунц Александр Константинович (20 мин).

15:40-16:00 «Опыт эксплуатации оборудования постоянного тока на объектах «Читаэнерго». Главный специалист электротехнической службы ОАО «Читаэнерго»

Логинов Андрей Анатольевич (20 мин).

16:00-16:20 Перерыв

16:20-16:40 «Оборудование систем постоянного тока для энергетики. Производство в России». Руководитель департамента энергетики ГК «Ольдам» Шеин Вячеслав Юрьевич (20 мин).

- 16:40-17:00** «Опыт разработки модульных зарядных устройств». Новосибирский государственный технический университет, Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой промышленной электроники Харитонов Сергей Александрович (20 мин).
- 17:00-17:20** «Новые разработки». Научно-исследовательский аккумуляторный институт «НИАИ «Источник», начальник отдела свинцово-кислотных аккумуляторов, кандидат технических наук Коликова Галина Алексеевна (20 мин).
- 17:20-18:00** «Выбор и расчет аккумуляторных батарей для энергетики. Опыт реализации». Ведущий менеджер по оборудованию ГК «Ольдам» Власенко Сергей Владимирович (20 мин).
- 18:00** Дружеский ужин

18 февраля 2005г. Второй день конференции

- 09:00-10:00** Завтрак
- 10:00-10:30** «Мониторинг системы электропитания как средство повышения надежности эксплуатации. Демонстрация системы мониторинга». Руководитель производственного департамента ГК «Ольдам» Кирсанов Борис Геннадьевич (20 мин).
- 10:30-11:30** Круглый стол. Подведение итогов конференции. Выработка рекомендаций по построению высоконадежных систем постоянного тока.
- 11:30-11:50** Перерыв
- 11:50-13:30** Круглый стол. Выработка рекомендаций по построению высоконадежных систем постоянного тока.
- 13:30-15:00** Обед



Российское акционерное общество
энергетики и электрификации
«ЕЭС России»

БИЗНЕС – ЕДИНИЦА № 1

119 526, Москва, пр-т Вернадского, д. 101, корп. 3,
тел. 710-54-78, факс 710-41-67

от _____ № _____
на № _____ от _____

Участникам научно-практической кон-
ференции

Уважаемые коллеги!

От имени руководства Бизнес-единицы №1 приветствую участников конфе-
ренции «Новые решения в построении высоконадежных систем постоянного тока.
Мировые тенденции».

Сегодня, в процессе реформирования отрасли, перед нами поставлены такие
задачи, как повышение надежности работы оборудования и снижение эксплуатац-
онных затрат. Для решения этих задач особое значение приобретают новые техноло-
гии в энергетике, в частности, в системах оперативного постоянного тока, которые
являются сердцем собственных нужд станций и подстанций. От надежной работы
оперативного тока зависит надежность работы релейной защиты и противоаварий-
ной автоматики, а значит надежность энергоснабжения.

Проведение такого рода конференций позволит эксплуатирующему персоналу
наших станций, представителям отраслевых институтов и производителям разрабо-
тать единый системный подход в построении современных необслуживаемых сис-
тем постоянного тока.

Желаю успешной работы и принятия прорывных решений.

Заместитель управляющего директора,

Исполнительный директор Бизнес-единицы №1

И.И. Загретдинов



Участникам научно-практической конференции

Российское акционерное общество
энергетики и электрификации
«ЕЭС России»

БИЗНЕС – ЕДИНИЦА № 2

119 526, Москва, пр-т Вернадского, д. 101, корп. 3,
Тел. 710-58-72; 710-64-91
факс: 710-64-89;
Email: ovech@rao.elektra.ru

от 16.02.2005 № 7-30
на № _____ от _____

Уважаемые коллеги!

От имени руководства Бизнес-единицы №2 приветствую участников конференции «новые решения построение высоконадежных систем постоянного тока. Мировые тенденции».

Оказав административную поддержку организаторам конференции, мы способствовали повышению ее статуса. Участие в конференции представителей дочерних зависимых обществ Бизнес-единицы №2 и других Бизнес-единиц РАО «ЕЭС России» позволит осветить насущные проблемы в построение надежных систем бесперебойного питания собственных нужд ТЭС и подготовить рекомендации по их решению.

Сегодня многие зарубежные предприятия переводят свои производственные мощности в Россию, тем самым, снижая себестоимость продукции. Мы готовы оказывать им поддержку, если их продукция будет соответствовать мировому качеству и иметь экономическую выгоду.

Совместная работа представителей эксплуатации, науки, проектных организаций и производителей в рамках конференции позволит выработать качественно новые, эффективные решения, востребованные в энергетике России.

Желаю успешной, плодотворной работы.

Заместитель управляющего директора

А.А. Вагнер

СТАЦИОНАРНЫЕ АККУМУЛЯТОРНЫЕ БАТТАРЕИ

«ИСТОРИЯ И РАЗВИТИЕ СВИНЦОВО-КИСЛОТНЫХ АККУМУЛЯТОРОВ»

Пьер Ленен

Директор (Центра) Европейских Технологических Изысканий
ЭНЕРСИС (ENERSYS)

Резюме

Несмотря на совершенствование свинцово-кислотных аккумуляторов с регулирующим клапаном и рекомбинацией газа, будь то с плоскими пластинами и абсорбирующим сепаратором из поглощающего стекловолокна (A.G.M.), или с положительными трубчатыми пластинами и гелиевым электролитом, свинцово-кислые аккумуляторы, называемые «открытыми» ещё находят себе широкое применение.

Низкая стоимость, отлаженное производство предохранение окружающей среды от загрязнения с помощью рециклинга, ожидаемые в близкой перспективе эволюционные усовершенствования как в том, что касается конечного продукта, так и в том, что касается процесса изготовления, а также надёжность, совместимость с современными системами, обеспечивающими безопасность, все эти моменты являются чрезвычайно выигрышными для этого типа аккумуляторов как на сегодняшний, так и на завтрашний день.

1. ПРЕМЕНЕНИЕ

Стационарные аккумуляторы в той области электротехники, в которой три главные элемента системы находятся в постоянном соединении.

1.1. Режим заряда (Присутствующая сеть)

Выпрямитель преобразует энергию переменного тока сети в энергию постоянного тока. Последняя поддерживает аккумулятор в заряженном состоянии и снабжает питанием инвертор.

После преобразования он поставяет готовую для употребления и хорошо отрегулированную энергию переменного тока.

1.2. Режим разряда (отсутствующая сеть)

Аккумулятор поставяет необходимую энергию в инвертор. После преобразования она обеспечивает бесперебойное снабжение энергией высокого качества.

В это время может быть подключён вспомогательный генератор снабжающий энергией переменного тока.

1.3. Режим подзаряда (Возврат сети)

Выпрямитель поставяет необходимую энергию постоянного тока для перезарядки аккумулятора и для питания при использовании энергии переменного тока, после того как та была преобразована при помощи конвертор.

1.4. Примечание

Свинцово-кислотный аккумулятор может проходить зарядно-разрядный цикл сотни раз в соответствии с международными стандартами: CEI* 60896-11 Ed.1 (2002-12) : Стационарные свинцовые аккумуляторы открытого типа – Часть 11 : Общие предписания и методы испытания.

CEI* 60896-21 Ed.1 (2004-02) : Стационарные свинцовые аккумуляторы – Часть 21 : герметичные аккумуляторы с регулирующим клапаном давления – Методы испытания.

CEI* 60896-22 Ed.1 (2004-02): Стационарные свинцовые аккумуляторы – Partie 22 : герметичные аккумуляторы с регулирующим клапаном давления – Требования.

(*CEI – Commission Electrotechnique Internationale – Международная Электротехническая Комиссия)

Срок службы зависит от условий эксплуатации и функционирования.

При работе в режиме частой разрядки он измеряется несколькими годами.

В обычном эксплуатационном режиме или в плавающем режиме с редкой разрядкой он составляет от 10 до 15 лет.

Срок службы характеризуется следующими параметрами:

– Срок службы

– Проектируемый срок службы «максимальный срок службы», зависящий от концепции и качества изготовления, но также от оптимальных ус-

ловий зарядного агрегата, от употребления, контроля за употреблением и обслуживанием.

- Предполагаемый срок службы или «действительный срок службы», зависящий от концепции и качества изготовления, включая условия эксплуатации зарядного агрегата, эксплуатацию, контроль за эксплуатацией и обслуживание.

- Так, внешняя температура отличная от указанной в заказе, плохо сбалансированный плавающий режим (режим постоянного подзаряда), частые разрядки уменьшают срок службы аккумулятора.

- Аккумулятор, который также служит «механическим фильтром», имеющим отношение к колебаниям напряжения в сети или переменная составляющая тока также имеют большое значение для срока службы.

- Клиенту надлежит точно оговаривать атмосферные условия, в которых предстоит работать аккумулятору, с тем чтобы определить действительный срок службы аккумулятора, который не следует путать с проектируемым сроком службы, который является максимальным сроком службы.

2. УСТРОЙСТВО

Существует два типа свинцовых аккумуляторов:

- Аккумуляторы открытого типа со свободным электролитом, требующим добавления дистиллированной воды.

- Герметичные аккумуляторы с регулирующим клапаном давления с рекомбинацией газа использующие

- Кислоту поглощаемую сепаратором из микростекловолокна «A.G.M*.» (*поглощающий стекломатериал)

- имеющие сернокислый электролит в виде геля.

- Типы аккумулятора характеризуются в зависимости от положительной пластины :

- ПЛАНТЕ

- ПЛОСКАЯ

- ТРУБЧАТАЯ

- Сплав определяет срок службы и способность к прохождению циклов. Если пластины Планте изготовлены из чистого свинца, положительные решетки плоского и трубчатого типов сделаны из сплава свинец-сурьма от 1,7 до 6% или из свинцово-кальциевого сплава. В герметичных аккумуляторах используется пластины только из чистого свинца или из свинца-кальция-олова.

L'alliage conditionne la durée de vie et l'aptitude au cyclage.

Сепаратор имеет огромное значение, так как он определяет одновременно производитель-

ность, хорошую работу в (плавающем) буферном) режиме и во время прохождения циклов.

3. ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Аккумуляторы «Планте», изобретенные французом Гастоном Планте в 1860 году, широко используются уже более века.

3.1. Опыт эксплуатации в США

Здесь аккумуляторы Планте использовались редко, так как предпочтение было отдано аккумуляторам с плоскими и толстыми пластинами.

3.2. Европейский опыт эксплуатации

До 1960 года аккумуляторы Планте с открытым резервуаром без крышки составляли большую часть используемых стационарных аккумуляторов. Только в 50-х годах шведский изобретатель ТЮДОР запатентовал аккумулятор с трубчатыми положительными пластинами.

После 1960 года использование разделилось между двух технологий :

- Положительная пластина плоская и трубчатая

- Положительная пластина Планте (с постепенно уменьшавшейся долей использования до практически полного исчезновения за несколькими исключениями).

3.2.1. Опыт использования в Великобритании

- До 1960 года система, используемая БПО (British Post Office) не включала в себя вспомогательного генератора. Аккумуляторы служили в течение всего времени выключения тока вызывая необходимость в значительных мощностях для обеспечения круглосуточной автономии.

- Мощность отрицательной пластины была на 50% больше чем мощность положительной пластины, что давало возможность менять положительную пластину в течение всего срока эксплуатации аккумулятора. Этим объясняется срок службы аккумулятора в 20 и более лет.

- Режим постоянного подзаряда (буферный) режим был установлен в 2,25 вольт/элемент, с контролем плотности электролита, осуществляемым каждые 3 месяца.

Выровненный заряд в 2,7 вольт/элемент осуществлялся после каждой разрядки.

- В 1960 году положительная пластина была улучшена благодаря использованию пластин со специальной увеличенной поверхностью в 7-12 раз.

- В 1972 году классическими становятся негативные пластины типа «ФОР» (« FAURE »), а ак-

кумуляторы помещаются в корпус из прозрачного акрилонитрилстирола.

- Предполагаемый срок службы в 20 лет.
- Эти аккумуляторы в сравнении с трубчатыми более уязвимы в том, что касается :
 - Нового использования
 - Загрязнения (вода)
 - Устойчивости к сейсмическим толчкам.
- Что касается электростанций, то из соображений размещения и экономичности аккумуляторы Планте были замещены.

3.2.2. Опыт эксплуатации в Швейцарии

До 1960 года в Швейцарии использовались аккумуляторы Планте открытого типа. Эти аккумуляторы были замещены аккумуляторами с использованием трубчатой технологии, плавающий (буферный) режим установлен в 2,23 вольт/элемент. (одно напряжение буферного режима и режима зарядки). В 1976, Теодор Жебер осуществил важные исследования, касающиеся буферного режима и сплавов. Длительный опыт эксплуатации, в результате которого срок службы аккумуляторов с использованием трубчатых пластин определяется в 15 лет.

На атомных электростанциях :

- Аккумуляторы Планте были использованы с контрольным режимом разряда в течение 10 часов, с последующим перезарядом в 2,23 вольт/элемент. Срок службы аккумулятора установлен в 10 из соображений безопасности.
- Трубчатые аккумуляторы также были использованы, и опыт показал, что мощность/ёмкость развиваемая после 9 лет эксплуатации составляла 100%.

3.2.3. Опыт эксплуатации в Германии

- В 1960 году технология PLANTE GRO замещается технологией GROE ;
 - С 1965 года начинается использование положительных трубчатых пластин.
 - В 1971 году производятся исследования плоской пластины с применением концепции Vb компанией Varta.
 - В 1975 ввод в эксплуатацию аккумуляторов с трубчатыми пластинами с малым содержанием сурьмы.
 - Напряжение в буферном (плавающем) режиме установлено в 2,23 вольт/элемент
- На атомных электростанциях :
- Использовались две технологии. Аккумуляторы Планте для автономного режима длительностью 30 минут для запуска электропроизводящей группы, аккумуляторы с трубчатой технологией в местах с автономным режимом от 5 до 10 часов.

3.2.4. Опыт эксплуатации во Франции

- До 1960 года, во Франции используются аккумуляторы Планте открытого типа.
- Начиная с 1963 года они замещаются аккумуляторами с использованием технологии с плоскими положительными пластинами.
- В 1977 году начинается использование двух технологий : плоские положительные пластины и пластин трубчатого типа (с использованием сплава свинец-сурьма от 1,8% до 6%).
- В 1986 году в компании Telesom вводятся в эксплуатацию герметичные аккумуляторы.

На атомных электростанциях применяются две технологии :

- Свинцово-кислотные аккумуляторы с положительными пластинами трубчатого типа,
- Никеле-кадмиевые аккумуляторы.

В 1989 году компания Электросите де Франс (Electricit_ de France) представила на международной конференции OPERA (в Лионе во Франции), ядерную систему в нормальной и неблагоприятной среде, с квалификационными испытаниями, включавшими ускоренные тесты по старению аккумуляторов с положительными свинцово-кальциевыми пластинами между Ольдам Франм (Oldham France) и Государственным Энергетическим Управления Франции (EDF).

Эти новые аккумуляторы были спроектированы для использования в программе 1400MWN4. Испытания показали, что после 15 лет эксплуатации мощность всё ещё составляла 80%, также были произведены испытания по сейсмостойчивости на (поверхности). Тем не менее, по соображениям безопасности аккумуляторы должны заменяться по истечении 10 лет эксплуатации.

3.2.5. Опыт эксплуатации в Польше

Также представляется интересным опыт эксплуатации аккумуляторов в Польше. В течение 1992 в сфере телекоммуникаций росло одновременное использование аккумуляторов с плоскими пластинами и сепаратором из поглощающих стекломатериалов для установки в труднодоступных в зимнее время из-за снега местах, требующих значительной мощности и использование аккумуляторов с трубчатыми положительными пластинами с гелеобразующим электролитом. На термических электростанциях в современных энергоустановках также были использованы герметизированные аккумуляторы с комбинацией газа и сепаратором из поглощающих стекломатериалов.

Итак, можно для современных энергоустановок можно резюмировать ситуацию следующим образом:

Подводя итог, можно сказать, что от использования аккумуляторов Планте несмотря на усовершенствование положительной пластины и использование корпусов и крышек из акрилнитрилстирола, в целом, за некоторыми исключениями было решено отказаться.

Отказ от этой технологии имеет различные причины.:

- громоздкие размеры,
- необходимость в специальных аккумуляторных помещениях,

- стоимость ампер-часа явно более высокая по отношению к другим технологиям,
- трудоёмкое и рискованное производство, требующее серьёзного химического контроля,
- уязвимость технологии в отношении загрязнений (качество дистиллированной воды, качество сепараторов).
- более слабая сейсмостойчивость.

Аккумуляторы Планте заменяются или аккумуляторами с плоскими пластинами (технология Vb – подвесная пластина), но в большинстве случаев, аккумуляторами с трубчатыми положительными пластинами.

	Свинец открытый		Свинец герметизированный	
	Положительные пластины			
	Плоские	Трубчатые	Плоские	Трубчатые
Тепловые электростанции	X	X	X	
Информационно-вычислительные системы			X	
Атомные электростанции		X		
Др. станции	X	X		X
Распределительные сети	X	X	X	

4. НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Соревнование с новыми технологиями дело будущего, но не настоящего.

Эти технологии пока ещё требуют многочисленных исследований прежде чем смогут появиться на рынке с должной надёжностью и конкурентноспособной ценой.

Литий	Индустриализированный (переносной) Литий полимер в разработке	100 Втч/кг	1000 _/кВтч
Никель-металлгидрид	Индустриализированный Переносной и на гибридных транспортных с-вах	70 Втч/кг	600 _/кВтч
Никель-цинк	В разработке	75 Втч/кг	250 _/кВтч
Суперконденсатор	Индустриализированный	2-6 Втч/кг 50000 циклов	0,02 _/Ф (F)
Никель-кадмий		45 Втч/кг	350 _/кВтч
Свинец		35 Втч/кг	150 _/кВтч

Несмотря на то, что уже проделаны значительные исследования в области этих новых технологий, так же как и в области водородных батарей, технология свинцовых аккумуляторов по-прежнему остаётся чрезвычайно интересной :

- По соображениям производительности и востребованному применению,
- Как технология, произведённая с помощью современных средств,
- В силу постоянно улучшающегося качества,
- Ввиду перспектив улучшения ситуации с двухполюсностью, что позволит достичь 50 Вт-ч/кг,
- Конкурентноспособная цена,
- Отлаженное производство предохранение окружающей среды от загрязнения с помощью рециклинга.

СОВРЕМЕННЫЕ СВИНЦОВО-КИСЛОТНЫЕ СТАЦИОНАРНЫЕ БАТАРЕИ: ТЕХНОЛОГИЯ И УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ

P. Lenain – технический директор «HawkerEnergys»

A. Кунц – технический директор Группы компаний «Ольдам»

EnerSys

Введение

В течение многих лет мы наблюдаем широкое распространение новых технологий в области энергетики. В этой сфере хранение энергии в значительной степени осуществляется с помощью свинцово-кислотных батарей. Цель данной статьи — напомнить характеристики различных технологий и предосторожности, связанные с их применением.

Принцип работы свинцово-кислотных аккумуляторов известен давно и основан на электрохимических реакциях свинца и диоксида свинца в сернокислотной среде. Во время разряда происходит восстановление диоксида свинца на катоде и окисление свинца на аноде. При заряде протекают обратные реакции, к которым в конце заряда добавляется реакция электролиза воды, сопровождающаяся выделением кислорода на положительном электроде и водорода — на отрицательном, поэтому батареи данного типа («классические») требуют периодической доливки воды.

Понимание этого недостатка привело к созданию необслуживаемых свинцово-кислотных батарей с рекомбинацией газа, регулируемые клапанами, более часто называемых герметизированными свинцовыми батареями. В зависимости от состава электролита, батареи, изготовленные по данной технологии, разделяются на два основных типа: герметизированные батареи с гелеобразным электролитом, и герметизированные батареи с электролитом, абсорбированным сепаратором из микростекловолокна. Каждый из указанных типов обладает специфическими характеристиками, позволяющими использовать такие батареи для питания различного оборудования. Герметизированные батареи с абсорбированным электролитом хорошо адаптированы для малой и средней ёмкости (до 1500 Ач) и любых режимов разряда, будь то быстрый, средний или медленный (например, для систем бесперебойного питания переменного и постоянного тока). Батареи с гелеобразным электролитом с трубчатыми электродами появились путем эволюции из классических свинцовых батарей с трубчаты-

ми электродами. Наиболее оптимально использовать их при медленных разрядах и большой ёмкости (например, для питания телекоммуникационного оборудования).

Эксплуатация этих батарей требует выполнения некоторых правил. Так, напряжение подзарядки и заряда являются очень чувствительными параметрами, которые должны регулироваться с учётом условий применения (температура, глубина и частота разрядов). Температура — важный параметр, влияющий непосредственно не только на фактическую ёмкость, но и на срок службы, причём следует разделять три важных понятия: расчётный срок службы (design life), ожидаемый срок службы (life expectancy) и эксплуатационный срок службы (service life).

Накопленный опыт в области свинцово-кислотных аккумуляторов, постоянный прогресс в разработке и изготовлении, а также соблюдение правил применения превращают эту электрохимическую пару в хорошо освоенное и надёжное решение, превосходящее удовлетворяющее требования рынка.

1. Введение

Примерно 60 % всех продаваемых в мире аккумуляторов относятся к свинцово-кислотным [1]. К обычной для свинцовых аккумуляторов области применения для запуска автомобильных двигателей и питания электрооборудования автомобилей, всё чаще добавляются тяговые установки и различные стационарные применения. Сфера применения свинцовых аккумуляторов предполагает питание самого разного оборудования: электрокаров, подводных лодок, системы стационарного питания. Роль стационарных батарей состоит в обеспечении бесперебойного питания потребителей. Аккумуляторы созданы на базе нескольких технологий: свинцовые негерметизированные, свинцовые герметизированные с гелеобразным электролитом, свинцовые герметизированные с электролитом, абсорбированным сепаратором из микроволокон. Для того, чтобы аккумуляторы и батареи, созданные по данным надёжным и хорошо освоенным технологиям, длительно работали, нужно следовать простым правилам эксплуатации [2].

2. Характеристики свинцовых аккумуляторов

Свинцовые аккумуляторы различаются типами электродов (обычно называемых пластинами) и видом электролита (жидкий, абсорбированный или гелеобразный). [3]

2.1 Разные типы электродов

Пластина Плантэ: Пластина Плантэ используется только в качестве положительного электрода (анода) в основном в стационарных аккумуляторах. При простом обслуживании она обеспечивает безотказную работу в течение более 25 лет. Такой электрод представляет собой набор тонких пластинок, изготовленных из чистого свинца, и обеспечивает уровень плотности энергии от умеренного до высокого.

Трубчатый электрод: трубчатый электрод также используется только в качестве анода. Работает, в основном, в батареях, используемых для тяговых устройств, а также для стационарного применения. Состоит из отлитых под давлением свинцовых стержней. Активная масса зафиксирована вокруг стержня пористой оболочкой в виде трубки. Данная технология даёт исключительную стойкость к циклическим разрядам (порядка 1500 циклов) и большой срок службы (>15 лет).

Намазные электроды: такие электроды могут быть как анодом так и катодом. Применяется, в основном, в автомобилях и стационарных устройствах. Как для тонких электродов (1 мм), так и для толстых (7 мм), характерна очень высокая плотность энергии. Намазные электроды изготавливаются на основе решетки из чистого свинца, сплава свинец-сурьма либо сплава свинец-кальций-олово. Решётки могут быть изготовлены литьём без давления, непрерывной разливкой либо непрерывной перфорацией.

2.2 Различные технологии.

Негерметизированные свинцовые батареи: Со времён первой модели, придуманной в 1880е годы, конструкция многочисленных свинцовых батарей принципиально не изменилась, то есть намазные пластины помещены в электролит из разбавленной серной кислоты. Этот распространённый тип свинцово-кислотного аккумулятора требует регулярного долива воды, так как она расходуется при электролизе во время работы.



Фото 1 : элемент OPzS и моноблок Vb.

Герметизированные свинцовые батареи с клапанами: промышленное применение этой технологии, появившейся в 1960-е годы, было начато в 80-х годах. Принцип работы основан на рекомбинации образующихся во время работы газов, что многократно сокращает потери воды. Герметизированная свинцовая батарея дольше служит и имеет улучшенные характеристики. Поэтому она нашла применение в автономных источниках питания систем защиты компьютеров, телекоммуникационных устройств и систем аварийного питания.



Фото 2: элемент OPzV и фронтальный моноблок AGM

3. Принцип действия.

Любой аккумулятор состоит из положительных и отрицательных электродов, сепараторов и электролита. В свинцово-кислотном аккумуляторе положительные электроды представляют собой свинцовую решётку, а активным веществом является окись свинца (PbO₂). Отрицательные электроды представляют собой свинцовую решётку, а активным веществом является губчатый свинец (Pb). Электроды погружены в электролит, состоящий из разбавленной серной кислоты (H₂SO₄).

3.1 Основные химические и электрохимические реакции

Электроды являются местом протекания всех химических и электрохимических реакций [4]. К химическим относятся реакции, протекание которых происходит без участия электрического тока, как, например, реакция окисления свинца или взаимодействие губчатого свинца с серной кислотой, то есть реакции саморазряда активного вещества. Для инициирования электрохимической реакции необходимо возникновение электрического тока. Электрохимическими реакциями являются разряд, заряд, коррозия решёток и электролиз. При непрерывной подзарядке через батарею проходят различные токи. На положительном электроде ток подзарядки разделяется на ток поддержания заряда, ток коррозии свинцовой решетки и ток выделения кислорода. На отрица-

тельном электроде буферный ток делится на ток поддержания заряда, ток выделения водорода и ток рекомбинации газа (для герметизированной батареи).

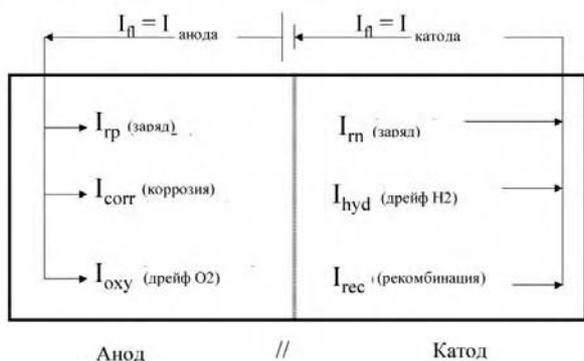
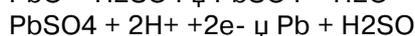
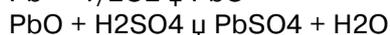


Рис 1. Схема распределения тока подзарядки.

3.2 Принцип рекомбинации газа.

При протекании зарядного тока в обычном свинцовом аккумуляторе (полностью заряженном), в процессе электролиза воды происходит выделение кислорода на положительном и водорода — на отрицательном электроде. Результатом является потеря воды, которую нужно компенсировать регулярной доливкой. Однако образование кислорода и водорода происходит не одновременно. На аноде кислород выделяется раньше, чем на катоде выделится водород. Затем кислород через микропоры сепаратора или микротрещины (полости) между частицами гелеобразного электролита дрейфует к катоду, где в результате описанных ниже реакций образуется вода. Это процесс называют "рекомбинация газа". Конструкция аккумуляторов с газовой рекомбинацией может иметь сепаратор из микростекловолокна, абсорбирующего кислоту (AGM : Absorptive Glass Mat), либо гелеобразный электролит (смесь воды, кислоты и частиц диоксида кремния). Аккумуляторы с AGM используют абсорбирующий кислоту микропористый сепаратор из стекловолокна. Прецизионный контроль уровня насыщения, т.е. соотношения количества электролита и пористости позволяет поддерживать постоянное прохождение кислорода. В аккумуляторах с гелеобразным электролитом, гель получается из тонкодисперсной смеси серной кислоты и диоксида кремния. Энергичным перемешиванием смесь поддерживается в жидкой фазе, для заливки в аккумулятор. Через некоторое время после заливки смесь принимает свое окончательное состояние устойчивого геля с микротрещинами. Именно через эти микротрещины кислород, выделившийся на положительной пластине диффундирует к отрицательной и вызывает рекомбинацию газа.



4. Сравнение технологий с гелеобразным и с абсорбированным электролитом.

Со времен изобретения Гастоном Плантэ свинцовых аккумуляторов, они непрестанно совершенствуются. Разработка батарей с рекомбинацией газа — важный этап этой эволюции и особое внимание сосредоточено на таких продуктах, в которых используются последние технологические достижения. Герметизированные элементы с гелеобразным электролитом с трубчатыми электродами явились развитием свинцовых негерметизированных батарей с трубчатыми электродами, им они, в частности, обязаны своими размерами. Эти элементы исключительно адаптированы для циклических режимов с медленным разрядом. Отметим также, что по причине большого запаса электролита элементы с трубчатыми электродами и гелеобразным электролитом имеют большую тепловую инерцию, чем элементы с абсорбированным электролитом, и менее восприимчивы, к колебаниям температуры. Герметизированные элементы с абсорбированным электролитом предназначены для использования в батареях малой и средней ёмкости для режимов медленного и быстрого разряда по причине их меньшего внутреннего сопротивления [5].

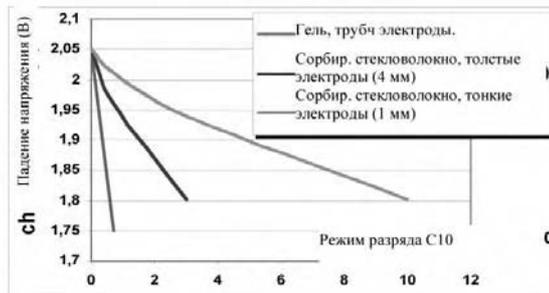


Рис. 2. Падение напряжения для разных типов аккумуляторов

Последние исследования привели к существенному сокращению габаритных размеров батарей и, например, к появлению широкой гаммы элементов с фронтальными борнами. В данном случае 2х вольтовые элементы набираются в батарею 12В не традиционным линейным монтажом, а монтируются U-образно, что позволяет располагать выходные клеммы на фронтальной передней стенке моноблока. Последовательное соединение 4х моноблоков по 12В позволяет получить напряжение 48В, применяемое в телекоммуникационной технике. Фронтальное подключение делает монтаж в стандартной стойке более удобным и позволяет сократить свободное пространство над моноблоком. Такое исполнение облегчает не только установку, но и периодическое обслуживание. Гамма существующей продукции покрывает диапазон батарей ёмкостью от 20Ач до 180Ач. Существуют два технологических ис-

полнения: с толстыми электродами (около 4 мм) с решётками из сплава свинец-кальций-олово и с тонкими электродами (около 1 мм) с решётками из чистого свинца.



Фото 3: Аккумуляторы с электродами из чистого свинца и из сплава свинец-кальций

5. Эксплуатация: правила, обязательные для соблюдения.

5.1 Регулировка напряжения подзаряда.

Регулировка напряжения подзаряда в зависимости от температуры (температурная компенсация) непосредственно влияет на эксплуатационный срок службы батареи. Повышенное напряжение вызовет преждевременную коррозию решётки анода, а слишком низкое напряжение приведёт к недозаряду и необратимой сульфатации активного вещества.

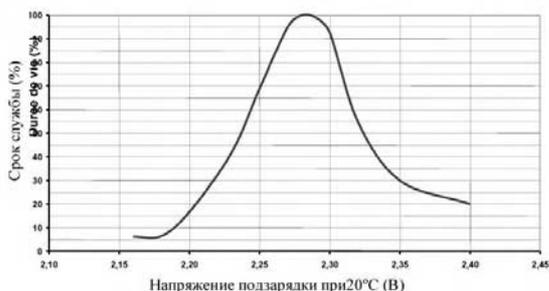


Рис. 3: Влияние напряжения подзаряда на срок службы батареи с электролитом, абсорбированном на стекловолкне AGM при 20°C.

Напряжение подзаряда регулируется также в зависимости от температуры работы аккумулятора. В зависимости от возможностей зарядного устройства, подключенного к батарее, следует использовать либо плавную, либо ступенчатую регулировку.

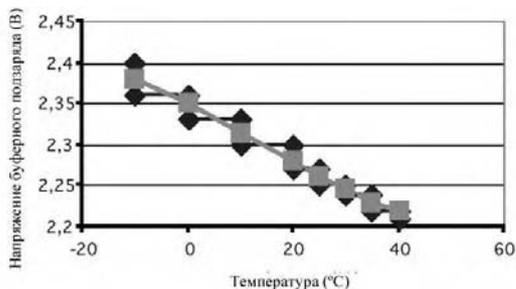


Рис 4: Типичная подстройка напряжения подзаряда в зависимости от температуры.

5.2 Случаи частого разряда.

Применяемые в современных устройствах стационарные батареи рассчитаны, как правило, на работу в режиме постоянного подзаряда. Тем не менее, условия эксплуатации могут часто вызывать разряд батареи. В этом случае поддержание батареи в заряженном состоянии становится критичным и потребуются переход на двухступенчатый режим заряда. Он заключается в том, что заряд начинается при напряжении, превышающем напряжение подзаряда (как правило 2,35В – 2,40В при 20°C), а заканчивается при обычном напряжении подзарядки. Этот режим позволяет восстановить автономию батареи, т.е. быстро достичь полностью заряженного состояния.

5.3 Влияние переменного тока.

При работе в режиме постоянного подзаряда через батарею протекает достаточно слабый электрический ток. Некоторые типы используемых зарядных устройств добавляют к этому току переменную составляющую большой амплитуды. Эта переменная составляющая может вызвать преждевременное старение аккумулятора, ускоряя коррозионные процессы и микроциркуляцию активного вещества. Для ограничения этого явления нужно, чтобы значение переменной составляющей находилось в пределах от 0,05C10 до 0,1C10.

5.4 Влияние температуры

Температура оказывает существенное воздействие на эксплуатационный срок службы батареи. Известно, что повышение температуры на 10°C сокращает его вдвое. Температура также непосредственно влияет на ёмкость батареи. Уменьшение температуры снижает подвижность ионов и, вместе с ней, ёмкость. Чем быстрее проходит разряд, тем ощутимее этот эффект.

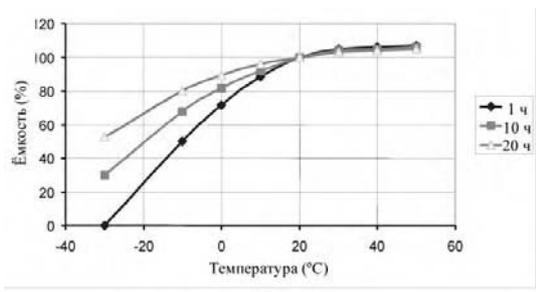


Рис.5: Температурное влияние на ёмкость.

Работа при низких температурах не грозит замерзанием электролита, однако такая опасность появляется, если разряженная батарея хранится при низких температурах.

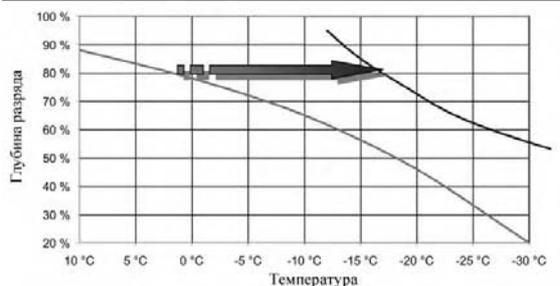


Рис.6. Риск замерзания при хранении.

6. Понятие срока службы.

Необходимо различать 3 понятия срока службы. Расчётный срок службы это максимально достигаемый батареей срок службы. Он зависит от тщательности разработки и изготовления, и предполагает оптимальные условия эксплуатации.

Ожидаемый срок службы меньше расчётного, так как учитывает, что условия эксплуатации не обязательно будут оптимальными.

Эксплуатационный срок службы определяется в ходе использования батареи. Он может быть меньше ожидаемого, если условия эксплуатации были оценены неправильно.

7. Заключение.

Свинцовые батареи, как классические, так и герметизированные, достигли высокой сте-

пени совершенства и надёжности, что позволяет использовать их в различных областях, исходя при этом из технической и экономической целесообразности. Однако, чтобы в полной мере оценить их достоинства, необходимо не забывать следовать указанным рекомендациям по эксплуатации. Значительная востребованность аккумуляторов для систем бесперебойного питания, энергетики, телекоммуникационной техники и различных преобразователей стимулирует совершенствование конструкции свинцовых аккумуляторов, которая постоянно улучшается с целью повышения качества и надёжности. Отрасль свинцовых аккумуляторов как никогда способна ответить на рост рынка устройств хранения энергии, так как это устойчивая отрасль промышленности, достигшая стадии зрелости, позволяющей ей создавать надёжные, эффективные и постоянно развивающиеся продукты.

Ссылки.

[1] <http://www.batterycouncil.org>

[2] GJ May, Hawker, 4ELBC, 1994

[3] X Muneret, P Lenain, Hawker, Colloque Gaston Plant_ 2000

[4] X Muneret, P Lenain, Hawker, Intelec 2000

[5] P Lenain, C Lemoine, Hawker, Cinentel 2000

ОПЫТ ЗАМЕНЫ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ ЗАРЯДНЫХ УСТРОЙСТВ НА ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ И ПОДСТАНЦИЯХ ОАО «КУЗБАССЭНЕРГО»

Б.А Кинзбург, советник Генерального директора по техническим вопросам

Уважаемые коллеги!

Мы благодарны группе компаний «Ольдам» и РАО «ЕЭС России» за возможность нашей делегации принять участие в этой чрезвычайно важной и необходимой научно-практической конференции.

Здесь присутствуют Технический директор ОАО «Кузбассэнерго» Ю.А. Грецингер, много сделавший по инвестиционной привлекательности нашей энергосистемы и начальник электротехнической службы исполнительной дирекции – П.А. Москалев.

Электроустановки оперативного постоянного тока являются важнейшей составной частью системы обеспечения управляемости и живучести электростанций и подстанций.

От оперативного постоянного тока зависит возможность функционирования цепей управления, защиты, контроля и регулирования основного оборудования электростанций и подстанций, устройств сигнализации связи.

Ежегодно в энергосистеме ОАО «Кузбассэнерго» фиксируются по несколько случаев несрабатывания или неселективной работы защитных аппаратов. Причинами этих отказов явились уменьшение емкости аккумуляторных батарей, разрегулированность вводных автоматов питания щитов постоянного тока, неудовлетворительная изоляция сети постоянного тока, отсутствие резервирования оперативного тока для резервных защит основного электрооборудования.

Сети постоянного тока устарели и не отвечают современным требованиям.

Для примера приведу отказ оборудования в сети постоянного тока, произошедший в феврале 2004 года на одной из подстанций ОАО «Кузбассэнерго», приведший к развалу энергосистемы на части и потере межсистемных связей.

При ураганном ветре в регионе происходили многочисленные отключения линий с успешным и не успешным АПВ, кроме того, на подстанции Сев. Маганак 220/110/35 кВ произошло замыкание в сети сигнализации, при этом неселективно отключился вводной автомат, обесточив цепи защиты и управления. На резервных защитах линий так же исчез оперативных ток. Замыкание в сети 110, 220 кВ были ликвидированы действием резервных защит смежных подстанций. При этом произошла разгрузка потребителей в объеме 1860 МВт.

Было отключено 39 ВЛ-110 кВ и 10 ВЛ-220 кВ. Причиной развития аварии явилось неудовлетворительное состояние сети постоянного тока подстанции, смонтированной в 1966 году, защитно-коммутационного выключателя и отсутствие резервирования защитных аппаратов.

Какие факторы являются определяющими в ненадежной работе оперативного постоянного тока станций и подстанций:

- Эксплуатация аккумуляторных батарей, выработавших свой ресурс;
- Неудовлетворительные характеристики зарядного устройства, поддерживающего напряжение при заряде;
- Отсутствие резервирования защитных аппаратов;
- Использование замкнутого кольца питания электромагнитов включения силовых выключателей;
- Использование в качестве защиты от замыканий и перегруза выключателей серии АВ с ненадежной системой расцепителей;
- Общий ввод питания от аккумуляторных батарей для работы устройств релейной защиты, автоматики, сигнализации, электромагнитов включения (при неселективной работе головного автомата, все устройства обесточиваются);
- Невозможность проведения профилактических работ на щите постоянного тока из-за сложности вывода его из работы;
- Замыкания на щитах и в сети постоянного тока из-за ухудшения изоляции.

ОАО «Кузбассэнерго» более 10 лет занимается вопросами повышения надежности работы оперативного постоянного тока и это отражается в Концепциях развития Кузбасской энергосистемы, последняя из которых – на период до 2010 года, разработана в 2000г. и согласованна с областной администрацией и со всеми технологическими департаментами РАО «ЕЭС России».

Хотелось бы сказать, что даже в нынешних не простых экономических условиях, в которых находится энергетика, нам удастся выполнять концепцию по реализации реконструкции постоянного тока в полном объеме.

Первоочередным направлением в этой проблеме – нами определена замена аккумуляторных батарей, выработавших свой ресурс, на батареи, мало обслуживаемые и экологически защищенные с минимальными эксплуатационными затратами.

Все вновь устанавливаемые аккумуляторные батареи, как правило, вводятся с подзарядными устройствами, поддерживающие напряжение заряда с высокой точностью, ниже 1%, что обеспечивает существенное продление срока службы аккумуляторной батареи, особенно хвостовых элементов.

На предприятиях Кузбассэнерго находится в эксплуатации 87 стационарных аккумуляторных батарей напряжением 110 и 220 В, из них 23 на электростанциях, из которых 20 – герметичные, малообслуживаемые.

Исходя из среднего срока службы батарей 15 лет, необходимо ежегодно заменять 5-6 батарей В начале 90-х годов единственный в России производитель аккумуляторных батарей для энергетики з-д «Аккумулятор» г. Курск практически перестал поставлять продукцию, поэтому у нас накопилось много батарей, которые отработали свой срок, и требовали замены.

В 1996 г. Кузбассэнерго, рассмотрев предложения от многих фирм на поставку импортных батарей, выбрало поставщиком фирму «Ольдам Франс» предложившую наиболее оптимальные варианты по ценам и характеристикам батарей. Аккумуляторы фирмы Ольдам, на наш взгляд, имеют следующие преимущества:

- приемлемые, сравнительно невысокие цены;
- предоставление скидок постоянным заказчикам;
- качество;
- близкое расположение представительства (г. Новосибирск), для нас это возможность оперативно решать возникающие вопросы;
- возможность поставки в комплексе с подзарядным агрегатом;
- широкий спектр поставляемых аккумуляторных батарей (по типам, емкости, сроку службы, режимам разряда);
- в объем поставки включаются все комплектующие, необходимые для монтажа батареи (перемычки между элементами, отводы, а также защитные средства и приборы контроля).

Всего с 1996 г. установлено 41 стационарная аккумуляторная батарея «Ольдам» (что составляет 47% от всех установленных АБ), из них 12 на электростанциях. Кроме того, на электростанциях установлено 8 батарей Словении. Оставшиеся 3 батареи будут заменены в ближайшие годы. Для всех новых аккумуляторных батарей поставлены подзарядные устройства, что позволило значительно улучшить состояние источников постоянного тока для оперативного управления оборудованием и выйти в режим плановой замены аккумуляторов.

В ОАО «Кузбассэнерго» установлено 175 зарядных, подзарядных и буферных устройств. Около 75 устройств не соответствуют требованиям эксплуатации аккумуляторных батарей из них 50 устройств физически устарели, имеются

в эксплуатации еще 27 мотор-генераторов постоянного тока для зарядки. При использовании электромашинных зарядных преобразователей все операции для поддержания зарядного напряжения на требуемом уровне осуществляется вручную обслуживающим персоналом. Выпрямительные зарядно-подзарядные агрегаты типа ВАЗП, которые в основном установлены в энергосистеме, автоматически поддерживают постоянство установленного выпрямленного напряжения с погрешностью + 2%, что отрицательно сказывается на долговечности аккумуляторных батарей.

Автоматические зарядно-выпрямительные устройства типа НРТ предлагаемые «Ольдам» в сочетании с параллельно подключенными аккумуляторными батареями, образуют системы для бесперебойного питания оборудования постоянным током и позволяют достигнуть высокой степени стабилизации напряжения на выходе + 0,5%, позволяют в автоматическом режиме обеспечивать необходимый режим питания нагрузки, оптимизировать работу системы заряд-разряд, в том числе и хвостовой части батареи, сохранить максимальный срок службы аккумуляторных батарей и обеспечить минимальными трудозатратами эксплуатацию.

С 2001 года фирмой «Ольдам» организовано сборочное производство аккумуляторных батарей, а с 2002 г. – зарядно-выпрямительных устройств в России, что позволяет снизить издержки на приобретение в пределах 25% по отношению к зарубежным фирмам производителям и приблизительно выйти на уровень цен устройств УЗП выпускаемых в России, но с качеством продукции, отвечающим лучшим мировым стандартам и с необходимыми характеристиками.

Опыт эксплуатации аккумуляторных батарей фирмы «Ольдам-Техно», в течение 8 лет, показал достаточно высокую надежность установленных аккумуляторных батарей и подзарядных устройств. При минимальных эксплуатационных затратах не было ни одного случая отказа или повреждения оборудования.

В планах ОАО «Кузбассэнерго» намечено дальнейшее продолжение замены аккумуляторных батарей с подзарядными агрегатами высокой степени точности напряжения заряда, менее 0,5%.

Наступает время замены щитов постоянного тока, с раздельным питанием устройств защиты, сигнализации, соленоидов выключателей. Необходимо производить реконструкцию сети оперативного тока, ее разукрупнение и предусматривать резервное питание постоянного тока от секционированных шин. И филиалы нашей энергосистемы уже начинают эту работу. Мы надеемся на плодотворное взаимовыгодное сотрудничество с Вами и в дальнейшем.

ПРЕЖДЕВРЕМЕННАЯ ПОТЕРЯ ЕМКОСТИ АККУМУЛЯТОРОВ VRLA. МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ НЕИСПРАВНОСТЕЙ В АККУМУЛЯТОРАХ

mgr in_. Jacek _wi_tek, Tel. (22) 762 0025, 0-606-740-562,
e-mail: jacek.swiatek@aps.waw.pl
APS Energia sp. z o.o. ul. Drewnicka 5 , 05-091 Z_bki

Введение

Прошло уже более 10 лет с того времени, когда в Польше появились первые аккумуляторы VRLA (с регулировочным клапаном). Тогда казалось, что это новый шаг на пути усовершенствования технологии кислотно-свинцовых аккумуляторов, и именно эта технология должна удовлетворить всех. На многих объектах были установлены современные аккумуляторы, не требующие обслуживания, с минимальным выделением газа, к тому же не требующие специальных, кислотоустойчивых помещений. Ожидалось, что в установках такого типа можно будет сократить количество операций, связанных с обслуживанием аккумуляторов. Все это было действительно так, за исключением того, что эти аккумуляторы редко дотягивали до декларированных производителями номинальных сроков эксплуатации, а их саморегуляция ограничивалась только пополнением уровня электролита. Были, правда, такие установки, в которых аккумуляторы данного типа, даже при неблагоприятных условиях работы, вели себя на удивление хорошо. В качестве примера можно привести батарею AGM, установленную на одной из энергетических станций 220/110кВ, которая после 9 лет эксплуатации (половина из которых – в комплексе с тиристорным выпрямителем), сохранила более 80% емкости. Такие установки, однако, стали немногочисленными исключениями. Наибольшее разочарование было связано с батареями VRLA класса Long Life (наивысший класс качества, в соответствии с Eurobat, со сроком эксплуатации более 12 лет).

Разница между заявленным и фактическим сроком была настолько велика, что это никоим образом не могло удовлетворить потребителей, более того, по их мнению, эти батареи по своим параметрам не могли сравниться даже с предыдущими классическими аккумуляторами серии SP или SWJ (с которыми было немало проблем). Ожидания лучшего не оправдались. Почему так произошло? Была ли это ошибка в технологии или порожденные маркетинговыми акциями ожидания оказались завышенными? Попытаемся еще раз проанализировать факты и в заключении оговорим, какие методы можно применить для выявления неисправностей в батарее или ячейке.

1. С ЧЕМ МОЖЕТ БЫТЬ СВЯЗАНА ПОТЕРЯ ЕМКОСТИ АККУМУЛЯТОРОВ VRLA?

Проблема преждевременной потери емкости аккумуляторов VRLA в 90 годах была довольно распространенным явлением и наблюдалась во многих областях применения. Наиболее очевидным это было в промышленности, энергетике и системе телекоммуникации. Эта проблема выявлялась как при профессиональном применении, при наличии постоянного обслуживающего персонала, так и при непрофессиональном, во всех географических широтах и всех континентах.

Финские ученые [1], [2] причины этого явления определили следующим образом:

а) Технология аккумуляторов VRLA была новой технологией и стремительно развивалась. На аккумуляторном рынке был большой спрос (связанный со значительными инвестициями в секторе телекоммуникаций), что в последствии породило волну конкуренции и соревнования. В связи с этим, производители часто решались на внедрение новых методов и усовершенствований, сокращающих затраты на производство, без проведения должной технической проверки и испытаний.

б) Аккумуляторы VRLA были представлены маркетологами, не только как не требующие обслуживания, связанного с восполнением электролита, но и в других эксплуатационных аспектах (более того, в Скандинавии на первый план выдвигался тот факт, что аккумуляторы этого типа в минимальной степени загрязняют окружающую среду). В связи с этим эксплуатация аккумуляторов VRLA происходила несогласованно с требованиями производителей. Вместо режима усиленной эксплуатации и операций, требующих более длительного времени, вышеупомянутые аккумуляторы обслуживались плохо – устанавливались в таких же, или даже худших температурных условиях, как и традиционные аккумуляторы, и подвергались таким же, и даже более сокращенным эксплуатационным мероприятиям.

в) Не соблюдались рекомендации по эксплуатации, предлагавшиеся производителями в инструкциях. Причиной этого были различные факторы, чаще всего недостаточная техническая информированность, обусловленная маркетинговыми заявлениями, плохой или непрофессионального перевода инструкций производителей, невозможности добиться

лучшей, по сравнению с существующей, эксплуатацией потребителями.

д) аккумуляторы не имели/ не имеют (по технологическим причинам) прозрачных корпусов, поэтому отсутствует возможность визуального контроля – оценки состояния пластин по их цвету, коррозии внутренних контактов, появления осадка на активном материале и наличия внутреннего короткого замыкания, уровня электролита.

Вышеупомянутые причины были обусловлены следующим:

1. Выпускались серии аккумуляторов, имевшие недостаточно испытанную и проверенную конструкцию. Нововведения, касавшиеся материалов и конструкции, проверялись в ходе эксплуатации самими клиентами.

2. Дефекты возникали в процессе производства и были обусловлены загрязненностью электролита, пластин и сепараторов. В производственном процессе часто имели место ошибки при изготовлении электродов, слишком длительное их хранение на складе, некачественная отливка, плохая фиксация активного материала либо неправильная сварка внутренних контактов (технологические схемы, использовавшиеся в технологии изготовления аккумуляторов классического типа), которые не проверялись должным образом.

3. Дефекты, выявленные в процессе эксплуатации можно разделить (в зависимости от этапа выявления) на:

– Несоблюдение условий хранения перед установкой (например, слишком длительное хранение аккумуляторов при низкой или высокой температуре, перегрузки и повреждения при транспортировке)

– Ошибки во время монтажа, например, слишком резкое встряхивание аккумуляторов, затяжка соединений слишком с большим моментом, неправильная зарядка после проверки емкости и ввод в эксплуатацию недозаряженного аккумулятора.

– Ошибки после монтажа – подзарядка аккумулятора неправильным напряжением, циклический режим работы из-за несоответствия выпрямителя, разрядка в результате разъединения контактов в батарее аккумуляторов, слишком высокая температура или градиент температур в аккумуляторной.

2. АНАЛИЗ ПОВРЕЖДЕНИЙ АККУМУЛЯТОРОВ VRLA

Ознакомившись с причинами неполадок в аккумуляторах VRLA, рассмотрим последствия вышеописанных недостатков, проявившиеся в процессе эксплуатации аккумуляторов на объектах. В зависимости от технологии, применявшейся для аккумуляторов VRLA (AGM или $_el$), а также ошибок, допущенных на этапе производства и эксплуатации можно выделить следующие неисправности:

а) Коррозия вспомогательного электрода: как правило, наблюдается в железно-никелевых аккумуляторах, реже или в такой же степени в аккумуляторах типа AGM;

б) Преждевременная потеря емкости: эффект возникает чаще всего в аккумуляторах AGM, однако этому может быть подвержена и железно-никелевая технология.

в) Недостаточный заряд анода: чаще всего наблюдается в аккумуляторах AGM в связи с тонкостью анода;

г) Сквозная коррозия: в основном наблюдается в железно-никелевых аккумуляторах, реже или в такой же степени может быть в аккумуляторах AGM;

д) Высыхание аккумуляторов: в основном наблюдается в аккумуляторах AGM, реже или в той же степени может происходить в железно-никелевых аккумуляторах.

Схематический обзор неисправностей в аккумуляторах VRLA представлен ниже на рис. 1

В зависимости от причины повреждения аккумулятора VRLA, при измерении его электрических параметров выявляются следующие изменения:

– Слишком высокое внутреннее сопротивление по сравнению с исправным аккумулятором.

– Слишком низкое внутреннее сопротивление по сравнению с исправным аккумулятором.

– Потеря емкости.

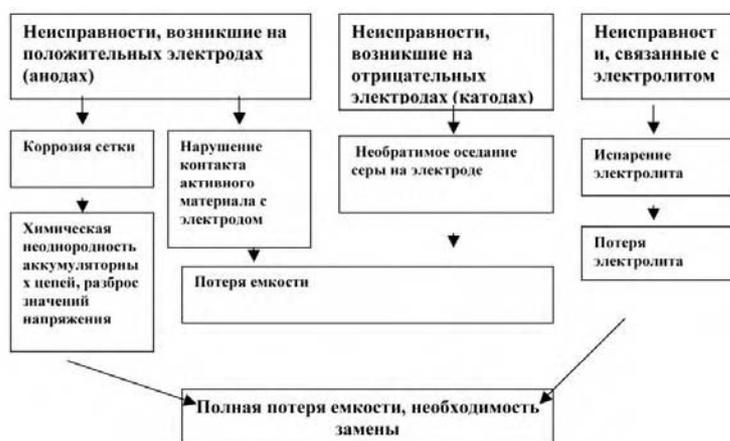
Слишком высокое внутреннее сопротивление батареи возникает при следующих неисправностях:

– Коррозии и некачественной спайке соединений между цепями.

– Коррозии пластин, либо непрочном соединении между активным материалом и пластиной,

– Разбухании материала

– Нарушении прослойки активного материала на пластинах в результате кристаллизации серы



- Наличии слоя загрязнений на поверхности активного материала,
 - Препятствиях при прохождении тока через сепаратор.
 - Слишком низкой плотности электролита
 - Слишком слабом сжатии, обеспечивающем контакт между анодом и катодом;
 - Слишком низком уровне электролита, в результате ошибки во время наполнения либо высыхания аккумулятора (обусловленном чрезмерным напряжением при подзарядке или слишком высокой температурой), а также вытеканием электролита через повреждения в корпусе, крышке либо через негерметичный клапан (загрязнения мембраны клапана).
- Слишком низкое внутреннее сопротивление (короткое замыкание) возникает при следующих неисправностях:
- Образование дендритов и пробой сепараторов;
 - Задирание, искривление, вызванное разломом пластины;
 - Лишние кусочки свинца, оставшиеся между пластинами;
 - Остатки расплавленного при пайке свинца;
 - Потеря активного материала электродов из-за коррозии или отслаивания от пластин;
 - Коррозии других элементов;
 - Слишком плотное соприкосновение пластин, возникшее во время производственного процесса или в результате повреждения во время транспортировки;
 - Деформация пластин в связи с их увеличением и недостаточностью необходимого пространства;
- Необратимая потеря емкости возникает при:
- Слишком глубокой степени разряда
 - Циклической работе или возникновении микроциклов
 - Преждевременном износе, вызванном чрезмерно высокой температурой либо неравномерным распределением температуры в аккумуляторах, соединенных в батарею, высыханием электролита (слишком высокая температура, напряжение, негерметичность клапана или крышки).

3. ЭКСПЛУАТАЦИЯ АККУМУЛЯТОРОВ VRLA НА ПРЕДПРИЯТИЯХ В ПОЛЬШЕ

Имея в качестве основы теоретические знания о причинах повреждения аккумуляторов VRLA и их возможных последствиях, проанализируем данные по эксплуатации аккумуляторов этого типа в Польше. Благодаря сотрудничеству в этих целях с несколькими предприятиями, обладающими большим опытом по использованию аккумуляторов VRLA, были получены данные по эксплуатации батарей данного типа в Польше. Разумеется, всеми респондентами гарантировалась надежность информации, а также то, что задаваемые вопросы не будут выходить за рамки служебной тайны. Данные (представленные ниже в таблице 1.) касались батарей типа VRLA (включая описание технологии AGM и eI , классификации EUROBATa, емкость, напряжение блоков), дату установки, итоговой активности, а также условий эксплуатации (напр. тип выпрямителя, его конфигурацию, температурную компенсацию, способ подклю-

чения батареи, среднюю нагрузку выпрямителя во время подзаряда, способ монтажа батареи, рабочую температуру батареи и т.д.) На основании данных, представленных в таблице 1 можно сделать следующие выводы:

- Большинство установленных аккумуляторов VRLA являются батареями AGM (хотя есть также и группа гелевых аккумуляторов)
- Подавляющее большинство составляют типы аккумуляторов с наибольшим сроком эксплуатации: 10+ и 12+ (Hl, LL в соответствии с EUROBAT).
- Срок службы батарей редко превышал 10 лет, в среднем он составлял 7-9 лет. Очевидна тенденция незначительного увеличения срока эксплуатации в более поздних установках.
- Батареи оснащены очень хорошими зарядными устройствами. Встречались установки в кондиционируемых помещениях.

4. ЭКСПЛУАТАЦИЯ АККУМУЛЯТОРОВ НА ОБЪЕКТАХ В СКАНДИНАВСКИХ СТРАНАХ – ЭФФЕКТ ПОТЕРИ ЕМКОСТИ

Очень интересные наблюдения относительно состояния аккумуляторов VRLA в секторе телекоммуникаций в Скандинавии приведены в статье [3]. Как и в Польше, оказалось, что аккумуляторы VRLA не отвечают ожиданиям потребителей. Срок эксплуатации батареи VRLA, был значительно меньше срока классических аккумуляторов. Случалось когда вместо заявленных 10 или 12 лет аккумулятор, после половины (а иногда и раньше) отведенного ему срока, нуждался в замене. Проблема оказалась настолько важной, что был предпринят анализ причин, способных привести к неисправности аккумуляторов. В связи с вышеизложенным, были изучены 30 батарей и выявлены следующие повреждения:

- Коррозия анода во всех типах аккумуляторов;
 - Устойчивая (стабильная) потеря емкости „PCL”: в основном в аккумуляторах типа AGM;
 - Недостаточный заряд катода: в основном в аккумуляторах AGM;
 - Коррозия верхних частей электродов: во всех типах;
 - Высыхание: этого дефекта не наблюдалось.
- Очень часто встречался эффект PCL – „Устойчивое падение (потеря) емкости”. Этот дефект выявлялся в батареях с 3-5-летним сроком, работавших главным образом в режиме буферизации (менее 10 циклов разрядки). Неисправность была выявлена только в части батарей, в нескольких аккумуляторах емкость едва достигала 50-70%. Представлял интерес анализ элементов конструкции такого поврежденного аккумулятора. Его пластины находились в отличном состоянии, коррозия элементов составила менее 0,9%, не было выявлено его высыхания (сепараторы были влажными). Для восстановления емкости аккумуляторы: заряжались малым током (выравнивающий заряд), в них восполнялся уровень электролита, было увеличено внутреннее давление в батарее. Все эти действия не привели к изменению параметров. Была предпринята попытка подвергнуть аккумулятор восстановительному циклу: полному разряду с последующим зарядом. Раз-

Таблица №1 : Данные по эксплуатации аккумуляторов VRLA в Польше:

№ п/п	Описание параметра	Пользователь №1	Пользователь №2
1	Количество описанных аккумуляторов VRLA	30	20
2	Типы аккумуляторов	AGM: 80% _el : 20%	AGM: 99% _el : 1%
3	Класс эксплуатации	LL (10+ либо 12+) : 75% Низший класс : 25%	LL (10+ либо 12+) : 85% Низший класс : 15%
4	Температурные условия	Кондиционирование : 20% Недостаточное кондиц.. : 80%	Кондиционирование : 10% Недостаточное кондиц. : 90%
5	Годы установки	с 1993 по 1998	с 1993 по 2002
6	Аккумулятор, с наибольшим сроком эксплуатации	AGM – 8 лет (класс LL) Довольно много 7-летних _el : 6 лет (классLL) – Примечание: таких батарей несколько	AGM – 10 lat (klasy LL) Довольно много аккумуляторов, работающих в течение 8 лет _el : 7 лет(класс GP) – один аккумулятор
7	Аккумулятор с наименьшим сроком эксплуатации AGM: _EL :	AGM: 3 года – тиристорный выпрямитель _el : 3 года – Помещение без кондиционирования. Примечание: следует отметить, что были аккумуляторы, работавшие в таких условиях по 6 лет.	AGM: 4 года – технологический дефект _el : -----
8	Средняя активность аккумулятора группы LL 10/12+	Всей группы: 5,7 лет AGM : 5,8 лет _el : 4,7 лет	Всей группы: 7,8 лет AGM : 8,2 лет _el : 7 лет
9	Средняя активность аккумулятора группы LL 10/12+ в зависимости от напряжения одиночного звена/блока	2V : 7 лет 6V : 6 лет 12V : 5 лет	2V : 10 лет 6V : 8 лет 12V : 6 лет
10	Средняя активность аккумуляторов низшего класса	6 лет. Примечание: Среднее значение завышено за счет аккумуляторов, использовавшихся в UPS с емкостью ниже 80%	6 лет
11	Параметры, оказавшие влияние на заряд	Кондиционирование: незначительно (продлеvalo срок эксплуатации пр. на 1 год), температурный датчик, импульсный выпрямитель, установка на стеллаже, а не в камере (незначительно)	Кондиционирование: незначительно Температурный датчик: незначительно Импульсный выпрямитель с начала эксплуатации: влияет. Чем выше емкость, тем дольше срок службы аккумулятора.
12	Параметры, не влиявшие на заряд (активность)	Перегрузка распределителя, выпрямитель с внутренним или внешним измерением тока, установка стенд – камера (шкаф)	Контроль температуры окружающей среды, влажность, вибрация
Прочие замечания:			
Иногда аккумуляторы работают подобным образом в худших условиях. Есть много батарей, работающих в течение 6-8 лет, которые по-прежнему находятся в исправном состоянии.			

№	Описание параметра	Пользователь №3	Пользователь №4
1	Количество описанных аккумуляторов VRLA	10 батарей с напряжением 220В.	10
2	Типы аккумуляторов	AGM: от 100Ач до 175Ач	AGM : 70% _el : 30%
3	Класс эксплуатации	LL (10+ либо 12+) : 100%	LL (10+ либо 12+) : 80% Низший класс : 20%
4	Температурные условия	Кондиционирование: 70% Недостаточное кондиц.: 30%	Кондиционирование: 30% Недостаточное кондиц.: 70%
5	Годы установки	С 1994 по 1998	С 1995 по 2002
6	Аккумулятор, с наибольшим сроком эксплуатации	AGM : 7 лет (класс LL)	AGM – 8 лет (класс LL) имеется много 7-летних работающих батарей. _el : 8 лет (класс LL)
7	Аккумулятор с наименьшим сроком эксплуатации	AGM: 5 лет (класс LL)	AGM: 5 лет – технологический дефект _el : 5 лет
8	Средний срок эксплуатации аккумулятора группы LL 10/12+12+	AGM : 6 лет	Всей группы : 7,5 лет AGM : 7,6 лет _el : 7,3 лет
9	Средний срок эксплуатации аккумулятора группы LL 10/12+ в зависимости от напряжения одиночного звена/блока	2V : 7 лет 6V : 6 лет	2V : ----- 6V : 9 лет 12V : 7 лет
10	Средний срок эксплуатации аккумуляторов низшего класса	Такие аккумуляторы отсутствуют	5 лет
11.	Параметры, оказавшие влияние на заряд	Возможно, заниженные значения напряжений при буферизации (в худшем случае – несколько процентов). Вывод: аккумуляторы нуждаются в лабораторном обслуживании.	Кондиционирование: незначительно Термодатчик: незначительно Импульсный выпрямитель с начала эксплуатации: влияет Чем выше емкость, тем больше срок эксплуатации батареи.
12	Параметры, не влиявшие на заряд	Согласно информации, предоставленной фирмами-поставщиками аккумуляторов VRLA на разрядку оказывали влияние все параметры.	
Прочие замечания :			
Маркетинговая пропаганда, завышающая запрокированный срок эксплуатации батареи (меньше для аккумуляторов более высокого класса). Необходимо внести поправки в несовершенную технологию и минимизировать производственные дефекты.			

ряд проводился в течение 10 часов током 0,1С10, позже, с лучшим эффектом, был применен 24-часовой разряд 24-часовым током. Несмотря на то, что напряжение на наиболее слабых аккумуляторах упало до 0В и удерживалось на этом уровне до конца цикла разрядки, реверса электродов (изменения их полярности) не наблюдалось. Температура аккумуляторов с нулевым напряжением поднялась примерно до 40 оС и не выходила за эту границу. После заряда, который проводился несколько суток, была вновь измерена емкость и оказалось, что ее значение увеличилось до 85%. После проведения этой операции, самые слабые батареи оказались даже лучше, чем все остальные. Измерение емкости по истечении 14 месяцев подтвердило хорошее техническое состояние аккумуляторов, емкость которых был выше, чем до регенерации. Феномен потери емкости является следствием «Бессурьмяного эффекта», который возникает только в аккумуляторах, где активный материал обеих пластин не содержит сурьмы (она там заменена на известь?). Это явление еще мало изучено, механизм его возникновения связан с увеличением сопротивления фрагментов анодной пластины, что вызывает более раннее по сравнению с другими батареями снижение напряжения в аккумуляторе. В зависимости от того, где именно возникает этот эффект, можно выделить PCL-1, связанный с коррозией сетки электрода и PCL – связанный с коррозией активного материала, прилегающего к пластине. Подводя итоги: PCL наблюдается только на определенном участке электрода и не является продолжительным. Этот эффект можно устранить и повысить фактическую (уже имеющуюся) емкость, вышеописанным путем разряда и восстановительного заряда.

5. Диагностика неисправностей в батарее во время работы аккумуляторов в промежутке между измерениями(проведениями замеров) емкости.

Для получения информации о том, возникли ли в промежутке между измерениями емкости неисправности в аккумуляторах VRLA, следует внедрить в практику систематическую проверку параметров батареи с анализом результатов и их интерпретацией. Такие действия, по сути являются мониторингом (т.е. наблюдением). Это может быть либо автоматическая система (с чем обычно ассоциируется мониторинг), или неавтоматическая (если проводятся соответствующие операции получения данных и их анализа). Большое разнообразие типов батарей, а также специфика их установки на объектах приводит к тому, что внедрение системы надзора, выполняющей свои функции представляет определенные трудности. Мониторинг должен учитывать следующие особенности:

1. Он должен охватывать время, когда батарея уже неисправна и подлежит замене, удостоверяя ее работоспособность в момент необходимости функционирования.

2. Он должен быть приспособлен к индивидуальным условиям и параметрам установки.

3. Следует собирать и анализировать только те данные, которые позволяют выявить серьезные, постепенно нарастающие нарушения, способные в дальнейшем привести к ухудшению параметров батареи.

4. Надзор должен производиться систематически и должен быть элементом высшей системы – то есть должен гарантировать адекватную передачу данных, их анализ и реакцию на угрожающую ситуацию.

5. Методика измерений и количество измеряемых параметров должны быть детально разработаны. Отсутствие методики приведет к поверхностным измерениям без соответствующего их анализа, будет порождать большое число ложных тревог, осложнять работу обслуживающему персоналу.

Электрические параметры батареи, за которыми мы можем следить (за исключением визуальной оценки), это напряжение, сила тока и сопротивление аккумулятора. За изменением этих данных следует следить как в стабильном состоянии (во время подзаряда), так в нестабильных состояниях. Данные могут измеряться для всей батареи и отдельно для каждого аккумулятора (в таком случае измеряется фактическая величина и отклонение от средней величины)

1. Измерение напряжения батареи:

а. Измерение напряжения всей батареи в соединении аккумуляторных цепей

Измерение напряжения на полюсах батареи во время подзаряда практически не несет ценной информации, за исключением подтверждения правильности процесса заряда. Намного больше информации мы можем получить при измерении напряжения во время разряда. В случае частичного разряда (особенно, кратковременного) трудно оценить как влияет на емкость или техническое состояние аккумулятора снижение напряжения. Очевидно, что при очень низкой емкости батареи, напряжение при ее разряде очень быстро падает, что и указывает на ее неисправность. Иначе дело обстоит, если емкость батареи определяется как требующая замены, например, при уровне 50-60%. Тогда напряжение разряженной батареи в течение нескольких часов удерживается на уровне должных значений (как для исправной батареи), а затем в заключительной фазе разряда внезапно снижается. При разряде нужно всегда помнить о том, что в начальной фазе разрядки происходит мгновенный скачок напряжения. Это нормальный процесс (последствие явлений, происходящих около электродов), который не должен являться поводом для тревоги.

б. Измерение напряжения для каждого аккумулятора (для каждой цепи).

При применении этой методики мы можем анализировать напряжение аккумулятора или его разницу по отношению к среднему значению напряжения всей батареи. Если измерение производится во время подзаряда, мы можем сделать вывод о том, что сопротивление данного элемента слишком высокое или слишком низкое по сравнению с остальной частью батареи. Для классических аккумуляторов измерение этих параметров применяется довольно широко. Элементы этого типа, как правило устанавлива-

ются в единичной или двойной конструкции (2 В). Напряжение исправно работающего аккумулятора должно отклоняться от средней величины не более чем на +100мВ и не менее чем на 50мВ. Для аккумуляторов VRLA эти измерения, однако, не являются столь достоверными. При этой технологии часто используются блочные конструкции. Если в данном блоке имеются элементы с повышенным или пониженным сопротивлением замеры будут неправильными. В дополнение, рекомбинация приводит к тому, что исправно функционирующие аккумуляторы имеют больший разброс значений напряжения, достигающий даже до $\pm 250\text{мВ}$.

Если производится разряд (даже частичный) или заряд батареи, по истечении большей части этого процесса, независимо от технологии, аккумуляторы должны вести себя аналогично и иметь одинаковые значения напряжения (разница может появиться в конце). Если этого не наблюдается, то элемент или группа элементов, где произошло отклонение от нормы, могут быть неисправны (например, иметь внутренне короткое замыкание, пониженную начальную или фактическую емкость, нарушение соединения, и т.п.)

2. Измерение силы тока.

Если батарея состоит из нескольких параллельных цепей, сила тока при подзаряде каждого ряда должна быть одинаковой. Если этого не наблюдается, это указывает на ухудшение состояния (емкости) аккумуляторов в одной из цепей. Для вычисления приблизительной емкости цепи мы можем предложить следующую формулу:

$$C_k = (I_k / \text{Сумма } I) * \text{Сумма } C,$$
где: C_k – емкость цепи, I_k – сила тока цепи, сумма, I – суммарная сила тока во всех цепях, Сумма C : суммарная емкость всех цепей.

Вышеуказанная формула бесполезна, если используется только один ряд батарей без подключения параллельного. В таком случае мы можем только анализировать изменение тока подзаряда либо других параметров (без сравнения с новой батареей). Если изменение значительное, например, двукратное, это говорит о наличии проблемы. При небольших изменениях произвести оценку значительно труднее, поэтому не следует прибегать к сравнению тока подзаряда разных батарей VRLA, даже для такого же типа аккумуляторов, установленных в различные годы. Такое сравнение может быть ошибочным.

3. Методы измерения внутреннего сопротивления (импеданса или проводимости)

Измерение внутреннего сопротивления и попытка их использования для оценки технического состояния аккумуляторов приобрели популярность в 90-х годах. Типичной реализацией вышеупомянутого измерения является применение к батарее повышенного напряжения или силы тока и наблюдение за соотношением сила тока – напряжение. В зависимости

от методики измерения, частоты измерений, времени бездействия (отдыха) батареи вычисляем сопротивление:

R_{hf} – сопротивление, зависящее от сопротивления соединений (клемм), сепараторов, а также электролита. Его изменение указывает на имеющееся повреждение данных элементов.

R_1 – сопротивление, связанное с пористостью электродов.

R_2 – сопротивление, связанное с кристаллизацией серы на электродах.

Если измерения производятся посредством «слабого сигнала», с частотой от 100Гц до 10кГц, к тому же при коротком времени измерения и периоде бездействия батареи, измеряется сопротивление R_{hf} . Определить емкость батареи практически невозможно, единственная возможность – оценка сопротивления и состояния соединений, сепараторов и электролита. Если измерение импеданса или проводимости осуществляется с при частоте сигнала 0,1 – 100Гц, можно определить кинетику батареи и ее емкость прослойку (слой). Результатом этих измерений является сопротивление R_1 , которое зависит от пористости электродов, и эти данные мы уже можем сопоставить с емкостью. Если мы применим еще более сильный нагрузочный сигнал, с измерительной частотой $<0,1\text{Гц}$ (измерение сопротивления R_2), то мы сможем измерить сопротивление, связанное с кристаллизацией серы на электродах, которая уже непосредственно влияет на фактическую емкость батареи. Подробное описание различных методик, связанных с измерением внутреннего сопротивления представлено в литературе [4], [5]. Дополнительно следует заметить, что аккумуляторы VRLA уже в самом начале установки имеют очень маленькое внутреннее сопротивление (от 10 до 100 мкОм) и производятся с высокой стабильностью этого параметра. Все это приводит к тому, что там, где вышеупомянутые замеры производятся недостаточно осведомленным пользователем, могут быть получены результаты, которые трудно оценить и интерпретировать.

6. ИТОГИ

В настоящее время аккумуляторы VRLA применяются намного реже, чем в начале 90-х годов, т.е. на этапе их внедрения, несмотря на то, что, вероятно, никто уже не верит в то, что они могут эксплуатироваться 20 лет. Очевидна большая осведомленность пользователей и лучшая подготовка к эксплуатации батарей VRLA. Очевидно также и то, что производители усовершенствовали продукт и произвели некоторые корректировки в технологии. Это подтверждается исследованием, приведенном в статье [3], где подтверждается введение следующих усовершенствований в технологии VRLA:

- Модернизация технических параметров процесса отливки для повышения устойчивости к коррозии;
- В материале катода увеличено содержание олова для стабилизации параэлектродных про-

цессов, а также увеличена устойчивость к эффекту потери емкости;

– Применяется более густотой электролит, что обеспечивает большее давление в аккумуляторах;

– Увеличено сжатие между материалом катода и анода;

– Увеличен слой активного материала на катоде;

ВЫВОДЫ:

1. При эксплуатации батарей VRLA на объектах, в обязательном порядке необходимо улучшить характеристики заряда батареи, в том числе, выравнивающего заряда.

2. До настоящего времени в случае появления «Стойкой потери емкости» аккумуляторы подлежали замене. Однако оказалось, что это обратимый процесс и следует попытаться применить восстановительный разряд (10 или 24 часовой), с последующей полной зарядкой батареи. При этом не следует опасаться разрядки самых слабых звеньев, а эта операция должна на длительное время восстановить емкость батареи.

3. Многих аварийных ситуаций можно будет избежать при введении хороших систем мониторинга. Однако это не простой вопрос (особенно в отношении интерпретации результатов), требующий многочисленных экспериментов и исследований.

4. На объектах следует ввести и проконтролировать проведение измерений внутреннего сопротивления (импеданса и проводимости) для оценки технического состояния батареи. Непосредственная реализация этих измерений позволит заменить визуальную оценку состояния внутренней конструкции аккумулятора VRLA, которая всегда доступна в классических батареях.

В заключение следует привести несколько мнений инженеров, имеющих опыт по эксплуатации аккумуляторов VRLA, связанных с эксплуатацией их в крупных учреждениях:

а. Инженер крупной системной электростанции: «... мы применяем аккумуляторы VRLA только там, где не могут работать аккумуляторы классического типа. Если мы приобретаем аккумуляторы этого типа, то как правило, низшего класса (до 9-10 лет номинального срока эксплуатации) и практически избегаем чрезмерного расширения эксплуатационных мероприятий. Мы ориентируемся на фактический срок эксплуатации данных аккумуляторов, который составляет 5 лет, а потом квалифицируем их как подлежащие замене...».

б. Инженер электроэнергетического предприятия: « ... до сих пор широко применяем аккумуляторы VRLA. Но теперь у нас уже есть больший опыт, и мы знаем, как их эксплуатировать. Мы считаем, что это более выгодное решение, чем содержание обычной аккумуляторной и ее ремонт. Мы отдаем себе отчет в том, что срок эксплуатации этих батарей будет ниже, и иногда нужно будет проводить большее количество эксплуатационных мероприятий (даже для некоторых элементов отдельно). Однако в настоящее время эти аккумуляторы лучше, чем те которые были раньше, и, кроме того, привлека-

ет цена батарей этого типа».

с. Инженер энергетического предприятия: « ... мы использовали аккумуляторы VRLA во многих приложениях и имеем негативный опыт. Сейчас предпочитаем классические аккумуляторы. У нас есть аккумуляторные, и отсутствует необходимость внедрения аккумуляторов типа VRLA. Если речь идет о необходимости расходов на мониторинг и инспектирование батарей, то у нас нет на это ни средств, ни персонала...»

д. Инженер крупного промышленного предприятия: « ... для нас главным критерием является безопасность и надежность установки. В связи с этим мы исключаем аккумуляторы VRLA и внедряем наиболее надежные классические батареи.»

е. Инженер энергетического предприятия: « ... Фирмы, предлагающие аккумуляторы VRLA используют маркетинговую пропаганду, завышающую сроки эксплуатации батареи, в особенности для высшего класса. Имеющиеся недостатки объясняются несовершенным питанием, несоответствующими условиями эксплуатации или недостаточным количеством эксплуатационных операций (подразумеваются стерильные условия работы), при отсутствии недостатков в самой продукции. Такая политика отталкивает и от продукта и от тех, кто его предлагает...»

Литература

- [1]: Suntio T., Glad A. – “The Batteries as a Principal Component in DC/ UPS Systems” – Interlec Orlando Florida USA 1990;
- [2]: Suntio T. Sour Askola S. – “DC UPS System’s Reliability Performance: Facts and Fiction” – TELESCON Budapest Hungary 1997;
- [3]: Karlsson G., “Premature Capacity Loss, an overlooked phenomenon in telecom batteries” – Journal of Power Sources vol. 58, 1996 ;
- [4]: Feder D.O., Hlavac M.J. Koster W. “Evaluating the State of Health of Flooded and Valve Regulated Lead Acid Batteries: a Comparison of Conductance Testing with Traditional Methods” – Journal of Power Sources vol. 46, 1993 ;
- [5]: Waters A., Bullock K., Bose C., “Monitoring the State of Health of VRLA Batteries Through Ohmic Measurements” – INTERLEC Melbourne, Australia 1997.
- [6]: _wi_tek J, Ozimek P. „Sk_adowa zmienna w pr_dzie_adowania baterii akumulator_w” – Automatyka elektroenergetyczna, 3/2003 (40).
- [7]: Szumowski P., Ozimek P. „DBC – Metoda dynamicznego_adowania baterii akumulator_w” – V Konferencja Nauk

ТРЕБОВАНИЯ К ПОДСТАНЦИЯМ 330-750 кВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ.

О ТЕХНИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЯХ К СИСТЕМАМ ПОСТОЯННОГО ТОКА.

О РЕЗУЛЬТАТАХ ВНЕДРЕНИЯ НОВЫХ СИСТЕМ ПОСТОЯННОГО ТОКА В МЭС ЦЕНТРА И ЗАРУБЕЖНОМ ОПЫТЕ.

Доклад Департамента электрических сетей и МЭС Центра ОАО «ФСК ЕЭС»
В.А.Родионов, А.Н. Охрим, В.Н. Седунов. А.И. Дунаев

Основные аспекты технического переворота на современном этапе

ПОЛОЖИТЕЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ

1. Старт т\п - 2000 г., появились деньги. Сконцентрировались на ПС – их износ идет в 2 раза интенсивнее, чем ВЛ.

2. Темпы обновления оборудования – 1.5 – 2 % в год.

Вывод – закончим т/п через 50 лет

3. Проектные институты, строительные организации, электротехническая промышленность получили «2е дыхание».

ОТРИЦАТЕЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ

1. Деньги есть, но их объем в год – не более, чем стоимость одной ПС. К тому же идет распыление средств – начато проектом, поставками, строительством более 80 ПС.
РЕЗУЛЬТАТ - ДОЛГОСТРОЙ

2. Темпы старения оборудования 4-5 % год. К окончанию т/п «старым» ПС будет более 50 лет, «новым» более 25 лет.

ВЫВОД – объемы финансирования т/п надо увеличить в 2 раза.

3. Качество проектов, начиная от ТЗ, продолжая собственно проектами и рабочими чертежами – часто неудовлетворительно. Идеология и нормы проектирования остались на уровне 80х годов: площади ПС остаются чрезмерными – 20-30 га, численность обслуживающего персонала – не ниже 30 чел., кол-во зданий на ПС избыточно (5-6), строительная часть, планировка, компоновка – неудовлетворительны, АСУ ТП – на низком уровне.

КОРРЕКТИРОВКА КУРСА ТЕХНИЧЕСКОГО ПЕРЕВООРУЖЕНИЯ

В КОЛИЧЕСТВЕННОМ ПЛАНЕ:

1. ПРОВОЗГЛАШЕН ТЕЗИС - лучше меньше, но быстрее и лучше. Для этого в ФСК ЕЭС принят новый принцип формирования программы т/п:

– с 2004 г. выделены приоритетные объекты – объекты комплексного т\п, со сроком реализации т/п – 36-40 мес. На 2004 г. таких объектов намечено 12 шт. При благоприятном финансировании удастся к 2006 г завершить 9 ПС 330-500-750 кВ.

– на указанные объекты будет идти до 70 % выделяемых средств. Остальные 30 % - на завершение неотложных технологических циклов, на консервацию «незавершенки», на замену предаварийного ЭО .

КОРРЕКТИРОВКА КУРСА ТЕХНИЧЕСКОГО ПЕРЕВООРУЖЕНИЯ В КАЧЕСТВЕННОМ ПЛАНЕ:

1. Для объектов комплексного т/п, не начатых строительством, где нет проекта, или требуется его корректировка – применить новые требования, главная идея которых – создать необслуживаемую или малообслуживаемую ПС.

2. Главные отличительные признаки ПС 330-750 кВ нового поколения- это НЕОБСЛУЖИВАЕМОСТЬ или МАЛАЯ ОБСЛУЖИВАЕМОСТЬ ПС за счет применения:

- высоконадежного основного ЭО, не требующего ТО и Р в течение всего срока службы;

- высоконадежное электроснабжения собственных нужд;

- технологии управления и контроля из удаленного ЦУ ПС на основе высокого уровня использования современных АСУ ТП, РЗА и телекоммуникационных систем, включая теленаблюдение, телеуправление, телемеханики, автоматических систем комплексной безопасности ПС

3. Для этого необходимы современные НТД по проектированию. Начало положено:
 - в 2003 г Минэнерго утвердил Рекомендации по технологическому проектированию, но они ориентированы в основном на ПС обычного типа ;
 - в ФСК ЕЭС разработаны и приняты Общие технические требования к ПС 330-750 кВ нового поколения;

- ЭСП подготовил усовершенствованные Нормы технологического проектирования.
 5 Первой ПС, приблизившейся к таким требованиям, стала ПС 750 кВ «Белозерская», следующая – с учетом накопленного опыта - ПС 330 кВ «Калининская» (2006 г), далее еще 10 ПС до 2012 г.

ПЕРЕЧЕНЬ ПЕРВООЧЕРЕДНЫХ ОБЪЕКТОВ – ПС НОВОГО ТИПА

Подстанция

1. Калининская, 330 кВ, проект будет корректироваться
2. Центральная, 500 кВ, проекта нет
3. Тюмень, 500 кВ, проект будет корректироваться
4. Иртыш, 500 кВ, проекта нет
5. Чагино, 500 кВ, проекта нет
6. Опытная, 750 кВ, проекта нет
7. Демьянская 500 кВ, проекта нет
8. Ногинская, 500 кВ, проекта нет
9. Бескудниково, 500 кВ, проекта нет
10. Вятка 500 кВ, проекта нет
11. Калино, 500 кВ, проекта нет
12. Восточная 330 кВ, проекта нет

Очередь т/п, срок окончания строительства

- 1 оч., 2006 г.
- 2 оч., 2009 г.
- 2 оч., 2008 г.
- 2 оч., 2009 г.
- 3 оч., 2012 г.
- 3 оч., 2012 г.
- 3 оч., 2011 г.
- 3 оч., 2011 г.
- 3 оч., 2012 г.
- 3 оч., 2012 г.

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПС 330-750-750 кВ

1. Основное ЭО - высоконадежное с системами мониторинга, интегрированными в АСУ ТП, коммутационные аппараты - с дистанционным управлением и с системами контроля ресурса.
2. Главная схема электрических соединений: обоснованно упрощенные электрич. схемы, в т.ч. для РУ 220 кВ и ниже в основном применять одинарные секционированные системы шин,
 - двойные и обходные СШ применять при специальном обосновании (в ненадежных и не зарезервированных сетях).
 - резервные фазы АТ и ШР - подключать по джемперным схемам.
3. Схемы собств. нужд - резервное питание ТСН выполнять от независимого (третьего) источника питания. Исключить питание сторонних потребителей от сети СН ПС.
4. Кабельная сеть: применять негорючие силовые и контрольные кабели, а их трассировка, должна обеспечивать ЭМС «вторички» с «первичкой»
5. Опер. ток для устройств РЗА и приводов выключателей выполнять от двух необслуживаемых АБ со сроком службы (15-18 лет) и емкостью, рассчитанной до прибытия ОВБ и ликвидации аварии. Для каждой АБ д/б отдельный щит ПТ с двумя и более секциями шинок питания устройств РЗА и ПА в каждом.
6. Вторичная система ПС – мозговая часть ПС – д/б вся на м/п элементной базе:
 - АСУ ТП должна обеспечить возможность эксплуатации ПС без постоянного оперативного персонала и выполнения с удаленного пункта

функций контроля, управления, архивации данных, учета, блокировки от ошибочных действий опер. персонала и т.д + элементы искусственного интеллекта);

- системы телемеханики, теленаблюдения и телеуправления должны обеспечивать с удаленного центра управления наблюдаемость состояния всего оборудования ПС и режимов работы и управления операциями при оперативных переключениях, а также всеми устройствами, действие которых необходимо при устранении последствий, вызванных отказами наблюдаемого оборудования и автоматических систем;
- системы связи с обязательным резервированием на принципиально различных принципах для передачи необходимой информации, управляющих команд, работы РЗА и ПА.
- применение комплексных автоматизированных систем безопасности,
- АРМ для работников оперативных выездных бригад с полным набором средств управления ПС.
- централизованные комплексы ПА, как правило, не должны устанавливаться на необслуживаемых ПС.
- 7. Строительная часть ПС –
 - сокращение территории ПС за счет применения оригинальных компоновок, системы защиты от перенапряжений, компактного ЭО (КРУЭ, PASS, и СОМРАСТы) приближения зданий ОПУ ОРУ непосредственно к ОРУ;
 - сокращение количества и площади производственных зданий, исключение по возможности окон. В технологических помещениях выполнение обогрева с использованием электроприборов с хладостойким теплоносителем.

- применение для зданий современных строительных материалов, как правило, кирпича, скатных крыш.
- исключение создания на ПС специальных зданий, сооружений и площадок для обеспечения ремонта, ТО и складов. Максимально возможно сокращение водоснабжения на санитарно-технологические нужды.
- площадка ПС должна быть отсыпана слоем щебня толщиной не менее 15 см для исключения роста травы и возможности ее последующего возгорания.
- применение инженерных мероприятий по уменьшению сил морозного пучения грунтов (мелиорация, противопучинные обмазки фундаментом, в допустимых случаях применять поверхностные фундаменты)

НЕКОТОРЫЕ ПОДРОБНОСТИ ТРЕБОВАНИЙ К СИСТЕМАМ ОПЕРАТИВНОГО ПОСТОЯННОГО ТОКА

1. Допускается создание систем питания устройств РЗА и приводов выключателей не только на постоянном токе от АБ, но на переменном от сети СН.
2. Варианты организации питания оперативным током:
 - на каждом РУ организуется не менее 2-х источников (АБ, сеть СН);
 - питание приводов выключателей и устройств РЗА организуется от отдельных АБ (для этого решения требуется ТЭО).

НЕКОТОРЫЕ ПОДРОБНОСТИ ТРЕБОВАНИЙ К АККУМУЛЯТОРНЫМ БАТАРЕЯМ

1. Емкость АБ должна быть рассчитана на время прибытия персонала на ПС в случае аварии и время, необходимого на ее ликвидацию при потере цепей подзаряда аккумуляторных батарей (АБ).
2. АБ должна иметь повышенный срок службы (не менее 15 лет)
3. АБ должна быть необслуживаемой на протяжении 5 лет
4. АБ должны питаться от двух зарядно-подзарядных агрегатов (ЗПА), которые должны выбираться совместно с АБ. Оба ЗПА должны быть нормально включены в работу и обеспечивать:
 - режим «горячего резерва»;
 - проведение уравнивающего заряда АБ в автоматическом режиме;
 - интеграцию в АСУ ТП ПС

НЕКОТОРЫЕ ПОДРОБНОСТИ ТРЕБОВАНИЙ К СИСТЕМЕ ОПЕРАТИВНОГО ПОСТОЯННОГО ТОКА

1. Для каждой АБ предусмотреть отдельный щит постоянного тока (ЩПТ). Каждый ЩПТ должен иметь не менее двух секций шин питания устройств РЗА и ПА (\pm ЕС).

2. Система постоянного оперативного тока должна иметь, как правило, двухуровневую защиту. Защитные аппараты сети постоянного оперативного тока должны обеспечивать требования надежности, селективности, чувствительности, резервирования и быстродействия.

3. Должны быть предусмотрены средства контроля состояния сети оперативного постоянного тока (контроль изоляции, включенного/отключенного положения АБ, подзарядных агрегатов, повышения/понижения напряжения и пр.), а также устройства автоматического (автоматизированного) поиска «земли».

Опыт МЭС Центра в создании современных систем оперативного постоянного тока – Седунов

Введение

1. С началом внедрения МП устройств РЗА, ПА и АСУТП, строительством необслуживаемых/малообслуживаемых ПС без постоянного оперативного и ремонтного персонала возникли новые проблемы обеспечения надежности работы устройств РЗА, ПА, АСУТП и СОПТ.
2. Принцип построения СОПТ является не независимой задачей, а функцией от структуры построения УРЗА, ПА и АСУТП

Основные особенности МП устройств, которые требуют пересмотреть централизованный традиционный метод питания УРЗА:

- перерыв электропитания МП устройств на время более 20-50 мс влечет к выводу из работы на время перезапуска, которое у сложных устройств может достигать 10 с;
- МП устройства более критичны по требованиям ЭМС;
- дискретные входы МП устройств являются относительно ненадежными элементами;

Основные особенности МП терминалов, которые позволяют осуществить новые подходы к построению систем ОПТ:

- малое энергопотребление терминалом;
- предусмотренное фирмой питание МП терминалов от напряжения до 24 В DC;
- опыт зарубежных энергосистем по децентрализованному электропитанию на пониженном напряжении постоянного тока;
- опыт АСУ ТП в части оптоволоконных каналов передачи данных.

В процессе проработки проектов в части систем оперативного тока МЭС Центра рассматривал подходы:

- Московского ЭСП;
- фирмы «Schneider-Electric» (Франция);
- фирмы IMB (Германия) с предохранителями и с устройствами фирмы Bender;
- Нижегородского ЭСП с использованием ШУ-ОТ производства концерна ЭЛАРП;

- фирм, разрабатывающих системы питания для устройств связи и локальных вычислительных сетей;
- иностранных энергосистем, использующих распределенную систему ОПТ для устройств РЗА в различных вариантах:
- применение АБ напряжением 48 В в РЩ для питания УРЗА только части присоединений;
- использование для питания УРЗА преобразователей, питающихся от кабельных линий с напряжением повышенной частоты.

Однако, привлекательные преимущества в каждом из указанных новых подходов компенсировались одним из недостатков:

- отсутствием достаточных НИРовских, опытно-конструкторских и проектных проработок;
- высокой стоимостью или низкой ремонтпригодностью;
- высоким энергопотреблением ряда отечественных УРЗА и ПА или невозможностью включать их при напряжении питания менее 110 В.

Заключение

1. На начальном этапе эксплуатации необслуживаемой ПС 750 кВ Белозерская выявилось недопустимо много приработочных дефектов в части надежности дискретных входов МП терминалов и автоматического поиска фидера с замыканием на землю при централизованной системе питания УРЗА и ПА.

2. Вопросы селективности сети оперативного тока в проекте отражены недостаточно. В вопросах обеспечения термической стойкости кабелей существуют разные подходы без их технического обоснования.

3. Проектные организации, инжиниринговые центры фирм-поставщиков МП терминалов оказались неготовы к реализации децентрализованного электропитания МП УРЗА при проектировании ПС 330 кВ Калининская. Предлагаемые варианты не подтвердились доказательством их преимуществ.

Заключение (продолжение)

4. Переход к структуре УРЗА с передачей информации между МП терминалами по оптическим каналам усиливает требования к надежности питания МП терминалов, особенно МП терминалов, установленных на уровне первичного оборудования.

5. Нужны разработки в части НИР и ОКР и их проверка в эксплуатации в единичных сериях для новых структур УРЗА до начала массового применения этих решений в проектах новых или реконструируемых ПС.

6. Необходимо переходить к такой практике, чтобы на этапе проектирования необходимо было только выбирать оптимальный вариант из ряда проработанных и испытанных. Критерием выбора варианта должна быть не реклама фирмы - разработчик, а заключения экспертных ко-

миссий по каждому варианту электропитания с учетом структуры УРЗА и ПА и особенностей дискретных входов МП терминалов.

Сейчас же разрабатывается и внедряется один из возможных вариантов при дефиците времени. Это приводит и будет приводить к большому числу приработочных отказов в начале эксплуатации и сохранению ряда недостатков в решениях электропитания в течение всего срока эксплуатации УРЗА и ПА по реализованным проектам.

7. Необходимо контролировать не только величину сопротивления изоляции полюсов, но и напряжение полюсов ОПТ относительно земли, при котором возможна ложная работа дискретных входов при низкоомном замыкании на землю на подходящей к ним жиле кабеля.

8. Применение экранированных кабелей значительно увеличивает емкость постоянно-го тока, что затрудняет применение предложенных автоматических устройств отыскания «земли»

Постановка задачи

1. Для совместимости со структурой РЗА и ПА необходимы испытанные решения в части СОПТ для реализации:

- централизованного питания устройств РЗА и ПА;
- распределенного питания устройств РЗА и ПА для различных вариантов их размещения.

2. При разработке СОПТ должны учитываться особенности питания МП устройств и конструкции их дискретных входов.

3. Необходима система мониторинга СОПТ более совершенная, чем существующая.

4. Повысить степень соответствия СОПТ необслуживаемой ПС.

5. Необходимы более качественные расчеты селективности защитных устройств, термической стойкости контрольных кабелей.

ТЕНДЕНЦИИ И ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ ОПЕРАТИВНОГО ПОСТОЯННОГО ТОКА В РОССИИ

Гусев Ю.П., к.т.н., ГОУВПО "МЭИ(ТУ)"

Основные факторы, оказывающие влияние на развитие систем оперативного постоянного тока (СОПТ)

изменились требования:

■ электромеханические системы защиты вытесняются микропроцессорными – уменьшается ток постоянной нагрузки, ужесточаются требования по электромагнитной совместимости, в частности, по провалам напряжения и перенапряжениям в СОПТ;

■ на смену мощным нагрузкам приходят менее мощные (электромагнитные приводы выключателей с токами в сотни ампер заменяются пружинными приводами на переменном токе или на постоянном, но с токами единицы ампер), характер нагрузки СОПТ становится более равномерным, улучшается соотношение между пусковыми токами и токами короткого замыкания ;

■ уменьшается количество дежурного и обслуживающего персонала на станциях и подстанциях – сначала отказались от аккумуляторщиков, теперь сокращаются релейщики и первичники.

изменились технические возможности:

■ монополия аккумуляторов типа СК сменилась многообразием типов аккумуляторов, значительно отличающихся по условиям эксплуатации и по параметрам, в частности, по внутреннему сопротивлению;

■ появился выбор по типам зарядно-подзарядных устройств, вместо зарядных мотор-генераторов и примитивных выпрямителей появились агрегаты с цифровыми системами регулирования;

■ значительно расширился выбор защитных аппаратов, кроме автоматических выключателей появились новые типы плавких предохранителей, в частности, имеющие устройства дистанционного контроля состояния плавких вставок;

■ у автоматических выключателей появились рефлексные расцепители, полупроводниковые расцепители стали менее уязвимы по питанию; У для СОПТ предлагаются системы мониторинга, устройства автоматизированного поиска земли, регистраторы аварийных процессов – СОПТ интегрируется в АСУ ТП;

■ появился широкий выбор устройств для защиты от перенапряжений в СОПТ – лавинные диоды, газоразрядные устройства, варисторы.

изменилось научно-техническое обеспечение развития СОПТ:

■ около 20 лет не обновлялась нормативно-

техническая документация по СОПТ;

У прекращена, ранее проводившаяся на постоянной основе, работа по СОПТ ведущих отраслевых институтов (Ростовское отделение ТЭПа, Северо-западное отделение ЭСПа, Сибтехэнерго и др.);

■ отсутствует целенаправленная работа по повышению квалификации специалистов, занимающихся СОПТ;

■ отсутствует специализированная техническая литература по СОПТ;

■ новое поколение специалистов в проектных институтах не имеет опыта проектирования ни старых, ни новых СОПТ.

Далее рассматриваются отдельные компоненты СОПТ в двух аспектах: признаки развития – на основе информации об уже имеющихся реализациях прогрессивных технических решений по СОПТ в отечественной энергетике и признаки отставания – на основе информации об уже выявленных недостатках отечественных реализаций или на основе информации об успешных реализациях за рубежом.

Аккумуляторы

Признаки развития:

■ аккумуляторы СК заменяются на герметизированные аккумуляторы, при этом уменьшается объем технического обслуживания, снижаются требования по вентиляции аккумуляторных помещений;

■ хорошо зарекомендовали себя на электрических станциях и подстанциях аккумуляторы закрытого типа и герметизированные аккумуляторы с удельным внутренним сопротивлением менее 180 – 200 мОм_Aч (GroE, Vb и подобные им);

■ количество токовыводов от аккумуляторной батареи вместо нескольких десятков уменьшается до двух, что позволяет обеспечить одинаковые условия заряда и разряда всех элементов батареи;

■ жесткая ошиновка в аккумуляторном помещении и проходная доска заменяются прямым соединением батареи со щитом постоянного тока (ЩПТ) кабелями, что снимает проблему протяжки контактов на проходной доске и повышает безопасность обслуживания и надежность работы батареи;

■ используется жесткое, без коммутационных и защитных аппаратов, подключение аккумуля-

ляторной батареи к сборкам выносных блоков плавких предохранителей или к вводным сборкам ЩПТ, что практически исключает работу подзарядных агрегатов на нагрузку без аккумуляторной батареи;

■ для защиты от коротких замыканий в цепи, соединяющей аккумуляторную батарею с ЩПТ, в середину батареи включаются плавкие предохранители или используются выносные блоки предохранителей;

■ емкость аккумуляторных батарей увеличивается с целью обеспечения приемлемых отклонений напряжения в СОПТ при аварийных разрядах без применения специальных средств регулирования напряжения, с целью сохранения питания ответственных электроприемников в течении 2 – 6 часов, необходимых для приезда аварийной бригады, с целью уменьшения глубины провалов напряжения при коротких замыканиях;

■ вместо разрушительно действующих на батарею неравномерных зарядов, для обслуживания отстающих элементов батареи используются специальные зарядно-разрядные устройства стационарного или передвижного типов.

Признаки отставания:

■ не всегда обеспечиваются технические условия эксплуатации новых батарей по стабильности напряжения подзаряда, по уровню пульсаций и по микроклимату, что приводит к сокращению срока службы аккумуляторов;

■ не всегда принимается во внимание область, рекомендуемого производителями, применения аккумуляторов, на энергетических объектах применяются аккумуляторы, предназначенные для систем связи, что не позволяет эффективно использовать их емкость;

■ при выборе аккумуляторных батарей не учитывается их внутреннее сопротивление (у СК 180 мОм_А_ч, а у других от 90 до 500 и более мОм_А_ч), что может привести к отказам защитных аппаратов и к недопустимо большим провалам напряжения в СОПТ при толчках нагрузки и при коротких замыканиях;

■ компоновка батарей и прокладка токовыводов осуществляются без учета их влияния на индуктивность цепи и обусловленные ею коммутационные перенапряжения и отключающую способность защитных аппаратов;

■ в аккумуляторных помещениях размещаются негерметизированные блоки плавких предохранителей без учета возможности газовыделений из аккумуляторов.

Зарядно-подзарядные агрегаты

Признаки развития:

■ замена мотор-генераторов и неуправляемых выпрямителей управляемыми выпрямительными агрегатами;

■ замена управляемых выпрямительных агрегатов без выходных фильтров на агрегаты с индуктивно-конденсаторными фильтрами;

■ применение цифровых регуляторов напряжения;

■ применение агрегатов, обеспечивающих трехступенчатый режим заряда "IU" и поддерживающий подзаряд с отклонениями напряжения на элементах батареи от рекомендованных производителем не более чем на $\pm 1\%$.

Признаки отставания:

■ замена батарей на реконструируемых объектах не всегда сопровождается заменой устаревших зарядно-подзарядных агрегатов;

■ не обеспечивается требуемый уровень пульсаций выходного напряжения в режимах с отключенной аккумуляторной батареей;

■ завышается мощность зарядно-подзарядных агрегатов, что приводит к автоколебательным процессам в режиме минимальных нагрузок;

■ отсутствие агрегатов с двойным преобразованием рода тока на IGBT модулях, широко используемых в современных системах электропитания устройств связи;

■ использование режимов заряда с напряжением на элементах батареи 2.70 – 2.75 В;

■ отсутствие программ термокомпенсации, тестирования и десульфатации аккумуляторных батарей.

Регулирование напряжения

Признаки развития:

■ отказ от использования "хвостовых" элементов и элементных коммутаторов;

■ увеличение емкости аккумуляторов для поддержания в СОПТ напряжения в заданных пределах;

■ использование вольтодобавочных устройств;

Признаки отставания:

■ отсутствие в проектной документации характеристик разряда батареи для типовых аварийных режимов разряда;

■ выбор количества аккумуляторов в батарее осуществляется без учета режимов заряда и наличия вольтодобавочных устройств, без учета взаиморезервирования батарей.

■ не применяются конверторы для выделенных групп или отдельных электроприемников;

■ между сборками ЩПТ не используются балластные диодные вставки с шунтирующими переключателями.

Защита от сверхтоков

Признаки развития:

■ количество уровней защиты в СОПТ ограничено тремя уровнями;

■ в качестве защитных аппаратов первого и второго уровней защиты используются плавкие предохранители, обеспечивающие надежное ближнее резервирование критерии, типы защитных аппаратов, количество уровней защиты;

■ для расчета коротких замыканий использу-

ются специализированные компьютерные программы GuDCsets, GuSetsDC, соответствующие рекомендациям ГОСТ 29176-91.

Признаки отставания:

- не всегда реконструкции и модернизации СОПТ сопровождаются проверкой обеспечения чувствительности, селективности и резервирования защитных аппаратов;
- при выборе защитных аппаратов не учитывается увеличение времени отключения аппаратов на постоянном токе по сравнению с переменным;
- неправильно оценивается селективность защитных аппаратов в зоне токоограничения (при времени отключения менее 10 мс);
- отключающая способность защитных аппаратов проверяется по току за аппаратом, не учитывается постоянная времени размыкаемой цепи;
- в процессе эксплуатации, замена перегоревших плавких вставок, не всегда сопровождается заменой не перегоревших вставок в предохранителях со стороны источника и, даже, в другом полюсе сработавшего предохранителя.

Защита от перенапряжений

Признаки развития:

- в дополнение к шунтированию обмоток контакторов и соленоидов резисторами между полюсами сети и землей включаются защитные диоды (письмо ГТУ МЭиЭ СССР № 0324-6.35/1725 от 10.05.89 г.).

Признаки отставания:

- устройства защиты выбираются без учета снижения изоляции полюсов сети относительно земли;
- выбор защитных аппаратов осуществляется без учета создаваемых ими коммутационных перенапряжений;
- не используются газоразрядные устройства, варисторы и лавинные диоды.

ЩПТ и распределительная сеть

Признаки развития:

- увеличилось количество разновидностей ЩПТ (лауреатами выставки "ЛЭП-2004" стали ЩПТ российской фирмы "Стройэнергосервис" и немецкой фирмы "IMB");
- в ЩПТ используются комбинированные аппараты, объединяющие функции предохранителя, выключателя и разъединителя;
- используются высоконадежные и безопасные клеммные ряды и зажимы;
- для резервирования цепей питания используются кольцевые и трансфертные схемы;
- рассматривается целесообразность децентрализации и рассредоточения источников питания постоянного тока по территории подстанций и распределительных устройств.

Признаки отставания:

- нарушается технология электромонтажа (подготовка контактной поверхности, болты, шайбы, момент затяжки, электро и теплопроводящие пасты и пр.);
- длина отдельных кабельных линий достигает 1000 и более метров;
- распределительная сеть имеет большую емкость относительно земли;
- не используются модульные конструкции шкафов, аналогичные сериям Prisma, OKKEN и Sarel фирмы Шнейдер Электрик, хорошо зарекомендовавшим себя в электроустановках переменного тока напряжением 0,4 кВ;
- не применяются диодные развязки, позволяющие уменьшить глубину и продолжительность провалов напряжения у электроприемников;
- не применяются емкостные накопители, позволяющие существенно повысить надежность СОПТ.

Мониторинг и диагностика

Признаки развития:

- для периодического тестирования батареи, вместо контрольных разрядов, используются зарядно-подзарядные агрегаты с микропроцессорным управлением;
- для обнаружения в батарее отстающих элементов используется сравнение напряжений на половинках батареи;
- информация о положении коммутационных аппаратов и о состоянии защитных аппаратов выводится в системы центральной сигнализации;
- разработаны и применяются системы мониторинга основных режимных параметров СОПТ и регистраторы аварийных событий интегрированные в АСУ ТП (ГОСАН, ПАРМА);
- используются стационарные и переносные системы поиска "земли" (УППИК-М, Сапфир, Bender).

Признаки отставания:

- действующие правила эксплуатации предписывают регулярную проверку емкости аккумуляторных батарей методом контрольного разряда;
- нет эффективной системы оценки и прогнозирования состояния элементов батареи, подобной американской системе BIDDLE;
- нет системы контроля за состоянием разборных контактных соединений;
- системы мониторинга и регистраторы оказывают отрицательное влияние на надежность СОПТ (гальванические связи, ухудшение изоляции относительно земли);
- системы поиска земли провоцируют ложную работу микропроцессорных терминалов, конфликтуют с устройствами защиты от перенапряжений.

НОВЫЕ РЕШЕНИЯ ПО ПОСТРОЕНИЮ ВЫСОКОНАДЕЖНЫХ СИСТЕМ ПОСТОЯННОГО ТОКА (СОПТ) ДЛЯ ОБЪЕКТОВ ЭНЕРГЕТИКИ

Кунц А.К., технический директор ЗАО «Ольдам»
Левченко М.Ю., ведущий инженер ЗАО «Ольдам»

Децентрализация систем постоянного тока

В качестве кардинальной меры, для повышения надежности СОПТ предлагается выполнять рассредоточение источников питания постоянного тока на подстанциях и электростанциях по признакам толчковая/нетолчковая нагрузка. Это позволит избежать провалов напряжения на шинах управления и релейной защиты при включении высоковольтных выключателей. Уменьшатся длины кабелей на территории энергообъекта и, следовательно, в случае короткого замыкания на отходящей линии, токи короткого замыкания не снижаются за счет падения напряжения на кабеле, что значительно упростит выбор устройств защиты по критериям селективности, резервирования и чувствительности. Кроме этого, такое разделение устройств управления и релейной защиты от колец соленоидов значительно улучшит электромагнитную обстановку на шинах питания критичных нагрузок.

Как правило, потребление по шинам управления и релейной защиты невелико, что позволяет эффективно использовать герметизированные аккумуляторные моноблоки 12В в одном шкафу. Применение герметизированных аккумуляторных батарей снижает требования к вентиляции помещения и позволит поместить аккумуляторный шкаф в непосредственной близости от потребителей.

Применение противоэлементов на подстанциях

Для поддержания допустимого уровня напряжения на шинах с нетолчковыми нагрузками предлагается экономичное решение – использование противоэлементов. В качестве противоэлементов используется сборка из последовательно включенных диодов, на которых в нормальном режиме работы происходит падение напряжения. В аварийном режиме работы, при снижении напряжения на шинах цепей управления, защиты, сигнализации на 10%, противоэлементы шунтируются коммутатором, и к потребителям оказывается приложенным напряжение батареи. В качестве коммутатора предлагается использовать полупроводниковые устройства, которые имеют показатели надежности на порядок выше, чем у ранее использовавшихся контакторов.

Коммутация дополнительной части батареи на электростанциях

Для поддержания напряжения на шинах электростанций на уровне $\pm 10\%$ предлагается к ис-

пользованию схема с коммутируемой дополнительной частью аккумуляторной батареи. Надежностные характеристики такой схемы гораздо выше, чем при использовании элемента коммутатора (блок управления, двигателя щеток, зарядные и разрядные щетки, отводы от батареи). В качестве коммутирующего элемента предлагается использовать полупроводниковый коммутатор.

Принцип работы схемы заключается в следующем – при понижении напряжения на шинах до 210 В (менее, чем на 10%), автоматически подключается дополнительная часть аккумуляторной батареи (24 В) и напряжение на шинах становится равным 234 В, что также меньше, чем +10% от номинального напряжения 220 В.

Новое оборудование

Зарядно-выпрямительные устройства

Благодаря использованию транзисторов IGBT в преобразователе с широтно-импульсной модуляцией (PWM) и высокой частотой преобразования, зарядно-выпрямительные устройства (ЗВУ) имеют малый вес и габариты по сравнению с тиристорными преобразователями и обеспечивают заряд аккумуляторных батарей в соответствии с нормами EUROBAT. ЗВУ имеют возможность работы в трех основных режимах – постоянный подзаряд, ускоренный автоматический заряд и выравнивающий заряд. При этом, выполняется автоматическая температурная компенсация напряжения заряда. Стабильность выходного напряжения – менее 1%, пульсации на выходе ЗВУ – менее 0.5%.

Опционально, ЗВУ включает в себя модуль контроля изоляции батареи и модуль контроля целостности цепи батареи.

Предлагаемые ЗВУ имеют модульную структуру и позволяют производить горячую замену неисправного модуля, не обесточивая потребителей. Также, модульная структура построения позволяет производить наращивание суммарной мощности ЗВУ и построение избыточных систем для 100%-го резервирования или резервирования (N+1). При неисправности отдельного модуля, происходит его автоматическое отключение.

ЗВУ имеют встроенные средства мониторинга (контроль температуры силовой части стабилизатора, внутренний контроль напряжений и токов).

Стабилизаторы напряжения

Для выделенных групп потребителей (нетолчковые нагрузки с повышенными требованиями к качеству питающего напряжения) на подстанциях и электростанциях предлагается применять стабилизаторы (конверторы) постоянного напряжения. Стабилизаторы работают в широком диапазоне питающего напряжения (+15%), обеспечивают стабилизацию напряжения на уровне 1% (как в статическом, так и в динамическом режиме работы) и имеют низкий уровень пульсаций напряжения (менее 0.5%) во всем диапазоне нагрузок (от 0 до 100%). Благодаря использованию широтно-импульсной модуляции (ШИМ) с высокой частотой преобразования и транзисторов IGBT, стабилизаторы имеют небольшой вес и габариты.

Предлагаемые стабилизаторы имеют модульную структуру и позволяют производить горячую замену неисправного модуля, не обесточивая потребителей. Также, модульная структура построения позволяет производить наращивание суммарной мощности стабилизатора и построение избыточных систем для 100%-го резервирования или резервирования (N+1). При неисправности отдельного модуля, происходит его автоматическое отключение.

Стабилизаторы имеют встроенные средства мониторинга (контроль температуры силовой части стабилизатора, внутренний контроль напряжений и токов).

В случае короткого замыкания на отходящих линиях при питании от стабилизатора, проблема корректной работы устройств защиты может решаться двумя способами. Первый способ (для стабилизаторов с номинальным током от 100 А и выше) заключается в применении стабилизаторов с высокой перегрузочной способностью (вплоть до 15 номинальных токов в течение 1 секунды). Второй способ (для стабилизаторов с номинальным током 10-100 А) заключается в подключении после стабилизатора емкостных накопителей (конденсаторные сборки), которые способны в течение определенного промежутка времени выдать ток, достаточный для срабатывания устройства защиты в поврежденной линии.

Модули стабилизаторов имеют достаточно высокие надежные характеристики, подтвержденные системой статистической обработки отказов (среднее время наработки до отказа около 40000 часов, среднее время восстановления около 0.5 часа).

Система контролируемого разряда

На замену нагрузочным резисторам большой мощности предлагается современное решение для контролируемого разряда аккумуляторной батареи. Система контролируемого разряда позволяет производить разряд аккумуляторной батареи стабилизированным током. Принцип работы устройства – стабилизатор тока с использованием широтно-импульсной модуляции (ШИМ), высокой частоты преобразования и IGBT транзисторов. Рабочие настройки задаются с панели блока микропроцессорного управ-

ления. Номинальные значения разрядных токов – 50 или 100 А. Ток разряда задается с дискретностью 0.1 А. Система обеспечивает стабилизацию разрядного тока на уровне 2%. Максимальное время разряда - 20 часов, дискретность установки времени разряда - 5 минут. Габаритные размеры системы (Ш x Г x В) 463 x 645 x 1260, вес – около 60 кг.

Наличие в составе системы последовательно-го канала RS-232 позволяет подключать систему контролируемого разряда к персональному компьютеру или к системе мониторинга СОПТ и соответственно, автоматизировать процесс контроля состояния аккумуляторных батарей.

Щиты постоянного тока

Основные принципы построения щитов постоянного тока (ЩПТ) – надежность, эргономичность и безопасность. ЩПТ проектируются с учетом современных норм технологического проектирования и изготавливаются на базе модульных конструкций шкафов SAREL. Универсальные принципы, заложенные в конструкцию ЩПТ, позволяют в кратчайшие сроки выполнять проекты для конкретных объектов. Ориентируясь на современные требования к уровню автоматизации, система мониторинга ЩПТ предполагает контроль токов и напряжений на всех секциях, контроль состояния устройств защиты, автоматический пофидерный контроль изоляции, регистрацию параметров СОПТ в нормальном и аварийном режимах, управление от АСУ ТП и передачу данных телеметрии в АСУ ТП.

Типовые решения

Нельзя не упомянуть и про традиционные типовые решения, предлагаемые компанией и успешно работающие на ряде энергообъектов России – различные конфигурации ЗВУ НРТ производства 'Ольдам - техно' в г. Новосибирске совместно с аккумуляторными батареями производства завода 'Ольдам - промышленные аккумуляторы' и зарубежного производства концерна Hawker Energysys.

ЗВУ НРТ с 1997 года эксплуатируются на объектах Кузбассэнерго, Читаэнерго, Хабаровскэнерго, Омскэнерго, Красноярскэнерго, Норильскэнерго, Таймырэнерго, Тюменьэнерго, МЭС Сибири, МЭС Востока, МЭС Центра и зарекомендовали себя как надежное и качественное оборудование. К настоящему времени установлено и эксплуатируется более 500 таких систем. Принцип действия устройства – управляемое диодно-тиристорное преобразование переменного напряжения в постоянное. Зарядные устройства могут иметь конфигурацию как для батареи с «хвостовой» частью, так и без нее. Кроме этого, возможна установка противозащитных элементов для понижения питающего напряжения нетолчковых нагрузок.

Конфигурация зарядного устройства, предназначенная для классических свинцово-кислотных батарей, позволяет переключаться между двумя режимами заряда: режимом ускоренного заряда и режимом постоянного подзаряда. Ре-

жимы заряда переключаются автоматически в зависимости от времени отсутствия напряжения питающей сети. Переход на режим ускоренного заряда может также осуществляться вручную. Возможные опции для конфигурации системы: автоматический 2-х уровневый заряд для всех типов батарей, одноуровневый заряд для батарей с рекомбинацией газа, ручной выравнивающий заряд для обслуживаемых батарей,

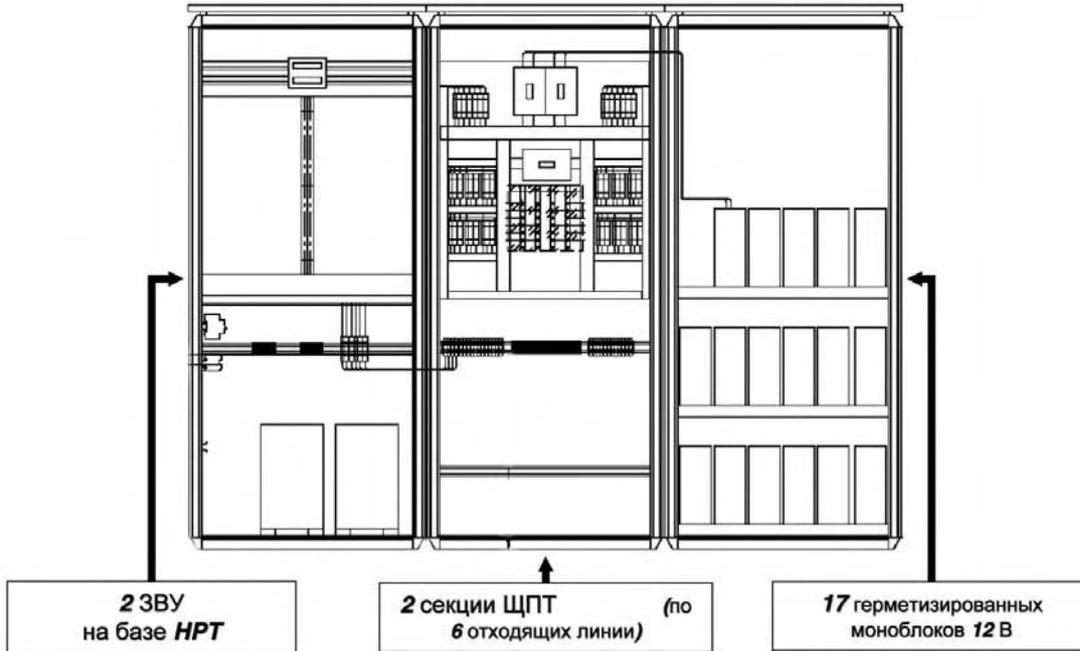
корректировка напряжения подзаряда в зависимости от температуры, контроль изоляции. ЗВУ НРТ работают в широком диапазоне питающего напряжения ($\pm 15\%$), обеспечивают стабилизацию напряжения на уровне 1% (как в статическом, так и в динамическом режиме работы) и имеют относительно низкий уровень пульсаций напряжения (менее 2.5%) во всем диапазоне нагрузок (от 0 до 100%).

1. Новые решения

1.1. Децентрализация СОПТ



РЩПТ 220 В (базовая конфигурация)
габаритные размеры (Ш x Г x В) 2415 x 616 x 1835 мм



Компактная система в одном шкафу



Тип корпуса:

	Напольный			Навесной			
	Ш, мм	Г, мм	В, мм	Ш, мм	Г, мм	В, мм	
CS-1	400	250	1200	CW-1	400	250	600
CS-2	600	300	1600	CW-2	600	300	800

батареяный шкаф

1. Новые решения

1.2. Коммутация дополнительной части батареи на электростанциях

Традиционная схема с элементным коммутатором

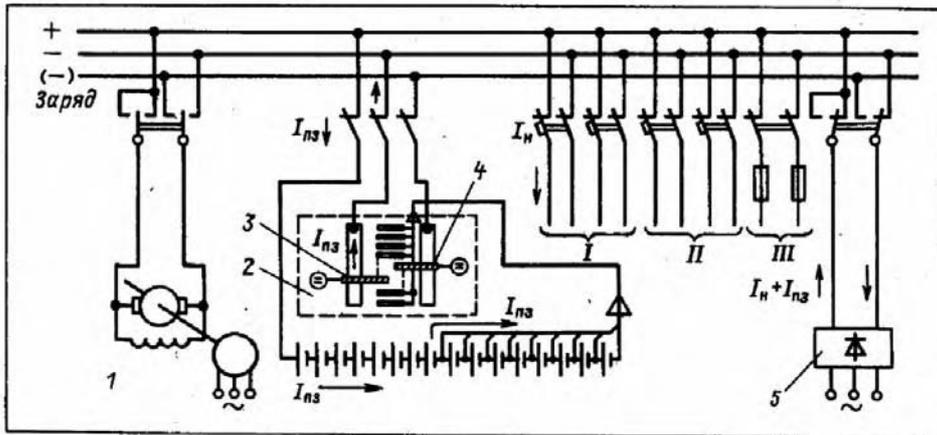


Рисунок 1.

Схема аккумуляторной установки с элементным коммутатором:

I – цепи управления; II – аварийное освещение; III – силовые цепи (электромагниты включения); I_n – ток нагрузки; I_{nz} – ток подзаряда

Предлагаемое решение

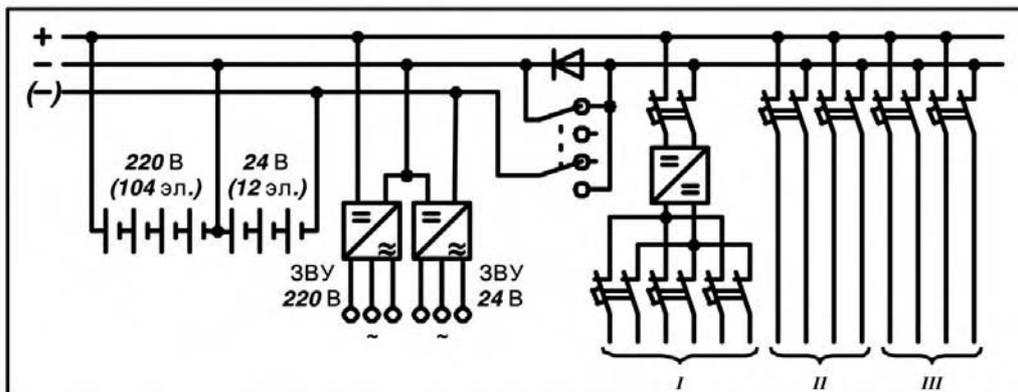
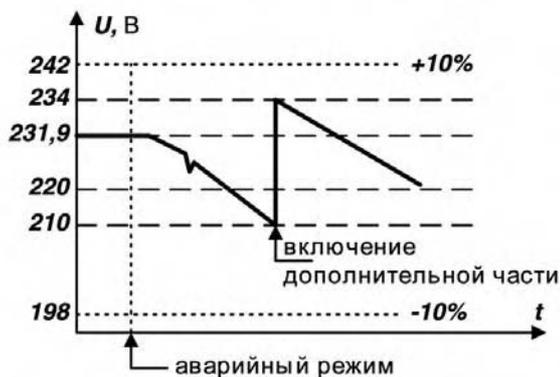


Схема аккумуляторной установки с коммутируемой дополнительной частью
I - цепи управления, II - аварийное освещение, III - силовые цепи

- отказ от использования элементного коммутатора;
- напряжение питания на шинах не выходит за диапазон $220V \pm 10\%$.



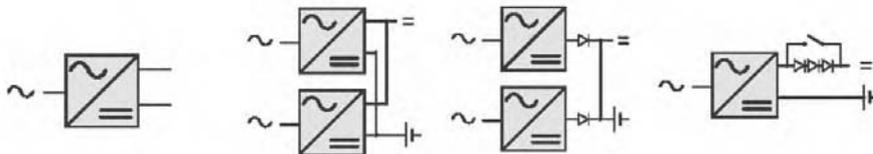
2. Новое оборудование

2.1. Зарядно-выпрямительные устройства ПСП-В МС



- современная схемотехника (*IGBT* транзисторы и ШИМ);
- высокая частота преобразования;
- параметры заряда соответствуют нормам *EUROBAT*;
- крайне низкие пульсации тока и выходного напряжения;
- небольшие габариты и масса;
- бесшумная работа;
- микропроцессорный контроль работы преобразователя и состояния батареи;
- жидкокристаллический индикатор;
- режимы работы: "Постоянный подзаряд", "Автоматический заряд", "Ручной заряд";
- сигнализация при помощи контактов реле: "Глубокий разряд батареи", "Батарея отключена", "Авария питания", "Несоответствующая температура батареи", "Несоответствующее напряжение батареи";
- защита от перегрева;
- защита от короткого замыкания;
- гальваническая изоляция от питающей сети;
- температурную компенсация напряжения батареи;
- ограничение тока во время заряда батареи;
- низкий уровень высокочастотных помех;
- стабильность выходного напряжения $<1\%$;
- пульсации $<0.5\%$.

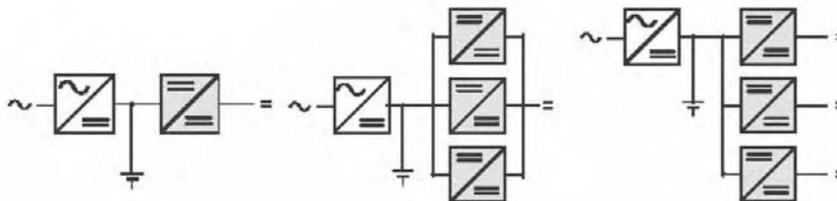
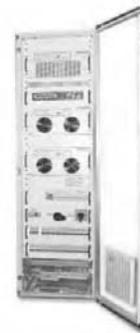
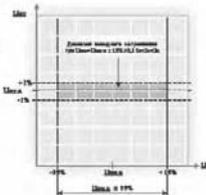
- ВЧ преобразователь (ШИМ)
- Выходное напряжение: **220/110/60/48/24 В**
- Выходной ток: **10...800А**
- Стабилизация выходного напряжения и тока в пределах **1%**
- Гальваническая изоляция
- Программирование **10** параметров заряда батареи и **7** уровней сигнализации ее состояния



2. Новое оборудование

2.2. Стабилизаторы и конверторы напряжения ПСП-К МС

- ВЧ преобразователь (ШИМ)
- Напряжения **220/110/60/48/24/12 В**
- Выходной ток **10...800 А**
- Гальваническая изоляция – разделение систем постоянного тока
- Стабилизация выходного тока и напряжения пределах **1%**



2. Новое оборудование

2.3. Система контролируемого разряда



- Номинальное напряжение батареи **220/110/60/48/24 В**
- Номинальный разрядный ток **30/50/100 А**
- Диапазон разрядного тока **5 А – I_{ном}**
- Дискретность установки разрядного тока **0,1 А**
- Коэффициент стабилизации разрядного тока **<2%**
- Уровень пульсаций разрядного тока **<0.5%**
- Время разряда батареи **0 – 20 часов**
- Дискретность установки времени разряда **5 минут**
- Интерфейс **RS232/RS485**
- Габаритные размеры (ШхГхВ) **463х645х1260 мм**
- Вес **60 кг**

2. Новое оборудование

2.4. Щиты постоянного тока



Надежность

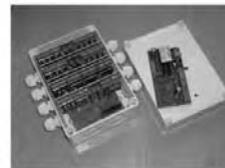
- отказ от использования элементного коммутатора;
- отказ от использования дополнительной части АБ;
- секционирование шин ЩПТ;
- резервирование **100%** или **(N+1)**;
- применение надежных компонентов системы (электронные блоки и защиты);

Безопасность

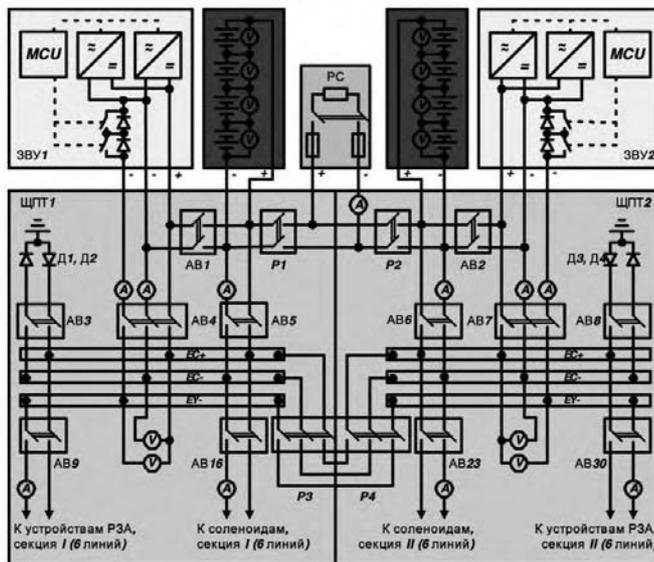
- закрытое исполнение коммутационных элементов;
- наличие ремонтных рубильников между шкафами;
- трехступенчатый уровень селективной защиты;

Автоматизация, мониторинг

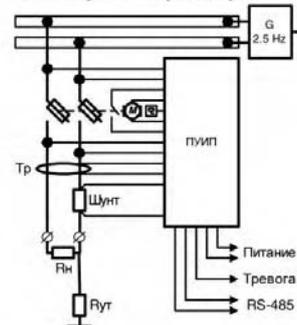
- контроль токов и напряжений на шинах ЩПТ;
- автоматический пофидерный контроль изоляции;
- регистрация параметров в нормальном и аварийном режимах работы;
- управление от АСУ ТП;
- передача данных телеметрии в АСУ ТП;
- оперативный пульт контроля;
- контролируемый разряд АКБ;
- поэлементный контроль АКБ.



Пример ЩПТ для ПС 330 кВ



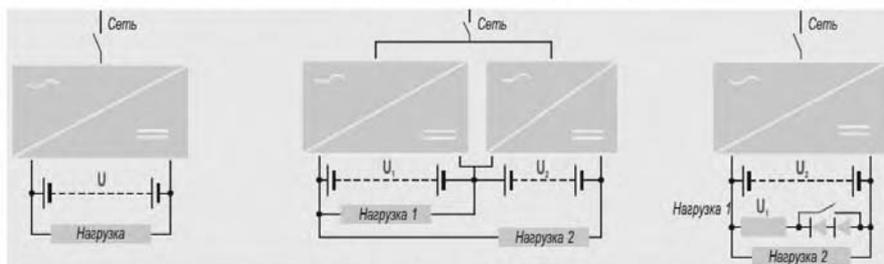
Контроль фидера



3. Типовые решения

НРТ 220 В – 40, 60, 100, 160 А

С 1997 года установлено более **500** систем



НРТ 40.220 XE
НРТ 60.220 XE
НРТ 100.220 XE
НРТ 160.220 XE

Устройство для заряда аккумуляторных батарей и питания нагрузки

НРТ 40.220 XE + HP 18.48 XE
НРТ 60.220 XE + HP 18.48 XE
НРТ 100.220 XE + HP 40.48 XE
НРТ 160.220 XE + HP 40.48 XE

Система с двойным номинальным напряжением для питания нагрузки, а также заряда основной и хвостовой батареи

НРТ 40.220 XE + SID
НРТ 60.220 XE + SID
НРТ 100.220 XE + SID
НРТ 160.220 XE + SID

Система с компенсирующими диодами для питания нагрузки, чувствительной к повышенному напряжению

3. Типовые решения

ЗВУ серии «НРТ»

С 1997 года установлено более **500** систем

Базовая конфигурация включает:

- Программируемый контроллер **S 900**,
- Автоматический заряд ,
- Защиту от КЗ,
- Защиту от перенапряжения,
- Защиту от недопустимых перегрузок,
- Защиту от пониженного напряжения питающей сети,
- Блокировку включения выравнивающего заряда при отключенной вентиляции помещения АБ.

Опции:

- Термокомпенсация заряда аккумуляторной батареи,
- Параллельная работа,
- Компенсирующие диоды,
- Контроль изоляции,
- Мониторинг.



Зарядно-выпрямительные устройства для подстанций

Емкость АБ, Ач	Число элементов			
	52-60	100-105	106-110	116-130
До 450	НРТ 60.110.XE (+SID 12V)	НРТ 60.220.XE	НРТ 60.220.XE +SID12V	НРТ 60.220.XE + HP 18.48.XE
450-800	НРТ 100.110.XE (+SID 12V)	НРТ 100.220.XE	НРТ 100.220.XE +SID12V	НРТ 100.220.XE + HP 40.48.XE

Зарядно-выпрямительные устройства для электрических станций

Емкость АБ, Ач	Число элементов	
	100-105	116-130
500-800	НРТ 100.220.XE	НРТ100.220.XE+ HP 40.48.XE
800-1500	НРТ 160.220.XE	НРТ 160.220.XE+ HP 40.48.XE

3. Типовые решения ПС Радуга' 500 кВ



ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА НА ОБЪЕКТАХ ОАО «ЧИТАЭНЕРГО»

Начальник ЭТС ОАО «Читаэнерго»: А.А. Логинов.

Введение.

Внедрение на энергетических объектах ОАО «Читаэнерго» высокотехнологичных устройств релейной защиты и автоматики на микропроцессорной базе, повышение требований к надёжности работы схем распределения оперативного постоянного тока в связи с ужесточением требований к резервированию устройств релейной защиты и автоматики при отказах в срабатывании, привело к тому, что вопросам повышения требований к надёжности схем построения оперативного постоянного тока на подстанциях и электростанциях Общества в последние годы уделяется особое внимание.

Учитывая вышеуказанные обстоятельства, системы постоянного тока в настоящее время должны отвечать следующим двум основным требованиям: 1) обеспечение нормативного уровня напряжения в нормальных и аварийных режимах, 2) качество напряжения для электроприёмников постоянного тока должно соответствовать заданным параметрам этих устройств.

Опыт эксплуатации оборудования постоянного тока на объектах ОАО «Читаэнерго».

1.1. Краткая характеристика систем постоянного тока на объектах ОАО «Читаэнерго».

Всего на объектах ОАО «Читаэнерго» в эксплуатации находится 74 системы питания оперативного постоянного тока. Удельная доля применения на ПС 110-220 кВ оперативного постоянного тока по сравнению с выпрямленным оперативным током составляет 62 %, или 46 систем. Основными источниками постоянного тока ПС и электростанций являются схемы с применением подзарядных агрегатов (ВАЗП) и аккумуляторных батарей с количеством элементов равным 106, 120, 128. Элементные коммутаторы для регулирования количества элементов находятся в эксплуатации только на электростанциях.

1.2. Опыт эксплуатации систем постоянного тока с использованием в качестве источника аккумуляторных батарей.

Из 46 систем постоянного тока с использованием в качестве источника аккумуляторных батарей на объектах ОАО «Читаэнерго», доля систем с аккумуляторными батареями типа СК (производство г. Курск, Россия) составляет 32 единицы, или 70 %. Основными недостатками в эксплуатации батарей данного типа являются:

– высокие затраты на обслуживание, а именно: частая доливка воды в элементы (производится не реже 1 раза в месяц, а то и чаще), необходимость периодической промывки стёкол, корпусов элементов, откачка шлама и постоянный надзор за работой. По приблизительному расчёту затраты на эксплуатацию за весь период работы батареи превышают их первоначальную стоимость.

– хотя данные батареи в отличии от батарей закрытого типа, ремонтнопригодны, тем не менее проведение ремонта требуют высокой квалификации персонала и соблюдение особых условий правил техники безопасности для производства работ и предупреждения нанесения вреда здоровью ремонтного персонала. Эксплуатация батарей данного типа осложнена ещё и тем, что как правило, аккумуляторные батареи уже отработали свой нормативный срок службы.

Что касается батарей типа СН, производства Югославии, то на сегодняшний момент времени, данные батареи изготовления 1986 – 1990 гг, имеют высокую тенденцию к выходу из строя. Основными предпосылками являются – выпадение активной массы из положительных пластин, расслоение токоотводов, как следствие этого возникновение коротких замыканий между пластинами, что влечёт в свою очередь, к выходу из строя элементов. Поэтому, данный тип батареи подлежит первоочередной замене (для примера в ОАО «Читаэнерго» запланирована замена на 2005 год последней, находящейся в эксплуатации, батареи типа СН). Анализ работы батарей типов СН, даже не отработавших регламентированный срок службы, установленный нормативно – технической документацией в 10 лет, приводит к выводу, что основными двумя причинами выхода из строя данных батарей являются: 1) превышение стабилизации напряжения выпрямленного тока отечественными выпрямительно-зарядными агрегатами более 1%, 2) низкое качество изготовления аккумуляторов – отсутствие лабиринтного уплотнения в местах выводов элементов и низкое качество изготовления токоотводов от пластин. Причём, первая причина является определяющей, и надо иметь ввиду, что при замене аккумуляторных батарей на любой тип, в случае, когда оставляются в работе зарядно-подзарядные агрегаты со стабилизацией выпрямленного напряжения более 1%, срок службы батареи автоматически уменьшается максимально на 25%. Примером тому может послу-

жить работа батареи типа SPL 12, производства фирмы ТЮДОР на ПС Кличка ОАО «Читаэнерго», на сегодняшний день на ней наблюдается начало развития таких же дефектов, как и на батареях типа СН.

Естественно, что произвести полную одномоментную замену всех батарей, отработавших свой нормативный срок службы невозможно, поэтому с точки зрения дальнейшей безаварийной эксплуатации батарей, необходимо выполнить следующие мероприятия: 1) произвести установку подзарядных агрегатов для дополнительных элементов, 2) установить выравнивающее сопротивление на щите постоянного тока между сотым и сто восьмым элементом, 3) выполнение планово- предупредительных ремонтов, регламентированных инструкциями по эксплуатации батарей.

1.3. Опыт эксплуатации систем постоянно-го тока производства фирмы «ОЛЬДАМ».

Приоритетным направлением в вопросах повышения надёжности систем питания постоянным током является установка оборудования, соответствующего мировым стандартам. В табл. № 1 приведён перечень объектов ОАО «Читаэнерго», на которых установлено оборудование электропитания производства Европейских фирм.

Как видно из таблицы, в подавляющем большинстве замена аккумуляторных батарей и зарядных агрегатов осуществляется на батареи производства группы компаний «ОЛЬДАМ». За время работы, компания зарекомендовала себя только с хорошей стороны, её отличает высокая исполнительская дисциплина в части исполнения договорных отношений, наличие высококвалифицированных специалистов и менеджеров. Кроме того, на сегодняшний день, только этой компанией предоставляются услуги по шеф- монтажу оборудования. За всё время эксплуатации наре-

каний к оборудованию, производства фирмы «ОЛЬДАМ» не было.

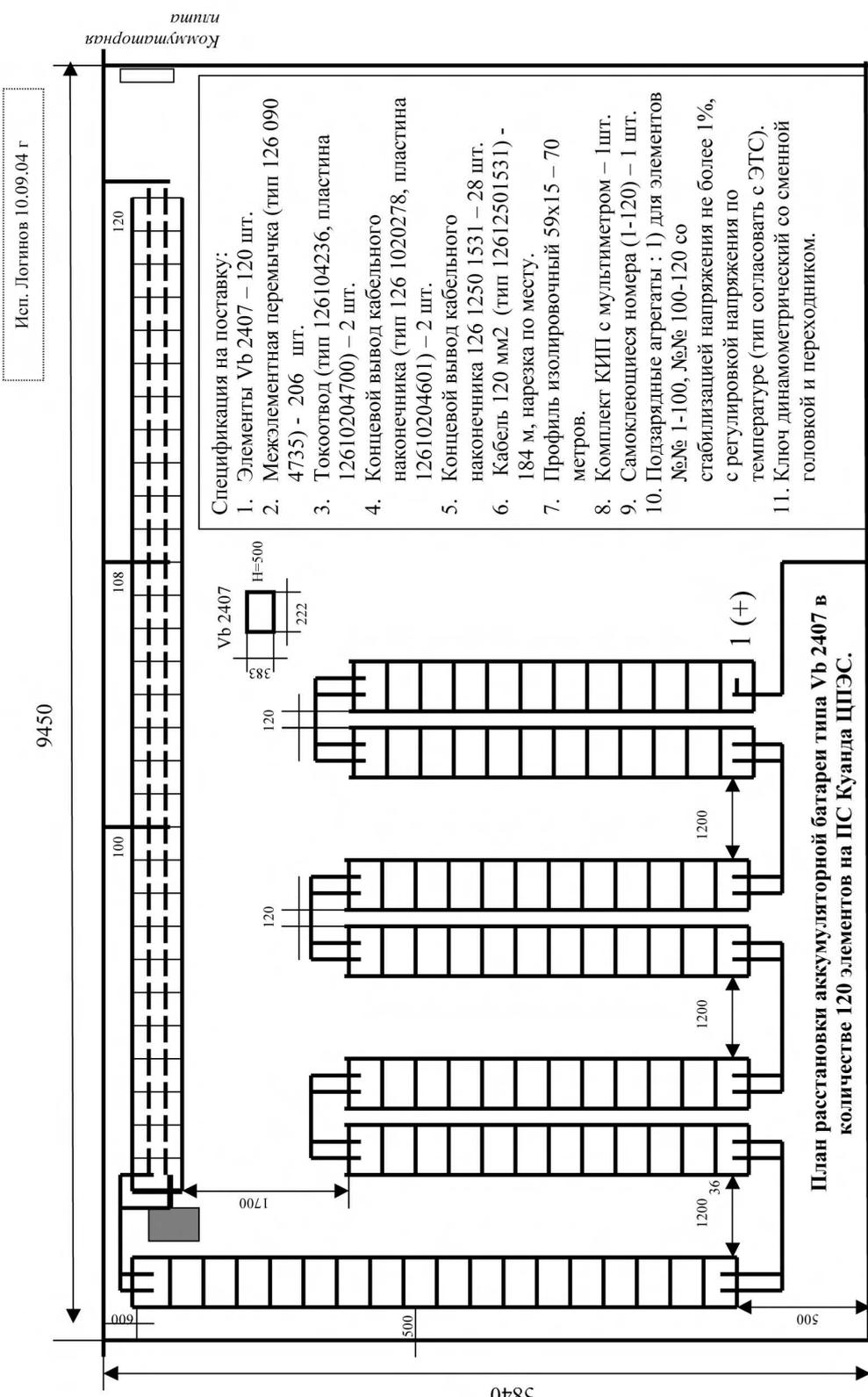
Если говорить о приоритете выбора, то как видно из таблицы, он явно прослеживается – в основном приобретаются батареи типа ВАРТА-БЛОК в комплекте с зарядными агрегатами типа НРТ. Выбор батареи типа ВАРТА обусловлен её высокими разрядными характеристиками в режиме разрядного тока от 0 до 30 сек, что немаловажно для обеспечения мощных толчков нагрузок коммутационных аппаратов. Кроме того, батарея типа ВАРТА-БЛОК обладает высоким сроком службы и большим ресурсом циклов типа «заряд – разряд» по сравнению с аналогичными типами батарей. Следует, отметить, что выбор батареи с высокими разрядными характеристиками в режимах от 0-30 сек ещё долгое время будет определяющим, т.к. в эксплуатации находится большое количество баковых выключателей типа У и МКП. Установка зарядно- подзарядных агрегатов типа НРТ полностью снимают проблемы в обеспечении бесперебойного питания оборудования постоянным током. Замена аккумуляторных батарей в ОАО «Читаэнерго» проводится в комплексе с установкой на сейсмостойкие стеллажи в соответствии с рекомендациями по установке аккумуляторных батарей в условиях сейсмике, разработанных Сиб-энергосетьпроектом в 1989 г. Для примера, на рис. 1 представлен план расстановки элементов батареи со спецификацией на поставку.

Вывод:

В заключении хочу отметить, что вопросы построения и модернизации систем постоянного являются комплексной задачей и требуют детальной проработки для каждого конкретного случая. Только правильный выбор типа системы постоянного тока обеспечивает повышение надёжности и долговечности электроустановок.

Табл. № 1. Перечень объектов ОАО «Читаэнерго», на которых установлено оборудование электропитания производства Европейских фирм

Наименование объекта	Год установки	Кол-во эл-тов	Оборудование	Производитель
ПС Кличка, ЮВПЭС	1996	120	SPL-12	Тюдор
ТЭЦ-2, ТГК-14	1996	117	Vb 2306	ВАРТА
ПС Борзя- Восточная, ЮВПЭС	1999	103	2RG 450, НРТ 60.220.XET	ОЛЬДАМ
ПС Холбон, ВПЭС	1999	120	OP-30, НРТ 60.220.NST+18.48 NE	ОЛЬДАМ
ТЭЦ-1, ТГК -14	2000	120	Vb 2411+, НРТ 160.220. XE +HP50.48.NE	ОЛЬДАМ
ПС Дульдурга, ЮЗПЭС	2002	108	OP-12, НРТ 40.220.XE + 8.48 NE	ОЛЬДАМ
ПС Тыргетуй, ЦПЭС	2002	108	OP-12, НРТ 40.220.XE + 8.48 NE	ОЛЬДАМ
ПС Дарасун, ЦПЭС	2004	120	Vb 2306, НРТ 60.220.NST + 18.36 XE	ОЛЬДАМ
ПС Балей, ВПЭС	2003	65	Vb 2311, НРТ 70.110. XE +8.48.NE	ОЛЬДАМ
ПС Вторая, ЦПЭС	2004	120	Vb 2306, НРТ 60.220.NST + 18.36 XE	ОЛЬДАМ
ПС Мордой, ЮЗПЭС	2004	120	Vb 2305, НРТ 60.220.NST + 18.36 XE	ОЛЬДАМ
ПС Первая, ЮВПЭС	2004	120	Vb 2305, НРТ 60.220.NST + 18.36 XE	ОЛЬДАМ



- Спецификация на поставку:
1. Элементы Vb 2407 – 120 шт.
 2. Межэлементная перемычка (тип 126 090 4735) - 206 шт.
 3. Токоотвод (тип 126104236, пластина 12610204700) – 2 шт.
 4. Концевой вывод кабельного наконечника (тип 126 1020278, пластина 12610204601) – 2 шт.
 5. Концевой вывод кабельного наконечника 126 1250 1531 – 28 шт.
 6. Кабель 120 мм2 (тип 12612501531) - 184 м, нарезка по месту.
 7. Профиль изоляровочный 59x15 – 70 метров.
 8. Комплект КИП с мультиметром – 1шт.
 9. Самоклеющиеся номера (1-120) – 1 шт.
 10. Подзарядные агрегаты : 1) для элементов №№ 1-100, №№ 100-120 со стабилизацией напряжения не более 1%, с регулируемой напряжением по температуре (тип согласовать с ЭТС).
 11. Ключ динамометрический со сменной головкой и переходником.

Стеллажи - швеллер 10; L = 80 м. Расчёт кабеля: 1- п= 12500, 12-13=2000, 24-25=5000, 36-37=2000, 48-49=5000, 60-61=2000, 72-73 =5000, 89-90 = 5000 100-п=8200, 108-п=7000, 120-п=5500, ,1п,100п,108п,120п=144400. Итого: 204 м.

Нагрузка: I const = 18А (толчковая=720 А, 0,6 сек), I авар= I рза + I связи+ I осв+ I голчк. = 18+20+20+720 (0,6 сек)

ОБОРУДОВАНИЕ СИСТЕМ ПОСТОЯННОГО ТОКА ДЛЯ ЭНЕРГЕТИКИ. ПРОИЗВОДСТВО В РОССИИ

Руководитель департамента энергетики ГК «Ольдам» Шеин В.Ю.

«Ольдам – промышленные аккумуляторы»
С мая 2000 г. завод производит промышленные свинцово-кислотные аккумуляторы по технологии "Oldham Hawker".

Стационарные свинцово-кислотные аккумуляторные батареи

На предприятии налажено производство двух типов стационарных АБ:

- ОП (плоская намазная пластина, ёмкость от 73 до 735 Ач)
- ОПzS (трубчатая пластина, ёмкость от 200 до 12 000 Ач).

Тяговые батареи

Кроме стационарных АБ завод выпускает также открытые классические аккумуляторные батареи серии National (PzS) емкостью 180-560Ач для тягового электротранспорта.

Электролит

В 2000 г. начато производство серно-кислотного электролита высокой чистоты (ТУ 26/2-005-52050237-2001). Производственные возможности - 450 000 л электролита в год.

Качество электролита подтверждено сертификатом соответствия РОССТУ.ХП1.1100104, выданным органом по сертификации «Реактив» ФГУП «ИРЕА» в системе сертификации ГОСТР.

Сейсмостойкие стеллажи

Разработаны и испытаны В 2002 г. при участии Научно-исследовательского центра 26 ЦНИИ МО РФ.

На сегодня на предприятии имеется вся необходимая конструкторская документация для их производства.

В 2003 и 2004 гг. по контрактам с МО РФ продукция поставлена на объекты вооруженных сил РФ.

Импортные комплектующие

На сегодня процент импортных комплектующих производства Франции и Италии в стоимости АБ составляет 60%.

Тенденция - сократить долю импортных комплектующих до 30-40% за счет организации собственного производства пластины и комплектующих из пластмассы.

Система качества

Система качества предприятия соответствует требованиям стандарта ГОСТ Р ИСО

9001:2001, ISO 9001:2001 / DIN EN 9001:2001, DAR / TGA.

Продукция предприятия сертифицирована Госстандартом, министерством РФ по связи и информатизации, получены заключения РАО "ЕЭС России" и МПС РФ.

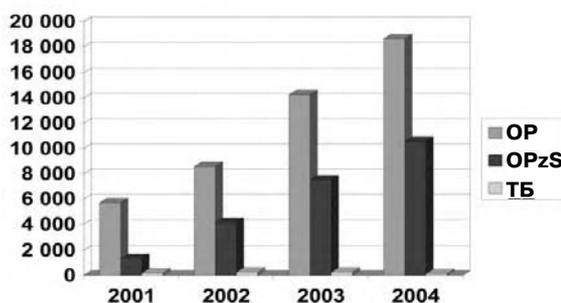
Сертификаты «Ольдам - промышленные аккумуляторы»

- Сертификаты органа по сертификации систем качества «ЦЕНТРОСЕРТ»:
- Сертификат Госстандарта России
- Сертификат Немецкого совета по аккредитации (DAR/TGA)
- Сертификат Системы Добровольной Сертификации Продукции и Систем Качества предприятий оборонных отраслей промышленности (Оборонсертифика)
- Заключение органа по сертификации систем качества «СОЮЗСЕРТ» Системы сертификации «ВОЕННЫЙ РЕГИСТР»

Объём производства

	2001	2002	2003	2004
ОП	5 683	8 594	14 248	18 658
ОПzS	1 322	4 146	7 796	10 541
ТБ	174	216	244	104

Выпуск продукции в 2001-2004 гг.



Динамика производства электролита

	Всего (л)	Реализовано с АКБ	Реализовано отдельно
2002	184 250	123 674	60 576
2003	297 000	172 420	124 580
2004	337 250	195 807	141 443

Сроки изготовления заказов в 2004 г.

1 квартал	7
2 квартал	19
3 квартал	8
4 квартал	8
Итого в 2004 г.	10,5 раб. дней

Производство преобразовательной техники «Ольдам» в России. Возможности и перспективы



Технология АЕЕС в России

«Ольдам-Техно»
г. Новосибирск, сентябрь 2003 г



Энергетики довольны

открытию нового производства

Миря Анис

В Новосибирске состоялось открытие нового производства АО «Новосибирскэнерго» по производству преобразовательной техники «Ольдам». В церемонии приняли участие представители администрации Новосибирской области, мэрии Новосибирска, областного управления энергетического хозяйства, а также руководители предприятия.

Новосибирские энергетики очень нуждаются в продукции этой компании, и в надежде, что производство все же будет налажено здесь. Это безусловно перспективное направление, которое вызовет огромный интерес специалистов. Уверен, что открытие этого предприятия — крайне необходимое для Новосибирска дело.

Владимир Соловьев, председатель совета директоров АО «Новосибирскэнерго»:

«Новосибирским энергетикам очень нужна продукция этой компании, и в надежде, что производство все же будет налажено здесь. Это безусловно перспективное направление, которое вызовет огромный интерес специалистов. Уверен, что открытие этого предприятия — крайне необходимое для Новосибирска дело.»

Борис Кизилбург, технический директор АО «Алтайэнерго»:

«Открытие производства — событие мирового уровня. Еще с



Валентин Шаталов, заместитель главы администрации Новосибирской области, директор департамента энергетик и ЖКХ:

«Появление в Новосибирске любого предприятия — это само по себе значимое событие. Это даст новый импульс новосибирской экономике, новые рабочие места, новую продукцию на рынке. А особенно радует, что эта продукция отработана и проверена целым рядом серьезных мировых компаний. Областная администрация сделает все, чтобы поддержать новое предприятие.»

Франсуа Дюшато, генеральный директор компании АЕЕС:

«Целый ряд крупных заказчи-

начи 90-х годов энергетики начали испытывать кризис: производство практически не было, качество отгружаемого оборудования не устраивало. В 1996 году нашей партнерской страной стала «Ольдам», несмотря на достаточно высокие цены — в первую очередь нас интересовало качество продукции. С тех пор мы не находим ни одной претензии к компании и ее продукции. Только добавить на французском было бы: «И вот производственное предприятие открыто в Новосибирске — теперь мы получим самый полный комплекс услуг и качества.»

Пьер Ланс, технический директор компании Навейт Енержи:

«Я очень высоко оцениваю качество продукции компании «Ольдам» и считаю, что открытие



прямая речь

«Дело в том, что наши компании находятся именно в Сибири, и открытие этого проекта мы воспримем довольно серьезно: земля, деньги ее богаты. Производство оборудовано самой современной техникой и, с моей точки зрения, является одним из на-

более показательных в своей отрасли.

Производство зарядных устройств в России

Производство в России-это:

- Сертифицированные специалисты
- Передовая технология
- Постоянный контроль качества
- Производственные мощности позволяющие производить до 400 устройств в год
- Инструменты ведущих мировых производителей



Состав ЗВУ

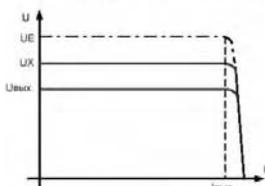
ЗВУ серии «НРТ» («НРТ+НР») снабжен:

- Защитой от КЗ на стороне постоянного тока;
- Защитой от КЗ на стороне переменного тока;
- Защитой от перенапряжения;
- Защитой от недопустимых перегрузок;
- Устройством индикации;
- Защитой от пониженного напряжения питающей сети;
- Блоком контроля изоляции;
- Блокировкой включения выравнивающего заряда при отключенной вентиляции помещения АБ.

Базовая конфигурация

Базовая конфигурация включает:

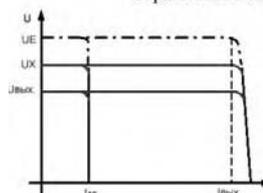
- Программируемый контроллер S 900 с цифровой индикацией параметров устройства (U, I, режим работы, аварийные сообщения),
- Функцию ускоренного заряда батарей (X),
- Ручной выравнивающий заряд (E),



UE - Напряжение выравнивающего заряда
 Автоматические режимы:
 UX - Напряжение ускоренного заряда
 U_{вых} - Напряжение на выходе ЗУ
 I_{вых} - Номинальный ток на выходе ЗУ

Опции устройств

- Термокомпенсация заряда аккумуляторной батареи
- Параллельной работы ЗВУ
- Компенсирующие диоды на нагрузке
- Контроль изоляции
- Система удаленного мониторинга
- Ограничение тока заряда аккумуляторной батареи

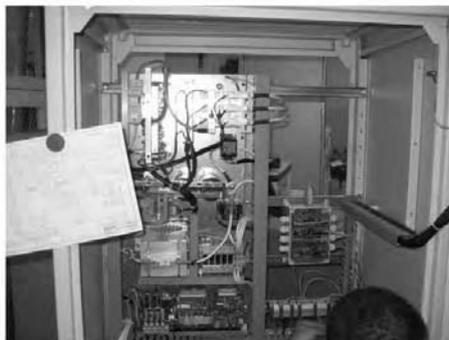


UE - Напряжение выравнивающего заряда
 Автоматические режимы:
 UX - Напряжение ускоренного заряда
 U_{вых} - Напряжение на выходе ЗУ
 I_{вых} - Номинальный ток на выходе ЗУ
 I_{аб} - Ограничение тока батареи (опция S)

Система мониторинга

Система мониторинга позволяет отслеживать в реальном времени:

- Действующие значения входных линейных напряжений 3-х фазной сети;
- Действующие значения входных токов 3-х фазной сети;
- Полную и активную мощность устройства, как потребителя 3-х фазной сети;
- Осциллограммы входного напряжения или тока по запросу оператора;
- Выходное напряжение;
- Выходной ток выпрямителя;
- Ток батареи (при наличии датчика тока батареи);
- Выходную мощность;
- Коэффициент мощности (cosφ);
- К.П.Д.
- Температуру радиатора выпрямителя;
- Температуру в помещении.
- Интерфейс связи: RS232, RS485



Сертификаты



Преимущества Российской сборки

- Высокое качество изделий. Высокий уровень технологий от компании AEEES;
- Малое время изготовления заказа, 2-4 недели;
- Документация на русском языке;
- Базовая комплектация включает: контроллер S900, двухуровневый заряд X, ручной выравнивающий заряд E;
- Конфигурации адаптированы к решениям в Энергетике, ЖД, Промышленности и НГК России.
- Оптимизация модельного ряда и как следствие снижение стоимости;
- Техническая поддержка от производителя;
- Возможность согласования нюансов напрямую с заказчиком;
- При изготовлении каждого ЗУ учитываются особенности объекта.

Перспективы 2005 г.

Постановка на производство:

- Щиты постоянного тока на токи до 600 А;
- Устройства автоматического ввода резерва на токи 40, 63, 100, 160, 200, 300, 400 А;
- Распределительные щиты переменного тока;

Разработки:

- ЗВУ модульного типа на 110, 220 В с мощностью модуля 3 кВт по ШИМ технологии



Завод "Ольдам-Техно": новое производство зарядно-выпрямительных устройств на 220 В

КОЛЕСНИКОВ В. А., генеральный директор; КИРСАНОВ Б. Г., руководитель технического отдела;
КУНЦ А. К., ведущий менеджер по оборудованию, ООО "Ольдам-техно" (Новосибирск)

Технические системы предприятий электроэнергетики должны базироваться на преимущественном использовании новых прогрессивных технологий, дающих ощутимый технико-экономический эффект.

Надежность и высокая экономичность функционирования предприятий электроэнергетики определяется совокупностью свойств и качеств отдельных элементов. Одной из наиболее важных и ответственных систем на большей части объектов энергетики является система оперативного постоянного тока напряжением 220 В, которая обеспечивает питание оперативных цепей реле защит, автоматики, электромагнитов отключения и включения коммутационных аппаратов, цепей сигнализации.

В качестве основного элемента в системах постоянного оперативного тока используются стационарные свинцово-кислотные аккумуляторные батареи (АБ). Для обеспечения постоянной 100% готовности АБ питать нагрузку ее необходимо постоянно подзаряжать, применяя для этой цели зарядно-подзарядные устройства с соответствующими ЗПК параметрами и функциональными характеристиками.

До настоящего времени в качестве ЗВУ, используемых для заряда АБ, продолжают применяться мотор-генераторы и редко управляемые выпрямители. Мотор-генераторы для заряда аккумуляторных батарей состоят из трехфазных синхронных электродвигателей и генераторов постоянного тока с регулированием напряжения шунтовым реостатом.

Наиболее широкое распространение в системах постоянного оперативного тока на объектах энергетики получили выпрямительные устройства преобразования переменного напряжения в постоянное на основе применения в них управляемых полупроводниковых приборов (тиристоров).

Группа инженерно-промышленных компаний "Ольдам" в течение 10 лет проектирует, производит, поставляет и внедряет на предприятиях энергетики и в других отраслях промышленности системы постоянного оперативного тока. Решения по реализации систем на предприятиях энергетики, предлагаемые группой компаний "Ольдам", базируются

как на поставке оборудования ведущих мировых производителей, так и на использовании оборудования, изготовленного по самым современным мировым технологиям в России на предприятиях группы компаний "Ольдам".

Стратегический план развития производственных предприятий-изготовителей, принятый в группе компаний "Ольдам" в 1998 г., получил свою реализацию открытием завода сборочного производства "Ольдам — промышленные аккумуляторы" в Великом Новгороде. С 2000 г. этот завод производит сборку свинцово-кислотных аккумуляторов по технологии "Hawker" на базе

основных комплектующих, получаемых из Франции. В 2002 г. заводом "Ольдам — промышленные аккумуляторы" получен признанный во всем мире сертификат качества согласно стандарту ISO 9002. Технические условия на аккумуляторы согласованы Департаментом научно-технической политики и развития РАО "ЕЭС России".

Следующим этапом реализации стратегического плана стало открытие в г. Новосибирске в сентябре 2003 года завода "Ольдам-техно", на котором производится сборка зарядно-выпрямительных устройств серии "НРТ" (рис. 1) по технологии концерна A.E.E.S., Франция. Открытие завода в г. Новосибирске позволяет говорить о поставке части оборудования российского производства, разработанного фирмой "Ольдам", для систем оперативного постоянного тока объектов энергетики.

Продукция "Ольдам-техно": зарядно-выпрямительные устройства (ЗВУ) на напряжение 220 В серии "НРТ"

Принцип действия зарядно-выпрямительных устройств серии НРТ, производимых заводом "Ольдам-техно", основан на преобразовании переменного напряжения в постоянное трехфазным управляемым диодно-тиристорным преобразователем. Функциональная схема ЗВУ показана на рис. 2.

Микропроцессорная система управления ЗВУ позволяет реализовать принцип регулирования выходного напряжения и тока по характеристике, показанной на рис. 3.

Общий ток на выходе ЗВУ ($I_{\text{вых}}$) ограничивается с помощью электронного ограничителя тока по максимальной величине равной 105% номинального значения.

В ЗВУ предусмотрена возможность проведения ручного выравнивающего (формовочного) заряда АБ (УЕ) при запуске АБ в эксплуатацию.

ЗВУ автоматически производит заряд АБ повышенным напряжением (УХ) с последующим переходом в режим постоянного подзаряда, что позволяет сократить время заряда АБ.

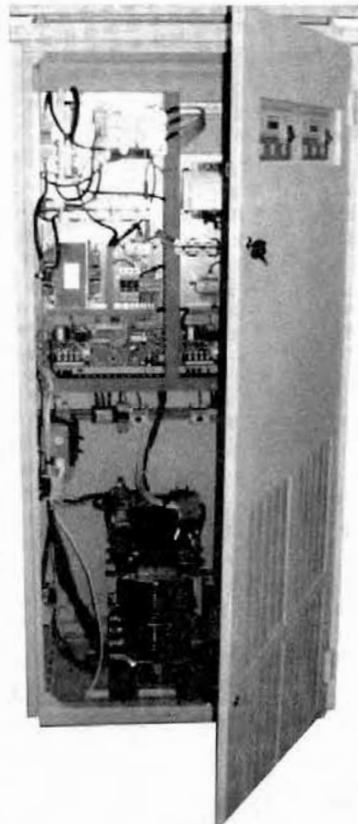


Рис. 1

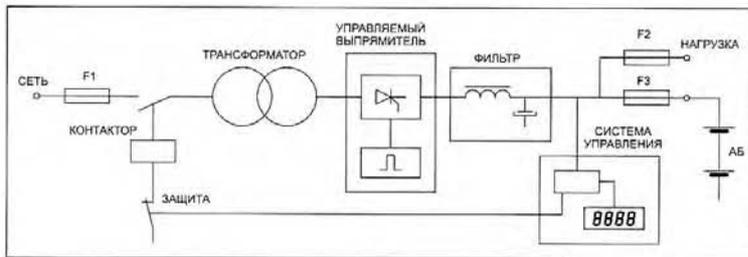


Рис. 2

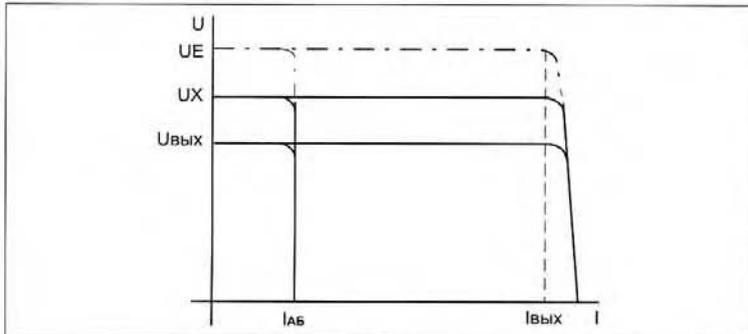


Рис. 3

$U_{\text{вых}}$ — напряжение на выходе ЗУ, U_X — напряжение автоматического ускоренного заряда АБ, U_E — напряжение ручного выравнивающего заряда АБ (опция "Е" при заказе ЗУ), $I_{\text{ном}}$ — номинальный ток на выходе ЗУ, $I_{\text{аб}}$ — максимальный ток подзаряда АБ (опция "S" при заказе ЗУ), $I_{\text{н}}$ — максимальный ток нагрузки

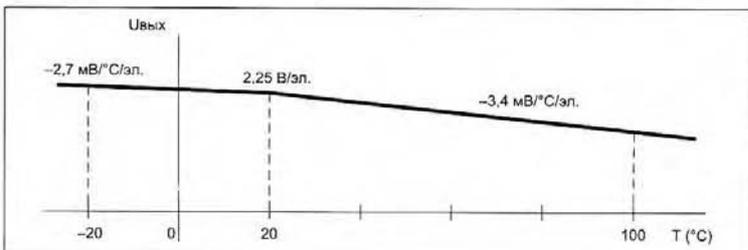


Рис. 4

Основные технические характеристики ЗВУ серии "НРТ":

Входное напряжение, В	380 ± 15%
Частота питающей сети, Гц	47 – 63
Рабочая температура, °С	от 0 до +40
Выходной ток нагрузки, А	40, 60, 100, 160
Автоматический двухуровневый заряд	опция X
Ручной выравнивающий заряд	опция E
Регулировка напряжения ускоренного заряда, %	10
Регулировка напряжения выравнивающего заряда, %	16
Стабилизация выходного напряжения, %	± 0,5
Точность регулировки выходного напряжения, %	± 0,1
Ограничение выходного тока, %	105
Вид индикации	алфавитно-цифровой дисплей
Предупредительная и аварийная сигнализация	релейные контакты
Компенсация величины выходного напряжения в зависимости от температуры окружающей среды либо компенсация падения напряжения в кабеле	опция T
Степень защиты	IP20

Срок службы АБ в значительной степени определяется в том числе и температурными условиями ее эксплуатации. Для обеспечения максимального срока службы АБ ЗВУ производится с опцией компенсации напряжения подзаряда и, как следствие, выходного напряжения в зависимости от температуры окружающей среды. График режима температурной компенсации показан на рис. 4.

ЗВУ обладают возможностью параллельной работы, что позволяет строить системы оперативного постоянного тока с параллельным резервированием. Надежность и безопасность ЗВУ обеспечивается тем, что схема защиты работает независимо от схемы управления. Встроенный микроконтроллер производит измерение рабочих параметров устройства и нагрузки, а так же обеспечивает сигнализацию состояний, что позволяет интегрировать ЗВУ в автоматизированную систему управления. Зарядные устройства могут иметь конфигурацию как для батареи с дополнительными элементами, так и без нее.

Разнообразие конфигураций ЗВУ позволяет обеспечить максимальный срок службы аккумуляторных батарей, необходимый режим питания нагрузки, оптимизировать работу системы.

Экономика проекта: преимущества российской сборки

Основная цель проекта — поставить на российский рынок источников питания современное, экономичное и высокотехнологичное оборудование по цене ниже зарубежных аналогов. Почему проект разворачивается в России? Потому что многие предприятия РАО "ЕЭС России" и ОАО "ФСК ЕЭС", такие как ОАО "Кузбассэнерго", ОАО "Уральская энергетическая управляющая компания", ОАО "Новосибирскэнерго", МЭС Центра, МЭС Востока, МЭС Сибири имеют в эксплуатации на своих электростанциях и подстанциях зарядные устройства "НРТ" производства "АЕЭС". В этом году произведена поставка источников питания "НРТ" в комплекте с аккумуляторными батареями "Hawker Oldham" на Бурейскую ГЭС, основной строящийся объект РАО "ЕЭС России".

Опираясь на многолетний опыт работы с энергосистемами России, а также наше долгосрочное сотрудничество с французскими производителями электротехнического оборудования, считаем проект выгодным, как для российской, так и для французской сторон.

Адрес завода-производителя:
630049, г. Новосибирск,
ул. 2-я Союза Молодежи 31.
Тел. (83832) 12-56-75.
Факс: (83832) 26-74-60.

РЕЗУЛЬТАТЫ РАЗРАБОТКИ И ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАРЯДНО-ВЫПРЯМИТЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ЭНЕРГЕТИКИ

С.А. Харитонов, Н.И. Бородин, НГТУ, кафедра промышленной электроники
В.А. Колесников, Б.Г. Кирсанов, ООО «Ольдам-Техно»

Высокие требования надежности электропитания электрооборудования тепловых и электрических станций заставляют использовать для резервного питания источники постоянного тока напряжением 220 вольт. В качестве таких источников применяют аккумуляторные батареи. Готовность системы резервного питания должна быть высокой, и поэтому аккумуляторы работают в режиме «горячего» резерва с постоянным подзарядом от зарядно-выпрямительного устройства (ЗВУ).

Мощность резервной системы питания определяется параметрами защитной автоматики и находится в диапазоне от десятков до сотен киловатт. Поэтому для достижения универсальности ЗВУ и снижения номенклатуры применяемых комплектующих целесообразно использовать модульный принцип построения системы, при котором повышение выходной мощности устройства достигается параллельным включением необходимого количества модулей.

Блок-схема ЗВУ в максимальной комплектации приведена на рис. 1.

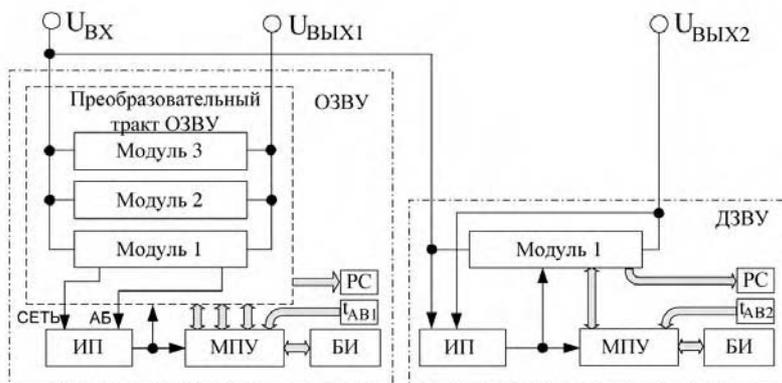


Рис. 1

Устройство состоит из основного канала ЗВУ (ОЗВУ) с номинальным выходным напряжением 220В ($U_{ВЫХ1}$) и дополнительного (ДЗВУ) с диапазоном номинального значения выходного напряжения 12 – 65В ($U_{ВЫХ2}$). Модуль 1 ДЗВУ и модули 1...3 ОЗВУ – это однотипные силовые схемы преобразования переменного напряжения $U_{ВХ}$ промышленной сети в постоянное. Разработанный ряд позволяет получать необходимую мощность ОЗВУ параллельным включением до трех модулей с номинальным

выходным током модуля от 10 до 30А (т.е. диапазон выходного тока ОЗВУ составляет 10 – 90А с шагом в 10А).

На рис.2 подробно раскрыта структура силового тракта преобразовательного модуля ОЗВУ. Трехфазное напряжение промышленной сети $U_{ВХ}$ поступает через автомат А1, предохранители FU, контактор К1, через согласующий низкочастотный трансформатор Т, неуправляемый выпрямитель В, схему предварительного заряда СП конденсатора низкочастотного LC-фильтра Ф1 на высокочастотный импульсный преобразователь ВЧ понижающего типа с широтно-импульсным регулированием ключевого элемента. Полученное напряжение поступает на нагрузку через LC-фильтр Ф2, контактор К2 и автомат А2.

Отличительной особенностью построения системы управления ЗВУ является наличие двух процессоров.

БДР – это блок датчиков, защит и ограничения параметров выходной энергии по мгновенным значениям, управления контакторами и реле сигнализации. Помимо собственно схем датчиков токов и напряжений БДР

содержит микроконтроллер MC68HC908MR32 фирмы Motorola. Его функции состоят в проверке в режиме самоконтроля схем датчиков, защит и ограничения до подачи сетевого напряжения в силовую схему и подключения ЗВУ к нагрузке, в управлении контакторным оборудованием (входным контактором К1, выходным контактором К2 и контактором шунти-

рования цепи предзаряда К3), а так же в управлении реле дистанционной сигнализации (РС). МПУ – это микропроцессорная часть системы управления, образованная DSP DSP56F801FA80 фирмы Motorola. В этой части реализованы: управление ходом комплексного самотестирования ЗВУ; система автоматического управления параметрами выходной энергии с распределением мощности между параллельно включенными модулями, температурной компенсацией выходного напряжения и компенсацией падения напряжения в выходном кабеле; работа с блоком индикации и

управления режимами работы ЗВУ (БИ). Наличие второго процессора, расположенного в БДР, позволяет реализовать независимую работу модулей ЗВУ на нагрузку в случае выхода из строя МПУ, что в значительной степени повышает надёжность электропитания.

Экспериментальные исследования точности поддержания выходных параметров в режимах стабилизации напряжения и тока при изменении сетевого напряжения и величины нагрузки и энергетические характеристики ОЗВУ, состоящего из двух параллельно работающих 30-ти амперных модулей, при работе на активную нагрузку представлены в таблицах 2 и 3 соответственно. Неравномерность распределения токов между параллельно работающими модулями составила не более 0,8 А. В таблице 1 приведены технические характеристики разработанного модельного ряда ЗВУ.

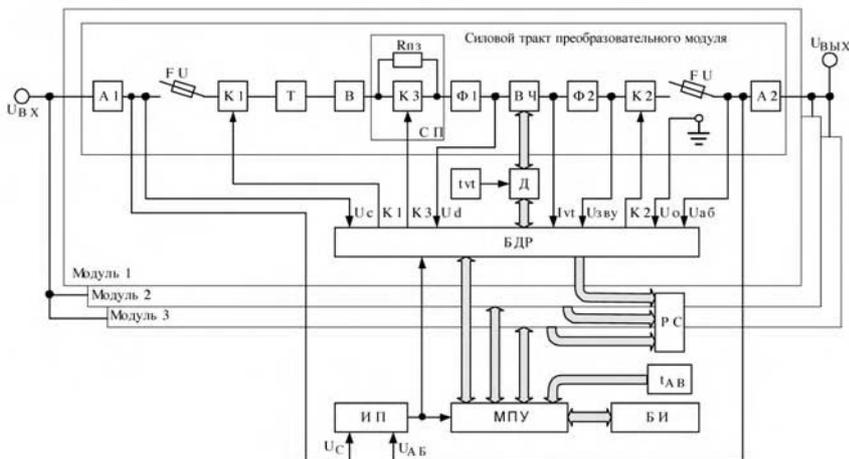


Рис.2

ЗВУ осуществляет при включении самотестирование силовой схемы и датчиков системы управления и работает в режимах: источника напряжения с ограничением величины максимального тока или источника тока с ограничением величины максимального напряжения. Уровни ограничения соответствующих величин устанавливаются с панели управления и могут изменяться в зависимости от типа используемых аккумуляторов.

На рис. 3,4 изображены осциллограммы переходного процесса, обусловленного коммутацией активной нагрузки, и иллюстрирующие переход устройства из режима стабилизации напряжения в режим стабилизации тока и обратно. Приведённые данные подтверждают высокий уровень стабильности напряжения и тока при наличии возможных возмущающих факторов, высокие энергетические показатели устройства и динамические характеристики, обусловленные аperiodическим характером переходных процессов при изменении нагрузки.

Таблица 1

Режим и характеристики	Тип ЗВУ	
	ОЗВУ	ДЗВУ
Комплексное самотестирование при включении	есть	есть
Режим источника напряжения:		
- номинальное значение выходного напряжения в режиме постоянного подзаряда, В (значение устанавливается с панели управления)	220	12 - 65
- напряжение ускоренного заряда при пропадании сети на более чем 3 мин, В (автоматический режим, уровень устанавливается с панели управления)	(0 ÷ +15)% от номинального	
- напряжение выравнивающего заряда, В (ручной режим, значение устанавливается с панели управления)	(0 ÷ +20)% от номинального	
- стабилизация напряжения не хуже	±0.5%	
- средне квадратичное значение переменных составляющих выходного напряжения при работе без батареи на активную нагрузку, не более	2.5%	
- максимальное значение выходного тока, А	90	30
- уровень ограничения выходного тока (автоматический режим, уровень устанавливается с панели управления)	1 ÷ 1.05 от номинального значения	
- уровень температурной компенсации выходного напряжения, В/°С	0 ÷ 0.6	

Режим источника тока		
- номинальное значение выходного тока, А (устанавливается с панели управления)	8 ÷ 72	24
- максимальное напряжение, В (значение устанавливается с панели управления)	310	80
- действующее значение переменных составляющих тока заряда, А, не более	3	
КПД в режимах источника напряжения и тока	не менее 90%	
Коэффициент мощности в режимах источника напряжения и тока	не менее 0.9	
Светодиодная сигнализация о режиме работы: работа от батареи, недопустимо низкое напряжение батареи, повышенное напряжение на выходе, режим постоянного подзаряда, режим ускоренного заряда, режим выравнивающего заряда, ошибка при самотестировании, работа в режиме источника тока, недопустимо низкое сопротивление изоляции, перегрев, если охлаждение принудительное		
Цифровая индикация выходных параметров ЗУ (напряжение и ток на выходе ЗУ). Класс точности приборов не хуже 1. Индикация независима для основного и вспомогательного источников		
Два реле для дистанционной сигнализации: 1 - недопустимо низкое напряжение батареи, повышенное напряжение на выходе, перегрев; 2 - работа от батареи, выравнивающий заряд		
ЗУ имеет защиту от повышенного напряжения на выходе, уровень срабатывания защиты составляет 235...260 В [14...70 В]. Защита блокируется в режимах выравнивающего заряда и источника тока. При срабатывании защиты ЗУ отключается от сети переменного тока и выдает аварийный сигнал. Защита независима для основного и вспомогательного источников.		
ЗУ производит контроль изоляции на выходных зажимах постоянно. Уровень минимально допустимого сопротивления от 20 кОм до 100 кОм с шагом 20 кОм (устанавливается с панели управления).		

Исследование работы ЗВУ на аккумуляторную батарею проводилось для АБ типа 12FTR105 при двух номинальных значений их напряжений ($U_{ак.ном}$). Необходимые уровни напряжений постоянного подзаряда АБ ($U_{п.п}$), ускоренного заряда АБ ($U_{уск.з}$), выравнивающего заряда АБ ($U_{выр.з}$) и тока заряда ($I_з$) представлены в таблице 4.



Рис. 3



Рис. 4

Таблица 2

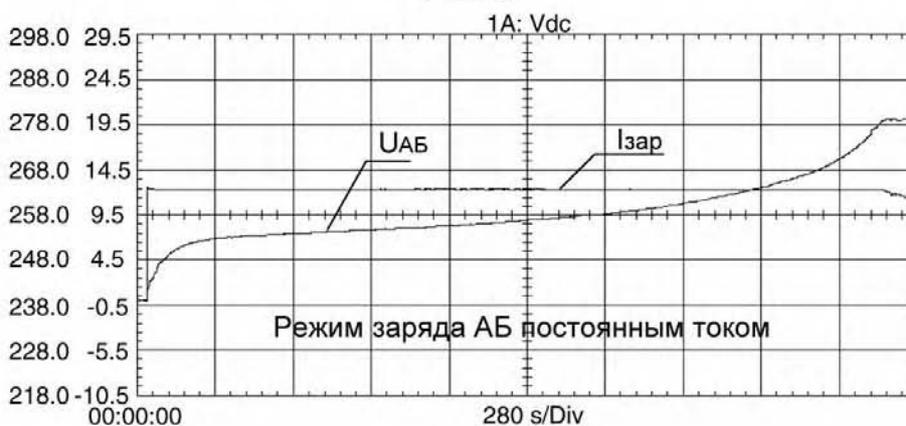
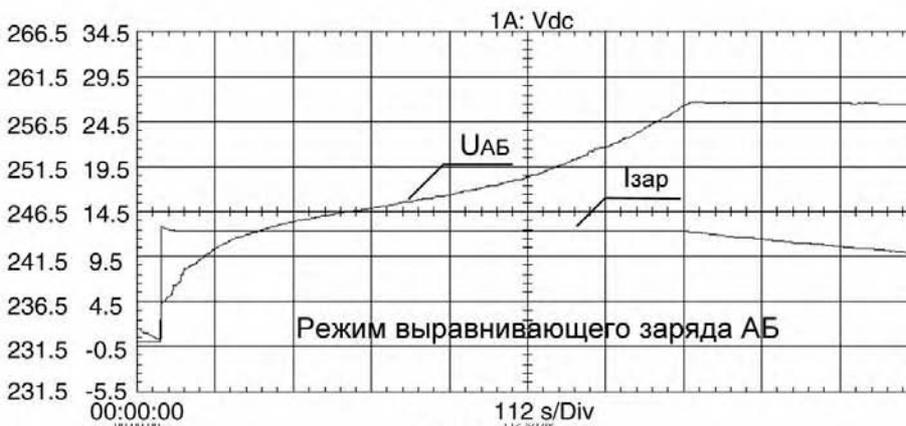
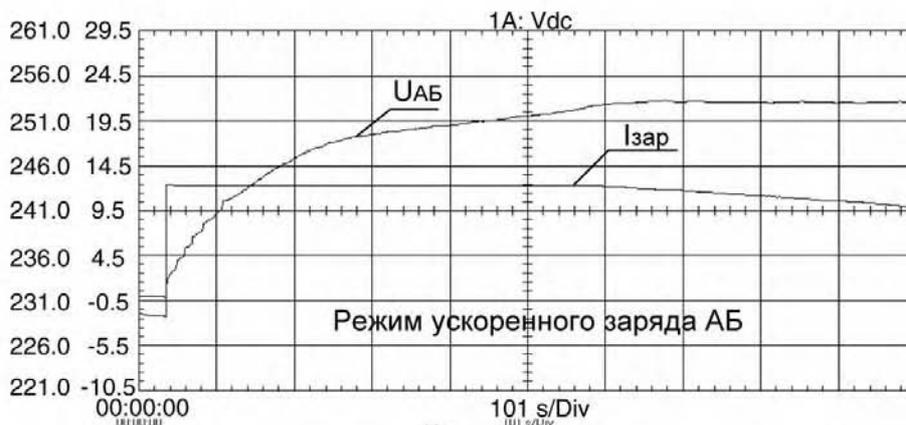
№ п.п	Измерения								Расчёт				
	Входное сетевое напряжение, В			Уз., В	Увых, В	Уп.д., мВ	Показания индикации		I _{вых} , А	cos φ	КПД	δU, %	ΔU, %
	А	В	С				Увых, В	Ивых, А					
1	184,8	185,4	185,3	220	220,1	132,4	219,9	12,8	13,2	0,892523	0,760555	0,045455	0,060182
2	184,5	186,2	186	220	219,8	314,3	219,9	34,9	35,2	0,962529	0,941236	0,090909	0,142864
3	184,4	185,9	185,9	220	219,6	378,4	219,9	56,8	57	0,980896	0,937618	0,181818	0,172
4	186,7	186,6	187,8	240	239,8	152,1	240	13,9	14,2	0,789709	0,964635	0,083333	0,063375
5	186,5	185,9	187,6	240	239,5	401,4	240	33,1	33,4	0,964652	0,945544	0,208333	0,16725
6	185,1	185,1	186,9	240	239,3	575,6	240	56,9	57	0,986093	0,916058	0,291667	0,239833
7	186	185,6	186,7	260	260,3	434,3	260	15,1	15,4	0,92437	0,91105	0,115385	0,167038
8	184,8	185,2	186,1	260	260	571,5	260	36	36,2	0,977863	0,926378	0	0,219808
9	184,2	184,6	185	260	259,9	441,8	259,9	56,9	57	0,984491	0,933478	0,038462	0,169923
10	221,7	221,5	222,6	220	220,1	142,6	219,9	12,8	13,2	0,812346	0,883076	0,045455	0,064818
11	221	222,3	222,1	220	219,9	282,5	219,9	34,5	35,2	0,933628	0,917118	0,045455	0,128409
12	220,8	222,3	221,5	220	219,5	455,4	219,9	56,7	56,4	0,972143	0,909611	0,227273	0,207
13	222,2	221,8	223,7	240	239,7	157,8	240	13,8	14	0,872881	0,814515	0,125	0,06575
14	219,7	222,4	220	240	239,3	370,2	240	32,8	33,2	0,943646	0,9303	0,291667	0,15425
15	220,1	220,4	221	240	239,4	468,8	240	56,7	56,8	0,97947	0,9194	0,25	0,195333
16	219,3	219,8	219,4	260	260,1	107,3	260	14,9	15,6	0,90998	0,872594	0,038462	0,041269
17	222,2	223,3	223,2	260	260	383	260	35,8	36	0,965974	0,915851	0	0,147308
18	221	222,3	222,1	260	259,8	323,3	260	56,6	56,6	0,979025	0,926571	0,076923	0,124346
19	246,6	247,8	247,7	220	220,1	125,9	219,9	12,9	13,2	0,735023	0,910759	0,045455	0,057227
20	248,3	249,7	249,8	220	220	262,5	219,9	34,7	35,2	0,909091	0,956049	0	0,119318
21	250,8	250,6	247,9	220	219,7	210,7	219,9	56,7	57	0,959862	0,902877	0,136364	0,095773
22	249,3	249,8	250	240	239,6	123	240	13,8	14	0,814737	0,86677	0,166667	0,05125
23	249,4	250,2	249,9	240	239,4	227	240	32,9	33,2	0,946316	0,884102	0,25	0,094583
24	249	247,8	252,1	240	239,4	493,2	240	57,1	57,6	0,960573	0,857552	0,25	0,2055
25	248,7	251,1	250,5	260	259,4	139	260	10	10,6	0,65625	0,872902	0,230769	0,053462
26	250,5	252,7	251,6	260	259,5	270,1	260	35,8	36	0,93956	0,910526	0,192308	0,103885
27	250,5	251,7	251	260	259,4	322,6	260	56,4	56,4	0,968447	0,916677	0,230769	0,124077

На рис. 5...7 изображены временные диаграммы напряжения на аккумуляторной батарее (УАБ) и зарядного тока (I зар) для режимов, указанных в таблице 3. Осциллограммы иллюстрируют заряд АБ постоянным заданным током и переход ЗВУ в режим стабилизации напряжения при достижении напряжения АБ значения, соответствующему выбранному режиму.

Таблица 3

№ п.п	Измерения								Расчет		
	Входное сетевое напряжение, В			Из., А	Увых, В	Уп.д., мВ	Показания индикации		I _{вых} , А	δI, %	ΔI, %
	А	В	С				Увых, В	Ивых, А			
1	187,5	187,2	188,6	12	198,3	134	200	11,9	12,2	1,666667	1,116667
2	186,9	187,4	187,8	12	304,9	355,1	304,5	11,9	12,2	1,666667	2,959167
3	187,7	187,4	185	28	198,5	230	200	28	27,8	0,714286	0,821429
4	185,4	187,9	186,3	28	281,3	325,3	281,7	28	28	0	1,161786
5	186,4	186	187,2	48	198,2	324	200	48	48	0	0,675
6	185,4	185,6	186,7	48	302	449,9	302,2	48	47,6	0,833333	0,937292
7	223	223,7	225,2	12	206,5	198,8	206,3	11,9	12,2	1,666667	1,656667
8	222,7	223,9	224,6	12	310,7	128,3	309,8	11,9	12,2	1,666667	1,069167
9	222	223,9	224,1	28	201,9	220	203,2	28	28,2	0,714286	0,785714
10	221,5	223,7	223,5	28	283,6	271	284,8	28	28	0	0,967857
11	221,6	222,2	223,8	48	200,7	218,7	303,6	48	48	0	0,455625
12	220,6	222,3	220	48	304,3	325,3	202	48	47,8	0,416667	0,677708
13	250	250,5	252	12	201,2	130,5	202,9	12	12	0	1,0875
14	250,3	251,3	251,2	12	311,6	137,1	309,9	11,9	12,2	1,666667	1,1425
15	249,6	252	251,2	28	200,9	185,4	202,7	28	28,2	0,714286	0,662143
16	248,5	250,9	250,9	28	248,5	198	284	28	28	0	0,707143
17	248,5	251,2	249,9	48	199,4	229,3	201,5	48	48,2	0,416667	0,477708
18	248	249	250,5	48	303,2	267,7	303	48	47,8	0,416667	0,557708

Uак.ном, В	Uп.п, В	Uуск.з, В	Uвыр.з, В	Iз, А
216	245.2	253.8	259.2	12
250	258.8	267.9	273.6	



На рис. 8 представлены фотографии внешнего вида разработанного конструктивного образца ЗВУ, имеющего габаритные размеры 800x600x2000.



Рис. 8

Выводы

Разработано зарядно-выпрямительное устройство с микропроцессорной системой управления и самоконтроля для питания различных типов аккумуляторных батарей, используемых в качестве резервной сети постоянного тока 220 вольт в энергетических системах. Исследования конструктивного образца устройства во всех рабочих режимах подтвердили высокие технические характеристики разработки, соответствующие современным требованиям.

Литература

1. Н.И. Бородин, М.В. Мартинович, Д.В. Коробков и др. Зарядно-выпрямительное устройство для энергетики.- Материалы VI Международной конференции «Актуальные проблемы электронного приборостроения»: в 7 т. Т. VI.-Новосибирск: НГТУ, 2002.- с.125-126

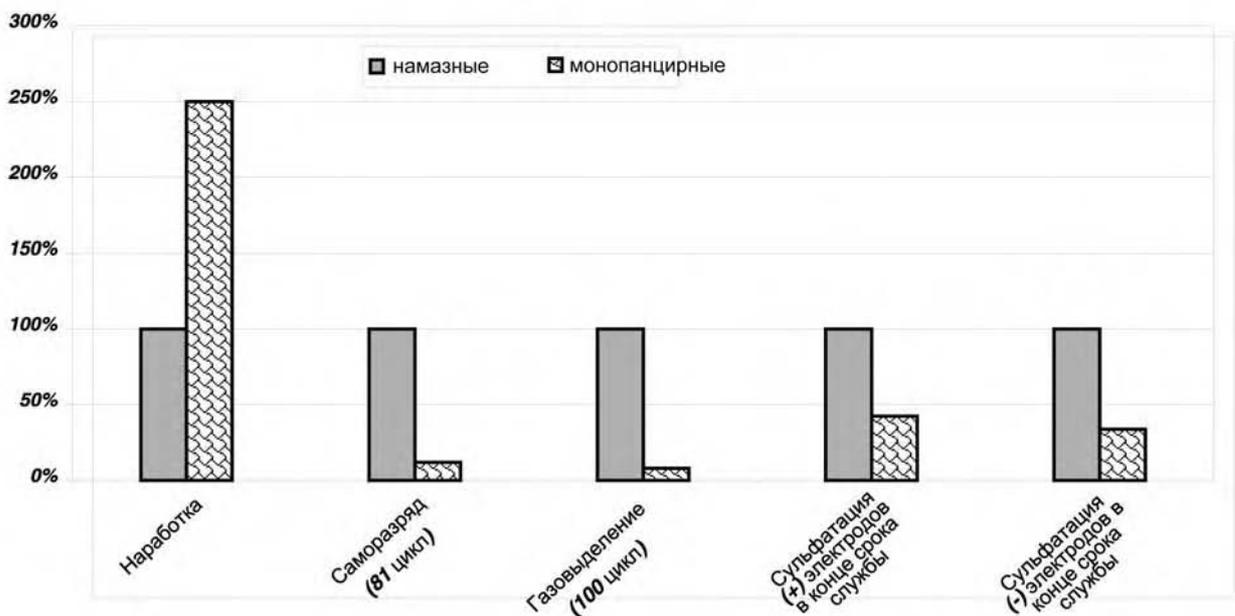
НОВЫЕ РАЗРАБОТКИ

Научно-исследовательский аккумуляторный институт «НИАИ «Источник»,
начальник отдела свинцово-кислотных аккумуляторов,
кандидат технических наук Коликова Г.А.

Стационарные свинцовые аккумуляторы
типа СН-72 - СН-1152



Сравнительные характеристики изд. 446 с намазными
(100%) и монопанцирными электродами



**Сравнительные характеристики модернизированных аккумуляторов
ТБ-450 М («ТАЗ») и Vb2309 («Hawker»)**

Параметры	Требования ГОСТ 26881		Требования ТУ на аккумулятор Vb 2309		С _{факт.} ТБ-450М, А·ч	С _{факт.} / С _н % V
	I _p , А	С _{ном.} , А·ч	I _p , А	С _{ном.} , А·ч		
Режим разряда:						
10-часовой	45	450	45	450	510	113,3
5-часовой	74	370	81	405	467	115,3
3-часовой	122,5	367,5	120	360	406	112,8
1-часовой	225	225	274	274	301	109,9
0,5-часовой	315	157,5	396	198	213	106,5
0,25-часовой	396	99,0	-	-	193	-
10-минутный	-	-	756	126	163,8	130
Длительность разряда током 1,39 С ₁₀ А, мин	625	1 мин	-	-	18 мин	-
Длительность разряда током 2,6 С ₁₀ А, с-мин	-	-	1170	30 с	1,5±2 мин	-
Внутреннее сопротивление, МОм	-	-		0,28	0,266	-

ВЫБОР И РАСЧЕТ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ ДЛЯ ЭНЕРГЕТИКИ. ОПЫТ РЕАЛИЗАЦИИ

Ведущий менеджер по оборудованию ГК «Ольдам» Власенко С.В.

Выбор типа аккумуляторной батареи для объектов Энергетики

- Выбор аккумуляторной батареи на основании существующих данных о системе оперативного постоянного тока на объекте энергетики.
- Расчет аккумуляторной батареи для аварийного режима с толчковой нагрузкой в конце режима
- Расчет аккумуляторной батареи для аварийного режима без толчковой нагрузкой

Выбор типа аккумуляторной батареи для объектов Энергетики

Потребность		Предложение				
СК	СН	OP/OPC 1,250	OPzS*	Power Safe VE**	Power Safe V**	Vb
СК-2	СН-72	OP3	-	12VE75/12VE90	12V70/12V80	-
СК-3	СН-108	OP4/5	-	12VEF115	12V105F	-
СК-4	СН-144	OP6	4OPzS200	8VE140/12VE140F	12V125F	-
СК-5	СН-180	OP7/8	4OPzS200	6VE180	6V165	-
СК-6	СН-216	OP9	4OPzS250	2VE225	2V200	VB2305
СК-8	СН-288	OP11/12	5OPzS350	2VE310	2V275	VB2305/2306
СК-10	СН-360	OP14/15	7OPzS490	2VE400	2V320	VB2307+
СК-12	СН-432	OP16/17	6OPzS600	2VE450	2V400	VB2308/2309
СК-14	СН-504	OP20/21	8OPzS800	2VE550	2V500/2	VB2309/2310+
СК-16	СН-576	OP23/24	7OPzS700	2VE540	2V500/2	VB2311+
СК-18	СН-648	OP26/27	8OPzS800	-	2V500/2	VB2312+/2314+
СК-20	СН-720	OP29/30	8OPzS9000	-	2V500/6	VB2314+
СК-24	СН-864	-	10OPzS1000*	-	2V785	VB2409
СК-28	СН-1008	-	12OPzS1200*	-	2V785	VB2410
СК-32	СН-1152	-	11OPzS1375*	-	2V915	VB2411+/2412
СК-36	-	-	13OPzS1625*	-	2V1050	VB2413
СК-40	-	-	15OPzS1875*	-	2V1575	VB2414/2415
СК-44	-	-	18OPzS2250*	-	2V1575	VB2416+
СК-48	-	-	20OPzS2500*	-	2V1575	VB2417/2418

Расчет емкости аккумулятора при отсутствии толчка в конце разряда

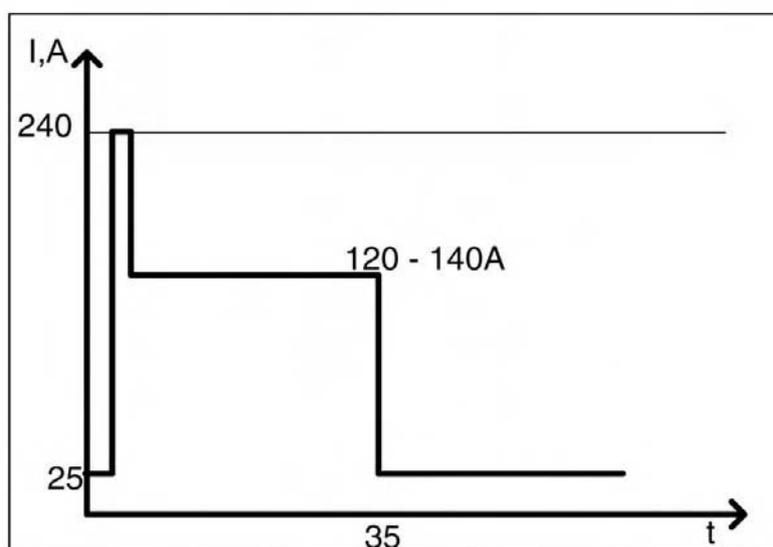
- $I_{уст1} = I_{уст} / 0,8 / T_k$

где $I_{уст}$ – установившийся ток аварийного режима (А)

$0,8$ – коэффициент емкости аккумуляторной батареи (в конце срока службы емкость составит 80%)

T_k – температурный коэффициент, зависящий от минимально возможной температуры в помещении

График нагрузки аварийного режима с толчком в начале разряда



Расчет емкости аккумулятора при отсутствии толчка в конце аварийного режима

- $I_{уст1} = I_{уст} / 0,8 / T_k$

- $I_{уст1} = 120 / 0,8 / 1 = 150 A$

где $I_{уст}$ – 120 А

$0,8$ – коэффициент емкости аккумуляторной батареи

T_k – 1 при 20 градусах

Ток 150 А за 35 минут может отдать аккумулятор

ОР9 Емкость 219 Ач

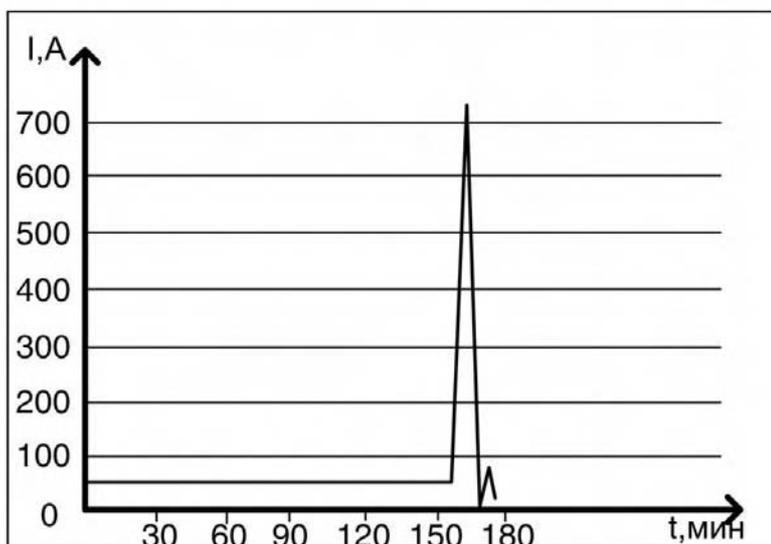
СК 8 Емкость 288 Ач

Расчет емкости аккумулятора при наличии толчка в конце аварийного режима

- $T1 = I_{уст1} * T_{авар} / I_{кон}$

- где $I_{уст1} = I_{уст} / 0,8 / T_k$
- $I_{уст}$ – установившийся ток аварийного режима
- 0,8 – коэффициент емкости аккумуляторной батареи
- T_k – температурный коэффициент
- $T_{авар}$ – продолжительность аварийного режима

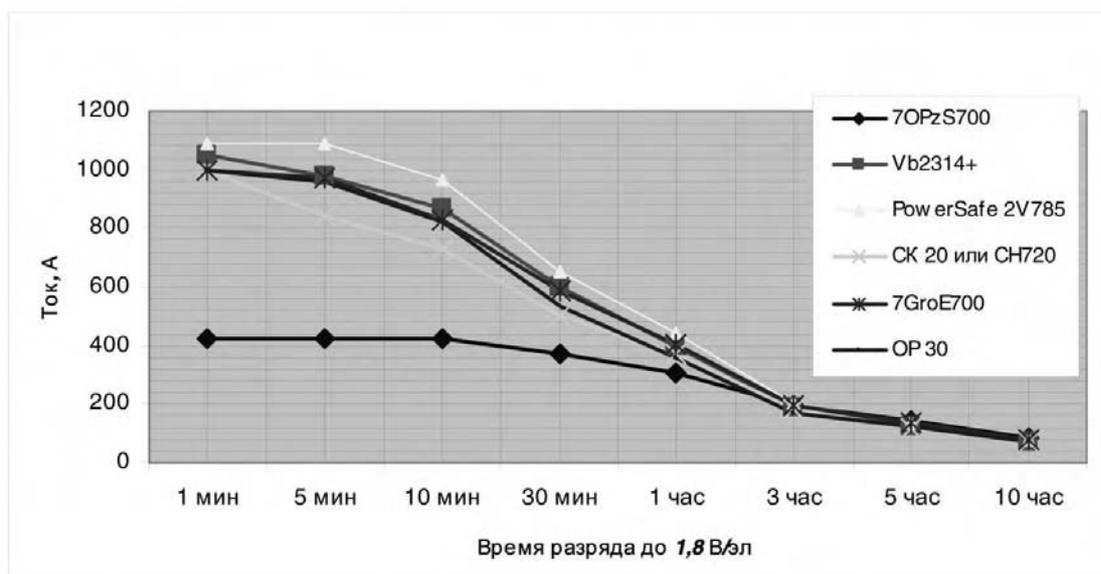
График нагрузки аварийного режима с толчком в конце разряда



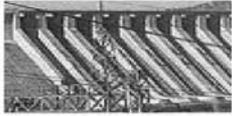
Выбор типа аккумуляторной батареи для объектов Энергетики

- $T1 = I_{уст1} * T_{авар} / I_{кон}$
- $T1 = 62,5 * 180 / 700 = 16$ минут
- где $I_{уст1} = I_{уст} / 0,8 / T_k$
- $I_{уст1} = 50 / 0,8 / 1 = 62,5$ А
- $I_{уст}$ – установившийся ток аварийного режима
- 0,8 – коэффициент емкости аккумуляторной батареи
- $T_k = 1$ при 20 градусах
- $T_{авар} = 180$ минут
- $I_{кон} = 700$ А
- Ток 700 А за 16 минут отдаст
- **Аккумулятор ОР 27 Емкость 658 Ач**
- **Аккумулятор СК 24 Емкостью 864 Ач**
- **Аккумулятор 10 OPzS 1000 Емкостью 1100 Ач**

Сравнение разрядных характеристик аккумуляторов емкостью **700Ач**



Выбор типа аккумуляторной батареи для объектов Энергетики

<p>ТЭЦ ГРЭС</p> 	<p>Vb (Емкость более 800Ач) ОР (Емкостью до 732Ач)</p>
<p>ГЭС</p> 	<p>Vb (Емкость более 800Ач) ОР (Емкостью до 732Ач)</p>
<p>Подстанции</p> 	<p>ОР, OPzS (емкостью до 800Ач) PowerSafe V, VE (до 500Ач)</p>

МОНИТОРИНГ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ. ДЕМОНСТРАЦИЯ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА

Руководитель производственного департамента ГК «Ольдам» Кирсанов Б.Г.



VEGA 4.7 System Monitoring

Оборудование объекта электроснабжения

- ✓ Вводно-распределительные щиты
- ✓ Устройства автоматического ввода резерва
- ✓ Дизель-генераторная установка (ДГУ)
- ✓ Источник бесперебойного питания (ИБП)
- ✓ Инвертор (ИНВ)
- ✓ Стабилизатор напряжения переменного тока (СН)
- ✓ Зарядно-подзарядные устройства 220, 110 В
- ✓ Распределительные щиты постоянного и переменного тока
- ✓ Электропитающее устройство постоянного тока (ЭПУ)
- ✓ Аккумуляторные батареи
- ✓ Стабилизатор напряжения постоянного тока (СПН)
- ✓ Устройство пожарно-охранной сигнализации (ПОС)
- ✓ Устройства управления микроклиматом (УМ)

Контролируемые параметры

Напряжение:

- переменное
- постоянное

Ток:

- переменный
- постоянный

Частота переменного тока:

- внешняя сеть
- внутренняя сеть
- $\cos \varphi$

Мощность:

- активная
- полная

Состояние оборудования:

- сигналы релейной сигнализации
- информация об оборудовании, доступная по последовательному каналу

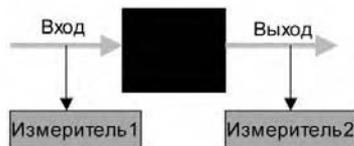
Состояние предохранителей и автоматических выключателей:

- Включен/отключен
- Аварийное отключение

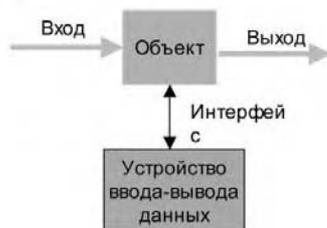
Микроклимат:

- температура

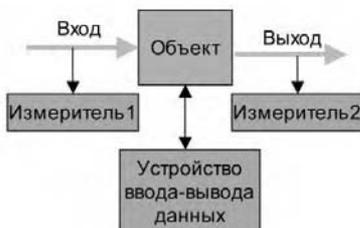
Выбор концепций мониторинга для каждого вида оборудования



- «Черный ящик»;

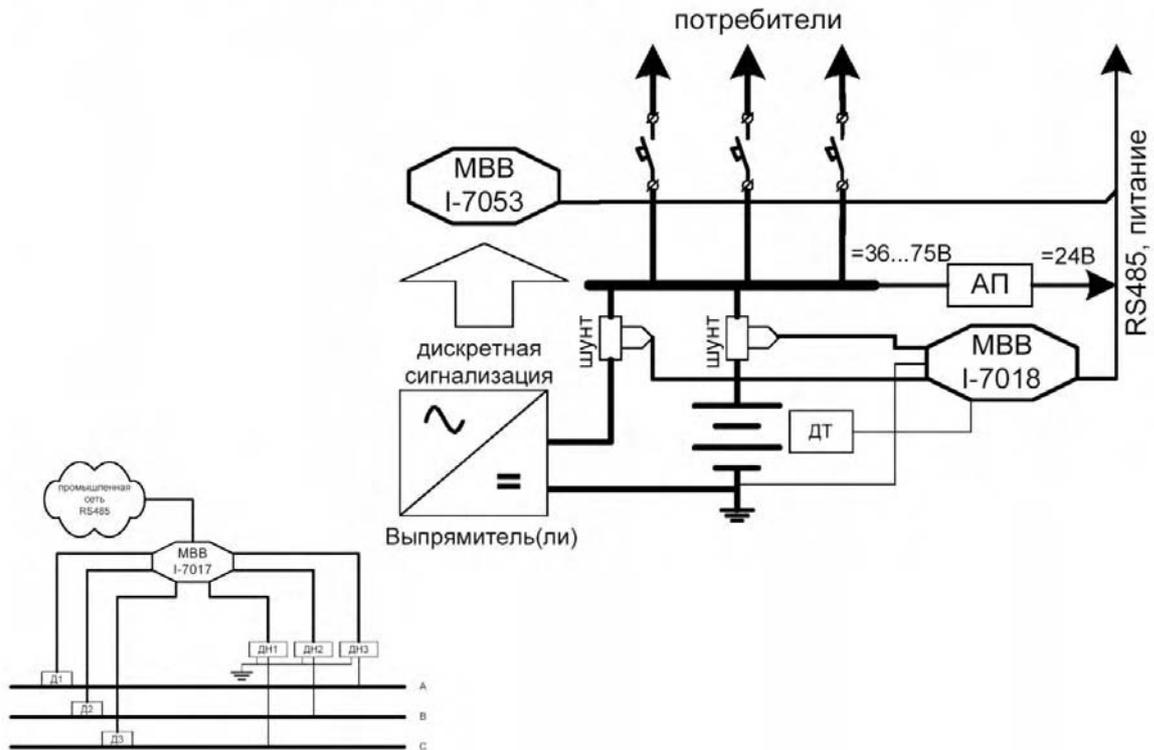


- «Интеллектуальный объект»;

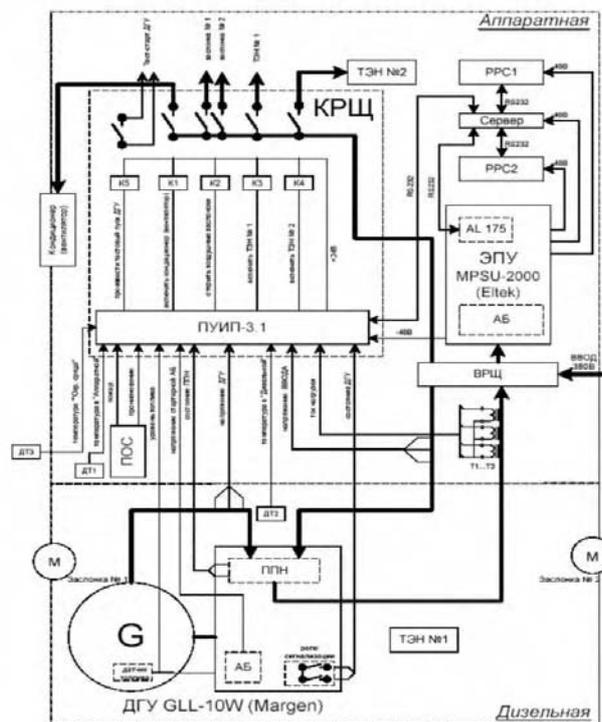


- «Комбинированный объект»;

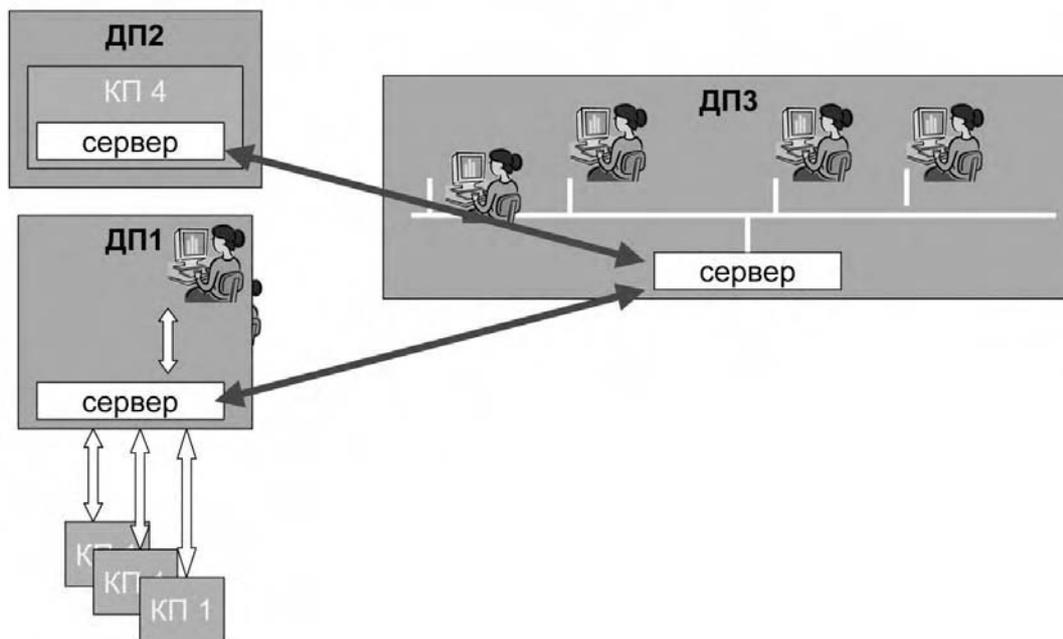
Выбор концепций мониторинга «черный ящик»



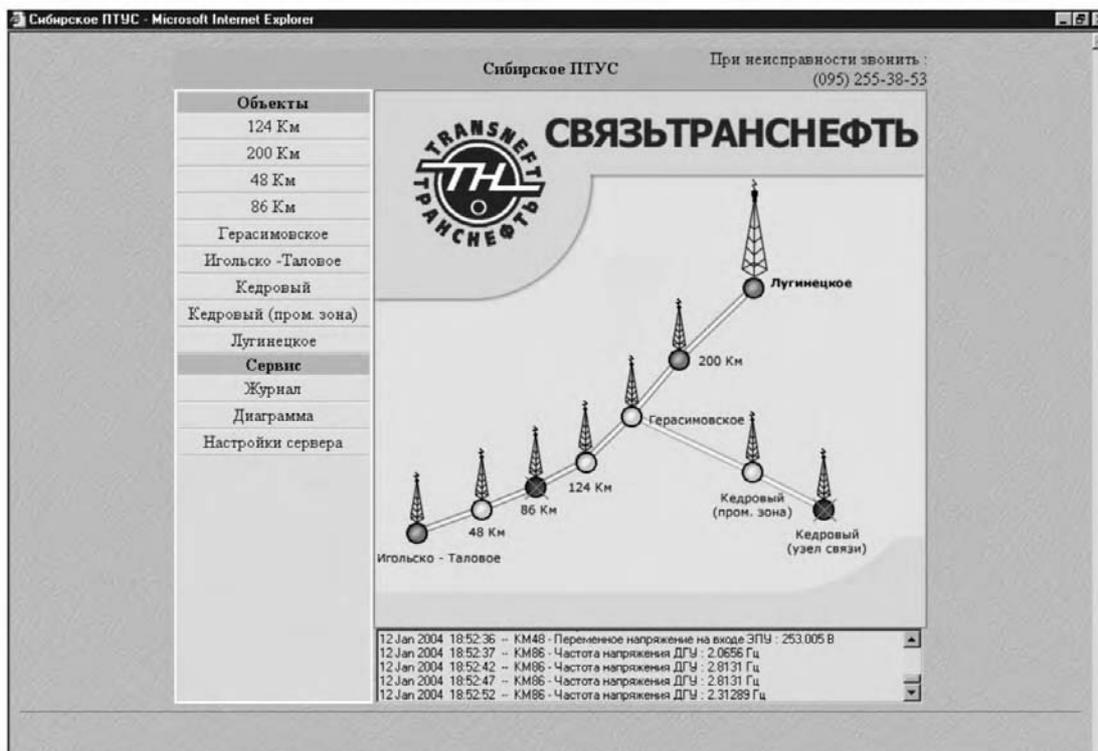
Выбор концепций мониторинга «комбинированный объект»



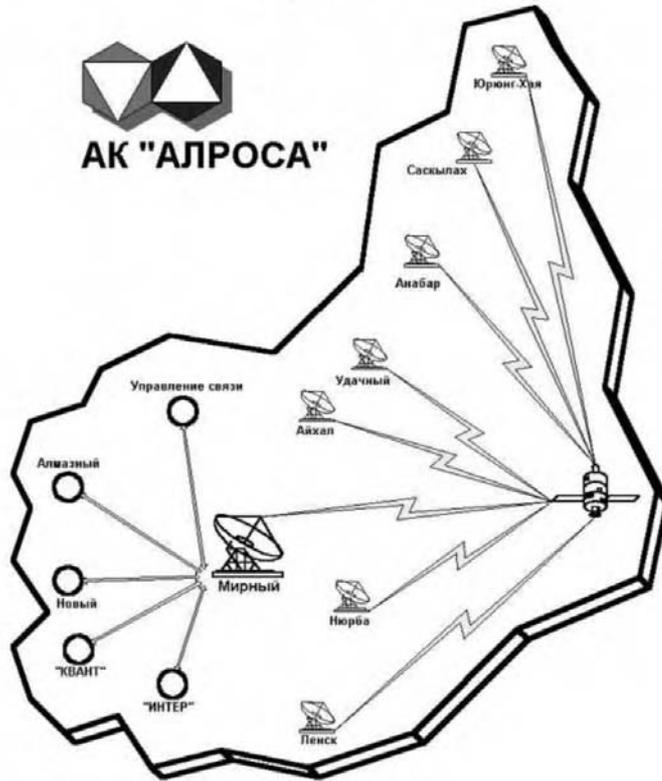
Создание списка диспетчерских пунктов



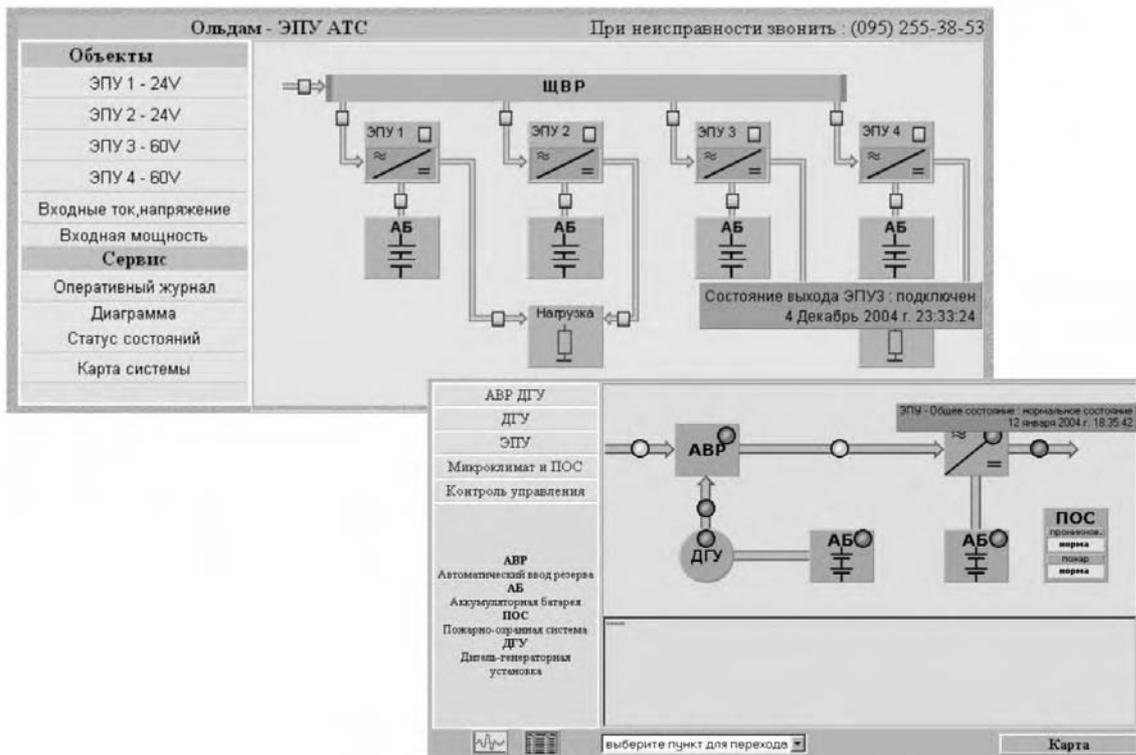
Карта объектов



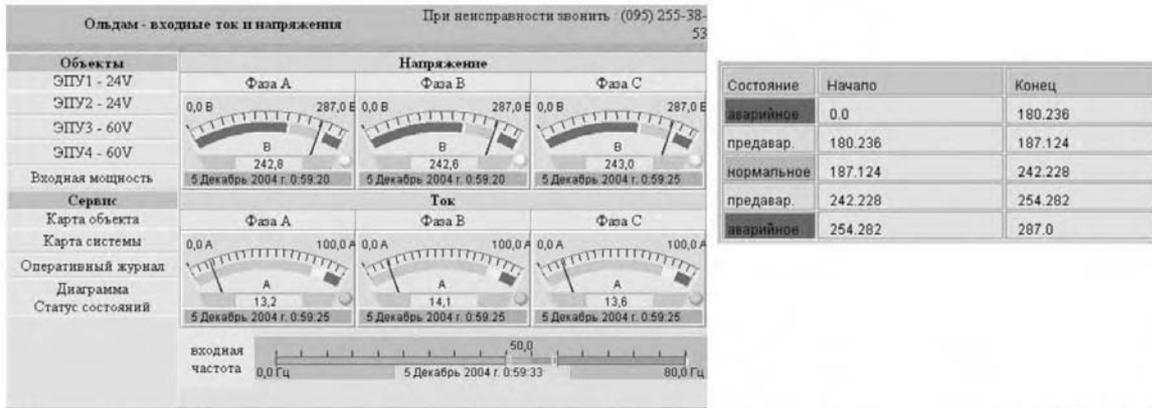
Карта объектов



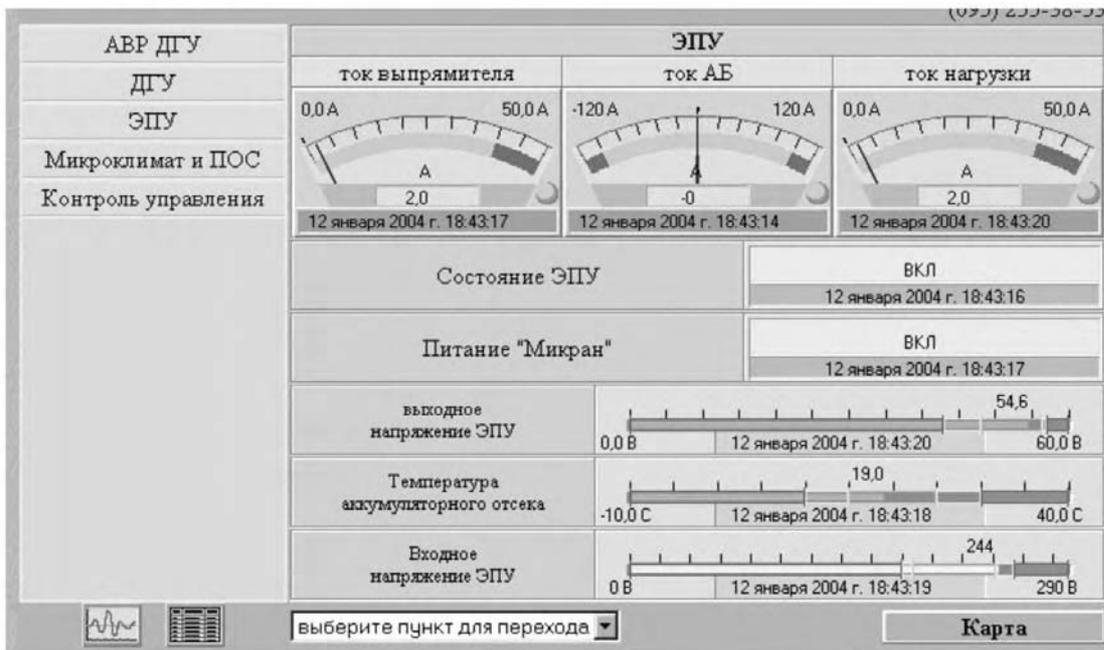
Оперативная схема



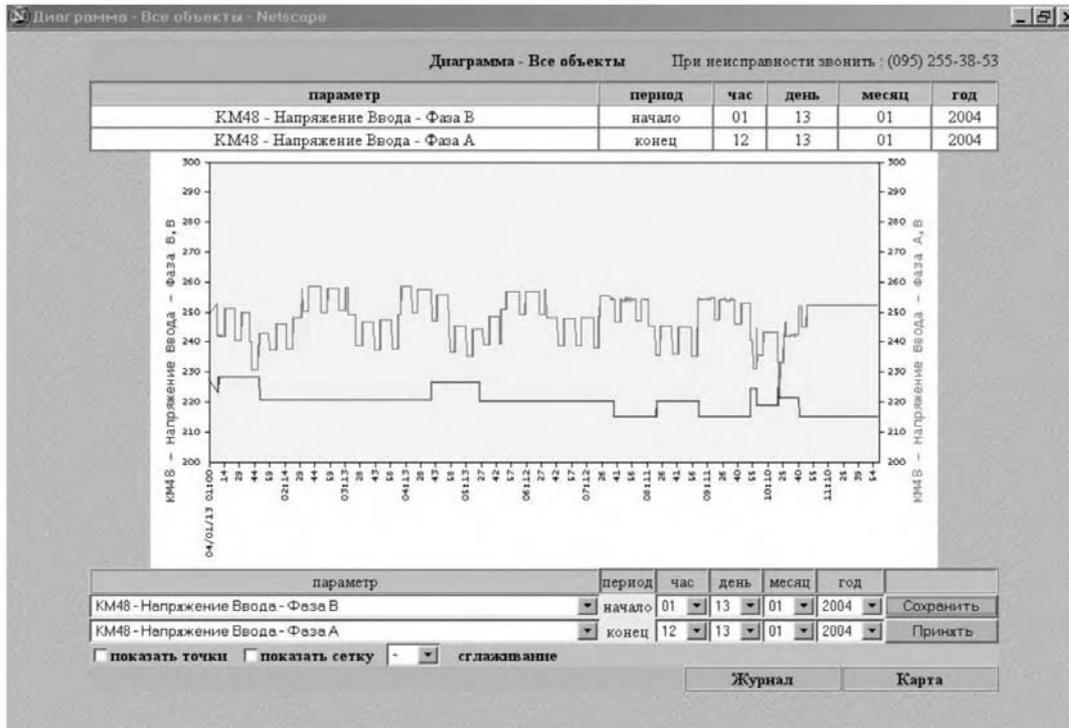
Приборная панель



Приборная панель



Графики



Журнал

Мониторинг НРГ Демо-Версия 1.0 (с) Оьльдан-Тезно 2005
 Мониторинг Графики Архив Выход

Архив

Выбрать Удалить

Число Месяц Год Часы Минуты
 с 14 2 2005 12 5
 по 14 2 2005 13 5

Показать только предаварийные и аварийные параметры

Дата/время	Параметр	Значение
14.02.2005 12:55:03	Напряжение между фазами А-В	388.8
14.02.2005 12:55:13	Напряжение между фазами А-В	379.9
14.02.2005 12:55:23	Напряжение между фазами А-В	363.6
14.02.2005 12:55:33	Напряжение между фазами А-В	382.8
14.02.2005 12:55:43	Напряжение между фазами А-В	395.9
14.02.2005 12:55:53	Напряжение между фазами А-В	386.4
14.02.2005 12:56:03	Напряжение между фазами А-В	372.9
14.02.2005 12:56:14	Напряжение между фазами А-В	383.1
14.02.2005 12:56:24	Напряжение между фазами А-В	396.0
14.02.2005 12:56:34	Напряжение между фазами А-В	369.3
14.02.2005 12:56:44	Напряжение между фазами А-В	372.5
14.02.2005 12:56:54	Напряжение между фазами А-В	376.3
14.02.2005 12:57:04	Напряжение между фазами А-В	395.6
14.02.2005 12:57:14	Напряжение между фазами А-В	371.4
14.02.2005 12:57:24	Напряжение между фазами А-В	377.0
14.02.2005 12:57:34	Напряжение между фазами А-В	364.4

Тенденции развития СОПТ в России

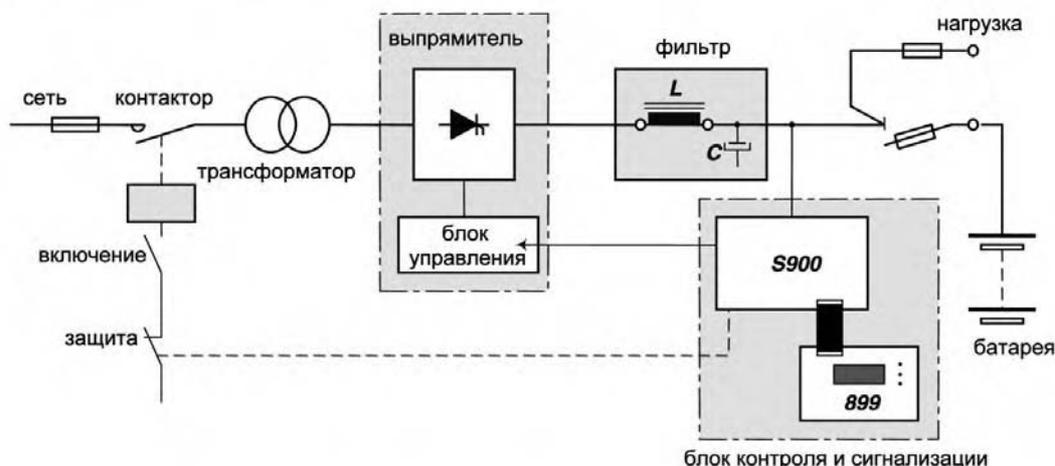
Тенденции развития СОПТ в России связаны:

- с изменением мощностей нагрузок,
- широким распространением герметизированных аккумуляторных батарей,
- внедрением автоматизированных систем технологического и диспетчерского управления высокого уровня,
- развитием сети объектов с отсутствием обслуживающего персонала,

Задачи системы мониторинга

- наблюдение за состоянием оборудования;
- параметрический анализ наблюдаемых параметров с генерацией соответствующих событий и предупреждений;
- ведение архива наблюдаемых параметров;
- сбор и передача на высший уровень управления сообщений с регистратора аварийных событий;
- регистрация действий персонала и логическая блокировка от ошибочных действий оператора.

Зарядно-выпрямительное устройство функциональная схема



Зарядно-выпрямительное устройство экранный интерфейс

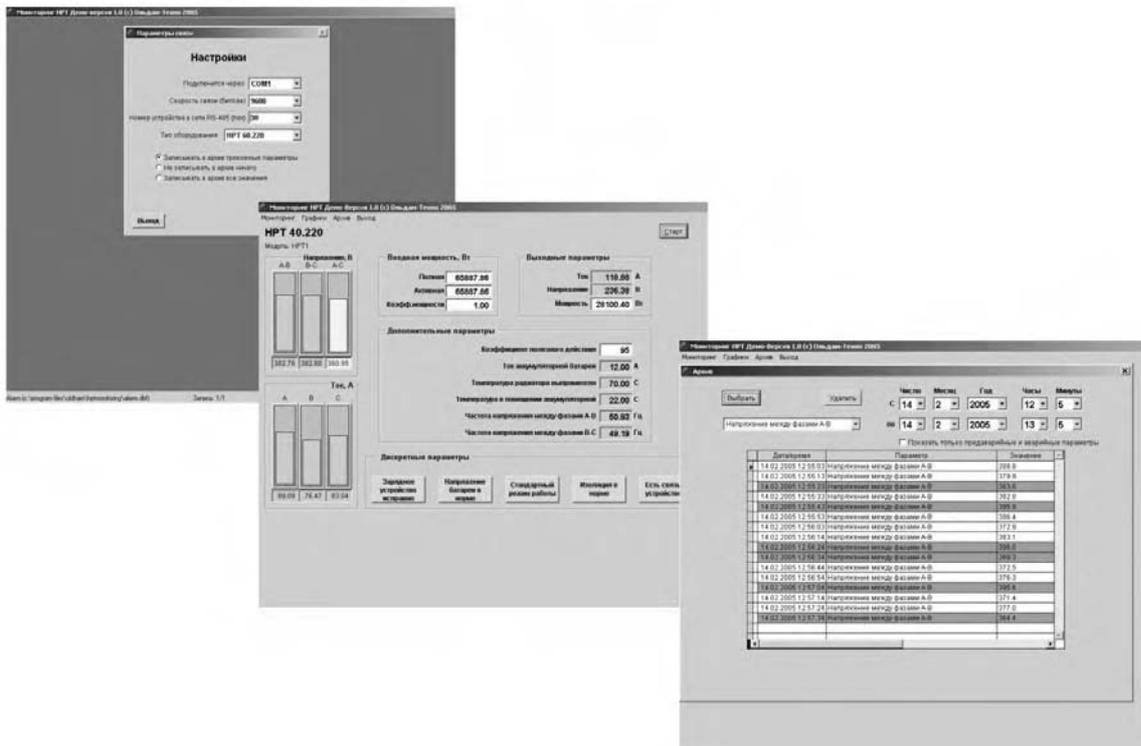
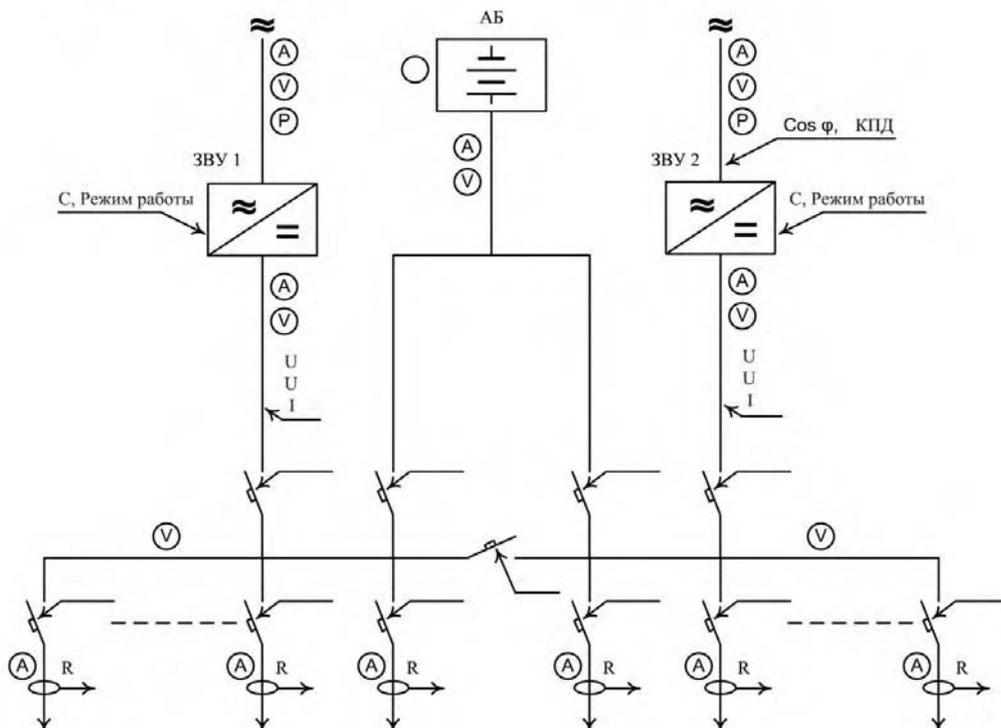


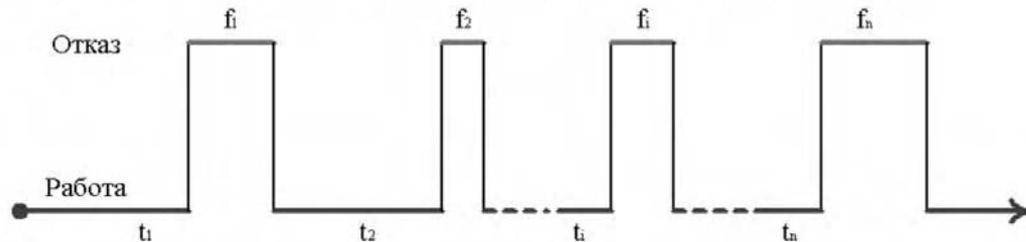
Схема оперативного постоянного тока



Показатели надежности

коэффициент готовности

Показателем, одновременно оценивающим свойства работоспособности и ремонтпригодности системы, является коэффициент готовности K_2 . Процесс функционирования объекта можно представить как последовательность интервалов работоспособности и восстановления.



$$\hat{E}\tilde{a} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} t_i}{\sum_{i=1}^{i=n} t_i + \sum_{i=1}^{i=n} f_i}$$

Показатели надежности

время восстановления

Суммарное время простоя оборудования обычно включает в себя время:

- получение сообщения об аварии;
- выезд ремонтной бригады на объект;
- определение неисправного оборудования;
- определение неисправного элемента;
- доставка на объект ремонтного комплекта;
- устранение неисправности;
- настройка и контроль состояния оборудования после ремонта.

Показатели надежности

выводы

Внедрение систем технического диагностирования и мониторинга СОПТ позволят в значительной степени сократить непроизводительные затраты времени связанные с получением сообщения об аварии, поиск и локализация неисправного элемента в СОПТ, регулировку и проверку после ремонта, что приведет к увеличению K_2 СОПТ.

Решения конференции «НОВЫЕ РЕШЕНИЯ ПО ПОСТРОЕНИЮ ВЫСОКОНАДЕЖНЫХ СИСТЕМ ПОСТОЯННОГО ТОКА ДЛЯ ОБЪЕКТОВ ЭНЕРГЕТИКИ. МИРОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ»

Москва, 17-18 февраля 2005 г.

Рассмотрев материалы докладов, и приняв во внимание результаты обсуждения в ходе круглого стола, Конференция решила:

1) Рекомендовать институту «Энергосетьпроект», г. Москва и компании «Ольдам» выполнить технико-экономическое обоснование внедрения на подстанциях децентрализованной системы оперативного постоянного тока (СОПТ) с раздельным питанием цепей РЗиА.

2) Рекомендовать институту «Теплоэлектропроект», г. Москва и компании «Ольдам» выполнить технико-экономическое обоснование внедрения на электрических станциях системы оперативного постоянного тока (СОПТ) без элементного коммутатора, с раздельным питанием цепей управления и автоматики.

3) Рекомендовать при определении допустимых сроков службы герметизированных аккумуляторных батарей с рекомбинацией газа руководствоваться нормами Eurobat (Евробат. «Руководство по методике выбора герметизированных свинцово-кислотных аккумуляторов и батарей»):

- срок службы 12+ лет, батареи с длительным сроком службы;
- срок службы 8-12 лет, батареи с улучшенными характеристиками;
- срок службы 5-8 лет, батареи для универсального применения;
- срок службы 3-5 лет, стандартные коммерческие батареи широкого применения.

4) Для достижения определяемого производителями срока службы аккумуляторных батарей и повышения надежности СОПТ в целом рекомендовать при плановой замене аккумуляторных установок на объектах энергетики выполнять комплексную замену зарядно-выпрямительных устройств (ЗВУ). Для современных классических (со свободным электролитом) свинцово-кислотных аккумуляторных батарей использовать ЗВУ со следующими параметрами:

- Стабилизация выходного напряжения в статическом режиме, не хуже – $\pm 1\%$
- Пульсации выходного напряжения при работе на 100% активную нагрузку, не более – 2,5%

Для свинцово-кислотных аккумуляторных батарей с рекомбинацией газа (герметизированных) использовать ЗВУ со следующими параметрами:

- Стабилизация выходного напряжения в статическом режиме, не хуже – $\pm 0,5\%$
- Пульсации выходного напряжения при работе на 100% активную нагрузку, не более – 1%

5) Разработать технические требования к СОПТ в составе:

- щит постоянного тока;
- аккумуляторная батарея;
- зарядно-выпрямительные устройства;
- автоматизация и мониторинг СОПТ.

Типы объектов и рекомендованные исполнители:

- подстанции – ОАО «ФСК ЕЭС» и институт «Энергосетьпроект», г. Москва;
- электрические станции – РАО «ЕЭС России» и институт «Теплоэлектропроект», г. Москва;
- тяговые подстанции РЖД – ОАО «РЖД» и институт «Трансэлектропроект», г. Москва.

При разработке технических требований использовать основные принципы построения СОПТ, предложенные на данной конференции компанией «Ольдам» и кафедрой "Электрические станции" ГОУВПО "МЭИ(ТУ)".

6) Учитывая важность проблематики и актуальность освещенных в рамках данной конференции вопросов, проводить регулярно (не реже одного раза в два года) аналогичные конференции по вопросам построения и эксплуатации систем оперативного постоянного тока на объектах энергетики, объектах электроснабжения промышленных предприятий и электрификации железных дорог. Рекомендованный период проведения – февраль-март месяцы.

7) Оргкомитету рассмотреть вариант включения в тематику последующих конференций вопросы построения питания собственных нужд (СН) переменного тока указанных выше объектов, включая источники бесперебойного питания (ИБП), а также электрогенераторные установки.



КУЗБАССКОЕ ОТКРЫТОЕ
АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ

ОАО «КУЗБАССЭНЕРГО»

Россия, 650000, г. Кемерово,
ГСП-2, пр. Кузнецкий, 30
А.Т. 215196 ВАТТ,
Тел. (3842) 29-33-59
Факс (3842)
29-37-77, 36-68-48

24.02.2005г. № 40-001/018

На № _____ от _____

Заместителю управляющего
директора Бизнес-Единица №2
РАО «ЕЭС России»
А.А. Вагнеру
пр-т Вернадского, д. 101, корп. 3, Москва, 119526

Генеральному директору
группы компаний «Ольдам»
М.А. Колесникову
пр-т Вернадского, д. 84, Москва, 119606

Отзыв

О проведенной 17-18 февраля 2005г. в г. Москве Научно-практической конференции «Новые решения по построению высоконадежных систем постоянного тока для объектов энергетики. Мировые тенденции».

Делегация ОАО «Кузбассэнерго» в составе, советника Генерального директора по производственной деятельности Б.А. Кинзбурга и начальника электротехнической службы П.А. Москалева, приняла участие в работе и выступила с докладом «Опыт замены аккумуляторных батарей и зарядных устройств на электростанциях и подстанциях ОАО «Кузбассэнерго».

Конференция была подготовлена на очень высоком профессиональном уровне. В конференции приняли участие более 100 человек от 80-и организаций энергосистем, действующие как коллектив единомышленников, проявив огромный интерес к комплексному подходу групп компаний «Ольдам» к решению вопроса повышения надежности элементов системы оперативного тока на объектах энергетики (электростанции и подстанции), электрифицированного ж/д транспорта и т.д.

Особое впечатление произвели выступления Пьера Ленэ (Франция), Яцека Свойтека и Петера Шивчека (Польша), П.А. Шейко (РАО «ЕЭС России»), Ю.П. Гусева (Московский энергетический институт).

ОАО «Кузбассэнерго» более 8 лет работает с группой компаний «Ольдам». За это время заменено 47% аккумуляторных батарей 110, 220 В – 41 ед., при этом из 23 батарей на электростанциях уже заменено 20 на мало обслуживаемые, экологически защищенные батареи с минимальными эксплуатационными затратами. Все, вновь установленные батареи, как правило, вводятся с подзарядными устройствами, поддерживающими напряжение заряда с высокой точностью $\pm 0,5\%$, в то время как отечественные зарядно-подзарядные агрегаты типа ВАЗП поддерживают постоянство установленного выпрямленного напряжения с погрешностью $\pm 2\%$, что отрицательно сказывается на долговечности аккумуляторных батарей.

Участники конференции высказали пожелание, что бы «Ольдам», совместно с институтами ТЭП и энергосетьпроект, более активно занимались проблемой замены щитов постоянного тока с одновременным решением вопросов повышения надежности электропитания элементов сети постоянного тока (толчковая нагрузка, релейная защита и т.д.)

Было высказано пожелание, сделать подобные Научно-практические конференции традиционными с периодичностью их проведения не реже 1 раза в 2 года.

Считаем, что это исключительно важная, своевременная и необходимая конференция.

Технический директор
ОАО «Кузбассэнерго»

Ю.А. Грецингер

Материалы с конкурса музыкантов и поэтов «Наконец-то обратили внимание на постоянный ток...»



Н. Козлова, Уралэнергосетьпроект,
1-й приз в поэтическом конкурсе

Приходя на работу, достаю калькулятор
Я задачу решаю,
Выбираю не мужа – аккумулятор.
Пусть темнее темного леса
Постоянный ток
Я решу задачу –
В этом деле я молоток.
Это подтвердил и «Ольдам»,
Пригласив нас – прекрасных дам,
Для которых давно энергетика
Стала ясной, как арифметика.
Ждет родную Россию прогресс
Если мы есть у РАО ЕЭС.
Мы и всю землю согреем,
Поставив Ольдам – батареи!

Козлова Н.
«Уралэнергосетьпроект»



Ю.Лоза «На маленьком плоту...»

Есть сообщение для милых дам
Компанию таких мужчин собрал
«Ольдам»
Они все двигают прогресс
Без них пропали бы и РАО и ЕЭС
Для них – на первом месте
энергетика
Как для Евклида раньше –
арифметика
Сидят, считают и в уме и с
калькулятором
Как у Ольдама прикупить
аккумуляторы!
Ведь как в хозяйстве нужен молоток
Так в энергетике – тот постоянный ток
Тост за любовь, конечно душу греет
Но как, без дам, не жить без батареи!

Уженцев А.Д.
ОАО «Новосибирскэнерго»



Президент электротехнической
комиссии Франции,
доктор П. Ленэ –
победитель конкурса пианистов