

© Дмитрий Мацкевич

справочное руководство

**Система аккумулирования электроэнергии в ЦОД
Свинцово-кислотные аккумуляторы и батареи
Стационарные
Требования и рекомендации
Эксплуатация**

ВЕРСИЯ 1.07

Оглавление

ОГЛАВЛЕНИЕ	2
ОПРЕДЕЛЕНИЯ	9
СОКРАЩЕНИЯ НА АНГЛИЙСКОМ ЯЗЫКЕ	17
СОКРАЩЕНИЯ НА РУССКОМ ЯЗЫКЕ	18
УСЛОВНО-ГРАФИЧЕСКИЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ И ЗНАКИ	19
1 ВВЕДЕНИЕ	20
1.1 О РУКОВОДСТВЕ	20
1.2 АВТОРСКИЕ ПРАВА	20
1.3 ОТ АВТОРА РУКОВОДСТВА	20
1.4 СИСТЕМА АККУМУЛИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ	20
1.5 СТАНДАРТЫ	21
2 ВЫБОР ТЕХНОЛОГИИ АККУМУЛИРОВАНИЯ ЭНЕРГИИ	22
2.1 ВЫБОР ТЕХНОЛОГИИ АККУМУЛИРОВАНИЯ ЭНЕРГИИ	22
2.2 ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ВЫБОР	22
2.2.1 Эксплуатационные факторы.....	22
2.2.2 Физические, нормативные и климатические факторы.....	23
3 ТИПЫ НАКОПИТЕЛЕЙ ЭНЕРГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ЦОД	24
3.1 ХИМИЧЕСКИЕ НАКОПИТЕЛИ ЭНЕРГИИ	24
3.1.1 Свинцово-кислотные аккумуляторы	24
3.1.2 Никель-кадмиевые (Ni-Cd) аккумуляторы	24
3.1.3 Ионно-литиевые аккумуляторы.....	24
3.1.4 Литиево-полимерные аккумуляторы	24
3.1.5 Никель-металл-гидридные аккумуляторы	25
3.2 КИНЕТИЧЕСКИЕ НАКОПИТЕЛИ ЭНЕРГИИ	25
3.2.1 Маховик (роторное колесо).....	25
3.2.2 Индукционная муфта	25
3.2.3 Сжатый воздух.....	25
3.3 СУПЕРКОНДЕНСАТОРЫ.....	25
3.4 ТОПЛИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ.....	25
3.5 ГИБРИДНЫЕ СИСТЕМЫ	26
4 МИНИМАЛЬНОЕ ВРЕМЯ РАБОТЫ ОТ АККУМУЛЯТОРНОЙ БАТАРЕИ	27
4.1 МИНИМАЛЬНОЕ ВРЕМЯ РАБОТЫ СОГЛАСНО VICS1 002-2011	27
4.2 МИНИМАЛЬНОЕ ВРЕМЯ РАБОТЫ СОГЛАСНО TIA-942-A	27
5 СХЕМЫ СОЕДИНЕНИЯ АКБ В СИСТЕМЕ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ	28
5.1 СИСТЕМА АККУМУЛИРОВАНИЯ ЭНЕРГИИ С ОБЩЕЙ БАТАРЕЕЙ	28
5.2 РАСПРЕДЕЛЕННАЯ СИСТЕМА АККУМУЛИРОВАНИЯ ЭНЕРГИИ	28
5.3 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАЗНОРОДНЫХ АККУМУЛЯТОРОВ В ОДНОЙ БАТАРЕЙНОЙ ЛИНЕЙКЕ	28
6 РЕЖИМЫ РАБОТЫ АККУМУЛЯТОРНОЙ БАТАРЕИ	29
6.1 ПАРАЛЛЕЛЬНЫЙ РЕЖИМ	29
6.1.1 Аварийный режим	29
6.1.2 Буферный режим	29
6.1.3 Режим циклирования с неглубоким разрядом	30
6.2 РЕЖИМ ГОТОВНОСТИ.....	30
7 ХИМИЧЕСКИЕ И ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ	31
7.1 УПРОЩЕННАЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ РЕАКЦИЯ.....	31

7.1.1	Процесс разряда	31
7.1.2	Процесс заряда	31
7.2	Доливка воды	31
7.3	ВНУТРЕННЕЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ АККУМУЛЯТОРА	31
8	КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ СВИНЦОВО-КИСЛОТНОГО АККУМУЛЯТОРА	33
8.1	ОСНОВНЫЕ КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ СВИНЦОВО-КИСЛОТНОЙ БАТАРЕИ	33
8.1.1	Корпус и бак аккумулятора	33
8.1.2	Крышка аккумулятора	33
8.1.3	Вентиляционная пробка	34
8.1.4	Электролит	34
8.1.5	Сепаратор	34
8.1.6	Клапан избыточного давления	34
8.1.7	Пакеты пластин (электроды)	34
8.1.8	Требования к токоведущим деталям	34
8.1.9	Выводы (борны)	34
8.2	ТРЕБОВАНИЯ К КОНСТРУКТИВНОМУ ИСПОЛНЕНИЮ СТАЦИОНАРНЫХ АККУМУЛЯТОРОВ	35
8.3	КОМПЛЕКТНОСТЬ АККУМУЛЯТОРОВ	35
9	ЭЛЕКТРОЛИТ	37
9.1	МЕРЫ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ ПРИ РАБОТЕ С ЭЛЕКТРОЛИТОМ	37
9.1.1	Защита при работе с открытыми аккумуляторами	37
9.1.2	Защита при работе с закрытыми аккумуляторами	37
9.1.3	Случайный контакт и оказание доврачебной помощи	37
9.1.3.1	Контакт с глазами	37
9.1.3.2	Контакт с кожей	37
9.1.4	Вспомогательное оборудование и приспособления для технического обслуживания батарей	37
9.1.5	Защита от утечки электролита	38
9.2	ПРИМЕСИ В ЭЛЕКТРОЛИТЕ И ВЛИЯНИЕ НА АККУМУЛЯТОР	38
9.2.1	Марганец	38
9.2.2	Железо	38
9.2.3	Мышьяк	39
9.2.4	Сурьма	39
9.2.5	Хлор	39
9.2.6	Окислы азота и азотная кислота	40
9.2.7	Аммоний	40
9.2.8	Медь	40
9.2.9	Платина	40
9.2.10	Кадмий, никель, олово и цинк	40
9.2.11	Алюминий, калий, магний и натрий	40
9.2.12	Кобальт	41
9.2.13	Кальций	41
9.2.14	Органические соединения	41
9.3	ТРЕБОВАНИЯ К ВОДЕ	41
9.3.1	Использование воды, естественного происхождения	41
9.3.2	Использование дистиллированной или деминерализованной воды	41
9.3.3	Перегонка воды естественного происхождения	41
9.3.3.1	Требование к змеевику, трубка и кранам при перегонке	41
9.3.3.2	Использование армированных резиновых шлангов	42
9.3.3.3	Какие примеси остаются после дистилляции воды	42
9.4	ПРИГОТОВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОЛИТА	42
9.4.1	Вода и кислота	42
9.4.2	Коррекция плотности электролита с учетом температуры	42
9.4.3	Емкости для приготовления электролита	43
9.4.4	Способ смешения воды и кислоты	43
9.4.5	Расчет объемов воды и кислоты	44
9.4.6	Пример расчета для составления 1 литра электролита	44
9.4.7	Температура электролита, заливаемого в аккумулятор	45
9.4.8	Время выдержки электролита	45

9.4.9	Время до начала заряда.....	45
10	КЛАССИФИКАЦИЯ СВИНЦОВО-КИСЛОТНЫХ БАТАРЕЙ	46
10.1	КЛАССИФИКАЦИЯ ПО КОНСТРУКТИВНОМУ ИСПОЛНЕНИЮ	46
10.1.1	Открытые аккумуляторы (обслуживаемые)	46
10.1.2	Закрытые аккумуляторы (необслуживаемые)	46
10.2	КЛАССИФИКАЦИЯ ЗАКРЫТЫХ АККУМУЛЯТОРОВ	47
10.2.1	С загущенным электролитом (GEL)	47
10.2.2	С сепараторами из стекловолоконных матов (AGM).....	47
10.3	КЛАССИФИКАЦИЯ ПО ТИПУ ЭЛЕКТРОДА (DIN).....	48
11	ВЫБОР ТИПА АККУМУЛЯТОРОВ	49
11.1	КРИТЕРИИ ВЫБОРА	49
11.2	ЧАСТЫЕ И ГЛУБОКИЕ РАЗРЯДЫ	49
11.3	КОРОТКИЕ РАЗРЯДЫ	49
11.4	ЗАНИМАЕМАЯ ПЛОЩАДЬ	49
11.5	СРОК СЛУЖБЫ	49
11.6	ЦЕНЫ	50
12	НАПРЯЖЕНИЕ	51
12.1	ОБЩИЕ УСЛОВИЯ	51
12.2	НОМИНАЛЬНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ	51
12.3	НАПРЯЖЕНИЕ ФЛОТИРУЮЩЕГО ЗАРЯДА (ПОСТОЯННЫЙ ПОДЗАРЯД)	51
12.4	НАПРЯЖЕНИЕ ПРИ УСКОРЕННОМ ЗАРЯДЕ.....	51
12.5	КОНЕЧНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ	51
12.6	РЕЗКОЕ ПАДЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ В НАЧАЛЕ РАЗРЯДКЕ	51
12.7	ПАДЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ ПРИ КРАТКОВРЕМЕННОМ РАЗРЯДЕ	51
12.8	РАЗБРОС НАПРЯЖЕНИЙ ОТДЕЛЬНЫХ АККУМУЛЯТОРОВ	52
12.9	НАПРЯЖЕНИЕ УРАВНИТЕЛЬНОГО ЗАРЯДА.....	52
12.10	ПОВЫШЕННОЕ НАПРЯЖЕНИЕ	52
13	РАЗРЯД.....	53
13.1	САМОРАЗРЯД	53
13.2	ОГРАНИЧЕНИЯ РАЗРЯДА ПО НАПРЯЖЕНИЮ	53
13.3	КОНТРОЛЬНЫЙ РАЗРЯД	53
13.4	КОНТРОЛЬНЫЙ РАЗРЯД ПЕРЕД ВВВОДОМ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ	54
13.5	КРАТКОВРЕМЕННЫЙ РАЗРЯД	55
13.5.1	Открытые аккумуляторы	55
13.5.2	Закрытые аккумуляторы	55
13.6	КОЛИЧЕСТВО ЦИКЛОВ РАЗРЯДКИ	55
13.6.1	Открытые аккумуляторы	55
13.6.2	Закрытые аккумуляторы	55
14	ЗАРЯД АККУМУЛЯТОРА И ЗАРЯДНЫЕ УСТРОЙСТВА	56
14.1	НАЧАЛЬНЫЙ ЭТАП ЗАРЯДА	56
14.2	ПОСТОЯННЫЙ ПОДЗАРЯД	56
14.3	ЗАРЯД ПОСЛЕ РАЗРЯДА	56
14.4	УСКОРЕННЫЙ ЗАРЯД	56
14.5	УРАВНИТЕЛЬНЫЙ ЗАРЯД	56
14.5.1	Уравнительный заряд СК аккумуляторов	56
14.5.2	Доливка воды при снижении уровня электролита.....	57
14.5.3	Напряжение уравнительного заряда	57
14.5.4	Частота проведения уравнительного заряда.....	57
14.5.5	Продолжительность уравнительного заряда	57
14.5.6	Уравнительный заряд для отдельных аккумуляторов	57
14.5.7	Одинаковый ток заряда	57
14.5.8	Отклонение напряжения	57
14.6	ТЕМПЕРАТУРА ЭЛЕКТРОЛИТА И БАТАРЕИ ВО ВРЕМЯ ЗАРЯДА	57

14.7	ТЕМПЕРАТУРНАЯ КОМПЕНСАЦИЯ ВО ВРЕМЯ ЗАРЯДА	57
14.8	ТИПЫ РЕЖИМОВ ЗАРЯДА	58
14.8.1	<i>Заряд при постоянном токе</i>	<i>58</i>
14.8.2	<i>Заряд при постоянном токе двухступенчатый</i>	<i>58</i>
14.8.3	<i>Заряд при постоянном напряжении</i>	<i>58</i>
14.8.4	<i>Двухступенчатый режим заряда при постоянных напряжениях</i>	<i>59</i>
14.8.5	<i>Комбинированный режим заряда</i>	<i>59</i>
14.9	ЗАРЯД ОТКРЫТЫХ АККУМУЛЯТОРОВ	60
14.9.1	<i>Заряд сухозаряженных аккумуляторов</i>	<i>60</i>
14.9.1.1	<i>Заряд по графику U1</i>	<i>60</i>
14.9.1.2	<i>Ускоренный заряд по графику I,U</i>	<i>61</i>
14.9.2	<i>Заряд аккумуляторов с залитым электролитом</i>	<i>62</i>
14.10	ЗАРЯД ЗАКРЫТЫХ АККУМУЛЯТОРОВ	63
14.10.1	<i>Заряд по графику U1</i>	<i>63</i>
14.10.2	<i>Ускоренный заряд по графику I,U</i>	<i>64</i>
14.11	КОНТРОЛЬ ВО ВРЕМЯ ЗАРЯДА	64
15	ЗАРЯДНЫЕ И ВЫПРЯМИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА	66
15.1	ЗАЩИТА ОТ ПОВЫШЕНИЯ ВЫХОДНОГО НАПРЯЖЕНИЯ	66
15.2	ТЕМПЕРАТУРНАЯ КОМПЕНСАЦИЯ ЗАРЯДНОГО НАПРЯЖЕНИЯ	66
15.3	МЕРЫ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ ПРИ НАРУШЕНИИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ЗАРЯДНОГО УСТРОЙСТВА	66
15.4	ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПРЯМИТЕЛЯМ И ЗАРЯДНЫМ УСТРОЙСТВАМ	66
16	ЕМКОСТЬ АККУМУЛЯТОРА И АККУМУЛЯТОРНОЙ БАТАРЕИ	68
16.1	НОМИНАЛЬНАЯ ЕМКОСТЬ	68
16.2	ЕМКОСТЬ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВРЕМЕНИ РАЗРЯДА	68
16.3	ЕМКОСТЬ АККУМУЛЯТОРОВ ПРИ ВВОДЕ	68
16.4	УКАЗАНИЕ ЕМКОСТИ АККУМУЛЯТОРА	68
16.5	ЗАВИСИМОСТЬ ЕМКОСТИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ ЭЛЕКТРОЛИТА	69
16.6	ЕМКОСТЬ В КОНЦЕ СРОКА СЛУЖБЫ	69
16.7	УВЕЛИЧЕНИЕ ЕМКОСТИ АККУМУЛЯТОРНОЙ БАТАРЕИ	69
16.8	ИЗМЕРЕНИЕ ЕМКОСТИ АКБ	69
16.8.1	<i>Измерение при помощи нагрузки</i>	<i>69</i>
16.8.2	<i>Измерение при помощи других методов</i>	<i>69</i>
17	СРОК СЛУЖБЫ АККУМУЛЯТОРА	70
17.1	СРОК СЛУЖБЫ СОГЛАСНО ДАННЫМ СТАНДАРТОВ	70
17.2	ОТ ЧЕГО ЗАВИСИТ СРОК СЛУЖБЫ АККУМУЛЯТОРА?	70
17.3	КОНЕЦ СРОКА СЛУЖБЫ АККУМУЛЯТОРА	70
17.4	ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА СРОК СЛУЖБЫ	70
18	РАЗМЕЩЕНИЕ И УСТАНОВКА АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ	71
18.1	ЧТО НЕОБХОДИМО УЧЕСТЬ ПРИ РАЗМЕЩЕНИИ	71
18.2	ТРЕБОВАНИЯ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПРИ РАЗМЕЩЕНИИ АККУМУЛЯТОРОВ	71
18.3	ВАРИАНТ РАЗМЕЩЕНИЯ АККУМУЛЯТОРНОЙ БАТАРЕИ	72
18.4	СПОСОБ РАЗМЕЩЕНИЯ АККУМУЛЯТОРОВ	72
18.4.1	<i>Открытые аккумуляторы</i>	<i>72</i>
18.4.2	<i>Закрытые аккумуляторы</i>	<i>72</i>
18.5	СПЕЦИАЛЬНЫЕ ОТВЕДЕННЫЕ ПЛОЩАДИ С ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ОБОРУДОВАНИЕМ (ЭМП)	73
18.6	РАЗМЕЩЕНИЕ НА СТЕЛЛАЖАХ	73
18.7	РАЗМЕЩЕНИЕ В ШКАФАХ (КАБИНЕТАХ)	74
18.8	РАЗМЕЩЕНИЕ В АККУМУЛЯТОРНОЙ	74
18.8.1	<i>Место размещения аккумуляторной</i>	<i>74</i>
18.8.2	<i>Учет максимальной нагрузки</i>	<i>75</i>
18.8.3	<i>Защищенность аккумуляторной</i>	<i>75</i>
18.9	ОГРАЖДЕНИЕ БАТАРЕИ	75
19	СТРОИТЕЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ	76
19.1	Пол	76

19.1.1	Горизонтальность	76
19.1.2	Асфальтовое покрытие.....	76
19.1.3	Плинтус.....	76
19.1.4	Нагрузка на пол	76
19.1.5	Стойкость пола	76
19.1.6	Сопротивление пола.....	76
19.1.7	Изоляция персонала от пола.....	76
19.2	ДВЕРИ И ОКОННЫЕ РАМЫ	76
19.2.1	Освещение и окна.....	77
19.3	ОСТЕКЛЕНИЕ	77
19.4	ВХОД В ПОМЕЩЕНИЕ	77
19.5	РАБОЧЕЕ ПРОСТРАНСТВО	77
19.6	ВЫХОД.....	77
19.7	ПОТОЛКИ	77
19.8	ОКРАШИВАНИЕ КИСЛОТОСТОЙКОЙ КРАСКОЙ.....	78
20	МАРКИРОВКА, ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНЫЕ ЗНАКИ, РУКОВОДСТВА И ИНСТРУКЦИИ.....	79
20.1	ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНЫЕ МАРКИРОВОЧНЫЕ ЗНАКИ И УВЕДОМЛЕНИЯ.....	79
20.2	ИДЕНТИФИКАЦИОННЫЕ МАРКИРОВОЧНЫЕ ЗНАКИ ИЛИ МАРКИРОВКА АККУМУЛЯТОРОВ И МОНОБЛОЧНЫХ БАТАРЕЙ.....	79
20.3	ВНЕШНИЕ БАТАРЕЙНЫЕ ОТСЕКИ И АККУМУЛЯТОРНЫЕ ОТСЕКИ.....	79
20.4	РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ. ВСТРОЕННАЯ БАТАРЕЯ.....	79
20.5	РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ. ВНЕШНИЕ БАТАРЕЙНЫЕ БЛОКИ.....	80
20.5.1.1	Руководство пользователя. Внешние батарейный отсеки	80
20.6	ИНСТРУКЦИИ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ, МОНТАЖУ И ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ	80
20.7	АККУМУЛЯТОРНЫЙ ЖУРНАЛ.....	81
21	МИКРОКЛИМАТ	82
21.1	ТЕМПЕРАТУРА И ОТНОСИТЕЛЬНАЯ ВЛАЖНОСТЬ	82
21.2	ОТОПЛЕНИЕ АККУМУЛЯТОРНОЙ.....	82
21.3	ГДЕ ИЗМЕРЯТЬ ТЕМПЕРАТУРУ?	82
21.4	РАСЧЕТНАЯ ТЕМПЕРАТУРА	83
22	ВЕНТИЛЯЦИЯ АККУМУЛЯТОРНЫХ УСТАНОВОК.....	84
22.1	ГАЗОВЫДЕЛЕНИЕ	84
22.1.1	Количество выделяемого газа	84
22.1.2	Безопасная концентрация водорода	84
22.2	ТРЕБОВАНИЕ СТАНДАРТОВ К НАЛИЧИЮ ВЕНТИЛЯЦИИ.....	85
22.2.1	Принудительная вентиляция.....	85
22.2.2	Естественная вентиляция.....	85
22.3	МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ТРЕБУЕМОГО ОБЪЕМА ПРИТОЧНОГО ВОЗДУХА	85
22.4	ТРЕБУЕМЫЙ ОБЪЕМ ВЫТЯЖНОГО ВОЗДУХА.....	87
22.5	РАСЧЕТ ПЛОЩАДИ ЕСТЕСТВЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ	88
22.6	ТРЕБОВАНИЯ К ВЕНТИЛЯЦИОННЫМ КОРОБАМ (ВОЗДУХОВОДАМ)	88
22.7	ТРЕБОВАНИЯ К ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ СИСТЕМЕ	88
22.8	ТРЕБОВАНИЯ К ПОТОКУ И СКОРОСТИ ВОЗДУХА	89
22.9	БЛОКИРОВКА ЗАРЯДНОГО УСТРОЙСТВА И СИГНАЛИЗАЦИЯ.....	89
22.10	РАСЧЕТ ВЕНТИЛЯЦИОННОГО ВОЗДУШНОГО ПОТОКА ПРИ НЕРЕГУЛЯРНОМ УСКОРЕННОМ ЗАРЯДЕ.....	89
23	МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ И ЗАЩИТА	90
23.1	ЗАЩИТА ОТ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОРАЖЕНИЯ.....	90
23.1.1	Защита при прямом контакте	90
23.1.2	Защита при косвенном контакте.....	90
23.1.2.1	Защита с помощью автоматического отключения питания	91
23.1.2.2	Промежуточные цепи постоянного тока с электросоединением к источнику переменного тока	94
23.1.2.3	Защита посредством использования оборудования класса II или посредством соответствующей изоляции.....	94
23.1.2.4	Защита посредством электросепарации.....	94
23.1.3	Защита при прямом и косвенном контакте	95
23.1.3.1	Общие положения	95
23.1.3.2	Защита при безопасном сверхнизком напряжении (SELV) или сверхнизком напряжении (PELV)	95

23.1.3.3	Защита при функциональном сверхнизком напряжении (FELV) без защитной электросепарации	95
23.2	БЛОКИРОВКА ЗАРЯДНОГО УСТРОЙСТВА И СИГНАЛИЗАЦИЯ	96
23.3	ИСКРООБРАЗОВАНИЕ	96
23.3.1	<i>Расчет взрывобезопасного расстояния d</i>	97
23.3.1.1	Общие положения	97
23.3.1.2	Определение гипотетического объема V_z	97
23.3.1.3	Поправочные коэффициенты.....	97
23.3.1.4	Расчет безопасного расстояния d	98
23.4	Выход.....	98
24	ЗАЩИТА АККУМУЛЯТОРНОЙ БАТАРЕИ ОТ ПЕРЕГРУЗКИ И КОРОТКИХ ЗАМЫКАНИЙ	100
24.1	ОБЩЕЕ ПОЛОЖЕНИЕ	100
24.2	КОРОТКИЕ ЗАМЫКАНИЯ.....	100
24.3	ТОКИ УТЕЧКИ	100
24.4	РАСЧЕТ ТОКА.....	101
24.5	ЗАЩИТА БАТАРЕЙНЫХ ЦЕПЕЙ	101
24.5.1	<i>Места установки устройств защиты</i>	101
24.5.2	<i>Номинальные параметры защитных устройств</i>	101
25	ТРЕБОВАНИЯ К НАДЕЖНОСТИ	102
25.1.1	<i>Стандарты и уровни надежности</i>	102
25.1.2	<i>Вентиляция</i>	102
25.1.3	<i>Мониторинг</i>	102
25.1.4	<i>Выпрямители</i>	102
26	МОНИТОРИНГ И КОНТРОЛЬ	103
26.1	КОНТРОЛЬ И МОНИТОРИНГ ЗА АККУМУЛЯТОРОМ	103
26.2	КОНТРОЛЬ ЗА ТЕМПЕРАТУРОЙ	103
26.3	КОНТРОЛЬ ЗА ПРОТЕЧКОЙ ЭЛЕКТРОЛИТА.....	103
26.4	МОНИТОРИНГ УРОВНЯ ВОДОРОДА	103
26.5	ПРОВЕРКА И КОНТРОЛЬ	103
27	ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ АККУМУЛЯТОРОВ	105
27.1	МЕЖДУНАРОДНЫЕ ПРАВИЛА ПО БЕЗОПАСНОЙ УПАКОВКЕ И ТРАНСПОРТИРОВКЕ ОПАСНЫХ ГРУЗОВ.....	105
27.2	ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ АККУМУЛЯТОРОВ	105
27.3	ПОГРУЗКА И РАЗГРУЗКА АККУМУЛЯТОРОВ.....	105
27.4	ПЕРЕМЕЩЕНИЕ И ПЕРЕНОСКА АККУМУЛЯТОРОВ	105
27.5	СПОСОБ ХРАНЕНИЯ	106
27.6	ОПТИМАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ХРАНЕНИЯ ОТКРЫТЫХ АККУМУЛЯТОРОВ.....	106
27.7	СРОК ХРАНЕНИЯ ОТКРЫТЫХ АККУМУЛЯТОРОВ БЕЗ ПОДЗАРЯДКИ	106
27.7.1	<i>Сухозаряженных без подзарядки</i>	106
27.7.2	<i>Заполненных электролитом, без подзарядки</i>	106
27.8	ПОДЗАРЯДКА АККУМУЛЯТОРОВ ВО ВРЕМЯ ХРАНЕНИЯ.....	106
27.8.1	<i>Подзарядка открытых аккумуляторы, заполненных электролитом</i>	106
27.8.2	<i>Подзарядка закрытых аккумуляторов</i>	107
28	МОНТАЖ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ.....	108
28.1	СОЕДИНЕНИЕ АККУМУЛЯТОРОВ	110
28.2	ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ СОЕДИНЕНИЕ	110
28.3	ЗАЩИТА КОНТАКТОВ, СОЕДИНЕНИЙ И ЭЛЕКТРОПРОВОДКИ ОТ ВНЕШНИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ	110
28.4	ВИБРАЦИЯ	110
28.5	ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ МОНТАЖА АККУМУЛЯТОРОВ В БАТАРЕЮ	110
29	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ (ТО).....	111
29.1	ОЧИСТКА КОРПУСА БАТАРЕЙ.....	111
29.2	ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫЕ МЕРЫ ПРИ ТЕХНИЧЕСКОМ ОБСЛУЖИВАНИИ	111
29.3	РАБОТЫ СО СВАРОЧНЫМ И ПАЯЛЬНЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ	111
30	ДЕМОНТАЖ И УТИЛИЗАЦИЯ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ.....	113

31	ПРИЛОЖЕНИЯ	114
31.1	ТРЕБОВАНИЯ И РЕКОМЕНДАЦИИ СТАНДАРТА ТИА-942-В К АРХИТЕКТУРЕ И ПОМЕЩЕНИЯМ АККУМУЛЯТОРНОЙ (ТАБЛИЦА 12)	114
31.2	ТРЕБОВАНИЯ И РЕКОМЕНДАЦИИ СТАНДАРТА ТИА-942-В К АКБ ДЛЯ СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ (ТАБЛИЦА 12)	114
31.3	ТРЕБОВАНИЯ И РЕКОМЕНДАЦИИ СТАНДАРТА ТИА-942-В К АКБ ПО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЮ (ТАБЛИЦА 13).....	115
31.4	НОРМЫ НА СЕРНУЮ АККУМУЛЯТОРНУЮ КИСЛОТУ ПО ГОСТ 667-73.....	116
31.5	НОРМЫ НА КИСЛОТУ СЕРНУЮ ОСОБОЙ ЧИСТОТЫ ПО ГОСТ 14262-78.....	116
31.6	НОРМЫ НА КИСЛОТУ СЕРНУЮ ПО ГОСТ 4204-77	116
31.7	НОРМЫ НА ДИСТИЛЛИРОВАННУЮ ВОДУ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЛИТА ПО ГОСТ 6709-72	117
32	ЛИТЕРАТУРА И СТАНДАРТЫ	118