

Аккумуляторные батареи

Электрическим аккумулятором называют устройство, преобразующее электрическую энергию в химическую, которая в случае надобности может быть вновь преобразована в электрическую энергию.

На тепловозах применяются два типа электрических аккумуляторов

Свинцовые (кислотные) и железоникелевые или кадмиевоникелевые (щелочные).

Свое название аккумуляторы получили по материалу, из которого изготовлены их пластины, и используемому электролиту.

<i>Марка</i>	<i>U общее</i>	<i>Тип</i>	<i>Число аккумуляторов</i>	<i>Масса с электролитом</i>	<i>Серия тепловозов</i>
<i>32ТН - 450</i>	<i>64 В</i>	<i>Кислотная</i>	<i>32</i>	<i>1272 кг</i>	<i>ТЭМ2, М62</i>
<i>48ТН - 350</i>	<i>96 В</i>		<i>48</i>	<i>1472 кг</i>	<i>ТЭП70</i>
<i>46ТПЖН-550</i>	<i>57,5 В</i>	<i>Щелочная</i>	<i>46</i>	<i>2100 кг</i>	<i>ТЭ10В, М, У</i>
<i>НКС - 150</i>	<i>90 В</i>		<i>75</i>	<i>967,5 кг</i>	<i>ЧМЭЗ</i>

Электродвижущая сила аккумулятора *ЭДС* зависит от его типа, степени заряженности, плотности электролита, тока разряда (нагрузки) и для широко распространенных типов аккумуляторов находится в пределах *1,2 — 2,2 В*.

Щелочные аккумуляторы бывают двух типов:

кадмиево-никелевые *типа КН (НК)* и железо - никелевые *типа ЖН*. Номинальное напряжение аккумулятора независимо от назначения равно *1.2 В*.

Свинцово-кислотной батареи составляет *2,1В*. Среди всех типов аккумуляторов **свинцово-кислотные** отличаются наименьшей энергетической плотностью. В них отсутствует "**эффект памяти**". Их продолжительный заряд не станет причиной выхода батареи из строя.

Обозначение:

- *32, 46, 48, 68, 72 – количество последовательно включенных аккумуляторов, штук.*
- *250, 350, 450, 550 – номинальная емкость, А ч.*
- *ТП – назначение, тепловозная (пусковая).*
- *Н – вид электродных пластин, намазные.*
- *НЖ, НК – никель -железный, никель кадмиевый*
- *К – конструкция электродов, комбинированная.*
- *Т – таблеточная*
- *У – для умеренного климата*
- *2 – категория размещения (в кузове, металлическом шкафу).*

Основные показатели аккумулятора:

ЭДС, емкость, максимальный ток и внутреннее сопротивление.



ЭДС батареи- это разность потенциалов на ее полюсных выводах без нагрузки (при разомкнутой внешней цепи).

Данная характеристика взаимосвязана со степенью заряженности батареи и по ее величине так же, как и по плотности электролита, можно оценивать состояние батареи и необходимость ее заряда.

Напряжение аккумулятора – это значение *ЭДС* используемой во внешней цепи.



Емкость (номинальная) аккумулятора называется количество электричества, выраженное в ампер-часах (*А ч*), которую может отдать полностью заряженный аккумулятор при разряде до минимально допустимого напряжения на его выводах.

Емкость определяется как произведение тока в амперах на время разряда в часах этим током.

Например, если аккумулятор при токе разряда *10 А может работать 10 ч*, то его емкость равна $10А \times 10 \text{ ч} = 100 \text{ А-ч}$.

Емкость аккумулятора зависит от размеров пластин, длительности времени разряда, величины разрядного тока, температуры и других факторов.

Максимальный ток

Максимальная сила тока разряда аккумуляторов при пуске тепловозных дизелей, которая достигает *1500—2000 А*.

Режим разряда батареи характеризуется силой разрядного тока и его прерывностью.

Чем больше разрядный ток, тем меньше емкость аккумуляторной батареи.

Заряд аккумулятора - это процесс превращения электрической энергии в химическую.

При заряде электрическая энергия подводится к аккумулятору от постороннего источника постоянного тока;

Полностью заряженный аккумулятор после отключения от источника тока имеет *ЭДС*, равную примерно *1,45 В*, значительно ниже, чем у кислотного аккумулятора.



Степень заряженности аккумуляторной батареи влияет на плотность электролита.

При заряде батареи плотность электролита повышается и увеличивается емкость батареи, достигая максимальных значений при полном ее заряде.

Разряд аккумуляторов – это обратный процесс превращения химической энергии в электрическую.

Складывается из ампер-часов, затраченных на питание цепей управления при неработающем дизеле, и ампер-часов затраченных на подготовку и пуск дизеля.

На тепловозах серии 2ТЭ10М должна выдерживать 15 режимов пуска с интервалом времени 1-2 минуты.

Величина, характеризующая степень использования электричества и энергии, выраженная в процентах, называется отдачей аккумулятора.

- **Саморазряд БА** это самопроизвольное снижение емкости аккумуляторной батареи при отключенных от нее потребителях, т. е. при бездействии.
- **Обычно саморазряд батареи не превышает 1%** в сутки, такой саморазряд называют естественным.
- **При более высоком (более 1% в сутки) значении саморазряда, он считается ускоренным** и это свидетельствует о неисправности батареи.

На скорость саморазряда батареи оказывает влияние плотность и температура электролита, отсутствие примесей в электролите и доливаемой в него воде, загрязненность аккумуляторной батареи снаружи, а также срок ее эксплуатации.



Если мощность, потребляемая включенными потребителями, превышает мощность, развиваемую *ВГ, БА*, разряжаясь обеспечивает питание потребителей одновременно с работающим генератором.

При пуске пусковая цепь имеет малое сопротивление, в момент включения пусковых контакторов ток бывает большим, но затем быстро уменьшается по мере увеличения частоты вращения вала дизеля.

Частота вращения вала якоря *ТГ* в режиме электродвигателя прямо пропорциональна подведенному напряжению.

Преимущества щелочных аккумуляторов перед кислотными АБ:

- Большая механическая прочность, меньшая чувствительность к значительным разрядным токам, длительный срок службы и более простое обслуживание.
- Концентрация раствора *КОН* при разряде остается неизменной и напряжение аккумулятора почти не зависит от плотности электролита.

Недостатками щелочных аккумуляторов являются низкие коэффициенты отдачи по емкости (*70 — 71%*) и по энергии (*55—60%*), малое напряжение элемента (*1,2 В вместо 2 В у кислотного*) и повышенные габаритные размеры и масса.

- Стоимость щелочного выше (при одинаковых условиях в *4-6 раз* больше кислотного).
- При низких наружных температурах, если не утеплить щелочные аккумуляторы, то их емкость резко снижается.

У кислотных БА высокий ЭДС, КПД и коэффициент отдачи по емкости.

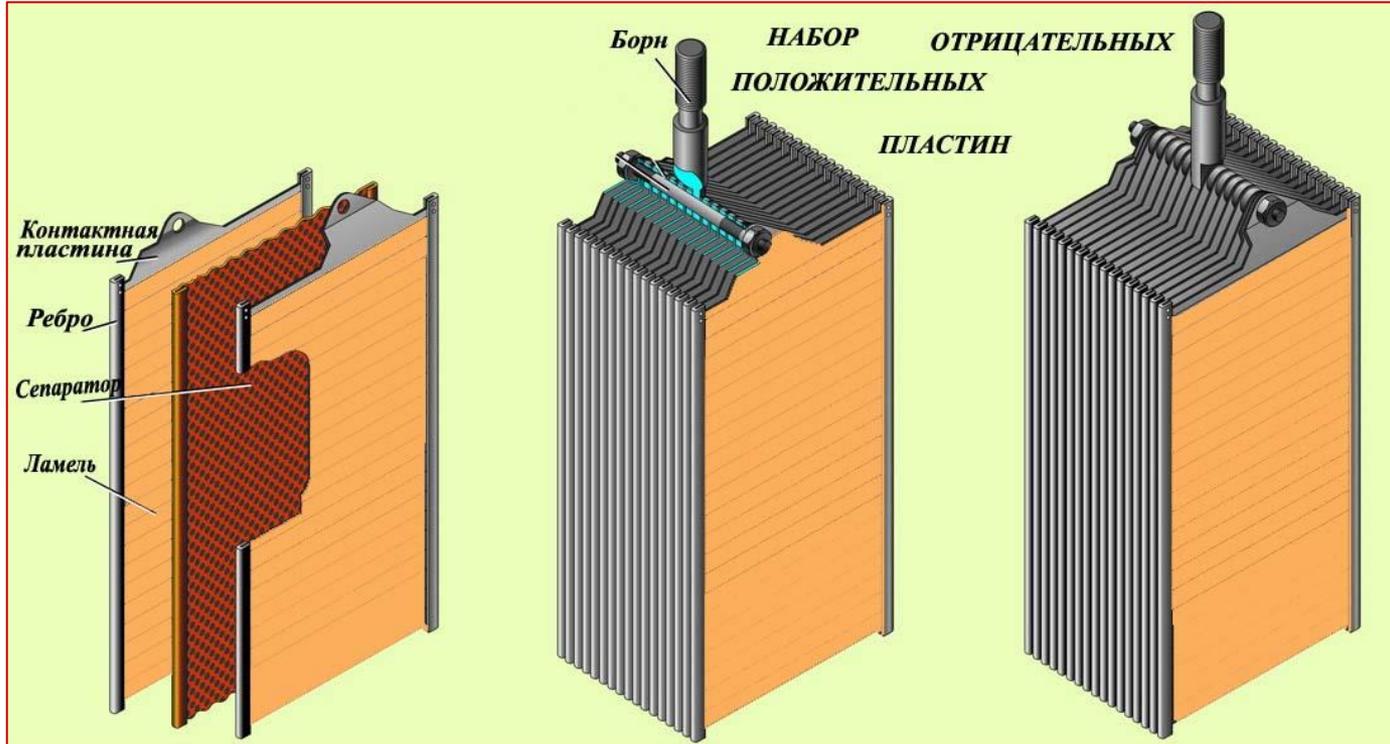
Недостатки кислотных батарей:

- Невысокий срок службы
- Трудоемкость обслуживания
- Зависимость плотности электролита от степени заряженности аккумулятора, из-за чего разряженный аккумулятор при отрицательных температурах может замерзнуть, а это приводит к его полному разрушению.
- Чтобы предупредить замерзание электролита, его плотность должна изменяться в зависимости от времени года.
- Летом 1,240 – 1,250 г/см³
- Зимой 1,260 г/см³.



Щелочной аккумулятор состоит из стального никелированного сосуда, блоков положительных и отрицательных пластин и электролита.

В качестве электролита для этих аккумуляторов применяется раствор щелочи — едкого калий (**КОН**) в дистиллированной воде.



Для полного использования отрицательных пластин положительные пластины щелочного аккумулятора должны содержать в два раза больше активной массы. Поэтому пакеты с активной массой положительных пластин делаются толще, чем отрицательных.

В каждом аккумуляторе типа **ТПЖН** имеется **36 положительных и 34 отрицательных пластины**, типа **NKS** - **34 положительных и 32 отрицательных**.

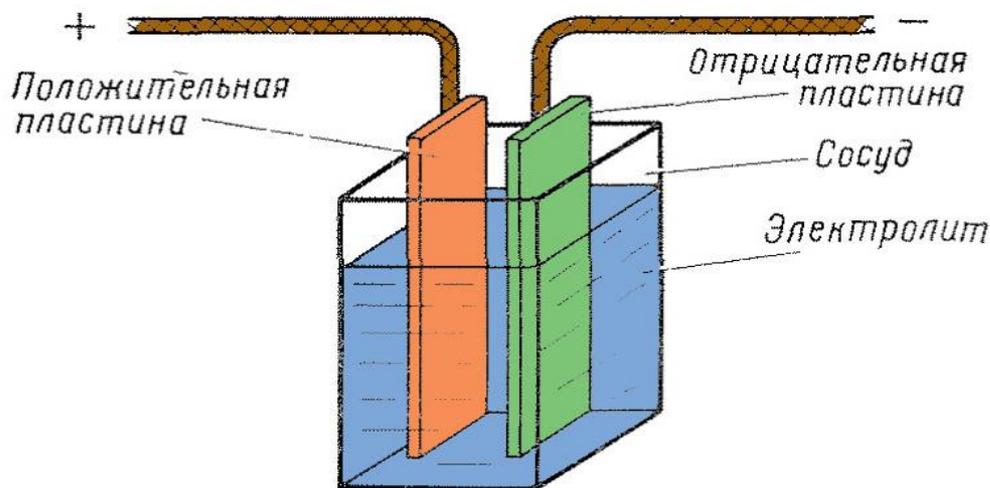
Номинальная емкость и номинальное напряжение при **20 °C** соответствуют **5- часовому режиму разряда**

Номинальное напряжение аккумуляторной батареи равно числу аккумуляторов, умноженному на **1,2 В**. **Напряжение в конце разряда 1 В**. Время заряда аккумуляторов и батарей **15 ч**.

Активная масса положительных электродов состоит из гидроксида никеля, активная масса отрицательных электродов — из кадмия или железа. Электролитом служит раствор гидроксида калия (*КОН*) плотностью *1190+1210 кг/м³* с добавкой *20 кг/м³* моногидрата гидроксида лития. Большинство *никель-кадмиевых и никель-железных* аккумуляторов выпускается в ламельном исполнении, активная масса помещается внутри стальных перфорированных коробок (ламелей). Аккумуляторы помещаются в стальные никелированные сосуды.

Пластины аккумулятора изготовлены в виде пакетов из тонкой никелированной стали и заполнены активной массой.

Батареи помещаются в деревянные ящики, рамки или металлические каркасы. Батареи в металлических каркасах обозначаются буквой *К*.



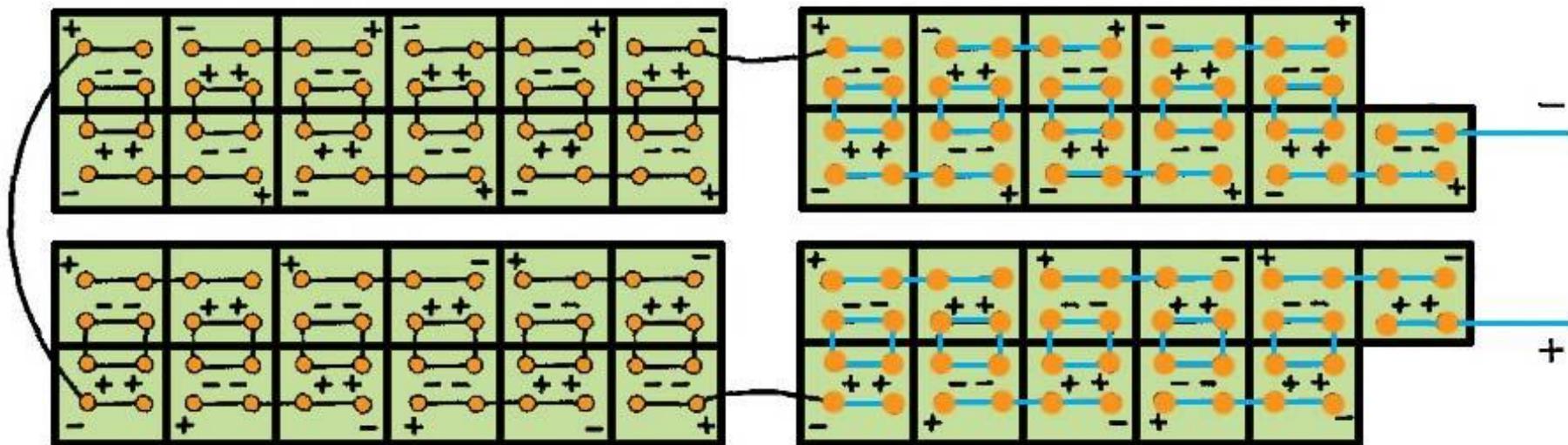
Кроме того, в обозначениях батарей буква *T* указывает вывод на торцевую сторону, римская цифра — расположение аккумуляторов в рамках: *I* — в один ряд по длине, *II* — в два ряда по длине.

Емкость никель-кадмиевых аккумуляторов составляет не менее *0,6 номинальной емкости при — 20 °С* и не менее *0,2 номинальной емкости при — 40 °С*.

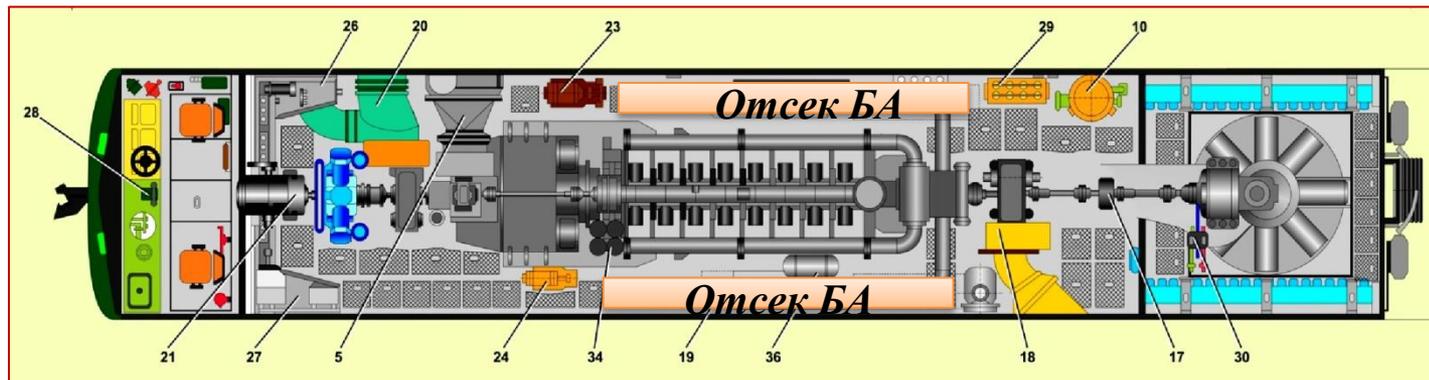
Срок хранения ламельных никель-кадмиевых аккумуляторов *5 лет*, никель-железных аккумуляторов *3,5 года*, наработка — *1000 циклов*.

Электродвижущая сила одного кислотного или щелочного аккумулятора и, следовательно, отдаваемая им мощность весьма малы. Поэтому на тепловозах устанавливаются аккумуляторные батареи, состоящие из многих аккумуляторов, соединенных последовательно.

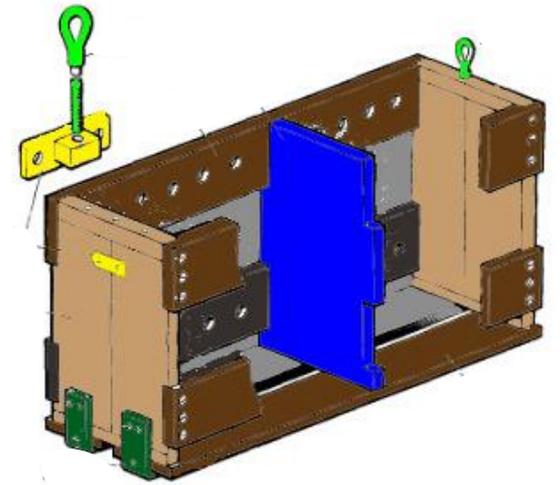
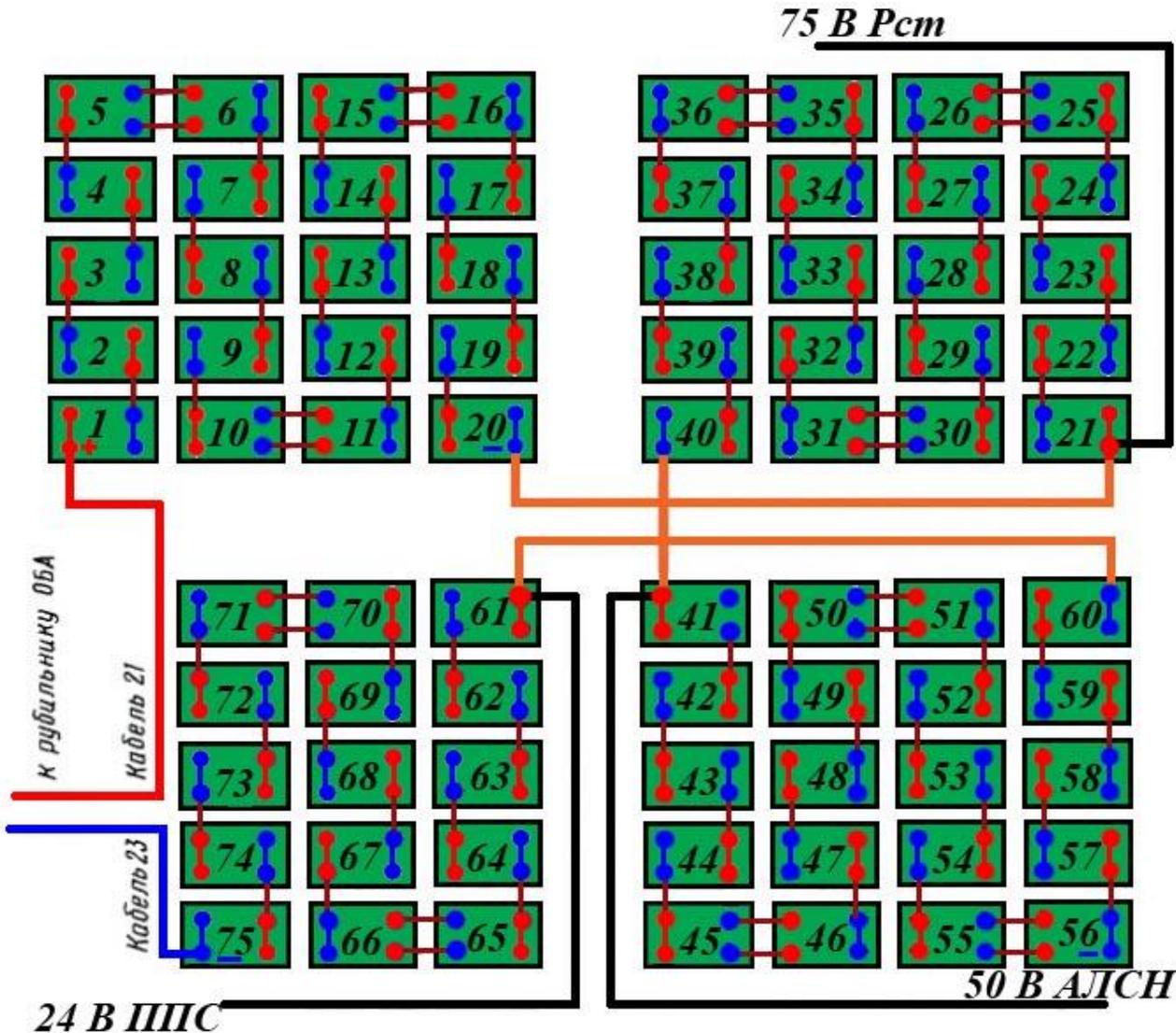
Последовательное соединение аккумуляторов на одной секции тепловоза 2ТЭ10М



На тепловозах серии *ТЭ10*, *АБ* размещают с левой и правой сторон дизеля под «поликками» в специальных отсеках предусмотренных для аккумуляторов.



Состоит из **75** последовательно соединенных никель-кадмиевых аккумуляторов и составляет **15** секций. Банки размещают в деревянные ящики (по пять аккумуляторов, который образуют секцию) всего **15 секций** и устанавливают в отсек **АБ** в задней части кузова тепловоза на два стеллажа в разных уровнях.



Батарея при эксплуатации обеспечивает не менее 15 последовательных запусков дизеля тепловоза.

Режим одного запуска соответствует:

<i>Ток разряда</i>	<i>100А</i>	<i>Длительность разряда</i>	<i>60 с</i>
<i>Ток разряда</i>	<i>800А</i>	<i>Длительность разряда</i>	<i>12 с</i>
<i>Ток разряда</i>	<i>1800А</i>	<i>Длительность разряда</i>	<i>3 с</i>

**Минимальное допустимое напряжение БА типа ТПЖН составляет 46 В
типа NKS - 75В**

<i>Плотность</i>	<i>NKS – 150</i>	<i>ТПЖН - 550</i>
<i>Летом</i>	<i>1,19 – 1,21 г/см³</i>	<i>1,18 – 1,23 г/см³</i>
<i>Зимой</i>	<i>1,22 – 1,23 г/см³</i>	<i>1,25 – 1,29 г/см³.</i>

Уровень электролита должен превышать верхнюю кромку электродов на **55 мм летом и на 30 мм** зимой.

При повышении плотности электролита емкость батареи повышается до определенных пределов. При чрезмерном увеличении плотности ускоряются коррозионные процессы на электродах, их разрушение, которое приводит к снижению срока службы.

Малая плотность электролита снижает емкость батареи, а при низкой температуре окружающего воздуха, электролит может замерзнуть.

Оптимальная плотность электролита устанавливается исходя из условий эксплуатации. Во время заряда батареи плотность электролита падает и по ней определяют состояние батареи и степень разреженности.

Перед постановкой новой батареи на тепловоз она подвергается одному – трем тренировочным циклам (заряд – разряд).

Заряд током 150 А в течение 12 ч, разряд током 110А в течение 5 ч, разряд прекращается при достижении напряжения 1 В хотя бы на одном аккумуляторе.

Второй и третий циклы проводятся в том случае, если на предыдущем цикле имеются аккумуляторы с напряжением ниже **1 В**.

<i>Измеряемые параметры</i>	<i>Кислотная</i>	<i>Щелочная</i>
<i>Пробная нагрузка для проверки изменения напряжения, кВт</i>	<i>1,5 – 2,0</i>	
<i>Снижение напряжения под нагрузкой, В</i>	<i>6 – 8</i>	<i>4 – 6</i>
<i>Ток зарядки батареи, при котором можно глушить дизель, А</i>	<i>10</i>	<i>25</i>
<i>Максимальный ток заряда батареи в начале работы дизеля, А</i>	<i>70</i>	<i>150</i>

Количество электролита, потребное для заливки одной батареи **32ТН-450-У2**, составляет около **225 л**, для **48ТН-450-У2** составляет около **340 л**.

Факторы, сокращающие срок службы аккумуляторов и батарей
систематические недозаряды;
глубокие разряды ниже конечных напряжений;
снижение уровня электролита ниже верхнего края пластин;
повышенная плотность электролита при температуре выше 0° С;
повышение температуры.