

# Проектирование освещения от ИБП в условиях отрицательных температур

## Моргунов Д. Н.<sup>1</sup>, Лабунский Л. С.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Моргунов Денис Николаевич / Morgunov Denis Nikolayevich – аспирант;

<sup>2</sup>Лабунский Леонид Сергеевич / Labunskii Leonid Sergeevich – доцент, кандидат технических наук, кафедра электроснабжения железнодорожного транспорта, факультет систем обеспечения движения поездов, Самарский государственный университет путей сообщения, г. Самара

**Аннотация:** в статье анализируются основные типы и параметры аккумуляторов. Рассматриваются объекты освещения. Сравниваются возможные варианты электроснабжения светильников аварийного освещения.

**Ключевые слова:** источник бесперебойного питания ИБП, аварийное, кислотно-свинцовые, щелочные, литиевые, гелиевые, AMG.

### Проектирование освещения от ИБП в условиях отрицательных температур

В настоящее время на объектах ОАО РЖД в больших объемах проводится реконструкция систем освещения. Все осветительные установки, используемые на железнодорожном транспорте, делятся на установки наружного освещения (территории железнодорожных станций) и осветительные установки помещений. Электрическое освещение на объектах транспорта должно быть выполнено согласно ПУЭ и ПТЭП. Рабочее и аварийное освещение во всех помещениях, на рабочих местах, открытых пространствах и улицах должно обеспечивать освещенность в соответствии с установленными требованиями [2].

Нормируемые уровни освещенности открытых территорий достаточно низкие (от 0,5 до 30 лк, в отдельных зонах до 50 лк), их обеспечение определяется качеством проектирования осветительных установок и уровнем их последующей эксплуатации.

Территории железнодорожных станций по особенностям освещения можно разделить на две группы:

«1» – парки станций, где большая часть путей практически всегда занята подвижным составом (сортировочные, пассажирские, участковые);

«2» – территории, не занятые постоянно подвижным составом (горб и спускная часть сортировочной горки, горловины парков, стрелочные зоны, вытяжные пути, грузовые склады, пассажирские платформы и т.п.) [4].

В зависимости от группы территории осветительные установки выполняются с использованием различных источников света и способов их расположения. Каждый объект освещения требует индивидуального подхода, анализа и применения определенных приборов. Особенно актуально аварийное (эвакуационное) освещение в условиях низких температур.

Рассмотрим конкретный пример применения аварийного (эвакуационного) освещения в железнодорожном тоннеле Восточносибирской железной дороги Байкало-Амурской магистрали, который состоит в реконструкции существующего освещения с предложением технических решений на тоннельном переходе.

В соответствии с ОСТ 32.120-98 «Нормы искусственного освещения объектов железнодорожного транспорта» величина освещенности объекта в режиме аварийного освещения должна быть не менее 0,5 Лк. Расстояние между осветительными приборами в тоннелях составляет 30 метров. Добиться указанной освещенности при таком расстоянии возможно только применением светильников со световым потоком не менее 4000 Лм и типом кривой силы света Ш. Для уменьшения потребляемой мощности предлагается использовать светодиодный светильник. Аварийное эвакуационное освещение должно быть предусмотрено во всех помещениях, где возможно пребывание более 50 чел, а также на всех лестницах проходах и других путях эвакуации. Световые указатели должны присоединяться к источнику питания освещения безопасности или эвакуационного освещения или автоматически на него переключаться при исчезновении напряжения на основных источниках. Световые указатели должны быть включены в течение всего времени пребывания людей в помещениях [1].

Климат в рассматриваемом районе Байкало-Амурской магистрали изменяется от резко континентального до умеренно континентального, при котором характерны сильные колебания температуры воздуха в течение года. В связи с большой протяженностью края в меридиональном направлении климат очень неоднороден и характеризуется низкими зимними температурами до - 60°С и высокими летними до + 39°С.

В таблице № 1 представлен температурный показатель (абсолютный минимум) для данного региона.

Таблица 1. Температурный показатель (абсолютный минимум) [5].

| Мес<br>яц,<br>декада | Ноя I | Ноя II | Ноя III | Дек I | Дек II | Дек III | Янв. I | Янв. II | Янв. III | Фев I | Фев II | Фев III | Маар I | Маар II |
|----------------------|-------|--------|---------|-------|--------|---------|--------|---------|----------|-------|--------|---------|--------|---------|
|----------------------|-------|--------|---------|-------|--------|---------|--------|---------|----------|-------|--------|---------|--------|---------|

|                 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Абс.<br>min, °C | -30,7 | -38,0 | -42,3 | -44,1 | -47,0 | -45,9 | -52,8 | -49,2 | -45,4 | -41,6 | -39,8 | -39,3 | -38,7 | -35,2 |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|

Существуют различные конструкции светодиодных светильников как со встроенным аккумуляторным блоком, так и с внешним независимым источником бесперебойного питания ИБП. Как правило, светодиодный светильник со световым потоком 4000 Лм имеет мощность не менее 40 Вт.

Для встроенного аккумуляторного блока применяют аккумуляторные батареи различного типа и исполнения. Наиболее распространенные виды это кислотно-свинцовые, щелочные, литиевые, гелиевые и AMG. Рассмотрим их характеристики.

Кислотно-свинцовые аккумуляторы относительно неплохо переносят отрицательные температуры и широко распространены, но имеют свои недостатки - периодически нужно проверять уровень электролита и степень заряженности аккумуляторов. Аккумуляторы должны периодически заряжаться. Хранение незаряженных аккумуляторов недопустимо. При неправильной эксплуатации аккумуляторов (разряде ниже 1,8—1,7 В, систематическом недозаряде, неправильном проведении заряда, длительном хранении незаряженного аккумулятора, понижении уровня электролита, чрезмерной плотности электролита) происходит повреждение их пластин, называемое сульфатацией [3].

Щелочные аккумуляторы имеют большие габариты, а напряжение щелочного аккумулятора при разряде почти на 40% ниже, чем у кислотного, вследствие чего при одном и том же напряжении количество аккумуляторов в щелочной батарее будет больше, чем в кислотной. Внутреннее сопротивление щелочного аккумулятора значительно выше, чем у кислотного, следовательно, его напряжение, особенно при больших токах разряда, падает гораздо быстрее и при очень интенсивном разряде аккумуляторной батареи резко уменьшается.

Литиевые аккумуляторы имеют небольшие габариты, но разрядка таких аккумуляторов в условиях низких температур приводит к снижению отдаваемой энергии, в особенности при температурах ниже 0 °С. Так, снижение запаса отдаваемой энергии при понижении температуры от +20 °С до +4 °С приводит к уменьшению отдаваемой энергии на ~5-7%, дальнейшее понижение температуры разрядки ниже 0 °С приводит к потере отдаваемой энергии на десятки процентов и может приводить к преждевременному истощению ресурса. Химические процессы заряда литий-ионных аккумуляторов более чувствительны к температурам заряжения, и оптимальны при температурах ~ +20 °С, а при температурах ниже +5 °С зарядка аккумуляторов не рекомендована.

Гелиевый аккумулятор это такой же свинцово-кислотный аккумулятор, но с рядом усовершенствований, которые влекут за собой определённые выгоды. Основное отличие состоит в том, что электролит не в жидком виде, а в гелиевой консистенции. AGM-аккумуляторы - это кислотные жидкостные аккумуляторы, и лишь применение тончайшего стекловолокна физически придает электролиту необходимую консистенцию. Электролит в таких аккумуляторах содержится в специальных сепараторах, которые надежно отделяют пластины друг от друга. Корпус такой батареи полностью герметичен и не требует обслуживания. Батареи имеют выше ток и емкость, но все равно чрезмерно низкие температуры приводят к неработоспособности АКБ.

Следовательно, ввиду невозможности обеспечения работоспособности при низких температурах принято решение не использовать осветительные приборы с встроенными АКБ.

Тогда единственным решением становится применение внешнего источника бесперебойного питания для резервного электроснабжения приборов аварийного освещения. Предлагается применить в качестве источника питания блок, состоящий из инвертора и комплекта гелиевых аккумуляторов, установленных в утепленной стойке, оборудованной принудительной вентиляцией летом и обогревом зимой.

Инвертор представляет собой автономный преобразователь постоянного напряжения (инвертор напряжения) аккумуляторной батареи 48 В в переменное напряжение 220 В с частотой 50 Гц, с функцией заряда АКБ при работе от сети.

Если же электроснабжение от сети отсутствует, то совместно с бензо/дизель/газогенератором, инвертор с несколькими АКБ (например, 4 по 200 А·ч) может служить источником автономного электроснабжения с очень высоким КПД. Генератор может включаться лишь изредка, раз в несколько суток (для подзарядки АКБ).

Для проверки предлагаемого технического решения в лаборатории ООО «Энергостандарт» был испытан инвертор марки «MAP-PRO-48-4-5». Технические характеристики: Мощность - 3 кВт; КПД% - 96; Напряжение, В - 48; Напряжение (вых.) - 220 В; Частота Гц- 50; Пиковая мощность, кВт\*- 5; Максимальная мощность, кВт\*\* - 3; Номинальная мощность, кВт - 2; Собственное потребление на хх, Вт- 14.4 - 24.

Отличительной особенностью конструкции инвертора «MAP-PRO-48-4-5» является то, что все платы внутри прибора покрыты специальным лаком. Это обеспечивает устойчивость к высокой влажности и образованию конденсата при температурных колебаниях. Испытания в климатической камере при низких температурах подтвердили надёжную работу инвертора вплоть до -50 С.

### *Литература*

1. Москва: Научно-технический центр по безопасности в промышленности. «Правила устройства электроустановок», 2007. 584 с.
2. Москва: Госэнергонадзор Минэнерго России. «Правило технической эксплуатации электроустановок потребителей», 2003. 392 с.
3. [Электронный ресурс]: Электротехника. Режим доступа: <http://electrono.ru/ximicheskie-istochniki-toka/42-kislotnye-akkumulyatory/> (дата обращения: 3.11.16).
4. [Электронный ресурс]: Клинский институт охраны и условий труда. Режим доступа: <http://edu.trudcontrol.ru/~3d/item/paxlJuqG/> (дата обращения 5.11.16).
5. [Электронный ресурс]: Википедия. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/> (дата обращения 4.11.16).