МПС РФ

Уральский государственный университет

путей сообщения

Кафедра «Вагоны»

**ВЫБОР ОСНОВНОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ И СЕТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПАССАЖИРСКОГО ВАГОНА**

**Пояснительная записка к курсовому проекту по дисциплине** **«Электрооборудование вагонов»**

Работу проверил:

к.т.н., доцент

Зыков Ю. В.

Работу выполнил:

ст. 5 курса ЗФ

Коновалов И. Н. 96/01-В-519

Екатеринбург, 2003

**Задание на курсовой проект**

# **Вариант № 19**

## Таблица 1 - Исходные данные для разработки общей части курсового проекта

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1. | Тип вагона | Купированный с кондиционированием воздуха, 36 пассажиров |
| 2. | Система электроснабжения | Индивидуальная |
| 3. | Род тока в подвагонной магистрали и электрической сети вагона | Постоянный |
| 4. | Номинальное напряжение | 110 |
| 5. | Материал проводов | Аллюминий / медь |
| 6. | Отопление | Водяное |
| 7. | Продолжительность солнечного облучения в течении суток | 14 ч |
| 8. | Количество свежего воздуха, подаваемого в вагон на одного пассажира |  |
| 9. | Температура внутри вагона летом | 20°С |
| 10. | Температура внутри вагона зимой | 18°С |
| 11. | Температура снаружи вагона летом | 40°С |
| 12. | Температура снаружи вагона зимой | -40°С |
| 13. | Количество тепла, выделяемого одним пассажиром | 90 Дж/с |
| 14. | Подача насоса отопления |  |
| 15. | Подача вентилятора конденсатора |  |
| 16. | Напор насоса отопления | 4,5 м |
| 17. | Напор вентилятора охладителя |  |
| 18. | Напор вентилятора конденсатора |  |

Разработать технологию ремонта осветительной аппаратуры и ее испытания.

1. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ПАССАЖИРСКОГО ВАГОНА

**Система электроснабжения вагона**

**1.1 Освещение вагона**

Для освещения вагона применяются как лампы накаливания, так и люминесцентные. По сравнению с лампами накаливания применение люминесцентных ламп позволяет обеспечить более высокий уровень освещенности помещений вагона.

**1.2 Вентиляция вагона**

Вагон имеет приточную принудительную вентиляцию. Наружный воздух перед попаданием в вагон очищается от пыли и подогревается или охлаждается в зависимости от времени года.

Наружный воздух нагнетается в вагон с помощью центробежных вентиляторов, приводимых во вращение электродвигателем. Вентиляционный агрегат находится в тамбуре котлового конца вагона между потолком тамбура и крышей вагона. В приводах вентиляторов с двигателями постоянного тока для обеспечения плавного пуска и регулирования частоты вращения применяются схемы с пускорегулирующими реостатами и добавочными резисторами, сопротивления которых изменяются вручную или автоматически.

От вентиляторов воздух по воздуховоду, расположенному между крышей и потолком вагона по всей его длине, подается в вагон. В начале воздуховода располагается водяной калорифер и воздухоохладитель (испаритель).

**1.3 Отопление вагона**

Вагон оборудован водяной системой отопления. В вагоне устанавливается котел с угольной топкой.

Система водяного отопления может работать в нескольких режимах, которые устанавливают вручную с помощью специальных режимных переключателей в зависимости от населенности вагона и температуры окружающей среды. Автоматическое регулирование температуры внутри вагона осуществляется с помощью термостатов, которые изменяют частоту вращения вентилятора.

**1.4 Система охлаждения воздуха**

Установка кондиционирования воздуха с компрессионной холодильной машиной состоит из следующих основных узлов и систем: компрессорного агрегата, конденсаторного агрегата, узла кондиционирования воздуха, систем вентиляции и отопления, приборов автоматического регулирования и защиты.

Общим для всех установок кондиционирования воздуха с компрессионной холодильной машиной является расположение воздухоохладителя в пространстве между крышей и потолком, а компрессорного и конденсаторного агрегатов под рамой вагона. Все аппараты функционально связаны в общую схему взаимодействия и включаются в работу в зависимости от заданного режима установки кондиционирования воздуха.

**1.5 Электроприводы вентиляторов, компрессоров**

В вагонах с автономной системой электроснабжения используют электродвигатели постоянного тока.

Электродвигатели привода компрессоров установок для кондиционирования воздуха монтируют под кузовом вагона. Электродвигатель с компрессором укрепляют в специальном каркасе, который подвешивают к кузову вагона через амортизаторы.

**1.6 Распределение электроэнергии**

Электроэнергия от генератора или аккумулятора поступает по проводам сначала к распределительному щиту, а затем от него к потребителям. На распределительном щите сосредоточена коммутационная и защитная аппаратура для управления потребителями и защиты сети от коротких замыканий и перегрузок. Щит устанавливается в служебном купе. На щите также монтируются электроизмерительные приборы (А-метры, В-метры), сигнальные лампы. Для обеспечения безопасности обслуживающего персонала аппараты и приборы, а также все металлические конструкции заземлены (соединены с корпусом вагона).

Коммутационная аппаратура – устройства, служащие для включения, выключения и переключения электрических цепей (выключатели, переключатели, кнопки, реле, контакторы и т. д.).

Аппаратура для защиты от перегрузок и КЗ – плавкие предохранители, тепловые реле и автоматические выключатели (автоматы).

**2.РАСПОЛОЖЕНИЕ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯВ ПАССАЖИРСКОМ ВАГОНЕ**

**2.1 Расположение оборудования в пассажирском вагоне**

На рисунке 2.1 приведена схема расположения оборудования пассажирского вагона с кондиционированием воздуха и электрическим отоплением.

Внутри вагона расположены:

1 - вентилятор системы вентиляции вагона с электродвигателем;

2 - калорифер для подогрева воздуха;

3 - воздухоохладитель вентиляционного воздуха;

4 - распределительный щит;

5 - электрокипятильник питьевой воды;

6 - светильники купе;

7 - светильники бокового коридора;

8 - электродвигатель компрессора водоохладителя;

9 - преобразователь для питания электробритв;

Оборудование расположенное под вагоном:

11 - ящик с пусковыми сопротивлениями;

12 - ящик с предохранителями аккумуляторных батарей;

13 - ящик с аккумуляторными батареями;

14 - компрессор и электродвигатель компрессора холодильной установки;

15 - вентилятор конденсатора с электродвигателем и конденсатор;

16 - ящик с аппаратурой управления холодильной установкой;



Рисунок 2.1. План расположения электрооборудования в вагоне

1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЩНОСТИ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ПАССАЖИРСКОГО ВАГОНА

**3.1 Определение мощности двигателей вентиляторов**

На пассажирском вагоне с кондиционированием воздуха устанавливаются вентиляторы системы вентиляции вагона и вентилятор конденсатора.

Для вентилятора системы вентиляции вагона условия работы в летний и зимний периоды различны, так как различно количество подаваемого в вагон воздуха. Электродвигатель выбирают по большему значению получившейся мощности.

Мощность двигателя вентилятора системы вентиляции вагона

,



где - коэффициент запаса мощности;



- производительность вентилятора, м3/с;



- суммарный напор, создаваемый вентиляторами, мм водяного столба;



- КПД вентилятора.



Производительность вентилятора системы вентиляции вагона в м3/с:

в зимний период

,



в летний период

,



где - расчетная норма подачи наружного воздуха на одного пассажира в зимний период, м3/с;



- расчетная норма подачи наружного воздуха на одного пассажира в летний период,



м3/с;



- расчетное число пассажиров в вагоне (по условию )



- коэффициент рециркуляции вентиляционного воздуха



Таким образом имеем:



Определим мощность двигателя вентилятора в зимний и летний периоды:



Выбираем электродвигатель по большему значению полученной мощности и результаты заносим в таблицу 3.1.

Для двигателя вентилятора конденсатора имеем:

,



где - коэффициент запаса мощности



- производительность вентилятора конденсатора



- напор создаваемый вентилятором



- КПД вентилятора



Выбираем электродвигатель и результаты заносим в таблицу 3.1.

**3.2 Определение мощности двигателя компрессора установки охлаждения воздуха**

Мощность электродвигателя в кВт

,



где - коэффициент учитывающий прерывистый характер работы компрессора;



- общий (полный) тепловой поток, который должен быть отведен воздухоохладителем, вт;



Общий (полный) тепловой поток складывается из шести тепловых потоков:

1) тепловой поток, поступающий через поверхность кузова вагона:

,



где - температуры воздуха внутри и снаружи вагона летом, °С;



- средний коэффициент теплоотдачи поверхности вагона,



2) тепловой поток от инфильтрации для летнего периода эксплуатации:



3) тепловой поток, приносимый наружным воздухом при вентиляции вагона:



4) тепловой поток за счет солнечной радиации:

,



где

-расчетная поверхность кузова вагона, подвергающаяся солнечной радиации,м2



- расчетная (максимальная) температуры поверхности кузова, °С;



- продолжительность солнечного облучения вагона в течении суток, ч



5) тепловой поток, выделяемый пассажирами вагона:



где q = 90 - мощность теплового потока, выделяемого одним пассажиром;

6) мощность теплового потока от электродвигателей, расположенных внутри вагона, осветительных и других электроприборов



Общий (полный) тепловой поток, который должен быть отведен воздухоохладителем;

.



Требуемая мощность двигателя компрессора:



3.3 Выбор двигателей по каталогу

По найденной мощности и с учетом условий работы выбираем по каталогу необходимые электродвигатели, результаты сводим в таблицу 3.1.

Таблица 3.1 - Электродвигатели, устанавливаемые в вагоне

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Двигатель | Расчетная  мощность, кВт | Номинальная  мощность, кВт | Тип | Номинальный  ток при напряжении  110 В, А | Номинальный  КПД |
| Вентилятора системы  вентиляции вагона | 1,361 | 1,5 | П - 31 | 17,37 | 78,5 |
| Вентилятора  конденсатора | 2,687 | 2,2 | П – 32 | 23,95 | 83,5 |
| Компрессора | 11,951 | 11,0 | П - 61 | 118,34 | 84,5 |

Определим значения номинальных токов при номинальном напряжении 110 В по формуле:

.,



* 1. Определение мощности осветительной нагрузки

Используя опыт проектирования освещения пассажирских вагонов принимаем: люминесцентное освещение для купе и полукупе, служебного отделения и прохода; лампы накаливания для освещения тамбуров, туалетов, коридоров, котельного отделения, посадочных и сигнальных фонарей и др.

Мощность осветительной нагрузки в Вт для каждого из помещений вагона определяем по приведенной ниже формуле, результаты сводим в таблицу 3.2.

,



где

- удельная мощность осветительной нагрузки для данного помещения, Вт/м2;



- площадь помещения, м2;



Таблица 3.2. - Расчет осветительной нагрузки вагона

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Помещение вагона | p, Вт/м2 | FП,  м2 | PОП,  Вт | Принимается | | Количество ламп на вагон | Вт |
| светильник | тип и мощность лампы, Вт |
| Люминесцентные лампы | | | | | | | |
| 9 Купе | 12 | 3,4 | 40,8 | Комбиниров. | ЛБ-20 | 22 | 367,2  25  28,8 |
| Служебное отделение | 10 | 2,5 | 25 |
| Полукупе | 12 | 2,4 | 28,8 |
| Боковой проход, малый и большой коридор | 8 | 19 | 152 | Комбиниров. | ЛБ-20 | 7 | 152 |
|  | | | | | |  | |
| Лампы накаливания | | | | | | | |
| 9 Купе | 16 | 3,4 | 54,4 | Комбиниров. | Ж110-25  Ж110-15  (синего цв) | 11  11 | 489,6  40  24 |
| Служебное отделение | 16 | 2,5 | 40 |
| Полукупе | 10 | 2,4 | 24 |
| Проход и коридоры | 9 | 19 | 171 | Комбиниров. | Ж110-25 | 7 | 171 |
| Тамбуры | 9 | 2,7 | 24,3 | Одноламповый | Ж110-25 | 4 | 48,6 |
| Хвостовые сигнальные фонари | - | - | - | - | Ж110-40 | 6 |  |
| Посадочные фонари | - | - | - | - | Ж110-15 | 2 |
| Туалет | 10 | 1,26 | 12,6 | Одноламповый | Ж110-25 | 2 | 25,4 |
| Для чтения в купе,  В распред. шкафу, в котельном отделении | - | - | - | - | Ж110-15 | 45 | 400 |
|  | | | | |  | | |
| Суммарная осветительная нагрузка: | | | | | | | |

Для люминисцентного освещения вагона выбираем машинный преобразователь

FU-66 (ГДР) с номинальными данными:

Двигатель: Мощность – 1,1 кВт,

Напряжение – 110 В,

Частота вращения – 2500 об/мин

Генератор:

Мощность – 0,6 кВт,

Напряжение – 220 В,

Частота – 400 Гц.

3.5 Перечень потребителей электроэнергии пассажирского вагона

Таблица 3.3. - Потребители электроэнергии пассажирского вагона

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Потребитель | Мощность, кВт |
| 1 | Двигатель вентилятора конденсатора | 2,2 |
| 2 | Двигатель вентилятора системы  вентиляции | 1,5 |
| 3 | Двигатель компрессора | 11,0 |
| 4 | Лампы люминисцентного освещения | 0,6 |
| 5 | Лампы накаливания | 1,2 |
| 6 | Цепи управления | 0,4 |
| 7 | Электрокипятильник | 2,5 |
| 8 | Электронагреватели сливных и наливных труб | 0,5 |
| 9 | Электроохладитель питьевой воды | 0,2 |
| 10 | Электробытовые приборы | 0,7 |

1. ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ ОДНОЛИНЕЙНАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СХЕМА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПАССАЖИРСКОГО ВАГОНА

На пассажирских вагонах принята радиальная схема электроснабжения потребителей электроэнергии вагона, когда каждый потребитель получает электроэнергию от распределительного щита по собственной линии. Исключение может составлять лишь осветительная нагрузка, где иногда применяется смешанная схема электроснабжения отдельных светильников. Однако, рассматривая группу светильников, питающихся от одной линии как одного группового потребителя (а это можно делать для однородных потребителей,. можно всю систему электроснабжения считать радиальной.

Система этого типа весьма надежна в эксплуатации. Повреждение линии приводит к отключению линии того потребителя, линия электроснабжения которого повреждена и не затрагивает работу остальных потребителей электроэнергии. Система позволяет проводить ремонт поврежденного участка сети электроснабжения вагона без отключения всей сети, а только отключив поврежденный участок. Преимущества радиальной схемы электроснабжения более весомы, чем ее основной недостаток - повышенный расход проводов для создания сети.

1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ И ПИКОВЫХ НАГРУЗОК

Расчетные нагрузки позволяют определить сечения проводов сети электроснабжения вагона, выбрать защитные аппараты и аппаратуру управления.

Под расчетными нагрузками понимают некоторые неизменные нагрузки (токи, мощности), которые вызывают такой же нагрев проводов, двигателей, что и действительные нагрузки, непрерывно меняющиеся по величине во времени.

Действительное число потребителей электроэнергии вагона в летний период n=9.

Рассчитаем эффективное число потребителей



Так как эффективное число электроприемников меньше 4, расчетную активную мощность определяем по формуле



Реактивная мощность при постоянном токе равняется нулю.

квар



Определим полную расчетную мощность

кВ⋅А.



Определим расчетный ток

А.



Пиковая нагрузка - это наибольшая нагрузка длительностью не более 5-10 с. Пиковые токи возникают, например при пуске двигателя наибольшей мощности при работающих остальных потребителях электроэнергии.

,



где - номинальный ток двигателя, имеющего наибольший пусковой ток;



- пусковой ток двигателя наибольшей мощности;



- коэффициент использования двигателя, имеющего максимальный ток.



А



1. ВЫБОР ЗАЩИТНОЙ АППАРАТУРЫ И ПРОВОДОВ СЕТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПАССАЖИРСКОГО ВАГОНА

Выбор защитной аппаратуры

Ток плавкой вставки предохранителя:

1. по расчетному току А;



1. по пиковому току

А



Выбираем плавкую вставку на номинальный ток 200 А и предохранитель типа ПР-2-200.

Автоматический выключатель выбираем с учетом выполнения условий:

1) А;



2) А;



3) А,



Этим условиям удовлетворяет автоматический выключатель типа А3130, для которого А, А, А



Выбор проводов

Выбираем провод с резиновой и полихлорвиниловой изоляцией.

1) по условию нагрева расчетным током:

А,



Этому условию удовлетворяет провод с алюминиевыми жилами сечением 70 мм2. Номинальный ток провода этого сечения 210 А;

2) по соответствию току защитной аппаратуры:

А;



Этому условию соответствует провод сечением 95 мм2,

1. по потери сопротивления в проводах:



Где Ом - активное сопротивление линии;



Получаемая величина потерь напряжения много меньше допустимой (10%). Поэтому окончательно выбираем провод сечением 95 мм2. Номинальный ток провода равен 255 А. Выбранное сечение удовлетворяет условию механической прочности.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Зыков Ю. В. Выбор основного электрооборудования и сети электроснабжения пассажирского вагона. Екатеринбург, 2002.
2. Зорохович А. Е., Либман А. З. Ремонт электрооборудования пассажирских вагонов. М., “Транспорт”, 1974.