

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
**«Петербургский государственный университет путей сообщения  
Императора Александра I»  
(ФГБОУ ВО ПГУПС)**

**Санкт-Петербургский техникум железнодорожного транспорта –  
структурное подразделение ФГБОУ ВО ПГУПС**

### **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

для студентов очной и заочной форм обучения  
по МДК01.01 Конструкция техническое обслуживание и ремонт вагонов  
**Особенности чтения электрических схем пассажирских вагонов**

**тема Электрические аппараты и цепи вагонов**

ПМ01 Эксплуатация и техническое обслуживание подвижного состава  
специальность 23.02.06 Техническая эксплуатация подвижного состава  
железных дорог (Вагоны и ВСПС)

Санкт-Петербург  
2017

Методические рекомендации составлены в соответствии с требованиями ФГОС СПО к минимуму содержания и уровню подготовки выпускников СПО по специальности 23.02.06 Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог (вагоны и ВСПС) и на основе рабочей программы ПМ 01 Эксплуатация и техническое обслуживание подвижного состава Междисциплинарного курса МДК01.01

Методические рекомендации предназначены для проведения занятий по изучению электрических схем с обучающимися по очной и заочной форме обучения по теме 1.4 Электрические аппараты и цепи вагонов

Методические рекомендации рассмотрены и одобрены на заседании цикловой комиссии специальности 23.02.06 Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог(Вагоны и ВСПС)

Протокол №10 от 10 мая 2017

Председатель

Охонская Л.В.

Методические рекомендации согласованы и зарегистрированы в методическом кабинете

номер регистрации № 63 от 13.07. 2017

Составитель:

Охонская Л.В.

Рецензент:

Изварин М.Ю.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
Особенности чтения электрических схем пассажирских вагонов	5
Режим движения	10
Режим стоянки	10
Магистральный режим	11
Прием из магистрали	12
Схема цепей освещения	13
Схема цепей электродвигателя вагонного вентилятора	15
Заключение	18
Библиографический список	18

## ВВЕДЕНИЕ

Методические рекомендации предназначены для занятий по теме Электрические аппараты и цепи вагонов МДК01.01 Конструкция и техническое обслуживание и ремонт вагонов ПМ01 Эксплуатация и техническое обслуживание подвижного состава.

В соответствии с программой изучаются электрические схемы пассажирских вагонов.

Применение описанного в методической разработке приема позволяет обеспечить наилучшие результаты обучения при самостоятельной работе студентов с электрическими схемами. Использование описания схем совместно с альбомом [4] позволяет, с помощью дидактического материала, быстро ориентироваться при нахождении необходимого участка схемы, обеспечивает усвоение соотношения участка схемы с ее полным видом, что важно для целостного восприятия студентами учебного материала. Предлагаемый метод высвобождает время преподавателя для индивидуальной работы со студентами в ходе занятия, что значительно повышает эффективность обучения. Приобретаемые студентами на занятиях навыки чтения схем в соответствии с данной методикой могут эффективно использоваться при закреплении изученного материала, а также при дипломном проектировании.

Дидактический материал представляет собою описание принципа работы электрооборудования пассажирских вагонов с учетом отличительных особенностей обозначения элементов в схемах вагонов немецкой постройки. Соотношение описания с выделенным участком схемы, необходимость активного использования студентами ранее приобретенных навыков чтения электрических схем позволяют, как бы автоматически активизировать работу студентов, повышая тем самым эффективность обучения.

## ОСОБЕННОСТИ ЧТЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СХЕМ ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНОВ

Схемы электрических цепей составляют основу документации по электрическому оборудованию вагонов. Техническая документация пассажирских вагонов и вагонов-ресторанов содержит принципиальные и монтажные электрические схемы.

На принципиальной схеме изображены условными графическими обозначениями все элементы и устройства электрической части вагона и показаны электрические соединения между ними, которые выполняются проводами. На таких схемах питающие провода («плюс» и «минус») изображены горизонтальными линиями, а остальные цепи - вертикальными линиями между проводами питания. Такими схемами удобно пользоваться как при ознакомлении с работой оборудования, так и при эксплуатации, особенно при выявлении причин неисправной работы отдельных цепей. Элементы одного и того же аппарата могут располагаться в различных местах схемы, поэтому для упрощения нахождения элементов на схемах введены «адреса».

На монтажных электрических схемах, кроме электрических соединений условно показано размещение элементов электрооборудования, а также подсоединение к контактным зажимам и прокладка проводов так, как это выполнено на вагоне.

Все электрические схемы даны при отключенном положении выключателей и переключателей.

Рассмотрим характерные особенности электрических схем вагонов немецкой постройки.

Некоторые условные обозначения машин и аппаратов в электрических схемах этих вагонов отличаются от обозначений, установленных ЕСКД.

Электрические соединения на схеме имеют свой индекс в виде условных обозначений, состоящих из букв и цифр. Такой же индекс имеют и соответствующие провода на вагоне. Буквенная часть индексов соединений (проводов) несет определенную информацию.

В условных обозначениях электрических соединений (проводов) рядом с буквенным обозначением указана цифра. Электрическая цепь состоит из ряда элементов и аппаратов. Провода, выполняющие электрические соединения элементов и аппаратов, принадлежащих к одной цепи, имеют

одинаковые буквенные обозначения, но разные цифровые индексы. Таким образом, каждое соединение имеет свой индекс. Повторений индексов на схеме нет.

Электрическое оборудование, применяемое в пассажирских вагонах с кондиционированием воздуха, обеспечивает работу систем электроснабжения, освещения, отопления, охлаждения и вентиляции, а также специальных вспомогательных потребителей (на вагоне-ресторане — технологического оборудования) и радиоустановки на вагонах с радиокупе. Соответственно назначению вагонного электрооборудования общую схему электрических цепей вагона можно разделить на отдельные части: первая часть относится к электроснабжению, вторая — к освещению, третья — к отоплению, четвертая — к охлаждению и вентиляции, пятая — к вспомогательным потребителям. Система условных обозначений электрооборудования приведена в альбоме [4]. Каждый элемент электрооборудования на электрической схеме, кроме условного графического изображения, имеет условное обозначение в виде индекса - определенного сочетания цифр и букв. Если элемент смонтирован в распределительном шкафу, он имеет трехзначный индекс. Если он смонтирован в отдельном блоке, то имеет двух-, пяти- или семизначный индекс.

В любом индексе первая цифра обозначает принадлежность к той или иной части электрической схемы. Например, индексы всех элементов в электрической схеме, относящейся к системе электроснабжения, начинаются цифрой 1 ( $1c1, 1u2$ ), обозначения элементов в схеме освещения начинаются цифрой 2, в схеме отопления — цифрой 3 и т.д.

Блоки на схеме условно показаны штриховыми линиями в виде прямоугольников. Внутри такого прямоугольника или рядом с ним указан индекс этого блока. Как правило, блоки имеют трехзначный индекс. Например, индекс  $2u1$  обозначает, что блок относится к схеме освещения и имеет первый порядковый номер, а индекс  $4u2$  относится к схеме охлаждения и вентиляции и имеет второй порядковый номер.

Элементы, входящие в блок и показанные на схеме в пределах условного контура (прямоугольника), имеют двузначный индекс, например, предохранитель  $e1$  или диод  $n1$  в блоке  $1u2$ .

Одинаковые элементы, смонтированные в разных блоках, могут иметь одинаковые двузначные индексы. Чтобы не спутать элементы, имеющие

одинаковые индексы, при описании схемы, помимо их двузначного индекса, указывается место цепи на схеме или индекс блоков, в которых они смонтированы.

Для облегчения нахождения элементов на схеме принята определенная система адресов, показанная в таблице 1. По такой системе каждая параллельная (вертикальная) цепь электрической схемы пронумерована слева направо трехзначным номером: первая цифра обозначает принадлежность к той или иной части схемы, а две другие — порядковый номер цепи (приложение 1). Нумерация представлена рядом цифр внизу каждой части схемы. Все элементы схемы, принадлежащие одной вертикальной полосе (цепи), имеют один адрес — цифру, стоящую внизу.

Таблица 1-Справочная таблица адресов

РЕЛЕ						КОНТАКТОРЫ														
						ГЛАВН-					БЛОККОНТАКТЫ									
1d1	140	160	306	410	446	1c1	159	153	229	158		445								
1d3	139	408				1c2	157	400		156		451	515	517						
1d4	127	137	139	159	164	1u1c1	164	100	103	106	165		160	119						
1d5	125	126		123	126	126	138	138	2c2	203	206		204							
1d6	144	143	150		159				3c1	312	314	314	314	313						
1d7	142	142	151		157				3c3	306	317	317	317	307						
1u1e1	100	164	/	/	/	/	/	/	3c4	308	316	316	316	309				311		
3d1	300	301		300	302	308			3c6	333	344			332				322		
3d2	304	305	306						3c7	336	346			335				324		
3d4	327	328	334	334					4c1	445	448	448	448	446				400	/	/
3d5	345	338	338						4c2	412	447			413	450			413	/	/
3d6	338	342	/	/	/	/	/	/	4u4c1	426	538	442	/	415	427	451	428			
3d7	331	330		334	334				4u4c2	428	437	437	/	416	429	408	430	/	/	/
3e18	314	312	/	/	/	/	/	/	4u4c3	430	437	437	/	431	/	410	412	436	/	/
4d1	404	405		402	414	418			4u4c4	432	441	441	441	433			410	/	/	/
4d2	408	409	422		432				4u4c5	434	441	441	441	435	440	444		/	/	/
4d3	410	411	424	420			434	5c2	531	534	534	534	532				533			
4u4d1	414	401	426	/	/	/	/	5c3	513	519	519	519	514							
4u4d2	415	401	428	/	/	/	/	5c4	521	523	523	523	522							
4u4d3	416	401	430	/	/	/	/	5c5	526	530	530	530	527							
4d9	453	454		446	300															
4d10	406	407		406	404															
4e11	438	403	/	/	/	/	/													
4e12	442	403	/	/	/	/	/													
4e13	448	445	/	/	/	/	/													
5d3	539	540		334																
5d5	508	505	506	509																
5e17	519	513	/	/	/	/	/													

В справочной таблице содержатся адреса цепей катушек и контактов всех реле и контакторов. Контакты аппаратов имеют то же условное обозначение, что и сам аппарат. В таблице рядом с индексом аппарата указаны адреса

катушки, силовых контактов и блок-контактов как замыкающих, так и размыкающих. Например, катушка контактора  $2c3$  находится в цепи  $202$ , три его силовых контакта — в цепи  $209$ , замыкающие блок-контакты — в цепях  $202$  и  $211$ , а размыкающие блок-контакты — в цепях  $200$  и  $234$ .

Как показывает опыт, при изучении системы электроснабжения, показанной на рисунке 1, наибольшее затруднение у студентов вызывает процесс переключения электроснабжения вагонных потребителей с аккумуляторной батареи на генератор во время разгона поезда, поэтому в данной разработке изложена последовательность срабатывания элементов схемы в режиме движения и в режиме стоянки.

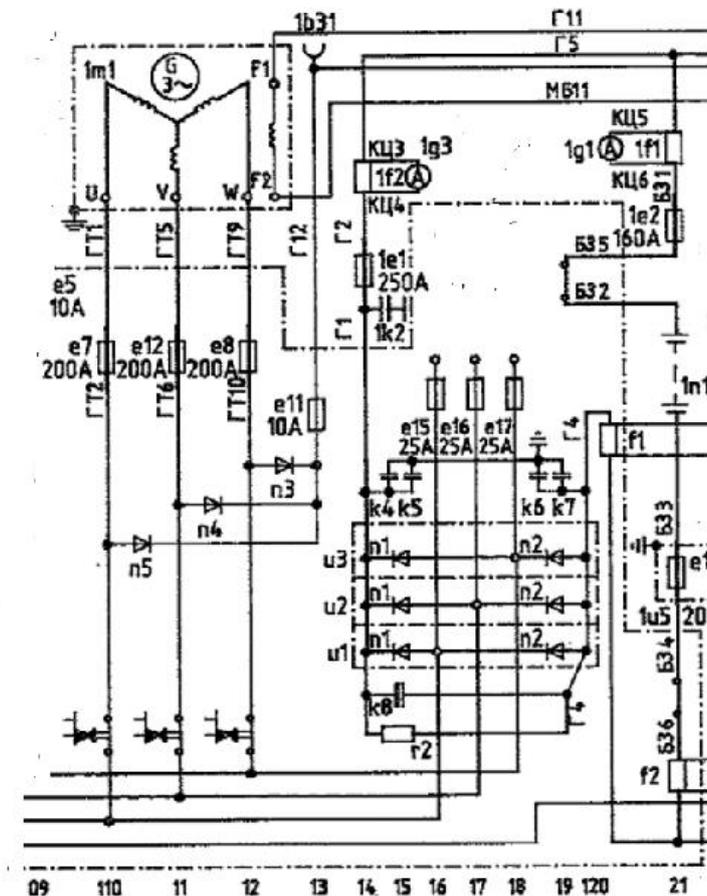


Рисунок 1 –Фрагмент схемы электроснабжения

Основным источником электроэнергии являются трехфазный индукторный генератор переменного тока **1m1** (110-112).

Резервным источником электроэнергии является щелочная никель-кадмиевая аккумуляторная батарея **In1** (121) номинальной емкостью 390 Ач. „Плюс“ аккумуляторной батареи через предохранитель **1e2** (121) на 160 А и шунт **If1** подключен к проводу **Г5**. К шунту **If1** подключен амперметр **Ig1** (120) для контроля за величиной тока зарядки - разрядки аккумуляторной батареи.

„Минус" батареи через предохранители **Iu5el**(121) на 200 А, находящийся в аккумуляторном ящике, и шунт **lulf2** подключается к общему минусовому проводу **МБ1**. Шунт **f2** проводами **Г18, Г19** подключен к блоку **1u2**.

Также подробно описана работа схемы цепей освещения и схемы цепей электродвигателя вагонного вентилятора.

## РЕЖИМ ДВИЖЕНИЯ

При увеличении напряжения генератора до 101 В срабатывают два реле движения-стоянки **Id1**(140) и **Id3** (139), получая питание по цепи: выпрямитель, собранный на диодах **Iuln6 – Iuln8** (101 - 106) - предохранитель **e13** (100) -провод **КЦ2** - катушки реле **Id1** и **Id3**, провод **МБО** и далее как описано в ранее рассмотренных схеме. При срабатывании этих реле деблокируется работа следующих потребителей:

-замкнувшись контактом **Id1** (306) нагревательных элементов низковольтного электроотопления и электрокалорифера;

-замкнувшись контактом **Id1**(446) принудительное включение электродвигателя вагонного вентилятора на I ступень частоты вращения;

-замкнувшись контактом **Id1**(410) обеспечивается возможность работы установки кондиционирования воздуха на третьей ступени охлаждения;

-замкнувшись контактом **Id3** (408) обеспечивается работа установки кондиционирования воздуха на второй ступени охлаждения.

Когда напряжение генератора превысит напряжение аккумуляторной батареи (АБ), потребители автоматически переключаются на питание от генератора. В зависимости от величины напряжения батареи генератор берет на себя нагрузку при разных скоростях движения. Например, при разряженной батарее и небольшом токе потребителей вагона нагрузка раньше переключается на генератор.

В целях обеспечения оптимального режима заряда аккумуляторной батареи регулятор напряжения генератора **1u2** автоматически регулирует величину напряжения генератора в зависимости от температуры воздуха в аккумуляторном ящике. Измерение температуры осуществляется с помощью терморезистора **1f3**(145) блока **1u1**, который подключается к клеммам 3.07, 4.07 и 4.08 РНГ.

## РЕЖИМ СТОЯНКИ

В режиме стоянки потребители вагона получают питание от АБ **1n1** (121). Так как при стоянке вагона или при его движении с малой скоростью реле движения - стоянки **1d1** и **1d3** выключены, то исключается возможность работы низковольтного электроотопления, электрокалорифера и установки кондиционирования воздуха на II и III ступенях холодопроизводительности. Этим самым предотвращается чрезмерная разрядка аккумуляторной батареи. С целью предотвращения

чрезмерного разряда аккумуляторной батареи предусмотрены две ступени её защиты. При снижении напряжения до 101В по команде блока **1u2** отключается реле **Id7** (142). Замкнувшимся контактом в цепи 151 включается светодиод **1h10** „Ступень 2“, одновременно разомкнувшимся контактом в цепи 157 выключается контактор 1c2 (157). При отключении контактора 1c2 размыкаются его контакты в цепях 400, 451, 515 и 517, отключая соответственно установку кондиционирования воздуха, подогреватель масляной ванны компрессора, охладитель питьевой воды и холодильник.

Если напряжение аккумуляторной батареи будет снижаться дальше, то при напряжении 87 В электронная защита от минимального напряжения отключит реле **Id6** (144). При этом замкнувшимся контактом в цепи 150 включается светодиод **1h5** „Ступень 1“, а разомкнувшимся контактом в цепи 159 выключается контактор **1c1** (159). При отключении контактора **1c1** размыкаются его контакты в цепях 445, 229 и 153, что вызовет отключение всех потребителей за исключением аварийного освещения, сигнальных устройств и радиоустановки.

При срабатывании электронной защиты от пониженного напряжения необходимо произвести подзарядку аккумуляторных батарей. Восстановление защиты происходит при повышении напряжения батареи до 115В.

## МАГИСТРАЛЬНЫЙ РЕЖИМ

При неисправности генератора, АБ или электронного РНГ предусмотрена возможность питания потребителей от системы энергоснабжения соседнего вагона через низковольтную поездную магистраль. Причем оба вагона должны иметь одинаковые системы энергоснабжения с номинальным напряжением 110 В. Соединение осуществляется с помощью однополюсных разъёмов **1b25**, **1b27** (147) и **1b26**, **1b28** (149), «Подача в магистраль», смонтированных на торцевых стенах вагона, которые показаны на рисунке 2. Переключатель магистрали **1a3** из положения „Нормальный режим“ необходимо перевести во второе положение „Подача в магистраль“. При этом плюсовой провод **Г5** через предохранитель **1e7** (147) на 25А, контакты переключателя **1a3** (147), установленного во второе положение, диод **1п5** (147), провод **ПС1** соединяется на плюсовые разъёмы низковольтной магистрали.

Одновременно минусовой провод **МБ1** через предохранитель **1e8** (147) на 25 А, контакты переключателя **1a3** (147) и провод **ПС2** соединяется с минусовыми разъёмами.

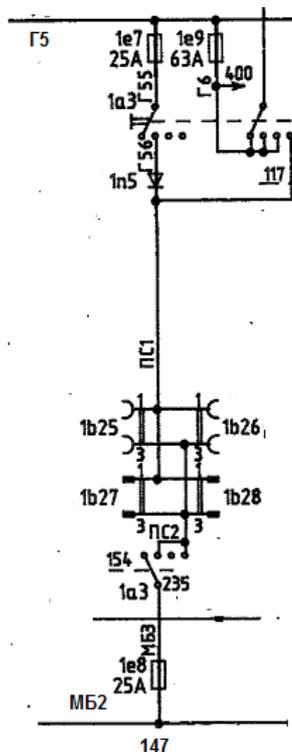


Рисунок 2– Фрагмент схемы магистрального режима

## ПРИЁМ ИЗ МАГИСТРАЛИ

В вагоне с неисправной системой энергоснабжения переключатель **1a3** устанавливают в четвёртую позицию „Приём из магистрали“. Положительный потенциал подвагонной магистрали по проводу **ПС1** и через контакты переключателя **1a3** (150) подаётся на плюсовую шину **Г66**, а через автоматический выключатель **1e13** (153) на 6А и контакты переключателя **2a2** (153), установленного в любое рабочее положение, а также замкнувшийся контакты **1c1**(154) на провод цепи управления **КЦ66**. Отрицательный потенциал подвагонной магистрали по проводу **ПС2**, контакты переключателя **1a3** (147), установленного в позицию 4 и предохранитель **1e8** подается на общий минусовой провод **МБ1**. При этом в вагоне с неисправной системой энергоснабжения готовы к работе следующие потребители: СКНБ, вызывная сигнализация, система управления НВ отоплением и др.

## СХЕМА ЦЕПЕЙ ОСВЕЩЕНИЯ.

Освещение вагона обеспечивается люминесцентными лампами и лампами накаливания. Люминесцентные используются для общего освещения купе, коридоров и дублируются лампами накаливания. Поэтому в потолочных светильниках купе и коридоров установлены и люминесцентные лампы и лампы накаливания. Одновременное включение люминесцентных ламп и ламп накаливания в светильниках не предусмотрено, это обеспечивается коммутацией электрических цепей с помощью переключателей **2а4** (213-215), **2а8** (216-218), **2а5** (220 - 222).

Для освещения помещений, где не требуется большая освещённость (тамбуры, туалеты, котельная), и пульта управления, а также в номерных посадочных и сигнальных хвостовых фонарях установлены лампы накаливания, которые могут включаться независимо от люминесцентного освещения.

Сеть освещения лампами накаливания разделена на 6 групп, защита ламп каждой группы осуществляется автоматическими выключателями на ток 6А, которые находятся на позициях:

- первая группа- **2е5, 2е6** (219);
- вторая группа -**2е7, 2е8** (239);
- третья группа**2е9** и **2е10** (235);
- четвертая группа**2е11** и **2е12** (225);
- пятая группа-**2е17** и **2е18** (229);
- шестая группа-**2е13** и **2е14** (227).

Лампы накаливания сети освещения получают питание по проводу **01** от диодного ограничителя напряжения сети **2u1** (200 —202). Применение диодного ограничителя напряжения сети обусловлено тем, что напряжение на аккумуляторной батарее при движении вагона может изменяться от 95 до 141 В в зависимости от степени зарядки батареи и температуры электролита. На рисунке 3 представлен участок схемы из второй группы, в которой от провода 01 запитаны хвостовые фонари **2v9** и **2v10** (239).

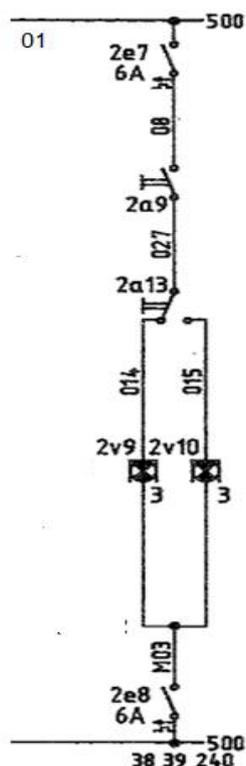


Рисунок 3– Фрагмент схемы освещения

Диодный ограничитель напряжения сети состоит из трех диодных блоков, каждый из которых состоит из 18 последовательно соединённых диодов. Падение напряжения на каждом блоке составляет примерно 15 В при изменении тока нагрузки от 1 до 15 А.

Люминесцентные лампы вагона работают с индивидуальными транзисторными преобразователями, с помощью которых постоянный ток напряжением 110 В преобразуется в переменный ток.

Включение люминесцентного освещения осуществляется главным выключателем **2a2** (205, 208) при постановке его в положения „Ночной режим“ или „Служебное купе“. В положении „Ночной режим“ возможно включение всех люминесцентных ламп. Если переключатель установлен в положение „Служебное купе“, то можно включить только люминесцентные лампы в служебном купе, купе проводников, два светильника в боковом коридоре и светильник в малом коридоре II .

## СХЕМА ЦЕПЕЙ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ ВАГОННОГО ВЕНТИЛЯТОРА

Вагоны К/КИ и СК/К оборудованы приточной вентиляцией, при которой воздух подается принудительно, а удаляется естественным путем через дефлекторы и неплотности окон и дверей. При работе вентиляционной установки давление воздуха в вагоне несколько выше, чем снаружи, поэтому пыльный наружный воздух не может проникнуть в вагон, минуя воздушные фильтры. Кроме того, подпор воздуха препятствует проникновению необработанного (зимой не нагретого, а летом неохлажденного) воздуха через неплотности в ограждениях, что улучшает теплотехнические качества вагона, а, следовательно, экономит затраты на его отопление и охлаждение. **При неработающей вентиляции холодильную установку и электрический калорифер включить нельзя.**

При водяном отоплении тепловая мощность водяного калорифера составляет примерно половину тепловой мощности системы отопления. Поэтому при неработающей установке вентиляции тепловая мощность отопления остается неиспользованной.

Система вентиляции вагона имеет две ступени подачи воздуха: высокую - в режиме охлаждения воздуха летом, и низкую - в режиме отопления вагона зимой и в переходные периоды года. Регулирование подачи воздуха системы вентиляции осуществляется за счет изменения частоты вращения приводного электродвигателя. Частоту вращения электродвигателя регулируют за счет введения добавочных резисторов в цепь якорной обмотки, а также изменением тока в обмотке возбуждения.

Электродвигатель вагонного вентилятора **4m3** (448) расположенный в схеме на рисунке 4, получает питание по проводам **Г66** и **МБ2**. Предохранители **4e7** и **4e8** (450) на 25А, установленные в силовой цепи двигателя, обеспечивают его защиту от коротких замыканий, а тепловое реле **4e13** (448) обеспечивает защиту двигателя от перегрузок. Включение электродвигателя осуществляется тремя последовательно соединенными контактами контактора **4c1** (445). Резисторы **1u4r5** (448) в цепи якорной обмотки и **1u4r6** (449) в цепи шунтовой обмотки возбуждения двигателя обеспечивают две ступени частоты вращения вентилятора. Оба резистора могут быть замкнуты накоротко контактами контактора **4c2** (447 и 450).

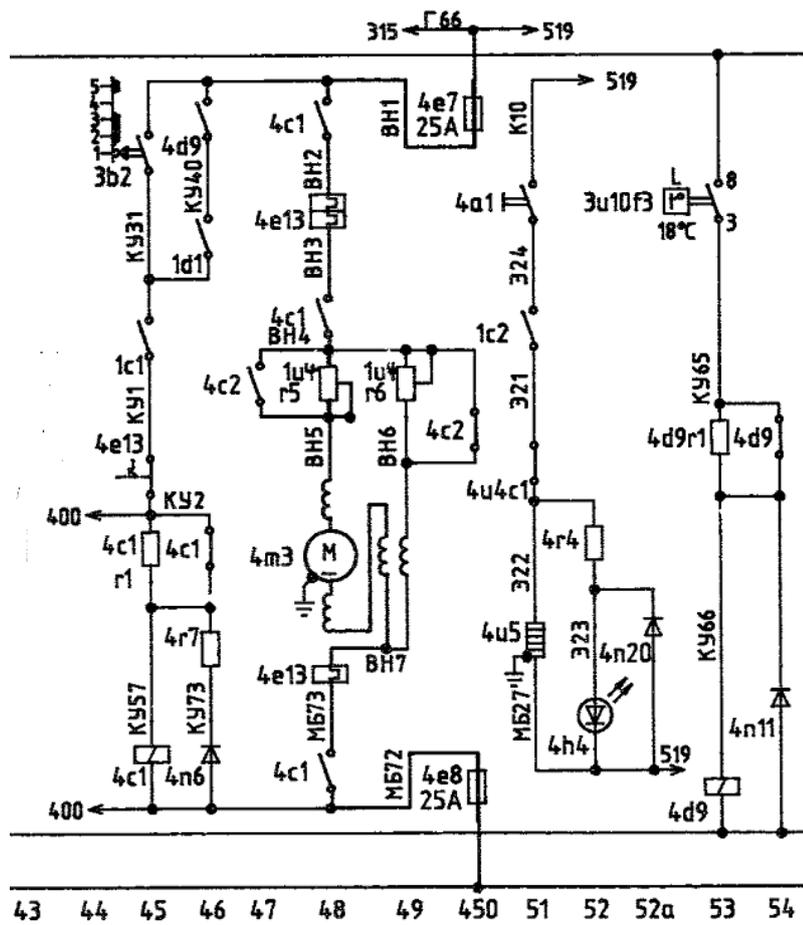


Рисунок 4– Схема вентиляции вагона

На первойступени включен один контактор **4c1**. В цепь обмотки якоря введен резистор **1u4r5**, а резистор **1u4r6** в цепь обмотки возбуждения замкнут накоротко размыкающимся блок-контактом **4c2** (450), который на первой ступени находится в выключенном состоянии. Шунтовая обмотка возбуждения двигателя подключена непосредственно к питающему напряжению и через нее проходит большой ток, а ток якорной обмотки наоборот имеет наименьшее значение. Поэтому на первой ступени частота вращения электродвигателя и, соответственно, подача воздуха вентилятора низкие.

На второйступени регулирования включены два контактора **4c1** и **4c2**. При этом резистор **1u4r5** в цепи обмотки якоря замыкается накоротко силовым контактом контактора **4c2** (447), а размыкающимся блок-контактом **4c2** (450) того же контактора в цепь обмотки возбуждения вводится резистор **1u4r6** (449). В результате этого ток якорной обмотки увеличивается, а ток обмотки возбуждения уменьшается, что приводит к увеличению частоты вращения электродвигателя вентилятора и подачи воздуха.

Конструкция резисторов **1u4r5** и **1u4r6** позволяет регулировать их сопротивление и тем самым регулировать частоту вращения и подачу воздуха вентилятором на первой и второй ступенях. Регулируют эти сопротивления при выпуске вагона с завода-изготовителя или из ремонта по заданной подаче воздуха вентилятором или по величине тока в соответствии с технологическими картами ремонта.

Схема цепей управления работой двигателя обеспечивает автоматическое регулирование частоты вращения вентилятора, а, следовательно, и подачи воздуха. Схема цепей управления обеспечивает также автоматическое включение вентиляции независимо от положения режимного переключателя **3b2** (даже если он находится в положении «Выключен») при работающем генераторе, если температура воздуха в канале воздуховода не ниже **18°C**. Кроме того, схема не допускает включения холодильной установки и электрокалорифера без вентиляции. Она исключает также возможность включения вентилятора сразу на работу с высокой частотой вращения.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Методика проведения занятий по теме «Электрические схемы пассажирских вагонов», представленная в данной разработке, была реализована в группах третьего курса в 2016/2017 учебном году. Ее эффективность подтверждена в ходе итогового контроля знаний.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

### Основная

1. Ледащева, Т.Ю. Электрические аппараты и цепи вагонов: учебное пособие. – М.: ФГБОУ УМЦ, 2016. – 344 с.
2. Понкратов, Ю.И. Электронные преобразователи вагонов, учебное пособие. – М.: УМЦ ЖДТ, 2016.– 194 с.

### Дополнительная

1. Понкратов Ю.И. Учись читать электрические схемы вагонов: учебное пособие. – М.: Маршрут, 2006.
2. Хряпенков Г.А. Электрические аппараты и цепи вагонов: учебное иллюстрированное пособие.– М.: Маршрут, 2003.