**Ремонт выпрямительных установок**

**Общие положения.** В настоящее время нелавинные диоды выпрямительных установок электровозов заменяют лавинными. В этих случаях в выпрямительных установках сопротивления Яш и цепочки ЯС не устанавливают. В то же время в выпрямительно-инверторных преобразователях установлены нелавинные тиристоры Т2-320 (электровоз ВЛ80Р) и Т353.800 (ВЛ85).

В этих выпрямительно-инверторных преобразователях (ВИП) для равномерного деления напряжения между последовательно включенными тиристорами в любых рабочих режимах ВИП применяют емкостно-резисторные цепочки ЯС для каждого параллельного ряда силовых тиристоров, конструктивно соединяемых в блоки выравнивания напряжения БВН (рис. 4.4). Связь между параллельными ветвями силовых тиристоров в каждом плече ВИП осуществляется через резисторы связи Яо

Применяются резисторы и конденсаторы и в выпрямительных установках возбуждения электровозов ВЛ80Т и ВЛ80С, поэтому ниже рассматривается ремонт не только основных, но и вспомогательных элементов выпрямительных установок и выпрямительноинверторных преобразователей.

*Рис. 4.4. Элементы ВИП, БВН и ЗВИП электровоза BЛ8*

Условия работы и возможные повреждения ВИП. Все элементы ВИП подвержены воздействию окружающей среды и описанных ранее факторов, вызванных движением э. п. с. Поэтому выпрямительные установки и отдельные вентили, в частности, должны обеспечивать надежную работу в следующих условиях: высота над уровнем моря не более 1200 м; температура окружающего воздуха от —50 до +60 °С; температура охлаждающего воздуха от —50 до +40 °С; относительная влажность окружающего воздуха не выше 90% при температуре +20 °С; вертикальные и продольные вибрации с частотой от 3 до 100 Гц и ускорением 1,6g, одиночные ударные нагрузки в любом направлении до 3g, скорость потока охлаждающего воздуха между ребрами охладителей в их средней части не менее 10 м/с.

Тиристоры должны иметь стабильные вольт-амперные характеристики. Так, при температуре 25 °С ток открытия тиристора Т2-320 не должен превышать 0,5 А, а напряжение — 6 В. При температуре структуры —50 °С отпирающий ток не должен превышать 0,8 А, а напряжение — 9 В.

Кроме наибольших значений отпирающих токов и напряжений, для тиристоров Т2-320 с целью повышения их помехоустойчивости установлены наименьшие значения отпирающего тока 30 мА и напряжения 1 В при температуре 25 °С. Тиристоры Т2-320 с меньшими отпйрающими токами и напряжениями использовать для комплектации ВИП нельзя.

Наибольшая допустимая мощность в цепи управляющих электродов тиристоров при управлении постоянным током не должна превышать 4 Вт. В то же время силовые тиристоры в ВИП управляются импульсами длительностью ін = 800-=-1300 мкс. При этой длительности импульсов наибольшая мощность в цепи управляющих электродов тиристоров Т2-320 не должна превышать 25 Вт.

В процессе эксплуатации в выпрямительных установках могут возникать значительные перегрузки диодов и тиристоров по току. Если в результате накопления пробитых вентилей или по другим причинам произошел сквозной пробой плеча выпрямительного моста, то одна из полуобмоток трансформатора через исправное плечо в прямом направлении и через пробитое плечо в обратном направлении замыкается накоротко. В этом контуре протекает аварийный прерывистый ток (до 20 кА), который опасен как для всего электрооборудования, так и для вентилей исправного плеча моста выпрямительной установки (ВУ).

Защита выпрямительных установок от токов короткого замыкания и перегрузок осуществляется главным выключателем (ГВ) электровоза и быстродействующими аппаратами, включенными в цепь каждого двигателя, а при пробое отдельных вентилей в любом плече — с помощью сигнализации.

К наиболее характерным повреждениям следует отнести: сквозной пробой плеч выпрямительных установок, одиночный пробой вентиля, повышенный обратный ток вентиля, нестабильность вольт-амперных характеристик, обрыв внутренней цепи вентиля, механические и другие повреждения.

Одиночный пробой вентиля — это полная потеря им вентильных качеств. Ток через пробитый вентиль может проходить как в прямом, так и в обратном направлении. Пробой вентиля может быть вызван различными причинами. Большой обратный ток (при напряжениях, превосходящих напряжение лавинообразования) может привести к тепловому пробою. Причиной потери вентильных свойств может быть также перекрытие по боковой поверхности кремниевой пластины на месте, которое оказалось слабо защищенным, а также не обнаруженный во время изготовления ее дефект. Выпрямительная установка рассчитана так, что в случае повреждения одного вентиля она полностью сохраняет работоспособность и машинист может вести поезд до депо или пункта оборота, где неисправный вентиль заменяют. В то же время следует иметь в виду, что (например, на электровозе ВЛ80Р) одиночный отказ тиристора Т2-320 приводит к повышению напряжения на других последовательных тиристорах плеча ВИП. При этом у него несколько снижается прямое падение напряжения (до 0,5 В, а в редких случаях до 0,25 В) и через параллельную ветвь плеча, в которой находится поврежденный тиристор, протекает увеличенный ток. Полный выход из строя одиночного тиристора приводит к загоранию сигнальной лампы этого ВИП на пульте управления электровозом уже при нулевом положении штурвала.

Сквозной пробой плеча возникает при выходе из строя всех вентилей, включенных в данное плечо ВИП.

Как показал опыт эксплуатации электровозов ВЛ80Р, случаи выхода из строя всех силовых тиристоров Т2-320 плеча ВИП наблюдались значительно реже, чем случаи одиночных пробоев. В то же время они более опасны, так как при сквозном пробое любого плеча возникает режим короткого замыкания (к. з.) всей вторичной обмотки тягового трансформатора или только некоторой ее части (в зависимости от зоны регулирования в момент возникновения сквозного пробоя). При этом развиваются токи к. з., которые могут привести к повреждению вторичных обмоток тягового трансформатора, переключателей 81 и 82 и силовых тиристоров в других плечах ВИП. Чтобы предотвратить подобные повреждения, на шинах вторичной обмотки трансформатора установлены токовые реле РТ1—РТ6, имеющие уставку (3200±200) А. При срабатывании этих реле замыкаются их контакты, через которые на отключающуюся катушку главного выключателя подается питание от обмотки собственных нужд.

Практика эксплуатации электровозов ВЛ80Р показывает, что в подавляющем большинстве случаев такая защита спасает силовое электрооборудование от повреждения. В то же время при сквозном пробое плеча ВИП, как правило, происходит приваривание силовых контактов переключателей 81 и 82.

Наиболее тяжелые повреждения силового электрооборудования отмечаются в случаях, когда машинисты при возникновении сквозного пробоя плеча, не отключая поврежденный ВИП, пытаются повторно включать ГВ.

Неоднократное повторное включение ГВ без отключения неисправного ВИП приводит, как правило, к сквозному пробою нескольких плеч ВИП; число поврежденных тиристоров достигает 10—25; сгорают монтажные провода и резисторы связи на панелях силовых тиристоров; повреждаются и обугливаются текстолитовые панели с тиристорами и все элементы монтажа, расположенные на этих панелях.

Повреждения тиристоров чаще всего происходят в одном плече одного ВИП, реже возникают сквозные пробои одновременно двух и более плеч одного ВИП и исключительно редко происходят сквозные пробои плеч одновременно в нескольких ВИП. В подавляющем большинстве случаев при сквозных пробоях выходят из строя силовые тиристоры одной параллельной ветви плеча, реже происходит одновременное повреждение силовых тиристоров двух и более параллельных ветвей плеча, крайне редко наблюдается зигзагообразный выход из строя тиристоров плеча. При этом следует отметить, что самые нижние параллельные ветви тиристоров плеча по вреждаются чаще, чем остальные ветви.

Увеличение обратного тока вентиля вызывается увеличением напряжения, приложенного к структуре, и повышением ее температуры. В эксплуатации иногда срабатывает защита от пробоя вентиля, но пробитые вентили не обнаруживаются. Задача отыскания вентилей с увеличенным обратным током может оказаться сложной, если в выпрямительной установке имеются вентили с нестабильной вольт-амперной характеристикой.

Нестабильность вольт-амперной характеристики приводит к тому, что временами в каких-то условиях обратный ток вентилей резко увеличивается, а затем уменьшается до нормального значения. Причинами нестабильности характеристик может быть нарушение герметичности вентилей и отклонения от технологии при изготовлении структуры.

Обрыв внутренней цепи вентиля — это такой вид повреждения, при котором вентиль не пропускает ток ни в прямом, ни в обратном направлениях. Как правило, цепь нарушается по спаю в вентилях штыревой конструкции, что в подавляющем большинстве является следствием старения их спая. Чем чаще осуществляют сброс и набор позиций на электровозе, тем интенсивнее может идти старение спая. По этой причине на электропоездах, где число наборов и сбросов позиций значительно больше, чем на электровозах, случаев обрыва цепи вентилей больше. Обрыв цепи в вентиле остается незамеченным машинистом и может быть обнаружен только специальной проверкой.

Наружные повреждения вентиля штыревой конструкции (вмятины на крышке, сорванная резьба и др.) часто приводят к необходимости его замены. Недопустимо оставлять в работе вентили с видимыми наружными повреждениями. Сорванная резьба корпуса вентиля не обеспечивает полного прилегания его к охладителю, что в конечном итоге приводит к его чрезмерному нагреву и выходу из строя. Вмятина на крышке может быть причиной повреждения самого выпрямительного элемента или нарушения герметичности вентиля.

Неисправности вспомогательных элементов выпрямительных установок могут возникать как в результате механических воздействий, так и от действия повышенных токов в цепях установки. В эксплуатации наблюдаются случаи сгорания резисторов связи. Одной из причин их сгорания являются режимы перераспределения рабочего тока ВИП на несколько параллельных ветвей в двух смежных плечах. Сгорание одного резистора связи, расположенного на панели тиристора, нарушает цепь управления этого тиристора и приводит к тому, что данная параллельная ветвь тиристоров плеча вообще не принимает нагрузку. Такое положение не является критическим для ВИП, но накопление сгоревших резисторов связи в одном плече может привести к более серьезным повреждениям (например, отказу тиристоров), поэтому в эксплуатации необходимо периодически проверять целостность резисторов связи и заменять сгоревшие.

Имеют место случаи внутреннего обрыва цепи резисторов ПЭВ. Такие повреждения вызывают неравномерность в распределении напряжений по последовательно соединенным тиристорам и приводят к загоранию сигнальной лампы ВИП на пульте управления в кабине машиниста.

У резисторов наблюдаются также случаи коробления элементов, нарушение пайки в местах соединения, а у конденсаторов — пробой изоляции, обрыв проводов, нарушение качества пайки, вмятины на корпусах.

При определении «географии» поврежденных вентилей, т. е. номера ВУ или ВИП (81, 82) и номера плеча (/—VIII) пользуются схемами, представленными для электровозов ВЛ80К и ВЛ8(г соответственно на рис. 4.5 и 4.6.

Ремонт выпрямительных установок со съемом с э. п. с. Снятые с э. п. с. выпрямительные блоки транспортируют в отделение по ремонту выпрямительных установок поочередно с помощью кран-балки, помещают на тележку с поворотным кругом, обдувают в продувоч ной камере и устанавливают на ремонтную позицию для выявления неисправных элементов.

Вентили проверяют без изъятия их из блока выпрямительной установки.

Сопротивление изоляции токоведущих частей проверяют мегаомметром на 2500 В. Сопротивление изоляции охладителей относительно шпилек, шпилек относительно корпуса установки должно быть не менее 10 МОм, выпрямительных установок ВУК-4000, ВУК-60-4, ВУК-60-3, ВУК-6700 между токоведущими частями и корпусом — не менее 30 МОм, то же установки УВП-3 — не менее 10 МОм. При измерении сопротивления изоляции все вентили закорачивают.

Обратный ток у нелавинных диодов проверяют после отсоединения от них проводов, идущих к резисторам Яш, цепочкам /?С и защите от пробоя диодов. Для проверки обратного тока пользуются пробником (рис. 4.7, а). Обычно обратный ток диода в холодном состоянии при напряжении 50—100 В меньше 1 мА. Переключатель В устанавливают в положение II. Концы х! и х2 пробника подключают поочередно к каждой колонке диодов, как это делалось при проверке диодов на пробой. Миллиамперметр тА показывает суммарный обратный ток всех диодов проверяемой колонки. Если ток меньше 3 мА, значит, в этой клонке диодов с увеличенным обратным током нет. Если ток больше 3 мА, то предполагают наличие в колонке диода с увеличенным обратным током. Такой диод отыскивают по частям колонки, на которые ее делят отсоединением резисторов связи.

Диод с повышенным обратным током снимают с установки и отправляют в цех для проверки обратного тока на специальном стенде при номинальном напряжении (напряжении класса) и температуре 140±5°С. Обратный ток в этих условиях не должен превышать 6 мА при выпуске электровозов из ТР-2 и 10 мА в эксплуатации.

Контроль обратного тока лавинных диодов ВУ выполняют пробником, показанным на рис. 4.7, б. Переключатель В устанавливают в положение II.

Рис. 4.5. Схема плеч выпрямительных установок секции электровоза ВЛ80К (а) и их расположение на электровозе (б)

Рис. 4.6. Схема плеч выпрямительно-инверторных преобразователей секции электровоза ВЛ80Р (а) и их расположение на электровозе (б)

*Рис. 4.7. Схемы пробников для отыскания неисправностей в выпрямительных установках с нелавинными (а) и лавинными (б) диодами*

Концы х1 и х2 подключают поочередно к каждому диоду, миллиамперметр тА покажет обратный ток, который у большинства диодов значительно меньше 1 мА.

Вспомогательные элементы ВУ проверяют, убеждаются в исправности резисторов /?ш и цепочек /?С, а также в отсутствии замыкания в конденсаторах.

Проверку рекомендуется проводить пробником (см. рис. 4.7, а) после отсоединения проводов, идущих к вспомогательным элементам и защите от пробоя диодов, и разделения цепочек /?С.

Для проверки резисторов /?ш переключатель В ставят в положение /. Концы х1 и х2 поочередно подключают к каждому резистору. Если при подключении концов х1 и х2 к резистору показание вольтметра V не уменьшается, значит, в цепи обрыв; уменьшение его показания до нуля укажет на замыкание в цепи.

Для проверки цепочек /?С переключатель В пробника ставят в положение //. Концы х1 и х2 поочередно подключают ко всем цепочкам. Первоначальное кратковременное отклонение стрелки вольтметра в сторону уменьшения свидетельствует об исправности цепочек /?С; если стрелка неподвижна, то либо конденсатор заряжен (тогда его нужно предварительно разрядить, замкнув выводы через резистор), либо имеется обрыв в цепочке /?С. Отклонение стрелки вольтметра до нуля без последующего возвращения в исходное положение свидетельствует о пробое конденсатора.

Элементы ВИП продувают от пыли и грязи сжатым воздухом под давлением 210—300 кПа (2—3 кгс/см2) сверху вниз. Тщательно проверяют надежность контактных соединений и пайку. Закорачивают все тиристоры и цепи управления ВИП и мегаомметром напряжением 2500 В измеряют сопротивление изоляции его силовых цепей относительно корпуса. Отсчет значения сопротивления изоляции осуществляют через 20 с после приложения напряжения мегаомметром. Оно должно быть не менее 15 МОм при эксплуатации (а при ТР-3 не менее 20 МОм).

Электрическую прочность изоляции токоведущих частей проверяют относительно корпуса ВИП от источника переменного тока частотой 50 Гц, мощностью не менее 0,5 кВ - А, напряжением 4 кВ в течение 1 мин. Время поднятия напряжения не менее 10 с.

При испытании электрической прочности и измерении сопротивления изоляции все вентили должны быть закорочены.

В депо Боготол состояние ВИП электровоза ВЛ80Р контролируют методом, позволяющим проверить исправность всех резисторов на панелях сигнализации (ЗВИП) и блоков выравнивания нагрузок (ВМН), установить равновесие мостов, проверить и выявить неисправные тиристоры без снятия ВИП с электровоза.

На плечо ВИП, из-за неисправности которого загорается сигнальная лампа в кабине машиниста, подают напряжения 50 В от батареи электровоза. Устанавливают на тестере предел измерения 1 В постоянного напряжения и измеряют напряжение между зажимом 2 (см. рис. 4.4) в ЗВИП и движком соответствующего резистора В2 во всех мостах 'ЗВИП. При правильной настройке моста и условии, что все тиристоры в данном плече исправны, а резисторы БВН целы и их параметры соответствуют номинальным значениям, тестер должен показать нуль. Если тестер показывает напряжение 0,05 В и ниже, то следует отрегулировать резистор /?2 в данном плече, проверить наличие и полярность напряжения по обе стороны движка регулируемого резистора Я2. Полярность напряжения при этих замерах должна быть разной.

Если при измерениях напряжения между зажимом 2 в ЗВИП и движком регулируемого резистора тестер показывает напряжение 0,05 В и выше, необходимо измерить распределение напряжения по последовательно включенным тиристорам данного плеча ВИП. Небаланс напряжений не должен быть больше 1—2 В. В случае если он превышает 2 В, то у нижней параллельной ветви силовых тиристоров отсоединяют провода БВН, подают на крайние провода напряжение 50 В и измеряют тестером распределение напряжения по последовательным резисторам БВН. При наличии разницы в распределении напряжения по отдельным рядам резисторов БВН необходимо снять блок БВН с ВИП, распаять параллельные резисторы и найти тестером неисправный резистор.

Если распределение напряжения по резисторам БВН равномерно, поиски неисправности следует перенести на силовые тиристоры плеча ВИП. Методы отыскания неисправного тиристора описаны выше.

Для проверки исправности резисторов и цепочек /?С БВН в депо Боготол используют генератор пульсирующего напряжения, созданный на основе модуля У-519, устанавливаемого в БУВИП-80. Его подключают к любому плечу ВИП и с помощью тестера измеряют распределение напряжения по последовательным цепям силовых тиристоров. Отклонение падения напряжения на любом ряду тиристоров от среднего значения напряжений не должно превышать 2—3%, в противном случае необходимо отыскать имеющуюся неисправность в БВН и устранить ее.

Наиболее эффективно силовые цепи ВИП можно проверить, контролируя выпрямленное напряжение ВИП по осциллограммам. Такую проверку с применением осциллографа можно проводить как при движении электровоза с поездом, так и на специальном стенде депо, где имитируются условия работы ВИП по выходному однофазному напряжению и нагрузке.

Шунтирующие резисторы, резисторы и конденсаторы цепочек /?С, элементы системы управления тиристорами проверяют, убеждаются в их целостности, Исправность гибких выводов тиристоров проверяют визуально. При наличии порванных проволочек, составляющих более 15% площади сечения гибкого вывода, тиристор бракуют и заменяют.

Подлежат замене резисторы, конденсаторы, вентили и другие элементы, у которых надломлены контактные выводы и имеется повреждение корпуса (раскол или облом трубки резистора, вмятины на конденсаторе).

Съем диодов и тиристоров выполняют специальным ключом, который поставляется в комплекте с выпрямительными установками. Ключ имеет двустороннюю головку: с одной стороны для завертывания вентилей штыревой конструкции с моментом до 64 Н-м и с другой — для отвертывания вентилей. В комплекте с этим ключом поставляется торцовая насадка, с одной стороны которой имеется шестигранное отверстие под основание вентиля, а с другой — квадратное отверстие для специального ключа.

Вентиль снимают в следующем порядке; отсоединяют его гибкий вывод, надевают торцовую насадку, вставляют специальный ключ в квадратное отверстие нетарированной стороной головки и поворотом против часовой стрелки отвертывают диод. Когда при отвертывании требуются большие усилия, ослабляют два винта, крепящие токоотводящую пластину к охладителю. Если и при этом диод не отворачивается, то как исключение удлиняют ручку специального ключа металлической трубой; при этом общая длина специального ключа с учетом трубы не должна превышать 500 мм.

При подборе полупроводниковых вентилей для замены неисправных следует строго соблюдать правила комплектации плеч выпрямительных установок. Так, эксплуатация в одной выпрямительной установке нелавинных и лавинных диодов как разнополярных недопустима.

Выпрямительные установки следует укомплектовывать диодами класса не ниже установленного для соответствующей установки и прямым падением напряжения от 0,52 до 0,58 В. В зависимости от падения напряжения диоды разбиты на две подгруппы: 1 подгруппа — 0,52, 0,53 и 0,54 В с маркировкой черного цвета; II подгруппа — 0,55, 0,56, 0,57 и 0,58 В с маркировкой белого цвета.

В каждое плечо ВУ включают диоды только одной подгруппы. В смежных плечах моста диоды подбирают по напряжению лавинообразования, замеренному при обратном токе 30 А (IIзо). Напряжение Изо указывают на корпусе диода. Подобранные ветви для исключения ошибок отмечают.

Подбор диодов осуществляют по следующему принципу: напряжения изо диодов в ветви, подбираемой для замены неисправной, должны быть меньше или равны напряжениям и30 диодов в любой исправной параллельной ветви; разница напряжения 1/3о каждых двух диодов в подбираемой ветви должна быть не более 30 В. В ветвях и плечах, где не заменяли диоды, напряжения и30 диодов должны быть равны или больше напряжений IIзо диодов в подобранных ветвях.

Тиристоры, устанавливаемые в каждое плечо ВИП, должны быть только одной группы по времени закрытия — 3-й (не более 100 мкс) или 2-й (не более 150 мкс), одного класса— 15-го или 14-го (с повторяющимся напряжением соответственно 1500 или 1400 В) и иметь наибольший допустимый разброс по суммарным падениям напряжения Ам32о и Ам8о в параллельных ветвях не более 0,02ц, где п — число тиристоров, последовательно включенных в данном плече.

Для облегчения подбора тиристоров на их анодных выводах закрепляют таблички с основными параметрами данного тиристора. Например, запись Т2-320-333-15-78-56 означает: тиристор Т2-320 с предельным током 320 А, 3-й группы по допустимой наибольшей скорости нарастания напряжения (до 200 В/мкс), времени выключения (не более 100 мкс) и допустимой наибольшей скорости нарастания анодного тока (не более 70 А/мкс), 15-го класса с прямыми падениями напряжения (средние значения) 0,78 В при токе 320 А (Аызго) и 0,56 при токе 80 А (Ам8о) .

Установка вентилей проводится в последовательности, обратной последовательности их снятия. Предварительно с контактных поверхностей снимают старую смазку, тщательно протирают посадочные места на пластине и в резьбовом отверстии охладителя, основания и резьбового хвостовика вентиля. На эти места наносят тонкий слой смазки ЦИАТИМ-201 и затем вручную ввертывают вентиль. Оконча тельную затяжку вентилей выполняют тарированной стороной головки ключа. Вентиль считают завернутым плотно, если головка ключа при усилии повернулась до щелчка. При этом следят, чтобы поверхность прилегания основания вентиля с пластиной и пластины с охладителем была не менее 75% всей площади. Плотность прилегания проверяют щупом толщиной не более 0,03 мм. Излишки смазки, которая выдавливалась при завертывании вентиля, удаляют. Следят за тем, чтобы при монтаже наконечника гибкого вывода было обеспечено плотное контактное соединение, а наконечник прилегал к ушку токосъемной пластины или шины.

Охладитель с сорванной или смятой резьбой, а также со следами окиси и забоинами на контактной поверхности заменяют, для чего отсоединяют гибкие выводы тиристоров, установленных в блоке, в котором находится поврежденный охладитель, отсоединяют гибкие выводы вентилей соседних блоков от охладителей снимаемого блока и монтажные провода, отверткой отгибают края у стопорных шайб на концах блока, отвертывают гайки с несущих шпилек, снимают шайбы и вынимают блок вместе с изоляционной горизонтальной пластиной.

У снятого блока отвинчивают со шпилек гайки, снимают изоляционные вертикальные прокладки и охладители, стоящие перед поврежденным охладителем, и заменяют поврежденный охладитель. Если снятию блока препятствуют панели цепочек /?С или индуктивные делители, последние отсоединяют от преобразователя и снимают. Сборку блока и установку его на несущих панелях ведут в обратном порядке. После установки блока охладителей окончательно затягивают тиристоры тарированной стороной головки специального ключа.

Резисторы с дефектами заменяют. Паяльником мощностью не более 50 Вт отпаивают от контактных выводов провода, отвинчивают гайки со шпильки, вынимают шпильку из отверстий уголков, снимают с обоих концов резистора шайбы, после чего резистор вынимают. Новый резистор устанавли вают в обратном порядке. Провода к его контактным выводам припаивают припоем ПОС-40.

Конденсаторы отпаивают от подводящих проводов, отвинчивают винты, крепящие скобы, и снимают скобы, изоляционные прокладки, а затем и конденсатор. Новый конденсатор устанавливают в обратном порядке, подводящие провода к его контактным выводам припаивают припоем ПОС-40. Если доступ к блокам шунтирующих резисторов и цепочек затруднен, отвертывают болты, крепящие панель, и выдвигают панель.

Отремонтированный ВИП устанавливают на специализированный стенд и проверяют распределение напряжения по тиристорам в плечах ВИП, для чего подают на его шины переменное напряжение 380 В, а также, пользуясь измерительными клещами, контролируют распределение токов по параллельным ветвям плечей ВИП.

Осмотр, выявление поврежденных полупроводниковых вентилей при ремонте э. п. с. без разборки. Выпрямительную установку очищают продувкой сухим сжатым воздухом давлением 250—300 кПа (2,5—3 кгс/см2) с последующей очисткой волосяной щеткой и салфеткой, слегка смоченной в бензине. Начиная с ТР-1, продувку выпрямительной установки совмещают с продувкой всей аппаратуры в кузове электровоза при работающей вытяжной вентиляции.

Внешний осмотр выпрямительной установки проводят для выявления видимых повреждений диодов (оплавления гибких выводов, разрушения стеклянного изолятора, копоти и т. д.), перегоревших резисторов связи (что, как правило, свидетельствует о сквозном пробое плеча), оплавления эмали на резисторах, оборванных или перегоревших проводов, перемычек и др. Проверяют надежность крепления элементов выпрямительной установки.

Проверку диодов на пробой выполняют без их снятия и отсоединения вспомогательных элементов и цепей защиты, реагирующей на пробой диодов. Нелавинные диоды проверяют пробником (см. рис. 4.7, а).

Для проверки вилку пробника включают в розетку с напряжением 50 В постоянного тока на электровозах или ПО В на электропоездах. Переключатель В устанавливают в положение /. Пробник готов к работе, если его вольтметр показывает напряжение. Концы х1 и х2 пробника подключают поочередно к каждой колонке диодов так, чтобы конец х1 (плюс) был подключен к катоду нелавинного диода или гибкому выводу лавинного, а х2 (минус) — к аноду. При этом если провода, идущие к резисторам Яш и цепочкам ЯС, подключены к верхней ветви плеча, то концы х1 и х2 следует подключать к диодам нижней ветви и, наоборот, если провода, отходящие от резисторов Яш и цепочек ЯС, подсоединены к нижней ветви, ТО КОНЦЫ ХІ и х2 подключают к диодам верхней ветви. Это необходимо, чтобы одновременно с проверкой диодов и резисторов Яш проверить и резисторы связи.

Если показание вольтметра после подключения КОНЦОВ ХІ и х2 к колонке уменьшается, а затем увеличивается на небольшое одинаковое для всех колонок значение, следовательно, в этой колонке пробитых диодов нет и резисторы связи этой колонки целы; если напряжение не уменьшается, то имеется обрыв либо в резисторе связи, либо в цепочках ЯС, либо в цепи резистора Яш- Снижение показания вольтметра до нуля укажет, что в этой колонке имеется пробитый диод или конденсатор в цепочке Я С.

Проверять целостность элементов (резисторов Яш, ЯС и диодов) в депо рекомендуется переносным прибором для проверки элементов силовых полупроводниковых выпрямительных установок типа Ш-03 или пробником. Деля колонку на части, определяют, в какой из них находится пробитый диод.

Лавинные диоды выпрямительных установок на пробой проверяют пробником (см. рис. 4.7, б), установив переключатель В в положение /. Последующие операции аналогичны операциям при проверке нелавинных диодов.

Обрыв внутренней цепи диодов без съема их и без отсоединения гибких выводов выявляют следующим образом.

*Рис. 4.8. Схема для выявления пробитого тиристора в плече ВИП с использованием батареи электровоза*

При проверке ВУ с нелавинными диодами на ее плечо подают регулируемое напряжение 0—20 В переменного тока, например, от сварочного трансформатора. Напряжение увеличивают от нуля до тех пор, пока средний ток ветви не достигнет 5—15 А. Клещами Ц-91 или другим прибором — индикатором подобного типа проверяют наличие тока в каждой параллельной ветви. Отсутствие тока в какой-либо ветви свидетельствует о наличии в ней диода с обрывом цепи. Дефектный диод можно найти без отсоединения гибких выводов, закорачивая поочередно каждый диод или подключая провод питания последовательно к каждому диоду неисправной ветви.

Обрыв цепи лавинных диодов ВУ проверяют пробником (см. рис. 4.7, б). Устанавливают переключатель В в положение /, подключают концы х1 и х2 к каждому диоду в проводящем направлении [конец пробника х1 (плюс) к аноду — охладителю лавинного диода, а х2 (минус) к катоду — гибкому выводу лавинного диода]. Допускается проверять одновременно несколько диодов одной ветви. Для этого каждую ветвь плеча условно делят на две части и подключают концы пробника х1 и х2 к каждой части ветви поочередно. Подбор диодов для замены поврежденного описан выше.

Учитывая, что каждая подгруппа диодов имеет разницу в значениях прямого падения напряжения, начиная с ТР-2, а также в случае замены в одной последовательной цепи более двух диодов проверяют сумму значений прямого падения напряжения в этих ветвях. Эта сумма во всей цепи с вновь установленными диодами не должна отличаться от сумм значений прямого падения напряжения в других цепях более чем на 0,03—0,04 В, а при выпуске из КР-1 и КР-2 — более чем на 0,02 В.

Поиск неисправных тиристоров непосредственно на электровозе (например, на ВЛ80Р) можно проводить с использованием примененной на нем системы сигнализации о выходе из строя одиночных тиристоров.

При выходе из строя силового тиристора Т2-320 в одном из плеч ВИП загорается сигнальная лампа данного ВИП на пульте управления в кабине машиниста. С помощью тумблеров на панели 101 (102) можно достаточно быстро определить плечо, в котором появился поврежденный тиристор. Для этого следует отключить четыре верхних тумблера на панели 101 (102),

**поднять токоприемник.** Если сигнальная лампа продолжает гореть, то токоприемник опускают, отключают четыре нижних тумблера и включают верхние. Поднимают токоприемник и, если сигнальная лампа погаснет, значит, поврежденный тиристор находится в тех плечах ВИП, которые контролируются четырьмя нижними тумблерами на панели 101 (102). Затем эти четыре тумблера делят на две пары, включают поочередно каждую пару и, поднимая и опуская токоприемник, обращают внимание на загорание сигнальной лампы. Таким образом можно быстро определить плечо ВИП, в котором имеется пробитый тиристор.

Иногда тиристор оказывается пробитым не полностью и еще выдерживает напряжение в несколько десятков вольт. Такой тиристор выявить тестером не удается. В таких случаях рекомендуется использовать батарею электровоза, подключая ее через токоограничивающий резистор /?огр (рис. 4.8) мощностью 100 Вт, сопротивлением 50 Ом к каждому ряду тиристоров плеча. При наличии пробитого тиристора в данном ряду через резисторы связи Я161 и М68 будет протекать постоянный ток. Это можно зафиксировать, подключая тестер поочередно ко всем резисторам связи тиристоров данного ряда, установив предварительно предел измерения 0,1—0,3 В.

В эксплуатации имели место случаи, когда класс тиристоров Т2-320 снижался с 15-го до 12-го. Выявить такой тиристор с помощью тестера или батареи затруднительно. В этих случаях следует пользоваться переносным прибором для проверки повторяющегося напряжения диодов и тиристоров завода «Электровыпрямитель» или прибором экспресс-контроля ПКПСВ.

При проверке класса одиночного тиристора прибором ПКПСВ все выводы тиристора от элементов схемы необходимо отключить.

Замена пробитого тиристора требует извлечения неисправного блока тиристоров из ВИП.

После определения пробитого тиристора в плече ВИП необходимо вынуть неисправный блок тиристоров из ВИП. Для этого следует отсоединить гибкие шунты от анодных и катодных выводов тиристоров двойного блока, провода, отходящие из блока тиристоров, отвинтить болты, крепящие блок к вертикальным несущим панелям, ослабить крепеж соседнего блока этого же ряда по вертикали и осторожно вынуть за ручку блок на себя.

Следует помнить, что для снятия одиночных блоков тиристоров, расположенных в верхней части ВИП, необходимо снять двойные блоки тиристоров, находящиеся под ними. Для извлечения тиристора в сборе с охладителем из блока тиристоров следует отпаять провод с анода диода, расположенного рядом с заменяемым тиристором, снять диод и освободить управляющий электрод тиристора, снять резиновые уплотнения с выводов тиристора, отвинтить четыре гайки на уголках крепления и отделить тиристор с охладителем от панели.

Новый тиристор, который необходимо установить в блок, должен иметь' такие же средние прямые падения напряжения Д«з2о и Дм8о- Если тиристор с точно такими же прямыми падениями подобрать не удается, следует выяснить сумму прямых падений напряжений для тиристоров всех параллельных ветвей данного плеча (она указывается в формуляре ВИП) и подобрать в плечо такой тиристор, чтобы разброс по суммарным значениям прямых падений напряжения Лызго и Ды8о во всех параллельных ветвях плеча не превышал (в вольтах) значения 0,02«.

При постановке в блок нового тиристора в сборе с охладителем на охладитель ставят прокладку, на выводы тиристора — панель с уголками крепления. Тиристор четырьмя гайками крепят к панели, на его выводы устанавливают резиновые уплотнения. Управляющий электрод закрепляют на втулке крепления диода, а к аноду диода подпаивают провод от резистора.

Установленный в плече ВИП блок тиристоров прикрепляют к несущим панелям четырьмя болтами и присоединяют подводящие провода, гибкие выводы и резисторы связи. Охладители у новых тиристоров должны быть точно такими, как у снятых.

Выпрямительные установки возбуждения ВУВ-658 электровоза ВЛ80Т и ВУВ-758 электровоза ВЛ80С обдувают сжатым воздухом давлением 300 кПа (3 кгс/см2), проверяют состояние крепежных деталей, контактных зажимов, монтажных проводов, годность предохранителей резисторов, конденсаторов полупроводниковых элементов. Неисправные детали заменяют.

При необходимости замены тиристоров новые подбирают для параллельной работы по двум значениям прямого падения напряжения Дыгоо (при токе /„ом = 200 А) и Д«5о (при токе 1 = == /ном/4) .

Для измерения прямого падения напряжения на тиристоре ТЛ2-200 его ввертывают в алюминиевый охладитель, обдуваемый охлаждающим воздухом, количество которого в каналах охладителя должно быть не менее 17 м3/мин. Электрическая схема проверки прямого падения напряжения на тиристорах включает в себя нагрузочный резистор /?1 (рис. 4.9), диоды Д1—Д6 типа ВКДЛ, токовое реле РТ, милливольтметр тУ, вольтметр V и цепочку из последовательно включенных диода Д7 типа Д226 и резистора /?2 на 5,1 Ом. Милливольтметр М45 с шунтом 75 позволяет контролировать ток в цепи проверяемого тиристора.

*Рис. 4.9. Схема измерения прямого падения напряжения на тиристорах*

Цепочку Д7—/?2 присоединяют к управляющему выводу проверяемого тиристора В и, регулируя резистором И2 ток в цепи тиристора, измеряют значения Лы2оо и Л«5о. Измерения следует начинать не ранее чем через 15 мин после наладки схемы с тем, чтобы дать тиристору охладиться, а замеры проводить за время не более 3 с, не допуская его нагрева.

Разница в значениях Дм2оо и Ды50 не должна превышать 0,02 В.

Суммарное падение напряжения на отдельных ветвях не должно отличаться более чем на 0,03 В.

**Диагностика блоков ВИП.** Техническое обслуживание выпрямителей. Техническая диагностика является составной частью процессов ремонта и технического обслуживания э. п. с. в депо и на пунктах технического обслуживания (ПТО).

Она позволяет выявить состояние проверяемого элемента на данный момент, дать заключение о сроке службы или остаточном ресурсе элемента, узла или агрегата и установить периодичность контроля технического состояния объекта, гарантирующую его безотказную работу в эксплуатации.

В технической диагностике используются встроенные, автоматизированные стационарные и неавтоматизированные (переносные) средства.

**Встроенные средства.** Такими средствами называют контрольные блоки, органически включаемые в состав преобразователя и непрерывно контролирующие его в процессе работы. Так, встроенные средства могут быть использованы для контроля работы силового оборудования в соответствии с заданными аппаратурой БУВИП ограничениями, а при отсутствии таких ограничений, например при слежении за основной коммутацией плеч ВИП в тяговом режиме, воздействовать на отключение защиты или указывать машинисту на необходимость перехода на резервный БУВИП. Одновременно встроенная система диагностики должна запоминать полученную информацию по сбою в работе, которая может быть использована в депо при планировании работ по техническому обслуживанию.

Автоматизированные (стационарные) средства диагностирования. К ним относятся специальные стенды, проверочные машины с применением универсальных измерительных комплексов, которые используются для контроля работоспособности сложных блоков управления, а также для проверки взаимодействия панелей и блоков между собой, работо'пособности электровоза в целом по выходным параметрам при производстве ТР-1, ТР-2 и ТР-3.

Стационарные средства значительно сокращают время проверки и обнаружения неисправности сложных систем управления и электровоза в целом.

Неавтоматизированные средства технической диагностики. К ним относятся переносные стенды и различные приспособления, находящиеся в депо и предназначенные для контроля работоспособности отдельных элементов, узлов электровоза без нагрузки при проведении технического обслуживания и текущих ремонтов. Для силовой части ВИП или ВУ, которая содержит сравнительно небольшое число однотипных элементов, целесообразно использовать поэлементный контроль, поочередно подключая элементы (диоды,тиристоры) к измерительному прибору и контролируя их по отдельности.

Техническое обслуживание выпрямительных установок (ТО). Оно осуществляется в плановом порядке, установленном приказом МПС № 10Ц от 16.02.81. Техническое обслуживание включает в себя: профилактические работы, направленные на предотвращение отказов (внешний осмотр, крепежные работы, замену элементов и т. д.); работы, связанные с контролем технического состояния, целью которых является проверка соответствия параметров ВУ и ВИП требованиям нормативно-технической документации; работы по регулировке и настройке, предназначенные для доведения параметров блоков, и узлов ВУ и ВИП до значений, установленных нормативнотехнической документацией.

Работоспособность ВИП на ТО-1 контролируют по показаниям приборов в кабине машиниста, по отсутствию загораний сигнальных ламп и срабатывания защиты. На ТО-2 заменяют отказавшие узлы и детали, визуально осматривают выпрямительную установку, проверяют ее техническое состояние, а на ТО-3, кроме того, очищают выпрямительную установку от пыли, проводят внешний осмотр диодов, тиристоров, резисторов и цепочек /?С.

Техника безопасности при ремонте и испытаниях выпрямительных установок. Выпрямительные установки размещены в высоковольтной камере электровоза, которая имеет ограждение с блокировками, исключающими вход в высоковольтную камеру при подключении электровоза к напряжению. Осмотр и проверку выпрямительных установок проводят при полном снятии напряжения и отключенной нагрузке.

Испытание ВИП разрешается проводить только при исправной защите, сигнализации и подаче охлаждающего воздуха. Конденсаторы проверяемых цепей следует предварительно разрядить.

Электрическую прочность изоляции необходимо испытывать при всех закороченных вентилях и огражденной выпрямительной установке.

Лица, обслуживающие переносные приборы для проверки целостности цепей вентилей, должны иметь допуск к работе на установках напряжением свыше 1000 В.