

Обогрев стрелочных переводов на железных дорогах Германии

Для обеспечения бесперебойного движения поездов на железных дорогах Германии в зимних условиях приходится проводить многочисленные подготовительные мероприятия. В частности, при снегопадах и морозе необходимо обогревать движущиеся элементы стрелочных переводов, чтобы они были свободны от снега и льда.

Стрелочный перевод является важным элементом верхнего строения пути. Для обеспечения надежной работы движущиеся детали стрелочного перевода смазывают.

В зимних условиях переход подвижного состава с одного пути на другой могут осложнить следующие обстоятельства:

- снег, блокирующий рамный рельс;
- примерзание остряка к рамному рельсу;
- образование льда в замыкающем устройстве или на остряке;
- высокое трение на стрелочных подушках.

Обогрев стрелочного перевода должен обеспечивать свободный проход подвижного состава при снегопаде и образовании льда, но не оказывать негативного влияния на используемый смазочный материал, например не приводить к испарению смазки в зоне остряка, что возможно при излишне сильном нагреве. Как правило, производится обогрев рамного рельса, переводного механизма и подвижного сердечника крестовины. На перекрестном стрелочном переводе, кроме рамных рельсов, обогреваются и остряки.

Способы обогрева

В первые годы существования железных дорог стрелочные переводы обогревали с помощью тлеющих углей, для которых в зоне стрелок

монтировали специальные металлические желоба. В настоящее время для обогрева стрелок используют природный газ, пропан, геотермическую энергию, но чаще всего применяют электрообогрев. Способ обогрева выбирают с учетом погодных условий и имеющегося источника энергии. На железных дорогах Германии (DB) применяют в основном электрический обогрев стрелок. На сети общей протяженностью 33 780 км имеется 69 232 стрелочных перевода, в том числе 49 478 оборудованных устройствами обогрева. Около 90% из них используют для обогрева электроэнергию. Процесс обогрева полностью автоматизирован. При применении других видов энергии обогревом стрелок управляет станционный диспетчер.

Степень обогрева определяется влажностью и температурой воздуха, а также интенсивностью снегопада и обледенения. Устройство обогрева включается при определенной температуре рельсов. Для оценки интенсивности снегопада используют соответствующие датчики, устанавливаемые в непосредственной близости от пути, по которому идет наибольшее число поездов.

Датчики температуры рельсов располагают на базовом стрелочном переводе на расстоянии 50 мм от остряка. Базовым считается стрелочный перевод, который находится в неблагоприятных кли-

матических условиях. Включение обогрева при обычной для данного участка влажности производится при температуре рельсов 3 °С. Если температура окружающей среды ниже 0 °С, нагрев увеличивают. При низкой наружной температуре и отсутствии влажности (сухой холод) предусмотрен дополнительный обогрев.

С помощью имеющихся в распоряжении технических средств дистанционного управления, например систем радиосвязи (GSM-R), передачи команд и сигналов (MAS 90), технического контроля рельсового пути и аварийной сигнализации (LEiTfÜ-G), передаются соответствующие команды и сигналы о состоянии устройств обогрева.

Электрообогрев стрелочных переводов

Устройства электрообогрева стрелок на электрифицированных линиях получают питание от контактной сети переменного тока напряжением 15 кВ и частотой 16,7 Гц и/или от системы электропитания с частотой 50 Гц. Для обогрева входного стрелочного перевода требуется мощность от 5 (в кривой небольшого радиуса) до 50 кВт (на высокоскоростных линиях). Ток подводится к нагревателю, выполненному в виде стержня, от которого тепло передается на элементы стрелочного перевода с помощью излучения и частично конвекции. Номинальное напряжение, при котором достигается требуемая температура нагрева, должно быть не менее 230 В. Если необходим более сильный нагрев, применяют стержни, рассчитанные на напряжение 460

В, или включают стержни, рассчитанные на 230 В, последовательно либо параллельно в зависимости от подведенного напряжения. Питание к стержню подводится гибким проводом.

Для обогрева рамного рельса нагревательные стержни размещают непосредственно на нем. Чтобы обеспечить удобство крепления нагревателя, во всех шпальных ящиках обогреваемого стрелочного перевода оставляют свободное пространство под подошвой рельса высотой не менее 65 мм. Стержень длиной до 5 м располагают так, чтобы обеспечивалась оптимальная теплопередача. При этом элементы крепления не должны препятствовать удлинению стержня при нагреве. Рабочая температура нагревателей составляет 65–75 °С. В зависимости от типа стрелочного перевода и исполнения системы обогрева в одном стрелочном переводе могут устанавливаться до 14 нагревательных стержней.

Устройства обогрева с питанием от контактной сети напряжением 15 кВ, частотой 16,7 Гц

Электрические устройства обогрева подсоединяют к контактной сети. Как правило, их монтируют в стандартных бетонных киосках (станциях), устанавливаемых на земле. В каждой из станций имеется отсек с оборудованием высокого напряжения, однофазный трансформатор (16 кВ/2×230 В), ячейка распределения и цепей управления низкого напряжения. Возможен и другой вариант размещения оборудования, когда высоковольтный трансформатор размещают на опоре контактной сети на высоте более 6 м над УГР. Низковольтное распределительное устройство расположено в шкафу, установленном на земле. Этот вариант используют только в том случае, если местные условия исключают возможность установки наземной станции.

Для обеспечения работы трансформатора необходимо рабочее заземление одного конца его первичной обмотки. С этой целью соответствующую клемму обмотки напряжением 15 кВ соединяют с рельсом двумя (для надежности) обратными проводами. Каждый из этих проводов отдельно присоединяют к рельсу. Места присоединения закрывают кожухом из листовой стали и наносят на него знак высокого напряжения, предупреждающий об опасности прикосновения или несанкционированного отсоединения проводов от рельса.

Пути, на которых имеются обогреваемые стрелочные переводы, дополнительно соединяют между собой, чтобы обеспечить минимальное сопротивление линии обратного тока и выравнивание потенциалов в рельсах. Таким образом, в соответствии с инструкциями, действующими на сети ДВ, неизолированные рельсы пути электрически объединяют с помощью дополнительных заземлителей.

Устройства обогрева, питающиеся от сети электроснабжения переменного тока частотой 50 Гц

Эти устройства могут получать питание как от сетей переменного тока частотой 50 Гц, принадлежащих ДВ, так и от общесетевых распределительных устройств. При этом стремятся по возможности использовать стандартные устройства обогрева, применяемые в системах, питающихся от сети с частотой 16,7 Гц.

Цепи управления и контроля, а также методы эксплуатации устройств обогрева в сети с частотой 50 Гц аналогичны тем, которые используются в схемах, работающих на частоте 16,7 Гц. Какие из устройств следует применить, решают на основе результатов анализа доступности сетей электроснабжения и уровня необходимых затрат.

Интеллектуальные устройства обогрева

Так называемое интеллектуальное устройство электрообогрева стрелочных переводов используется на станции Нидерцойцхайм региональной железнодорожной сети Вестервальд.

Для управления устройством, организации его эксплуатации и визуализации технического состояния стрелочных переводов необходима система передачи данных. При этом должны использоваться стандартные протоколы передачи и информационные шины. На самых больших дистанциях (протяженностью более 1,2 км) используют телефонные линии (внутренней железнодорожной связи или общего пользования).

Передача данных по телефонной сети осуществляется через модемы независимо от того, выполняется ли обмен информацией непрерывно или происходит только при поступлении новых сообщений или команд.

Для визуализации данных использован персональный компьютер. Это упрощает контроль, дистанционное управление и диагностику устройств обогрева. При этом данные передают с помощью устройств Bluetooth, локальных беспроводных сетей и сетей сотовой связи стандарта GSM, которые могут работать в устройствах обогрева с питанием от сетей частотой 16,7 и 50 Гц.

Устройство работает в автоматическом энергоэкономичном режиме. Впервые оно было введено в эксплуатацию в 2007–2008 гг. При обеспечении надежного обогрева стрелочных переводов одновременно снизились расходы на текущий ремонт и уменьшилось потребление электроэнергии.

Одной из последних разработок является интеллектуальное устройство обогрева стрелок типа WHVI компании ESA Grimma.

Отказы устройств обогрева

Как правило, блок управления в распределительной части устройства обогрева работает в автономном режиме. Его электроника контролирует изменения погодных условий, отслеживает важные параметры, связанные с работой устройств обогрева, например напряжение и ток, определяет положение автоматического выключателя защиты, фиксирует неисправности обогревающих стержней. Информация о дефектах или повреждениях, в том числе в коммуникационных соединениях, передается в пункты эксплуатации и технического обслуживания.

При большинстве отказов работоспособность устройств обогрева сохраняется, однако некоторые виды повреждений требуют перевода их в аварийный режим работы.

Обогрев стрелочных переводов пропаном

Устройство обогрева пропаном состоит из двух установок — экипировочной и потребляющей. Возможны следующие варианты экипировочных установок:

- стационарно установленный резервуар со сжатым газом;
- стационарная установка с резервуаром вместимостью менее 3 т;
- то же, с резервуаром вместимостью более 3 т;
- переносная емкость со сжатым газом (в том числе баллон);
- подвод природного газа к распределительной станции.

Требуемый расход пропана определяется числом обогреваемых стрелочных переводов и климатическими условиями. Обогревающая часть, потребляющая газ, находится позади главного запирающего устройства стрелочного перевода.

Пропан для обогрева стрелок подается под давлением от 1 до 1,1 бар. Приборы, регулирующие подачу газа, должны обеспечивать нужное

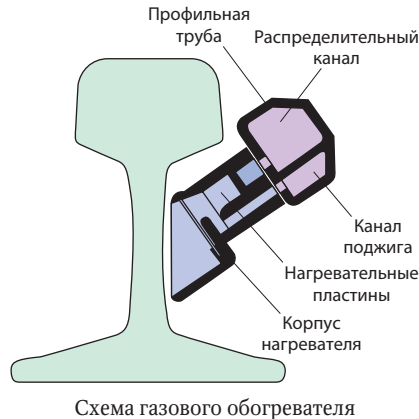


Схема газового обогревателя

эксплуатационное давление на самом удаленном стрелочном переводе. В зоне обогрева находятся управляемое устройство зажигания и газотехнический распределительный узел.

Обогрев стрелочного перевода пропаном происходит следующим образом: по присоединенному шлангу газ под давлением от 0,3 до 1,1 бар подается к соплам. Пройдя через сопло, он поступает в диффузор, где в результате расширения газа создается пониженное давление. Под действием перепада давления в диффузор поступает воздух через специальный клапан. В трубе сгорания (рисунок) смесь газа и воздуха воспламеняется при включении электрического зажигания. Под действием пламени происходит нагрев пластин, расположенных в трубе.

Включением этой установки управляют с пульта поста централизации или поездного диспетчера в зависимости от температуры воздуха и наличия осадков. Иногда применяют ручное управление, однако в этом случае требуется постоянный контроль и повышается расход газа.

Геотермическое устройство обогрева стрелочного перевода

В конце января 2007 г. на сети ДВ было введено в эксплуатацию первое геотермическое устройство

обогрева стрелок на станции Хольцминден, разработанное и исполненное нидерландской компанией ProRail.

Существуют два различных технологических варианта получения тепла от геотермических слоев земли — с использованием и без использования дополнительной энергии. Устройство, примененное в Хольцминдене, представляет собой геотермическую установку обогрева стрелок первого типа. Здесь применен принцип теплового насоса. Энергию, необходимую для обогрева, с помощью вертикального теплообменника получают из слоев земли, находящихся на глубине 99 м.

Испытания, связанные с получением тепла от слоев земли, расположенных ближе к поверхности, в основном завершены. В настоящее время этот вариант совершенствуют. При его использовании не требуется дополнительный подвод энергии, так как в этом случае не применяется тепловой насос.

В таблице приведены последовательность и краткие характеристики операций, выполняемых в процессе геотермического обогрева стрелочных переводов.

Геотермическая энергия обогревает движущиеся детали стрелок и поддерживает температуру, которая предотвращает их обледенение. Большое преимущество этой технологии — отсутствие отдельного источника энергии для производства тепла. К сожалению, для теплового и циркуляционного насосов необходима дополнительная энергия.

К достоинствам геотермического обогрева относятся снижение потребляемой энергии приблизительно на 50% (в зависимости от метода получения тепла), уменьшение выбросов CO₂ и экономия эксплуатационных затрат.

За первые годы работы пилотной установки в Хольцминдене в связи с мягкой зимой ожидаемые результаты не были получены,

СТРЕЛОЧНЫЕ ОБОГРЕВАТЕЛИ

Процесс обогрева стрелочных переводов при трех различных способах получения геотермической тепловой энергии

Этапы процесса	Схемы получения геотермической энергии		
	Тепловой зонд в виде U-образной трубы с тепловым насосом	Прямой испаритель/прямой конденсатор	Прямой испаритель/прямой конденсатор с тепловым насосом
Получение тепла из слоев земли	Увеличение температуры в U-образном теплообменнике	Смена в зонде фаз состояния хладагента (жидкого на парообразное), отвод геотермического тепла через испаритель	Смена в зонде фаз состояния хладагента – жидкого на парообразное, отвод геотермической теплоты через испаритель
Передача тепловой энергии из земли	С использованием дополнительной энергии (циркуляционная помпа)	Без затрат дополнительной энергии	
Повышение температуры	С использованием дополнительной энергии (тепловой насос); относительно температуры поверхности земли	Без повышения температуры и без дополнительной энергии	С использованием дополнительной энергии (тепловой насос); относительно температуры поверхности земли
Подача тепла к стрелочным переводам	С использованием дополнительной энергии (циркуляционный насос)	Без дополнительной энергии	
Применение рабочих средств	Средство защиты воды от замерзания (в грунте), хладагент (тепловой насос), средство защиты воды от замерзания (в зоне обогрева вокруг стрелки)	Хладагент	Хладагент со смазочными маслами
Использование тепла на стрелочных переводах	Снижение температуры теплоносителя в процессе теплообмена на стрелке	Переход хладагента из парообразного состояния в жидкое, образование теплового конденсата на элементах стрелочного перевода	
Число контуров и процессов теплообмена	Три независимых контура, четыре процесса теплообмена	Один независимый контур, два процесса теплообмена	

но работы по совершенствованию установки были продолжены.

На региональной сети Оберпфальц с октября 2009 г. находятся в эксплуатации две другие установки с разными источниками геотермической энергии (зонды, энергетические коробки). Целью опытной эксплуатации этих установок является поиск возможностей дальнейшей оптимизации системы.

Заключение

Развитие систем обогрева стрелочных переводов будет продолжено и в дальнейшем с целью умень-

шения потребления энергии и выбросов углекислого газа. Большинство устройств обогрева стрелочных переводов оборудованы новыми системами управления и регулирования. Компоненты этих систем мало изнашиваются в связи с заменой контакторов полупроводниковыми коммутационными устройствами, обеспечивают в непрерывном режиме регулирование температуры нагрева элементов стрелочных переводов. Экономия энергии на таких установках составляет примерно 35%.

Наличие в системе управления и регулирования прибора, контро-

лирующего состояние изоляции в системе обогрева, позволяет своевременно заменять нагревательные элементы со снизившимся уровнем изоляции, что уменьшает вероятность возникновения аварийных режимов. Благодаря этому необходимый объем работ по техническому обслуживанию установок можно выполнять по мере надобности, с учетом фактического состояния оборудования.

По материалам компаний Veolia (www.veolia-verkehr.de) и Grimma (www.esa-grimma.de); Deine Bahn, 2010, № 1, S. 51–56.