

Средние значения ЭДС взаимной индукции, возникающей в приёмных катушках, рассчитывается по формуле

$$E_{1,2} = 2nM_{1,2}I_f$$

где f – частота гармоники тягового тока, I_f – ток в контактном рельсе при данной частоте, $M_{1,2}$ – коэффициент взаимной индуктивности между рельсом и расположенным над ним приёмной катушкой с учётом влияния нагревательного модуля, размещённого на рельсе. Полученные результаты по оценке электросовместимости с системами АЛС-АРС были нами использованы при разработке модульной системы электрообогрева стрелочных переводов, успешно работающей на ряде открытых участков московского метрополитена [2].

Список литературы

1 Бадёр, М. П. Электромагнитная совместимость / М. П. Бадёр. – М. : УМК МПС, 2002. – 638 с.

2 Харитонов, Ю. Н. Модульная система электрообогрева стрелочных переводов рельсового транспорта / Ю. Н. Харитонов / Безопасность движения поездов : сб. трудов XVIII науч.-практ. конф., 16–17 ноября 2016, Москва. – М. : МИИТ, 2016 – С. 11–107.

УДК 625.151.2

ОБ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОМ ОБУСТРОЙСТВЕ СТРЕЛОЧНЫХ ПЕРЕВОДОВ, ОБОРУДОВАННЫХ МОДУЛЬНОЙ СИСТЕМОЙ ЭЛЕКТРООБОГРЕВА

Ю. Н. ХАРИТОНОВ, С. М. КОКИН, В. А. НИКИТЕНКО
Российский университет транспорта (МИИТ), г. Москва

Разработанная в РУТ (МИИТ) на кафедре «Физика» [1, 2] система электрообогрева (ЭО) с профильными нагревательными модулями (НМ) для стрелочных переводов рельсового транспорта за время эксплуатации на ряде открытых участков Московского метрополитена получила практическое подтверждение своей энергетической эффективности и эксплуатационной надёжности. Эффективность и надёжность могут оцениваться, в частности, по объёму работ, связанных с монтажом, эксплуатацией и обслуживанием оборудования.

Согласно техническим указаниям, система ЭО отнесена к электроприёмникам третьей категории. Для её электропитания используется одна из фаз трёхфазного переменного тока напряжением 220 В с максимальной потребляемой мощностью 5 кВт. В соответствии с этим на одном стрелочном переводе устанавливается 18 нагревательных модулей мощностью 0,15 кВт (по 9 штук на шейках внешних сторон обоих рельсов). Возможно также подключение системы ЭО к выпрямителю, работающему по схеме двухполупериодного выпрямления со сглаживающим фильтром. Щит управления располагается непосредственно в зоне стрелочного перевода, там, где уже имеется подводка питания механизма перевода острия стрелки.

Коммутация нагревательных модулей системы выполнена по схеме параллельного подключения посредством кабеля с двойным бронированием, сечение жил которого выбрано из расчётного значения силы тока. Провода, соединяющие каждый НМ с питающим кабелем, имеют практически одинаковое сопротивление, так что общее сопротивление всей схемы ЭО, содержащей n модулей, равно $R_{\text{пар}} = R_i/n$ (здесь R_i – сопротивление одного модуля).

В практике российских железных дорог для обогрева часто используются трубчатые электронагреватели, которые обычно соединяют последовательно (по три, длиной $L = 3,35$ м, или по два, длиной $L = 5,6$ м, мощностью по 1,6 кВт). Однако при последовательном соединении нагревательных модулей (в этом случае общее сопротивление $R_{\text{пос}} = nR_i$) выделяемое нагревателями тепло $Q_{\text{пос}}$ меньше, чем при параллельном $Q_{\text{пар}}$. Действительно, при напряжении питания U за время Δt

$$Q_{\text{пар}} = U^2 / R_{\text{пар}} \cdot \Delta t = nU^2 / R_i \cdot \Delta t, \quad Q_{\text{пос}} = U^2 / R_{\text{пос}} \cdot \Delta t = U^2 / (nR_i) \cdot \Delta t,$$

то есть

$$Q_{\text{пар}} / Q_{\text{пос}} = n^2.$$

Как показала практика, помимо энергетической эффективности параллельное соединение обеспечивает значительное повышение устойчивости работы стрелочного перевода в условиях снегопада и обледенения: повреждение отдельного нагревательного модуля или проводов, соединяющих этот модуль с питающим кабелем, не приводит к прекращению работы всей системы обогрева, а лишь снижает поступление тепла к рамному рельсу или остряку перевода.

В цепи каждого НМ имеется однофазовый автоматический выключатель, отключающий модуль от источника питания (для ремонта, замены). О каждом случае повреждения в системе ЭО на пункт визуального контроля поступает сигнал от трёх блоков индикации (каждый блок сигнализирует о работе шести модулей). Принцип работы блока индикации основан на использовании трансформаторов тока. По первичной обмотке трансформатора идёт рабочий ток с нагревательного модуля, а в цепь вторичной обмотки включён светодиод, гаснущий при любом прерывании тока в НМ. При такой схеме электрической коммутации всех элементов ЭО выполняются требования электробезопасности обслуживающего персонала, поскольку и сам щит управления электрообогревом и питающий кабель имеют надёжные заземление.

При монтаже и эксплуатации системы электрообогрева ЭО следует иметь в виду, что мощность первого и последнего модулей с каждой стороны рамного рельса стрелочного перевода должна быть в полтора раза выше, чем остальных: эти НМ работают в наиболее ответственных местах прилегания остряка к рельсу и шпального короба, в котором размещён механизм перемещения перевода.

Дополнительный обогрев в зоне работы поворотного механизма стрелочного перевода как самих рельсов, так и всего шпального ящика, требуется не только в холодную погоду (при температуре ниже -20°C), но и при использовании на переводе системы обдува сжатым воздухом. На холоде нарушаются условия нормальной работы тяги стрелочной гарнитуры, которая обеспечивает связь электропривода поворотного механизма с острьяками стрелочного перевода. Эта связь осуществляется посредством болтового соединения, включающего в себя запрессованные в отверстиях тяги втулки и соединяющие тяги оси. В процессе эксплуатации втулки и оси периодически смазываются машинным маслом, которое замерзает при температуре -20°C . На морозе указанные соединения превращаются в жёсткие узлы, что приводит а) к увеличению силы, необходимой для поворота остряков, б) к уменьшению до критической величины расстояния между отведённым остряком и рамным рельсом (закрытый перевод), в) к увеличению зазора между прижатым остряком и рамным рельсом (открытый перевод). Устранить подобные явления можно, в частности, путём размещения одной пары НМ непосредственно в шпальном ящике поворотного механизма стрелочного перевода. Эта пара должна включаться (вручную или автоматически) при падении температуры наружного воздуха ниже -20°C .

На стрелочных переводах с очисткой от рыхлого или мокрого снега путём обдува потоки сжатого воздуха, направленные от остряков в сторону шпальных ящиков, забивают ящики комьями снега, смешанными с водой. Образовавшаяся наледь и смёрзшийся снег формируют прочную ледяную корку, которая затрудняет работу стрелочного перевода. Для предотвращения появления корки в этой зоне также предусмотрена установка пары нагревательных модулей.

По завершении осенне-зимнего сезона система электрообогрева отключается от источника питания и переводится в режим консервации, не требующий специального обслуживания. Если на этот период приходится плановый ремонт стрелочного перевода или его замена на новый, то демонтаж и повторная установка системы выполняется силами рабочих службы пути.

Практика расчетов и применения модульной системы электрообогрева стрелочных переводов служит наглядным примером необходимости знаний курса общей физики в работе инженеров транспортной отрасли и широко используется на кафедре физики при организации УИРС и НИРС.

Список литературы

- 1 Харитонов, Ю. Н. Модульная система электрообогрева стрелочных переводов на открытых станциях Московского метрополитена / Ю. Н. Харитонов // Актуальные проблемы социально-экологической и экономической безопасности Поволжского региона : сб. материалов науч.-практ. конф. – Казань : Казан. фил. МИИТ, 2013. – С. 8–10.
- 2 Харитонов, Ю. Н. Модульная система электрообогрева стрелочных переводов рельсового транспорта / Ю. Н. Харитонов // Безопасность движения поездов : сб. трудов XVIII науч.-практ. конф. (16–17 ноября 2016, Москва). – М. : МИИТ, 2016. – С. 11–107.