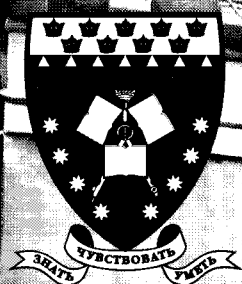
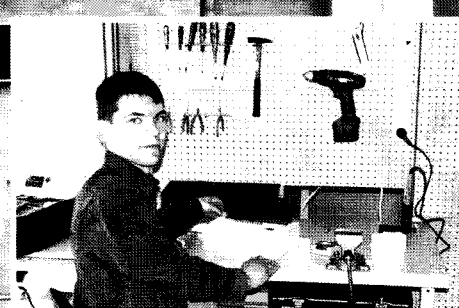
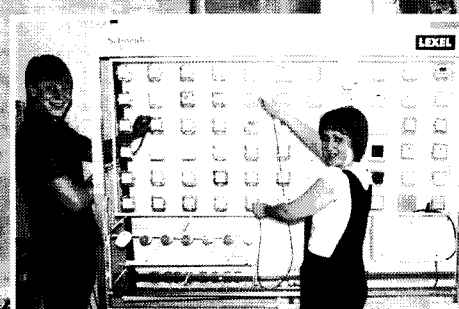
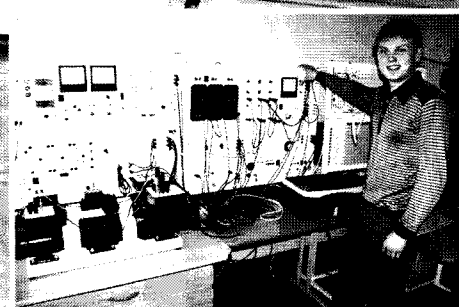


ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

№10



ФГАОУ ВПО
«Российский государственный
профессионально-педагогический
университет»



**Здесь
начинаются
успешные карьеры!**

СОДЕРЖАНИЕ

Инновации в энергетике и энергетическом образовании

- Третьяков А. П., Федорова С. В. О реализации программ энергосбережения и повышения энергоэффективности в системе образования 2
- Федорова С. В., Соколова Т. Б. Моделирование взаимодействия образовательных учреждений с социально-экономическим пространством в условиях развития непрерывного профессионального (энергетического) образования 7
- Шрейнер Р. Т., Калыгин А. И., Кривовяз В. К. Построение высоковольтных рекупирующих каскадных непосредственных преобразователей частоты для электропривода 13
- Кузнецов Ю. В., Кузнецов М. Ю., Шведов В. П. Когенерационная установка по производству сжатого воздуха (пневмоэнергии) и теплоты 23
- Ковалев А. А., Несмелов Ф. С., Кардаполов А. А. Разработка технологии борьбы с гололедообразованием на контактных проводах промышленного железнодорожного транспорта 26

Совершенствование экономического механизма хозяйствования

- Валь П. В., Попов Ю. П. Концепция разработки системы прогнозирования электропотребления промышленного предприятия в условиях оптового рынка 31

Эксплуатация, монтаж и наладка

- Жмакин Ю. Д., Кузнецов В. А. Модернизация электровзрывных установок, модифицирующих структуру и свойства поверхностных слоев материалов 36
- Манилов А. М. Определение коэффициента чувствительности защиты с учетом погрешности трансформатора тока 39
- Алутин А. П., Бойцов М. С., Каравайков В. М. Разработка конструкции и испытания термодинамического конденсатоотводчика 41
- Неделько А. Ю. Система сбора данных с цифровых датчиков температуры 45

Проекты и исследования

- Горбунов В. А., Нагорная О. Ю. Определение эффективности утилизации доменного газа 47
- Мунц В. А., Мунц Ю. Г., Щербинин К. А. Расчет тепловых потерь через ограждающие конструкции жилых зданий 52

Справочник энергетика

- Новое высокотехнологичное коммутационное оборудование, выпускаемое компанией ООО "Астер Электро". 55

Информация ВТИ

- Испытания тепломеханического оборудования 58

в зависимости от тарифов, устанавливаемых РЭК в регионе, или от цены на оптовом рынке. Принимая в среднем стоимость электроэнергии 2,15 руб/(кВт·ч), получаем затраты для номинального режима работы компрессоров: $95 \cdot 2,15 \approx 204$ руб/1000 м³ сжатого воздуха. Реальная стоимость выше вследствие многочисленных накладных расходов. Например, на Первоуральском новотрубном заводе в 2005 г. она составила 410 руб/1000 м³.

В заключение можно сделать вывод, что себестоимость производства сжатого воздуха когенерационной установкой ниже заводской в 3,8 раза, а тепловой энергии — в 1,2 раза. Срок окупаемости инвестиций с учетом проектных, монтажных и пусконаладочных работ не превышает 1 года, при этом, что особенно

важно, обновляется парк устаревших компрессоров. Если учесть, что эксплуатационные показатели современных турбокомпрессоров (изотермический КПД, удельный расход электроэнергии на сжатие, эффективность системы регулирования) выше, то срок окупаемости их установки составляет 0,7–0,8 года.

Список литературы

1. Кузнецов Ю. В., Кузнецов М. Ю. Сжатый воздух. 2-е изд., перераб. и доп. — Екатеринбург: УРО РАН, 2007.
2. Вершинский В. П. Какой привод выбрать. — Академия энергетики, 2006, № 4.
3. Оборудование для комбинированной выработки электрической и тепловой энергии. Справочник. — М.: Энергопресс, 2005.

Fedorova@rsvpu.ru

Разработка технологии борьбы с гололедообразованием на контактных проводах промышленного железнодорожного транспорта

Ковалев А. А., канд. техн. наук, Несмелов Ф. С., Кардаполов А. А., инженеры

Уральский государственный университет путей сообщения, Екатеринбург

Разработана технология борьбы с гололедом на контактных проводах. Предложено использовать для этого специальный композиционный продукт, состоящий из полых алюмосиликатных или керамических микросфер, латексно-акриловой смеси и неорганических пигментов. Это позволит снизить эксплуатационные расходы на поддержание технических средств в работоспособном состоянии.

Ключевые слова: опора контактной сети, фиксатор, надежность, вероятность, прогнозирование, гололед, контактный провод, несущий трос, энергоэффективность.

Состояние проводов контактной сети играет главную роль в обеспечении качественного токосъема. Поэтому очень важно сохранять работоспособность опорных и поддерживающих конструкций, к которым они крепятся.

С увеличением угла наклона опор контактной сети промышленного транспорта изменяется положение фиксаторного узла, что приводит к разрегулировке и изменению зигзага связанного с ним контактного провода, увеличению износа последнего и контактных пластин токоприемника, а также к повышению риска схода полоза токоприемника и соответственно к отказам. Таким образом, от конструкции и качества монтажа фиксаторов зависит надежность электроснабжения промышленного локомотива.

Одним из важных показателей надежного токосъема является эластичность контактного

провода. Разрегулировка и неправильный монтаж контактной подвески приводят к тому, что кривая эластичности в пролете значительно искажается. При гололеде ситуация еще более ухудшается: появляются искрения, местные износы и т. д.

К фиксатору предъявляются следующие требования:

масса его деталей, непосредственно связанных с контактным проводом, должна быть минимальной;

форма должна быть такой, чтобы обеспечивался надежный проход токоприемника при максимальном отжатии им контактной подвески;

части, связанные с контактным проводом, должны обеспечивать его перемещение как вдоль пути (при температурных деформациях), так и по высоте;

таревающих к...
эксплуатации...
турбокомпр...
ельный расч...
ективность с...
рок окупаем...
— 0,8 года.

жатым воз...
ринбург: У

ать. — Ака

и вырабо...
Справочник.

на
спорта

енеры

бург

вильный
водят к
пролете
е ситуа...
ется ис-

дующие

о свя...
должна

беспе...
емника
актной

едом,
как
иаци-

наличие устройства, предот...
его опрокидывание при дейст...
мального ветра.

стояния контактных проводов зави...
ность всей конструкции подвески,
тельно, бесперебойность питания
движного состава (ЭПС). Новые
провода имеют поверхностный
уплотнение поверхностного слоя),
их механическую прочность и
эффективность [1]. При нагреве до
наклеп исчезает, провода отжигаются
прочность, при этом затраты на
увеличение возрастают. Кроме общего
на состояние этих проводов существ...
являет локальный нагрев в точке то...
Так, на Качканарском горно-обогат...
комбинате (КГОК) “Ванадий” по...
причине чаще всего происходят сбои в
снабжении ЭПС.

Степень нагрева и отжига провода при...
зависит от многих факторов: пара...
токаприемника, амплитуды снимаемо...
переходного сопротивления провод...
приемник. Также известно, что пере...
контактных проводов неравномерны по...
пролета, большая их часть приходится
еста остановок и трогания поездов, в...
дах изолирующих сопряжений.

Беспечение надежного токосъема в соот...
тствии с требованиями по эксплуатации
ных дорог достигается высоким качест...
регулировки контактной сети с учетом
атических условий. Согласно техниче...
требованиям и нормам, установленным
правилами устройства и технической экс...
платации контактной сети электрифициро...
ных железных дорог” [3], при монтаже,
техническом обслуживании и ремонте необ...
зимо соблюдать регулировочные нормати...

С целью их систематизации Департамен...
и электрификации и электроснабжения —
нала ОАО “РЖД” разработаны и утвер...
ены Инструктивные указания по регули...
вке контактной сети. Они содержат норма...
вы регулировки с учетом температурных,
тровых и гололедных воздействий на уст...
ства контактной сети и предназначены
для работников, связанных с их монтажом и
техническим обслуживанием. Кроме того, в
них включены нормативные размеры верти...
альной, горизонтальной и продольной регу...
лировок контактной подвески, нормативы
расположения опор, консолей, фиксаторов и
грузов компенсирующих и других проводов,

а также нормативы основных узлов и допустимых расстояний, районирования по климатическим условиям и данные по этим условиям в дистанциях электроснабжения Российской Федерации.

В Уральском регионе (в том числе на КГОК “Ванадий”) одной из главных причин отказа контактных проводов является гололедообразование. Для разработки технологии борьбы с ним авторы статьи предлагают использовать специальный композиционный продукт, состоящий из полых алюмосиликатных или керамических микросфер, латексно-акриловой смеси и неорганических пигментов. После нанесения на защищаемую поверхность покрытие разделяется как бы на два слоя: основу и внешний слой, усыпанный всплывшими тонкостенными полыми микросферами диаметром около 100 мкм, которые во множестве выступают над поверхностью полимерной основы (примерно 100 млн микросфер на 1 м²). Этот поверхностный слой существенно влияет на термосопротивление. Его теплоемкость крайне мала (примерно 0,084 Дж/см³, или 0,02 кал/см³). Приток и отток теплоты вдоль тончайших стенок микросфер (около 1,0 мкм) ничтожны. Благодаря ему утолщается (приблизительно до 100 мкм) зона кондуктивного теплообмена с окружающей средой.

Этот слой также блокирует и радиационную составляющую теплоотдачи. При малейшем дуновении ветра поверхность выступающих микросфер за счет конвективной теплоотдачи быстро охлаждается, и радиационная составляющая теплоотдачи резко падает. В результате эффективный коэффициент теплоотдачи, представляющий собой сумму конвективной и радиационной теплоотдачи, значительно (в несколько раз) уменьшается, что нехарактерно для традиционных теплоизоляционных материалов. Обычно в строительной теплофизике радиационную составляющую принимают постоянной или мало меняющейся.

При толщине 1–2 мм покрытие обеспечивает дополнительное термическое сопротивление $R_{\text{доп}} = 0,07 \div 0,14 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ в зависимости от материала защищаемой поверхности и теплофизических характеристик окружающей атмосферы. Дальнейшее увеличение его толщины малорезультативно, так как основную роль в термосопротивлении играет поверхностный слой, т. е. эффективность использова-

ния покрытия наблюдается только в тонких слоях.

В результате многолетнего опыта применения этого высокоэффективного антикоррозийного, антиконденсационного и антиобледенительного покрытия в разных отраслях промышленности выявлены различные области его использования, в частности, для термоизоляции трубопроводов холодной воды, теплообменников, арматуры и другого нестандартного оборудования с температурой поверхности до $+180^{\circ}\text{C}$ (температура деструкции покрытия — $+260^{\circ}\text{C}$). Его расход составляет 1 л/м^2 защищаемой поверхности при толщине слоя 1 мм . Покрытие является теплоотражающим, функционирует по совершенно иному принципу: в отличие от полированного алюминия или никеля оно не отражает теплоту, а переизлучает ее. Поверхностный слой, например, под действием солнечных лучей быстро прогревается и начинает излучать (рассеивать) теплоту во всех направлениях с коэффициентом излучения $0,96$. Одна половина излучения поглощается основой покрытия, а другая рассеивается. Формально можно считать, что коэффициент теплоотражения поверхностного слоя (примерно равный $0,48$) составляет $1/2$ коэффициента излучения.

Вся поверхность покрытия усыпана полувсплывшими полыми микросферами. На 1 м^2 поверхности, как уже отмечалось, находится около 100 млн всплывших микросфер. Теплоемкость их поверхностного слоя крайне мала — приблизительно $0,084\text{ Дж/см}^3$, или $0,02\text{ кал/см}^3$ (теплоемкость руки — 1 кал/см^3 , что в 50 раз выше теплоемкости микросфер). При прикосновении руки к поверхностному слою температура покрытия практически мгновенно приближается к ее температуре — снижается более чем на 40°C , причем ожога не возникает, ощущается только легкое жжение от радиационной составляющей.

Итак, покрытие рекомендуется применять до температуры $+180^{\circ}\text{C}$ для изоляции запорной арматуры, труб, газопроводов, т. е. там, где обеспечение теплоизоляции намоточными материалами затруднительно или нежелательно из соображений техники безопасности. В любом случае прикосновение к такой покрытой поверхности не вызовет ожога. Температура трубопроводов $\leq +105^{\circ}\text{C}$ может быть понижена до $+45^{\circ}\text{C}$ путем использования слоя покрытия толщиной приблизительно $2,2 - 2,5\text{ мм}$. Удобнее всего наносить его на

горячие поверхности (от $+45$ до $+90^{\circ}\text{C}$, не выше). Последующие слои можно наносить уже через сутки. Применительно к контактной сети предлагается осуществлять это по всей поверхности несущего троса и верхней поверхности контактного провода. В отдельных случаях (например, в самых низких точках карьера) допускается наносить покрытие и на поддерживающие конструкции — фиксатор и опору контактной сети.

Следует отметить и экономическую эффективность от повышения надежности технических средств, которая обеспечивается затратами на разработку и внедрение мероприятий по регулировке проводов и опор контактной сети и борьбы с гололедообразованием [4]. Экономический эффект от проведения таких мероприятий — это снижение текущих издержек, повышение качества обслуживания клиентов железных дорог, сокращение непроизводительных затрат, не включаемых в эксплуатационные расходы (убытки и разного рода штрафы).

На железнодорожном транспорте, как правило, улучшение качества работы одного предприятия в полной мере отражается на результатах деятельности сети железных дорог в целом. Поэтому при оценке эффективности внедрения мероприятий по повышению надежности работы технических средств на предприятиях железнодорожного транспорта необходимо учитывать эффект, достигаемый не только на предприятии, внедрившем их, но и эффект, полученный другими предприятиями того же или более высоких уровней управления.

Снижение эксплуатационных расходов в результате внедрения мероприятия по повышению надежности функционирования технических средств определяют на основе анализа отчетных данных [5]. По прогнозам авторов, внедрение технологии по борьбе с гололедообразованием на КГОК "Ванадий" снизит эксплуатационные расходы в $1,17$ раза на участок контактной сети.

По влиянию на эксплуатационные и экономические показатели работы железных дорог отказы технических средств (в том числе и устройств электроснабжения) можно разделить на две группы. К первой группе относятся отказы, появление которых приводит к сбою графика движения поездов. Наибольшее влияние на ухудшение эксплуатационных и экономических показателей работы железных дорог оказывают отказы техниче-

до +90 °С. Можно на перегоне, вызывающие пере-
 влении поездов (например, разрегу-
 влении поездов, которая может привести к
 контактного провода, мероприятия
 гололедообразованием). Ко вто-
 относятся отказы, которые не
 нарушению графика движения по-
 требуют проведения внепланового
 технических средств, что обуслови-
 увеличение расходов на их содержание
 опору и фиксаторов контактной

в результате повышения надежности техни-
 средств уменьшаются количество отка-
 продолжительность их восстановления,
 простоя поездов, локомотивов,
 и численность обслуживающе-
 персонала, ускоряется оборот подвижного
 возрастает пропускная способность
 транспорта. В связи с этим уменьшаются
 эксплуатационные расходы, создаются усло-
 увеличения объема перевозок и по-
 дополнительной прибыли.

Таким образом, благодаря использованию
 действующей технологии по борьбе с гололе-
 уменьшается вероятность его образования
 контактных проводов контактной подвески. Учитывая,
 данная технология заменит технологию
 проводов током или использования
 импульсно-резонансных методов [6, 7], ее
 применение позволит сократить энергопотреб-

ление, повысить энергоэффективность участ-
 ка контактной сети и надежность токосъема.

Список литературы

1. Ефимов А. В., Галкин А. Г. Надежность и диагно-
 стика систем электроснабжения железных дорог:
 Учеб. для вузов ж.-д. транспорта. — М.: УМК МПС
 России, 2000.
2. Правила устройства и технической эксплуатации
 контактной сети электрифицированных железных
 дорог (ЦЭ-868) / Департамент электрификации и
 электроснабжения Министерства путей сообщения
 Российской Федерации. — М.: Трансиздат, 2002.
3. Правила устройства и технической эксплуатации
 контактной сети электрифицированных железных
 дорог. — М.: Транспорт, 2004.
4. Ефимов А. В., Галкин А. Г. Планирование управ-
 ляющих воздействий по капитальному ремонту
 контактной сети. — В кн.: Транспортные проблемы
 Сибирского региона (тезисы доклада XX
 науч.-техн. конф. сотрудников ИРИИТ и специали-
 стов по эксплуатации и строительству железных до-
 рожек Сибири). Иркутск, 1995.
5. Алексеева Л. М. Методика расчета затрат по содер-
 жанию контактной сети: Учеб.-метод. пособие для
 вузов. — Екатеринбург: Изд-во Уральского гос.
 ун-та путей сообщения, 2001.
6. Ефимов А. В., Галкин А. Г., Бунзя А. В. Разработка
 и испытание устройства удаления гололеда с двой-
 ных контактных проводов импульсно-резонансным
 методом. — Транспорт Урала, 2007, № 1(12).
7. Исследование способа удаления гололеда с двойных
 контактных проводов импульсно-резонансным ме-
 тодом на модели / А. В. Ефимов, А. Г. Галкин,
 А. В. Бунзя, М. В. Кондрышов. — Деп. в ВИНТИ
 03.08.2004, № 1347-B2004.

Kovalev_alexey@mail.ru

Уважаемые подписчики!

Редакция журнала "Промышленная энергетика" обращается к вам с просьбой сообщить о себе некоторые данные. Сообщения просим отправлять в редакцию по электронной почте prom_energy@rambler.ru

Фамилия, имя, отчество _____

Электронный адрес _____

Город (поселок) _____

Название организации _____

Вид организации (монтажная, эксплуатационная, проектная, научно-исследовательская, учебная, и др.) _____