

природные ресурсы, как нефть и газ. Кроме того, снижается нагрузка на газотранспортные системы и магистральные трубопроводы.

На подогрев воды в зимний и охлаждение в летний периоды расходуется большое количество тепловой и электрической энергии. Применение комплекса рациональных решений на этапах проектирования и строительства позволяет многократно снизить общее потребление энергии в процессе дальнейшей многолетней эксплуатации жилых и нежилых зданий.

Альтернативой традиционным способам теплоснабжения, основанным на сжигании топлива, является выработка тепла с помощью теплового насоса. Независимо от типа теплового насоса и типа привода компрессора на единицу затраченного исходного топлива потребитель получает по крайней мере в 1,1–2,3 раза больше тепла, чем при прямом сжигании топлива.

Такая высокая эффективность производства тепла достигается тем, что тепловой насос вовлекает в полезное использование низкопотенциальное тепло естественного происхождения (тепло грунта, природных водоемов, грунтовых вод) и техногенного происхождения (промышленные стоки, очистные сооружения, вентиляция и т.д.) с температурой от +3 до +40 °С, т.е. такое тепло, которое не может быть напрямую использовано для теплоснабжения.

Выполненный в дипломном проекте расчет потребности в тепловой энергии на горячее водоснабжение показал, что фактическое теплопотребление системой горячего водоснабжения двенадцатиэтажного жилого здания общей площадью 2364,48 м² составляет 224 кВт. При этом:

- среднесуточная нагрузка на горячее водоснабжение в отопительный период, составляет 5973264 кДж/сут при норме водопотребления для жилых зданий квартирного типа, оборудованных ванными, 120 л/сут;
- средняя нагрузка на горячее водоснабжение в отопительный период равна 69,135 кВт;
- средняя нагрузка за отопительный период составляет 69,135 кВт;
- расчетная максимальная нагрузка равна 165,294 кВт.

Потенциал энергосбережения как разность фактической и расчетной тепловых нагрузок составил 58,076 кВт.

Определена удельная теплота, получаемая от стоков сточных вод жилого здания (вторичных энергетических ресурсов), при объеме сточной воды 10,36 м³/ч, которая составляет 182340 ккал/ч, или 0,18 Гкал/ч. Годовая стоимость удельной теплоты – 14711,9 руб.

По полученным данным и средней нагрузке подбираются четыре тепловых насоса марки NIBE F1345 мощностью 16 кВт, стоимостью 12457,22 руб. каждый, срок окупаемости установки составляет 7,1 года.

Анализируя полученные данные, можно сделать вывод, что установка тепловых насосов марки NIBE F1345 мощностью 16 кВт полностью компенсирует необходимое количество тепловой энергии на нужды горячего водоснабжения запроектированного двенадцатиэтажного жилого здания.

Полезное использование тепловых отходов позволяет снизить затраты на покупку энергии. Однако такое повышение температурного уровня невозможно осуществить без затрат извне. Главной задачей является разработка такой системы, в которой экономический эффект от внедрения теплового насоса превысит затраты на него.

УДК 629.423

МЕХАНИЧЕСКАЯ ПРОЧНОСТЬ ТОКОСЪЕМНЫХ ВСТАВОК ТОКОПРИЕМНИКОВ СКОРОСТНЫХ ЭЛЕКТРОПОЕЗДОВ

С. Г. ГРИЩЕНКО

*Филиал «Научно-исследовательский и конструкторско-технологический институт
железнодорожного транспорта» ПАО «Укрзалізниця», г. Киев*

Механическая прочность и эксплуатационная надежность токосъемных вставок токоприемников электропоездов, эксплуатирующихся в Украине на линиях ускоренного пассажирского движения, существенно различаются. Так, за контрольный период 2012–2015 гг. количество отказов вставок токоприемников, вследствие их трещин и механических разрушений, на электропоездах HRCS2

производства компании «Hyundai Rotem» в разы превышали соответствующие отказы вставок токоприёмников электропоездов EJ675 производства компании «Skoda Vagonka». Оба типа электропоездов рассчитаны на максимальную скорость движения 160 км/ч, имеют подобные токоприёмники производства компании «Faiveley-Lekov» с токосъемными вставками из армированного медью углерода и эксплуатируются примерно в одинаковых условиях.

Исследовались две марки углеродно-металлического материала токосъемных вставок, используемых в токоприемниках электропоездов HRCS2 и EJ675. На электропоездах, поставленных в Украину, используются вставки из одинакового материала PantoDrive производства компании PanTrac (Германия), но разных марок: на электропоезде HRCS2 – марки RH83M6, а на поезде EJ675 – марки RH85M6. В таблице 1 представлены паспортные данные этих материалов и их показатели, полученные при дополнительных лабораторных исследованиях.

Анализ приведенных показателей материалов RH83M6 и RH85M6, таких как удельное электрическое сопротивление и плотность, свидетельствует, что в целом они соответствуют паспортным данным для этих материалов, с учетом погрешностей измерений. Сравнение полученных данных о прочности двух материалов показывает, что образцы из материала RH85M6 имеют более высокие значения предела прочности на изгиб, ударной вязкости, а также плотности, что указывает на более высокую потенциальную устойчивость этого материала, чем материала RH83M6, к внешним ударным силовым воздействиям. Значение удельного электрического сопротивления для материала RH85M6 также получено меньше, чем у материала RH83M6, как и по их паспортным данным, что обуславливает меньшие температуры в зоне его контакта с контактным проводом при эксплуатационной токовой нагрузке и, как следствие, меньшие внутренние температурные механические напряжения в теле вставки из этого материала.

Таблица 1

| Показатели материала | RH83M6 | RH85M6 | Показатели материала | RH83M6 | RH85M6 |
|---|--------|--------|--|--------|--------|
| <i>Паспортные данные</i> | | | <i>Дополнительные показатели</i> | | |
| Допустимая линейная плотность тока, А/мм: в тяге | 12–15 | 16–20 | Удельное электрическое сопротивление, мкОм · м | 7,5 | 4,1 |
| на стоянке | 2,5 | 2,7 | Плотность, г/см ³ | 2,8 | 3,2 |
| Удельное электрическое сопротивление, мкОм · м | < 7 | < 4 | Предел прочности на изгиб, МПа | 90,1 | 112,0 |
| Плотность, г/см ³ | 2,8 | 3,4 | Ударная вязкость, Дж/см ² | 2,5 | 3,4 |
| Предел прочности на изгиб, МПа | 85 | 95 | Содержание меди, % | 30,50 | 40,58 |
| Твердость по Роквеллу (HRC) | 110 | 110 | » олова, % | 7,18 | 11,04 |

Результаты химического анализа материала вставок показали, что в образцах из материала RH85M6 значительно большее содержание меди и олова – соответственно на 33 и 54 %, что и обуславливает их меньшее удельное электрическое сопротивление.

Проведенные микроструктурные исследования материалов RH83M6 и RH85M6 также подтвердили их существенные различия по структуре. В материале RH85M6 связывающие структуры между вкраплениями углерода, меди и олова более мелкие, чем в материале RH83M6. Частицы меди в материале RH85M6 имеют нитевидные формы больших размеров, длиной до 200 мкм. В материале RH83M6 длина медных включений в два раза меньше. При этом медные включения в материале RH85M6 распределяются более равномерно. Неравномерность распределения в углеродном материале частиц металла различных размеров при прохождении через вставку электрического тока может вызывать локальные перегревы материала. Возникающие потенциалы тепловой энергии неравномерно нагревают материал вставок, что приводит к соответствующему его локальному расширению и, как следствие, к возможному возникновению внутренних микротрещин и трещин на поверхности вставок при воздействии внешних ударов от элементов креплений контактного провода.

Углеродно-металлический материал PantoDrive RH85M6 вставок токоприемников электропоездов для ускоренного движения имеет более высокие значения показателей плотности, ударной вязкости, предела прочности на изгиб, меньшее удельное электрическое сопротивление и большее

объемное содержание меднооловянистых включений, по сравнению с материалом RH83M6. Это позволяет сделать вывод о том, что материал RH85M6 более пригоден для токосъемных вставок токоприемников электропоездов со скоростями движения до 160 км/ч при их взаимодействии с существующей контактной сетью железных дорог, что подтверждается результатами эксплуатации электропоездов HRCS2 и EJ675 в условиях Украины.

УДК 37.016:5023

МЕТОД КОНДЕНСАЦИИ ДЛЯ УЛАВЛИВАНИЯ ГАЗОВ ИЗ ГАЗОВОЗДУШНОЙ СМЕСИ

В. С. ДЕЦУК, С. Н. КОЛДАЕВА

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Цель исследований – определение возможности снижения концентрации высокомолекулярных примесей до ПДК либо до порога чувствительности методом конденсации при охлаждении паро-воздушной смеси в водо-воздушном теплообменнике.

Конденсация может быть применена для предварительной обработки газов, при которой выделяются ценные растворители и уменьшается количество загрязнителей перед последующей стадией обработки. Парциальная конденсация может найти применение в тех случаях, когда обрабатываемый газ не выбрасывается, а снова возвращается в процесс или используется в процессе дожигания. Предварительная обработка конденсацией целесообразна в тех случаях, когда перед основной обработкой газовый поток необходимо охладить, например при осуществлении адсорбции.

При охлаждении многокомпонентной газовой смеси, содержащей обычные неконденсирующиеся газы, охлаждение смеси сначала происходит за счет конвекции, а теплосодержание передающей поверхности (стенка трубы в поверхностном конденсаторе либо капля или пленка хладагента при непосредственном контакте) уменьшается до тех пор, пока газовая фаза не насыщается одним или несколькими из ее конденсируемых компонентов. При дополнительном охлаждении конденсируемые газы диффундируют к теплопередающей поверхности, где происходит их конденсация с выделением скрытой теплоты. Начальная точка росы или температура насыщения для каждого компонента может быть определена из кривой зависимости температуры от давления пара для данного компонента при известной величине его мольной доли в парах.

Самопроизвольная конденсация может быть применена для обработки систем, содержащих пары веществ при температурах, достаточно близких к их точке росы при атмосферном давлении. Этот метод наиболее эффективен для углеводородов и других органических соединений, имеющих достаточно высокие температуры кипения, при обычных условиях. Для удаления загрязнителей, имеющих достаточно низкое давление пара при обычных температурах, можно использовать конденсаторы с водяным или воздушным охлаждением. Для более летучих растворителей возможна двухстадийная конденсация с использованием водяного охлаждения на первой стадии и низкотемпературного – на второй. Максимальное снижение содержания неконденсирующихся газов в обрабатываемой смеси (в частности, оксидов углерода и азота, которые образуются в процессе термообеззараживания) позволяет облегчить проведение процесса конденсации и повысить ее экономическую эффективность, поскольку дает возможность исключить необходимость охлаждения до очень низких температур, соответствующих точке росы.

В соответствии с техническими возможностями охлаждения газовой смеси фракционирование компонентов производили по трем температурным диапазонам:

- 1) конденсирующиеся при $t \geq 15 \text{ }^\circ\text{C}$;
- 2) конденсирующиеся в интервале температур $5 \text{ }^\circ\text{C} \leq t \leq 15 \text{ }^\circ\text{C}$;
- 3) конденсирующиеся при $t \leq 5 \text{ }^\circ\text{C}$.

Охлаждение до температур конденсации компонентов, относящихся к 1-й группе, может быть обеспечено в водо-воздушном теплообменнике с использованием сетевой водопроводной воды. Для