



НАДЕЖНОСТЬ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Лекция №9

СИСТЕМА ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

- Это часть энергетического комплекса, включающая в себя источник тепла с котельными агрегатами, насосным и прочим оборудованием, разводящих магистральных и внутриквартальных наружных тепловых сетей и внутренних систем теплоснабжения зданий.
- Совокупность всех устройств обеспечивает функционирование системы как единого целого. При этом повреждение одного из звеньев данной системы, оказывает влияние на всю систему теплоснабжения.
- Поэтому осуществление оптимизации, наладки и регулирования необходимо применять в рамках жизнедеятельности всех составляющих энергетических элементов, включая системы электро-, водоснабжения и водоотведения.



ВВЕДЕНИЕ

- Взаимосвязь между крупными инженерными структурами очевидна и естественна, поэтому безопасная и надежная работа одной из них может быть «сведена на нет» функционированием другой, менее надежной.
- Мало какой из российских городов может похвастаться сегодня отсутствием проблем с тепловыми сетями. Величина или благосостояние города не имеют значения, серьезные проблемы есть и в крупных, и в тысячах малых городов. Так как существующие инженерные сети взаимозависимы между собой, то повреждения одних систем неизбежно провоцирует сбои в работе других. Другими словами, безопасность энергетических объектов обеспечивается слаженной и взаимоувязанной работой всех элементов единого энергетического комплекса: будь то тепловые сети или электросети городского транспорта.



- Около 50 % всех затрат в системах теплоснабжения могут быть отнесены на обслуживание тепловых сетей. Для систем теплоснабжения, попавших в зону высокой эффективности централизованного теплоснабжения, доля затрат на транспорт тепла не превышает 30–35 % от суммарных затрат в системах теплоснабжения.
- Частные предприятия, получающие тепло от централизованной системы теплоснабжения, первыми прореагировали на изменение экономических условий, отгородившись от монополистов теплосчетчиком, либо, при неразумных тарифах, построив собственные котельные.



КОМПЛЕКС МЕРОПРИЯТИЙ, НАПРАВЛЕННЫХ НА ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА И НАДЕЖНОСТИ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ



ВИДЫ ОЦЕНКИ

- Для рационального использования трудовых и финансовых ресурсов уже недостаточно руководствоваться такими оценками, как «совсем плохо» или «еще терпимо». Необходимо как можно более точно определять координаты мест коррозионных разрушений металла и минимально необходимые границы производства капитального ремонта для продления остаточного ресурса работы трубопроводов, т.е. времени, в течение которого транспортировка по ним теплоносителя будет проходить без повреждений. Сделать это можно только на основании комплексного учета различных факторов.
- В настоящее время не существует единого метода для мониторинга состояния тепловых сетей неразрушающего контроля металла трубопроводов, который бы сочетал в себе одновременно простоту и широкий диапазон применения на тепловых сетях, высокую эффективность и достоверность результатов. В связи с этим используются несколько видов технической диагностики. Их достоверность проверяется путем визуально-измерительного контроля.



МЕТОД АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ

- Он основан на принципе генерации (иначе: эмиссии) акустических сигналов в местах нарушения структуры металла при резком повышении давления рабочей среды. Метод нашел широкое применение при диагностике состояния энергетических агрегатов, в том числе корпусов ядерных реакторов. Метод акустической эмиссии имеет несколько особенностей:
- при проведении диагностики в несколько этапов в каждом последующем эксперименте можно переходить только к более высоким значениям давления теплоносителя;
- при более высоких значениях давления источники акустической эмиссии (дефекты), выявленные ранее как неопасные, могут соответствовать более высокому классу;
- для возобновления диагностики при более низком давлении на участке, где уже проводился эксперимент, металл трубопровода должен длительно «отдыхать».
- Учитывая трудоемкость подготовительных работ для обследования данным методом подземного трубопровода, более целесообразным представляется его применение только на участках надземной прокладки.



МЕТОД УЛЬТРАЗВУКОВОГО СКАНИРОВАНИЯ WAVEMAKER

- Разработанный в Великобритании для обследования магистральных нефтепроводов. Особенность метода состоит в том, что он может быть применен как на заполненных рабочей средой трубопроводах, так и на трубопроводах без заполнения, т.к. для возбуждения акустических колебаний используется автономный генератор. Поскольку температура поверхности металла не должна превышать 50°C , в отопительном сезоне можно диагностировать только отключенные участки.
- Однако следует отметить, что применение данного метода на тепловых сетях требует значительных усилий по подготовке рабочего места и, кроме того, при этом возникает необходимость восстановления нарушенной изоляции. Результаты диагностики представляются в таблично-графической форме в отчете, где указаны координаты мест расположения дефектов с точностью до сантиметра и категория их опасности. Учитывая соотношение результата и затрат, для линейной части трубопроводов метод следует признать малоэффективным. Что же касается достоверности, то она составляет около 90%.



АКУСТО-ЭМИССИОННЫЙ МЕТОД

- Разработанный НПК «Вектор» (г. Москва). У данного метода есть некоторые ограничения. Применять его можно только во время отопительного сезона, т.к. обязательно наличие тока воды и давление не менее 2,5 кгс/см². Кроме того, длина диагностируемого участка должна быть от 40 до 150 м. Не должно быть сильных внешних шумов. Метод не опробован для трубопроводов в ППУ изоляции. При этом достоинством данного метода является то, что он дает практическую возможность непрерывно по всей длине диагностировать сразу оба трубопровода на большие расстояния по теплотрассе, определяет не только координаты коррозионных повреждений, но и величину утонения металла, позволяет обнаруживать течи.
- Эффективность метода можно считать высокой, т.к. без нарушения технологического режима, без вскрытия трубопроводов тепловых сетей, при небольших объемах подготовительных работ получены десятки километров продиагностированных участков. Однако к полученным результатам следует относиться осторожно. Анализ данных, полученных при обследовании и при последующем вскрытии теплотрасс, подтвердил, что лучше выявляются протяженные коррозионные участки, а для обнаружения локальных язвенных дефектов в металле этот метод малопригоден.



ОПРЕССОВКА

- Наиболее применяемым на сегодняшний день способом повышения надежности тепловых сетей является разрушающий метод гидравлических испытаний (опрессовок) трубопроводов повышенным давлением. Практика ежегодного применения опрессовок показывает, что этот метод не обеспечивает полное выявление мест со значительными коррозионными поражениями, что связано с различием напряжений, возникающих в трубопроводах при опрессовках и эксплуатации, поэтому аварийность в отопительный период все же остается недопустимо высокой



ПРИЧИН, ОКАЗЫВАЮЩИХ ВЛИЯНИЕ НА СНИЖЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ

- способ прокладки и конструкция тепловых сетей;
- материал применяемых труб;
- гидроизоляция и защитные покрытия:
- теплоизоляция;
- коррозионная активность грунта и грунтовых вод;
- температура теплоносителя;
- воздействие механических усилий;
- воздействие блуждающих токов;
- уровень эксплуатации теплопроводов;
- уровень резервирования



ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ В ЧАСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ

- Качество поддержания технического состояния (ресурса) тепловых сетей
- Режимная надежность
- Качество аварийно-восстановительных работ
- Качество строительства и замены тепловых сетей
- Управление надежностью на предприятии



КАЧЕСТВО ПОДДЕРЖАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ (РЕСУРСА) ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

- Контроль и мониторинг технического состояния, диагностика и анализ. Методы диагностики тепловых сетей. Внедрение системы мониторинга
- Оперативное восстановление конструкций тепловых сетей в доступных местах
- Электрохимическая защита трубопроводов и металлоконструкций теплопроводов
- Вентиляция
- Водопонижение
- Опрессовки
- Текущий ремонт
- Мотивация персонала технического состояния ТС



РЕЖИМНАЯ НАДЕЖНОСТЬ

- Схемные решения и режимы работы
- Обеспечение водно-химического режима
- Защита от гидроударов
- Контроль наличия застойных зон
- Возможность оперативного расчета аварийных режимов



КАЧЕСТВО АВАРИЙНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТ

- Наличие аварийного запаса материалов и заготовок
- Оперативность устранения повреждений
- Предотвращение повторных разрывов.
Конкретизация ресурса поврежденного участка
- Система контроля качества работ



КАЧЕСТВО СТРОИТЕЛЬСТВА И ЗАМЕНЫ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

- Учет в ТЗ на проектирование причин замены теплопровода и коррозионных факторов
- Надежность применяемых конструкций тепловых сетей
- Система контроля проектирования и строительства ТС, включая меры воздействия
- Гарантии качества



УПРАВЛЕНИЕ НАДЕЖНОСТЬЮ НА ПРЕДПРИЯТИИ

- Мониторинг показателей надежности (готовность, безотказность, живучесть)
- олнота выполнения функций, обеспечивающих надежность
- Отчетность подразделений и предприятия в вышестоящую организацию
- Качество раздела «Надежность» в схеме теплоснабжения
- Качество инвестпрограммы в части тепловых сетей



Метод АРЗ САМОЙЛЕНКО

- В основе метода положено разбиение трубопроводных транспортных систем (ТТС) на аварийно-ремонтные зоны (АРЗ) и замены структуры ТТС макроструктурой АРЗ.
- Метод АРЗ включает семь последовательных этапов:
- 1). Формирование математической модели трубопроводной транспортной сети со сложной топологической структурой в виде взвешенного графа.
- 2). Разбиение исходного взвешенного графа сложной трубопроводной транспортной сети на подграфы (макроэлементы), каждый из которых соответствует одной АРЗ.
- 3). Расчет технической надежности АРЗ как независимого макроэлемента в функционировании ТТС.
- 4). Преобразование исходного взвешенного графа сети большой размерности во взвешенный макрограф АРЗ малой размерности (замена микрографа каждой АРЗ одной вершиной).
- 5). Построение упрощенного макрографа АРЗ относительно конкретного потребителя трубопроводной транспортной сети.
- 6). Построение расчётной модели функциональной надёжности трубопроводной транспортной сети относительно конкретного потребителя.
- 7). Формирование математической модели функциональной надёжности сети относительно конкретного потребителя с помощью классических методов теории надёжности технических систем и непосредственный расчёт функциональной надёжности.



РАСЧЕТ НАДЕЖНОСТИ Ионин А.А.

- Из источника [17] следует, что надежность зависит от параметра потока отказов элементов тепловых сетей, расчетного значения времени и величины относительной тепловой нагрузки, отключаемой при аварийных ситуациях на сетях.

□

- Р $R_{\text{сист}}(t) = \frac{Q(t)}{Q_0} = 1 - \sum_{j=1}^{j=l} \frac{\Delta Q_j}{Q_0} \frac{\omega_i}{\sum \omega_i} (1 - e^{-\sum \omega_i t})$ элементов

тепловых сетей, которые запроектированы и построены соответственно действующим нормам, является величиной достаточно устойчивой.



- Расчет надежности тепловой сети ведут в два этапа. На первом этапе обосновывается необходимый структурный резерв, на втором — резерв пропускной способности (мощности) сети. На первом этапе расчета надежности учитывают только те элементы, ремонт которых длительнее допустимого перерыва в теплоснабжении, поэтому трубы и арматура малых диаметров не учитываются при расчете системы (предварительно, что соответствует трубе диаметром 200 мм).
- Второй этап состоит в расчете резерва диаметров трубопроводов для наиболее неблагоприятных аварийных ситуаций. Такие ситуации связаны с отключением головных элементов. В результате этих расчетов все неотключенные потребители должны получать в любой аварийной ситуации не менее лимитированного количества тепла.

