

КВАЛИМЕТРИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕМЕНТОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ В НЕПРОЕКТНЫХ РЕЖИМАХ

Гашо Е.Г., Киселева А.И., Романов Г.А.

Национальный исследовательский университет «МЭИ», Россия, г. Москва

Красноказарменная улица, дом 14

290461@bk.ru, sashulka_kiseleva@mail.ru

Аннотация: Предложен комплексный показатель качества, позволяющий спрогнозировать состояние системы и предельный срок ее эксплуатации. Разработанный показатель может быть применен для любых тепловых сетей: как для паровых, так и для водяных. На основании полученного показателя можно разрабатывать рекомендации для улучшения качества теплоснабжения.

Ключевые слова: квалиметрия, промышленные теплоэнергетические системы, качество продукции, системы пароснабжения, непроектные режимы.

Проблема качества теплоснабжения в научно-практическом плане представляется как система взаимосвязанных вопросов, решение которых направлено на разработку и совершенствование показателей и нормативов качества энергоснабжения. В связи с этой особенностью была принята попытка модернизация метода структурирования функции качества (QFD) с целью оценки эксплуатации уже существующих объектов промышленной теплоэнергетики. За основу было взято графическое отображение функции качества с некоторыми дополнениями и нововведениями.

В качестве объекта исследования была взята система пароснабжения г. Смоленска, представленная на рис.1.

Первоначально паропровод №5 от ТЭЦ-2 был спроектирован на комплекс промышленных потребителей, суммарная нагрузка составляла 90 т/ч. На данный момент нагрузка на паропровод составляет 24 т/ч, что говорит о том, что паропровод эксплуатируется в нерасчетном режиме. При попытке вывода из эксплуатации таких промышленных паропроводов генерирующие компании сталкиваются с серьезными трудностями как нежелание потребителей переходить на индивидуальные (альтернативные) источники тепловой энергии, что в свою очередь замедляет процесс вывода паровых сетей из работы со стороны городской администрации и других руководящих органов.

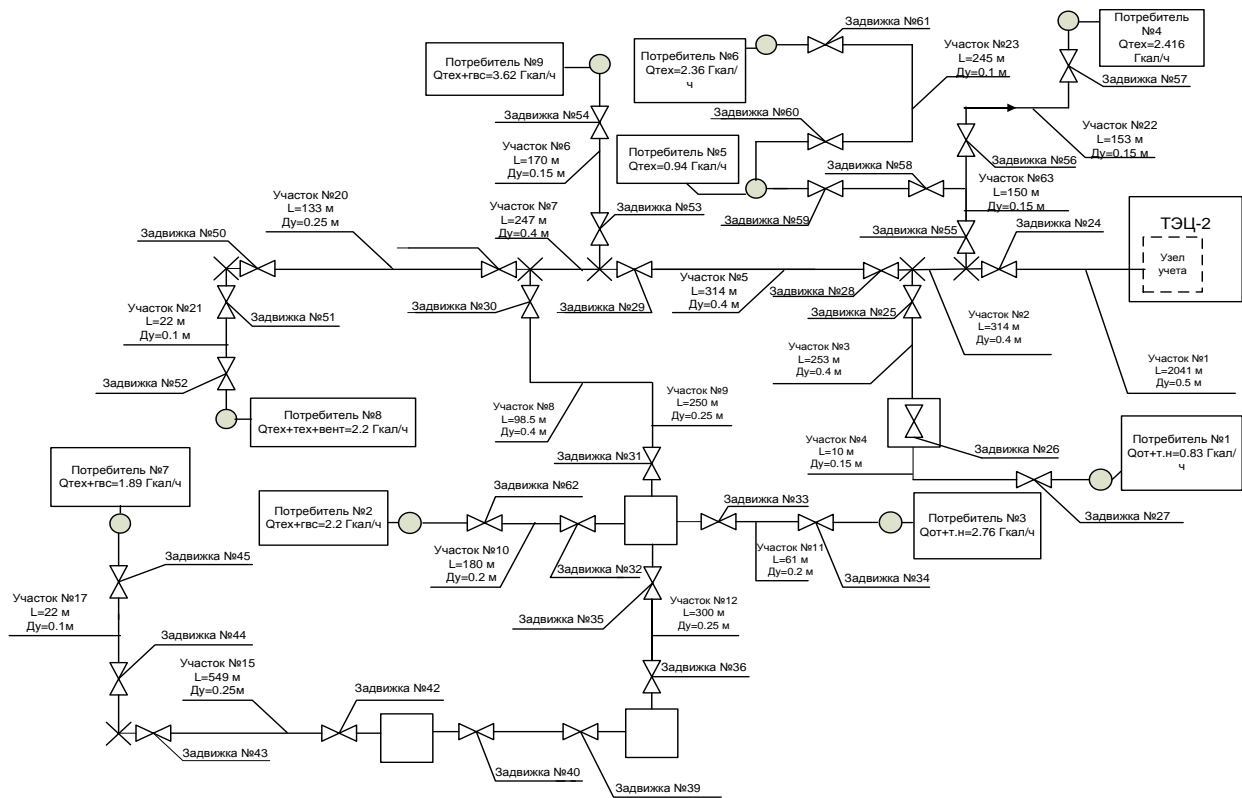


Рис. 1. Система пароснабжения г. Смоленска

При разработке комплексного критерия оценки качества тепловых сетей были решены следующие задачи: определение номенклатуры показателей качества для тепловых сетей, расчет показателей качества с целью оценки качества теплоснабжения, определение эталона «тепловой сети» для рассматриваемого объекта, определение комплексного показателя качества тепловых сетей.

При проведении анализа технической литературы, который представлял собой подсчет количества упоминаний по каждой группе показателей качества, было выявлено, что определение абсолютно всех показателей для объекта исследования излишне. Распределение весомостей показателей качества для тепловых сетей представлено на рис 2.

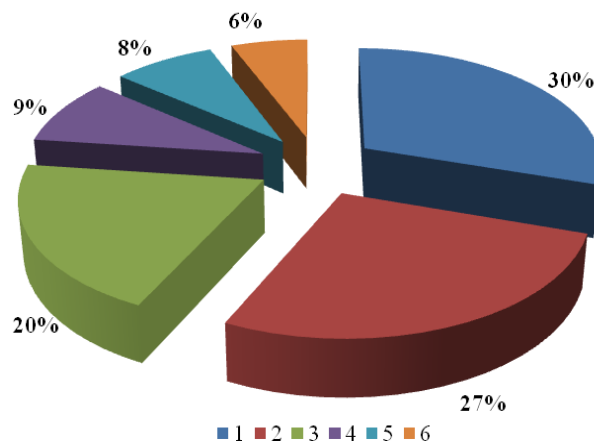


Рис.2. Распределение весомостей показателей качества для тепловых сетей. 1 – показатели надежности, 2 – показатели назначения, 3 – экологические показатели, 4 – показатели технологичности, 5 – показатели экономного использования сырья, материалов и топлива, 6 – прочие показатели

Главным требованием при оценке качества любой продукции является наличие базового образца (эталона). Базовый образец должен относиться к оцениваемой продукции или аналогичной по назначению и условиям эксплуатации продукции [1]. Особенностью данного паропровода является

работа в нерасчетном режиме. На данный момент нагрузка составляет $\approx 30\%$ от расчетной, поэтому в качестве эталона был спроектирован паропровод на ту же нагрузку, что и оцениваемый объект, но с учетом экономической скорости движения пара. Для данного паропровода были рассчитаны те же показатели качества, что и для рассматриваемого объекта, а именно: показатели назначения (производительность, средняя температура, средний диаметр трубопровода, максимальная скорость теплоносителя и т.д.), показатели надежности (вероятность безотказной работы, коэффициент готовности к обеспечению расчетного теплоснабжения, среднее время до восстановления участков тепловой сети, годовой недоотпуск тепла), экологические показатели (доля тепловых потерь из-за нерасчетных температур, нормативные годовые потери теплоты через теплоизоляцию, нормативные годовые потери теплоносителя, фактические потери тепла и т.д.), показатели технологичности (материальная характеристика сети, рабочая вместимость паропровода, объем теплоизоляции, масса конструкции, занимаемая площадь, площадь поверхности теплообмена) и показатели экономного использования сырья, материалов и топлива (производительность на единицу занимаемой площади, удельная материальная характеристика сети, удельная длина тепловой сети, коэффициент полезного действия, расход тепловой изоляции на единицу продукции и т.д.). Расчеты проводились по основным термодинамическим зависимостям

Для определения качества тепловой сети был применен формальный подход, который осуществляется с использованием матричной диаграммы, названной в соответствии со своей формой «домом качества». Путем деления абсолютных значений единичных показателей исследуемого объекта на абсолютные значения базового образца были получены относительные значения показателей качества. В результате был определен комплексный показатель, представленный пунктирной линией на «крыше качества» (рис. 3) [2]. Группы показателей качества отображаются наклонными прямыми. Длина каждой прямой, характеризующей группу показателей, была определена весомостью при проведении литературного анализа (например, показатели надежности являются важнейшими показателями, поэтому линия, характеризующая эту группу самая длинная). На горизонтальной прямой расположены нулевые значения показателей. После нанесения относительных показателей качества, по методу наименьших квадратов была построена аппроксимирующая линия, являющаяся комплексным показателем качества паропровода, в общем. Уровень предельного теплоснабжения характеризует такое состояние системы, когда показатели качества превышают «эталонные» значения, регламентируемые нормативной документацией. С целью определения дальнейшей возможности эксплуатации паропровода №5 в непроектном режиме, были рассчитаны комплексные показатели качества на 2019-2020 гг. по существующей тенденции паропотребления. Предельно допустимый уровень качества тепловых сетей соответствует такому состоянию паропровода, при котором нарушены требования нормативной документации и паропровод перестает выполнять свою функцию – передачу качественного пара потребителям.

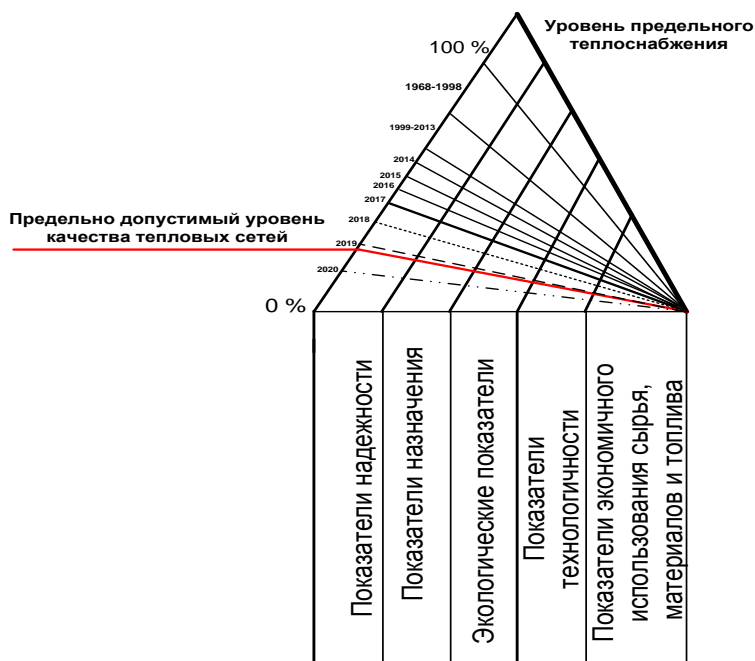


Рис. 3. «Дом качества» для тепловых сетей с годами эксплуатации

Главным плюсом разработанной методики оценки качества тепловых сетей является возможность прогнозирования предельного срока эксплуатации. Представленные результаты позволяют сказать, что на сегодняшний день нагрузка на паропровод №5, составляющая менее 30% от проектной, является критической. При сложившейся тенденции снижения промышленного паропотребления, предельным сроком эксплуатации исследуемого объекта является первая половина 2019 года, после чего за счет влияния комплекса показателей, паропровод на балансе филиала ПАО «Квадра» – «Смоленская генерация» будет технически непригоден для эксплуатации в непроектном режиме. Также достоверность применения комплексного показателя качества подтверждается аварией на магистральном участке паропровода, зафиксированная 10 января 2019 г. и приказ ТСК «О выводе из эксплуатации №5» о закрытии паропровода от 30.04.2019 г.

На основании полученного комплексного показателя можно разрабатывать рекомендации для улучшения качества систем теплоснабжения, давать оценку уровню эффективности транспорта тепловой энергии и прогнозировать предельный срок эксплуатации тепловых сетей при нерасчетных режимах.

Литература

1. Федюкин В.К. Квалиметрия. Измерение качества промышленной продукции – М.: Кнорус, 2015. – 287 с.
2. Киселева А.И., Фокин А.М. Влияние отдельных показателей на качество функционирования паропроводов. Материалы докладов I Поволжской научно-практической конференции / под общ. ред. Э.Ю. Абдуллазянова. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2015.– 640 с.