



РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Проект модернизации муниципальных котельных

и систем теплоснабжения

В рамках договора долгосрочной аренды городских источников тепла и тепловых сетей более 10 лет назад было положено начало реконструкции системы теплоснабжения г. Дзержинска. Опыт предприятия отмечен НП «Российское теплоснабжение» как достойный изучения.

О.В. Жаднов,
главный инженер
«Нижегородтеплогаз»

Дзержинск – второй по величине город Нижегородской области, с населением 250 тыс. жителей. В преддверии отопительного сезона 2000 г. система теплоснабжения города от муниципальных котельных находилась в состоянии затяжного кризиса. Неэффективное управление и популистская тарифная политика обусловили многолетнее хроническое недофинансирование коммунального комплекса, физический и моральный износ оборудования котельных и тепловых сетей достиг критических величин.

Квартальные газовые котельные (61 шт.), построенные в 1960–1970 гг., были оборудованы чугунно-секционными котлами малой мощности типов «Энергия», «Тула», а также самодельными стальными котлами разнообразных конструкций и вовсе уж архаичными судовыми жаротрубными котлами «Корноваллийский», «Ланкаширский» 1950-х гг. выпуска.

Фактический КПД котлов не превышал 70–75%. Потери при транспорте тепла потребителям достигали 20–25%. Из-за отсутствия гидравлической наладки расход сетевой воды в системах теплоснабжения превышал норматив в 1,5–2,5 раза, утечки на сетях – в 5–15 раз. Средства автоматизации, учета отпущенного тепла и исходной воды отсутствовали.

В области финансов и экономики назрел кризис неплатежей. Даже в условиях относительно «дешевого» газа тарифы на тепло не предусматривали его оплаты. Так, например, в 2000 г. в Дзержинске 1 Гкал тепловой энергии, реализуемой потребителям по тарифу, устанавливаемому муниципалитетом, стоила 98 руб., а газа на выработку 1 Гкал сжигалось на 105 руб. Население платило 23 руб. за 1 Гкал! Источники финансирования отсутствовали даже для ремонта оборудования, не говоря уже о реконструкции котельных, финансировании мероприятий по энергоснабжению и т. д.

Выходом из ситуации стало сотрудничество ОАО «Нижегородская топливно-энергетическая компания» (ОАО «НТЭК») и администрации г. Дзержинска. В ноябре 2000 г. муниципальные котельные (61 ед. суммарной тепловой мощностью 286 МВт) и тепловые сети (170 км в однострубно́м исчислении) были переданы в аренду ОАО «НТЭК» на 49 лет с правом выкупа и в эксплуатацию ООО «Нижегородтеплогаз».

Наш первый отопительный сезон проходил очень напряженно. В условиях высокой аварийности, практически полного отсутствия технической документации, ограниченности материальных, людских и финансовых ресурсов приходилось одновременно решать две важнейшие задачи: обеспечение надежной и безопасной эксплуатации арендованных систем теплоснабжения и разработка концепции и ТЭО предстоящей реконструкции котельных и тепловых сетей.

Реконструкция

При разработке проекта реконструкции котельных и тепловых сетей в Дзержинске учитывались следующие требования:

- КПД системы теплоснабжения с учетом транспортных потерь тепла – не менее 85%;
- срок эксплуатации котельного оборудования и тепловых сетей до первого капремонта – не менее 10 лет (в течение этого срока отсутствует источник финансирования капремонта, поскольку амортизационная составляющая тарифа должна направляться на возврат инвестиций);

- автоматический режим работы реконструированных котельных (без постоянного обслуживающего персонала);
- полноценная система диспетчеризации с передачей на ЦДП не только аварийных, но и до 200 технологических сигналов, обеспечивающих полное информирование диспетчера о состоянии оборудования, качественных и количественных параметрах процесса теплоснабжения, расходе энергоресурсов;
- максимальная унификация применяемого оборудования и схемных решений;
- приоритет применения оборудования отечественных производителей.

В 2001 г. ОАО «НТЭК» привлекло кредитные средства ООО «Межрегионгаз» в сумме 400 млн руб. и инвестировало их в реконструкцию систем теплоснабжения города. Источник возврата инвестиций – амортизация основных средств. Срок возврата – 7 лет. Процент по кредиту – 0%.

Инвестиционные средства позволили осуществить капитальное строительство 18 источников теплоснабжения общей мощностью 158,5 МВт (от 5 до 16 МВт) и 96 км трубопроводов тепловых сетей (в однострубно́м исчислении). Были ликвидированы семь нерентабельных котельных малой мощности. Все реконструированные котельные и тепловые сети оформлены в собственность ОАО «НТЭК».

На реконструированных котельных были установлены водогрейные котлоагрегаты трех отечественных заводов-изготовителей мощностью от 1,25 до 4 МВт с температурой нагрева воды до 115 °С. Котельные выполнены по единой двухконтурной технологической схеме с гидравлическим разделением контуров через пластинчатые теплообменники.

Следует отметить, что в 2001 г. российские заводы – изготовители котлов не смогли предложить нам систем автоматизации, пригодных для использования в автоматических котельных. Поэтому приобретению котлов предшествовала сложная и кропотливая работа по изменению схемы газоснабжения котла (газовой линейки), созданию оригинального программного обеспечения и привязке выбранной нами котловой авто-

К СВЕДЕНИЮ

Для водоподготовки в котельных были приняты следующие проектные решения.

Котловой контур первоначально заполняется умягченной водой с жесткостью 100 мкг-экв/кг от передвижной Na-катионитовой установки и в дальнейшем подпитывается только при необходимости проведения ремонтных работ со сливом теплоносителя. Подпитка сетевого контура отопления производится исходной водопроводной недеаэрированной водой с пропорциональным дозированием комплексона ОЭДФ-Zn в целях защиты тепловых сетей от внутренней коррозии и предотвращения накипеобразования в пластинчатых теплообменниках.

В сетевом контуре ГВС водоподготовка отсутствует.

матики КСУ МАК к разным типам котлов и к автоматике верхнего уровня.

Реконструкция тепловых сетей производилась с использованием как традиционных, так и передовых на тот момент материалов и технологий прокладки трубопроводов.

Трубопроводы в ППУ изоляции (77 км) проложены без системы оперативного дистанционного контроля влажности изоляции (ОДК), так как в тот период не было установлено обязательного требования по применению данной системы, а также отсутствовал положительный опыт эксплуатирующих организаций по данному вопросу.

После ввода в эксплуатацию и проведения пусконаладочных работ реконструированные котельные были переведены в автоматический режим работы, что позволило сократить 162 оператора.

Отличительной особенностью реализованного нами проекта является то, что впервые удалось создать комплекс из 18 автоматических котельных, на 80% оснащенных оборудованием отечественного производства. Это обеспечило окупаемость проекта.

Полная удельная стоимость строительства 1 МВт установленной мощности котельной в г. Дзержинске составила менее 30 тыс. долл. США / МВт, что приблизительно в 2 раза ниже аналогичных затрат на приобретение и привязку импортной блоч-

ной-модульной автоматической котельной комплектной поставки.

Проблемы эксплуатации реконструированных котельных и их решение

В первые годы после реконструкции мы столкнулись с рядом проблем (табл. 1).

Неудовлетворительное техническое состояние и эксплуатация ВСО. В современной системе централизованного теплоснабжения (ЦТ) возрастает степень влияния элементов системы (источник, сеть, потребитель) друг на друга, поэтому влияние технического состояния внутридомовых систем отопления (ВСО) на работу источника тепла так же велико, как и обратное.

Если до реконструкции можно было осуществлять теплоснабжение в энергорасточительном режиме: при завышенной температуре теплоносителя, огромных утечках и больших расходах сетевой воды, с 30-процентным перерасходом газа и электроэнергии, то с вводом в эксплуатацию новых котельных это стало невозможно по той простой причине, что при их проектировании не закладывались излишние запасы по тепловой мощности и расходу теплоносителя.

Поэтому, в первую очередь, (это было обязательным условием пуска котельной) все абонентские вводы отапливаемых зда-

Таблица 1

Основные проблемы эксплуатации реконструированных котельных

Проблема	Негативные последствия	Пути решения
Неудовлетворительное техническое состояние и отсутствие подготовки к отопительному сезону ВСО	Завышенный расход теплоносителя. Утечки теплоносителя. Загрязнения теплоносителя	Жесткий контроль за подготовкой ВСО к отопительному сезону со стороны теплоснабжающей организации. Наладка гидравлического режима тепловых сетей с установкой дроссельных шайб. Ликвидация утечек теплоносителя
Загрязнение проточной части теплообменников с нагреваемой стороны	Нарушение гидравлического режима. Нарушение теплоснабжения потребителей в периоды похолодания	Внедрение установок очистки сетевой воды от механических примесей. Внедрение метода безразборной химической промывки теплообменников. Наладка режима дозирования комплексона (ОЭДФ-Zn). Внедрение системы мониторинга теплообменников СМЗТ-05
Коррозия стальных труб теплотрасс ГВС	Нарушение горячего водоснабжения потребителей	Замена стальных труб на полимерные (из сшитого полиэтилена, полипропилена)
Низкая надежность работы вращающихся механизмов	Полное прекращение теплоснабжения потребителей при выходе из строя сетевых насосов	Внедрение регулярной вибродиагностики насосов и дутьевых вентиляторов. Внедрение системы ремонта по фактическому состоянию (РФС). Оснащение насосных агрегатов торцевыми уплотнениями

ний были оборудованы дроссельными диафрагмами в соответствии с гидравлическим расчетом. Проведена наладка и регулировка тепловых сетей, позволившая удержать гидравлический режим на контролируемом уровне.

На втором этапе развернулась борьба с утечками, которые, несмотря на 100-процентную замену теплотрасс, превышали в среднем в 5–10 раз норматив ПТЭ* – 0,25% от объема сети в час. Благодаря целенаправленной работе с потребителями, при помощи «кнута и пряника» за 2–3 года удалось выправить ситуацию, доведя среднюю величину утечки в системах теплоснабжения города до приемлемых значений 0,5% в час.

Однако добиться 100-процентной подготовки жилфонда к отопительному сезону и соответствия внутренних систем теплопотребления нормам ПТЭ не удалось до настоящего времени.

Загрязнение пластинчатых теплообменников. После ввода в эксплуатацию новых котельных мы столкнулись с очень серьезной проблемой загрязнения пластинчатых теплообменников отопления. Причем наибольший вклад в загрязнение вносили железистые отложения, скопившиеся в ВСО за предшествующие 30 лет эксплуатации.

Выносу загрязнений из ВСО в немалой степени способствовал ввод в систему комплекса, обладающего отмывочным эффектом.

Вследствие снижения коэффициента теплопередачи и увеличения гидравлического сопротивления теплообменников котельная оказывалась «заперта» – при избытке тепловой мощности сетевая вода не нагревалась выше 70–75 °С, что приводило к систематическим нарушениям теплоснабжения в наиболее холодные периоды года. На многих котельных теплообменники загрязнялись в течение трех недель.

В последующие 2–3 года на предприятии целенаправленно реализовывался комплекс мероприятий по борьбе с загрязнением теплообменников:

- разработаны и внедрены эффективные методы безразборной химической промывки теплообменников;
- отлажен режим дозирования комплексона;
- внедрены установки очистки сетевой воды от механических примесей;
- создана автоматизированная система мониторинга загрязнения 40 пластинчатых теплообменников отопления с помощью специально разработанного прибора СМЗТ-05.

В результате среднее количество химпромывок сократилось с 3–4 до 0,7 в год на один теплообменник.

Коррозия стальных трубопроводов ГВС. Уже через 1,5 года были отмечены первые случаи сквозных коррозионных повреждений теплотрасс ГВС от внутренней коррозии, вызываемой высокой коррозионной активностью исходной (артезианской) воды. ППУ изоляция лишь усилила масштаб повреждений, так как при возникновении микротечи (свища) очень быстро развивалась также и наружная коррозия стальной трубы под слоем пенополиуретана. Проведенное в начале 2004 г. обследование выявило необходимость 100-процентной замены стальных трубопроводов наружных теплотрасс ГВС от городских котельных. Таким образом, фактический срок службы стальных труб ГВС составил около трех лет.

Были рассмотрены все возможные варианты решения проблемы. Анализ показал, что качественное и надежное горячее водоснабжение потребителей от небольших квартальных котельных может быть обеспечено только путем замены стальных трубопроводов на трубопроводы из полимерных материалов. В 2005–2006 гг. была произведена перекладка 12 км трубопроводов ГВС с применением труб «Изопрофлекс» (для подземной прокладки) и полипропиленовых труб в ППУ изоляции с витой оболочкой из оцинкованной стали (для надземной прокладки).

Обеспечение надежности вращающихся механизмов. Сетевой насос – это сердце

* Правила технической эксплуатации тепловых энергоустановок, утв. приказом Минэнерго России от 24.03.2003 № 115.

отопительной системы. В автоматических котельных, где отсутствие оперативного персонала не позволяет осуществлять непрерывный контроль за работой оборудования, должны предъявляться высокие требования к обеспечению надежности вращающихся механизмов.

После череды аварийных поломок насосного оборудования котельных в первый год эксплуатации предприятию пришлось принимать экстренные меры по нормализации ситуации. Были привлечены соответствующие специалисты, организовано регулярное вибродиагностическое обследование, произведены ревизия, центровка, балансировка и текущий ремонт всех насосов и дутьевых вентиляторов, что позволило в течение года привести все оборудование к нормальному состоянию. Все насосные агрегаты типа 1Д315-50 (43 ед.) со временем были оснащены торцевыми уплотнениями, что резко повысило их надежность и увеличило ресурс эксплуатации. Оказалось, что при хорошем обслуживании отечественные насосы (с ценой в 2–3 раза ниже импортных) могут работать без капремонта 10 лет и более.

Современное состояние

ООО «Нижегородтеплогаз» сегодня – стабильное и устойчиво функционирующее теплоснабжающее предприятие, осуществляющее производство, транспортировку и реализацию тепловой энергии.

Современное состояние и деятельность предприятия в Дзержинске за истекший после реконструкции период можно охарактеризовать следующими основными моментами.

Принятые в период реконструкции 2001–2002 гг. технические решения для котельных и тепловых сетей подтвердили свою эффективность. Все 57 котлов находятся в исправном техническом состоянии, проработав 12 лет без капремонта. Из 84 км реконструированных тепловых сетей отопления за 12 лет вышло из строя только четыре участка. Причина – наружная коррозия в местах некачественно выполненных стыков ППУ изоляции (трубопроводы ГВС заменены полностью).

Предприятие одно из первых в России (с 2006 г.) стало применять при расчетах с потребителями двухставочный тариф на тепловую энергию, что позволяет сбалансировать коммерческие интересы поставщиков и потребителей энергоресурсов, повышает финансовую устойчивость и экономическую эффективность предприятия.

За истекшие 11 лет крупных реконструктивных мероприятий в системах теплоснабжения Дзержинска не проводилось (построена одна новая котельная, ликвидирована одна старая).

Реконструкцией было охвачено 50% системы теплоснабжения от муниципальных котельных города. Нереконструированная часть (Западный ТЦР) сначала обслуживалась по «остаточному» принципу, в надежде на скорую вторую очередь реконструкции. Начиная с 2005 г., когда стало ясно, что этого не произойдет, значительные трудовые и финансовые ресурсы были направлены на капитальный ремонт и мероприятия по энергосбережению на 25 старых (нереконструированных) котельных.

На протяжении всех лет эксплуатации системы теплоснабжения города предприятие активно занималось внедрением новых технологий (табл. 2).

С 2010 г. на предприятии поэтапно реализуется программа установки на границе раздела с потребителями (в тепловых камерах) статических балансировочных клапанов Ballorex Venturi с целью гидравлической наладки и регулировки систем теплоснабже-

К СВЕДЕНИЮ

За прошедший период на эксплуатируемых объектах:

- произведен капитальный ремонт 140 котлов малой мощности, совмещенный с их модернизацией (мощность увеличена на 30%, КПД – на 7%, ресурс работы – в 2–3 раза);
- организована регулярная химическая промывка и режимно-наладочные испытания всех имеющихся котлов устаревших конструкций (252 ед.);
- заменен на 90% парк насосного оборудования, за счет чего сэкономлено 20% электроэнергии;
- все котельные оснащены приборами учета газа, тепла и воды;
- ведется поэтапная замена устаревшей котловой автоматики безопасности;
- проведена гидравлическая наладка тепловых сетей от всех теплоисточников.

Таблица 2

Новые технологии в ООО «Нижегородтеплогаз» 2003–2013 гг.

Технология	Масштабность применения	Эффект
Установка в тепловых камерах (на границе раздела с потребителями) статических балансировочных клапанов	Оборудовано 10 систем теплоснабжения (282 балансировочных клапана)	Качественная наладка и регулировка систем теплоснабжения. Соблюдение гидравлического режима на протяжении всего отопительного сезона. Экономия электроэнергии
Развитие технологии комплексоновой водоподготовки (ОЭДФ-Zn)	Дзержинск – 43 котельные Сергач – 8 котельных	Снижение в 5–7 раз скорости внутренней коррозии трубопроводов тепловых сетей. Предотвращение накипеобразования в теплообменниках
Прокладка трубопроводов тепловых сетей в ППМ изоляции	10,5 км	Снижение тепловых потерь через изоляцию. Отсутствие необходимости применения системы ОДК
Модернизация системы диспетчеризации	Диспетчеризация в real-time-режиме: Дзержинск – 19 котельных; Сергач – 8 котельных; Нижний Новгород – 5 котельных	Централизованный (из диспетчерской) контроль в текущем времени технологических параметров котельной. Своевременное извещение об отклонении технологических параметров за установленные пределы. Возможность восстановления (из архива) динамики изменения технологических параметров в случае нештатной или аварийной ситуации
Применение специализированных программных продуктов	Графико-информационный расчетный комплекс «Тепло-Эксперт». Программный комплекс «СТАРТ-Экспресс»	Паспортизация и выполнение теплогидравлических расчетов тепловых сетей. Выполнение конструкторских расчетов при проектировании тепловых сетей, в особенности бесканальной прокладки

К СВЕДЕНИЮ

Преимущества статических балансировочных клапанов как способа наладки систем теплоснабжения:

- позволяют изменять проходное сечение и расход теплоносителя с фиксацией заданного положения;
- являются одновременно запорным устройством (шаровой кран);
- позволяют измерять текущий расход теплоносителя путем присоединения переносного дифманометра-расходомера к портам клапана.

ния. Данное техническое решение является новым, в подобных системах нигде пока не применялось.

Побудительным мотивом для нас явилась невозможность (по ряду организационных и технических причин) при помощи традиционного способа наладки – с установкой дроссельных шайб у потребителей тепла – добиться качественной регулировки системы и соблюдения гидравлического режима в течение всего отопительного сезона.

На сегодняшний день балансировочными клапанами оборудованы 10 систем теплоснабжения (несколько сотен клапанов с Ду 25–100 мм). С их помощью удалось «обуздать» гидравлику некоторых никак не под-

дававшихся наладке систем теплоснабжения и поставить под контроль гидравлический режим внутренних систем потребителей, повысив при этом качество отопления.

Предприятие продолжает развивать технологию комплексоновой водоподготовки с использованием реагента ОЭДФ-Zn. С 2008 г. все 43 котельные переведены на данную технологию. При этом отличительной особенностью является то, что все системы отопления подпитываются водопроводной недеаэрированной водой.

Поддерживаемая в настоящее время концентрация реагента в обратном трубопроводе тепловой сети – 3–5 г/куб. м. Экспериментально доказано, что при объеме утечки в пределах 0,5 %/ч скорость равномерной внутренней коррозии тепловых сетей не превышает 0,05 мм/год. По сравнению с системами без обработки комплексоном скорость коррозии снижена в 5–7 раз.

Сейчас главное внимание в данном вопросе уделяется повышению точности поддержания заданной концентрации реагента с учетом адсорбирования реагента на внутренней поверхности оборудования и трубопроводов системы теплоснабжения и примесей, содер-

Окончание табл. 3

1	2	3	4	5	6
Отпуск тепловой энергии от котельных	тыс. Гкал	575,3	554,8	549,1	-4,6
Потери в тепловых сетях	тыс. Гкал	34,7	32,8	30,0	-13,5
Расход топлива (природный газ)	млн куб. м	96,7	81,8	75,3	-22,1
Удельный расход топлива на отпуск тепла от котельных	кг у. т./Гкал	191,1	167,4	155,92	-18,4
КПД системы теплоснабжения	%	70,2	80,2	86,6	23,3
Расход электроэнергии	ГВт·ч	13,0	13,8	12,8	-1,5
Удельный расход электроэнергии на отпуск тепла	кВт·ч/Гкал	22,6	24,9	23,3	3,2
Расход воды на подпитку тепловых сетей	тыс. куб. м %/ч	1189,5 2,39	704,0 1,42	191,0 0,38	-83,9
Количество аварий и повреждений на котельных и тепловых сетях	шт.	344	291	56	-83,7
Штатная численность персонала	чел.	833	635	592	-28,9

дежно и эффективно функционирующие системы теплоснабжения (табл. 3).

Если рассматривать с современных позиций, экономическая модель, примененная на предприятии для реконструкции системы теплоснабжения города, уже устарела, современные реалии вносят свои

изменения, появляются новые возможности финансирования. Но благодаря точному следованию поставленным целям в технологическом аспекте техника и технологии, выбранные и развиваемые предприятием, остаются актуальными и на сегодняшний день.

В ФОКУСЕ

Омские котельные начнут вырабатывать электричество

До конца года городские теплоисточники проверят на способность к генерации и тепловой, и электрической энергии, которая пойдет на питание уличных фонарей, троллейбусов и трамваев.

Мэр Омска Вячеслав Двораковский подписал распоряжение и план мероприятий по обследованию городских котельных с целью понять, какие из них можно в обозримом будущем перевести на когенерацию, комбинированную выработку электрической и тепловой энергии.

Задание поручено особой рабочей группе, организованной специалистами департамента городской экономической политики. В нее вошли представители организаций топливно-энергетического комплекса, проектных организаций, научного сообщества, пред-

приятий и чиновники мэрии. Инспектировать теплоисточники планируется к концу 2013 г.

При подобной модернизации котельных можно будет получать дополнительные источники электроэнергии при минимальных затратах. Электричество, вырабатываемое на котельных, можно использовать на городском транспорте и для систем уличного освещения, а также расходовать его на другие цели.

Как рассказывает заместитель начальника управления промышленности, инноваций и предпринимательства департамента городской экономической политики Владимир Дорохин, давно пора перевести омские котельные на режим когенерации. Такие меры предусмотрены на региональном уровне, в рамках реализации Стратегии развития Омской области. Соответствующее положение закреплено в документе.

По материалам пресс-службы администрации г. Омска