

Хорошо отлаженное старое – не хуже нового

Евгений Гашо,

Максим Лукин,
Национальный
исследовательский
университет МЭИ

■
Комплексный анализ системы теплоснабжения Воркуты выявил причины ее низкой энергоэффективности, которые характерны для многих российских городов. Разработан ряд мер, которые позволят существенно улучшить показатели работы данной системы и сократить расход дорогостоящего топлива.

Понимание фактической ситуации с энергоиспользованием в различных отраслях РФ только начинает по-настоящему складываться и очищаться от мифов и неточных представлений. Сотни энергетических обследований, корректная обработка и выверка показаний тысяч приборов учета дают взвешенную картину реальных потерь и эффективности использования энергии в промышленности, коммунальном комплексе, сетевом хозяйстве, на энергоисточниках.

Не вдаваясь в соответствующие отраслевые и региональные особенности, можно с уверенностью говорить, что подлинные причины «энергетической неэффективности» у нас существенно иные, чем в других странах (в том числе с развитой экономикой). Резкое падение эффективности в ТЭК и на энергоисточниках в основном происходит из-за недогрузки, неоптимальных режимов, износа оборудования. Сетевое хозяйство также работает в нерасчетных режимах, изношено и морально устаревает. Перерасходы ТЭР и различного рода «неэффективность» – результат совместного действия большого числа факторов, которые приводят к резкому снижению надежности и безопасности функционирования систем энергоснабжения городов.

В качестве характерного примера можно привести ситуацию в северной столице угольщиков – заполярной Воркуте. Программа энергосбережения этого муниципального образования неожиданно попала в список президентских проектов по энергоэффективности. В связи с этим обстоятельством специа-

листами ВНИПИЭнергопрома и Московского энергетического института в 2010 г. был проведен комплексный анализ ситуации, предложен ряд рекомендаций, часть из которых была реализована на практике.

Главная энергетическая проблема

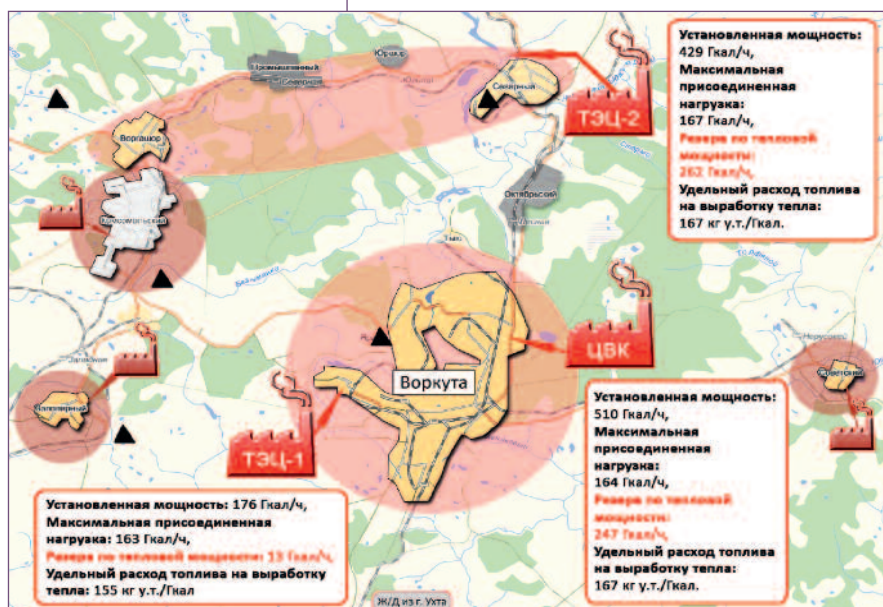
Воркута – это бывший крупный горный промузел, а в настоящее время – городское поселение с сокращающимся населением. Часть шахт уже закрыта, вследствие этого совокупная энергетическая нагрузка промузла резко упала. Муниципальное образование Воркута состоит из нескольких поселков, связанных в так называемое Воркутинское «кольцо». Город находится в жестких климатических условиях, рядом Северный Ледовитый океан, отопительный «сезон» составляет 83% года – 305 суток.

Специфичным образом, под требования формирующегося промузла распределены энергоисточники. Развитие города с 40-50-х годов происходило за счет энерго мощностей маленькой ТЭЦ-1 (см. рис. 1). Позднее вдали от города была построена более мощная и современная ТЭЦ-2, которая обслуживает сегодня поселки Северный, Воргашор и промышленную зону. Обе ТЭЦ работают на местном угле. Впоследствии для того, чтобы разгрузить ТЭЦ-1, была построена водогрейная котельная, работавшая на дорогом в то время мазутном топливе с Ухтинского за-

вода. В настоящее время ТЭЦ-1 полностью загружена, имеет совсем небольшой резерв (рис. 1). Более современная ТЭЦ-2 имеет достаточно большой резерв тепловой мощности – практически постоянно работает в конденсационном режиме, тепловая энергия производится только для поселков Северный, Воргашор и отдельного сектора промышленной зоны. Городская котельная (ЦВК) работает на привозном дорогом мазутном топливе. Таким образом, колоссальная резервная мощность энергоисточников, в три раза превосходящая существующую нагрузку, для сокращающегося города формирует главную энергетическую проблему – проблему избыточной структуры и, соответственно, ее низкой энергоэффективности.

В городе пока мало общедомовых приборов учета. По показаниям десятка теплосчетчиков удалось установить, что удельные расходы на отопление не такие уж высокие по сравнению с другими городами РФ. Системы отопления зданий Воркуты отличаются значи-

Рис. 1.
Схема энергообеспечения Воркутинского узла.



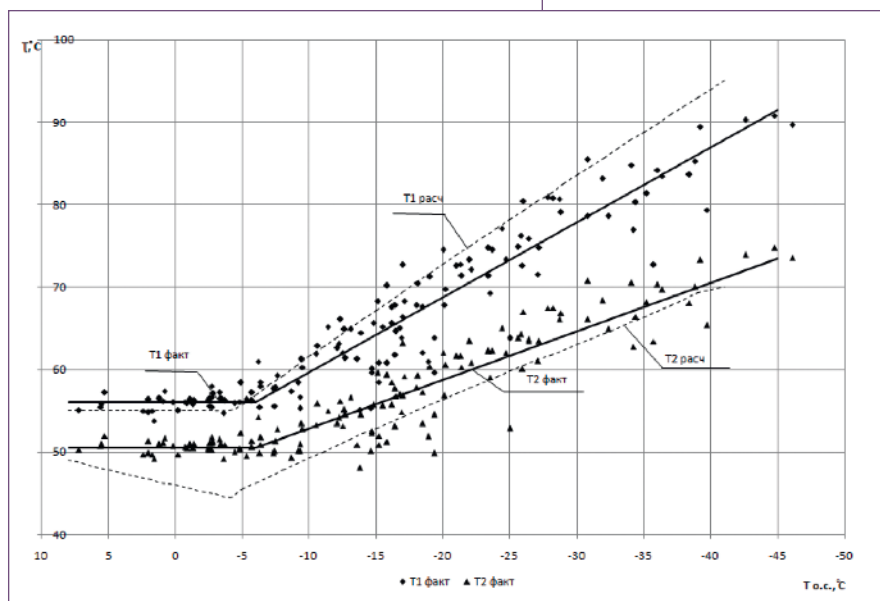
тельным износом, обусловленным коррозионными процессами внутренних поверхностей трубопроводов и отопительных приборов. Другой важной особенностью являются существенно отличные от проектных значений гидравлические и теплопередающие характеристики систем отопления, которые обусловлены накопившимися во внутренних трактах системы за время эксплуатации отложениями, в том числе термобарьерными. В качестве примера на рис. 2 приведены расчетные и фактические значения температур теплоносителя системы отопления здания средней общеобразовательной школы № 42 Воркуты (СОШ № 42), типичные для города в целом. Средняя удельная загрязненность системы отопления здания СОШ № 42 при этом составляла около 3 кг/м².

Из-за высокой загрязненности системы теплоснабжения для обеспечения теплосъема приходится обеспечивать повышенную циркуляцию со значительным перерасходом электроэнергии. В связи с этим около 3 млн т воды в год (почти столько же, сколько жители потребляют на ГВС) теряется в системе. В водоканале потери воды не так уж велики. Впервые в нашей практике мы наблюдали такие огромные потери воды и тепла, которые влекут за собой, во-первых, потери топлива и финансовых средств, а во-вторых – перегрузку насосного оборудования. Если в крупных городах страны затрачивается около 1 кВт*ч на то, чтобы поднять 1 м³ воды снизу и донести его до потребителя, то в Воркуте – в 3,2 раза больше.

Потенциал энергосбережения

Неэффективное использование ресурсов на конечном потреблении – это первая особенность Воркуты. Вторая особенность состоит в неэффективной генерации. Если жители городов центральной части РФ получают 1 т у.т. в год на тепло и освещение своих домов с издержками преобразования примерно 0,3 т, то жители Воркуты за свои 2 т у.т., которые обусловлены климатом, вынуждены дополнительно тратить на преобразование ~2,5 т.

Таким образом, совокупное потребление на человека в Воркуте составляет 12 т у.т., а самая современная в городе ТЭЦ-2 вынуждена работать в конденсационном режиме с расходом топлива 450-530 г у.т./кВт*час. Основной потенциал энергосбережения в Воркуте может быть реализован за счет внедрения схемных решений на источниках.



Именно поэтому в Воркуте есть проект строительства трубопровода длиной 20 км от ТЭЦ-2 в город, чтобы загрузить станцию по теплу и тем самым повысить ее к.п.д.

Тарифная политика

В настоящее время 14 % общего топливopotребления города приходится на мазут. Однако в общей стоимости топлива, потребляемого городом, он составляет 37–40 %, что существенно влияет на себестоимость тепла и электроэнергии, и, в конечном счете, на тарифы на коммунальные услуги. Квартплата составляет от 8 до 12 тыс. руб. в месяц за двухкомнатную квартиру при рыночной стоимости квартиры в 100–150 тыс. руб.

Повышение эффективности систем теплоснабжения

Основные проблемы в сфере энергообеспечения Воркуты отражены в табл. 1. Для их решения был предложен комплекс мер как на источниках, так и в конечном потреблении. Если для загрузки энергоисточника (ТЭЦ-2) необходимо сооружать дорогостоящую тепломagистраль длиной около 15 км, то в конечном потреблении комплекс мер обойдется существенно дешевле. В первую очередь важно реанимировать инженерные системы зданий, удалить отложения, в том числе термобарьерные. Это позволит восстановить расчетные режимы подачи тепла и циркуляции теплоносителя, блокировать коррозионные процессы и существенно продлить срок службы систем.

Рис. 2. Расчетный и фактический температурные графики системы отопления СОШ № 42 Воркуты за период декабрь 2009 – май 2010 гг.

Таблица 1.
Общая проблематика системы энергообеспечения г. Воркуты.

Первичные факторы	Технологические проблемы
Снижение совокупной нагрузки энергосистемы в результате закрытия шахт, сокращения населения (общая избыточность энергоисточников для промузла и г. Воркуты)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Рост удельных расходов топлива на ТЭЦ-1, ТЭЦ-2, собственных нужд энергосистемы. 2. Недогрузка распределительных сетей и большинства трансформаторных подстанций, износ оборудования. 3. Существенный рост потерь электроэнергии в сетях потребителей (свыше 15 %). 4. Разбалансирование тепловых сетей. Ставшие избыточными диаметры трубопроводов и мощности насосного оборудования приводят к неустойчивой работе сетей, перекачке избыточного количества воды и перерасходу электроэнергии.
Территориальная неравномерность недогрузки основного оборудования энергосистемы	<ol style="list-style-type: none"> 1. Наиболее современный и мощный энергоисточник (ТЭЦ-2) не имеет достаточных потребителей тепловой энергии, так как расположен на удалении 16 км от основной застройки. 2. Рост потерь (сбросов) тепловой энергии на ТЭЦ-2 и сокращение выработки электроэнергии в комбинированном цикле. 3. Непосредственно г. Воркута снабжается тепловой энергией от морально и физически устаревшей (~50 лет) ТЭЦ-1 и дорогой мазутной водогрейной котельной.
Износ и низкая эффективность систем теплотребления, обусловленные проблемами коррозии и накопившимися отложениями	<ol style="list-style-type: none"> 1. Низкий теплосъем систем теплотребления 2. Высокий расход теплоносителя в сетях. 3. Перерасход электроэнергии на транспортировку теплоносителей и холодной воды. 4. Завышенный ночной водоразбор из системы теплотребления.

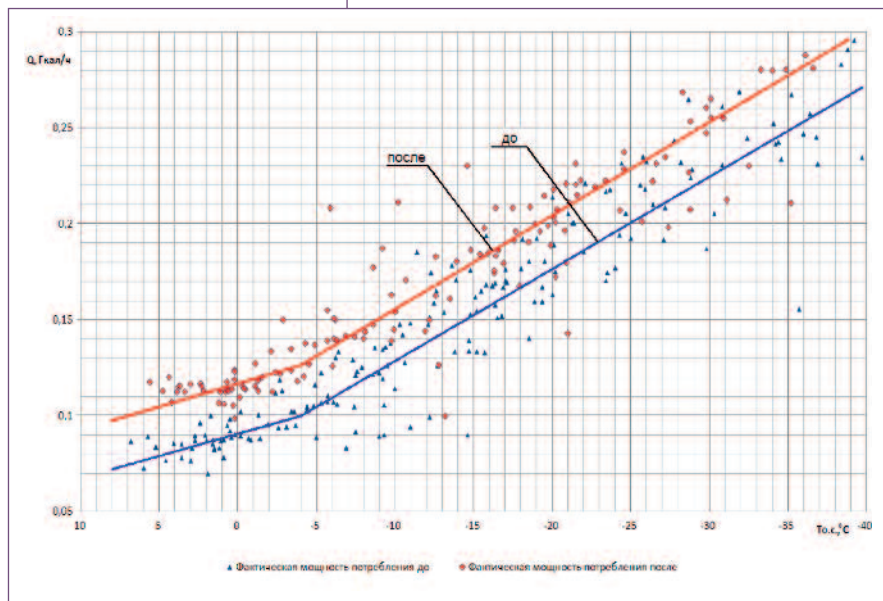
По улучшению ситуации в конечном потреблении были предприняты конкретные шаги. В качестве пилотного проекта были организованы работы по реновации систем отопления и горячего водоснабжения на основе удаления отложений и по блокированию коррозионных процессов внутренних поверхностей трубопроводов и отопительных приборов (В.А.Рыженков, М.В.Лукин, А.В.Волков. Об опыте реализации ПАВ-технологии для

реновации системы отопления здания школы № 42 г. Воркуты. Новости теплоснабжения. № 12, 2011 г.).

Для восстановления характеристик и продления ресурса систем теплоснабжения зданий и сооружений использовалась современная, разработанная в МЭИ технология на основе ПАВ (патент РФ № 2323391) (Пульнер И.П., Рыженков В.А., Щербаков С.Н., Куршаков А.В., Лукин М.В., Анахов И.П. О повышении эффективности систем теплоснабжения посредством блокирования коррозионных процессов и предотвращения накопления термобарьерных отложений на теплообменных поверхностях. Труды Всероссийской НПК – ЭНЕРГО-2010 «Повышение надежности и эффективности эксплуатации электрических станций и энергетических систем». 1–3 июня 2010 г. Москва, Изд. дом МЭИ. Том 1. С. 233-236).

Данная технология базируется на использовании высокоэффективного ингибитора коррозии из класса поверхностно-активных веществ, молекулы которого обладают способностью разрыхлять и отслаивать отложения, создавая на поверхности очищенного металла антикоррозионную защитную пленку, обладающую способностью значительно уменьшать адгезию твердых частиц к поверхностям трактов теплоносителя систем теплоснабжения.

Рис. 3.
Фактическая тепловая нагрузка системы отопления здания школы в зависимости от температуры наружного воздуха (до и после реализации ПАВ-технологии).



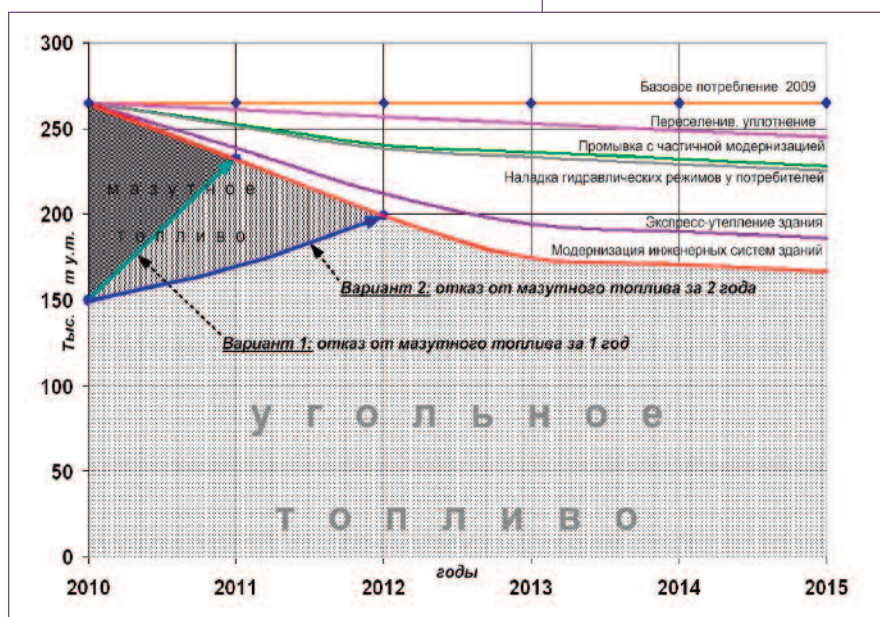
Реализация комплекса мероприятий

В сентябре 2010 г. были проведены работы по реализации ПАВ-технологии в системе отопления здания СОШ № 42, расположенной по адресу: г. Воркута, пгт. Северный, ул. Юго-западная, д. 5. Здание школы построено в 1968 г. Система отопления здания школы подключается к двухтрубной тепловой сети по зависимой схеме. Система отопления школы открытая, с нижней разводкой теплоносителя, с одно- и двухтрубной схемой присоединения отопительных приборов, с попутным и тупиковым движением теплоносителя.

Тепловая расчетная отопительная нагрузка составляет 0,442 Гкал/час, расчетная нагрузка на горячее водоснабжение – 0,017 Гкал/час. Теплоснабжение здания школы осуществляется по температурному графику 95/70 с изломом при температуре наружного воздуха -4°C. Система отопления школы не оснащена регулирующей арматурой. Параметры теплоносителя находятся в прямой зависимости от температурного и гидравлического режима работы тепловой сети. В качестве отопительных приборов установлены в основном чугунные радиаторы марки М-140АО. Общее проектное количество приборов отопления – 224 шт.

Количественная оценка увеличения энергетической эффективности системы отопления школы была получена по окончании отопительного периода 2010–2011 гг. Зависимости тепловой нагрузки системы отопления от температуры наружного воздуха за отопительные периоды 2009–2010 гг. и 2010–2011 гг., построенные по данным штатного теплосчетчика, приведены на рис. 3. Тепловая мощность системы в результате внедрения ПАВ-технологии увеличилась на 15–25% при идентичных параметрах теплоносителя и температуре наружного воздуха. Следствием увеличения мощности системы отопления является снижение температуры теплоносителя в обратном трубопроводе в среднем на 1–2°C, что оказывает позитивное влияние на экономичность теплоисточника и ресурс работы тепловой сети.

Таким образом, комплекс мер по реновации инженерных систем зданий, в том числе удаление термобарьерных отложений, и по блокированию коррозионных процессов приводит к восстановлению рас-



четных режимов циркуляции теплоносителя в тепловых сетях и улучшению теплопередающих характеристик приборов отопления, а также существенно увеличивает ресурс и надежность системы теплоснабжения в целом.

Сочетание таких технологических мер с уплотнением населения (переселением из пустующих и малозаселенных зданий), а также с частичным утеплением ряда зданий позволит существенно снизить суммарную тепловую нагрузку Воркуты, что позволит в перспективе отказаться (вывести в резерв) дорогостоящий мазутный теплоисточник – центральную водогрейную котельную (рис. 4).

В связи с падающей динамикой численности населения переселение и уплотнение освобождаемого фонда позволит высвободить тепловую нагрузку города. Одновременно с этим восстановление проектных характеристик, блокирование коррозионных процессов систем отопления зданий с частичной модернизацией инженерных систем, наладка гидравлических режимов у потребителей, экспресс-утепление позволят снизить присоединенную нагрузку с 270 Гкал/час (текущий уровень) до 180 Гкал/час. В этом случае будет обеспечен порядок в потреблении, что позволит в городе поэтапно вывести мазутную котельную, обеспечить теплоснабжение от одного источника – ТЭЦ-1. Этот проект при условии достаточной пропускной способности сетевого хозяйства можно реализовать за 1–2 года. □

Рис. 4. Динамика изменения топливного баланса Воркуты при реализации мероприятий энергосбережения.