НАДЕЖНОСТЬ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ МЕГАПОЛИСА ВО ВЗАИМОУВЯЗКЕ ТЕПЛОВЫХ РЕЖИМОВ И ГРАФИКОВ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

К.т.н. Анахов И.П.[1], к.т.н. Гашо Е.Г.[1], инж. Епишина Е.И.[1] (НИУ МЭИ)

АННОТАЦИЯ. Проведен анализ режимов потребления тепловой и электрической энергии в крупных городах, показана взаимоувязка режимов электро- и теплопотребления коммунальным комплексом мегаполиса. Проанализировано влияние несоблюдения температурного графика на эффективность работы систем теплоснабжения.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: режимы теплоснабжения городов, график электропотребления, надежность энергоснабжения, энергосбережение, энергоэффективность.

Надежность энергоснабжения крупных городов в современных условиях определяется значительным числом влияющих факторов: наличием резервов и пиковых мощностей на источниках, состоянием сетевого хозяйства, интенсивностью пиковых нагрузок и ночных «провалов», сочетанием потребителей с постоянным (промышленность) и переменным графиком нагрузки и другими аспектами.

Резкое падение относительно постоянных промышленных нагрузок во многих регионах привело к существенному изменению графиков тепловых и электрических нагрузок, росту доли резко переменных режимов коммунального комплекса. Понимание фактической картины с энергоиспользованием в различных отраслях РФ только начинает по-настоящему складываться и очищаться от мифов и искаженных 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, в сетевом хозяйстве, на энергоисточниках.

Не вдаваясь в соответствующие отраслевые особенности и региональные тонкости, 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.

Кроме того, фактические режимы энергопотребления демонстрируют тесную взаимосвязь графиков электрических и тепловых нагрузок (рис.1). Всем памятны как холодная зима 2005/2006 гг., так и экстремальная летняя жара летом 2010 г. В обоих случаях в энергосистеме Московского региона был зафиксирован абсолютный рекорд потребляемой электрической мощности.

Но если во втором случае пик электропотребления был обусловлен работой систем кондиционирования, то в первом электрообогрев компенсировал нестабильную работу теплоснабжения города[2]. Система теплоснабжения имела значительные резервы по мощности, но до зданий они «не доходили» и люди включали электрообогреватели. Активный рост жилья, торгово-развлекательных объектов в последние 5–6 лет привел к росту этого «пикового довеска» с 80–85 МВт на 1 градус похолодания в 2007–2008 гг. до 110–115 МВт в 2009 г. (рис. 2).

Помимо суточных пиков и провалов необходимо учитывать, что загрузка тепловой станции (котельной) значительно варьируется в течение года. Это обусловлено меняющейся в течении года потребностью потребителя в теплоэнергии. В неотопительный период котельная отпускает тепловую энергию на покрытие нагрузки горячего водоснабжения. С наступлением отопительного периода на котельной происходит резкий набор нагрузки и объемов отпуска теплоэнергии.

Регулирование отпуска теплоты в отопительный сезон предусмотрено в закрытых системах теплоснабжения прежде всего изменением температуры воды в подающем трубопроводе. В зависимости от температуры наружного воздуха в теплосеть должна подаваться сетевая вода с температурой в подающем трубопроводе, определяемой согласно утверждённому на предприятии температурному графику.

На рис. 3 представлены данные температурного графика для одной из квартальных тепловых станций (КТС) г. Москвы. Как видно из графика,

[1] *111250, г. Москва, Красноказарменная ул., д. 14*

[2] *Несмотря на рекордно низкие температуры зимы 2005/2006 гг., в системе имелся значительный резерв тепловой мощности как на ТЭЦ Мосэнерго, так и на РТС МОЭК.*

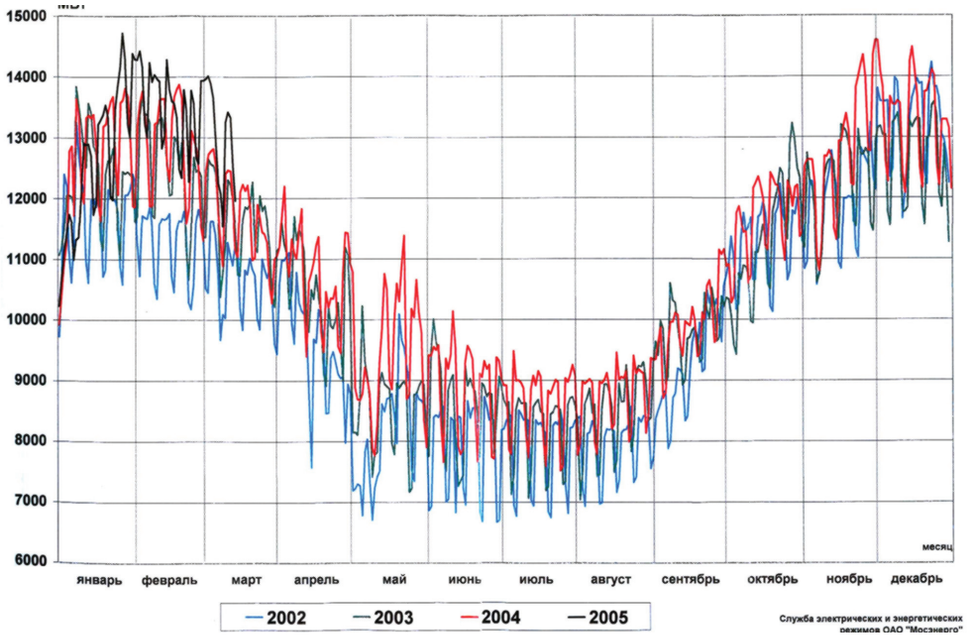


Рис. 1. Динамика максимального потребления мощности ОАО "Мосэнерго" в 2002, 2003, 2004 и 2005 году.

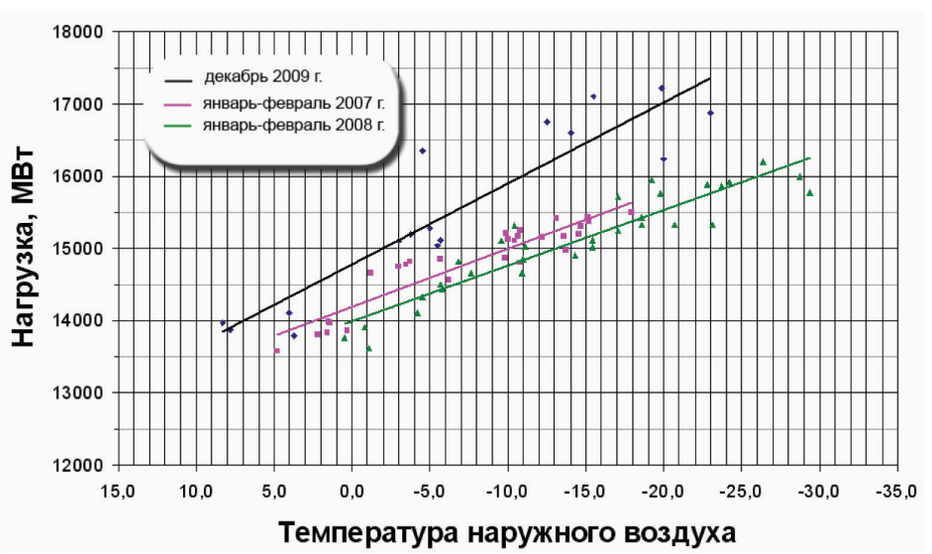
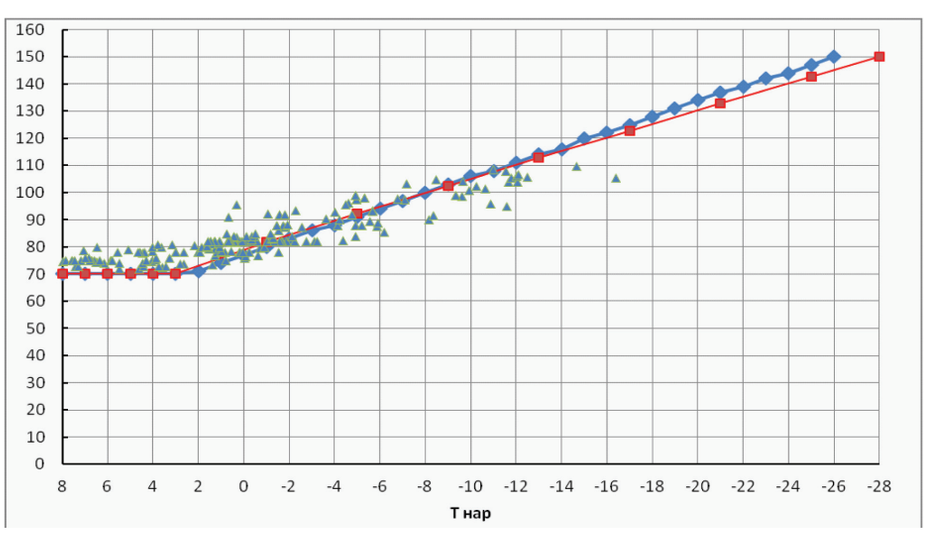


Рис. 2. График зависимости потребления электрической мощности от температуры наружного воздуха



Температура теплоносителя в падающем трубопроводе теплвой сети по данным тепловой станции

Температура теплоносителя в подающем трубопроводе теплвой сети по расчету

Действительная температура теплоносителя в подающем трубопроводе теплвой сети

Рис. 3. Зависимость температуры прямой сетевой воды от температуры наружного воздуха.

значения утвержденного на КТС температурного графика хорошо совпадают с расчетными, в то время как реальные температуры воды в подающем трубопроводе значительно отличаются.

В связи с этим был проведен анализ эффективности соблюдения температурного графика. В качестве критерия был выбран удельный показатель, представляющий собой отношение использованного в водогрейном котле (котлах) природного газа (тыс.н.м^3) за определенный интервал времени (в данном случае за одни сутки), к количеству тепла (Гкал), отданному потребителю (на все ЦТП и ИТП автономного контура теплосетей):

$q = F/Q$ – удельное потребление газа, $\left[\frac{\text{тыс. м}^3}{\text{Гкал}}\right]$

где F – расход газа, тыс. м^3 ;

Q – количество тепла, отданное потребителю, (Гкал).

Среднесуточные значения количества использованного газа и отпущенного тепла определялись путем осреднения мгновенных значений расхода газа, расхода и температур теплоносителя на выходе и входе в КТС, регистрируемых с частотой 3÷6 сек системой АСУ ТП котельной и заложенных в архив памяти.

На рис. 4 показаны результаты обработки и анализа указанных выше параметров, представленные в виде зависимости удельного расхода газа от отклонения температуры в подающем трубопроводе от нормативных значений за весь отопительный период и часть периода работы КТС на покрытие нужд ГВС.

Как следует из рис. 4, при наличии некоторого разброса значений удельного потребления газов просматривается определенная тенденция поведения их значений, а именно, при отклонении температуры прямой сетевой воды от нормативных значений удельный расход газа на отпуск тепла

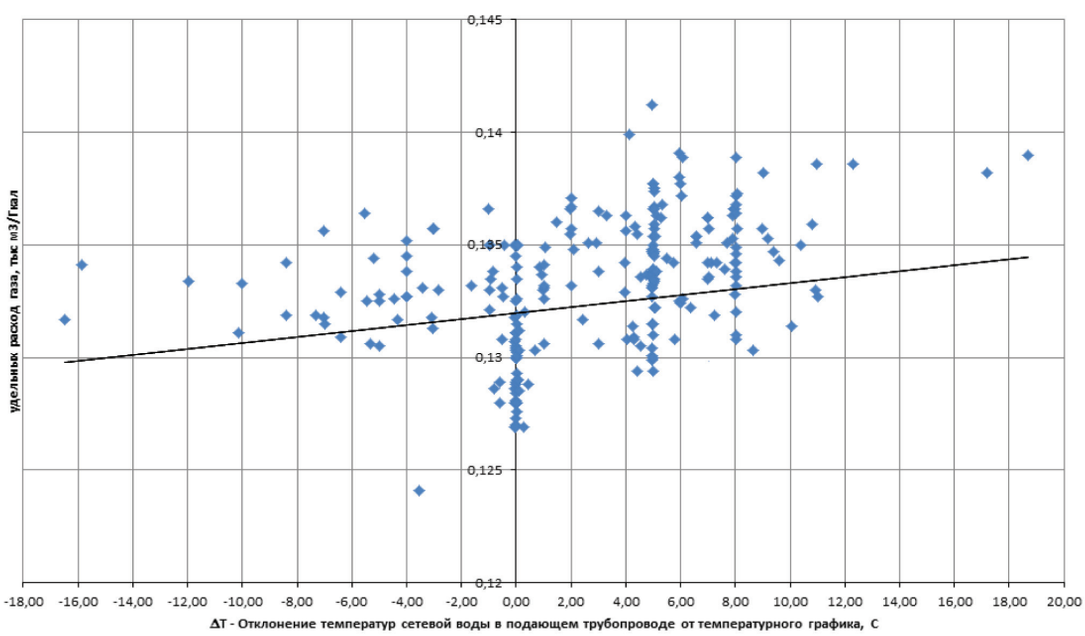


Рис. 4. Зависимость удельного расхода топлива при отклонении температур сетевой воды от температурного графика.

Таблица 1. Комплекс факторов, влияющих на надежность энергоснабжения.

Влияющие факторы на стороне потребителей	Влияющие факторы на стороне источников
Повышение теплозащиты строящихся зданий и снижение расчетных тепловых нагрузок на отопление	Реконструкция и вывод из эксплуатации устаревших котлов и турбин, с переходом на ГТУ и ПГУ
Рост доли новых (отремонтированных) зданий с повышенной теплозащитой	Строительство ТЭЦ с повышенной долей электрической мощности (ПГУ)
Проведение реконструкции зданий с заменой инженерных коммуникаций, систем освещения	Оснащение крупных котельных газотурбинными агрегатами для комбинированной выработки
Оснащение зданий системами управления теплопотреблением	Рост установок «распределенной генерации» разной мощности (в том числе на ВИЭ)
Рост оснащенности зданий бытовой электропотребляющей техникой (в том числе системами кондиционирования)	Наличие пиковых (аккумулирующих) энергоисточников разной мощности в городских районах
Рост числа торгово-офисных, развлекательных центров с преобладанием электрической нагрузки	Использование промышленных ТЭЦ, теплоутилизационных ТЭЦ, других различных ВЭР
Рост пиковых электрических нагрузок различной природы	Использование местных ресурсов для развития дополнительной тепловой и электрогенерации

увеличивается. Дополнительный анализ исходных данных показал, что температурный график соблюдался в течение 55 дней, в течение 193 дней наблюдался перетоп, а в течение 47 дней – недогрев.

На базе имеющихся временного и удельного показателей расхода газа был определен общий перерасход топлива за исследуемый период (295 суток) котельной с номинальной мощностью 120 Гкал/ч за счет несоблюдения температурного графика в объеме 510 тыс. м^3 природного газа (что эквивалентно сумме почти в 1,5 млн. руб.).

Можно с определенной уверенностью утверждать, что соблюдение температурного графика является самой доступной мерой по повышению эффективности эксплуатации систем теплоснабжения, так как данная мера, как правило, не требует установки нового оборудования и не несет значительных капитальных затрат.

«Разнокачественность» теплотехнических характеристик зданий, произвольным образом распределенных по территории, накладывается на разнородность климатических характеристик и параметров, и приводит к совершенно уникальной картине потребления ресурсов коммунальным комплексом. Для сокращения, устранения или активного использования дисбалансов энергии и мощности необходимо иметь соответствующие элементы распределенного регулирования и управления как на источниках, так и у потребителей (табл.1). Именно минимизация или управление возникающими дисбалансами является важнейшей предпосылкой устойчивой, надежной работы всей системы.

Выводы

1. Тесная взаимоувязка тепловых и электрических графиков потребления энергии в мегаполисах свидетельствует о необходимости учета этого фактора при проектировании (и эксплуатации) системы энергоснабжения в целях обеспечения системной надежности. Значимость этого вывода тем более повышается именно в нынешних условиях сокращения промышленного энергопотребления и роста пиковых нагрузок жилищного фонда и прочих потребителей.

2. Различные совокупности влияющих факторов на стороне потребителей и источников определяют их уникальную комбинацию в крупных городах, приводящую к возникновению существенных дисбалансов энергии и мощности. Соответственно, нейтрализация или управление возникающими дисбалансами являются важнейшими предпосылками устойчивой и надежной работы всей системы.

3. Соблюдение температурного графика является самой доступной мерой по повышению эффективности эксплуатации систем теплоснабжения, так как данная мера не требует установки нового оборудования и не несет значительных капитальных затрат. Вместе с тем, при принятии решения о соблюдении температурного графика следует более внимательно обратить внимание на вопросы надежности систем теплоснабжения.

Литература

1. Гашо Е.Г. Особенности эволюции городов, промузлов, территориальных систем жизнеобеспечения городов. - М.: 2006 г.

2. Гашо Е.Г., Репецкая Е.В. От стратегий и программ к реальному энергосбережению (опыт региональных проектов). // Энергетическая политика. 2011. №1.

3. Гашо Е.Г. Неэффективность систем теплоэнергоснабжения как источник техногенных рисков и пути их снижения. // Проблемы анализа риска. 2011. № 6.

4. Гашо Е.Г., Лукин М.В. Хорошо отлаженное старое – не хуже нового.// Коммунальный комплекс. 2012. №1.

5. Папушкин В.Н., Гашо Е.Г. Роль энергосбережения при выборе рациональной схемы энергоснабжения мегаполиса. // Теплоэнергетика. 2009. № 12.