

Повышение эффективности энергосбережения через регулирование отпуска тепла

Необходимость написания данной статьи связана со следующими обстоятельствами:

1. Наряду с требованиями по энергосбережению в области отопления практически отсутствуют обязательные нормативные документы по построению, алгоритму управления и характеристикам систем регулирования. Существующие же требования (например, СП 41-101-95) разумны, но не полны и носят рекомендательный характер.
2. На рынке появляются дешевые во всех смыслах системы с применением «самопальных» алгоритмов управления, могущих приводить к противоположным результатам.
3. Применяемые методы анализа работы данных систем крайне сомнительны.
4. Дальнейшее движение в этом направлении может привести к дискредитации самой идеи энергосбережения в области автоматизации тепловых пунктов отопления.

В свете изложенного выше ГУП «ТЭК СПб» выпустил «Требования ГУП «ТЭК СПб» к автоматизации тепловых пунктов». [1] Если коротко изложить суть этих требований, автоматизация тепловых пунктов должна обеспечить максимальное энергосбережение без ущерба качества теплоснабжения потребителей, не нарушая жизнеспособности системы теплоснабжения в целом.

Этот документ был направлен в качестве предложения в «Комитет мэрии по энергетике и инженерному обеспечению», однако был отклонен без объяснения причин и без какой-либо реакции. Поскольку есть предположение, что в комитете может появиться документ, в котором могут быть учтены только требования поставщиков тепловой энергии, основанные на интересах только производителя, хочется превентивно оспорить доводы и умозаключения некоторых представителей теплоснабжающих организаций (в дальнейшем ТСО). Однако для начала стоит договориться о терминах.

Первое: что такое температурный график?

Казалось бы, о чем тут договариваться? Температурный график подающего трубопровода тепловой сети отопления – это зависимость температуры теплоносителя, подаваемого в тепловую сеть производителем тепла, от температуры наружного воздуха, и поддерживать его в трубопроводе подачи тепловой сети должен производитель тепла. Температурный график теплоносителя в обратном трубопроводе – это зависимость температуры возвращаемой в тепловую сеть потребителем тепловой энергии, от температуры наружного воздуха, и поддерживать его должен потребитель. Т.е. температура теплоносителя – это функция аргументом, т.е. независимой переменной которой является температура наружного воздуха. Однако некоторые представители ТСО трактуют понятие температурного графика по-своему, исходя из узких коммерческих интересов своих организаций. Для них аргументом является температура теплоносителя, подаваемого ими в тепловую сеть, а функцией температура теплоносителя, возвращаемая в тепловую сеть потребителем. Причём о температуре наружного воздуха они стыдливо умалчивают, предполагая, очевидно, что температура наружного воздуха должна определяться из температуры теплоносителя, подаваемого ими в тепловую сеть.

Наша трудность до последнего времени состояла в том, что ТСО о своем представлении, о температурном графике только говорили и ни в коем случае не

решались письменно засвидетельствовать. Втихую, пользуясь «невинностью» потребителей и их естественным нежеланием связываться, выкручивали им руки, накладывая штрафные санкции за превышение «обратки», уменьшали подачу, ставя дополнительные сужающие устройства, ухудшая и без того скудное теплоснабжение. Первое документальное подтверждение данного **мягко говоря** заблуждения нам удалось получить из статей заместителя главного метролога АО «Ленэнерго» - А.Г. Лупея, опубликованных в сборнике докладов 17-ой Международной научно-практической конференции по теплоучету – «О некоторых методах диагностики состояния систем отопления потребителей тепловой энергии» | 2 | и «Ручное регулирование теплопотребления: поставленные цели и достигнутые результаты» | 3 |.

В данных статьях автор делает попытку анализировать теплопотребление по архивам теплосчетчиков, применяя формулу расчета тепловой энергии и понятия температурного графика как графика зависимости температуры «обратки» от «подачи».

Вот некоторые замечания о предлагаемом методе диагностики.

1. Предлагаемый метод – это метод диагностики сидя, **мягко выражаясь**, на стуле. Понять и полноценно анализировать работу систем теплопотребления возможно только с учетом многих факторов и прежде всего с учетом температуры наружного воздуха. Однако этот фактор в температурном графике «по А.Г.Лупею» и одноименном методе диагностики участия не принимает.
2. Формула расчета тепловой энергии: $W=M*(h_1 - h_2)$ не отражает процессов теплоотдачи систем отопления и используется поставщиками для «втирания» потребителям, если потребители пеняют поставщикам на низкую температуру теплоносителя, им показывают формулу расчета тепловой энергии, где энтальпия возвращаемой воды стоит со знаком минус и, используя обыкновенный алгебраический мухлёж, предлагают увеличивать отбор тепла системой отопления, охлаждая «обратку» «хоть до нуля грС». Охлаждается теплоноситель в приборах отопления, которые установлены в помещениях, где находятся люди. С учетом второго закона термодинамики, процесс теплопередачи может идти только по направлению от более нагретого тела к менее нагретому. Следовательно, температура воздуха в этих помещениях должна быть меньше 0. Это, конечно, гипербола. Однако для того, чтобы определить, до какой температуры потребитель должен и может охладить теплоноситель, придётся рассмотреть несколько формул:

А) $Q_{co.p} = F*K*((t_{1p} + t_{2p})/2 - t_{вн.п.})*10^{-6}$ – это формула для определения расчётной тепловой производительности системы отопления, где:

$Q_{co.p}$ – расчетная тепловая производительность системы отопления (Гкал/час).

F – площадь поверхности нагрева отопительных приборов (m^2).

K – коэффициент теплопередачи приборов (ккал/($m^2 \cdot ч \cdot ^\circ C$))

t_{1p} – расчётная температура «подачи» ($^\circ C$).

t_{2p} – расчётная температура «обратки» ($^\circ C$).

$t_{вн.п.}$ – расчётная температура воздуха внутри помещения ($^\circ C$).

Б) $Q_{зд.п} = V*q*(t_{вн.п} - t_{нар.п.})*10^{-6}$ – это формула расчётных тепловых потерь здания, где:

$Q_{зд.р}$ – тепловые потери здания при расчетной температуре наружного воздуха (-26 °С для Спб) и расчетной температуре внутри помещений здания(+20 °С) (Гкал/час).

V – объём здания (м³).

q – удельные тепловые потери здания (ккал/(м³*ч*°С).

$t_{вн.р.}$ – расчётная температура воздуха внутри помещения(+20 °С) (°С).

$t_{нар.р.}$ – расчётная температура наружного воздуха (-26 °С для Спб) (°С).

Для того, чтобы внутри помещения температура была равна расчетной, тепловая производительность системы отопления должна быть равной тепловым потерям здания.

Для того, чтобы определить, какую температуру теплоносителя необходимо подавать в систему отопления при температурах наружного воздуха, отличных от $t_{нар.р.}$, рассчитывают температурный график «подачи» отопления (t_1), а для того, чтобы потребитель оптимально использовал температурный потенциал теплоносителя, рассчитывают температурный график «обратки» отопления(t_2).

$$B) t_1 = t_{вн.р.} + 0,5 * (t_{1р} - t_{2р}) * q + 0,5 * (t_{1р} + t_{2р} - 2 * t_{вн.р.}) * q^{1/1+n}$$

$$Г) t_2 = t_{вн.р.} - 0,5 * (t_{1р} - t_{2р}) * q + 0,5 * (t_{1р} + t_{2р} - 2 * t_{вн.р.}) * q^{1/1+n} \text{ где:}$$

$t_{1р}$ – расчётная температура «подачи» (°С) .

$t_{2р}$ – расчётная температура «обратки» (°С).

$t_{вн.р.}$ – расчётная температура воздуха внутри помещения(°С).

q – относительный тепловой поток равный $(t_{вн.р.} - t_{нар.р.}) / (t_{вн.р.} - t_{нар.р.})$.

n – коэффициент, учитывающий нелинейность излучения отопительных приборов.

$t_{нар.р.}$ – текущая температура наружного воздуха.

Таким образом, при температурах наружного воздуха, отличных от $t_{нар.р.}$, теплопотери здания будут равны:

$$Д) Q_{зд} = V * q * (t_{вн.р.} - t_{нар.р.}) * 10^{-6}, \text{ (Гкал/ч)}$$

а теплоотдача системы отопления:

$$Е) Q_{со} = F * K * ((t_1 + t_2) / 2 - t_{вн.р.}) * 10^{-6} \text{ (Гкал/ч)}$$

Температурный баланс между тепловыми потерями здания и теплоотдачей системы отопления будет соблюден при t_1 и t_2 , определенных в соответствии с температурным графиком зависимости этих величин от температуры наружного воздуха.

Теперь рассмотрим, что необходимо делать потребителю, имеющему совершенно новую, налаженную, чистую, без отложений систему, чтобы не замерзнуть при снижении поставщиком t_1 ниже температурного графика.

Поставщики тепла советуют снижать t_2 . Однако, как легко заметить, перед t_2 в формуле Е стоит знак (плюс), и подобное снижение приведет не к увеличению теплоотдачи системы отопления, а к её снижению. Что же остаётся делать потребителю? Есть два варианта. Или увеличивать температуру «обратки», или снижать температуру в помещениях. Предлагать же потребителю увеличивать количество нагревательных приборов считаю некорректным.

Хочу отдельно отметить, что никакого противоречия у приведенных формул и формулы расчёта тепловой энергии нет. Просто эти формулы разные. Приведенные выше формулы описывают процесс теплоотдачи здания и системы отопления, и их можно и нужно применять для анализа работы систем отопления, а формулы, используемые А.Г.Лупеем: одна – расчёта тепловой энергии, и ее надо применять для расчёта, а вторая формула - формула температурного графика зависимости t_2 от t_1 - вообще непригодна для применения, потому, что такого графика нет в природе.

Теперь к разрешению некоторых недоумений, возникших у автора в процессе анализа ручного регулирования на одном анонимном объекте. Статья «Ручное регулирование теплоснабжения: поставленные цели и достигнутые результаты». Любопытно, что объект действительно анонимный. Не указан ни адрес, ни нагрузка, ни тип схемы присоединения, ни гидравлические режимы, ни температура после элеватора, который, судя по всему, имеется. О том, что существует наружная температура, автор вообще не упоминает.

Краткое содержание статьи:

Рассматривается архив теплосчетчика потребителя с 1.01.03 по 10.02.03, который пытался регулировать подачу тепла вручную, задвижкой на вводе, и при этом достиг парадоксальных результатов, а именно: открыв полностью задвижку на вводе теплосети, получил:

- увеличение расхода теплоносителя,
- повышение температуры в обратном трубопроводе и при этом
- уменьшение теплоснабжения.

Анализируя архивы теплосчетчика, автор делает следующие выводы:

Потребитель нарушил правила по допустимому превышению t_2 , и поэтому у потребителя стало холоднее, потому, что тепловой энергии он стал потреблять меньше.

И, как следствие, «...в проигрыше от такого регулирования оказались как потребитель, так и поставщик тепловой энергии...» [3].

Трогательная забота о потребителе, конечно, умиляет, однако ни мало не сомневаясь в достоверности приведенных данных, хочу оспорить выводы:

Во-первых: Вряд ли потребитель настолько болен умом, чтобы повернуть задвижку, заморозить, и не вернуть её в прежнее состояние.

Во-вторых: Это не так уж невероятно, увеличить расход теплоносителя, при улучшении теплоснабжения и одновременном уменьшении теплоснабжения. Вероятно, у потребителя всё-таки установлен элеватор, а регулируя задвижкой на вводе (безразлично, кстати, вручную или автоматически), мы значительно меняем располагаемый напор на вводе элеватора, и тем самым его способность к подмесу обратной воды и, соответственно снижению температуры. Когда задвижка на вводе потребителя была прижата, располагаемый напор на вводе элеватора, зависящий от квадрата расхода был очевидно минимальный, подмес практически отсутствовал, теплоноситель с повышенной температурой поступал на первые по ходу теплоносителя отопительные приборы. Температура воздуха, во-первых, по ходу теплоносителя в помещениях увеличивалась чрезмерно и регулировалась с помощью открытия форточек. Поскольку по количеству теплоносителя было в несколько раз меньше, чем положено (из-за отсутствия подмеса), он на первых же радиаторах отдавал свою энергию и резко остывал, а на последних его температура была близка к $40\text{ }^{\circ}\text{C}$. На улице, между тем, был мороз около минус $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, а температура в тепловой сети $90\text{ }^{\circ}\text{C}$ вместо положенных $130\text{ }^{\circ}\text{C}$ по графику. После того как потребитель открыл полностью задвижку, напор на элеваторе увеличился, увеличился расход в системе отопления за счёт подмеса, а температура после элеватора упала. Исчез перегрев в одних помещениях и недогрев в других.

В третьих: Общий расход тепловой энергии уменьшился как по вышеуказанной причине, так и по причине наступившей оттепели с 16.01.03 по 29.01.03 (Данные Санкт-петербургского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды | 4 |). Об этой оттепели автор, конечно, и не догадался, гипнотизируя монитор компьютера с архивами теплосчетчиков. Так что не стало у потребителя холоднее, после того как он открыл полностью задвижку. И значит, все выводы статьи напрасны.

Для справедливости стоит отметить, что А.Г.Лупей подтвердил, сам того, возможно, не подозревая нашу точку зрения о нецелесообразности применения для регулирования, а вернее для экономии тепловой энергии, задвижки или клапана на вводе (безразлично, ручного или автоматического). Именно такое регулирование может привести к перерасходам тепловой энергии с одновременным ухудшением температурного режима помещений. То же самое можно отнести и к регулированию с помощью иглы в сопле элеватора.

Хочу оговориться. Мы ни в коей мере не считаем, что потребители могут отбирать из тепловой сети сколь угодно много теплоносителя для создания у себя комфортных условий в ущерб потребителям в тупиковых зонах теплосетей. Ограничение расхода теплоносителя в соответствии с договором на теплоснабжение должно быть одной из основных функций систем автоматизации. Такое ограничение позволит потребителям в случае дефицитного теплоснабжения направлять резерв расхода теплоносителя с нужд ГВС на нужды отопления в периоды малого расхода ГВС и кроме того, распределит по времени нагрузку на тепловую сеть.

Выводы:

Определение «эффективности систем отопления» только по архивам теплосчетчиков без учёта множества других факторов несуразно, поскольку сам этот термин взят с «потолка». С учетом того, что в городских теплосетях постоянные недотопы, «эффективность по Лупею» наступает там, где люди мерзнут.

Необходимость контроля температуры «обратки» как функции наружной температуры нужна только в том случае, если нельзя проконтролировать расход. Контролировать, а тем паче регулировать температуру «обратки» как функцию температуры подачи не имеет смысла ни в каких случаях. Понятно, что это очень выгодно крупным производителям, таким как АО «Ленэнерго», поскольку свои деньги они получают как за тепловую энергию, произведенную с меньшими затратами и потерями, так и за дополнительную более дорогую электроэнергию, используемую для нагрева. В этом аспекте возникают вполне закономерные сомнения в достоверности объяснений ТСО о том, что недотопы происходят из-за дефицита топлива. Для производства «лишней» электроэнергии тоже необходимо топливо, которого хватает, а КПД производства электроэнергии не ниже, чем тепловой.

Регулировать теплопотребление можно и вручную, системы теплопотребления достаточно инерционны, главное, чтобы рукам помогала голова, и конечно, не задвижкой или клапаном на тепловом вводе.

Нормативные документы по автоматизации ТП необходимы, так как их отсутствие может привести к злоупотреблениям при согласовании проектов АИТП в теплоснабжающих организациях и появлению схем автоматизации ухудшающих теплоснабжение.

Понятно, что теплоснабжающие организации не могут по ряду причин поддерживать температурный график 150-70, но отклонение от температурного графика теплоснабжающими организациями должно носить «цивилизованный характер» и декларироваться в начале отопительного сезона.

Необходимо поставить с головы на ноги вопрос: кто для кого: Теплоснабжающие организации - для того, чтобы снабжать теплом потребителей или потребители нужны только для того, чтобы регулярно платить ТСО и мерзнуть за свои деньги.

Литература:

1. ГУП «ТЭК СПб» «Требования ГУП «ТЭК СПб» к автоматизации тепловых пунктов» 20.05.03
2. А.Г.Лупей «О некоторых методах диагностики состояния систем отопления потребителей тепловой энергии». Сборник докладов 17 Международной научно-практической конференции по 22-24апреля 2003 «Коммерческий учёт теплоносителей».
3. А.Г.Лупей «Ручное регулирование теплопотребления: поставленные цели и достигнутые результаты». Сборник докладов 17 Международной научно-практической конференции по 22-24апреля 2003 «Коммерческий учёт теплоносителей».

Буровцев Владимир Алексеевич,
главный эксперт по АИТП.