

## **СОВМЕЩЕНИЕ ФУНКЦИИ УЧЕТА И РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕПЛОПОТРЕБЛЕНИЯ**

Санкт-Петербург, ЗАО «Теплоком»

Энергосбережение начинается с учета. Эта аксиома особенно актуальна в условиях рыночных отношений, поскольку неформальной мотивацией инвестиций в энергосбережение служит стремление к удельному снижению платежей за энергию. Следовательно, прежде всего, необходимо наличие объективной меры ее фактического потребления, роль которой и выполняют инструментальный учет.

В системах теплоснабжения России исторически сложилось так, что инструментальный учет потребления тепла стал широко внедряться только в последнее десятилетие. При этом оказалось, что приборный учет экономически целесообразен уже сам по себе, поскольку платежи бесприборных потребителей, как правило, существенно завышены по сравнению с фактическим потреблением тепла. Имеются многочисленные примеры, и это ни для кого не секрет, что после оборудования и пуска в эксплуатацию узла учета платежи потребителя за тепло и горячее водоснабжение снижались в 2-3 раза, а срок окупаемости затрат на внедрение составлял 1-2 месяца. Безусловно, имеются и исключения, но основной массе потребителей тепла объективный учет выгоден. И как следствие, возник спрос на приборы учета, который в свою очередь стимулировал вал предложений.

За последнее десятилетие появилось множество отечественных фирм-изготовителей приборов учета, да и иностранные фирмы широко представлены на рынке. В Госреестр средств измерений (СИ) внесено многие десятки различных типов и тепловычислителей, и расходомеров-счетчиков теплоносителей и теплосчетчиков. Для сравнения - в 1990 г. в Госреестре СИ не было ни одного теплосчетчика, а понятия «тепловычислитель» - вообще не существовало.

Как видим, уже имеется современный парк приборов учета тепла, к тому же изготовители обновляют свою продукцию через каждые 2-3 года. Большинство теплосчетчиков адаптированы к отечественным системам централизованного водяного теплоснабжения, отличительной особенностью которых является открытый водоразбор из них. Да и в формально закрытых системах имеются существенные непроектируемые утечки, так что требуется контролировать поток теплоносителя в подающем и в обратном трубопроводе. Для этого контроля широко применяются такие прогрессивные методы, как электромагнитный, вихревой, ультразвуковой и другие. Не забыт и метод переменного перепада давления, который наиболее целесообразно применять на узлах учета крупных потребителей. А тепловычислители, помимо учета тепла, предоставляют широкие дополнительные возможности.

Примером здесь может служить ряд тепловычислителей ВКТ и на их базе теплосчетчиков ТСК от петербургской компании «Теплоком». Они являются средствами измерений, сертифицированы и разрешены к применению Госэнергонадзором. Помимо учета тепла они наделены дополнительными функциями. Это, прежде всего, контроль и регистрация в электронном архиве (на часовых, суточных и месячных интервалах времени с глубокой ретроспективой) параметров теплоносителя и результатов диагностики функционирования узла учета. Показания текущих и архивных значений параметров обеспечиваются на встроенном табло. С целью документирования результатов измерений к ним может подключаться принтер для печати отчетов. Для создания систем мониторинга теплопотребления они позволяют передавать данные через модем, например, в сервисную и теплоснабжающую организацию.

Впрочем, подобное обеспечивают и многие аналоги других фирм.

На сегодня большинство платежеспособных абонентов уже имеют приборный учет тепла. Администрациями многих городов проведены тендеры по оснащению приборами учета подведомственных бюджетных организаций. Но что же дальше?

Безусловно, еще предстоит оснащение оставшихся потребителей инструментальным учетом. Будет проводиться: совершенствование технических характеристик и возможностей приборов учета и модернизация на их основе действующих узлов учета, совершенствование нормативной и метрологической базы, широкое применение информационных технологий по сбору и анализу результатов измерений и т.п.

Но главное уже сделано - заложен фундамент для продвижения энергосберегающих мероприятий.

Для систем теплопотребления первоочередными могут быть следующие энергосберегающие мероприятия. Улучшение теплоизоляции зданий, особенно оконных проемов. Борьба с протечками и

непроизводительными (по халатности) утечками. Наладка системы в целом, то есть оптимизация теплопотребления по нагрузкам, по зданиям, по фасадам зданий, по нагревательным приборам и т.п. Эти приемы хорошо известны и, после проведения каждого из них, можно получить весомый экономический эффект. Но эффект, повторимся, абонент ощутит полноценным рублем только при наличии инструментального учета теплопотребления. Впрочем, рачительные хозяева в той или иной степени уже провели или проводят указанные мероприятия.

С нашей точки зрения весьма существенный вклад в энергосбережение может дать внедрение программного (по времени) и погодного регулирования теплопотребления. При этом, не снижая, а часто и улучшая комфортные условия, даже при не глубоком регулировании и по самым скромным оценкам, можно снизить потребление тепла и, следовательно, платежи за него на 20-30%.

В самом деле, зачем нужна температура 18-20 °С в производственных (административных, учебных и т.д.) помещениях в нерабочее время? А доля этого времени велика! Это вечернее и ночное время в будни; выходные и праздничные дни. Здесь вполне допустимо поддерживать температуру 10 °С и ниже, но так чтобы не разморозить систему. А за 2-3 часа до начала рабочего времени протопить помещения, увеличив циркуляцию теплоносителя в системе. И энергетики многих предприятий уже обязывают дежурный персонал заниматься «в ручную» подобным регулированием.

Более того, поскольку в России имеются в большинстве системы теплоснабжения с открытым водоразбором, то в помещениях даже у абонентов с закрытой системой теплопотребления в нерабочее время температура еще и повышается. Это происходит из-за увеличения располагаемого напора на тепловом вводе и, следовательно, увеличения циркуляции теплоносителя в системе теплопотребления абонента, ввиду существенного уменьшения нагрузки на горячее водоснабжение. При этом в жилом фонде в ночное время все происходит с точностью до наоборот по отношению к здравому смыслу. Ночью, когда жильцы спят, закутавшись в теплые одеяла, температура в квартире выше, чем днем, когда они бодрствуют.

Теперь несколько слов об эффективности погодного регулирования теплопотребления. Всем известно, что в межсезонье, когда подача тепла уже начата (еще продолжается), но погода не устойчива (холода сменяются оттепелью и наоборот) очень часто наблюдаются перетопы. И приходится, в отсутствие системы регулирования теплопотребления, создавать приемлемые условия в помещении открытием форточки, то есть выбрасывать тепло (деньги) на ветер.

Перетопы, даже в условиях дороговизны и недостатка топлива, обусловлены многими факторами. Основным из них является то, что в наших системах теплоснабжения заложено так называемое «качественное» централизованное регулирование подачи тепла. То есть регулирование обеспечивается на источнике теплоты путем увеличения (уменьшения) температуры воды в подающем трубопроводе магистрали. Но при колебаниях температуры воды увеличивается (уменьшается) длина трубопровода и это «дыхание» пагубно сказывается на прочности его материала (проржавевшего металла), а отсюда и аварии. Поэтому теплоснабжающая организация старается без особой нужды не дергать температурный график, держа его на приемлемом максимуме.

Если источником теплоты является ТЭЦ, то утилизация пара, вращающего турбины с электрогенератором, обеспечивается путем нагрева воды, затем идущей в систему теплоснабжения. Здесь выработка электроэнергии является основной продукцией и мало зависит от погодных условий. В случае потепления надо либо продолжать гнать в систему теплоснабжения воду с завышенной температурой, либо обеспечивать иную, весьма дорогостоящую, утилизацию тепла водяного пара. Естественно, выбирается первый вариант.

Да и в условиях зимних холодов да многокилометровой магистрали теплоснабжающая организация вынуждена подавать, компенсируя потери тепла в теплотрассе, такую температуру воды, чтобы не заморозить абонентов, присоединенных в конце магистрали. При этом абоненты, находящиеся в начале магистрали, могут испытывать переизбыток тепла. И здесь не всегда можно обойтись прикрытием задвижки на вводе системы теплопотребления.

Думается аргументов в пользу необходимости и предпосылок экономической эффективности регулирования теплопотребления приведено уже достаточно. Остается добавить, что «ручное» регулирование весьма грубо, да и возможны накладки, вызванные так называемым «человеческим фактором». Конечно же, гораздо перспективней применение автоматического регулирования теплопотребления.

Это же подтверждает зарубежный опыт. В странах, где имеется централизованное отопление, и где давно научились экономить, существуют многоконтурные сугубо закрытые системы теплоснабжения. И в каждом контуре: ТЭЦ/город, город/квартал, квартал/здание, здание/отопительный прибор – обеспечивается автоматическое регулирование теплопотребления

расходом теплоносителя. И в каждом случае оснащение системами регулирования производилось после либо одновременно с оснащением приборами учета.

Конечно, и в нашем отечестве есть примеры внедрения систем регулирования теплопотребления, особенно в новом строительстве, но они еще не приобрели массового характера. И здесь проблем, возникающих при попытках оснащения регуляторами, очень много и на всех стадиях. Пожалуй, не меньше, чем при внедрении приборного учета. И при проектировании, и при комплектовании, и при монтаже, и при эксплуатации. В том числе, при согласовании проекта в теплоснабжающей организации. Для нее отпуск тепла - товар, а кто ж с радостью пойдет на сокращение его реализации? Надо, не надо бери и плати.

Но, в конце концов, все проблемы решаемы.

И так, из чего же выбирать абоненту, при желании оснаститься системой регулирования теплопотребления? Рынок предложений далеко не пуст. Здесь присутствуют и зарубежные и многие отечественные фирмы. Но характерной особенностью предложений, и в этом смысле типовым решением, является необходимость приобретения совершенно отдельной системы регулирования, не зависимой от приборов учета. То есть со своей датчиковой аппаратурой, со своим коммуникационным оборудованием, если необходимо дистанционное вмешательство в процесс регулирования, например, задание уставок на параметры. Эти датчики и оборудование монтируются параллельно соответствующим элементам системы учета.

В компании «Теплоком» задумались над идеей совмещения функций учета и регулирования теплопотребления в одном средстве. Была проделана большая работа по анализу возможных алгоритмических, аппаратных и программных решений подобного совмещения. Пришли к выводу, что экономически целесообразно оснастить тепловычислитель функциями регулятора. Для реализации этих наработок были разработаны, сертифицированы и, со середины 2000 года, серийно выпускаются тепловычислители ВКТ-5 и теплосчетчики ТСК5 на их базе.

По основному назначению ВКТ-5 - это мощный универсальный тепловычислитель, обеспечивающий учет по восьми трубопроводам, в каждом из которых может находиться пар или вода и устанавливаться практически любой датчик расхода, в том числе переменного перепада давления. Обслуживаемые трубопроводы могут принадлежать нескольким тепловым вводам, например, для отопления и вентиляции (ОВ) и для циркуляционного горячего водоснабжения (ГВС). По трубопроводам, не входящим в состав тепловых вводов, может вестись учет потребления, например, питьевой воды, а также сточных вод.

Но главное отличие ВКТ-5 от подобного типа изделий других отечественных и зарубежных фирм заключено в том, что впервые в этом тепловычислителе имеется возможность погодного и программного регулирования теплопотребления. Для этих целей в нем предусмотрены выходные сигналы на регулирующие органы, которые могут быть установлены в двух системах теплопотребления, и реализовано (на выбор) несколько алгоритмов регулирования.

При внедрении совмещенной системы учета и регулирования теплопотребления с применением ВКТ-5, достигается дополнительный экономический эффект по сравнению с типовым решением, поскольку существенно снижаются затраты на приобретение и установку оборудования. Во-первых, датчики теплосчетчика и модем, подключаемый к нему, применяются «по совместительству» и для целей регулирования. Во-вторых, не требуется закупка регулятора, как самостоятельного изделия, и дополнительной кабельной продукции для подключения датчиков, модема и регулятора. В-третьих, практически в двое снижаются затраты на проектирование, комплектование, проверку, монтаж и сдачу в эксплуатацию.

Таким образом, для реализации системы регулирования требуется комплект ТСК-5 дополнить только регулирующим органом и датчиками температуры наружного воздуха и контрольного помещения.

Как видим, на лицо преимущества совмещенной системы учета и регулирования, но практика критерий истины.

Для объективности эксперимента компания «Теплоком» обратилась в Комитет по энергетике и инженерному обеспечению Администрации Санкт-Петербурга с просьбой выделить типовые объекты, на которых можно провести эксплуатационные и сравнительные испытания.

Для этих целей были предоставлены школы № 101, 483, 486 и 488, находящиеся в одном районе города. При этом имелось в виду, что школы 486 и 488, где уже установлены теплосчетчики «Unimex», выступят в качестве контрольных объектов.

Следует подчеркнуть высокую чистоту эксперимента, поскольку школы 101 и 486 одного проекта с одинаковой системой теплопотребления и теплоизоляцией, находятся по соседству и снабжаются от одной тепломагистральной. Аналогичная ситуация со школами 483 и 488.

В школах 101 и 483 в январе-феврале 2001 г. были установлены автоматические системы оптимизации теплопотребления (АСОТ) с применением ВКТ-5. Коротко рассмотрим АСОТ при погодном регулировании (преимущества программного регулирования (по времени), а ВКТ-5 имеет такую функцию, очевидны и без проведения эксперимента) и результаты ее внедрения в школах 101 и 483.

На рисунке 1 приведена функциональная схема АСОТ в школе 101, где применен комплект теплосчетчика ТСК5 для одного водяного теплового ввода. Здесь в подающем трубопроводе системы отопления установлен регулируемый гидроэлеватор (РГ) завода "ЭТОН". Также установлены датчики температуры контрольного помещения (твп) и наружного воздуха (тнв). ВКТ-5 дополнительно измеряет температуры твп, тнв и реализует алгоритм, разработанный в "Теплоком".

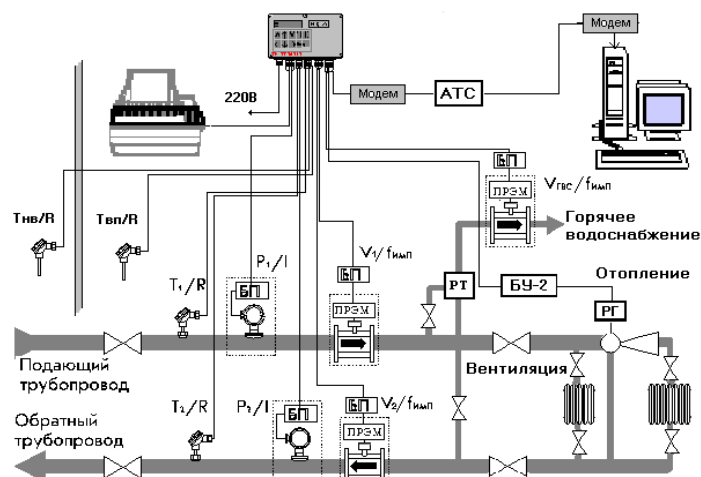


Рисунок 1. Совмещенная система учета и регулирования теплопотребления школы 101

В основе алгоритма лежит сравнение измеренного с расчетным теплом, необходимым для поддержания температуры твп в зависимости от тнв, в результате чего ВКТ-5 вырабатывается воздействие, поступающее на блок управления (БУ-2) производства компании "Теплоком". Сигнал с БУ-2 поступает на двигатель РГ, которой передвигает иглу, меняющую сечение сопла РГ, что изменяет его коэффициент смешения и соответственно температуру воды на его выходе. Этот алгоритм рекомендуется для одноэлеваторных объектах, имеющих небольшую вентиляционную нагрузку.

Функциональная схема системы учета и регулирования, примененная в школе 483 аналогична схеме, приведенной на рисунке 1. При этом вместо элеватора был применен регулируемый клапан (РК) с исполнительным механизмом ЕСПА и реализован алгоритм регулирования, разработанный в военно-инженерном техническом университете.

Этот алгоритм базируется на двухпозиционном регулировании расхода для поддержания заданной температуры помещения. При достижении температурой твп минимального заданного значения, ВКТ-5 вырабатывает сигнал на открытие РК. Сигнал поступает на блок БУ-2, управляющим непосредственно двигателем РК, который открывается до положения, ограниченного концевым выключателем. При повышении температуры твп выше заданной, ВКТ-5 вырабатывает сигнал на закрытие РК до положения концевых выключателя, определяющего минимальный расход.

Достоинством данного решения является простота и меньшая стоимость РК и широкий диапазон регулирования расхода теплоносителя. К недостаткам данного варианта можно отнести необходимость значительного циклического изменения расхода в системе отопления.

В каждом случае ВКТ-5 обеспечивал блокировки: понижения (повышения) температуры в обратном трубопроводе ниже (выше) заданной; понижения (повышения) расхода ниже (выше) заданного.

Эксплуатационные испытания АСОТ показали: система регулирования вполне работоспособна; режим теплопотребления близок к оптимальному (в помещениях школ, оснащенных АСОТ, сохранялись более комфортные условия  $18 \pm 2$  °С, чем в контрольных объектов, где наблюдался

перетоп); алгоритмы регулирования весьма устойчивы; регулирование не отразилось на работоспособности ВКТ-5.

Результаты теплотребления объектов с и без регулирования в марте приведены на рисунке 2.

Из рисунка видно: при равных условиях теплотребление оснащенной АСОТ школы существенно меньше, чем теплотребление контрольного объекта.

Экономический эффект от внедрения АСОТ только при погодном регулировании, только за 1 месяц и только в части нагрузки отопления, приведен в таблице.

Школа	Потребление, Гкал		Экономический эффект от внедрения								
			АСОТ			теплосчетчик а			регулирувани я		
	Договор	Факт	Гкал	%	руб	Гкал	%	руб	Гкал	%	руб
101	372,00	112,71	259,29	135	49024	179,86	94	34006	79,43	41	15018
486		192,14									
483	325,87	137,33	188,54	115	35647	161,02	98	30444	27,52	17	5203
488		164,85									

Эффект рассчитан, как разность потребления на отопление контрольного объекта и объекта с регулированием, при цене 1 Гкал равной 189,07 рубля. Эффект в % отнесен к фактическому потреблению контрольного объекта. Разница в эффекте вызвана тем, что хуже налажена система отопления школы 486, чем школы 488.

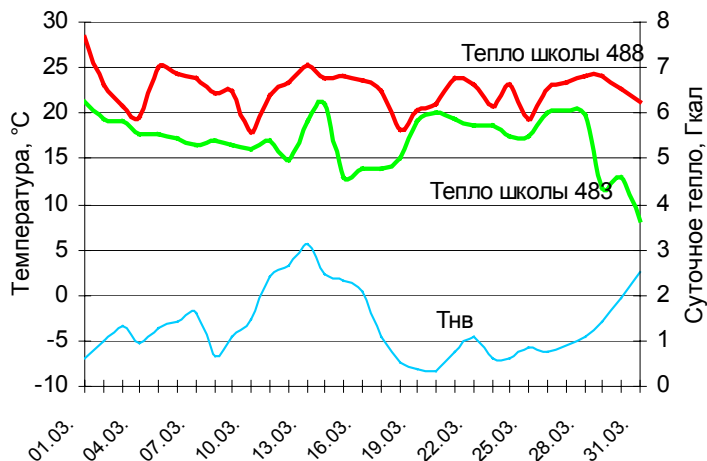


Рисунок 2. Теплотребление школ 483 и (контрольный объект) 488

С более полным экспериментальным материалом по внедрению АСОТ можно познакомиться в работе [1], а иллюстративным - [2].

**Выводы:** Внедрение приборного учета и автоматического регулирования теплотребления весьма выгодно. Окупаемость затрат на внедрение совмещенной системы учета и регулирования на объектах подобных школам, где еще нет приборов учета, а также на модернизацию существующего узла учета с целью регулирования не превышает 2-3 месяца

#### Литература:

- Недзвецкий В.К. Первый опыт применения тепловычислителя ВКТ-5 для регулирования теплотребления. Коммерческий учет энергоносителей (труды 13-ой конференции)/Сост. В.И.Лачков – СПб. Политехника, 2001.
- Лачков В.И., Недзвецкий В.К. Учет и регулирование теплотребления. [www.teplopunkt.ur.ru](http://www.teplopunkt.ur.ru)

Информация о продукции и ценах имеется на: [www.teplocom.spb.ru](http://www.teplocom.spb.ru)  
Справки можно получить по телефонам: (812) 325-14-35, 325-41-75. Факс (812) 232-00-38. E-mail:  
[real@teplocom.spb.ru](mailto:real@teplocom.spb.ru)