

УДК 697.4

А.Ф. Редько, *д-р техн. наук, професор,*
А.М. Тарадай, *д-р техн. наук, професор,*
М.А. Яременко.

Харківський державний технічний університет будівництва і архітектури

РЕЖИМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ЗДАНИЙ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОЙ СИСТЕМОЙ С ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННЫМИ КВАРТИРНЫМИ ИСТОЧНИКАМИ

Рациональное использование топливно-энергетических ресурсов – один из главных принципов экономической политики любого государства. В Украине этому вопросу уделяется особое внимание в связи с недостатком собственных энергоресурсов.

Прежде чем решать общую задачу по снижению энергопотребления системы теплоснабжения в целом следует четко уяснить, где же у нас самое «слабое звено» в цепочке источник тепла – тепловые сети – абонент. Многочисленные исследования, статистика и многолетний опыт эксплуатации систем теплоснабжения городов и поселков свидетельствует о том, что самым «слабым звеном» построенной во второй половине прошлого столетия системы является сам потребитель тепла – жилые дома или общественное, коммунальное и др. здания и сооружения.

На рис. 1 четко показано как распределяются общие потери тепла по цепочке источник – сети – абонент. Львиная доля потерь приходится на абонента. И в этом нет ничего удивительного так как все здания и сооружения построенные 30-50 лет назад, как правило, имеют тепловые характеристики (коэффициенты теплопередачи, площади остеклений, инфильтрацию и т.д. и т.п.) в несколько раз превышающие зарубежные параметры. Иными словами наши потребители: жилые дома, детские сады, школы, больницы заведомо проектировались и строились по энергонезэффективным нормам, из весьма энергонезэффективных материалов и при низком качестве выполнения строительно-монтажных работ.

Поэтому решая задачу значительного повышения энергоэффективности любой системы теплоснабжения мы в первую очередь должны утеплить абонента. В условиях централизованного теплоснабжения, даже когда на вводе в жилой дом имеется прибор учета тепла, мы не можем нормальными экономическими рычагами включить самого владельца квартиры в процесс энергосбережения.

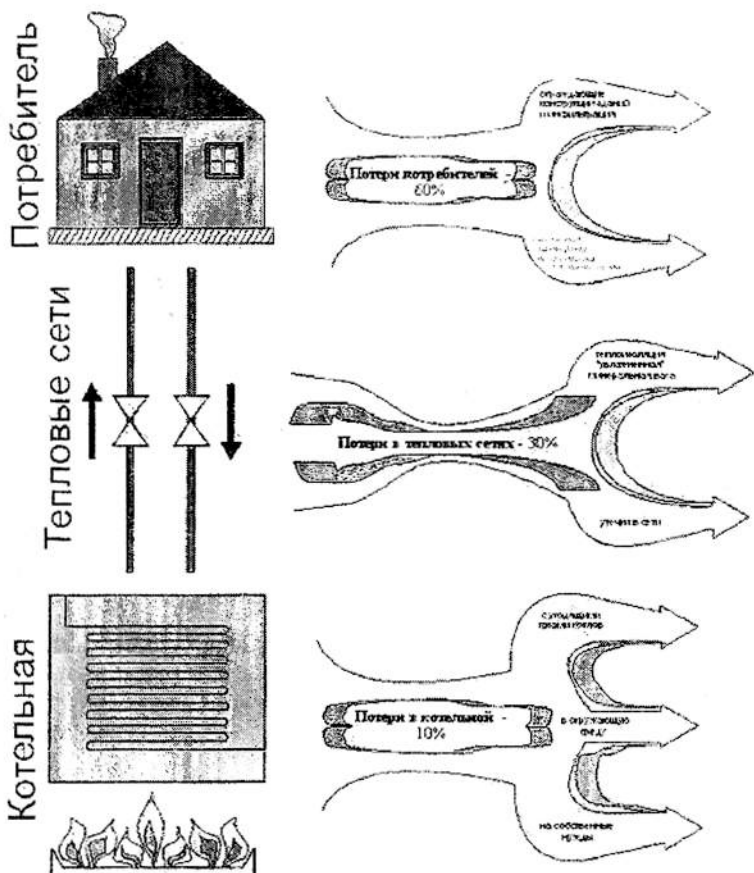


Рис. 1. Распределение потерь по цепочке «источник – сети – абонент»

В Украине самое широкое распространение получило централизованное теплоснабжение (ЦТ), которое позволяет добиться заметной экономии топливно-энергетических ресурсов при оптимальной конфигурации энергетического оборудования и трубопроводных систем, а также оптимального управления отпуском теплоты.

Наряду с очевидными достоинствами, ЦТ присущ ряд существенных недостатков. Основные из них:

- чрезвычайно высокие транспортные потери в связи с длиной и разветвленностью тепловых сетей;
- трудности оптимального управления, связанные с высокой инерционностью систем и существенным временем транспортного

запаздывания (ТЗТ), что приводит к значительным «перетокам» и «недотопам» в процессе регулирования;

- уязвимость системы, когда отдельные аварии приводят к отключению целых кварталов и даже жилых районов;
- практически невозможность управлять отпуском теплоты в квартире, поскольку это может привести к гидравлической разрегулировке системы в целом.

В отличие от централизованных систем теплоснабжения все вышеперечисленные недостатки у индивидуальных систем отсутствуют. В тоже время индивидуальным системам присущ целый ряд своих технических, экологических и экономических недостатков.

Наше предложение по объединению в единую систему теплоснабжения централизованных и индивидуальных источников тепла позволяет использовать в полной мере достоинства как централизованных так и индивидуальных систем.

Безусловно, что эффективная эксплуатация такой системы возможна только при ее оптимальном управлении.

Задача состоит в создании такой системы теплоснабжения, которая отвечала бы следующим требованиям:

- основной источник теплоты для отапливаемого объекта остается неизменным (ТЭЦ или централизованная отопительная котельная);
- стоимость теплоты, поступающей в отапливаемый район, должна быть минимальной;
- создаваемая система должна давать возможность компенсировать «перетопы» и «недотопы», возникающие в процессе работы;
- структура системы отопления должна давать возможность каждому потребителю создавать себе персональные комфортные условия в каждом отапливаемом помещении, не влияя при этом на теплоснабжение других потребителей.

Учитывая все изложенное выше предлагается система теплоснабжения жилого дома (рис. 2) представляет собой совокупность поквартирных систем отопления, питающихся теплом от общего ввода в дом или от домовой котельной. Для централизованного теплоснабжения квартир на лестничных клетках устанавливаются по два «главных стояка» подающий и обратный. От этих стояков питается каждая квартира через свой счетчик. Система отопления становится поквартирной с подачей и обратной, прокладываемыми над полом каждой квартиры. Имеющиеся в квартирах нагревательные приборы отрезаются от стояков и подключаются к вновь проложенным поквартирным трубопроводам. Как показывают поверочные расчеты, большая часть нагревательных приборов, в существующих жилых домах, при желании могут быть использованы в новых системах отопления.

Мы предусматриваем поэтапную реконструкцию системы отопления жилого дома, которая позволяет переключение каждой

квартиры по мере ее переоборудования, т.е. в какой-то период реконструкции (1-2 года) в доме одновременно будут работать общая однотрубная старая система и новые поквартирные.

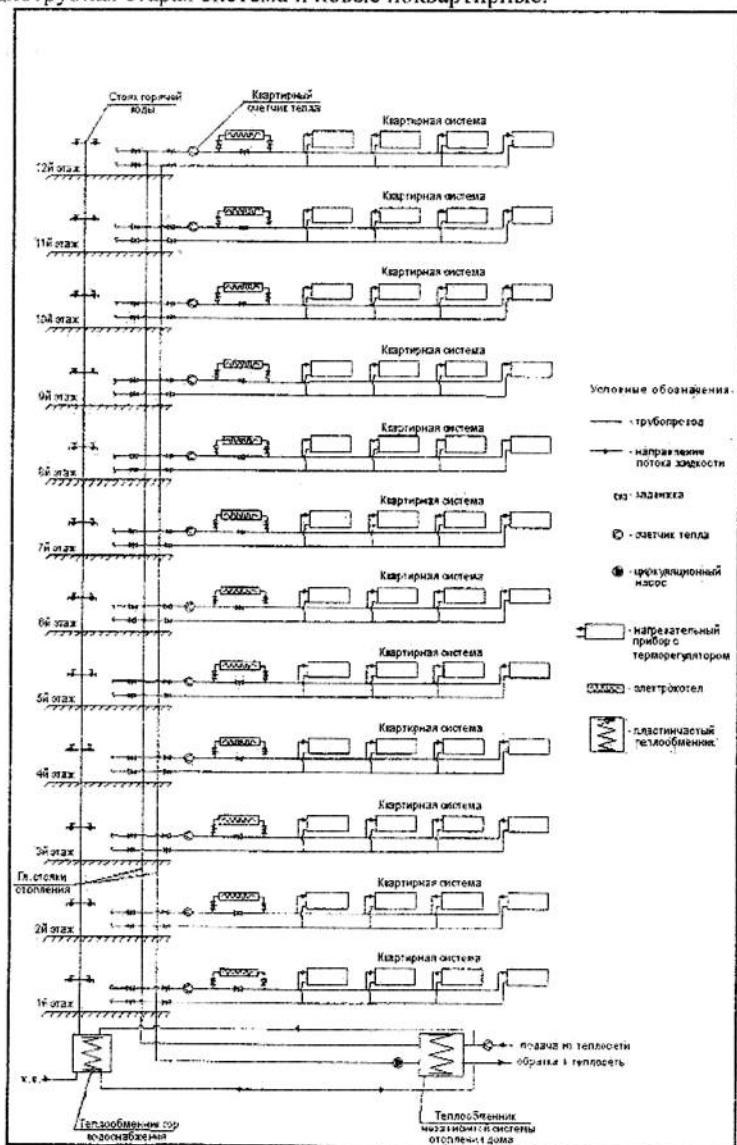


Рис. 2. Поквартирная система отопления 12-ти этажного жилого дома

Такая одновременная работа потребует дополнительной регулировки и наладки системы отопления дома.

Для всестороннего исследования совместной работы разных источников тепла на одну систему теплоснабжения нами был выбран один дом, имеющий действующую систему теплоснабжения, в которую дополнительно вмонтирован электродкотел. Система оборудована счетчиком тепла и трехставочным электросчетчиком.

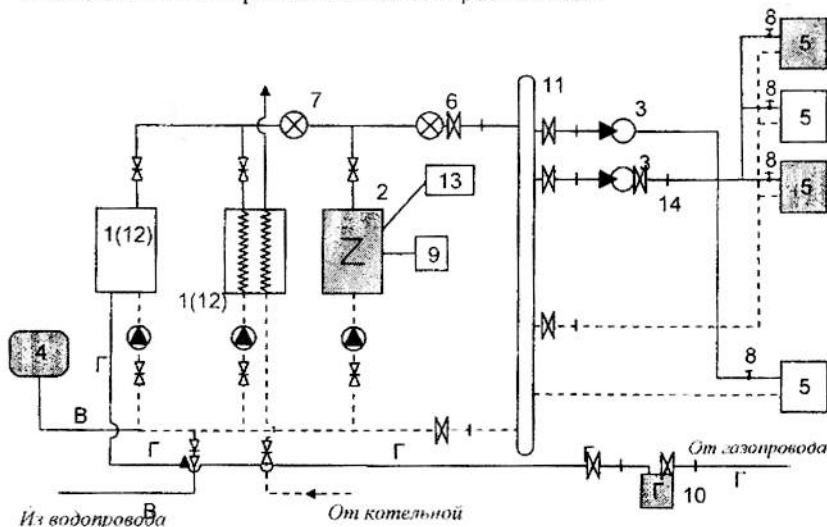


Рис. 3. Схема экспериментальной отопительной системы объекта теплоснабжения:

- | | |
|--|----------------------------------|
| 1 – газовый котел «Юнкерс»; | 8 – терморегуляторы «Данфосс»; |
| 2 – электродкотел «Протерм»; | 9 – электросчетчик; |
| 3 – циркуляционный насос СТ; | 10 – газовый счетчик; |
| 4 – бак компенсатор; | 11 – гидроуровнитель; |
| 5 – радиатор системы отопления; | 12 – теплообменник горячей воды; |
| 6 – теплосчетчик «Multical» № 6363753; | 13 – комнатный терморегулятор; |
| 7 – теплосчетчик «Multical» № 6363752; | 14 – задвижки |

Рассматриваемая система может работать в трех режимах:

РЕЖИМ I. В процессе эксплуатации нагрузка на централизованный источник теплоты не изменяется и соответствует температурному графику. Заданная температура автоматически поддерживается в помещениях квартиры с помощью электродкотла, работающего совместно с квартирным терморегулятором и радиаторными терморегуляторами, установленными на отдельных радиаторах квартиры.

РЕЖИМ 2. В процессе эксплуатации нагрузка на централизованный источник теплоты устанавливается путем регулирования расхода через теплообменник таким образом, чтобы при всех прочих условиях, принятых для режима 1, стоимость тепловой энергии у потребителя была минимальной.

РЕЖИМ 3. В процессе эксплуатации нагрузка на централизованный источник теплоты не изменяется и соответствует температурному графику, а нагрузка на квартирные электродоты выбирается таким образом, чтобы избежать «перетопов» и «недотопов» в отдельных районах, вызванных транспортным запаздыванием теплоносителя.

Рассмотрим более подробно работу системы в режиме 2, при котором нагрузка на централизованный источник теплоты (котельная или ТЭЦ), а следовательно, температура теплоносителя на выходе из него при заданной температуре наружного воздуха выбирается такой, чтобы стоимость тепловой энергии у потребителя была минимальной, а температура воздуха в квартире - заданной (комфортной). То есть выбираются оптимальные нагрузки на котельную и на автономные отопительные электродоты.

Для решения оптимизационной задачи в первую очередь, необходимо найти вид зависимостей величины стоимости отпускаемой тепловой энергии в функции от нагрузки на централизованную котельную и на автономные квартирные отопительные электродоты.

Одним из основных требований системного подхода является требование того, чтобы все вышеуказанные задачи решались в условиях работы оборудования на оптимальном режиме. В связи с этим возникла необходимость оценки величины стоимости тепловой энергии в отапливаемом районе, вырабатываемой в котельной при оптимальном распределении нагрузок между отдельными энергогенерирующими агрегатами.

Формальная постановка этой задачи выглядит следующим образом: для заданной нагрузки на котельную необходимо найти значения нагрузок на отдельные котлы, обеспечивающие минимальную стоимость отпускаемой тепловой энергии.

По мере удаления котельной от отапливаемого объекта увеличения цены газа и цены электроэнергии, стоимость теплоты, вырабатываемой на централизованном источнике растет и становится нерациональным в полной мере задействовать его для отопления. Поэтому растет выработка электроэнергии на автономных квартирных электродотлах.

Изменение нагрузки на котельную, вызванное изменением температуры наружного воздуха, вызывает переходный процесс в системе теплоснабжения. Если к этому добавить существенно различное время ТЗТ при доставке теплоносителя от котельной до отапливаемых районов, то становится ясным, что возникают «перетопы» и «недотопы» в различных объектах. Исследования показали, что в случае перехода от более низкой температуры наружного воздуха к более высокой появляется «перетоп» в отапливаемых районах. Этот «перетоп» может быть снижен за счет уменьшения нагрузки на котельную. Потери,

вызванные «перетопом», практически не компенсируются. В связи с этим величины нагрузки на котельную и отдельные районы выбираются таким образом, чтобы ни в одном из них не было «перетопа», а сумма «недотопов» в оставшихся районах была минимальной. Величины нагрузок, получаемых вследствие «недотопов», компенсируются за счет работы электродкотлов.

Предложенная система чрезвычайно мобильна, поскольку управление электродкотлами ведется непосредственно в квартире и обеспечивает заданное комфортное состояние в ней. Это позволяет компенсировать колебания в системе, вызванные работой на переменном режиме и автоматически регулировать работу электродкотлов.

В качестве основного прибора для оценки физического состояния системы теплоснабжения используется тепловычислитель MULTICAL 601 производства фирмы «Kamstrup». С помощью этого прибора замеряется температура теплоносителя на входе и выходе из системы; расход теплоносителя; тепловая нагрузка; также выводится информация о ходе сбоев в системе. Информация о всех этих параметрах анализируется и заносится в суточный и часовой архивы. Архивирование позволяет получить очень обширную информацию без значительных затрат рабочего времени и средств. В числе основных приборов, позволяющих осуществлять реальную экономию энергоресурсов, следует отметить комнатный терморегулятор и радиаторные терморегуляторы, которые позволяют поддерживать заданную температуру в помещениях.

Управление системой теплоснабжения осуществляется следующим образом. Выбирается период регулирования, в течение которого нагрузка на котельную, задаваемая оператором, остается неизменной. Величина этой нагрузки рассчитывается с помощью технологической режимной карты и устанавливается оператором на экране теплосчетчика. Далее в автоматическом режиме устанавливаются тепловая нагрузка на электродкотел, управляемый комнатным терморегулятором, и на комнатные радиаторы, управляемые радиаторными терморегуляторами фирмы «Danfoss», обеспечивающие заданную температуру в помещении. Небольшие отклонения в системе, вызванные изменениями температуры наружного воздуха и технологическими отклонениями, компенсируются благодаря работе терморегуляторов. После завершения периода регулирования процесс повторяется для следующего интервала времени.

Вывод

Эксплуатация рассматриваемой системы теплоснабжения продемонстрировала ее высокую эффективность. Так, работа системы в течении 45 суток при изменении температуры наружного воздуха от -16°C до $+3^{\circ}\text{C}$ отклонения комнатной температуры от заданной комфортной не превышало $0,3^{\circ}\text{C}$.