Н.И. Данилов, Я.М. Щелоков, В.Ю. Балдин

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОМ КОМПЛЕКСЕ

Федеральное агентство по образованию
ГОУ ВПО «Уральский государственный технический университет – УПИ»

Н.И. Данилов, Я.М. Щелоков, В.Ю. Балдин

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОМ КОМПЛЕКСЕ

Учебное пособие

Под общей редакцией профессора
доктора экономических наук Н.И. Данилова

Екатеринбург
2006

УДК 620.9

ББК 65.441 + 31.19

Д 18

Рецензенты:

кафедра автоматизированных систем электроснабжения Российского государственного профессионально-педагогического университета (зав. кафедрой – канд. техн. наук, доц. С.В. Федорова);

В.А. Корнеев – нач. отдела новых технологий в строительстве и стройиндустрии Министерства строительства и ЖКХ Свердловской области

Н.И. Данилов, Я.М. Щелоков, В.Ю. Балдин

Д 18 Энергосбережение в жилищно-коммунальном комплексе / Н.И. Данилов, Я.М. Щелоков, В.Ю. Балдин; под ред. Н.И. Данилова. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2006. 102 с.

ISBN 5-321-00794-2

Дана оценка состояния жилищно-коммунального комплекса России. Изложена методология энергоэффективного управления жилищным фондом. Рассмотрены рекомендации по практическим действиям для участников процесса энергосбережения на всех основных этапах функционирования коммунального комплекса. Использован зарубежный опыт, а также опыт конкретных регионов России, в том числе Свердловской области.

Издание предназначено для использования в образовательном процессе в высших профессиональных и специализированных учебных заведениях, а также может представлять интерес для специалистов органов местного самоуправления, предприятий энергоснабжения, собственников жилого фонда, квартиросъемщиков и др.

ISBN 5-321-00794-2

© ГОУ ВПО «Уральский государственный технический университет – УПИ», 2006
© Н.И.Данилов, Я.М.Щелоков, В.Ю.Балдин, 2006

Оглавление

Глава 1. Основные направления решения проблемы…… 4

О жилищно-коммунальном комплексе……. 4

Экономичные источники света…….. 9

Энергосбережение в зданиях и сооружениях …….. 10

Тепловая изоляция трубопроводов, зданий и сооружений……. 14

Изоляционные характеристики остекления и стеклопакеты…….. 16

Повышение эффективности систем отопления…… 19

Автономные энергоустановки…… 22

Эффективное использование электробытовых приборов……..... 23

Поквартирное отопление…… 24

Сравнение некоторых систем теплоснабжения…… 26

Глава 2. Организационные и технические решения по энергосбережению в ЖКХ…… 30

Краткое описание состояния жилых зданий и проблем их эксплуатации в России…….. 30

Общий обзор технических мероприятий по ресурсосбережению…….. 34

Энергетическая паспортизация…….. 44

Используемые решения по энергоэффективной модернизации и ремонту зданий……. 51

Глава 3. Автоматизация в системах отопления зданий……. 65

Радиаторный терморегулятор…… 68

Устройство и принцип действия термостатического элемента…….. 68

Конструирование систем отопления……. 76

Расчет систем отопления…… 84

Расчет двухтрубных систем с радиаторными терморегуляторами RTD... 87

Расчет однотрубных систем с радиаторными терморегуляторами RTD... 95

Местное регулирование…….. 98

Заключение…… 102

Глава 1. Основные направления решения проблемы

Роль жилищно-коммунального комплекса (хозяйства) России. «Энергетические вилы» в ЖКХ. Показатели эффективности функционирования ЖКХ. Роль населения в проблеме бытового энергосбережения. Общие рекомендации по энергосбережению. Поквартирное отопление. Рекомендуемая литература.

О жилищно-коммунальном комплексе

Жилищно-коммунальный комплекс России – это исключительно масштабная сфера экономической деятельности, от результативности которой напрямую зависят условия жизни и благополучие большинства населения.

В ЖКХ сосредоточена четверть основных фондов России, причем это больше, чем в промышленности. В то же время ЖКХ – единственный сектор экономики страны, продолжающий работать в условиях финансового кризиса, несмотря на длительный процесс целевых рыночных реформ.

Одна из причин сложившейся ситуации – реформирование ЖКХ в России постоянно натыкается на «энергетические вилы». Вызвано это тем, что в стоимости жилищно-коммунальных услуг (ЖКУ) энергетическая составляющая достигает 75 – 80 %. Так, согласно данным фонда «Институт экономики города» на конец 2002 г. стоимость ЖКУ в расчете на 1 м^2 жилой площади в среднем по России имела следующую структуру: электроэнергия – 9,4 %; водоснабжение и водоотведение – 13,6 %; тепловая энергия на отопление и горячее водоснабжение – 48,6 %; газоснабжение – 5,8 %; содержание жилищного фонда – 22,6 %. Отсюда 77,4 % стоимости – это энергоносители (включая воду) и все, что с ними связано. А если учесть, что в расходах на содержание жилищного фонда 10 % – это затраты на использование

электроэнергии, то оказывается, что более 80 % стоимости ЖКУ – это энергетика во всем своем разнообразии.

Аналогичная картина и по Свердловской области. В структуре расходов ЖКХ по основному виду деятельности (т.е. оказанию ЖКУ) в 2004 г. приходилось на водоснабжение и канализацию – 13,1 %, теплоснабжение – 36,5 %, газоснабжение – 5,4 %; электроснабжение – 22,4 %, т.е. те же 77,4 %.

При этом динамика цен и тарифов в жилищно-коммунальном хозяйстве существенно опережает аналогичные показатели в других секторах экономики.

Так, за период 2000 – 2004 гг. цены и тарифы на услуги ЖКХ в Свердловской области выросли в 6 раз и опережали рост цен и тарифов на потребительском рынке в целом в 2,9 раза, в промышленности – в 2,6 раза, в строительстве и в сельском хозяйстве – в 2,8 раза, на транспорте – в 1,71 раза. Аналогичная картина и в целом по Российской Федерации.

Рост цен и тарифов в жилищно-коммунальном хозяйстве Свердловской области за период 2000 – 2004 гг. был выше, чем в целом по Российской Федерации, соответственно 602,5 и 571,6 %. В результате, удельный вес ЖКУ в общем объеме платных услуг населению увеличился в среднем по РФ с 18,5% в 2002 до 21,8 % в 2003 г., а удельный вес расходов на оплату ЖКУ в потребительских расходах семей первых четырех групп населения с наименьшими среднедушевыми доходами только за 2003 г. вырос с 11,8 % – 9,1 % до 13,4 – 10,5 %.

Приведем краткую справку о жилищном фонде Свердловской области на начало 2005 г.

Площадь жилищного фонда составляет 91,2 млн. м^2.

Структура жилищного фонда следующая:

- частная форма собственности (включая приватизированные квартиры) – 65444,7 тыс. м^2,
- муниципальная – 21434,7 тыс. м^2;
- государственная – 4234,8 тыс. м^2.

Муниципальный ветхий и аварийный жилищный фонд составляет более 3 млн. м^2 (3,3 % от общего жилищного фонда), в том числе аварийный 549,7 тыс. м^2. Аварийных жилых строений насчитывается 2445, в них проживает 13142 семьи и 31192 человека.

Средняя обеспеченность населения Свердловской области жилой площадью в 2005 г. составила 20,6 м^2 на человека, жилищный фонд состоит из 1913736 квартир и оборудован:

- центральным отоплением – на 80,7 %,
- горячим водоснабжением – на 71,9 %,
- водопроводом – на 79,2 %,
- канализацией – на 77,4 %,
- газом – на 64,8 %.

Количество жилых зданий – 453581 ед.,

в том числе:

1) по степени износа:

183091 ед. – от 0 до 30 %, 246314 ед. – от 31 до 65 % и 24176 ед. – свыше 65 %;

2) по времени постройки:

43401 ед. – до 1920 г., 76445 ед. – 1921 – 1945 гг., 222225 ед. – 1946 – 1970 гг., 93081 ед. – 1971 – 1995 гг., 18399 ед. – после 1995 г.

Жилищный фонд из 453581 зданий по материалу стен выглядит следующим образом:

1) каменные и кирпичные материалы ……. 62852 ед. (13,9 %),

2) панельные …….. 13808 ед. (3,0 %),

3) блочные ……... 9945 ед. (2,2 %),

4) смешанные ……... 1034 ед. (0,2 %),

5) деревянные ……..... 356357 ед. (78,6 %),

6) прочие …….. 9585 ед. (2,1 %).

Основная массовая застройка в городах и районах области началась в 1960 – 70-е годы. Строились кирпичные дома серий 81 и 85, затем блочные

дома – серий 439 и 141 и с учетом энергосберегающих технологий – серии 141КУ.

Главная негативная составляющая сложившейся ситуации – это отсутствие системного подхода к снижению затрат на жилищно-коммунальные услуги при их формировании, что приводит к постоянному росту расходов населения на ЖКУ. При этом население не имеет возможности влиять на свои расходы ввиду отсутствия системы поквартирного регулирования и учета расхода энергоресурсов.

С учетом вышеуказанных проблем энергообеспечения, высокой значимости энергетической составляющей в структуре жилищно-коммунальных услуг, нарастающих темпов жилищного строительства особую актуальность приобретает создание системы мониторинга энергетических показателей в жилищно-коммунальном секторе региональной экономики. Основные параметры, подлежащие систематическому анализу, оценке и прогнозированию, предлагаются следующие:

– объемы производства и потребления топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) на основе топливно-экономического баланса (ТЭБ);

– величина и динамика энергоемкости валового отраслевого продукта (ВОП) ЖКХ;

– динамика энергоэффективности ЖКХ;

– уровень расчетов квартиросъемщиков по данным поквартирного инструментального учета потребления энергоносителей по видам энергетических ресурсов (по показаниям приборов учета);

– удельный вес расходов на оплату ЖКУ в потребительских расходах населения в зависимости от уровня среднедушевых располагаемых доходов (по соответствующим группам населения, представленных в статотчетности).

Переход ЖКХ на энергосберегающий путь развития невозможен без реализации соответствующей региональной комплексной программы технико-технологического перевооружения отрасли, ее муниципальных аналогов, без увеличения целевого государственного инвестирования в газификацию,

теплофикацию, повышения тепловой защиты зданий, организации повсеместного инструментального учета и автоматического регулирования потребления ТЭР. Наряду с переходом на 100-процентную оплату жилищно-коммунальных услуг населением бюджетное финансирование ЖКХ, по крайней мере до 2010 г., было бы целесообразно сохранить на сложившемся уровне.

Стержнем муниципальных программ должны стать мероприятия по переводу жилищного сектора на инструментальный учет и регулирование потребления ТЭР, разработке схем теплоснабжения населенных пунктов. Схема теплоснабжения должна стать неотъемлемой составной частью генплана городов и районных планировок, комплексной программы развития муниципального образования.

Целесообразно также создание системы формирования у населения энергосберегающей мотивации. Следует всячески стимулировать работу в муниципальных образованиях по организации поквартирного учета потребления энергетических ресурсов, в том числе и за счет бюджетных льгот и дотаций.

Имеется пять показателей, изменение которых при проведении определенных мероприятий позволяет экономить тепловую энергию и топливо:

– снижение потерь теплоты через наружные ограждающие конструкции зданий (обычно такие мероприятия осуществляются при реконструкции или капитальном ремонте жилого здания);

– количества поступающего в помещения наружного воздуха (через неплотности притворов в заполнениях световых проемов) до нормальной величины;

– расхода тепловой энергии в системе отопления здания;

– расхода тепловой энергии в системе горячего водоснабжения здания;

– расхода топлива в котельных.

Организацию работы по обеспечению взаиморасчетов потребителей и поставщиков на основе поквартирного учета потребления энергоресурсов

следует совместить с выявлением и реализацией энергосберегающих мероприятий на стадии производства, транспортировки, распределения и бытового использования энергии и топлива согласно [1 – 5].

Экономичные источники света

Электрическими источниками света [1] являются лампы накаливания и газоразрядные (люминесцентные, низкого и высокого давления). Важнейшие характеристики ламп: номинальное напряжение, мощность, световой поток (мощность видимого излучения, измеряемая в люменах – лм) и средний срок службы. Экономичность лампы оценивают световой отдачей – значением светового потока, приходящегося на единицу мощности лампы (лм/Вт). Для ламп накаливания световая отдача составляет 7 – 9 лм/Вт, для люминесцентных – 40 – 80 лм/Вт.

Лампа накаливания была изобретена А.Н. Лодыгиным в 1872 г. До сих пор нет дешевого устройства с подобным спектром излучения. По этой причине наблюдается широкое применение ламп накаливания. В то же время у них имеется существенный недостаток – очень низкий КПД (в пределах 0,05…0,07). Большой популярностью в настоящее время пользуется разновидность ламп накаливания – галогенные лампы, срок службы которых достигает примерно 2000 часов и которые характеризуются высоким значением светоотдачи. Это происходит за счет того, что в состав газового заполнения колбы галогенной лампы накаливания добавляется йод, который при определенных условиях обеспечивает обратный перенос испарившихся частиц вольфрама спирали со стенок колбы лампы на тело накала.

Газоразрядные лампы отличаются более высокой светоотдачей, так как в них электрическая энергия преобразуется в энергию оптического излучения за счет электрического разряда в газах или парах металлов. Газоразрядные лампы работают со специальными пускорегулирующими аппаратами (ПРА) и подразделяются на люминесцентные лампы низкого и высокого давления.

Люминесцентные лампы меньше расходуют электроэнергии, срок их службы в 5 раз больше по сравнению с лампами накаливания. Однако люминесцентные лампы (наиболее распространенные - лампы дневного света) пока не вытеснили лампы накаливания, поскольку имеют и существенные недостатки. Создаваемый холодным свечением дискомфорт усугубляется стробоскопическим эффектом (мерцание люминесцентных ламп). Кроме того, пусковое устройство оборудования светильников производит шумы различной частоты, которые вызывают повышенную утомляемость организма. Необходима установка дроссельной пускорегулирующей аппаратуры для обеспечения возможности питания ламп дневного света от источников электротока частотой 50 Гц.

Одно из решений, устраняющих недостатки как ламп накаливания, так и люминесцентных ламп, – применение электронных пускорегулирующих устройств (ЭПРУ). Оно обеспечивает работу лампы дневного света со свечением частотой 20 кГц и более, что позволяет создавать более энергоэкономичные и комфортные системы внутреннего освещения. Сокращение расхода электроэнергии происходит в результате значительного повышения напряжения питания люминесцентных ламп при помощи ЭПРУ. Так, ЭПРУ обеспечивает частоту 30 – 40 кГц, что обусловливает потребление лампой всего 9 Вт электрической мощности вместо 60 Вт, нужных для развития равной по величине светоотдачи ламп накаливания. Срок службы лампы возрастает до 8000 часов и более.

Энергосбережение в зданиях и сооружениях

В настоящее время расходы на отопление становятся очень высокими, а это приводит к увеличению теплового загрязнения окружающей среды, атмосферы, перерасходу драгоценного топлива [1]. Те, кто сэкономил на теплоизоляции дома, несут в дальнейшем неизмеримо большие расходы на отопление. Можно привести множество примеров, которые подтверждают этот

факт. Здания всех типов являются крупнейшими потребителями энергии (около 30 – 40 % общего потребления). По уровню потребления энергоресурсов с ними может сравниться только промышленный сектор.

По оценкам как отечественных, так и зарубежных экспертов, потенциал экономии электроэнергии в зданиях и сооружениях равен 30 – 40 %, а тепловой энергии – около 50 %.

Структура расхода тепловой энергии элементами здания, а также потенциал энергосбережения приведены на рис. 1.1:

– наружные стены – 30 % (потенциал 50 %);

– окна – 35 % (потенциал 50 %);

– вентиляция – 15 % (потенциал 50 %);

– горячая вода – 10 % (потенциал 30 %);

– крыша, пол – 8% (потенциал 50 %);

– трубопровод, арматура – 2 % (потенциал 5 %).

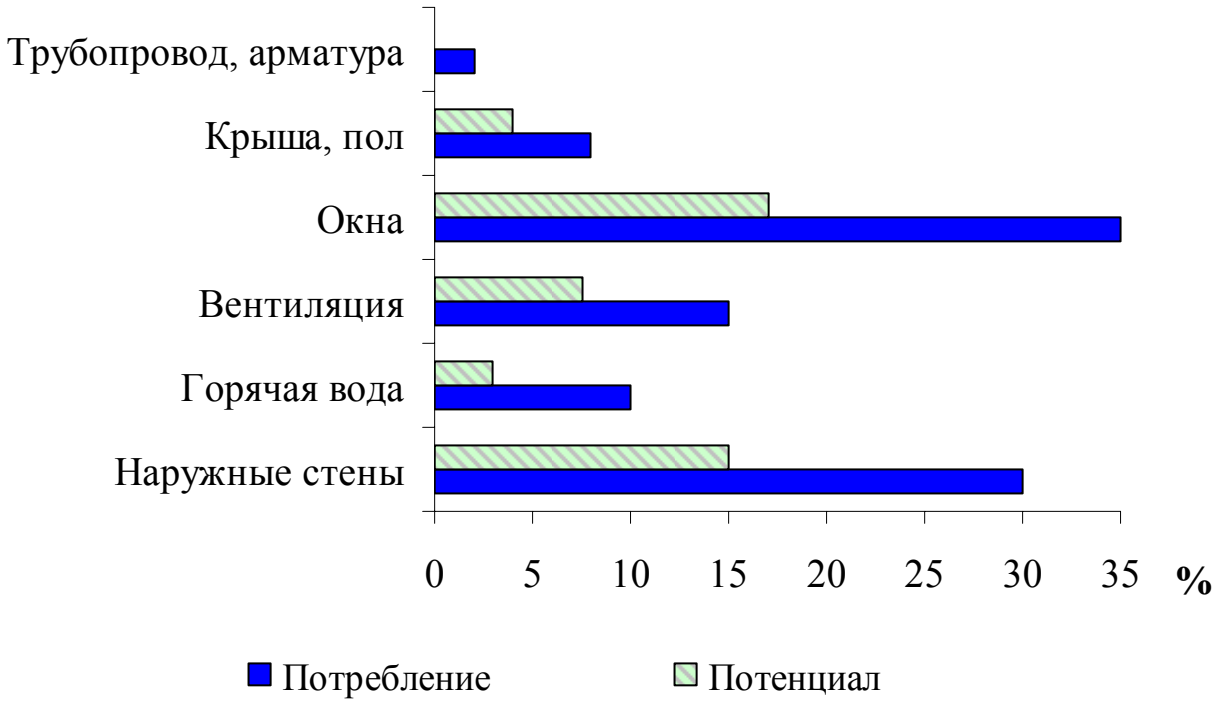

Рис. 1.1. Структура расхода тепловой энергии зданием
и потенциал энергосбережения

Как видно, основное потребление связано с отоплением здания для компенсации тепловых потерь через окна, стены, крышу, пол, за счет вентиляции.

Например, частные домовладельцы в Западной Европе используют почти 30 % всей получаемой энергии, что составляет почти столько же, сколько и промышленность, и больше, чем весь вместе взятый транспорт. Большая часть расходуемой энергии (70 %) идет на отопление помещений (рис. 1.2).

Необходимая для осуществления жизненных функций энергия, ее получение и использование связаны с нагрузкой на окружающую среду: добыча угля, нефти, газа, ядерного топлива, эмиссия продуктов сгорания, тепловое загрязнение окружающей среды. Основным пунктом дискуссии об окружающей среде является неизбежное появление углекислого газа после сгорания углеводородных носителей энергии.

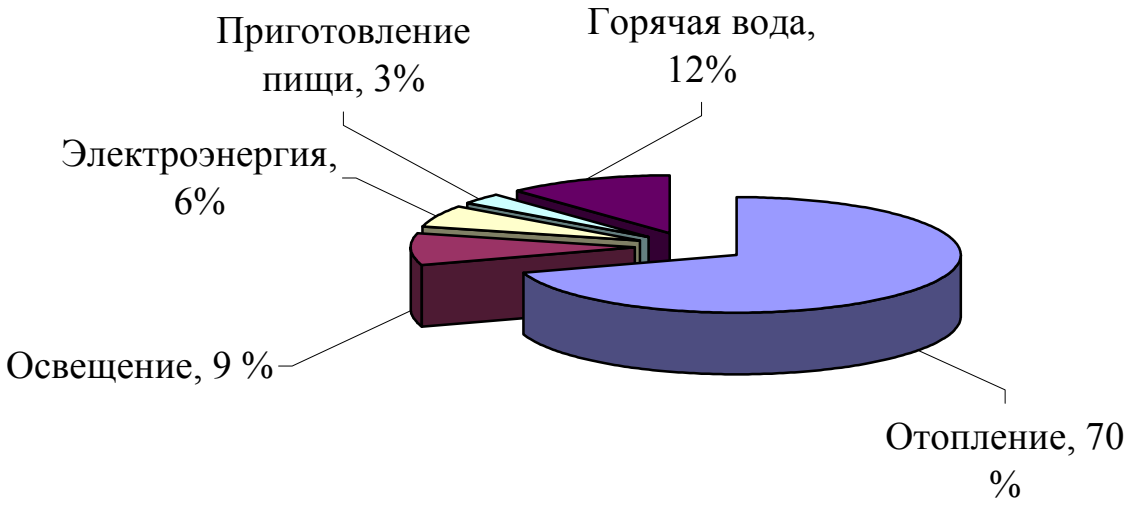

Рис. 1.2. Распределение энергетических потребностей зданий

Поднимаясь в атмосферу, он способствует возникновению так называемого парникового эффекта, который может привести к катастрофическим последствиям в будущем. Эта опасность должна быть

ликвидирована или существенно снижена. На здания, которые теперь разрабатываются или модернизируются, определяются новые пределы потребления энергии и теплового давления на окружающую среду, а также цены на энергию в будущем. Как правило, теплоизоляция построенных ранее домов не соответствует стандартам.

Жилое помещение, например, согласно немецким стандартам теплоизоляции соответствует следующим параметрам:

– средний коэффициент теплопроводности стен – 0,66 Вт/м·К;

– норма воздухообмена – 0,8 раз/ч;

– КПД приборов отопления – 80 %;

– годовая потребность тепла – 26200 кВт·ч;

– годовое потребление тепла на 1м^2 – 140 кВт·ч.

При применении современной строительной и теплозащитной технологии появляется возможность удержать годовое потребление энергии в пределах 30 – 70 кВт·ч/м^2 полезной площади. Это соответствует потреблению 4 – 8 л нефти или 4 – 8 м^3 газа на 1 м^2 жилой площади в год.

Между тем Швеция уже давно имеет более жесткие требования по энергосбережению, чем другие страны Западной Европы. Так, потребление тепла на 1 м^2 общего жилого пространства по нормам там составляет 60 – 70 кВт·ч.

Коэффициент теплопередачи k – единица, которая обозначает прохождение теплового потока мощностью 1 Вт сквозь элемент строительной конструкции площадью 1 м^2 при разнице внутренней и внешней температуры в 1 К. Так, для жилого дома k равно:

– потолок (12 см изоляции) – 0,35;

– пенобетон 30 – 36 см или легкий кирпич – 0,66;

– пол (5 см теплоизоляции) – 0,68;

– теплоизолированные окна – 0,3.

Годовой приток и потери энергии обычного дома для условий Германии составляют, кВт·ч:

– приток солнечной энергии – 6700;

– внутренние источники тепла – 2700;

– вентиляция – 7700;

– потери через окна – 9000;

– потери через пол, подвал – 3100;

– потери через стены – 6600;

– потери через крышу – 4000;

– потери через систему вентиляции – 5200.

Следует переходить на дома с низким энергопотреблением (ДНЭ) – меньше 70 кВт·ч/м^2 в год. Это соответствует годовому потреблению тепловой энергии от 700 м^3 газа при жилой площади 100 м^2. Кроме этого, ДНЭ отличается также малым потреблением энергии для обеспечения горячей водой.

Низкое энергопотребление зданием обеспечивают:

– хорошие теплоизолирующие свойства строительных элементов (стен, окон, крыши, пола, подвала);

– добросовестное выполнение изоляции: недопущение теплопотерь; плотная оболочка строения (защита от ветра и т.п.);

– пассивное использование солнечной энергии и ее аккумулирование (суточное или сезонное);

– управляемый воздухообмен (по возможности возвращение тепла);

– хорошо регулируемые отопительные устройства;

– энергоэкономное обеспечение горячей водой, возможно посредством солнечной энергии в летнее время;

– устранение бесполезных расходов электроэнергии.

Тепловая изоляция трубопроводов, зданий и сооружений

Изоляционные свойства материала характеризуются значением теплопроводности λ, измеряемой в Вт/м·К [2].

Хороший изолятор – это материал, у которого низкое значение теплопроводности. Среди свойств, благодаря которым пенополиуретаны (ППУ) широко используются в изоляции труб для централизованного теплоснабжения, прежде всего следует назвать высокую механическую прочность, хорошую термостойкость, возможность наполнения узких пространств, низкое водопоглощение.

Поскольку полиуретановая пена является превосходным изоляционным материалом, ее применение позволяет эффективно снизить потери тепла во время транспортировки горячей воды или пара в предизолированных трубах централизованного теплоснабжения.

Пенополиуретан содержит от 92 до 98 % закрытых пор, которые заполнены изоляционными газами. Только от 8 до 2 % пенополиуретанов включают твердый полимер. Содержание твердого полимера определяется плотностью ППУ: чем выше плотность ППУ, тем выше процент твердого полимера. Закрытые поры заполнены газом, который образуется во время производства полиуретановой пены.

Существует возможность воздействия на структуру пор путем использования различных вспенивающих агентов. Это влияет на термостойкость пены, так как структура газа определяет конечную термическую проводимость ППУ до 60 %. Можно снизить термическую проводимость ППУ и путем заполнения пор лучшим изоляционным газом.

Качество теплоизоляции является важнейшим параметром энергопотребления здания. Коэффициент теплопередачи должен находиться в пределах от 0,3 до 0,2 Вт/м^3·К, что соответствует увеличению средней толщины утепляемого слоя от 15 до 20 см. Этих значений можно добиться во всевозможных конструкциях зданий и сооружений, используя следующие подходы:

1) кладку с утепляющим слоем 15 – 20 см и воздушной прослойкой под наружной оболочкой;

2) двойную стену с толщиной утепляющего слоя 15 см из пористого наполнителя;

3) однослойную кладку из низкотеплопроводного материала, оштукатуренную с двух сторон (например, прессованный соломенный или газобетонный блок минимальной толщиной 49 см).

Среди теплоизоляторов-наполнителей существуют определенные отличия, например, широко используемый пенопласт не вполне безопасен. Предпочтение следует отдавать природным, экологически чистым материалам (аглопорит, керамзит, перлит и др.), которые получают из отходов производства при разработке карьеров, например, суглинки.

Перечень мероприятий по утеплению ограждающих конструкций [1] представлен в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Мероприятия по утеплению ограждающих конструкций

Мероприятия	Затраты, у.е./м^2	Сбережение, %
Устранение перетечек холодного воздуха за счет простого утепления окон и дверей	Минимальны, <1	10
Тройное остекление (сокращает приток УФ-радиации) или натяжка полиэтиленовой пленки на рамы	3	5 –10
Специальные шторы на окна	15	15 –20
Утепление чердака: дополнительная изоляция толщиной 100 — 150 мм	20 - 30	4 – 7
Утепление участка стены за радиатором	Минимальны	2 – 3

Изоляционные характеристики остекления и стеклопакеты

В идеале заполнения оконных проемов должны обладать такими же характеристиками по защите от шума, потерям тепла и прочности, как и стеновые ограждающие конструкции, обеспечивая при этом необходимую освещенность, комфортное проветривание, простоту и удобство в эксплуатации [1].

Сопротивление теплопередаче применяемых окон должно быть на уровне показателя R_0 > 0,6 м^2·К/Вт (R_0 – величина, обратная коэффициенту теплопередачи). Это достигается обычными средствами: установкой рамы с двухслойным теплозащитным стеклом. Теплозащитные окна имеют специальный слой, не видимый глазом, но значительно уменьшающий потери тепла. Этот эффект увеличивается при наличии небольшого зазора между первым и вторым слоями; в таком случае расход тепла уменьшается почти в два раза. Окна в теплозащитном исполнении стоят на 15 – 20 % дороже обычных, но затраты компенсируются экономией на отоплении. Оконная рама должна иметь утепляющий слой как с наружной, так и с внутренней стороны. Если этого нет, следует предусмотреть термическое разделение. Сейчас для заполнения оконных проемов широко применяются стеклопакеты. Стеклопакет представляет собой изделие, состоящее из двух или более слоев стекла, соединенных между собой по контуру таким образом, что между ними образуются герметически замкнутые полости, заполненные обезвоженным воздухом или другим газом.

Сопротивление теплопередаче одного обычного стекла составляет примерно 0,17 м^2·К/Вт, а стеклопакета из двух обычных стекол – 0,36 – 0,39 м^2·К/Вт. Сопротивление теплопередаче трехстекольного окна с учетом материала, из которого оно изготовлено, может превышать 0,6 м^2·К/Вт. Наибольший эффект достигается при использовании в стеклопакете одного из стекол с селективным покрытием, способным отражать тепловые волны внутрь помещения и одновременно пропускать снаружи солнечное тепловое излучение. Только за счет применения в стеклопакете такого стекла, а также введения в межстекольное пространство более плотного, чем воздух, газа, например аргона, криптона или ксенона, можно добиться величины термического сопротивления, приближающейся к единице. Исследования показывают, что конструктивные решения окон, и прежде всего их стеклянной части, смогут способствовать достижению термического сопротивления теплопередаче, равного 1,8 – 2,0 м^2·К/Вт.

Традиционная технология изготовления стеклопакетов сводится к соединению на определенном расстоянии друг от друга двух или трех стекол. В качестве материала, обеспечивающего требуемое межстекольное расстояние, применяется алюминиевый перфорированный профиль коробчатого сечения (средник), внутрь которого засыпается зернистый осушитель воздуха – силикагель. Профиль крепится к стеклам с помощью бутиловой массы (внутренний шов), а по торцам образованного стеклопакета укладывается прочная полисульфидная масса (наружный шов). Методы производства стеклопакетов постоянно совершенствуются. Например, известен метод, когда промежуточное пространство (средник) заполняется при помощи бутиловой резиновой ленты, упрочненной металлом. Необходимо отметить, что материал, из которого сделан средник, оказывает влияние на теплоизолирующие свойства краев стеклопакета (рис. 1.3).

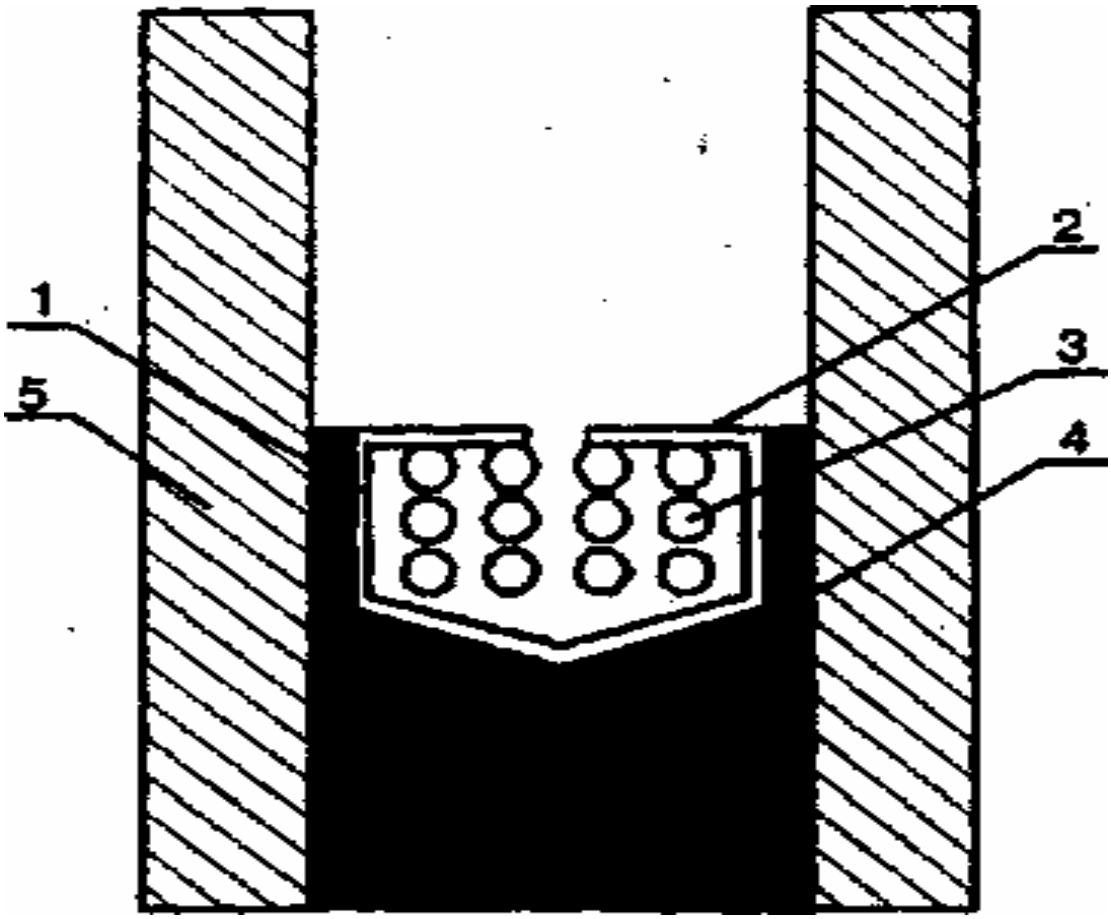

Рис. 1.3. Принципиальная схема конструкции традиционного изолирующего стеклопакета: 1 – внутренний шов; 2 – средник; 3 – осушитель; 4 – наружный шов; 5 – стекло

Повышение эффективности систем отопления

Основной особенностью существующих систем отопления является то, что они рассчитаны на постоянный расход теплоносителя. В такой ситуации регулирование поступления теплоносителя в нагревательные приборы потребителей может привести к нарушению гидравлического режима системы отопления. Для предотвращения перегрева помещений в переходные периоды отопительного сезона (весной и осенью), а также разрегулирования системы отопления, особенно в условиях реализации мероприятий по утеплению зданий, необходимо провести изменения схемы теплового узла, прежде чем устанавливать индивидуальные средства регулирования (автоматические или ручные) в зданиях (у жильцов) [1].

Приведем вариант такой системы отопления, удовлетворяющей вышеприведенным требованиям (рис. 1.4).

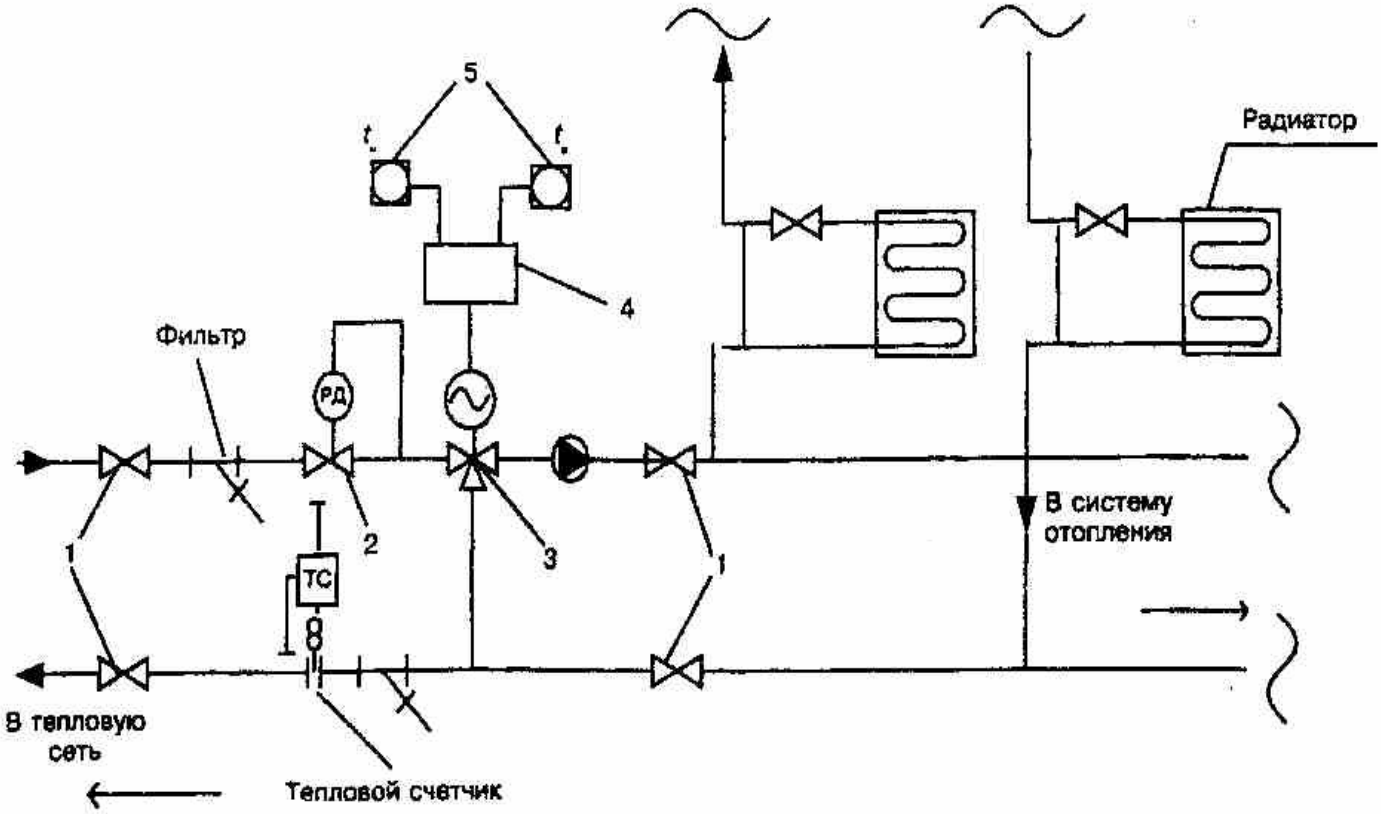

Рис. 1.4. Схема усовершенствованной системы отопления: 1 – запорные задвижки; 2 – регулятор давления; 3 – трехходовой клапан; 4 – блок управления; 5 – датчики температуры

На тепловом узле должны быть установлены: запорная арматура (краны, задвижки); фильтры механической очистки; автоматические регуляторы температуры воды, подаваемой на каждый фасад здания, работающие в зависимости от температуры наружного и внутреннего воздуха (для этого система должна быть разделена на две половины, южную и северную); циркуляционный насос; регулятор расхода (давления). Трубы, задвижки и другие элементы должны быть изолированы.

В здании на радиаторах устанавливаются: индивидуальные средства регулирования (ручные либо термостатические вентили); счетчики-распределители тепла, предназначенные для оценки индивидуального энергопотребления.

Мероприятия по совершенствованию систем отопления [1] представлены в табл. 1.2. Из таблицы видно, что наиболее эффективными являются автоматизация теплового узла и установка ручных регуляторов на каждом отопительном приборе, что обеспечивает наименьший срок окупаемости затрат.

Для обеспечения надежной работы все системы должны проектироваться индивидуально, с предварительным энергетическим обследованием.

Таблица 1.2

Мероприятия по совершенствованию систем отопления

Мероприятия	Сбережение, %	Окупаемость*, лет
Автоматизация теплового узла	15 – 20	1,5
Установка надежных ручных регулировочных кранов на каждом нагревательном приборе	5 – 7	1,5
Установка автоматических термостатических кранов	10	9,3

* Сроки окупаемости даны исходя из цен 1998 г., т.е. в настоящее время этот параметр заметно сократился.

В последнее время получили распространение электронные системы регулирования. Типичная схема одной из них приведена на рис. 1.5.

Основными элементами таких систем являются блок регулирования, подмешивающий циркуляционный насос и регулирующий клапан. Они позволяют обеспечить суточное регулирование подачи теплоносителя в двух режимах. Их недостаток – отсутствие гибкости при программировании недельных и годовых циклов и отсутствие защиты от несанкционированного вмешательства в работу. Учитывая исключительную актуальность этой проблемы по мере роста числа домов с низким энергопотреблением, мы в гл. 3 подробно рассмотрели системы автоматизации.

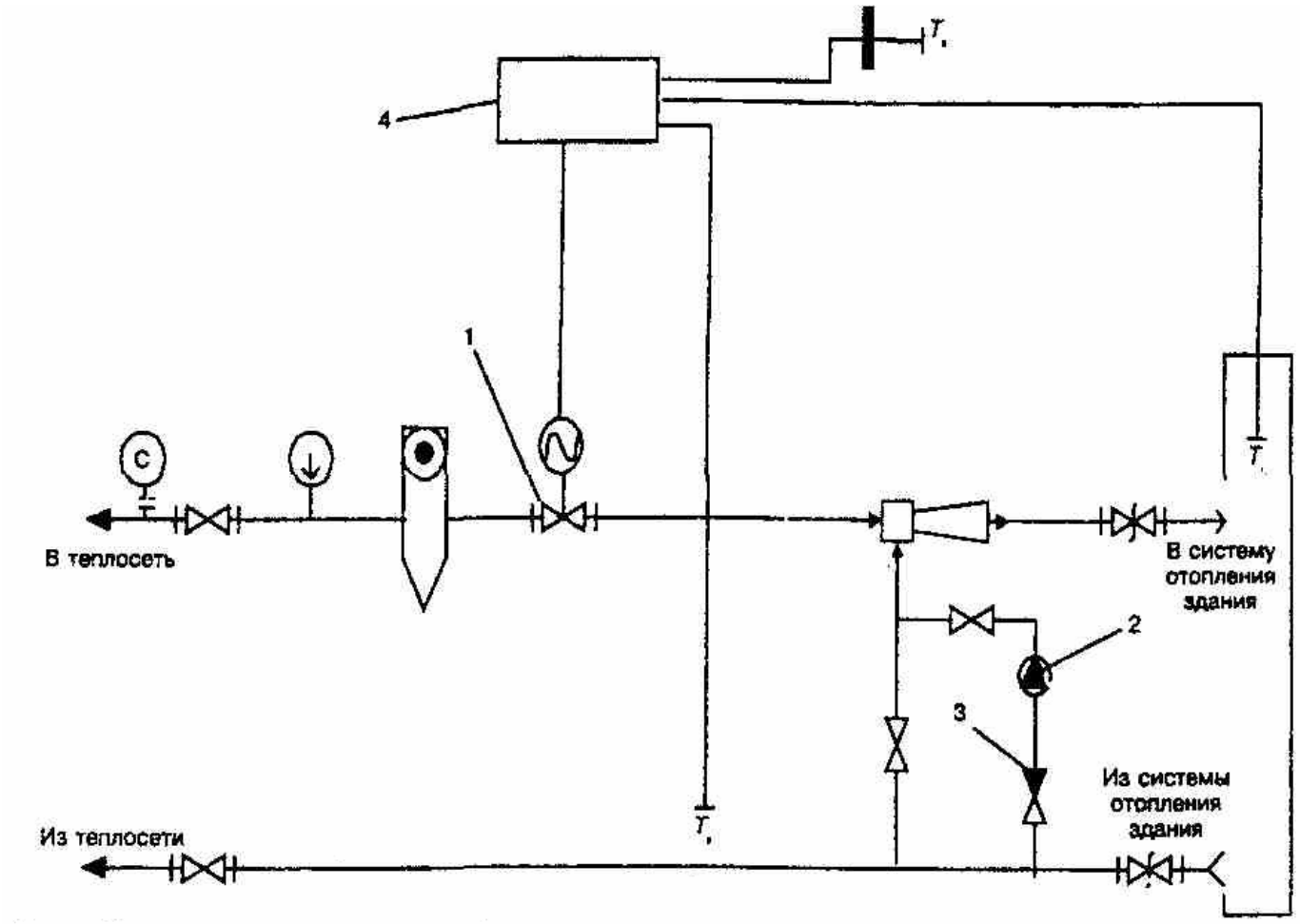

Рис. 1.5. Типичная схема электронной системы регулирования теплоснабжения: 1 – задвижка; 2 – центральная насосная; 3 – обратный клапан; 4 – блок управления

Автономные энергоустановки

В последнее время широко применяются газовые отопительные приборы для квартир, особняков, офисов, магазинов, мастерских, коммунальных сооружений [1 – 3]. Приборы монтируются на стену и подключаются к дымоходу, благодаря чему производится нагрев воды и отопление зданий. Преимущества таких приборов – энергоэкономичность, рентабельность, равномерное отопление, чистота и удобство в эксплуатации, простота в обращении.

Постоянная температура отопительной воды обеспечивается термостатом. Эффективная циркуляция и давление воды с помощью насоса дают возможность применять трубы небольшого диаметра. Тепловая энергия сожженного на горелке газа передается воде, циркулирующей от насоса через теплообменник и через радиаторы, подключенные к нему, а затем передается воздуху в помещение.

Кроме того, производятся эффективные системы отопления, основанные на отоплении мягким инфракрасным излучением, которые, в отличие от конвективного способа обогрева, позволяют снизить на 90 % потребление энергоресурсов. Работа систем основана на принципе преобразования теплоты сгорания газа в тепловые лучи без промежуточных теплоносителей (вода, пар). Источниками инфракрасного излучения служат специальные теплоизлучающие трубы, внутри которых циркулируют высокотемпературные газы низкого давления.

В последние годы различными фирмами предлагается большое количество энергоэкономичных газогенераторных установок, котлоагрегатов, которые предназначены для теплоснабжения зданий и сооружений, получения горячей воды и пара в различных технологических процессах и для бытовых нужд. Основным топливом для них служат отходы деревообработки, мелочь торфяных брикетов, щепа, кора и другие твердые горючие материалы. Преимуществом вышеуказанных агрегатов является их высокий КПД, низкая

стоимость, простота конструкций и обслуживания, а также возможность использования дешевых местных видов топлива и отходов промышленности.

Эффективное использование электробытовых приборов

Выбор и использование наиболее экономичных электроприборов позволяет существенно сократить потребление электроэнергии [1].

Электроплиты. Они являются самым энергоемким потребителем электроэнергии. Годовое потребление электроэнергии одной электроплитой составляет 1200 – 1400 кВт·ч. Однако применение вместо газовых плит и плит на твердом топливе существенно улучшает санитарно-гигиенические условия на кухне и в доме (отсутствие угарного газа). Для экономии энергии необходима своевременная смена неисправных конфорок, для улучшения теплопередачи – плотный контакт используемых для нагрева поверхностей, применение специальной посуды и другие мероприятия.

Холодильники. Следует отметить, что компрессорный холодильник в зависимости от объема потребляет 250 – 450 кВт·ч, абсорбционный 500 – 1400 кВт·ч в год. Экономичность их использования зависит от режима работы и соблюдения правил эксплуатации. Бытовые холодильники рассчитаны на работу в сухом, отапливаемом помещении при температуре окружающего воздуха 16 – 32°С.

Стиральные машины. Наиболее энергоэкономичными являются автоматические машины, включение и выключение которых производится по специальной программе.

Утюги с регулированием температуры. Установлено, что оптимальная температура глажения для изделий из искусственного шелка 85 – 115 °С, шерсти 140 – 165, натурального шелка 115 – 140, хлопчатобумажной ткани 165 – 190, льняной 190 – 230. Использование этих данных позволяет повысить производительность труда на 40 – 60 %, а расход электроэнергии снизить на 20 – 25 %.

Пылесосы. Для эффективной работы пылесоса большое значение имеет хорошая очистка пылесборника, что улучшает тягу воздуха.

Более подробно с энергоэффективным использованием электробытовых приборов можно ознакомиться в [2 – 5].

Поквартирное отопление

Поквартирное отопление – децентрализованное (автономное) индивидуальное обеспечение отдельной квартиры в многоквартирном доме теплом и горячей водой. Основными элементами поквартирного отопления являются: отопительный котел, отопительные приборы, системы подачи воздуха и дымоудаления. Наиболее дешевым вариантом поквартирного отопления является теплоснабжение с использованием в качестве источника энергии природного газа. Поквартирное отопление широко развито в Европе. Например, в Италии индивидуальным отоплением обеспечено около 20 миллионов жилищ, в том числе около 14 миллионов квартир.

Поквартирное отопление может стать одним из эффективнейших направлений жилищно-коммунальной реформы в России. Госстрой России с 1999 г. проводит эксперимент по строительству и эксплуатации многоэтажных домов с поквартирным отоплением. Дома с подобной системой теплоснабжения уже построены в Смоленске, Серпухове, Брянске, С.-Петербурге. На основании результатов этого опыта разрабатываются соответствующие СНиПы. Первые в России 10-этажные жилые лома с поквартирным отоплением, введенные в строй летом 1999 г. в Смоленске, оснащены котлами марки *Beretta*.

Для пользователей поквартирное отопление многократно снижает затраты: по опыту эксплуатации с 1997 по 1999 г. в Смоленске свыше 800 квартир с поквартирным отоплением в домах различной этажности, стоимость коммунальных услуг на теплоснабжение и горячее водоснабжение на семью из 4 человек по сравнению с централизованной системой уменьшилась почти в 6

раз, а с учетом дотаций – в 15 раз; потребитель получает возможность достичь максимального теплового комфорта и сам определяет уровень собственного обеспечения теплом и горячей водой: снимается проблема перебоев в подаче тепла и горячей воды по техническим, организационным и сезонным причинам.

Для строителей – поквартирное отопление значительно удешевляет жилищное строительство: отпадает необходимость в дорогостоящих теплосетях, тепловых пунктах, приборах учета тепловой энергии; становится возможным вести жилищное строительство в городских районах, не обеспеченных развитой инфраструктурой тепловых сетей, при условии, естественно, надежного газоснабжения; снимается проблема окупаемости системы отопления, т.к. погашение стоимости происходит в момент покупки жилья; повышается потребительская привлекательность таких квартир.

Для газоснабжающих организаций – поквартирное отопление позволяет получить экономию газа на 30 – 40 %, приобрести в лице конечных потребителей наиболее исправного плательщика за газ и сервисные услуги.

Для органов исполнительной власти – при поквартирном отоплении исключаются потери тепла в сетях теплоцентралей: экономятся денежные ресурсы из-за отсутствия теплоцентралей, тепловых пунктов, снимается проблема учета и оплаты тепловой энергии; обеспечение теплом и горячей водой перекладывается с государства на конечного потребителя – владельца жилья; в итоге эти факторы приводят к экономии потребления энергоресурсов, снижают затраты бюджетов разных уровней на топливно-энергетическое обеспечение.

Эксперимент Госстроя России по строительству многоэтажных домов с поквартирным отоплением показал реальную возможность данного вида теплообеспечения для различного строительства: как для элитного (кирпичного, монолитного), так и для массового (блочно-панельного).

Следует отметить, что поквартирное отопление заметно повышает требования к изготовлению и содержанию оборудования, к качеству воды. И что особенно важно, каждый квартиросъемщик и житель становится

участником процесса по обслуживанию современного газопотребляющего оборудования.

Сравнение некоторых систем теплоснабжения

Сравнительная стоимость капитальных затрат на теплоснабжение 36-квартирного дома (г. Тула) при разводке на стальной трубе (удельная стоимость квадратного метра площади в рублях, данные 2000 г.) приведена ниже:

Централизованная сеть	614
Автономная котельная	433
Поквартирное отопление	292

Потребление газа для теплоснабжения однотипных многоквартирных домов в г. Милан, Италия (на 1 квартиру в кубических метрах)

Годы наблюдений	Пристроенная котельная	Поквартирное отопление	Снижение затрат газа
1-й год	1549	908	41%
2-й год	1273	789	38%
3-й год	1284	814	37%
4-й год	1079	722	33%

Примеры конструктивных решений систем подачи воздуха и дымоудаления

Котлы могут поставляться с комплектами элементов подачи воздуха и дымоудаления (так называемыми коллекторами), а также с принадлежностями для гидравлических соединений и автоматикой регулирования (рис. 1.6).

а б

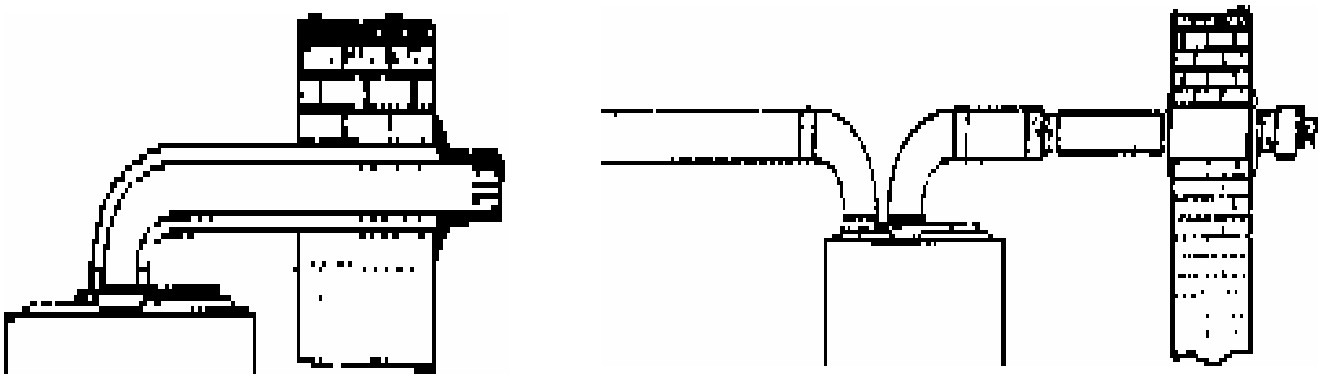

Рис. 1.6. Коаксиальный (а) и раздельный (б) коллекторы

В многоэтажном строительстве вопросы подачи воздуха и дымоудаления целесообразно решать с помощью пристроенных или встроенных коллективных воздуховодов и дымоходов, рис. 1.7, расчеты сечения и утепления которых произведены как зарубежными, так и отечественными проектными организациями.

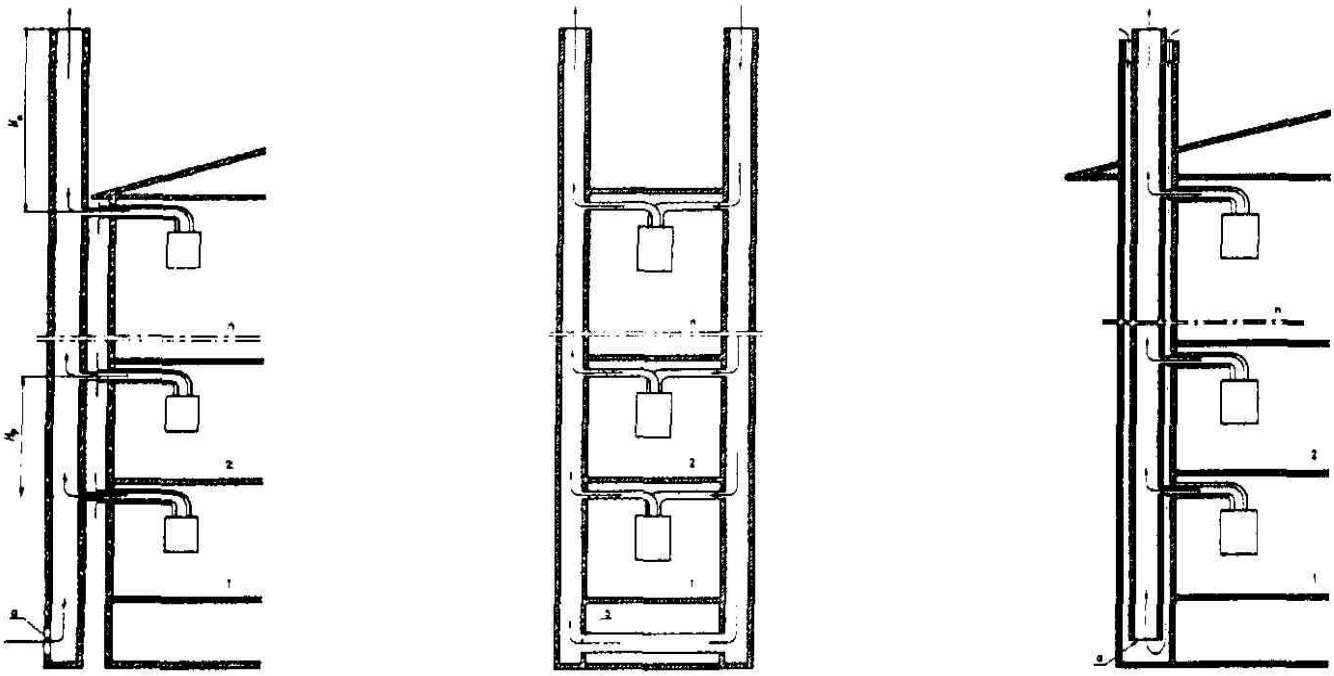

Рис. 1.7. Варианты коллективных дымоходов для многоэтажных домов

Экология поквартирного отопления

Использование котлов с закрытой камерой сгорания позволяет снять проблему вентиляции помещения. В таких котлах воздух для горения принудительно засасывается встроенным вентилятором из внешней среды и туда же выбрасываются продукты сгорания. Прерывистый характер работы котла облегчает рассеивание продуктов сгорания в атмосферном воздухе. В нормальном режиме котлы с закрытой камерой сгорания и принудительной тягой выделяют продукты сгорания с уровнем содержания СО (оксид углерода) в пределах 80 – 110 р.р.м (что удовлетворяет европейским стандартам), р.р.м – одна миллионная часть соответствующего объема.

Сформулируем основные положения, рассмотренные во вступительной главе:

1. Жилищно-коммунальный комплекс России – это исключительно масштабная сфера экономической деятельности, от результативности которой напрямую зависят не только условия жизни и благополучия большинства населения, но и состояние и перспективы экономики государства в целом.

2. Главная негативная особенность, сложившаяся в ЖКХ, – это отсутствие системного подхода к снижению затрат на ЖКУ, что приводит к постоянному росту коммунальных расходов населения.

3. Необходима разработка соответствующих региональных и муниципальных комплексных программ технико-технологического перевооружения отрасли.

4. Целесообразно также создание системы по формированию у населения энергосберегающей мотивации.

5. Рассмотрены основные мероприятия по бытовому энергосбережению.

6. Одна из особенностей функционирования жилищно-коммунального комплекса – это необходимость участия широких слоев населения в установке и содержании узлов учета и регулирования расхода энергоресурсов, в

обеспечении надлежащего содержания жилого фонда, разнообразного энергетического оборудования и т.д. В связи с этим необходимы создание системы консультирования населения, поиск новых форм образовательного процесса. Именно эти цели и преследовались при подготовке данного издания.

Библиографический список к гл. 1

1. Березовский Н.И. Бытовое энергосбережение / Н.И. Березовский, Е.К. Костюкевич // Основы энергосбережения: цикл лекций / Под ред. Н.Г. Хутской. Минск: Тэхналогія, 1999. С. 84 – 93.
2. Данилов Н.И. Энциклопедия энергосбережения / Н.И. Данилов, Я.М. Щелоков. Екатеринбург: ИД «Сократ», 2004. 368 с.
3. Данилов Н.И. Основы энергосбережения: учебник / Н.И. Данилов, Я.М. Щелоков; под ред. Н.И. Данилова. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2005. 553 с.
4. Россель Э.Э. Семь шагов к теплу и свету. Задачи и приоритеты региональной энергетической политики: учебное пособие / Э.Э. Россель. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2003. 91 с.
5. Данилов Н.И. Энергосбережение для всех / Н.И.Данилов, Я.М.Щелоков. Екатеринбург: Уралэнерго-Пресс, 2004. 120 с.