

В. М. Полонский Г. И. Титов А. В. Полонский

АВТОНОМНОЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ



В. М. Полонский, Г. И. Титов, А. В. Полонский

АВТОНОМНОЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ

Рекомендовано Учебно-методическим объединением вузов РФ
по образованию в области строительства в качестве
учебного пособия для студентов, обучающихся
по направлению 653500 – «Строительство»



Издательство Ассоциации строительных вузов
Москва 2007

УДК 621.1
ББК 31.38я73
А 225

Р е ц е н з е н т ы :

доктор технических наук, профессор кафедры БХД и ООС СамГТУ *Бажанов С.П.*;
заведующий кафедрой «Промтеплоэнергетика» СамГТУ, заслуженный деятель
науки РФ, доктор технических наук, профессор *Шелоков А.И.*;
председатель УМК по специальности 290700
Московского государственного строительного университета,
профессор, доктор технических наук *Кувшинов Ю.Я.*

В. М. Полонский, Г. И. Титов, А. В. Полонский

Автономное теплоснабжение: Учебное пособие. - М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2007. – 152 с.

ISBN 5-93093-359-6

Учебное пособие «Автономное теплоснабжение» является попыткой дополнить учебные дисциплины специальности 290700 – «Теплогасоснабжение и вентиляция» новым направлением в теплоснабжении, отличным от централизованного. Здесь изложены теоретические основы применения автономных источников тепла и используемые в настоящее время конструктивные решения. Учебное пособие предназначено для изучения дисциплин «Теплоснабжение», «Отопление» и «Газоснабжение», дополнено справочным материалом для студентов, аспирантов, магистрантов и проектировщиков. Использование учебного пособия предполагается на 4 и 5 курсах в лекциях, на практических занятиях, а также в курсовом и дипломном проектировании.

**УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ ПОДГОТОВЛЕНО В РАМКАХ ГРАНТА
СГАСУ ЗА 2003-2004 УЧЕБНЫЙ ГОД**

ISBN 5-93093-359-6

© Издательство АСВ, 2007
© В.М. Полонский, Г.И. Титов,
А.В. Полонский, 2007

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
ГЛАВА 1. Современное состояние систем теплоснабжения	7
ГЛАВА 2. Сравнительный расчет экономической эффективности автономного теплоснабжения	11
ГЛАВА 3. Особенности проектирования автономного теплоснабжения	18
3.1. Выбор теплогенератора.....	19
3.2. Топливоснабжение	30
3.3. Водно-химический режим	33
3.4. Расчет и выбор водоподогревателей и насосов.....	34
3.5. Блочно-модульные котельные.....	37
ГЛАВА 4. Конструктивные решения	38
4.1. Котельные крышные	38
4.2. Поквартирное теплоснабжение многоэтажных и индивидуальных жилых домов	52
4.3. Система отопления «теплый пол».....	56
ГЛАВА 5. Автоматизация систем автономного теплоснабжения зданий	60
5.1. Автоматизация систем отопления и горячего водоснабжения многоквартирного здания с индивидуальным теплоисточником	60
ГЛАВА 6. Воздействие источников автономного теплоснабжения на окружающую среду	62
ГЛАВА 7. Эксплуатация систем автономного теплоснабжения ..	65
ГЛАВА 8. Перспективы децентрализованного теплоснабжения	69
8.1. Децентрализованная комбинированная выработка тепла и электроэнергии	69
8.2. Автономное теплоснабжение с использованием сжиженного газа	71
ПРИЛОЖЕНИЕ 1	
Технические данные котлов (теплогенераторов) для автономного теплоснабжения российского производства.....	74

ПРИЛОЖЕНИЕ 2	
Основные технические данные наиболее применяемых в России импортных теплогенераторов	87
ПРИЛОЖЕНИЕ 3	
Технические данные электрокотлов.....	92
ПРИЛОЖЕНИЕ 4	
Схема обвязки котлов на отопление и ГВС.....	94
ПРИЛОЖЕНИЕ 5	
Пример решения отопления и ГВС жилого дома.....	97
ПРИЛОЖЕНИЕ 6	
Блочно-модульные котельные	104
ПРИЛОЖЕНИЕ 7	
Технические данные для циркуляционных насосов WILO.....	107
ПРИЛОЖЕНИЕ 8	
Принципиальные технологические решения крышных котельных	138
ПРИЛОЖЕНИЕ 9	
Принципиальные технические решения отопления «теплый пол»	143
ПРИЛОЖЕНИЕ 10	
Расчет автономного теплоснабжения от индивидуальных баллонных или резервуарных установок сжиженного газа	146
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	149

ВВЕДЕНИЕ

В современной практике строительства все более широкое применение находит автономное (децентрализованное) теплоснабжение. Оно особенно развито в тех регионах России, где нет недостатка в сетевом (природном) газе и имеется достаточно развитая система газоснабжения. Эти системы обеспечивают более высокий уровень теплового комфорта и создают дополнительные возможности для энергосбережения.

В Российской Федерации еще не накоплен достаточный опыт проектирования, монтажа и эксплуатации этих систем. При всем многообразии технических решений общим для них является экономическая целесообразность строительства.

Уже осуществлен ряд проектов автономного теплоснабжения в Москве, Санкт-Петербурге, Самаре, Нижнем Новгороде, Тольятти, Ростове-на-Дону и др.

Имеющийся опыт проектирования и использования справочных материалов в основном определяется квалификацией проектировщиков.

Под термином «Автономное теплоснабжение» понимают систему, состоящую из источника тепла и потребителя – системы отопления, горячего водоснабжения, вентиляции и технологического снабжения горячей водой жилых, общественных и производственных зданий. Источниками тепла могут быть крышная, встроенная или пристроенная котельные, а также котел-колонка для индивидуальной системы. При этом внешние тепловые сети отсутствуют или имеют местный характер. Как правило, источник тепла работает на газообразном топливе, но возможны варианты с жидким топливом или электродотопы.

К преимуществам автономного теплоснабжения следует отнести:

- значительное сокращение сроков строительства;
- снижение себестоимости отпускаемой тепловой энергии в 2...4 раза, уменьшение капитальных вложений;
- экономию топлива до 30% от годового расхода и электроэнергии на перекачку теплоносителя;
- уменьшение затрат на эксплуатацию и ремонт в связи с отсутствием наружных тепловых сетей и тепловых пунктов;
- отсутствие необходимости в строительстве традиционной дымовой трубы;
- невысокую материалоемкость;
- независимое обеспечение теплопотребления и возможность эффективного местного регулирования.

Экономические исследования подтверждают преимущества автономного теплоснабжения по сравнению с теплоснабжением от ТЭЦ или районной котельной. По стоимости строительства, расходу газа, неизбежным потерям тепла, эксплуатационным расходам и, как следствие, себестоимости 1 кВт·ч тепловой энергии автономные системы в большинстве случаев более эффективны по сравнению с централизованными системами.

Даже в самых неблагоприятных для строительства случаях (наличии близости тепловых сетей, имеющих запас мощности) срок окупаемости системы автономного теплоснабжения в 3-5 раз меньше, чем при теплоснабжении от городских тепловых сетей.

Проектирование и строительство автономного теплоснабжения должно осуществляться на альтернативной основе с учетом утвержденной схемы теплоснабжения городов и сельских населенных пунктов.

Автономное (децентрализованное) теплоснабжение не заменяет централизованного теплоснабжения от ТЭЦ и тепловых сетей, но является дополнением к созданию комфортных условий для населения. Оно занимает свою «нишу», имеет «своего» заказчика и потребителя и, при соответствующих условиях, конкурентоспособно централизованному.

В настоящем учебном пособии рассматривается комплекс вопросов, связанных с проектированием, строительством и эксплуатацией автономного теплоснабжения применительно как к реконструируемым зданиям и сооружениям высотной, так и к новой застройке.

При разработке и рекомендации технических решений авторами учтены требования нормативных документов, работы проектных организаций и собственный опыт по системам автономного теплоснабжения, накопленный в последние годы.

Учебное пособие предназначено для студентов, аспирантов и научных работников, и может быть использовано в качестве справочного материала для заказчиков, застройщиков-инвесторов, специалистов жилищно-коммунального хозяйства, а также для работников проектных организаций.

ГЛАВА 1

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Россия является страной с суровым северным климатом, где отопительный сезон в большинстве районов составляет более полугода и средние температуры отопительного периода значительно ниже, чем в Европе. Поэтому теплоснабжение в России традиционно (более 80% жилого фонда) осуществляется от централизованных источников (теплоэлектроцентралей, районных тепловых станций и т. д.). При этом общая протяженность Российских магистральных участков (в пересчете на двухтрубную систему) с диаметром труб 600-1400 мм составляет более 13000 км, а распределительных с диаметром до 500 мм – около 90000 км.

В настоящее время многие централизованные источники тепла вырабатывали свой ресурс более, чем на 70%, а состояние тепловых сетей таково, что тепловые потери при транспорте теплоносителя доходят до 20% (при норме не более 5%), его утечки – до 18÷20% (при норме 0,5% от объема теплоносителя в системе). Повреждаемость тепловых сетей уже превышает 1 на 1 км трассы, что увеличивает и без того большие эксплуатационные затраты.

Увеличение подпитки сети ведет к увеличению затрат электроэнергии, износу насосных станций и увеличивает стоимость химводоочистки.

Степень износа тепловых сетей сегодня оценивается до 70% и более. Поэтому тепловые сети являются наиболее слабым звеном в общей системе теплоснабжения: источник – сети – потребитель.

Трубопроводы тепловых сетей прокладываются в подземных проходных и непроходных каналах – 84%, бесканальная подземная прокладка составляет 6% и надземная (на эстакадах) – 10%. В среднем по стране свыше 12% тепловых сетей периодически или постоянно затапливаются грунтовыми или поверхностными водами, в отдельных городах эта цифра может достигать 70% протяженности теплотрасс. Неудовлетворительное состояние тепловой и гидравлической изоляции трубопроводов, износ и низкое качество монтажа и эксплуатации оборудования тепловых сетей отражаются на статистических данных по аварийности. Так, 90% аварийных отказов приходится на подающие и 10% – на обратные трубопроводы, из них 65% аварий происходит из-за наружной и внутренней коррозии и 15% – из-за дефектов монтажа (преимущественно разрывов сварных швов).

При теплоплотности 0,5÷1,5 МВт/га (что характерно для городов с населением более 500 тыс. человек) и мощности источников тепла 30±50 МВт экономия топлива от модернизации теплоисточников оказывается ниже, чем увеличение затрат на ремонт и замену изношенных тепловых сетей.

В настоящее время системы теплоснабжения требуют значительных капитальных вложений, причем окупаемость возможна через 8–10 лет, что в сегодняшних экономических условиях мало привлекательно для инвесторов.

Ориентировочные суммы капитальных вложений в разные элементы централизованного теплоснабжения представлены ниже:

Элемент системы теплоснабжения	Капитальные вложения, р./кВт
1. Теплоисточники мощностью до 1000 МВт, без тепловых сетей и отопления:	
ТЭЦ	9000
котельные	1500
2. Тепловые сети, двухтрубные с индивидуаль- ными тепловыми пунктами	1500
3. Системы отопления и горячего водоснабжения	1200

Внедрение автономного теплоснабжения поможет решить целый ряд проблем, стоящих как перед государственными органами, инвесторами и застройщиками, так и перед населением.

Во-первых, при строительстве новых жилых районов, не имеющих доступа к тепловым сетям, а также при их реконструкции можно избежать крупных единовременных невозвратных капитальных вложений на строительство или ремонт централизованных источников тепла и теплосетей. Затраты на устройство автономного теплоснабжения включаются в стоимость жилья, что позволяет не замораживать крупные денежные вложения, тем самым ускоряется оборот капитала.

Во-вторых, автономное теплоснабжение дает возможность пользователю самостоятельно регулировать потребление тепла, а следовательно, и затраты на отопление и ГВС, что вместе с резким снижением теплопотерь позволяет уменьшить годовое потребление газа более, чем в 2 раза. Расчеты показывают, что при 100%-ой оплате за газ, используемый для отопления и ГВС, с учетом стоимости сервисного обслуживания оборудования, затраты населения при поквартирной системе теплоснабжения будут меньше, чем при оплате с дотацией при централизованной системе. Включение в оплату за отопление и ГВС стоимости сервисного обслуживания оборудования означает, что эксплуатационные расходы полностью оплачивает пользователь. Таким образом, снимается часть финансовой нагрузки как с бюджета, так и с населения.

В-третьих, рекомендуемые сегодня теплогенераторы с закрытой топкой, в отличие от котлов с атмосферной горелкой, обеспечивают требуемый уровень безопасности и не оказывают влияния на воздухообмен в жилых помещениях.

Применение поквартирной системы теплоснабжения многоэтажных жилых домов позволяет:

- полностью исключить потери тепла в тепловых сетях и при его распределении между потребителями, а также значительно снизить потери на источнике;

- организовать индивидуальный учет и регулирование потребления тепла в зависимости от экономических возможностей и физиологических потребностей;

- исключить дотацию и субсидии из бюджета всех уровней и снизить затраты на эксплуатацию ЖКХ;

- уменьшить затраты потребителей на оплату используемого тепла;

- снизить единовременные капитальные вложения в новое строительство и реконструкцию и обеспечить возвратность вложенного капитала.

Для сравнения приведены капитальные затраты для автономных систем теплоснабжения:

Система автономного теплоснабжения без внутренних систем отопления и горячего водоснабжения	Капитальные вложения, р./кВт
1. Автономные котельные: крышные, пристроенные, встроенные и блочные	1800
2. Поквартирные системы в зданиях до 10 этажей с учетом дымоудаления и автоматики	1600-1800

Отсутствие внешних тепловых сетей при использовании автономных источников теплоснабжения и современных поквартирных теплогенераторов является важнейшим преимущественным аспектом, в большинстве случаев определяющим решение в пользу децентрализации.

Автономное теплоснабжение наряду с большими преимуществами имеет и недостатки. К ним можно отнести увеличение установленной мощности котельного оборудования по сравнению с необходимой и ограничение горячего водоснабжения. Однако стоимость увеличенной установленной мощности компенсируется снижением затрат на получение тепловой энергии из-за возможности местного регулирования и отсутствия нерационального расхода тепла в теплый период года, а устойчивость необходимого расхода горячей воды обеспечивается применением двухконтурных теплогенераторов с закрытой камерой сгорания. Применение этих теплогенераторов одновременно улучшает экологическую обстановку за счет снижения температуры в зоне горения и более глубокого сжигания природного газа.

Снижение единовременных затрат на автономное теплоснабжение и возможность окупаемости в наикратчайшие короткие сроки делают эти системы более привлекательными для вложения капитала и быстрого оборота средств.

На рис. 1.1 и 1.2 представлены прогнозы производства тепловой энергии и необходимые капиталовложения в теплоснабжение до 2020 г. (оптимистический вариант).

ГЛАВА 2

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ АВТОНОМНОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Экономическая эффективность автономного теплоснабжения может быть определена на основании проведения технико-экономических сравнительных расчетов различных вариантов теплоснабжения здания.

В качестве базового может быть принят один из следующих вариантов теплоснабжения здания:

от существующих городских тепловых сетей, со строительством теплопроводов и ИТП;

от существующей котельной, для чего необходима реконструкция последней, строительство теплосетей и ИТП;

от самостоятельной котельной; в этом случае необходимо строительство отдельно стоящей котельной, газопровода к ней, тепловых сетей и ИТП.

В качестве альтернативных вариантов принимается:

теплоснабжение здания от крышной котельной (вариант 1);

поквартирное теплоснабжение (вариант 2).

Расчет эффективности капитальных вложений в теплоснабжение осуществляем на основе приведенных затрат, т. е. суммы эксплуатационных расходов и дисконтированных (приведенных) по нормативу эффективности капитальных вложений

$$Z^{np} = \mathcal{E} + E \cdot K \rightarrow \min,$$

где \mathcal{E} – эксплуатационные затраты, р./кВт-ч;

K – капитальные затраты, р./кВт-ч;

E – коэффициент дисконта затрат (0,08 – в соответствии с инструкцией эффективности строительства промышленных объектов).

Варианты по всем показателям должны быть сопоставимы.

Для расчета как базового принимаем вариант централизованного теплоснабжения от городских тепловых сетей K_6 .

Определяем капитальные затраты, K , р./м²:

По базовому варианту

$$K_6 = \frac{K_{т.с.} + K_{ИТП}}{S},$$

где $K_{т.с.}$ – капитальные вложения в строительство тепловых сетей;

$K_{ИТП}$ – капитальные затраты в строительство индивидуального теплового пункта;

S – площадь жилого дома, для которого производится сравнение.

Учебное пособие

**Вилен Маримович Полонский
Геннадий Иванович Титов
Анатолий Виленович Полонский**

АВТОНОМНОЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ

Компьютерная верстка: *А.А. Шмаев, Е.В. Орлов*
Дизайн обложки: *Н.С. Кузнецова*
Редактор: *Л.И. Глезерова*

Лицензия ЛР № 0716188 от 01.04.98. Подписано к печати 20.12.06.
Формат 60x90/16. Гарнитура Таймс. Печать офсетная. Бумага газетная
Усл. 9,5 п. л. Заказ № . Тираж 1000 экз.

Издательство Ассоциации строительных вузов (АСВ)
129337, Москва, Ярославское шоссе, 26, оф. 705 (отдел реализации к. 511)
тел., факс: (495)183-56-83; e-mail: iasv@mgsu.ru, <http://www.iasv.ru/>