

Summary:

Энергоэффективный экспериментальный жилой дом в микрорайоне Никулино-2

Описание:

Эффективность использования энергии является своего рода индикатором научно-технического и экономического потенциала общества, позволяющим оценивать уровень его развития.

Ключевые слова: *Энергоэффективный жилой дом, Никулино-2, Тепловой режим жилого дома*

Энергоэффективный экспериментальный жилой дом в микрорайоне Никулино-2

Г. П. Васильев, канд. техн. наук, председатель Совета директоров ОАО «ИНСОЛАР-ИНВЕСТ»

Эффективность использования энергии является своего рода индикатором научно-технического и экономического потенциала общества, позволяющим оценивать уровень его развития.

Сопоставление показателей энергоэффективности экономики России с развитыми странами показывает, что удельная энергоемкость нашего валового внутреннего продукта (ВВП) в несколько раз выше, чем в развитых странах. Так, уровень энергопотребления в расчете на единицу сопоставимого ВВП России примерно в 4 раза выше, чем в США – стране с высокой энерговооруженностью материального производства, сферы услуг и быта. Уровень потребления электроэнергии в расчете на единицу сопоставимого ВВП в России выше, чем в США, в 2,5 раза, чем в Германии и Японии – в 3,6 раза. Все это свидетельствует о значительных резервах экономии энергоресурсов в России, масштабы которых можно оценить примерно в 40–50% от уровня потребляемых топлива и энергии.

Все вышесказанное справедливо и для городского хозяйства Москвы. Расчеты показывают, что потенциал энергосбережения в городском хозяйстве Москвы составляет около 40% всего энергопотребления города. На решение проблемы эффективного использования энергоресурсов в городском хозяйстве Москвы и был направлен проект «Энергоэффективный жилой дом в микрорайоне Никулино-2», реализованный в 1998–2002 годах Минобороны РФ совместно с Правительством Москвы, Минпромнауки РФ, НП «АВОК» и ОАО «ИНСОЛАР-ИНВЕСТ» в рамках «Долгосрочной программы энергосбережения в г. Москве», утвержденной совместным постановлением Правительства Москвы и Миннауки РФ № 36-ПП-6 от 15 января 1998 года.

Участники проекта:

- головная научная организация – НП «АВОК»;
- головная организация по инновационному инженерному оборудованию – ОАО «ИНСОЛАР-ИНВЕСТ»;
- генеральный проектировщик – 53 ЦПИ МО РФ;
- генеральный подрядчик по инновационной части проекта – ЗАО «Прим Экострой»;
- оперативное руководство проектом – ЦОПУ КС МО РФ.

Проект выполнен под научным руководством доктора техн. наук, член-корреспондента РААСН Ю. А. Табунщикова и под общим руководством доктора техн. наук, генерал-лейтенанта В. Ф. Аистова. Со стороны Правительства Москвы проект курировался Комплексом архитектуры, строительства, развития и реконструкции города и Управлением топливно-энергетического хозяйства.

В реализации проекта принимали участие специалисты Мосгосэкспертизы, ООО «НПО Термэк», ВИТУ, 26 ЦНИИ МО РФ, ССУ 109. К обсуждению концептуальных энергоэффективных технических решений и разработке методик экспериментальных натурных исследований были привлечены независимые иностранные эксперты в области энергосбережения, работающие в рамках программы «ТАСИС» по проекту EURUS № 9705 «Энергосбережение в строительном секторе».

Целью проекта являлось создание, натурная апробация и последующее внедрение в жилищное строительство города новейших технологий и оборудования, обеспечивающих, как минимум, двукратное снижение энергозатрат на эксплуатацию жилого фонда. Здесь необходимо отметить, что проект стартовал в 1998 году, в связи с чем ожидаемая экономия энергии оценивалась в сравнении со зданиями, построенными по действующим на тот момент МГСН 2.01.94 и соответствующими требованиям I этапа перехода на новый уровень теплозащиты наружных ограждающих конструкций.

Стратегия проекта предполагала реализацию трех основных этапов:

- проведение измерительной кампании по натурной оценке теплового режима типового жилого дома (базовый дом);
- проведение комплексных научных исследований и разработка проекта энергоэффективного жилого дома;
- строительство энергоэффективного жилого дома и проведение измерительной кампании по натурной оценке его теплового режима.

Базовой серией для реализации проекта была выбрана типовая серия жилых домов 111-355 Министерства обороны России как наиболее полно отвечающая требованиям энергоэффективности с точки зрения архитектурных и объемно-планировочных решений. Типовой проект жилых крупнопанельных домов и блок-секций серии 111-355.МО разработан 53 Центральным проектным институтом Министерства обороны России и согласован в установленном порядке для массового строительства на территории Российской Федерации.

Серия 111-355.МО фактически является «конструктором», из изделий которого могут компоноваться блок-секции от 5 до 25 этажей с любым необходимым составом и площадями квартир, например:

- «малые» квартиры: кухни 8,0–8,6 м², общие комнаты 16,0–18,6 м², спальня 8,8–12,0 м²;
- «муниципальные» квартиры: кухни 12,0 м², общие комнаты 18,6–25,2 м², спальня 12,0–18,0 м²;
- «большие» квартиры: кухни от 18,0 м², общие комнаты от 25,0 м², спальня от 18,0 м² и более. Квартиры с числом спальных комнат от двух и более могут выполняться в двух уровнях: как правило, на нижнем уровне располагаются прихожая, холл, гостевой санузел, кладовая, кухня и гостиная; на верхнем уровне – холл (с выходом в межквартирное пространство), отдельный санузел с ванной комнатой и спальня.

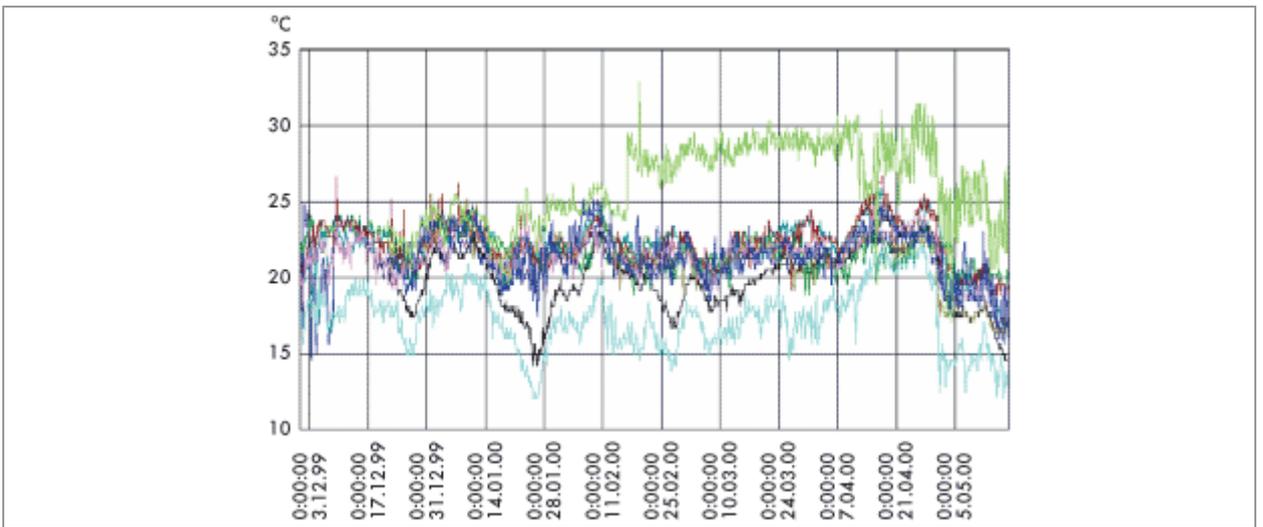


Рисунок 1.

Ход температур внутреннего воздуха в квартирах-представителях за весь период измерений

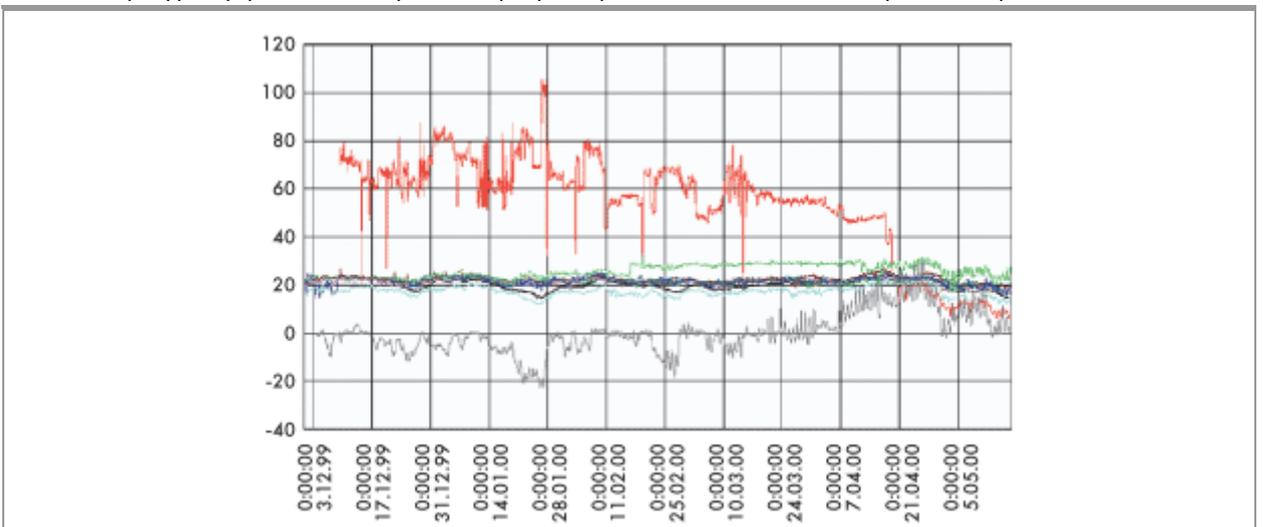


Рисунок 2.

Температура наружного воздуха (верхняя кривая), температура внутреннего воздуха в квартирах-представителях (центральные кривые) и температура теплоносителя в системе отопления (нижняя кривая – «прямая вода» до элеватора)

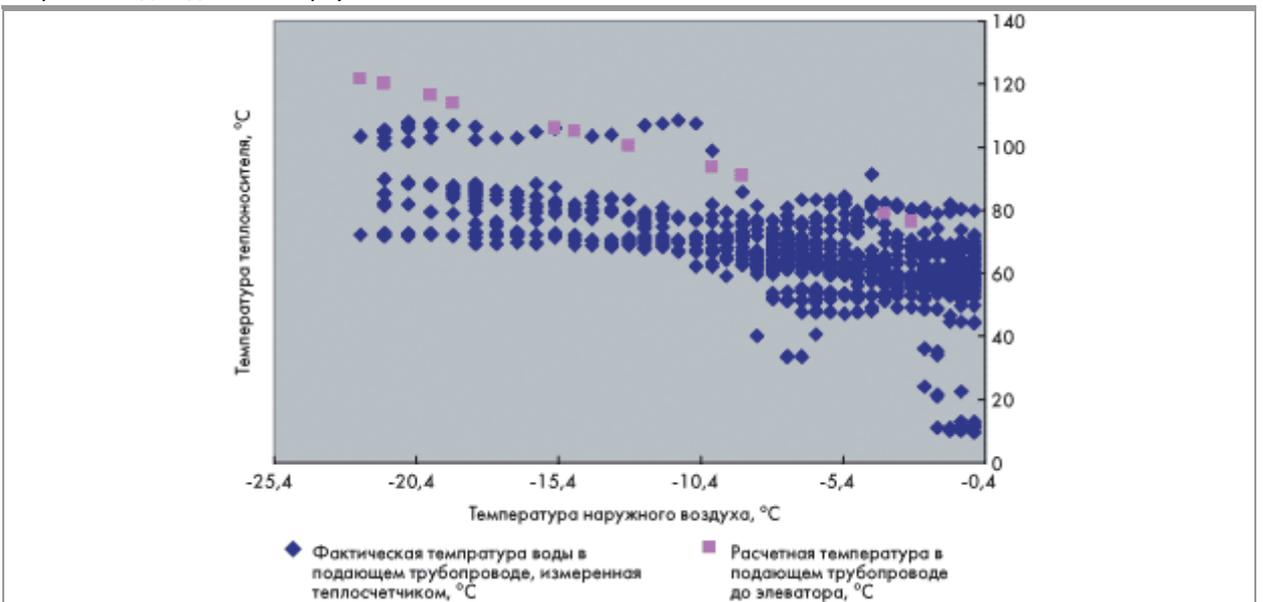


Рисунок 3.

Расчетные и фактические температуры теплоносителя в подающем трубопроводе системы отопления (до элеватора)

Тепловой режим базового жилого дома

Натурные экспериментальные исследования по оценке теплового режима типового жилого дома проводились в отопительный сезон 1999/2000 годов на 17-этажном заселенном жилым доме серии 111-355. МО по адресу: Москва, мкр. Никулино-2, ул. Академика Анохина, д. 50.

При проведении исследований системы отопления, горячего и холодного водоснабжения дома были оснащены тепловыми счетчиками, расходомерами и датчиками измерения температуры. Датчики были подключены к автоматическим регистрирующим устройствам Smart Logger SR фирмы ACR Systems. Потребление электроэнергии оценивалось по общедомовым и квартирным электросчетчикам.

Измерение температуры и влажности наружного воздуха и внутреннего воздуха в квартирах дома также осуществлялось автоматическими регистрирующими устройствами Smart Logger SR фирмы ACR Systems, установленными на крыше дома и в 10-ти квартирах-представителях.

Таблица 1

Основные характеристики и показатели	Обозначение	Единица измерения	Проектное значение	По результатам измерений
1	2	3	4	5
1. Объемно-планировочные и заселения				
1.1. Строительный объем: в том числе отапливаемой части	V_0 V	m^3 m^3	30132,9 18315,85	30133,0 18315,0
1.2. Расчетное количество жителей	-	чел.	292,0	292,0
1.3. Площадь квартир (без летних помещений)	F_k	m^2	6545,21	6545,0
1.4. Высота этажа (от пола до пола)	h	м	2,8	2,8
1.5. Отношение площади наружных ограждающих конструкций отапливаемой части здания к площади квартир, $A_{cm}^{обм} / F_k$	k	-	1,71	1,71
1.6. Отношение площади окон и балконных дверей к площади стен, включая окна и балконные двери, $A_F / A_{ндф}$	p	-	0,089	0,089
2. Уровень теплозащиты наружных ограждающих конструкций				
2.1. Приведенное сопротивление теплопередаче:				
-стен	R_{w}^r	$m^2 \cdot ^\circ C / Вт$	2,56	2,56
-окон и балконных дверей	R_{F}^r	$m^2 \cdot ^\circ C / Вт$	0,55	0,55
-покрытий, чердачных перекрытий	R_c^r	$m^2 \cdot ^\circ C / Вт$	3,30	3,30
-перекрытий над подвалами и подпольями	R_f^r	$m^2 \cdot ^\circ C / Вт$	2,80	2,80
-перекрытий над проездами и под эркерами	R_f^r	$m^2 \cdot ^\circ C / Вт$	-	-
2.2. Приведенный коэффициент теплопередачи здания	K_{tm}^r	$Вт / (m^2 \cdot ^\circ C)$	0,72	0,75
3. Энергетические нагрузки здания				
3.1. Потребляемая мощность систем инженерного оборудования:				
- отопления	N_o	кВт	362,51	388,6
- горячего водоснабжения	$N_{гв}$	кВт	453,62	723,3
- электроснабжения	$N_э$	кВт	474,0	-
- других систем (каждой отдельно)	N_d	кВт	-	-
3.2. Средние суточные расходы:				
- природного газа	$Q_{пг}$	$m^3 / сут$	-	-
- холодной воды	$Q_{хв}$	$m^3 / сут$	135,5	21,73
- горячей воды	$Q_{гв}$	$m^3 / сут$	-	17,8
3.3. Удельный максимальный часовой расход тепловой энергии на $1 m^2$ площади квартир:				
- на отопление здания	q_h	$Вт / m^2$	50,46	59,0
- в том числе на вентиляцию	q_{hv}	$Вт / m^2$	-	

3.4. Удельная тепловая характеристика здания $N_o / ((t_{int} - t_{ext}) \cdot V)$	q_m	Вт/(м ³ •°С)	0,285	0,461
4. Показатели энергоемкости здания				
4.1. Годовые расходы энергетических ресурсов на здание (жилую часть здания):				
- тепловой энергии на отопление в холодный и переходный периоды года	$Q_{г^h}$	МДж/год МВт•ч/год	$3,81 \cdot 10^6$ 1059,0	$3,63 \cdot 10^6$ 1008,0
- тепловой энергии на горячее водоснабжение	$Q_{гв}$	МДж/год МВт•ч/год	$3,82 \cdot 10^6$ 1061,0	$2,34 \cdot 10^6$ 650,0
- тепловой энергии других систем (раздельно)		МДж/год МВт•ч/год	-	-
- электрической энергии	\mathcal{E}	МВт•ч/год	814,39	524,4
в том числе:				
- на общедомовое освещение	\mathcal{E}_o	МВт•ч/год	62,03	47,5
- в квартирах	$\mathcal{E}_к$	МВт•ч/год	323,85	203,4
- на силовое оборудование	$\mathcal{E}_с$	МВт•ч/год	182,25	27,3
- на водоснабжение и канализацию	$\mathcal{E}_в$	МВт•ч/год	195,0	195,0
- на отопление	$\mathcal{E}_{отопл}$	МВт•ч/год	51,2	51,2
- природного газа	-	м ³ /год	-	-
4.2. Удельные годовые расходы энергетических ресурсов в расчете на 1 м ² площади квартир:				
- тепловой энергии на отопление в холодный и переходный периоды года	$q_{г^h}$	МДж/м ² год кВт•ч/м ² год	582,1 162,0	555,0 154,0
- тепловой энергии на горячее водоснабжение	$q_{гв}$	МДж/м ² год кВт•ч/м ² год	583,6 162,1	357,0 99,3
- тепловой энергии других систем (раздельно)		МДж/м ² год кВт•ч/м ² год	-	-
- электрической энергии	$q_{э}$	кВт•ч/м ² год	124,5	80,1

Измерительная компания была начата 30.11.1999 г., и по мере монтажа измерительного оборудования количество записываемых каналов информации увеличивалось. В полном объеме информация стала поступать с 27.12.1999 г. Измерения проводились до 17.05.2000 г., после чего датчики и регистрирующие устройства были демонтированы.

Все устройства Smart Logger были запрограммированы на непрерывное проведение измерений с ежечасной записью данных во внутреннюю память устройства. С устройств Smart Logger, установленных на крыше и в подвале дома, данные снимались еженедельно, с устройств, установленных в квартирах, – ежемесячно. При каждом измерении данные снимались за весь период: от начала эксперимента до момента измерений, так что более поздние файлы включали в себя всю информацию, содержащуюся в более ранних.

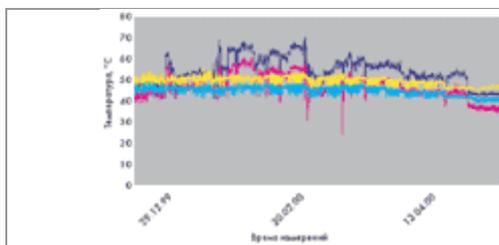


Рисунок 4.

Температура горячей воды в двухзонной системе горячего водоснабжения отопления исследуемого базового жилого дома

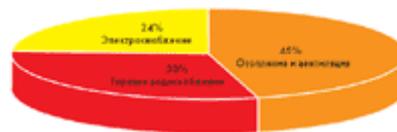


Рисунок 5.

Экспериментально полученная структура годовых затрат энергии на эксплуатацию исследуемого базового жилого дома серии 111-355.МО



Рисунок 6.

Экспериментальный энергоэффективный жилой дом в мкр. Никулино-2

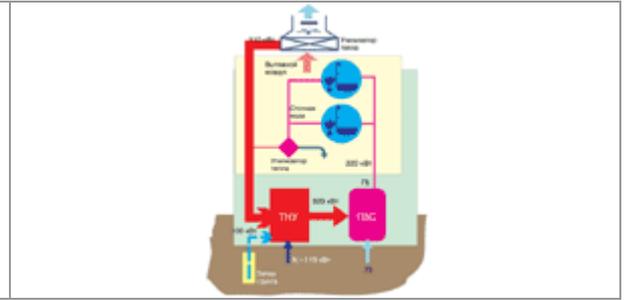


Рисунок 7.

Схема комплексной утилизации теплоты на горячее водоснабжение

Полученные и обработанные экспериментальные данные о ходе температур и относительной влажности внутреннего воздуха в квартирах-представителях исследуемого базового жилого дома серии 111-355.МО показали, что на протяжении всего эксперимента (фактически отопительный сезон 1999/2000 гг.) температура и относительная влажность внутреннего воздуха в 9-ти квартирах-представителях (исключена 31 квартира, фактически переоборудованная жильцами) в основном находились в допустимых пределах:

1. Температура внутреннего воздуха в квартирах-представителях в 89,7% случаев находились выше 18°C, а в 55,2% случаев находились в интервале от 18 до 22°C.
2. Относительная влажность внутреннего воздуха в квартирах-представителях ни разу не превысила допустимого значения в 65%. В 73,9% наблюдаемых случаев относительная влажность находилась ниже 30%, а в 26,1% случаев в комфортном интервале 30–65%.
3. В 52,3% наблюдений температура теплоносителя в подающем трубопроводе была ниже 55°C, что свидетельствует о возможности и перспективности интеграции тепловых насосов в существующие системы отопления жилых зданий.
4. На ЦТП нарушается температурный график теплоносителя в подающих тепловых сетях (рис. 3).
5. Температура горячей воды в 1-й зоне системы ГВС превышала 60°C в 50% наблюдений, а во 2-й зоне в 1% наблюдений.

Экспериментальный энергоэффективный жилой дом

Экспериментальный энергоэффективный жилой дом (рис. 6) был построен и введен в эксплуатацию в 2001 году по адресу: г. Москва, мкр. Никулино-2, ул. Академика Анохина, д. 62.

Наружные ограждающие конструкции – 3-слойные железобетонные панели толщиной 350 и 400 мм на дискретных связях ДС. Наружный слой толщиной 80 мм из тяжелого бетона $\gamma=2\ 400\ \text{кг/м}^3$; внутренний слой из тяжелого бетона $\gamma=2\ 400\ \text{кг/м}^3$, слой утеплителя толщиной 150 мм из полистирольного пенопласта ПСБ-35 (25) ГОСТ 15588-86*.

Перекрытие над техническим подпольем – сплошные полнотелые железобетонные плиты толщиной 160 мм.

Полы в жилых комнатах, передних и коридорах квартир – щитовой паркет по лагам ГОСТ 8624-80* толщиной 30 мм.

Подготовка под полы – один слой мягкой ДВП ГОСТ 4598-86* толщиной 10 мм на горячей мастике.

Полы первого этажа – как и предыдущие плюс утеплитель – прошивные минераловатные маты толщиной 50 мм ГОСТ 21880-86*, обернутые полиэтиленовой пленкой.

Завершения – «холодный» чердак с плоской крышей.

Перекрытие над верхним (последним) жилым этажом – сплошные полнотелые железобетонные плиты толщиной 160 мм.

Пароизоляция – синтетическая пленка.

Теплоизоляция – плита из полистирольного пенопласта ПСБ-С-35 толщиной 230 мм ГОСТ 15588-86*. Верхний слой: армированная цементно-песчаная стяжка толщиной 30 мм (М 150).

Окна и балконные двери – с тройным остеклением в деревянных переплетах по ГОСТ 16289-80.

Система отопления – двухтрубная.

Регулирование теплоотдачи отопительных приборов – при помощи терморегуляторов «Данфосс» на конвекторах.

Регулирование системы отопления – центральное и поквартирное.

Учет расхода тепловой энергии на отопление – общий на здание и поквартирный.

Утилизация тепла вытяжного воздуха систем вентиляции – через калорифер с использованием теплонасосных установок (ТНУ) системы горячего водоснабжения.

Система вентиляции – механическая вытяжная с естественным притоком через авторегулируемые воздухозаборные устройства.

Система горячего водоснабжения (ГВ):

- основная – автономная теплонасосная с использованием низкопотенциального тепла грунта и вентиляционных выбросов здания, с баками-аккумуляторами горячей воды;

- дублирующая – централизованная (от ЦТП).

Тип системы – однозонная с установкой регуляторов давления типа КФРД.

Учет расхода горячей воды – общий на здание и поквартирный.

Принципиальная схема теплонасосной системы ГВ представлена на рис. 7, а ее фотография на рис. 8.



Рисунок 8.

Тепловые насосы системы горячего водоснабжения

Теплонасосную систему горячего водоснабжения следует отнести к важным особенностям реализованного проекта.

В настоящее время технологии теплоснабжения, использующие тепловые насосы, применяются практически во всех развитых странах мира. Все широкомасштабные программы по экономии энергии, реализуемые за рубежом, предусматривают их широкое применение. Преимущества технологий, использующих тепловые насосы, в сравнении с их традиционными аналогами связаны не только со значительными сокращениями затрат энергии в системах жизнеобеспечения зданий и сооружений, но и с их экологической чистотой, а также новыми возможностями в области повышения степени автономности систем теплоснабжения. По всей видимости, в недалеком будущем именно эти качества будут иметь определяющее значение в

формировании конкурентной ситуации на отечественном рынке теплогенерирующего оборудования. В России, в рамках описываемого проекта, фактически впервые была построена теплонасосная система горячего водоснабжения многоэтажного жилого дома.

В табл. 2 представлены реализованные в проекте основные энергоэффективные решения и мероприятия, а также проектная оценка их энергосберегающего эффекта.

Таблица 2

№ п/п	Энергосберегающие технические решения и мероприятия	Оценка эффективности энергосберегающих решений	
		кВт·ч/м ²	%
1	Энергозатраты на отопление и вентиляцию	95,0	100,0
Энергетическая эффективность технических решений			
		Энергосбережение	
1.1.	Поквартирный автоматический контроль и учет потребления тепловой энергии	4,7	5,0
1.2.	Авто регулируемы и, организованный приток наружного воздуха через воздухозаборные устройства в верхней части окон	1/9	2,0
Энергосбережение по п. 1		6,6	7,0
Энергосбережение по п. 1		88,4	93,0
2	Энергозатраты на ГВС	105,0	100,0
Энергетическая эффективность технических решений			
		Энергосбережение	
2.1.	Поквартирный автоматический контроль и учет потребления горячей воды	5,2	5,0
2.2.	Установка смесителей с левым расположением крана горячей воды	3,1	3,0
2.3.	Установка кранов с регулируемым напором воды	3,1	3,0
2.4.	Использование теплоты грунта и утилизация теплоты вентиляционных выбросов в ТНУ на нужды ГВС	65,9	63,0
Энергосбережение по п. 2		77,3	74,0
Энергопотребление по п. 2		27,7	26,0
Всего:			
- энергозатраты на теплоснабжение (отопление и ГВС)		116,1	58,0
- энергосбережение		83,9	42,0

Примечание.

При проведении проектной оценки ожидаемой энергетической эффективности мероприятий и технических решений за базу (100%) принимались показатели типового жилого дома серии 111-355.МО, с теплозащитой ограждающих конструкций, соответствующей требованиям II этапа МГСН 2.01-99 и СНиП II-3-79*(98).

Экспериментальные исследования по натурной оценке теплового режима построенного экспериментального энергоэффективного жилого дома проводились ОАО «ИНСОЛАР-ИНВЕСТ» с декабря 2001 года по апрель 2002 года.

При проведении исследований были использованы три группы датчиков и регистрирующих устройств. К первой группе относятся оборудованные встроенными датчиками малогабаритные регистрирующие устройства Smart Logger фирмы ACR Systems, записывающие информацию в автоматическом режиме и сохраняющие ее до 10 лет.

Вторую группу измерительного оборудования составляли приборы учета (электросчетчики и расходомеры Istametр PN10) расходов горячей и холодной воды, электроэнергии, а также расхода теплоносителя в системе отопления, установленные на входе в квартиру системы отопления, холодной воды и горячей воды. Расходомеры и электросчетчики квартир подключены к системе ЭНЭЛЭКО.

Третью группу измерительного оборудования представляли теплосчетчики, установленные в подвале дома: один теплосчетчик на теплонасосный тепловой узел и второй на систему отопления дома.

Таблица 3

Результаты измерений по теплонасосному тепловому узлу

Дата	Среднесуточная температура воды на входе в систему ГВ дома, °С	Суммарный за сутки расход воды в системе ГВ, м ³	Суммарное за сутки потребление воды в системе ГВ, м ³
08.02.2002	51,8	31,0	19,1
09.02.2002	51,1	24,2	15,5
11.02.2002	54,8	33,4	17,5
11.02.2002	52,6	10,4	7,0
15.02.2002	51,5	31,0	18,7
16.02.2002	51,1	30,0	19,8
17.02.2002	53,5	31,9	18,2
18.02.2002	54,7	28,6	20,0
19.02.2002	51,9	29,0	19,4
20.02.2002	52,2	31,2	19,6
21.02.2002	51,5	31,3	20,6
22.02.2002	51,7	35,0	23,1
23.02.2002	51,4	39,9	25,0
24.02.2002	54,6	30,2	20,9
25.02.2002	54,9	32,8	22,4
26.02.2002	52,3	29,3	22,7
27.02.2002	52,3	32,5	22,2
28.02.2002	52,5	31,6	24,4
01.03.2002	52,5	31,6	24,8
02.03.2002	52,1	29,3	21,5
03.03.2002	53,7	35,4	25,4
04.03.2002	54,8	30,0	20,5

Таблица 4
Результаты измерений по теплонасосному тепловому узлу

Наименование параметра	Единицы измерения	Количество
1	2	3
Средние экспериментальные сутки		
Производство горячей воды	М ³ /сут	19,1
Тепловая энергия, выработанная ТТУ за сутки	кВт•ч/сут	1252,6
Тепловая энергия, выработанная за сутки только тепловыми насосами	кВт•ч/сут	882,6
Тепловая энергия, выработанная за сутки электронагревателями (ТЭНами)	кВт•ч/сут	370,0
Электроэнергия, потребляемая за сутки ТТУ + вытяжными вентиляторами системы вентиляции	кВт•ч/сут	980,0
Электроэнергия, потребляемая за сутки только ТТУ без вытяжных вентиляторов <i>(Примечание. Средняя мощность работающих вентиляторов находится в пределах 5,5-11 кВт. В расчетах она принята равной 8,0 кВт.)</i>	кВт•ч/сут	788,0
Электроэнергия, потребляемая за сутки только тепловыми и циркуляционными насосами без вытяжных вентиляторов и ТЭНов	кВт•ч/сут	418,0
Электроэнергия, потребляемая за сутки только тепловыми насосами без вытяжных вентиляторов, ТЭНов и циркуляционных насосов	кВт•ч/сут	250,0
Коэффициент преобразования электрической энергии непосредственно в тепловых насосах	Доли единицы	3,53
Экономия энергии непосредственно в теплонасосном цикле	%	71,6
Коэффициент преобразования электрической энергии в системе тепловые насосы + циркуляционные насосы	Доли единицы	2,11
Экономия энергии в системе тепловые насосы + циркуляционные насосы	%	52,6
Коэффициент преобразования электрической энергии в ТТУ без вытяжных вентиляторов	Доли единицы	1,59
Экономия энергии в ТТУ без вытяжных вентиляторов	%	37,1

Таблица 5

Основные характеристики и показатели	Обозначение	Един, измерения	Базовый дом (1 этап теплозащиты*)		(II этап теплозащиты*) проект	Энергоэффективный дом	
			Проект	Эксперимент		Проект	Эксперимент
1	2	3	4	5	6	7	8
2. Уровень теплозащиты наружных ограждающих конструкций							
2.1 Приведенное сопротивление теплопередаче:							
- стен	R_w^r	$m^2 \cdot ^\circ C / Вт$	2,56	2,56	3,28	3,28	3,28
- окон и балконных дверей	R_F^r	$m^2 \cdot ^\circ C / Вт$	0,55	0,55	0,6	0,6	0,6
- покрытий, чердачных перекрытий	R_c^r	$m^2 \cdot ^\circ C / Вт$	3,30	3,30	4,39	4,39	4,39
- перекрытий над подвалами и подпольями	R_f^r	$m^2 \cdot ^\circ C / Вт$	2,80	2,80	4,27	4,27	4,27
- перекрытий над проездами и под эркерами	R_f^r	$m^2 \cdot ^\circ C / Вт$	-	-	1,63	1,63	1,63
2.2 Приведенный коэффициент теплопередачи здания	K_m^r	$Вт / (m^2 \cdot ^\circ C)$	0,72	0,75	0,496	0,496	0,496
3. Энергетические нагрузки здания							
3.1 Потребляемая мощность систем инженерного оборудования:							
- отопления	N_o	кВт	362,51	388,6	379,0	379,0	370,0
- ГВС с теплонасосными установками (ТНУ)						90,0	83,0
- горячего водоснабжения	$N_{гв}$	кВт	453,62	723,3	321,0	-	-
- электроснабжения	$N_э$	кВт	474,0	474,0	474,0	474,0	474,0
- других систем (вентиляторы - электропривод)	N_d	кВт	-	-	-	-	11,0
3.2. Средние суточные расходы:							
- природного газа	$Q_{пг}$	$m^3 / сут$	-	-	-	-	-
- холодной воды	$Q_{хв}$	$m^3 / сут$	135,5	21,73	135,0	135,0	
- горячей воды	$Q_{гв}$	$m^3 / сут$	35,0	17,8	35,0	35,0	30,0
4. Показатели энергоемкости здания							
4.1 Годовые расходы энергетических ресурсов на здание (жилую часть здания):							
- тепловой энергии на отопление в холодный и переходный периоды года	Q_h^r	МВт•ч/год	1059,0	1008,0	720,0	577,0	560,0
- тепловой энергии на горячее водоснабжение	$Q_{гв}^r$	МВт•ч/год	1061,0	650,0	687,0	-	-
- тепловой энергии других систем (раздельно)	-	МВт•ч/год	-	-	-	-	-
- электрической энергии	$Э$	МВт•ч/год	814,39	524,4	814,0	1016,0	1033,0
в том числе:							
- на общедомовое освещение	$Э_o$	МВт•ч/год	62,03	47,5	62,0	62,0	62,0
- в квартирах	$Э_k$	МВт•ч/год	323,85	203,4	324,0	324,0	324,0
- на силовое оборудование	$Э_c$	МВт•ч/год	182,25	27,3	182,0	384,0	430,0
- на водоснабжение и канализацию	$Э_в$	МВт•ч/год	1 95,05	195,0	195,0	195,0	166,0
- на отопление	$Э_{отопл}$	МВт•ч/год	51,211	51,2	51,0	51,0	51,0
- природного газа	-	$m^3 / год$	-	-	-	-	-
4.2 Удельные годовые расходы энергетических ресурсов в расчете на 1 м ² площади квартир:							
- тепловой энергии на отопление в холодный и переходный периоды года	q_h^y	кВт•ч/м ² год	162 162,1	154,0 99,3	95,0 105,0	87,6 -	85,0 -
- тепловой энергии на горячее водоснабжение	$Q_{гв}^y$	кВт•ч/м ² год	-	-	-	-	-
- тепловой энергии других систем (раздельно)	-	кВт•ч/м ² год	124,5	80,1	124,0	154,0	157,0
- электрической энергии	$Q_э^y$	кВт•ч/м ² год	448,6	333,4	324,0	240,0	242,0
Удельная эксплуатационная энергоемкость здания (обобщенный показатель годового расхода топливно-	q^y	кг у. т./м ² год	55,1	40,9	39,8	30,0	30,0

энергетических ресурсов в расчете на 1 м ² площади квартир)							
Экономия энергии по сравнению с базовым домом (проект)		%	0	~	27,7	45,5	45,5