

Энергоэффективные здания и инновационные инженерные системы



Ю. А. Табунщиков, член-корр. РААСН, профессор, доктор техн. наук, зав. кафедрой «Инженерное оборудование зданий» Московского архитектурного института (Государственная академия), otvet@abok.ru

Снижение энергопотребления в строительном комплексе и, прежде всего, в жилищно-коммунальном хозяйстве – одна из приоритетных задач повышения энергетической и экологической эффективности российской экономики. В 2008 году Указом Президента Российской Федерации № 889 была сформулирована задача снизить к 2020 году энергоёмкость валового внутреннего продукта не менее чем на 40% по сравнению с 2007 годом. А в 2011 году в Постановлении Правительства Российской Федерации № 18 было сформулировано, что к 2020 году должен быть сокращен удельный годовой расход на отопление и вентиляцию на 40%. Однако до настоящего времени нам неизвестны масштабные исследования возможностей обеспечения указанных президентом и правительством показателей при проектировании, реконструкции и капитальном ремонте зданий. В предлагаемой работе представлены инженерные и строительные решения, позволившие не только добиться указанных величин, но и превзойти их.

Ключевые слова: энергоэффективность, теплотери, утилизация теплоты вытяжного воздуха, теплозащита здания, удельное теплотребление

В России с утверждением нормируемого удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию в СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» на тот период был достигнут паритет с европейскими странами по аналогичным требованиям с учетом более суровых зим, чем в Европе. Но с тех пор требования к повышению теплозащиты и энергоэффективности зданий в Евросоюзе трижды пересматривались в сторону повышения, а руководством нашей страны только в 2011 году [1] была поставлена стратегическая задача поэтапного снижения величины удельного годового расхода энергетических ресурсов зданий, сначала на 15% по отношению к базовому уровню, за который принимаются показатели 2007 года [2]. К 2016 году экономия должна достичь 30%, а в 2020 году удельный годовое расход энергетических ресурсов должен снизиться на 40% по отношению к базовому уровню.

До внесения в 1995 году изменений в СНиП II-3-79

«Строительная теплотехника» о двухступенчатом повышении нормируемого сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций в 1995 и 2000 годах удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию 9-этажного многоквартирного дома составлял 180–200 кВт·ч/м² площади квартир при следующем соотношении теплопотерь:

- теплопотери через несветопрозрачные ограждающие конструкции – 47%;
- теплопотери через светопрозрачные ограждающие конструкции – 21%;
- теплопотери, связанные с нагревом приточного воздуха – 32%.

Эти показатели могли незначительно колебаться в зависимости от здания, но в среднем они соответствуют действительности.

После 2000 года удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию при нормативном воздухообмене 30 м³/ч на человека составил

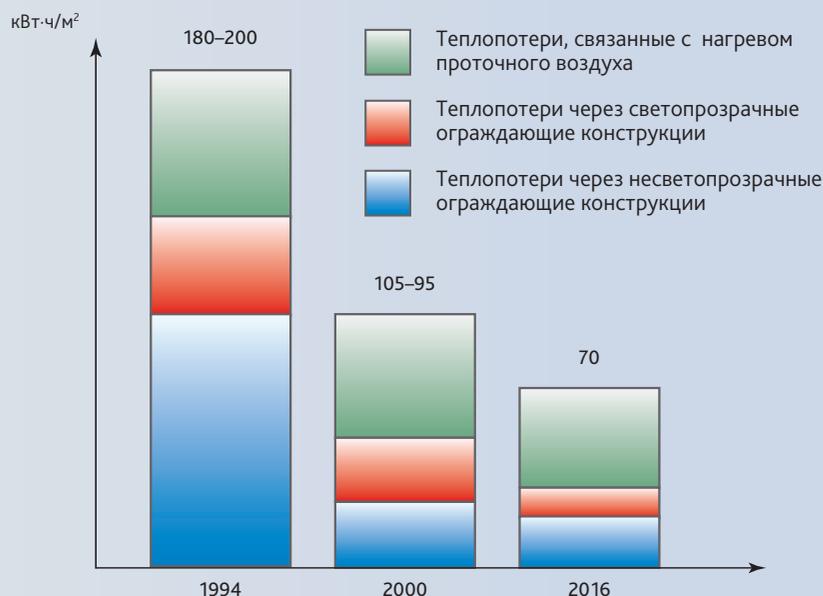
для 9–12-этажных домов 105–95 кВт·ч/м². Структура теплопотерь принципиально изменилась:

- теплопотери через несветопрозрачные ограждающие конструкции – 26,5%;
- теплопотери через светопрозрачные ограждающие конструкции – 26,5%;
- теплопотери, связанные с нагревом приточного воздуха – 47,0%.

Как было сказано выше, в соответствии с Постановлением Правительства РФ № 18 [1] с 2011 года должен быть сокращен удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию, сначала на 15%, а с 2016 года на 30%. При этом с 2016 года удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию многоквартирного дома должен составить около 70 кВт·ч/м² со следующим соотношением теплопотерь:

- теплопотери через несветопрозрачные ограждающие конструкции – 25%;
- теплопотери через светопрозрачные ограждающие конструкции – 17%;
- теплопотери, связанные с нагревом приточного воздуха – 58%.

Опыт Москвы, по которому Постановлением Правительства Москвы от 5 октября 2010 года № 900-ПП [3] ставилась задача 25%-ного сокращения удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию в новом строительстве, и достижение ее было подтверждено Постановлением Правительства Москвы от 3 октября 2011 года № 460-ПП, показывает, что такое сокращение произошло за счет дальнейшего повышения теплозащиты и оптимизации авторегулирования и учета теплопотребления на отопление



■ Рис. 1. Структура теплопотерь многоэтажного жилого здания

как наименее затратных на сегодняшний день энергосберегающих мероприятий. Такие решения должны быть ориентиром при проведении капитального ремонта существующих зданий.

Как показывает структура теплопотерь многоэтажного здания (рис. 1), приоритетным направлением сокращения расхода энергетических ресурсов являются мероприятия, связанные со снижением расхода энергии, затрачиваемой на нагрев приточного воздуха.

Какие же эффективные способы могут быть использованы в этом направлении? Прежде всего, это применение поквартирной или централизованной механической системы вентиляции с утилизацией теплоты вытяжного воздуха. Установлено, что эффективность утилизации может достигать 70–80%. Примером может служить здание на Красностуденческом проезде, запроектированное ООО «НПО ТЕРМЭК» и построенное в 2003 году, с количеством квартир 264. В здании были установлены поквартирные системы вентиляции. Оказалось, что удельный расход энергии на отопление и вентиляцию составил 44 кВт·ч/м² за отопительный период. Жители этого дома платят за отопление в 3 раза меньше, чем в соседних домах с традиционной системой естественной вентиляции.

Следующие системы, на которые следует обратить

внимание, – это системы гибридной вентиляции. Гибридная вентиляция – вентиляция, в холодный и переходный период года работающая как естественная, за счет гравитационного и ветрового напора; в теплый период года побуждение движения воздуха обеспечивается механическими устройствами. Эти системы работают, как правило, в периоды, когда температура наружного воздуха выше +5 °С. Экономия энергии при использовании гибридной вентиляции достигает 20%.¹

Интересны инновационные системы нового поколения вентиляции – это адаптивные системы, которые также рассматривались на страницах журнала «АВОК». Экономия энергии в случае их применения достигает 70%.²

Важным энергосберегающим направлением, позволяющим добиться существенной экономии энергетических ресурсов, является повышение эффективности работы системы отопления, в первую очередь путем снижения возможного перерасхода тепла. Прежде всего, предлагается использовать поквартирные системы отопления, которые позволяют обеспечивать возможность учета тепла непосредственно для каждой квартиры. Экономия, обеспечиваемая этими системами, может достигать 10% за счет более рационального расхода тепла на отопление помещений.

Далее, повышение энергоэффективности систем отопления

связано с применением комнатных контроллеров. Это устройство позволяет понижать температуру воздуха в помещениях, снижать потребность в отоплении в нерабочее время. Во время отсутствия жильцов в квартире возможно понижение температуры на 2–3 °С. Экономия энергии – до 8–10%.

Очень важным элементом повышения эффективности расхода тепла на отопление является устройство индивидуальных тепловых пунктов взамен элеваторных узлов. Следует обратить внимание, что при замене элеваторных узлов на индивидуальные тепловые пункты необходимо осуществлять перенастройку графиков регулирования в соответствии с изменившимися теплоинерционными показателями здания.

Для общественных зданий эффективным способом является использование низкотемпературных систем отопления и охлаждения, при которых конструкции перекрытий используются как источники либо отопления, либо охлаждения. Для охлаждения в теплое время года, например, можно использовать водопроводную воду. Нагревание или захлаживание конструкций здания обеспечивает непосредственный обогрев или охлаждение помещений. Кроме того, теплоемкость конструкций здания позволяет уменьшить пиковые нагрузки. При охлаждении помещений часть холодильной

¹ Подробнее о работе гибридной вентиляции читайте: М. А. Малахов, А. Е. Савенков «Усовершенствование вентиляции жилых зданий», АВОК 4–2009; И. И. Бобровицкий, Н. В. Шилкин «Гибридная вентиляция в многоэтажных жилых зданиях», АВОК 3–2010; А. Н. Колубков, Н. В. Шилкин «Реализация энергосберегающих мероприятий в инженерных системах многоквартирных жилых домов», АВОК 7–2011.

² А. Л. Наумов, Д. В. Капко «Вентиляция с переменным расходом воздуха для офисных зданий», АВОК 8–2012; А. Л. Наумов, Д. В. Капко «Локальные системы кондиционирования воздуха в офисных зданиях», АВОК 2–2012; А. Л. Наумов, Д. В. Капко «Системы адаптивной вентиляции: перспективные направления развития», АВОК 7–2011.

нагрузки сдвигается на время, когда здание не используется (нерабочее время, обычно это ночные часы).

Нельзя обойти вниманием, может быть, самое простое из традиционных решений – повышение теплозащиты зданий, которое, прежде всего, достигается за счет снижения влияния теплопроводных включений. Необходимо разработать такие конструктивные решения, в которых теплопроводные включения не вносили бы существенный вклад в общие теплопотери конструкции. Следует учитывать, что при этом необходимо переходить на другое нормирование. Сегодня в нашей стране нормирование осуществляется по приведенному сопротивлению теплопередаче ограждающих конструкций. За рубежом нормируются влияние теплопроводных включений и сопротивление теплопередаче по глади стены. Представляется, что зарубежный способ является более избирательным.

Далее, нужно переходить на повышение толщины утеплителя и использование более эффективных утеплителей.

Повышение энергоэффективности вновь строящихся зданий

Специалисты НП «АВОК» приняли участие в проектировании двух экспериментальных жилых зданий, предполагаемых для строительства в микрорайоне Северное Измайлово в Москве [3]. В одном из рассматриваемых зданий была механическая приточно-вытяжная централизованная система вентиляции, а в другом – поквартирная

механическая приточно-вытяжная система вентиляции.

Были использованы следующие технические решения:

- Утилизация теплоты удаляемого вытяжного воздуха для нагрева наружного приточного воздуха.
- Автоматическое регулирование подачи теплоты в систему отопления в зависимости от изменения наружной температуры.
- Поквартирные горизонтальные системы отопления, оборудованные теплосчетчиком для измерения теплоты, потребляемой каждой квартирой.
- Оснащение каждого отопительного прибора термостатическим клапаном с возможностью настройки для удовлетворения индивидуальных потребностей жителей и сокращения теплотребления из системы отопления при поступлении солнечной радиации.
- Использование более высоких значений приведенного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций (табл. 1).

В результате применения вышеперечисленных технических решений удалось снизить удельный расход энергии на отопление и вентиляцию до 25,2 кВт·ч/м² за отопительный период. Экономия составила 73%, в то время как в 2020 году требуется достичь 40% экономии.

Это позволяет отнести за проектированные дома к зданиям Nearly zero energy building, т.е. к зданиям с близким к нулевому теплотреблению. Что это означает? Дело в том, что, пытаясь построить здание с нулевым теплотреблением,

Неизменная верность качеству



Ганс Östberg создал первый в мире канальный центробежный вентилятор, в последствии получивший наименование СК. Это явилось настоящим событием в мире вентиляции и до сих пор СК является инженерной концепцией, признанной по всему миру.

«Östberg» - это не просто имя производителя, это характеристика, говорящая о прекрасных свойствах вентиляционной техники. Каждый вентилятор этой компании можно без преувеличения назвать изобретением. У каждой модели есть своя история, свое лицо, свое назначение.

Да, они разные, но есть то, что всех их объединяет между собой. Все они идеально отлажены, эффективны, надежны и долговечны.

Приобретая «Östberg», приобретаешь уверенность.



Москва, улица Тимирязевская, 1, строение 4.

Тел.: (495) 981 1515, (499) 755 1515.

Факс: (495) 981 0117.

Санкт-Петербург, улица Разъезжая, 12, офис 43.

Тел.: (812) 441 3530. Факс: (812) 441 3535.

www.ARKTIKA.ru

Таблица 1
Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций

Конструкция	Приведенное сопротивление теплопередаче, м ² ·°С/Вт
Стена	4,0
Перекрытие	5,2
Покрытие	6,0
Окно	1,0

европейцы пришли к выводу, что эта задача вряд ли может быть решена быстро, поэтому было решено строить здания с близким к нулевому теплотреблением, причем каждая страна сама определяет, что является зданием с теплотреблением, близким к нулевому [4]. Результаты проектирования показали, что для России рассмотренные здания оказались зданиями с теплотреблением, близким к нулевому.

Повышение энергоэффективности зданий при капитальном ремонте

Что касается капитального ремонта, то имеется хороший пример выполнения таких работ с модернизацией жилых зданий, осуществленный в Москве [5]. Технико-экономическую оценку эффективности энергосберегающих мероприятий, выполненных в ходе капитального ремонта, провело НП «АВОК» по заданию Департамента капитального ремонта

Москвы. Помимо замены кровли, изношенных трубопроводов инженерных систем, замены при необходимости электропроводки и устранения дефектов наружных стен комплексный капитальный ремонт с модернизацией включает следующие энергосберегающие мероприятия:

- утепление наружных ограждающих конструкций зданий;
- утепление совмещенных кровель или чердачных перекрытий;
- замену оконных и балконных блоков на энергоэффективные, менее воздухопроницаемые;
- остекление лоджий и балконов;
- внедрение автоматизированных узлов управления теплотреблением зданий на отопление;
- индивидуальное регулирование теплоотдачи каждого отопительного прибора с помощью термостатов;
- установку автоматических балансировочных клапанов на стояках и ветках системы отопления.

Экономия тепловой энергии при внедрении энергосберегающих мероприятий достигает по домам типовых серий в среднем 59 % (табл. 2), в том числе:

- 25 % – за счет повышения теплозащиты наружных стен и чердачных перекрытий на холодных чердаках;
- 10 % – за счет повышения теплозащиты окон;
- 6 % – за счет сокращения избыточного воздухообмена в квартирах;
- 18 % – за счет устройства автоматизированного узла управления системой отопления

Таблица 2
Удельное теплотребление здания за отопительный период до и после капитального ремонта и экономия энергии

Здание, экономия энергии	Удельное теплотребление здания за отопительный период по строительным сериям, кВт·ч/м ²			
	II-18-01/12 (площадь 3 618 м ²)	II-49-04/9 (площадь 7 160 м ²)	ПЗ/16 (площадь 16 275 м ²)	П44/16 (площадь 10 506 м ²)
Здание до капитального ремонта	227	199	198	229
Здание после капитального ремонта	87	80	85	100
Экономия энергии за счет внедрения энергосберегающих мероприятий при капитальном ремонте, %	62	60	57	56

и установки термостатов на отопительных приборах.

Кроме того, обеспечивается повышение комфорта для проживающих за счет возможности индивидуального регулирования температуры воздуха в квартирах.

Выводы

Рассмотренные в представленной статье мероприятия по снижению удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию являются одним из примеров достижения установленных показателей экономии энергии. Принципиально для обоснованного выбора мероприятий, обеспечивающих Постановление № 18, необходимо для каждого конкретного случая, в зависимости от климатических, технологических, экономических и ресурсных условий, провести масштабное моделирование теплового баланса зданий, экономические расчеты, экспериментальное проектирование, натурные исследования и разработать систему нормативно-методических документов.

Литература

1. Постановление Правительства РФ от 25 января 2011 года № 18 «Об утверждении Правил установления требований энергетической эффективности для зданий, строений и сооружений и требований к правилам определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов».
2. Указ Президента России № 889 от 4 июня 2008 года «О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики».
3. Постановление Правительства Москвы от 5 октября 2010 года № 900-ПП «О повышении энергетической эффективности жилых, социальных и общественно-деловых зданий в городе Москве».
4. Ливчак В. И. Многоквартирные дома с близким к нулевому теплотреблением на отопление и вентиляцию // АВОК. – 2013. – № 5.
5. Бродач М. М., Ливчак В. И. Здание с близким к нулевому энергетическим балансом // АВОК. – 2011. – № 5.
6. Табунщиков Ю. А., Ливчак В. И., Гагарин В. Г., Шилкин Н. В. Пути повышения энергоэффективности эксплуатируемых зданий // АВОК. – 2009. – № 5. ■

ZUBADAN

ТЕПЛОВЫЕ НАСОСЫ



ZUBADAN ИННОВАЦИИ В ЭФФЕКТИВНОСТИ

Реклама

«ВОЗДУХ-ВОДА»

Тепловые насосы для отопления, горячего водоснабжения и кондиционирования.

- > Организация системы «теплый пол»;
- > Интеграция в систему «умный дом»;
- > Дистанционное управление функцией «дежурный обогрев» — поддержание температуры в помещении +10°C;
- > Отсутствие капитальных затрат на коммуникации и теплотрассы;
- > Высокая энергоэффективность — 1кВт затраченной электроэнергии дают от 3 до 5 кВт тепла.

www.zubadan.ru

 **MITSUBISHI
ELECTRIC**
Changes for the Better