

# ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ КРИЗИС – *43 года спустя*



*Ю. А. Табунщиков, профессор, член-корреспондент РААСН, президент НП «АВОК»*

Энергетические кризисы периодически потрясают мир. Последний энергетический кризис разразился в конце 1974 года, но его влияние на технический прогресс сегодня ощущается сильнее, чем 43 года назад. Первое проявление энергетического кризиса связано с резким увеличением цен на энергоносители. Но это не причина, а следствие возникшей разницы между потребляемыми энергоресурсами и их производством. По данным МИРЭК, среднестатистическая структура потребления энергии составляет: промышленностью – 35%, транспортом – 30%, теплоснабжением зданий – 35%. Ежегодная потребность в дополнительных энергоресурсах для развития промышленности, транспорта и теплоснабжения оценивается в 3,5%. Однако энергодобывающая промышленность при уровне ее развития, соответствующем 1974 году, могла обеспечить дополнительно только 2,8%. Таким образом, дефицит энергоресурсов составляет 0,7%. Этот дефицит и явился причиной, которая получила название «энергетический кризис».

**В**ыходом из энергетического кризиса является снижение потребления энергии либо в промышленности, либо на транспорте, либо в теплоснабжении зданий. Специалисты МИРЭК, проанализировав состояние дел в промышленности, на транспорте и в теплоснабжении, пришли к выводу, что ни в промышленности, ни на транспорте невозможно достичь серьезных результатов в части уменьшения потребности в дополнительных энергоресурсах, но, что касается тепло-, энергоснабжения зданий, оказывается, по заключению специалистов МИРЭК, «что современные здания обладают огромными резервами повышения их тепловой эффективности, но исследователи недостаточно изучили особенности формирования теплового режима, а проектировщики не умеют оптимизировать потоки тепла и массы в ограждениях и зданиях». Поэтому весь удар энергетического кризиса оказался направленным на строительство.

Это был вызов для архитекторов и инженеров в области отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха и строительной теплофизики, и они приняли этот вызов (От энергоэффективных к жизнеудерживающим зданиям // АВОК. – 2003. – № 3).

Более 90% зданий после 1974 года были построены в соответствии с новыми законодательными и нормативными требованиями, направленными на снижение потребления топливно-энергетических ресурсов. Остальные 10% инициативного строительства – это здания энергоэффективные, здания высоких технологий, здания зеленого строительства, пассивные здания, умные здания и т.д., демонстрирующие талант и искусство архитекторов и инженеров.

В связи с тем что более 90% строительства зданий осуществлено в соответствии с новыми нормативными документами, представляет интерес рассмотрение динамики изменения нормативных требований, и прежде всего в отечественных нормативных документах.

Таблица, приведенная ниже, иллюстрирует изменения нормативных теплотехнических требований и требований к инженерным решениям для многоэтажных жилых зданий, произошедшие за 43 года после энергетического кризиса конца 1974 года.

Теплотехнические требования, приведенные в таблице, относятся к климатическим условиям, близким к московским климатическим условиям, с расчетной температурой наружного воздуха –25 °С и длительностью градусо-суток отопительного периода около 5000 град.сут.

Прежде чем делать выводы по анализу показателей, приведенных в таблице, отметим следующее обстоятельство: первым отечественным нормативным документом, разработанным после 1974 года, содержащим специальную систему нормативных требований с целью экономии топливно-энергетических ресурсов (собственно, это и было целью Постановления Госстроя СССР), был СНиП II-3-79 «Строительная теплотехника. Нормы проектирования» (без звездочки) – ответственный исполнитель Ю. А. Табунщиков.

Теперь сделаем некоторые выводы на основе анализа показателей, приведенных в таблице.

1. Требования к наружным ограждающим конструкциям и инженерным решениям, разрабатываемые с целью экономии топливно-энергетических ресурсов, существенно выросли по сравнению с 1971 и 1979 годами, но все еще остаются ниже аналогичных требований развитых стран (Последовательность в исполнении требований повышения энергоэффективности многоквартирных домов // Энергосбережение. – 2010. – № 6).

Требования к теплозащите наружных стен выросли по сравнению с требованиями СНиП II-A.7-71 в 3,8 раза.

2. Широкое применение в современном строительстве многоэтажных жилых зданий получили устройства регулирования теплопотребления зданий и теплоотдачи отопительных приборов.

3. Разработаны и реализованы достаточно широко поквартирные одно- и двухтрубные системы отопления, обладающие рядом значительных преимуществ по сравнению с традиционными вертикальными одно- и двухтрубными системами (Поквартирные системы отопления // АВОК. – 2011. – № 2; Опыт проектирования и эксплуатации поквартирных систем отопления высотных жилых зданий // АВОК. – 2005. – № 6).

4. Большим шагом в повышении эффективности работы систем естественной вентиляции многоэтажных жилых зданий явились устройство теплых чердаков с индивидуальными вытяжными вентиляторами и, наконец, экспериментальные дома с системами гибридной вентиляции (Проект естественно-механической вентиляции жилого дома в Москве // АВОК. – 2003. – № 3; Системы естественно-механической вентиляции в жилых зданиях с теплыми чердаками // АВОК. – 2006. – № 7).

5. Допустимое значение воздухопроницаемости окон уменьшено более чем в 2 раза, что привело к такой же величине дефицита необходимого воздухообмена. Во-первых, это открыло огромный

Наименование мероприятия или технического решения	1971 г.	1979–1980 гг.	2017 г.
		СНиП II-A.7–71 «Строительная теплотехника». СНиП II-33–75 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха»	СНиП II-3–79 «Строительная теплотехника». СНиП II-33–75 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха»
Требуемое сопротивление теплопередаче наружных стен, м <sup>2</sup> ·°C/Вт	0,82	1,75	3,15
Требуемое сопротивление теплопередаче окон, м <sup>2</sup> ·°C/Вт	0,34	0,4	0,53
Допустимое значение воздухопроницаемости окон, кг/(м <sup>2</sup> ·ч)	13	10	6
Устройство регулирования теплопотребления здания	Элеваторный узел	Элеваторный узел	Автоматизированный индивидуальный тепловой пункт (АИТП)
Устройство регулирования теплопередачи отопительного прибора	Ручное регулирование запорным краном	Ручное регулирование запорным краном	Автоматическое регулирование термостатом
Система отопления	Вертикальная однотрубная, двухтрубная	Вертикальная однотрубная, двухтрубная	Горизонтальная, поквартирная вертикальная однотрубная, двухтрубная
Система вентиляции	Естественная	Естественная, с «теплым чердаком»	Естественная, с «теплым чердаком» и индивидуальными вытяжными вентиляторами на верхних этажах
Учет потребления энергетических ресурсов на отопление и вентиляцию	Нет	Нет	Общедомовой прибор учета теплоты, квартирный прибор учета или индивидуальный на отопительном приборе
Энергоэффективные демонстрационные многоэтажные жилые здания	Нет	Нет	2

Примечание.

1. Согласно СНиП II-A.7–71 минимальное требуемое сопротивление теплопередаче стен определяется по формуле:

$$R_{0}^{тп} = \frac{n(t_{в} - t_{н})}{\Delta t \cdot \alpha_{в}} = 1 \cdot (18 + 25) / (6 \cdot 8,7) = 0,82 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт} \quad (0,95 - \text{было в пересчете на ккал/ч: } 0,82 \times 1,163 = 0,95 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} \cdot \text{ч} / \text{ккал}).$$

2. Сопротивление теплопередаче наружных ограждающих конструкций 1,75 м<sup>2</sup>·°C/Вт приведено с учетом Постановления Госгражданстроя № ГФ-4–2832 от 13.10.80.

3. Согласно таблице 1.6\* СНиП II-3–79\* требуемое сопротивление теплопередаче наружных стен следует принимать в зависимости от градусо-суток отопительного периода, для жилых зданий и ГСОП = 5000 °C·сут.  $R_{0}^{тп} = (2,8 + 3,5) / 2 = 3,15 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$ .

4. Согласно этой же таблице требуемое сопротивление теплопередаче окон и балконных дверей должно быть при ГСОП = 5000 °C·сут.  $R_{0}^{тп} = (0,45 + 0,6) / 2 = 0,53 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$ .

5. Согласно таблице 12\* СНиП II-3–79\* нормативную воздухопроницаемость окон и балконных дверей в деревянных переплетах жилых, общественных и бытовых зданий и помещений следует принимать 6 кг/(м<sup>2</sup>·ч).

6. Согласно п. 3.12\* СНиП 2.04.05–91\* изд. 1997 г. «Отопление...» систему теплоснабжения здания следует проектировать с автоматическим регулированием теплового потока при расчетном расходе теплоты зданием 50 кВт и более.

7. Согласно СП 60.13330.2016 «Отопление...» наряду с горизонтальной поквартирной системой отопления сохраняется применение вертикальных однотрубной и двухтрубной систем отопления в жилых зданиях.

рынок окон с высокой герметичностью и не всегда оборудованных приточными воздухопускными клапанами или устройствами щелевого проветривания (Децентрализованные приточные устройства без подогрева наружного воздуха в квартирах

зданий // АВОК. – 2001. – № 1); во-вторых, снизило качество внутреннего микроклимата, приведшее к появлению зданий с показателями «синдрома больного здания» (Экологическая безопасность жилища // АВОК. – 2007. – № 4).

б. В связи с существенным ростом теплозащиты ограждающих конструкций изменилось соотношение между теплопотерями через ограждающие конструкции и расход тепла за счет вентиляционного воздухообмена: до выхода «в свет» СНиП II-3-79\* «Строительная теплотехника» издания 1995 года это соотношение было примерно 70/30 (70 % – теплопотери через ограждения, 30 % – теплопотери на нагрев наружного приточного воздуха, в объеме на 30 % превышающий нормативный воздухообмен). После увеличения сопротивления теплопередаче стен, например, до  $3,15 \text{ м}^2 \cdot \text{С}/\text{Вт}$  и окон до  $0,55 \text{ м}^2 \cdot \text{С}/\text{Вт}$  – это соотношение составило 50/50 с учетом нагрева наружного приточного воздуха в объеме нормативного воздухообмена (Еще один довод в пользу повышения теплозащиты зданий // Энергосбережение. – 2012. – № 6). Отсюда имеют место два следствия.

1. Дальнейший поиск резервов снижения затрат топливно-энергетических ресурсов должен быть связан в первую очередь с системами вентиляции.

2. Применение механической системы вентиляции с утилизацией теплоты удаляемого вентиляционного воздуха не только снижает до 3 раз расход тепла на подогрев приточного воздуха, но также обеспечивает нормативную величину воздухообмена и качество воздуха (Инженерные системы энергоэффективного жилого дома // АВОК. – 2003. – № 8).

Современные нормативные и законодательные документы хотя и «застенчиво», но все-таки ориентируют проектировщиков на применение механической системы вентиляции для многоэтажных жилых зданий. Например, Федеральный закон № 384-ФЗ, ст. 20 «Требования к обеспечению качества воздуха», п. 1: «В проектной документации зданий и сооружений должно быть предусмотрено оборудование зданий и сооружений системой вентиляции».

Если не считать форточку элементом оборудования системы вентиляции, то, конечно, здесь может быть только механическая вентиляция.

СП 60.13330.2016 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха», раздел 7 «Вентиляция, кондиционирование воздуха и воздушное отопление», п. 7.1.3: «Вентиляцию с механическим побуждением следует предусматривать, если параметры микроклимата и качество воздуха не обеспечиваются вентиляцией с естественным побуждением в течение года» (курсив наш. – Прим. ред.).

Изложенное в статье касается главным образом изменений в нормативных документах по теплозащите и отоплению зданий. В реальных условиях наблюдается строительство зданий с более высокой теплозащитой, широким спектром энергосберегающих отопительных приборов, с высокой степенью автоматизации теплопотребления и вентиляции зданий и даже с использованием нетрадиционной энергетики. Но все перечисленное выше не является типичным, широко применяемым в масштабе страны и может быть отнесено к инициативному строительству. Было бы интересно посвятить ряд статей изменениям, произошедшим за 43 года в государственной и региональной политике (Москва здесь замечательный пример), ограждающим конструкциям (особенно заполнениям световых проемов, сопротивлением теплопередаче близким к  $1 \text{ м}^2 \cdot \text{С}/\text{Вт}$  и более), энергоэффективным системам отопления и вентиляции с использованием утилизации теплоты удаляемого воздуха, автоматизации теплопотребления, в том числе с учетом прерывистых режимов подачи тепла, использованию нетрадиционной энергетики (здесь особенно тепловых насосов) и другим энергосберегающим решениям. Также хотелось бы услышать мнение специалистов по поводу упрека МИРЭК, что проектировщики «не умеют оптимизировать потоки тепла и массы в ограждениях и зданиях». Но это уже темы других статей.

## Литература

1. Табунщиков Ю. А., Бродач М. М., Шилкин Н. В. Энергоэффективные здания. М.: АВОК-ПРЕСС, 2015.
2. Табунщиков Ю. А. Микроклимат и энергосбережение: пора понять приоритеты // АВОК. – 2008. – № 5.
3. Наумов А. Л., Табунщиков Ю. А., Милованов А. Ю. Концепция и технические решения многоэтажных жилых зданий с низким энергопотреблением // АВОК. – 2013. – № 4.
4. Табунщиков Ю. А., Бродач М. М. Научные основы проектирования энергоэффективных зданий // АВОК. – 1998. – № 1.
5. Ливчак В. И. Нормативно-правовое обеспечение повышения энергетической эффективности строящихся зданий // Энергосбережение. – 2012. – № 8. ■

*Автор выражает признательность В. И. Ливчаку за полезные критические замечания и доброжелательное обсуждение статьи.*