

# К ОБОСНОВАНИЮ ПОВЫШЕНИЯ ТЕПЛОЗАЩИТЫ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ

Призывы к повышению уровня теплозащиты зданий с целью экономии энергетических ресурсов раздаются с конца 1960-х годов и носят в основном декларативный характер. Преобладают эмоциональные доводы типа «хватит топить улицу». Приводятся случайные данные из зарубежных источников без

анализа правомерности их сопоставления с аналогичными российскими данными. Например, на какие источники опирается расхожее мнение, что в нашей стране на отопление зданий приходится до 40% потребляемых энергоресурсов? В статистических ежегодниках эти данные отсутствуют.

Традиция нормирования строительной деятельности существует в России с 1811 г., когда императором было подписано первое «Урочное положение». С тех пор сохранялась преемственность требований к техническим решениям конструкций зданий. Строительные нормы учитывали вековой народный опыт строительства и достижения строительной науки. Требования к теплозащите зданий постепенно совершенствовались и повышались с учетом возможностей практического строительства и экономической ситуации в стране. В 1939 г. были введены нормы на удельные теплотехники здания, по-видимому, впервые в мире. В СНиП II-3-79 «Строительная теплотехника» было введено нормирование приведенного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций, что означало практический учет и ограничение теплотерь через теплопроводные включения конструкций.

Ситуация стала другой в 1995 г., когда вступили в силу Изменения №3 СНиП II-3-79\*, согласно которым резко повысились требуемые значения приведенного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций. Для стен эта величина с 2000 г. была повышена более чем в три раза по сравнению с существовавшей ранее. Это беспрецедентное в инженерной практике решение не было обеспечено проектными решениями ограждающих конструкций с таким уровнем теплозащиты. В результате произошла перестройка строительной отрасли с потерей многих предприятий. Снизился объем строительства, в том числе жилищного. Снизилось и качество строительства. Никаких статистических данных о полученной в стране экономии энергии на отопление зданий неизвестно. Не проведен анализ результатов этого гигантского эксперимента над базовой отраслью страны.

В процессе перестройки строительной отрасли были разработаны, внедрены и в настоящее время постепенно улучшаются новые виды стеновых ограждающих конструкций. Они еще не совершенны и требуют дальнейшей доработки. Большинство из них с трудом удовлетворяет требованиям современных СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий». Расчетные значения приведенного сопротивления теплопередаче стен составляют 2 – 3 (кв. м · °С)/Вт, что несколько ниже требуемого значения с 2000 г., но позволяют получить нормируемые значения удельного расхода тепловой энергии на отопление здания. Прделана огромная работа для достижения такого результата.

Все эти годы и сейчас не перестают раздаваться те же призывы к дальнейшему повышению требований к теплозащите зданий. Люди, их высказывающие, далеки от проблем ограждающих конструкций. Они не анализируют последствия, к которым может привести реализация их «идей». Аргументируются подобные устремления, как и 40 лет назад, необходимостью энергосбережения. Аргументы в пользу энергосбережения являются макроэкономическими и могут быть сведены к следующему:

- большое потребление энергии в России по сравнению со странами западной Европы и Америки;

- высокая энергоемкость ВВП в России по сравнению с другими развитыми странами;

- необходимость снижения эмиссии в атмосферу двуокиси углерода, образующейся при сжигании углеводородного топлива (проблема соблюдения Киотского протокола.);

- получение значимого экономического эффекта при энергосберегающих мероприятиях;

- ограниченность запасов углеводородных энергоресурсов.

В данной статье кратко обсуждаются указанные аргументы применительно к проблеме повышения теплозащиты зданий.

## 1. О большом потреблении энергии в России по сравнению со странами Северной Европы и Америки.

Следует отметить, что Россия является одной из самых холодных стран мира. Около 2/3 ее территории относятся к зоне вечной мерзлоты. Почти все города с населением свыше миллиона расположены на территории, характеризующейся значением ГСОП не ниже 4 500 °С сут./год. Эти условия не сопоставимы ни с одной страной в мире, кроме Монголии. Приравнивать эти климатические условия к странам Северной Европы некорректно. Естественно ожидать, что при одинаковом уровне жизни среднее душевое потребление энергии в России оказалось бы выше, чем в других странах.

Однако у нас в стране средний уровень жизни ниже, чем в развитых странах Северной Европы и Америки, а среднедушевое энергопотребление в России меньше, чем, например, в Швеции, Норвегии, Канаде и в ряде других стран. Чтобы достигнуть столь же высокого уровня жизни, необходимо увеличивать энергопотребление. В. В. Клименко исследовал зависимость среднедушевого потребления энергии от среднегодовой температуры и эффективной территории для стран с постиндустриальным уровнем развития и получил вывод: чем ниже среднегодовая температура, тем выше потребление энергии. Согласно работам В. В. Клименко [1], среднедушевое потребление энергии в России для достижения постиндустриального уровня развития должно достигать 18 тонн условного топлива на человека в год (т у. т./чел. год) и быть никак не меньше 12 т у. т./чел. год). Среднедушевое потребление энергии в России в последние годы составляло 6 т у. т./чел. год), в советское время было 8 – 9. Для сравнения: в США среднедушевое потребление энергии составляет 11 – 12, в Канаде — около 14, в Норвегии — около 9 т у. т./чел. год). Таким образом, потребление энергии в России составляет около 35% от оптимального (относительное энергопотребление). Производительность труда в производящих отраслях народного хозяйства страны примерно пропорциональна относительному энергопотреблению, чем и объясняется наше некоторое экономическое отставание от других развитых стран. Для выхода на постиндустриальный уровень развития необходимо развивать производство и повышать энергопотребление. При этом необходимо увеличивать производ-

ство энергии. К сожалению, никаким энергосбережением такое положение не исправить.

## 2. Об энергоёмкости ВВП.

Действительно, энергоёмкость ВВП в России довольно высокая. Так, расчет по данным, представленным на научной сессии общего собрания РАН «Энергетика России: проблемы и перспективы» 20–21 декабря 2005 г. [2], дает величину энергоёмкости ВВП в России около 1,3 кг у. т./долл., в то время как в Швейцарии — 0,13, Швеции — 0,25, США — 0,34, Канаде — 0,44. В то же время энергоёмкость ВВП в России в советское время по этому же источнику составляла 0,48 кг у. т./долл., что близко к значению этой характеристики в Канаде и некоторых других странах (в зависимости от используемого источника информации могут получаться различные значения указанной характеристики, поэтому важно соотношение между ними в одном источнике). Следует отметить некорректность использования данной характеристики для анализа энергопотребления, которая обусловлена:

- неучетом паритета покупательной способности доллара в разных странах;
- неучетом структуры ВВП;
- неучетом природно-климатических особенностей стран.

Так, доля услуг в структуре ВВП США составляла (и составляет) около 75%, в то время как в СССР — 33%. Соответственно, более корректно рассчитывать энергоёмкость производственной части ВВП. А она (энергоёмкость) в СССР была ниже, чем в США, т. е. по этому показателю СССР опережал США и ряд других стран.

Вообще ВВП нельзя признать адекватным показателем развития страны. Энергоёмкость ВВП больше зависит от величины ВВП, чем от потребления энергии. ВВП может существенно измениться в течение нескольких лет (например, до 2008 г. ВВП в России рос примерно на 7% в год за счет роста непроизводственной части), в то время как потребление энергии изменяется очень медленно. Поэтому энергосбережение весьма незначительно скажется на энергоёмкости ВВП, и этот аргумент в пользу энергосбережения является абсолютно необудительным.

## 3. О снижении эмиссии CO<sub>2</sub> и Киотском протоколе.

Этому вопросу посвящено огромное количество специальной литературы. Подавляющее большинство специалистов-климатологов, энергетиков и т. п. считают меры, предусмотренные Киотским протоколом, бессмысленными с точки зрения предотвращения глобального изменения климата. Достаточно привести два факта.

Факт первый: 18 тысяч американских ученых подписали петицию, в которой был подвергнут критике Киотский протокол. В результате США вышли из Киотского протокола, хотя и являлись его инициатором [3].

Факт второй: в Москве с 29 сентября по 3 октября 2003 г. проходила всемирная конференция по изменению климата. Президент страны В. В. Путин в своем приветственном слове участникам конференции подчеркнул, что Россия будет решать вопрос о присоединении к Киотскому протоколу только с позиций ее национальных интересов. По поручению Президента РФ В. В. Путина от 16.03.2004 №Пр-432 президент РАН Ю. С. Осипов организовал специальный совет-семинар для всестороннего изучения проблемы и выработки решения по ратификации Киотского протокола. В работе совета-семинара участвовали представители многих институтов РАН (26 ведущих ученых: климатологов, геофизиков, экономистов, юристов и др.). В результате президент РАН Ю. С. Осипов направил Президенту России В. В. Путину письмо «О позиции РАН по проблеме Киотского протокола», в котором отметил, что Киотский протокол не имеет научного обоснования, неэффективен для достижения заявленной цели, ограничивает экономическое развитие России [4]. Несмотря на однозначно отрицательную позицию ученых РАН, Киотский протокол был ратифицирован.

Против подписания Киотского протокола выступили и политики. Наиболее известное выступление принадлежит советнику

Президента РФ А. Н. Илларионову [5]. Депутат ГД Н. А. Нарочницкая в своей речи в ГД отметила, что Киотский протокол «является не экологическим документом, а глобальным коммерческим договором, открывающим путь к мировому контролю за мировыми ресурсами, прежде всего, ресурсами России».

Таким образом, вопросы, связанные с ограничением эмиссии CO<sub>2</sub>, и сам Киотский протокол являются чисто политическими и не могут служить основанием для принятия технических решений. Обосновывать энергосберегающие мероприятия необходимостью сокращения эмиссии CO<sub>2</sub> не имеет смысла. Отметим, что в связи с состоявшейся ратификацией этого протокола инженеры должны разбираться в этой тематике, уметь оценивать эмиссию CO<sub>2</sub>, ее сокращение при снижении энергопотребления благодаря конкретным мероприятиям и т. д.

## 4. Об экономической эффективности повышения теплозащиты ограждающих конструкций зданий.

Экономическое обоснование при принятии решения об энергосберегающем мероприятии, в частности, о повышении теплозащиты ограждающих конструкций зданий, в условиях рыночной экономики является обязательным. Одно из основных отличий рыночной экономики западного образца, которая фактически создана в России, заключается в наличии процентной ставки за банковский кредит. Поэтому все экономические расчеты должны учитывать данное обстоятельство. Основным критерием приемлемости технического решения с экономической точки зрения является необходимое условие окупаемости, которое в общем виде выражается следующим неравенством:

$$\Delta K \cdot p < \Delta \mathcal{E}, \quad (1)$$

где:  $\Delta K$  — единовременные затраты на техническое решение (руб./ед. изделия);  $p$  — годовая ставка за банковский кредит (доли ед./год);  $\Delta \mathcal{E}$  — годовая прибыль, получаемая от реализации технического решения (руб./ед. изделия · год).

Смысл неравенства (1) заключается в том, что, если на реализацию технического решения потребовался банковский кредит (единовременные затраты,  $\Delta K$ ), то ежегодная прибыль ( $\mathcal{E}$ ) должна превосходить ежегодные платежи банку ( $\Delta K \cdot p$ ). Если неравенство (1) не выполняется, то реализация технического решения при постоянных во времени значениях  $\Delta \mathcal{E}$  и  $p$  никогда не окупится. Для оценочных расчетов это неравенство вполне пригодно.

Если под техническим решением понимать дополнительное повышение теплозащиты ограждающей конструкции, то в качестве ед. изделия принимается 1 кв. м ограждающей конструкции, а неравенство принимает вид:

$$\Delta K \cdot p < 0,024 \cdot GCOП \cdot (-\Delta k) \cdot C_T, \quad (2)$$

где:  $\Delta K$  — единовременные затраты на снижение коэффициента теплопередачи ограждения (руб./кв. м);  $\Delta k$  — снижение коэффициента теплопередачи при дополнительном утеплении ограждения (Вт/(кв. м · °С)); эта величина является отрицательной);  $GCOП$  — градусо-сутки отопительного периода (°С · сут./год);  $C_T$  — цена тепловой энергии (руб./кВт · ч); 0,024 — размерный коэффициент (кВт · ч/(Вт · сут.)).

В отечественном строительстве нормируемой величиной теплозащиты ограждающей конструкции является приведенное сопротивление теплопередаче. Коэффициент теплопередачи конструкции определяется через приведенное сопротивление теплопередаче по формуле:

$$k = 1/R_{np}. \quad (3)$$

Для климатических условий Москвы и Санкт-Петербурга значения  $GCOП$  приблизительно равны 5000 °С · сут./год. Цена тепловой энергии не превышает 1 руб./кВт · ч. Современное значение годовой ставки за банковский кредит составляет около 20% ( $p = 0,2$  доли ед./год). Следовательно, неравенство (2) принимает вид:

$$\Delta K < 600 \cdot (-\Delta k). \quad (4)$$

Неравенства (2) или (4) позволяют сравнивать варианты повышения теплозащиты ограждающих конструкций. Если, например, проводится сравнение вариантов повышения сопротивления теплопередаче светопрозрачного ограждения до 0,54 и 0,80 (кв. м · °С)/Вт, то разница коэффициентов теплопередачи этих вариантов составляет:

$$\Delta k = \frac{1}{0,80} - \frac{1}{0,54} = -0,60 \text{ Вт/(кв. м} \cdot \text{°С)}.$$

Из неравенства (4) следует, что предельное значение разницы единовременных затрат по двум вариантам должно составлять:  $\Delta K = 600 \cdot 0,60 = 360$  руб./кв. м. Если единовременные затраты на реализацию второго варианта превосходят единовременные затраты на реализацию первого варианта конструкции более чем на 360 руб./кв. м, то экономически предпочтительным является первый вариант.

Неравенство (4) с учетом формулы (3) показывает экономическую нецелесообразность повышения приведенного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций свыше достигнутых значений около  $2 \div 3$  (кв. м · °С)/Вт. Например, в настоящее время в Беларуси принято решение о повышении требуемого сопротивления теплопередаче торцевых стен до 6 (кв. м · °С)/Вт. Если такое же решение будет принято в Петербурге, то снижение величины  $k$  составит:  $\Delta k = -0,33 \div -0,17$  Вт/(кв. м · °С), а дополнительные единовременные вложения ограничатся значением:  $\Delta K = 200 \div 100$  руб/кв. м.

Не рассматривая технические вопросы устройства такого утепления, можно отметить, что цена только качественного минераловатного утеплителя, дополнительно требующегося для повышения сопротивления теплопередаче, составляет не менее 300 руб./кв. м, что значительно превосходит полученные величины  $\Delta K$ . С учетом стоимости работы, крепления утеплителя и других составляющих повышения теплозащиты стен до указанной величины можно смело заявить, что данное мероприятие не окупится. Этот пример показывает экономическую абсурдность призывов к повышению нормативного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций.

Методами экономического анализа, основанными на использовании условий окупаемости, можно сравнивать различные варианты утепления ограждений здания, определять необходимую цену теплоизоляционных материалов, рассчитывать чистый дисконтированный доход от утепления конструкций и т. д. Можно также сравнивать экономические условия повышения теплозащиты зданий в различных странах и в различные периоды [6, 7]. В [7] также описано, почему повышение теплозащиты в западных странах экономически оправдано, а в России — не всегда. Следует отметить, что в большинстве случаев анализ показывает: повышать теплозащиту ограждающих конструкций зданий выше уровня, установленного многолетней практикой, оказывается экономически не целесообразным.

### 5. Об ограниченности углеводородных энергоресурсов.

Действительно, запасы невозобновляемых источников энергии ограничены. Но энергосбережение проблему ограниченности энергоресурсов не решит в принципе. Вместе с тем, по данным академика А. Э. Конторовича, следует, что «анализ и прогноз развития российской и международной системы энергообеспечения указывают на дальнейшее увеличение в ближайшие десятилетия мирового потребления энергетических ресурсов, прежде всего углеводородов». А согласно докладу академика Н. П. Лаврова на упомянутой научной сессии общего собрания РАН [2], теоретически запасов нефти и газа в России хватит лет на сто, а практически нефтегазодобывающую отрасль страны уже к 2013 г. ожидает серьезный кризис. Этот кризис обусловлен, прежде всего, сокращением текущих разведанных запасов нефти и газа и ухудшением их структуры. Для преодоления кризиса требуется

резкое увеличение геологоразведочных работ до уровня советского периода и внедрение новых методов добычи и переработки. По данным А. Э. Конторовича, до 2020 г. только «общие вложения в геолого-разведочные работы должны составить почти 50 млрд долл.». Реализация огромного объема работ, которые предстоит выполнить для сохранения уровня производства топливно-энергетических ресурсов при существующих в стране методах организации производства, вызывает сомнения. Поскольку Россия фактически превращена в сырьевой придаток других стран, т. е. живет за счет экспорта углеводородного сырья, то при кризисе добывающей отрасли последует сокращение потребления в стране при сохранении или увеличении экспорта углеводородного сырья. В такой ситуации при условии окупаемости соответствующих мероприятий энергосбережение, конечно, окажется актуальным.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Суммируя краткий анализ аргументов в пользу энергосбережения путем повышения теплозащиты зданий, следует отметить не состоятельность большинства из них. Единственным существенным аргументом в пользу энергосбережения служит перспектива дальнейшего сокращения потребления энергии в стране. Но эта перспектива проявилась в результате экономических «реформ» последних 18 лет, в ходе которых и проводились мероприятия по энергосбережению вообще и по повышению теплозащиты ограждающих конструкций в частности. Результатом этих реформ явилось сокращение энергопотребления до 25 % по сравнению с советским периодом за счет развала промышленного производства. В результате Россия стала единственной страной (кроме других республик СССР), где энергопотребление существенно упало. При этом потребление энергии на отопление зданий за этот период практически не уменьшилось.

Экономическую эффективность повышения теплозащиты ограждающих конструкций следует подтверждать конкретными расчетами, учитывающими экономическую ситуацию в стране. В последние 18 лет экономическая обстановка в стране не благоприятствовала повышению теплозащиты зданий в целях энергосбережения. Имела место высокая процентная ставка за банковские кредиты (ставка рефинансирования возросла до 150–200%). Все эти годы наблюдалась низкая платежеспособность населения, которая обуславливала низкую цену тепловой энергии. Дальнейшее падение производства не будет способствовать нормализации экономической обстановки в стране. Поэтому странно слышать призывы к дальнейшему повышению теплозащиты зданий практически с той же аргументацией, что и в начале 1990-х годов.

**В. Г. ГАГАРИН, д. т. н., профессор НИИСФ РААСН**

### Литература:

1. Клименко В. В. «Влияние климатических и географических условий на уровень потребления энергии». Доклады АН. Том 339, 1994 г., № 3, с. 319–322.
2. «Энергетика России: когда наступит завтра?» // «Наука и Жизнь», №3, 2006 г., с. 3–7.
3. Николаев С. «Киото: 10 лет спустя» // «Энергия: экономика, техника, экология», №5, 2008 г., с. 42–48.
4. «Возможности предотвращения изменения климата и его негативных последствий: проблема Киотского протокола». Материалы семинара при президенте РАН. — М., 2006 г.
5. Илларионов А. Н., Пивоварова Н. А. «Экономические последствия ратификации Российской Федерацией Киотского протокола» // «Вопросы экономики», №11, 2004 г., стр. 34–59.
6. Гагарин В. Г. «Об окупаемости затрат на повышение теплозащиты ограждающих конструкций зданий» // «Новости теплоснабжения», №1, 2002 г., стр. 3–12.
7. Гагарин В. Г. «Методы экономического анализа повышения уровня теплозащиты ограждающих конструкций зданий» // Журнал АВОК, 2009 г.: часть 1, №1, стр. 10–16; часть 2, №2, стр. 14–23; часть 3, №3, стр. 62–66.