



Энергетическая эффективность

Ежеквартальный бюллетень

ЦЭНЭФ

№ 5

октябрь-декабрь 1994

В ВЫПУСКЕ

НОВОСТИ ПОЛИТИКИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ	2
Новая концепция нормирования теплозащиты зданий	2
Проблемы энергетики Финляндии и роль российского фактора.....	5
Совместное выполнение обязательств по Конвенции ООН по глобальному климату: какие выгоды ОНО сулит России	7
 НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРОЕКТЫ	 9
Внедрение интегрированного планирования энергетических ресурсов в практику развития энергетики России	9
Первые результаты работ по энергоаудиту на Северном Кавказе	11
Проект внедрения экологически чистой технологии АО "Криокор"	12
Метод повышения экономичности сжигания природного газа и снижения выбросов оксидов азота в котлоагрегатах	15
 ПРЕДСТАВЛЯЕМ ПОТЕНЦИАЛЬНОГО ПАРТНЕРА	 17
С АО Атлантикрансгаз система к внедрению энергосберегающих технологий	17
 СТАТИСТИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ, ОБЗОРЫ	 19
Картина российской энергетики: потребление на фоне производства	19
Наши календарь	22

Новости политики энергетической эффективности

В этом разделе публикуются сообщения об официальных событиях на федеральном и региональном уровне, законах, нормативных документах, постановлениях, программах, а также их комментарии и разъяснения.

НОВАЯ КОНЦЕПЦИЯ НОРМИРОВАНИЯ ТЕПЛОЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ

Ю.Матросов, И.Бутовский, НИИСФ/ЦЭНЭФ, Россия
Д.Гольштейн, NRDС, США)

Существующие в России нормативы по теплоизоляции зданий ограничивают тепловой поток через отдельные части наружных ограждающих конструкций (непрозрачные участки стен, светопрозрачные конструкции и пр.) при расчетных температурах разделенных ими воздушных сред, т.е. при стационарных условиях теплопередачи и при определенных сочетаниях расчетных температур наружного и внутреннего воздуха. Так, например, для стен жилых зданий тепловой поток ограничен величиной $52 \text{ Вт}/\text{м}^2$, который получают произведением нормируемой разности температур внутренней поверхности ограждения и внутреннего воздуха dt на величину конвективного теплообмена α у внутренней поверхности.

При первоначальной разработке нормативного документа по теплоизоляции зданий (в 1937 г.) в качестве температуры внутренней поверхности приняли точку росы внутреннего воздуха, и разность температур dt установили с запасом примерно на $1/3$, учитывая невысокое качество строительства, и с тех пор эта величина оставалась неизменной. В 1971 г. впервые в нормативном документе было введено требование расчета экономически целесообразного сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции, рассчитываемое исходя из минимума приведенных затрат, состоящих из капитальных затрат на изготовление конструкций и эксплуатационных затрат за расчетный срок окупаемости.

Основной недостаток изложенных выше методов — поэлементное нормирование ограждающих конструкций, когда отдельные элементы здания рассматриваются без учета совокупности всех ограждающих конструкций. При этом, например, теплоизоляция глухого участка стены выбирается без учета окна и откосов проемов. Этот недостаток ограничивает точность расчетов.

Более серьезное ограничение при этом подходе заключается в невозможности рассматривать теплозащиту здания в целом. Теплотехническая эффективность здания в целом зависит от сочетания теплоизоляции, инфильтрации воздуха, а в некоторых случаях от массивности ограждений и теплопоступлений от солнечной радиации. Рассмотрение энергетической экономики здания в целом выходит за рамки возможностей поэлементного подхода.

Новая концепция нормирования теплозащиты

здання основана на рассмотрении здания как целостной энергетической системы. Этот подход предполагает нормирование энергопотребления здания в целом. Поскольку существует опасность достижения заданного энергопотребления за счет снижения комфортных условий, в концепции вводится дополнительное требование по условию комфорта.

Исходя из условий по ограничению энергопотребления здания и обеспечению адекватного теплового комфорта, при выборе уровня теплозащиты предлагается руководствоваться:

— системным нормированием здания как целостной энергетической системы с заданным нормируемым энергопотреблением. При этом метод расчета нормативов энергопотребления должен зависеть от возможностей энергопотребления страны или ее отдельных регионов. Таким образом, например, если здания потребляют одну единицу тепловой энергии и производство тепла в этом регионе требует двух эквивалентных единиц природного газа, тогда для основных расчетов нормативов должно быть положено две эквивалентные единицы топлива;

— поэлементным нормированием обеспечиваются нормальные жизненные условия как в рабочей зоне, так и на ее границе, при которых различные элементы ограждений, действуя порознь, обеспечивают комфортные условия.

При проектировании здания в соответствии с этими нормативами поэлементное нормирование обеспечивает минимальные требования к теплозащите отдельных элементов ограждающих конструкций, а системное нормирование обязывает проектировщика выбирать более высокие требования для отдельных элементов с целью удовлетворить требования по энергопотреблению.

Условия комфорта формируются температурной обстановкой в помещении, характеризуемой как температурой внутреннего воздуха, так и радиационной температурой, являющейся результатом воздействия температур поверхностей всех ограждений помещения. Теплотехническое нормирование зданий по комфортным условиям предлагается впервые. Эти новые теплотехнические требования в результате приводят к тому же параметру dt , что и требования по конденсату, однако с новым смыслом.

Основным показателем тепловой комфортнос-



ти внутренней среды является средняя результирующая температура в центре рабочей зоны помещения, которая вычисляется как полусумма значений средней температуры воздуха помещения и средней радиационной температуры помещения.

Другой показатель, отражающий качество микроклимата помещения — локальная асимметрия радиационной температуры, характеризуемая разностью радиационных температур на двух обращенных в противоположные стороны поверхностях объекта в помещении, расположенном в какой-либо точке помещения. Условие асимметрии ограничивает интенсивность лучистого теплообмена при положении человека вблизи нагретых или охлажденных поверхностей ограждений.

В стандартах ИСО и ряда западных стран, исходя из физиологических потребностей человека, приведены нормативные величины оптимальных значений средней результирующей температуры и асимметрии радиационной температуры для жилых помещений. Так, в стандарте ИСО оптимальная величина средней результирующей температуры находится в интервале 20–21°C при минимально допустимом значении 18°C, асимметрия радиационной температуры не должна превышать 5°C, тогда как по стандартам других стран она увеличена до 7°C.

Для анализа существующих в России нормативных требований было выбрано два типа многоэтажных зданий массовой застройки — здание из трехслойных железобетонных панелей на гибких связях с утеплителем из пенополистирола и стальными конвекторами и здание из однослойных керамзитобетонных панелей с чугунными радиаторами. Уровень тепловой комфортности был определен расчетно. В действующих нормах установлены следующие значения нормативного температурного перепада dt между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности: для наружных стен $dt=6^{\circ}\text{C}$, для чердачных перекрытий $dt=4^{\circ}\text{C}$ и для пола первого этажа $dt=2^{\circ}\text{C}$.

Результаты расчета угловых помещений верхнего этажа показали, что при температуре внутреннего воздуха $t=18^{\circ}\text{C}$ комфортные условия не обеспечиваются, а при $t=20^{\circ}\text{C}$ обеспечиваются только в случае, если dt снизить для наружных стен до $dt=4^{\circ}\text{C}$, для потолка до $dt=3^{\circ}\text{C}$.

Наличие комфортных условий в центре помещения является недостаточным для обеспечения комфорта во всей обитаемой зоне помещения, охватывающей объем, границы которого отстоят на 0,5 м от внутренних поверхностей стен. Поэтому для тех же помещений рассчитали асимметрию радиационной температуры. Во всех случаях для стоящего в 0,5 м от наружной стены с окном человека асимметрия радиационной температуры на уровне головы достигает 9,5–11,5°C. Замена двухслойного остекления на трехслойное позволяет снизить асимметрию на 3°C, что все равно не удовлетворяет требованиям комфорта.

В случае же предлагаемых новых значений dt , которые соответственно увеличиваются теплоизоляцию, требования комфорта соблюдаются.

За основу системного нормирования предлагается принять норматив удельных энергозатрат на отопление или охлаждение здания, для которого определяют теплозащитные свойства совокупности ограждающих конструкций или оболочки здания. Удельный расход тепловой энергии на отопление здания, измеряемый в $\text{Вт}\cdot\text{ч}/(\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C}\cdot\text{сутки})$, определяется как количество теплоты, потребленное за отопительный период в расчете на 1 м² общей отапливаемой площади здания и градусо-сутки, рассчитываемое как произведение разности температуры внутреннего воздуха и средней температуры наружного воздуха за отопительный период на его продолжительность.

Принятие этого предложения оправданно в той мере, в какой предлагаемый норматив действительно независим от климатических условий, т.е. если для одного и того же здания, построенного в различных климатических регионах и с разным уровнем теплозащиты, получается приблизительно одинаковое значение удельного энергопотребления. Для России, как показано ниже, этот параметр может быть установлен с хорошим уровнем приближения. Такой универсальный параметр, в идеале независимый от климатического района строительства, предлагается ввести в теплотехническое нормирование зданий впервые.

С целью проверки универсальности этого параметра для территории России, имеющей большое разнообразие климатических условий, были проведены энергетические расчеты для трех распространенных в России типов многоквартирных жилых зданий (пятиэтажного, девятиэтажного и семнадцатиэтажного) для 302 климатических пунктов России. При этом принимались в расчет: геометрические размеры здания, нормируемые значения сопротивления теплопередаче и воздухопроницанию стен, чердачных перекрытий и перекрытий пола первого этажа, окон, средняя температура, продолжительность и средняя скорость ветра за отопительный период в районе строительства.

Полученные значения годового удельного потребления 17-и этажного жилого здания в 302 пунктах России для установления нормативного значения были подвергнуты статистической обработке: они были сгруппированы в порядке их возрастания с интервалом в 1 $\text{Вт}\cdot\text{ч}/(\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C}\cdot\text{сутки})$, на основе чего был построен график распределения количества пунктов с одинаковым энергопотреблением (гистограмма). Для полученной выборки были вычислены средние значения, дисперсия и стандартное отклонение. По этим значениям была построена кривая нормального распределения (см.рис.). На основе полученных статистических характеристик было определено нормативное значение (максимально допустимая величина) годового удельного энергопотребления различных типов жилых домов.

Аналогичные кривые были построены и для других типов зданий. Явно выраженный экстремум этих функций доказывает возможность установления единых нормативов для разных типов зданий вне зависимости от климатического района.

Анализ существующего положения дал следую-

щие результаты. Многоквартирные жилые здания, построенные по действующим в России нормам, расходуют на отопление от 40 до 62 Вт.ч/(м². °С.сутки), односемейные - от 62 до 85 Вт.ч/(м². °С.сутки). В среднем по России на нужды отопления жилых зданий централизованными источниками энергии, обеспечивающими около 80% этих зданий в России, расходуется 425 кВт.ч/(м².год).

Для сравнения здания в ФРГ расходуют с средним 260 кВт.ч/(м².год), в Швеции - 135 кВт.ч/(м².год) и в США - 120 кВт.ч/(м².год).

Сравнение с международными данными свидетельствует о необходимости снижения энергозатрат в российских зданиях. Опыт многих стран показывает, что техническая политика, направленная на энергосбережение, является наиболее эффективным средством для снижения энергопотребления. Стандарты энергетической эффективности являются частью политики, которая с успехом проводилась во многих регионах. Для ее реализации требуется наличие механизма снижения энергопотребления, а именно, должен быть разработан новый метод установления нормативов удельного энергопотребления. Такой механизм, основанный на методе наименьших затрат, был разработан в США и первоначально применялся в системах электроснабжения. Адаптация этого механизма применительно к системам теплоснабжения и установления нормативов энергопотребления зданий позволит улучшить экономическую ситуацию в регионах и в России в целом благодаря тому, что будет гарантироваться, что более дешевые мероприятия по улучшению энергетической эффективности зданий будут внедряться раньше, чем более дорогостоящие вложения в совершенствование систем теплоснабжения.

Таким образом, в основу предложенного нормирования положен принцип постепенного сни-

жения долгосрочных затрат на систему обеспечения теплом зданий. При этом энергосбережение в зданиях рассматривается как равноценный ресурс развития системы теплоснабжения, который с учетом проверенного многими странами тезиса о том, что сбереженная энергия — самая дешевая, становится приоритетным по мере роста стоимости энергии.

Нормативные значения, вероятно, будут меняться со временем. На динамику этого изменения будет воздействовать внедрение новых технологий, способствующих улучшению энергетической эффективности в строительстве. По мере того, как стоимость достижения данного уровня теплозащиты будет снижаться, как это уже произошло в США, требования по удельному энергопотреблению будут также снижаться. Оптимальные уровни удельного энергопотребления на отопление будут также зависеть от ожидаемого темпа снижения или повышения затрат на энергию в зданиях. Этот темп прогнозируется на основе баланса энергоресурсов в народном хозяйстве страны или региона по методике наименьших затрат. Кроме того, учитываются возможные экологические, экономические и прочие последствия, а также технические возможности достижения устанавливаемого темпа снижения затрат на энергию.

Неопределенности в оценках потребности в энергии региона можно снизить путем внедрения новых нормативов. Стоимостные выражения эффекта от снижения этих неопределенностей при различных сценариях можно рассчитать как часть оценки плана с наименьшими затратами. Во многих случаях введение более высоких нормативов энергоэффективности окупается тем, что благодаря этому удается снизить неопределенность оценки спроса на энергию и предотвратить потребность в строительстве теплостанций, которые понадобятся только в сценариях с высоким ростом энергопотребления и низкой энергоэффективностью новых зданий.

В заключение следует отметить, что новая концепция нормирования теплозащиты зданий позволяет интегрировать теплотехнические характеристики здания в более широкий контекст проблемы обеспечения регионального энергопотребления с наименьшими затратами. Во многих случаях снижать энергопотребление в новостройках путем установления более жестких стандартов дешевле, чем расширять систему энергоснабжения. Сравнение этих вариантов можно сделать на детальном уровне, при котором приростные изменения уровня теплозащиты могут сравниваться с приростными изменениями энергоресурсов, выраженными в форме их воздействия на экономику и окружающую среду. Таким образом, стандартизация теплозащиты становится способом



Для сравнения здания в ФРГ расходуют с средним 260 кВт.ч/(м².год), в Швеции - 135 кВт.ч/(м².год) и в США - 120 кВт.ч/(м².год).

Сравнение с международными данными свидетельствует о необходимости снижения энергозатрат в российских зданиях. Опыт многих стран показывает, что техническая политика, направленная на энергосбережение, является наиболее эффективным средством для снижения энергопотребления. Стандарты энергетической эффективности являются частью политики, которая с успехом проводилась во многих регионах. Для ее реализации требуется наличие механизма снижения энергопотребления, а именно, должен быть разработан новый метод установления нормативов удельного энергопотребления. Такой механизм, основанный на методе наименьших затрат, был разработан в США и первоначально применялся в системах электроснабжения. Адаптация этого механизма применительно к системам теплоснабжения и установления нормативов энергопотребления зданий позволит улучшить экономическую ситуацию в регионах и в России в целом благодаря тому, что будет гарантироваться, что более дешевые мероприятия по улучшению энергетической эффективности зданий будут внедряться раньше, чем более дорогостоящие вложения в совершенствование систем теплоснабжения.

Таким образом, в основу предложенного нормирования положен принцип постепенного сни-

интегрирования экономических критериев на макроэкономическом (поэлементном) уровне в аналогичные показатели на уровне макроэкономи-

ческих или региональных систем, на котором принимаются решения, касающиеся новых источников энергоснабжения.

ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ ФИНЛЯНДИИ И РОЛЬ РОССИЙСКОГО ФАКТОРА

В. Козлов, Иматран Войма (Финляндия)

Финляндия является северо-западным соседом России, что, естественно, способствовало в течение длительного времени формированию тесных торгово-экономических связей с бывшим СССР, прежде всего кооперации с топливно-энергетическим комплексом (ТЭК). Продукты ТЭК, в первую очередь уголь, нефть, природный газ, ядерное топливо для АЭС, построенной при техническом содействии СССР, были в числе основных импортируемых в Финляндию товаров. Финляндия постоянно покупает в России электроэнергию, которая поступает в электроэнергетическую систему Финляндии через вставку постоянного тока, находящуюся в приграничном городе Выборге.

Следует отметить, что Финляндия является единственным западным партнером России (за исключением стран Центральной и Восточной Европы, входивших ранее в систему СЭВ), имеющим прямое соединение с единой энергетической системой (ЕЭС) СНГ и благодаря этому получающей электроэнергию без посредников.

В последние годы в Финляндии наблюдался экономический спад с соответствующей остановкой роста потребления электроэнергии и даже его снижением. В определенной мере экономический спад в промышленности Финляндии был связан со снижением заказов со стороны России, прежде всего в таких отраслях промышленности, как судостроительная, деревообрабатывающая, легкая.

В последнее время в промышленности и экономике в целом наблюдаются явно положительные сдвиги. В связи с этим, очевидно, следует ожидать роста потребности в энергии и необходимости ввода новых генерирующих мощностей как электро-, так и теплоснабжения.

Каким образом осуществлять развитие электроэнергетики Финляндии, ее энергообеспечение в целом? Какова роль России в новых условиях как одного из существенных поставщиков топливно-энергетических ресурсов для Финляндии? Каковы в целом дальнейшие ориентиры развития топливно-энергетического комплекса Финляндии в складывающихся условиях?

На эти и целый ряд близко примыкающих вопросов необходимо достаточно быстро дать ответы в условиях сегодняшней динамичной экономической ситуации и с учетом прогнозируемых изменений в торгово-экономических связях Финляндии и России и развития экономической ситуации в каждой из стран.

В вопросе обеспечения прироста энергопотребления в Финляндии наиболее общее и оптимальное решение раньше сводилось к строитель-

ству новых мощностей на АЭС.

В настоящее время в Финляндии имеется две АЭС. Одна из них — АЭС Ловиса — принадлежит государственной энергетической компании "Иматран Войма" и построена при техническом содействии СССР. Станция состоит из двух блоков с реактором типа ВВР-440 с водой под давлением и общей электрической мощностью 890 Мвт. Вторая АЭС принадлежит промышленному консорциуму "Теоллисууден Войма", общая электрическая мощность электростанции 1420 Мвт. Однако дальнейшее развитие производства электроэнергии на основе АЭС было блокировано решением финского парламента в сентябре 1993 года.

В принципе данный вопрос может быть рассмотрен заново будущим новым составом парламента. Однако ближайшие выборы в парламент не будут ранее весны 1995 года, а итоговый результат рассмотрения данного вопроса проблематичен.

Возможно покрытие дефицита электроэнергии за счет увеличения поставок электроэнергии из России. Однако на пути этого решения возникает ряд проблем. Первая — пропускные способности по мощности на пограничной вставке постоянного тока в Выборге. Вторая — нежелание Финляндии иметь значительную долю потребляемой электроэнергии в виде поставок из зарубежных источников. Третья — экономические условия поставок электроэнергии из России, проще говоря стоимость, по которой Россия в будущем готова поставлять электроэнергию Финляндии. В этой связи важно отметить, что существующее и действующее сегодня соглашение с Россией об импорте электроэнергии действительно до конца 1999 года.

Другой возможностью покрытия дефицита электроэнергии является развитие тепловых электрических станций, работающих на основе ископаемых видов топлив, то есть угля, газа, нефти или местных видов топлива — торфа или древесных отходов. Однако каждая из указанных альтернатив не свободна от определенных трудностей.

При использовании угля это, во-первых, экологические ограничения, которые возникают при его использовании в качестве топлива. Ожидается, что Финляндия в ближайшее время ратифицирует международное соглашение по глобальному климату, подписанное в Рио-де-Жанейро. Вступление Финляндии в Европейское Сообщество с 1 января 1995 года несомненно ускорит этот процесс. Необходимо учесть, что новые экологические ограничения повлекут за собой и возрастание стоимости строительства угольных станций, прежде