

УДК:621.4:662.9

## НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕПЛОБМЕНА В ЭНЕРГОАКТИВНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЯХ

*к.т.н. Накашидзе Л.В.*

*Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара,  
г. Днепропетровск*

Вопросы увеличения потребности в тепловой и электрической энергии, топливных ресурсах при эксплуатации объектов капитального строительства должны решаться в основном за счет использования энерго- и ресурсосберегающих технологий и конструктивных решений. Одним из таких решений является использование энергоактивных конструкций. Однако при этом необходимо учитывать особенности теплообмена, которые проходят в таких ограждающих конструкциях.

В нашей стране и за рубежом проводятся многочисленные и интенсивные исследования, направленные на изыскание новых инженерных решений ограждающих конструкций, отличающихся энергоактивным перераспределением поступающей энергии альтернативных источников (энергия солнечного излучения, окружающей среды и др.), малой трудоемкостью возведения, долговечностью и ремонтпригодностью. Столь пристальное внимание к проектированию энергоактивных ограждений объясняется, с одной стороны, тем важным местом, которое они занимают в структуре здания, а с другой стороны - той ролью, которую они играют в решении проблемы экономии топливно-энергетических ресурсов. Действительно, на ограждающие конструкции приходится около 50% стоимости строительных конструкций и 80% расходов на ремонт. Доля ограждающих конструкций в общем объеме трудозатрат на возведение здания составляет около 45%.

При создании обычных ограждений одним из важных аспектов является повышение тепловой эффективности конструкции. При этом необходимый уровень тепловой защиты наружных ограждений устанавливался посредством увеличения термической однородности конструкций, применения высокоэффективных утеплителей, рационального размещения в массиве ограждения теплоаккумулирующих и теплоизоляционных слоев. Технико-экономическое сравнение вариантов наружных стен с учетом энергоемкости, выполненное в ЦНИИЭПжилища при участии НИИЖБ, НИИ строительной физики, НИИЭС и ЦНИИпромзданий, показало, что из однослойных панелей наименее энергоемкими оказались конструкции из ячеистого бетона (газобетонные панели поясной разрезки). Повышению уровня теплоизоляции наружных ограждений уделялось большое внимание как в отечественной практике проектирования [1, 2, 3-10], так и за рубежом [11].

К одной из перспективных зарубежных разработок, существенно повышающих теплотехнические свойства наружных ограждений,

относится динамическая теплоизоляция глухих участков стен. Сущность предложенного разработчиками способа теплоизоляции основана на движении потока свежего наружного или теплого вентиляционного воздуха в толще стены параллельно ее плоскости с выходом в атмосферу или помещение [12, 13, 14]. Специалистами Германии было подсчитано, что при рациональном решении теплоизоляции зданий мощность инженерного оборудования зданий можно сократить на 50% и более [15,16].

На объектах ЖКХ, много лет находящихся в эксплуатации, проведение термомодернизации, только за счет наращивания изоляционного слоя, не приводит к определенному нормативными документами уровню энергозатрат.

Перспективным является другое направление энергосбережения. Оно связано с повышением показателей термического сопротивления зданий и одновременным использованием для их энергообеспечения энергии альтернативных источников. При этом здание рассматривается как система, которая, будучи взаимосвязанной с окружающей средой, активно воспринимает рассеянную низкопотенциальную энергию с последующим доведением ее до необходимого уровня. Однако, механическое присоединение к объектам традиционной архитектуры элементов, предназначенных для использования энергии возобновляемых источников (солнечных коллекторов, фотоэлектрических батарей) приводит к недостаточной реализации функциональных возможностей таких систем энергообеспечения зданий, увеличению нагрузки на их конструкцию, не всегда удачному изменению теплотехнических показателей самого сооружения и архитектуры здания.

Проведены работы связанные с углублением вышеуказанного актуального направления. Для существенного уменьшения удельных энергозатрат объектов ЖКХ предлагается одновременная коренная перестройка системы энергообеспечения и такая реконструкция, при которой пассивные ограждения трансформируются в энергоактивные (т.е., преобразуют энергию альтернативных источников - солнечная энергия, энергия окружающей среды, тепло вентиляционного воздуха и др.).

Для эффективного внедрения данного направления необходимо [17] изучение особенностей распространения периодических тепловых воздействий по толщине энергоактивного ограждения. При этом большое значение имеет так называемый «слой резких колебаний температуры», непосредственно прилегающий к поверхности, воспринимающей периодически поступающее тепло.

Тепловые воздействия на наружную поверхность энергоактивного ограждения имеют явно выраженный периодический характер; необходимые теплотехнические качества ограждений при нестационарном прогреве могут быть установлены путем применения основных положений теории теплоустойчивости. Колебания температур на наружной поверхности энергоактивных ограждений постепенно затухают по мере распространения вглубь конструкций. [17] Распространение тепловой волны в толще конструкции требует определенного времени, в связи с чем максимальная температура на поверхности, обращенной в помещение, отмечается лишь

через несколько часов после наибольшего нагрева наружной поверхности. Однако конструктивные особенности энергоактивного ограждения позволяют постоянно отводить этот тепловой поток для накопления в тепловом аккумуляторе. При этом происходит охлаждение внутренней стороны энергоактивного ограждения. Возможно использовать этот эффект для проведения процесса кондиционирования. Механизм прохождения термодинамических процессов в энергоактивных ограждениях довольно сложен. Это затрудняет расчет основной характеристики теплофизических процессов – степени затухания колебаний внутри слоистой конструкции. [17] Затухание температурных колебаний в каком-либо произвольно выбранном слое энергоактивной слоистой ограждающей конструкции не может быть определено независимо от особенностей расположения этого слоя в конструкции, так как оно в большинстве случаев зависит от влияния соседних конструктивных слоев, расположенных далее по пути движения тепловой волны. Особенностью расчета затухания температурных колебаний внутри энергоактивной слоистой ограждающей конструкции является то, что необходимо начинать не с последнего конструктивного слоя, а со слоя, на который перераспределяет поток тепловой энергии. В обычной ограждающей конструкции расчет проводится последовательно от слоя к слою, приближаясь к поверхности конструкции, непосредственно воспринимающей периодические тепловые воздействия. Это значит, что при расчете теплоустойчивости в летних условиях, когда периодическому нагреву подвергается наружная поверхность ограждения, расчет начинается с конструктивного слоя, граничащего с воздухом помещения.

В традиционных ограждающих конструкциях рекомендуется [17] наружную часть стен выполнять из материалов светлых тонов с малым коэффициентом поглощения солнечной радиации. В многоэтажных зданиях, эксплуатируемых в южных районах, которые отличаются большими колебаниями температуры в течение суток, становится целесообразным устройство стен с наружными лучеотражающими экранами (например, из листового алюминия) отделенными от основной конструкции дополнительной изоляцией от лучистого тепла и воздушной прослойкой, вентилируемой наружным воздухом. В предлагаемых энергоактивных ограждениях воспринимающая поверхность для интенсификации процесса восприятия потока солнечного излучения должна иметь темный цвет. Ведь по сравнению с распространенными пассивными ограждающими конструкциями, энергоактивные ограждения позволяют регулируемо получать, преобразовывать, перераспределять и аккумулировать энергию. Использование энергоактивных ограждений обеспечивает положительный энергетический баланс между поступлением энергии и ее потерями. При этом необходимо учитывать, что [17] поскольку процессы переноса тепла и вещества взаимно связаны между собой (например, при разности температур перемещение влаги и потоков воздуха происходит в направлении изменения температуры), возникает необходимость сопоставления величин потенциалов переноса энергии и массы.

Рассмотрение процессов теплообмена в энергоактивных ограждениях при проектировании систем энергообеспечения, которые используют энергию солнечного излучения должно быть комплексным. При этом необходимо учитывать потенциал приходящей энергии, физико-технические свойства материалов, которые используются при построении системы энергообеспечения, предусматривать способы утилизации тепла и др. Это позволит выбрать наиболее целесообразный вариант энергоактивного ограждения и схему системы энергообеспечения, которые будут отвечать задачам минимизации затрат энергии на обеспечение теплоснабжения и микроклимата в помещениях объекта.

Проведение дальнейших работ по исследованию процессов теплообмена в слоистых структурах энергоактивных ограждениях позволят не просто определить отличия в методике теплотехнических расчетов, но и определить методический подход при рассмотрении здания как единой энергетической системы. Это необходимо для того, чтобы оптимизировать наиболее важные из критериев для каждой подсистемы применительно к определенному типу создаваемого здания традиционной постройки или нового поколения. Это позволит решить задачу энергосбережения при эксплуатации зданий за счет различий в тепловой инерции ограждающих конструкций, уровне тепловой защиты и ориентации сооружений в период резких похолоданий и значительных колебаний температуры наружного воздуха (за период в несколько суток) путем перераспределения количества отпускаемого тепла зданиями со стороны регулируемой подсистемы теплоснабжения.

Таким образом, создание и широкомасштабное использование энергоактивных ограждений (на основе адаптированных к местным условиям архитектурно-строительных решений) позволяет наиболее рационально использовать ограниченные топливно-энергетические и материальные ресурсы при получении максимального социального, экономического и экологического эффекта.

## ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Васильев Г.П. Экономически целесообразный уровень теплозащиты зданий// Энергосбережение.-2002. -№5. -С.48-55
2. Хлевчук В.Р. Расчет теплопроводности легкого бетона в зависимости от структурных и технологических факторов/ В.Р. Хлевчук , JT.Н. Ким, Б.И. Штейман // Труды ЦНИИЭПжилища.-М., 1983.- С.127-140.
3. Хлевчук В.Р. Теплопроводность полимерных теплоизоляционных материалов / В кн. Совершенствование конструкций и технологии изготовления элементов транспортных зданий / Труды ЦНИИС.- М., 1979.- С. 107-112.

4. Руководство по теплотехническому расчету и проектированию ограждающих конструкций / НИИ строит, физики (НИИСФ) / Стройиздат, - М., 1985.- 141 с.
5. Хоменко В.П. Справочник по теплозащите зданий./ В.П. Хоменко, Г.Т. Фаренюк - Будивельник, 1986. - 216 с.
6. Совершенствование конструктивных решений теплозащиты наружных стен зданий: Обзор, информ. Строительство и архитектура, сер. Строительные конструкции, вып.3) /ВНИИТПИ.- М., 1990. - 67 с.
7. Соловьев С.П. Металлизированные пленки в трехслойных наружных стеновых панелях/ С.П. Соловьев, М.А. Есаян // Жилищное строительство. - 1990. - №8.-С.18-19.
8. Пермяков С.И. Резервы экономии тепла/ С.И. Пермяков, О.А. Исаков // Жилищное строительство. – 1992. - № 10. - С. 18-20.
9. Береговой А.М. Ограждающие конструкции с повышенными теплозащитными качествами: Учебное пособие- 2- изд., перераб. и доп. М.: Изд-во АСВ, 1999.-312 с.
10. Прошин А.П. Теплотехническая эффективность использования высоконаполненных композитов в ограждающих конструкциях/ А.П. Прошин, А.М. Береговой, В.А. Береговой // Промышленное и гражданское строительство.-1996.-№11.- С.42-43.
11. Теплоизоляция наружных стен общественных зданий: Обзор, информ., серия «Конструкции жилых и общественных зданий, технология индустриального домостроения», Вып.9 / ЦНТИ по гражд. стр-ву и архитектуре - М, 1984. - 48 с.
12. Anderlind G., Johansson B. Dynamic insulation. A theoretical analysis of thermal insulation, through which a gas or fluid flows.-Stockholm,1983.- 69 p.
13. Экспресс- информация ВНИИС, зарубеж.опыт,серия СКИМ, выпуск 12 /ВНИИТПИ.- М, 1988.- С .28-32.
14. Revue techniques du batiment et des construction industrielle.- 1988.- №127.- P. 51-58.
15. Pelke R.Energieeinsparung in der Klimatechnik.-1976.-№ 6.-S.156-158.
16. Hebgen H. Energieeinsparung und baulicher Wärmeschutz // Deutsche Bauzeitschrift.- 1979.-№12,- S.1901-1905.
17. Ильинский В.М. Строительная теплофизика (ограждающие конструкции и микроклимат зданий). Уч. Пособие для инж-строит. Вузов. М.»Высшая школа», 1974 –320с.