

УДК:621.4:662.9

ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КРАЕВЫХ УСЛОВИЙ ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЭНЕРГОАКТИВНЫХ ОГРАЖДЕНИЙ, ИСПОЛЬЗУЮЩИХ ЭНЕРГИЮ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ

к.т.н. Накашидзе Л.В.

Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара, г. Днепропетровск

Широкомасштабному внедрению программ, направленных на эффективное использование энергоресурсов, в том числе и в ЖКХ, способствуют инновационные инженерные и технические решения. Обеспечение в зданиях повышенной энергетической эффективности и экологической безопасности является результатом внедрения таких разработок. В [1] приводится ряд технологических решений энергообеспечения зданий, обеспечивающих нормируемый уровень энергопотребления и теплопотерь. По уровню потребления энергии здания с повышенной энергетической эффективностью и экологической безопасностью подразделяются на следующие категории:

- здания с низким энергопотреблением;
- пассивные здания;
- здания с нулевым энергопотреблением или нулевым выбросом CO₂;
- зелёные здания;
- здания, сбалансированные с окружающей средой (Sustainable building).

Однако все они имеют недостаточное термическое сопротивление ограждающих конструкций, что снижает энергоэффективность зданий. Обеспечить, в соответствии с принятыми в Европе и другими зарубежными странами нормативными показателями энергопотребление и теплопотери, возможно в зданиях с энергоактивными ограждениями [2, 3], которые преобразуют энергию альтернативных источников и обладают необходимыми физико-техническими свойствами.

В [4] показано, что только пассивным утеплением ограждающих конструкций нельзя добиться соответствующего принятым нормативам уменьшения теплопотерь, поскольку происходит интенсивный теплообмен с окружающей средой. Использование соответствующих энергоактивных ограждений исключает появление «мостиков холода», повышает тепловое сопротивление ограждения и предотвращает выпадение конденсата, пагубно влияющего на теплоизолирующие и другие эксплуатационные характеристики конструкций. Однако малоизученным остается вопрос прогнозирования теплопереноса в энергоактивных ограждениях, в которых использованы инновационные достижения в области преобразования энергии возобновляемых источников.

Энергоактивное ограждение не просто преобразует энергию альтернативных источников, в первую очередь тепловую энергию

солнечного излучения, тепло окружающей среды, но и одновременно является многослойным ограждающим элементом конструкции здания. При этом в отличие от обычной ограждающей конструкции, в энергоактивных ограждениях потери тепла внешней стороной ограждения являются минимальными. Энергия, которая попадает на функциональную поверхность энергоактивного ограждения, рекуперируется, и используется для обеспечения микроклимата внутренних помещений (в холодный период это отопление, в летний период – кондиционирование). При прогнозировании поведения тепловых потоков в энергоактивном ограждении необходимо учесть, что в данном случае хорошая теплоизоляция на активной поверхности не должна затруднять процесс преобразования солнечного излучения в тепловую энергию, необходимую для создания условий соответствующих требованиям нормативов. Одновременно с этим должен обеспечиваться необходимый низкий уровень тепловых потерь. Существует еще целый ряд допущений, которые необходимо учитывать при решении конкретной задачи расчета теплопроводности слоев в энергоактивном ограждении. В первую очередь необходимо правильно определить краевые условия [5]. Процессы теплопередачи в энергоактивном ограждении отличаются от аналогичных процессов в обычных ограждающих конструкциях. Поэтому при выборе краевых условий необходимо предусмотреть многие факторы.

В соответствии с рекомендациями, изложенными в [5], при определении краевых условий, прежде всего, рассматриваются геометрические условия, задающие форму и размер тела. Форма элементов в самом энергоактивном ограждении является неодинаковой, т.е. часть элементов можно рассматривать как плоскую стенку, часть элементов имеет форму цилиндрической стенки.

Важным фактором являются физические условия, определяющие свойства вещества, их зависимость от температуры, а также изменение в пространстве и во времени мощности внутренних источников теплоты qV . Энергоактивное ограждение является многослойной конструкцией, которая может состоять из материалов с различными физико-техническими свойствами. Поэтому при определении краевых условий необходимо учесть физико-технические особенности каждого слоя, т.е. коэффициент теплопроводности λ , удельную теплоемкость c и плотность ρ , их зависимость от температуры для каждого из материалов, используемых в энергоактивном ограждении.

Для определения краевых условий необходимо обозначить начальные условия, устанавливающие распределение температуры внутри тела $T(x,y,z)$ в начальный момент времени $\tau=0$. В простейшем случае при $\tau=0$ температура во всех точках тела одинакова: $T=T_0$. При использовании энергоактивных ограждений задание этих условий необходимо, т.к. в этом случае решается нестационарная задача.

Дать четкую характеристику процессам теплообмена между поверхностью тела и окружающей его средой позволяют граничные условия. Различают три рода граничных условий [1, 5].

Граничные условия первого рода определяются распределением температур на поверхности ограждения и описывают их изменение во

времени. Таким образом, на поверхности тела задается распределение температуры ТП в каждый момент времени. Тепловой поток, приходящий на поверхность энергоактивного ограждения зависит от природных условий, т.е. от уровня прихода солнечного излучения, температуры окружающей среды, скорости ветра и др. Поэтому этот параметр является величиной не постоянной, изменяющейся как в течение суток, так и на протяжении года. При этом необходимо учитывать, что в отличие от обычного пассивного ограждения, поглощающего это излучение (т.е. просто нагревающееся в теплый период года) энергоактивное ограждение преобразует это тепловой поток и имеет возможность перераспределить эту энергию между слоями. При этом потери тепловой энергии в окружающую среду минимальны.

Граничные условия второго рода задают тепловой поток, проходящий через поверхность его изменения во времени. Таким образом на поверхности энергоактивного ограждения задается распределение плотности теплового потока $qП$ в каждый момент времени. Решение уравнения определения теплообмена в этом случае [2] сводится к определению функции $t(x, y, z, \tau)$.

Граничные условия третьего рода обуславливаются температурой среды, окружающей тело, и законом, по которому осуществляется теплообмен между поверхностью тела и средой. При этом задают линейное соотношение между производной и функцией: $\lambda \frac{\partial t}{\partial n} = \alpha(t - t_{\text{ср}})$

Это граничное условие соответствует теплообмену тела со средой, температура которой $t_{\text{ср}}$ задана в пространстве и во времени. Коэффициент α характеризует интенсивность теплового воздействия среды со стенкой.

При определении граничных условий третьего рода необходимо учесть, что при осуществлении теплообмена в энергоактивном ограждении происходит процесс теплопереноса между поверхностью и средой. Среда может быть газообразной (прослойка воздуха и т.п.) либо жидкой (например, вода). В зависимости от этого используется закон, по которому осуществляется теплообмен между поверхностью тела и средой. В случае системы тело-жидкость целесообразно использовать закон Ньютона-Рихмана, связывающий плотность теплового потока на поверхности $qП$, с температурами поверхности $T_{\text{п}}$ и среды $T_{\text{ж}}$: $q_{\text{п}} = \alpha(T_{\text{п}} - T_{\text{ж}})$, где α – коэффициент теплоотдачи, характеризующий интенсивность теплообмена).

Известно, что значение коэффициента теплоотдачи зависит от многих факторов [5] и в общем случае изменяется по поверхности тела и во времени. Коэффициент теплоотдачи конвекцией больше при турбулентном движении и больших скоростях потока газа, так как при этом в единицу времени большее количество частиц газа будет соприкасаться с нагреваемой поверхностью. Коэффициент теплоотдачи увеличивается также при шероховатой поверхности и форме, способствующей завихрению потока газа.

С учетом принятых краевых условий на основании закона Фурье, в соответствии с которым количество передаваемого тепла пропорционально падению температуры, времени и площади сечения,

перпендикулярного направлению распространения тепла [1] можно с большой точностью определить тепловые потоки и распределения температур энергоактивной поверхности при известных температурах на ее поверхностях.

Четкое определение краевых условий способствует:

- рассмотрению динамического характера тепловых явлений в зданиях с энергоактивными ограждениями, которые используют энергию альтернативных источников;
- точному определению геометрических, физико-технических характеристик энергоактивных ограждений с учетом привязки к определенному объекту.

Наличие такой информации способствует оптимизации самой конструкции энергоактивного ограждения. При этом важным фактором является то, что появляется возможность учесть совместимость форм элементов энергоактивного ограждения. Появляется возможность предусмотреть технологические мероприятия, позволяющие регулировать микроклимат помещения при условии минимизации энергопотребления за счет рационального перераспределения тепловых потоков и т.д.

Правильное использование энергоактивных ограждений, в которых тепловые потоки оптимизированы, позволяет с минимальными экономическими затратами сократить энергопотребление зданий на отопление, кондиционирование и горячее водоснабжение в 3 раза. Это имеет важное значение при выполнении целевых программ направленных на энерго- и ресурсосбережение.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Демин О.Б. Физико-технические основы проектирования зданий и сооружений: Учеб. пособие. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2004. Ч. 2. 84 с.

2. Патент на корисну модель Україна № 201014333, МПК F24J2/50, E04B1/76, Енергоактивне огороження/ В.О. Габринєць, Г.І. Зарівняк, С.О. Митрохов, Л.В. Накашидзе, від 25.07.2011, бюл. №14.

3. Габринєць В.О. Особливості побудови енергоактивних огорожень у складі систем енергозабезпечення на основі ВДЕ/ В.О. Габринєць, В.Л. Марков, С.О. Митрохов. Г.І. Зарівняк, Л.В.Накашидзе //Відновлювана енергетика №3. – К.: ІВЕ НАН України, 2010. –С. 12-17.

4. Погонин А.О. Принципы формирования автономных жилых зданий в экстремальных условиях природного характера /Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата архитектуры, специальность 05.23.21 – архитектура зданий и сооружений. Творческие концепции архитектурной деятельности. – Москва, 2010. –20с.

5. Тепло- и массообмен. Теплотехнический эксперимент: Справочник/ Е.А. Аметистов, В.А. Григорьев, Б.Т. Емцев и др.; Под общ ред. В.А. Григорьева и В.М.Зорина. – м.: Энергоиздат, 1982. –512 с.