

В.А. Езерский, П.В. Монастырев, М.В. Монастырева

**УСТРОЙСТВО КРЕПЕЖНОГО УЗЛА ВЕНТИЛИРУЕМОГО
ФАСАДА С ПОЗИЦИЙ УЛУЧШЕНИЯ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ
КАЧЕСТВ НАРУЖНЫХ СТЕН**

Новые теплотехнические требования привели к совершенно новым для России задачам, связанным с необходимостью устройства дополнительной изоляции ограждающих конструкций существующих зданий с целью повышения их термического сопротивления.

В результате этого перед проектировщиками, строителями и эксплуатационниками возникла необходимость поиска новых конструктивно-технологических решений, направленных на повышение сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций в 2...3,5 раза. Первыми на решение данной проблемы на строительном рынке откликнулись зарубежные фирмы, которые предложили различные решения утепления ограждающих конструкций зданий, адаптированные в их странах. Российский опыт использования таких решений показал, что в своем большинстве они мало приспособлены для нашей страны. Это привело к тому, что в настоящее время стали появляться отечественные конструктивные решения, наиболее полно удовлетворяющие российским условиям. Проводится также доработка и приспособление некоторых зарубежных конструктивно-технологических решений.

Несмотря на интенсивное развитие технологий и конструктивных решений стеновых ограждающих конструкций, в настоящее время часто отсутствуют научно обоснованные оптимальные их решения, что в свою очередь приводит к затруднениям и ошибкам, возникающим в процессе проектирования.

Одним из малоизученных вопросов, касающимся обоснования конструкции дополнительного утепления наружных стен с вентилируемым фасадом, является влияние элементов крепежных узлов каркаса вентилируемого фасада (рис.1) на распределение температур на внутренней поверхности наружной стены здания в местах устройства этих узлов.

В связи с этим на компьютере с помощью программы ELCUT [1] проведен вычислительный эксперимент, направленный на изучение зависимости температуры на внутренней поверхности наружной стены в месте устройства крепежного узла вентилируемого фасада от всех влияющих факторов.

При проведении исследования выбраны следующие факторы: 1) коэффициент теплопроводности облицовочной панели; 2) толщина облицовочной панели; 3) размер вентилируемой воздушной прослойки; 4) коэффициент теплопроводности теплоизоляции; 5) толщина теплоизоляции, 6) коэффициент теплопроводности материала наружной стены, 7) толщина наружной стены, 8) коэффициент теплопроводности материала крепежного каркаса, 9) толщина крепежного каркаса, 10) размер основания кронштейна; 11) коэффициент теплопроводности теплоизолирующей прокладки; 12) толщина теплоизолирующей прокладки; 13) диаметр анкера крепежного каркаса; 14) глубина заложения анкера и 15) расстояние между анкерами.

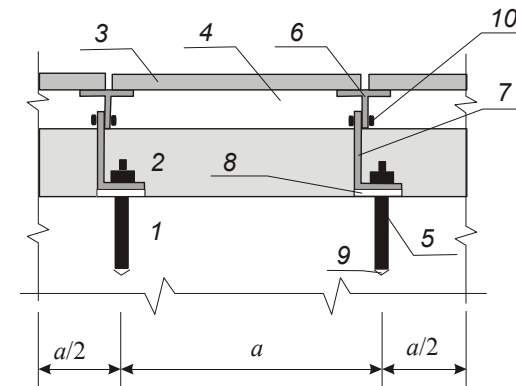


Рис. 1. Исследуемая конструкция вентилируемого фасада с вертикальным расположением направляющих:

1 – несущая часть стены; *2* – теплоизоляционный материал; *3* – облицовочная панель; *4* – воздушная прослойка; *5* – анкерный болт распорного типа; *6* – направляющая крепежного каркаса; *7* – кронштейн крепежного каркаса; *8* – теплоизолирующая прокладка; *9* – воздушная полость; *10* – болт для крепления направляющей к кронштейну

В результате вычислений установлено, что характер и степень влияния факторов неодинаковы и неоднозначны, а иногда и противоречивы. В связи с этим для разработки практических рекомендаций по проектированию вентилируемой теплоизоляции наружных стен было решено провести анализ значимости влияния всех исследуемых факторов.

В связи с тем, что при проведении вычислительного эксперимента на компьютере в каждой точке факторного пространства имеется по

одному наблюдению, оценить дисперсию ошибок наблюдений в этом случае проблематично. Требуется поиск специальных методов, позволяющих оценить точность наблюдений.

Одним из таких методов, на наш взгляд, наиболее подходящим для данной задачи, является планирование эксперимента с использованием планов Плакетта-Бермана [2]. Эти планы являются развитием класса насыщенных ортогональных планов, включают $N = 4k$ точек и с их помощью можно исследовать $(4k - 1)$ факторов ($k = 2...15, k \neq 23$). Поскольку эти планы являются ортогональными, линейные эффекты факторов находятся независимо друг от друга. Дисперсия ошибок наблюдений в этом методе оценивается введением фиктивных факторов от X_{n+1} до X_{n-1} . Эффекты этих фиктивных переменных равны нулю лишь в том случае, если не имеется взаимодействий и измерения (в нашем случае – вычисления) являются абсолютно точными. Поскольку на практике это обычно не выполняется, их можно использовать для расчета оценки дисперсии наблюдений.

Результаты проверки значимости факторов с использованием плана Плакетта-Бермана позволили выявить, что существенное влияние оказывают лишь факторы: 5) толщина теплоизоляции, 6) коэффициент теплопроводности материала наружной стены, 7) толщина наружной стены, 8) коэффициент теплопроводности материала крепежного каркаса, 9) толщина крепежного каркаса, 14) глубина заложения анкерного болта крепежного каркаса и 15) расстояние между анкерами.

Проведенные исследования позволили разработать практические рекомендации по устройству крепежного узла вентилируемого фасада с позиции улучшения теплотехнических качеств наружной стены:

- толщина и коэффициент теплопроводности материала облицовочной панели не оказывают существенного влияния на температуру внутренней поверхности стены, что согласуется с общеизвестным теплотехническим принципом о недопустимости учета в теплотехнических расчетах слоев, находящихся за вентилируемой воздушной прослойкой. Следовательно, при проектировании облицовочных панелей их толщину необходимо принимать из конструктивно-технологических соображений, а выбор материала осуществлять на основе сравнения показателей их атмосферо- и морозостойкости;

- толщина воздушной прослойки также не оказывает существенного влияния на температуру внутренней поверхности стены. В связи с этим можно рекомендовать принимать минимально допустимую толщину воздушной прослойки из условия влагонепроницаемости открытых межпанельных стыков;

- коэффициент теплопроводности материала дополнительной теплоизоляции в рассмотренном интервале значений (0,0035...0,09 Вт/(м·°С) также не выявил существенного влияния. Из этого следует, что по теплотехническим соображениям для дополнительного утепления могут использоваться все виды минераловатных плит. Выбор конкретных марок плит должен осуществляться исключительно на основе данных о их долговечности, прочности и усадке;

- сопротивление теплопередаче наружных стен с дополнительной теплоизоляцией, которое должно подбираться и сравниваться с требуемыми величинами по условиям санитарно-гигиеническим, комфортным и энергосбережения, зависит, прежде всего, от толщины дополнительной теплоизоляции и толщины несущей части стены, а также коэффициента теплопроводности материала последней;

- при проектировании и устройстве крепежного каркаса его кронштейны наиболее целесообразно устраивать из оцинкованной или нержавеющей стали с минимально допустимой по условию прочности толщиной. Выбор размера основания кронштейна осуществляется исходя из конструктивных соображений;

- установка теплоизолирующих прокладок под кронштейн не обязательна, так как их влияние на температурное поле практически отсутствует;

- при подборе анкерных болтов для крепежного каркаса необходимо стремиться к сокращению их глубины заложения. Условия прочности заделки анкера необходимо обеспечивать изменением его диаметра. Необходимо стремиться к увеличению расстояния между анкерами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Программа моделирования двумерных полей ELCUT. - <http://www.tor.ru/elcut>
2. Планирование эксперимента в исследованиях технологических процессов/ Л. Хартман, Э. Лецкий, В. Шефер и др./Под ред. Э.К. Лецкого– М.:Мир, 1987. – 522с.