

также позволит корме возведения детского сада организовать на первом этаже близлежащего вновь построенного многоэтажного здания школу искусств для жителей всего нового района и близлежащих территорий. Объединение данных объектов с существующей общеобразовательной школой № 22 даст возможность создать образовательный кластер, что позволит существенно увеличить качество образовательных услуг и повысит привлекательность данного района.

6. Учитывая то, что во всем микрорайоне Поток нет конечных остановочных пунктов для общественного транспорта, предлагается создать на исследуемой территории транспортно-пересадочный узел, который является прежде всего конечной остановкой автобусов и маршрутных такси для различных направлений. Также он может включать в себя временные парковки, стоянки такси, зал ожидания для пассажиров, магазины и пункты питания.

В заключение отметим, что при реализации комплекса предложенных мероприятий существенно повысится комфортность проживания горожан на данной территории, а также престижность этого района.

Выигрывает и архитектурная привлекательность обновленной застройки, что позво-

лит поднять имидж и потенциал развития Барнаула в целом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Грабовой, П. Г. Реконструкция и обновление сложившейся застройки города: учебное пособие для вузов / Под общей ред. П. Г. Грабового, В. А. Харитоновой. – М. : Изд-во АСВ, 2006. – 624 с.
2. Стулова, И. А. Развитие застроенных территорий города Барнаула / И. А. Стулова, В. В. Перфильев, И. В. Харламов. – Вестник Алтайской науки. – № 4. – 2014. – С. 302-307.
3. Перфильев, В. В. Развитие застроенных территорий Барнаула. Проблемы и пути решения / В. В. Перфильев, Е. С. Иванова. – Ползуновский альманах. – № 3. – 2016. – С. 177-180.

Харламов И.В. – к.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Строительные конструкции» ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова, E-mail: hiv@mail.altstu.ru.

Перфильев В.В. – к.т.н. доцент кафедры «Строительные конструкции» ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова.

Немченко И.О. – студент ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова.

Иляхин А.В. – студент ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова.

УДК 699:86.004.8

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ ТЕПЛООБМЕНА СТЕНЫ СО СЛОЕМ ГРАНУЛИРОВАННОГО УТЕПЛИТЕЛЯ

Е. В. Хатина

Алтайский государственный технический университет
им. И.И. Ползунова, г. Барнаул

Проблема энергосбережения в современном строительстве РФ является наиболее актуальной. Существующие ограждающие конструкции удовлетворяют формально требованиям по термическому сопротивлению, но не выдерживают требования по паропроницаемости и требований по равной долговечности всех элементов конструкций стен. В сложившейся ситуации выходом может послужить разработка такой конструкции утепления, которая имела бы нулевое сопротивление паропроницаемости, была бы максимально долговечной, обеспечивала автоматический тепловой контакт утеплителя со стеной и обладала эффектом динамической теплоизоляции, т.е. могла вентилироваться круглый год.

Ключевые слова: насыпной утеплитель, паропроницаемость, термическое сопротивление.

Анализ опыта наиболее развитых стран мира в решении проблемы энергосбережения показывает, что одним из наиболее перспективных путей ее решения является сокращение потерь тепла через ограждающие конст-

рукции зданий. В условиях сурового климата России применение эффективных теплоизоляционных материалов является одной из важнейших задач современного строительного производства.

Появилась целая гамма эффективных теплоизоляционных материалов. Ни один теплоизоляционный материал не соответствует долговечности ограждающих конструкций зданий. Так как на долговечность теплоизоляционного материала влияет много факторов, среди которых не последнее место занимает область его применения. От того, насколько защищен материал от атмосферного воздействия, от его грамотного использования в той или иной конструкции, условий монтажа, во многом зависит, насколько оптимально будет работать такая конструкция. Если влажность материала в процессе эксплуатации (монтажа) увеличилась, то он теряет свои свойства.

В связи с возросшими требованиями к термическому сопротивлению важную роль стали играть пенопласты, так как они имеют наименьшую по сравнению с другими теплоизоляционными материалами теплопроводность.

Коэффициент теплопроводности, являющийся основным показателем теплоизоляционных свойств материала, существенно зависит от содержания в нем влаги, каждый процент содержания которой снижает этот коэффициент на 4%. Кроме этого, зимой присутствующая в пенополистирольных плитах влага, замерзая и превращаясь в лед, постепенно разделяет материал на отдельные гранулы, что резко снижает долговечность беспрессового пенополистирола и приводит к более частым капитальным ремонтам.

При проектировании наружных стен необходимо использовать конструктивные решения, обеспечивающие доступ к теплоизоляционному слою для проведения восстановительных работ.

Для теплоизоляционных материалов из минерального истеклянного волокна, применяемых в наружных ограждающих конструкциях зданий, особенно важным является показатель водостойкости. Учитывая возможность периодического увлажнения теплоизоляционных материалов в конструкции, показатель водостойкости в значительной степени определяет их долговечность.

Учитывая негативное влияние влаги на долговечность минеральных волокон и стеклянных волокон щелочного состава, при разработке конструкций с применением теплоизоляционных материалов из них необходимо предусматривать технические решения, ограничивающие деструктивное воздействие влаги в процессе эксплуатации

Предотвращение конденсации паров воды в конструкции достигается соответствующим расположением слоев материалов с различной паропроницаемостью, введением при необходимости дополнительных барьеров, снижающих диффузионный поток влаги и предотвращающих или ограничивающих конденсацию.

Появление водного конденсата в толще ограждающих конструкций обусловлено тем, что теплоизоляция уменьшает поток тепла, направленный к наружной поверхности ограждающей конструкции. Таким образом, эта поверхность остаётся холодной и если она к тому же остаётся паронепроницаемой, то конденсация на ней неизбежна. Для предотвращения этого явления обычно применяется обшивка тёплой внутренней поверхности слоем паронепроницаемого материала и устройство вентиляции воздушного промежутка внутри ограждающей конструкции.

Для достижения полной паронепроницаемости изоляционного слоя необходимо, чтобы этот слой был сплошным, чего обычно достичь не удаётся. Поэтому слой теплоизоляции постепенно накапливает влагу и перестаёт адекватно функционировать; при этом здание, имевшее при сдаче-приёме высокие энергосберегающие свойства, по прошествии определённого срока эти данные в значительной степени утрачивает.

Что касается вентилирования воздушного промежутка, то заметного эффекта это не даёт, так как вентиляция увеличивает скорость движения влаги, а, следовательно, ускоряет и конденсацию. Тем не менее, применение вентиляции признаётся необходимым, потому что является основным способом удаления влаги из ограждающей конструкции.

Особое внимание следует уделять выбору теплоизолирующего материала, который будет функционировать при повышенной влажности. Этот материал не должен поглощать влагу, тогда при попадании влаги внутрь конструкции материал, по крайней мере, не потеряет своих теплозащитных свойств.

Все утепляющие материалы хороши сами по себе там, где нет массопереноса (стальная труба) или где средне зимняя наружная температура не переходит через ноль градуса Цельсия (т.к. нет точки росы в толще утеплителя, то нет замерзания и разрушения утепляющего материала). Поскольку в Алтайском крае средне зимняя температура минус 18⁰С, то точка росы всегда попадает на

слой утеплителя или на границу между утеплителем и несущей стеной.

Поэтому, с одной стороны, утеплитель разрушается из-за образующегося в его толще слоя льда и сил морозного пучения, с другой стороны, наличие влажного слоя на границе между утеплителем и несущей стеной не позволяет за летний период высушить эту зону в существующих конструкциях утепляющих слоёв, что с годами ведёт к возрастанию скорости разрушения утеплителей (их деградации).

Опыт эксплуатации наружных стеновых панелей в панельных зданиях подтверждает этот факт [1]. Поэтому возникает необходимость разработки конструкций и технологии устройства утепляющего слоя, лишённого этих недостатков. Подобным примером может служить запатентованная конструкция утепления стены с засыпным утеплителем (гранулированный пенополистирол) [2], но уровень знаний о поведении данного утеплителя и его характеристиках в зависимости от различных природно-климатических факторов требует дополнительного научного изучения.

Ранее нами проводилось исследование для определения коэффициента теплопроводности различных теплоизоляционных материалов [3], а так же исследование эксплуа-

тационных свойств засыпного утеплителя в наружных стенах [4].

Целью данной научной работы является доказательство гипотезы, что при обдувании насыпного утеплителя на свободной поверхности происходит уменьшение термического сопротивления.

Изготовлена экспериментальная установка (рисунок 1) для измерения температуры по сечениям в зависимости от различных природно-климатических факторов. Изготовлена и проверена цифровая система сбора и накопления информации о температуре в исследуемых конструкциях (рисунок 2).

В ходе 36 поставленных экспериментов проведено измерение температуры в 18 точках сечения экспериментальной установки с интервалом 20 секунд до выхода системы в стационарный режим. Построено 72 графика изменения температуры по времени в исследуемых точках сечения установки в моменты стационарности режима, 24 графика зависимости коэффициента теплоотдачи α и перепада температур Δt от скорости ветра, 12 графиков зависимости коэффициента теплоотдачи α от перепада температур Δt и мощности нагревателя P . Рассчитано термическое сопротивление слоя моноутеплителя в зависимости от воздействия различных природно-климатических факторов.

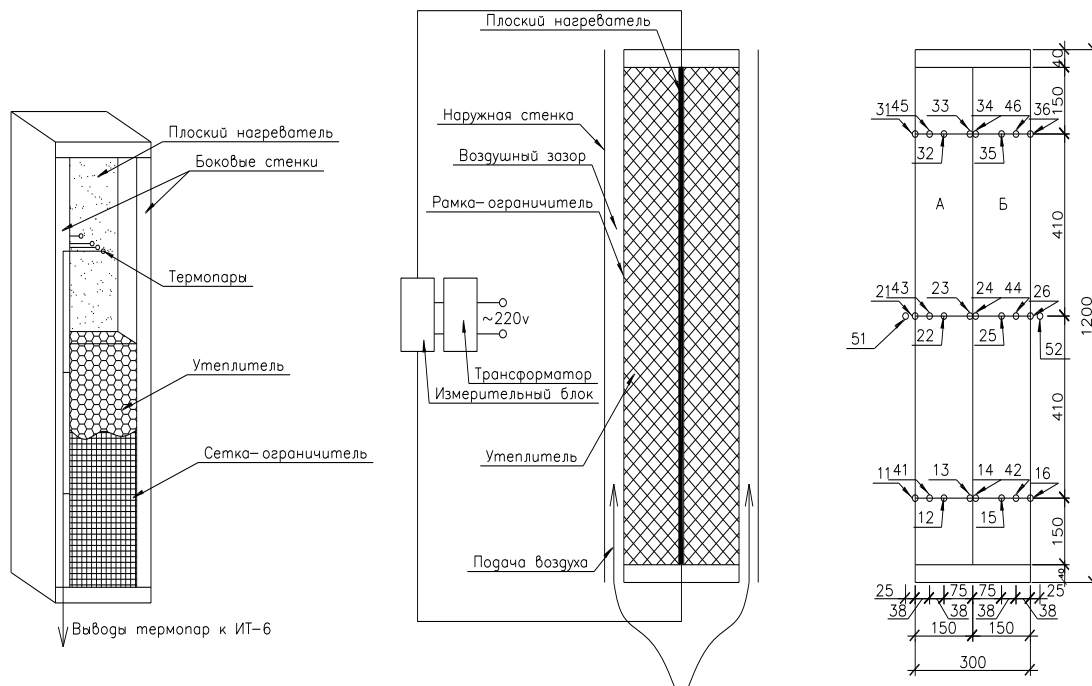


Рисунок 1 – Экспериментальная установка

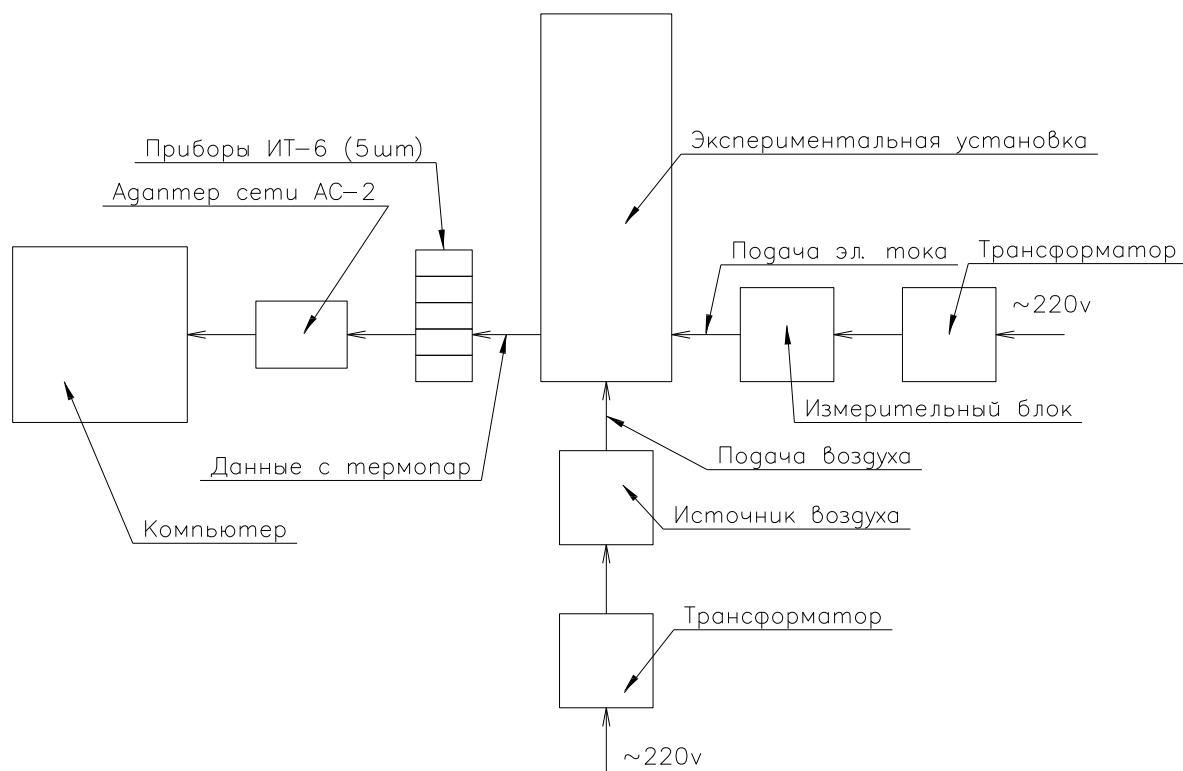


Рисунок 2 – Цифровая система сбора и накопления информации

Были подсчитаны величины термического сопротивления α слоя насыпного утеплителя (пенополистирол гранулированный) по формуле

$$\alpha = \frac{1}{R} = \frac{P}{2\Delta t_{\text{общ}}}, \quad (1)$$

где $\Delta t_{\text{общ}}$ – разность температур на нагревательном элементе и границе раздела слоя насыпного утеплителя с воздушной средой, $^{\circ}\text{C}$; P – мощность нагревательного элемента, $\text{Вт}/\text{м}^2$.

Выводы

Анализ распределения температуры t по толще утеплителя показал:

- Распределение температуры носит нелинейный характер, с увеличением градиента от периферии к нагревателю;
- Наличие или отсутствие обдувания внешней поверхности утеплителя характер распределения температуры и знак градиента не изменяет, также весьма незначительно изменяется температура наружной поверхности утеплителя и практически не изменяется температура нагревателя.

Анализ графиков изменения коэффициента теплоотдачи α в зависимости от мощности нагревателя P и скорости ветра V показал:

а) при отсутствии обдувания коэффициент теплоотдачи α практически не зависит от мощности нагревателя;

б) увеличение скорости обдувания увеличивает коэффициент теплоотдачи α , но характер увеличения зависит от мощности нагревателя, что требует дополнительного изучения;

с) характер изменения температуры t по сечению носит аналогичный, но обратный характер чем в п. а и б).

Анализ графиков зависимости коэффициента теплоотдачи α от перепада температур Δt и мощности нагревателя P показал, что парные кривые Δt и P имеют сходный характер во всех без исключения случаях, как в отсутствие обдувания, так и с обдуванием при различных скоростях. Это говорит о том, что α и Δt практически полностью определяются мощностью нагрева и практически не зависят от диаметра засыпки и толщины утеплителя.

Таким образом, на основании проведенных экспериментов можно утверждать, что насыпной монофракционный утеплитель, расположенный с наружной стороны отапливаемого здания, уменьшает свое термическое сопротивление до двух раз при обдувании его открытой поверхности, но, учитывая отсутствие сопротивления паропроницаемости утеплителя, и, соответственно, отсут-

вие накопления влаги в толще утеплителя, может быть рекомендован к использованию для утепления наружных стен.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андрианов, К. А. Пенополистирол для ограждающих конструкций / К. А. Андрианов, В. П. Ярцев // Жилищное строительство. – 2004. – № 2.

2. Патент РФ № 205735, МПК E04F 13/08(2006.01) БИ №25 10.09.07. Способ утепления наружной стены здания / М. М. Титов, Е. В. Хатина.

3. Хатина, Е. В. Определение коэффициента теплопроводности различных теплоизоляционных материалов в процессе эксплуатации / Е. В. Хатина // Ползуновский альманах. – № 3. – 2016. – С 223-226.

4. Хатина, Е. В. Исследование эксплуатационных свойств засыпного утеплителя в наружных стенах / Е. В. Хатина // Ползуновский альманах. – № 1. – 2016. – С. 211-214.

Хатина Е.В. – старший преподаватель кафедры «Технология и механизация строительства», ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова, E-mail: katrin210180@mail.ru.

УДК 699:86.004.8

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ВЕНТИЛИРУЕМЫХ НАВЕСНЫХ ФАСАДОВ

Е. В. Хатина

Алтайский государственный технический университет
им. И.И. Ползунова, г. Барнаул

Для эффективного утепления существующего жилищного фонда необходим теплоизоляционный материал, обладающий высокой паропроницаемостью, долговечностью и ремонтопригодностью. Таким материалом может являться засыпной утеплитель из гранул вспененного пенополистирола, обеспечивающий эффект динамической теплоизоляции и имеющий возможность самостоятельно вентилироваться круглый год. В нашей работе мы исследовали влияние на термическое сопротивление материала или диаметра фракции утеплителя, влияние на термическое сопротивление мощности теплового потока и скорости обдува для всех материалов и диаметров фракции утеплителя, определили долю каждого из трех способов теплопередачи во всех материалах утепления (лучистый, конвективный, теплопроводность).

Ключевые слова: термическое сопротивление утеплителя, теплопроводность, теплопередача.

Эффективность и долговечность любой строительной конструкции, прежде всего, определяется корректностью метода расчета и свойствами входящих в нее материалов. В общем случае методика теплотехнического расчета и принципы выбора теплоизоляционного материала должны учитывать архитектурно-строительные особенности здания, климатические воздействия и внешние нагрузки.

К архитектурно-строительным особенностям относятся такие факторы, как: форма и высота здания; остекленность – процент остекления и ширина простенков; форма утепляемой поверхности – плоская или криволинейная; качество утепляемой поверхности – отклонение от плоскостности, наличие выпуклостей или швов; степень огнестойкости здания, класс ответственности здания; влаж-

ностный режим помещения – сухой, нормальный, влажный, мокрый.

К климатическим воздействиям, учет которых необходим при выборе теплоизоляции, помимо расчетных температур относятся ветровые воздействия.

С внешними нагрузками на теплоизоляцию все просто – они сведены к минимуму. Внешних сил к утеплителю в условиях эксплуатации не приложено. Собственный вес отдельной плиты воспринимается механическим крепежом, например стержнями из стеклопластика с нейлоновым дюбелем. Количество точек крепления на одну плиту определяется проектом. В условиях эксплуатации и монтажа при обеспечении плотного контакта (прижатия) утеплитель подвергается сжатию, изгибу и кручению, обусловленными геометрией утепляемой поверхности.