

Приложение П1

Государственная акционерная железнодорожная компания
«Узбекистон темир йуллари»

Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта

На правах рукописи

Шаумаров Саид Санатович

Совершенствование теплозащиты стен крупнопанельных
жилых зданий

Специальность: 5А580204

«Проектирование, строительство зданий и сооружений»

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание степени магистра

Научный руководитель:

К.т.н., доцент Щипачева Е.В.

Ташкент 2009

Оглавление	стр.
Введение.....	5
1. Современное состояние вопроса теплозащиты стен	8
1.1. Климатические характеристики города Ташкента.....	8
1.2. Параметры воздушной среды, соответствующие комфортному микроклимату жилых зданий.....	10
1.3. Анализ теплотехнических свойств стен крупнопанельных жилых зданий, эксплуатируемых в Ташкенте.....	19
1.3.1. Конструктивное решение несущих панельных стен	19
1.3.2. Конструктивное решение легких навесных стеновых панелей.....	22
1.3.3. Теплотехнические свойства наружных стеновых панелей.....	23
1.4. Пути повышения теплозащитных свойств стеновых панелей жилых зданий, эксплуатируемых в Ташкенте.....	28
1.4.1. Системы с утеплением с внутренней стороны ограждающей конструкции.....	28
1.4.2. Системы с утеплителем с наружной стороны ограждающей конструкции	31
1.5. Выводы. Рабочая гипотеза. Цель и задачи исследований.....	39
2. Методы и материалы исследований.....	41
2.1. Конструктивное решение стеновых панелей и характеристика материалов для наружных стеновых панелей.....	41
2.2. Принятые методы исследований.....	43
2.2.1. Определение температуры и влажности воздуха в помещении.....	43

2.2.2. Определение температуры поверхности ограждения.....	46
2.2.3. Ультразвуковой метод оценки средней плотности легких бетонов.....	47
2.2.4. Расчет сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции.....	49
2.2.5. Расчет теплоустойчивости ограждающей конструкции.....	50
3. Разработка эффективной тепловой защиты панельных стен существующих жилых зданий.....	53
3.1.Определение температурно-влажностных характеристик среды эксплуатируемых жилых зданий	53
3.2. Определение фактической средней плотности материалов стеновых панелей эксплуатируемых жилых зданий.....	64
3.3. Исследование теплотехнических характеристик утепления панельных стен.....	72
3.4. Рекомендации по устройству тепловой защиты панельных стен существующих зданий	77
3.5. Выводы по главе.....	84
Общие выводы	85
Литература	86
Приложение П.1.....	89

Введение

Повышение энергоэффективности гражданских зданий в последние десятилетия стало одним из направлений развития мировой строительной индустрии. В большинстве зарубежных стран нормируемые величины теплозащиты наружных ограждающих конструкций увеличились в 2,5-3 раза. Для климатических условий Узбекистана эта проблема ещё больше обостряется, так как необходима эффективная теплозащита и от чрезмерного перегрева в летнее время.

Наряду с новым строительством большое значение следует придавать и эксплуатируемому жилому фонду, как основному источнику энергосбережения.

Забота о комфортности и здоровье человека в помещениях становится чрезвычайно важной и в связи с осложнением экологической обстановки на Земле, особенно в многочисленных мегаполисах с многомиллионным населением. Современные здания должны быть комфортными, с высоким качеством внутренней среды, они должны быть разумно экономичными с эффективным использованием энергии.

Однако, существующие на сегодняшний день конструкции крупнопанельных жилых домов зачастую малоэффективны, а главное, не обеспечивают комфортный микроклимат в жилых зданиях. Таким образом, проблема совершенствования наружных стен жилых зданий в Узбекистане является весьма актуальной.

Данная диссертационная работа посвящена разработке рекомендаций по устройству тепловой защиты панельных стен эксплуатируемых жилых зданий, обеспечивающей защиту помещений от внешних климатических факторов, влияющих на их микроклимат.

Научная новизна состоит в том, что разработаны экономически целесообразные технические решения утепления наружных легкобетонных стеновых панелей, позволяющие значительно повысить теплозащиту эксплуатируемых жилых зданий.

Работа выполнена в 2005 – 2007 г.г. в научно-исследовательской лаборатории при кафедре «Строительство зданий и промышленных сооружений» Ташкентского института инженеров железнодорожного транспорта.

Работа состоит из введения, трех глав, выводов и списка использованной литературы.

В первой главе отражены климатические характеристики города Ташкента и параметры воздушной среды, соответствующие комфортному микроклимату помещений жилых зданий.

Также в ней приведен литературный анализ современного состояния вопроса тепловой защиты стен крупнопанельных жилых зданий, в том числе конструктивные решения наружных стен, анализ их теплозащитных свойств, и пути совершенствования ограждающих стеновых конструкций.

На основании данных литературных источников обоснована целесообразность исследования возможности повышения теплозащитных

свойств стеновых панелей эксплуатируемых жилых зданий за счет применения наружной теплоизоляции на основе базальтового волокна.

Также в первой главе изложены цель и задачи исследований.

Во второй главе приводятся конструктивные решения стеновых панелей исследуемых эксплуатируемых зданий и характеристика материалов этих стеновых панелей, а также методы исследований.

Третья глава посвящена определению температурно-влажностных характеристик среды и фактической средней плотности материалов стеновых панелей эксплуатируемых в городе Ташкенте жилых зданий. На основе экспериментальных данных были проведены исследования теплотехнических характеристик панельных стен

Также в третьей главе представлены рекомендации по устройству тепловой защиты панельных стен эксплуатируемых в Ташкенте жилых зданий.

В заключении сформулированы общие выводы по работе.

1. Современное состояние вопроса теплозащиты стен

1.1. Климатические характеристики города Ташкента

Среди многочисленных природных условий, влияющих на существование человека на земле, первостепенное значение имеют атмосферные условия: температура наружного воздуха, относительная влажность воздуха, солнечная радиация, ветровой режим.

По данным литературных источников [3, 15], город Ташкент занимает северо-восточную часть Узбекистана, относящуюся к IV строительно-климатической зоне.

Температура воздуха относится к основным метеорологическим факторам, определяющим режим погоды и климата, и характеризуется такими показателями как средние месячные и суточные температуры. Средняя месячная температура воздуха в январе составляет $-0,4 \dots -1,5^{\circ}\text{C}$, в июле $27-29^{\circ}\text{C}$ [26].

Суточная амплитуда температуры воздуха в Ташкенте равна $13,0-18,5^{\circ}\text{C}$. На величину амплитуды сильно влияет облачность: наибольшие суточные амплитуды наблюдаются при ясном небе, а при пасмурном небе значения на $6-9^{\circ}\text{C}$ меньше.

Максимальная амплитуда температуры воздуха в июле для Ташкента составляет $23,7^{\circ}\text{C}$, а средняя $17,4^{\circ}\text{C}$ (для сравнения, в Тбилиси соответственно $19,9$ и $14,3^{\circ}\text{C}$, и в Москве $15,7$ и $11,8^{\circ}\text{C}$) [3].

По данным [3], расчетная температура наружного воздуха составляет

$t_{\max} = 39^{\circ}\text{C}$, $t_{\text{суточн.}} = 30,3^{\circ}\text{C}$. Что касается зимнего периода, то средняя температура наиболее холодной пятидневки равна -15°C , средняя температура наиболее холодных суток равна -18°C .

Также, характерная особенность микроклиматических условий города Ташкента заключается в том, что, если летом длительное время дневная температура держится примерно на одном уровне, то зимой в течение 1-3 суток может наступить резкое изменение погоды, похолодание [7]. В таких условиях, архитектурно-планировочные меры, направленные на борьбу с летним перегревом, обусловленным интенсивной солнечной радиацией и высокой температурой воздуха, необходимо увязывать с требованиями теплозащиты в зимний период.

Для Ташкента среднегодовая относительная влажность воздуха составляет 58-60%, в летние месяцы 40-50% ночью и 25-30% днём [24]. Низкая относительная влажность воздуха на территории Ташкента обусловлена незначительным количеством осадков в течение года. Летом, очагом формирования сухого воздуха являются разогретые пустынные территории.

Суммарная солнечная радиация в районах с жарким сухим климатом достигает за год 7-8,5 кДж. Её значения возрастают с уменьшением широты и в зависимости от высоты над уровнем моря, а также от облачности. Так, в Ташкенте продолжительность солнечного сияния в среднем за год составляет 2889 часов [25].

В часы максимального облучения на горизонтальную поверхность города Ташкента в полдень в июле приходится 890 Вт/м^2 , на вертикальную – 610 Вт/м^2 [3].

Ветровой режим на территории Узбекистана проявляется различно в зависимости от скорости ветрового потока. В Ташкенте летом скорость ветра составляет $2,0-2,5 \text{ м/с}$. В течение суток средняя скорость ветра в дневные часы увеличивается от $1,3$ до $1,5-1,9 \text{ м/с}$, снижаясь в вечерние и ночные часы до $1,0-1,1 \text{ м/с}$ [3].

Таким образом, г. Ташкент расположен в регионе с резко выраженным континентальным климатом. В этих условиях конструктивные меры, направленные на борьбу с летним перегревом, необходимо увязывать с требованиями вытекающими из особенностей зимнего режима.

1.2. Параметры воздушной среды, соответствующие комфортному микроклимату жилых зданий

Нормальное тепловое состояние человека зависит от ряда факторов внешней среды, а также от индивидуальных особенностей организма человека. Во внешней среде к этим параметрам относятся температура наружного воздуха, относительная влажность воздуха, ветер и солнечная радиация.

Параметрами, определяющими комфортные для человека условия в помещениях, являются: температура, влажность и скорость движения воздуха, а также температура внутренних поверхностей ограждающих конструкций.

Анализ многочисленных данных по характеристикам температурно-влажностного режима помещений применительно к южным условиям (И.С.Ветошкин, М.С.Горомосов и др.), а также натуральных наблюдений на территории Узбекистана (П.А.Азизов, И.М.Геллер, А.В.Ершов, Е.А.Солдатов) дают возможность определить границы благоприятных летних микроклиматических условий в помещениях [3].

Температура - наиболее характерная и наиболее существенная черта микроклимата помещений. Температура внутреннего воздуха в летнее время зависит в основном от количества тепла, вносимого инсоляцией через светопроемы и от нагретых в течение дня ограждающих конструкций [24].

Верхняя граница благоприятных температурных условий в помещении днём колеблется в пределах 24-26°C. Снижение относительной влажности и повышение скорости движения воздуха в дневное время, наблюдающиеся в условиях круглосуточного проветривания помещений, создают комфортные условия и при более высоких температурах (до 30-31°C) [3].

Температура воздуха внутри жилых домов города Ташкента летом достигает 33-36°C, что на 2-3,5°C выше среднесуточной наружной. В зданиях, сооружённых с отступлением от требований строительных норм и правил, возможны повышения внутренней температуры до 38-40°C [20].

Значение ограждающих конструкций с микроклиматической точки зрения заключалось в том, что они влияли на инерционные качества здания, т.е. на запаздывания внутренних теплофизических процессов по отношению к внешним. Температура внутри помещения начинает расти днем вслед за

повышением температуры наружного воздуха и инсоляцией здания. Однако максимальная температура воздуха в помещениях в зависимости от теплотехнических качеств жилого дома наблюдается в 18-22 часа, а максимальная температура наружного – в 15-16 часов [3].

Таким образом, в жилых зданиях температура внутреннего воздуха в летний период превышает комфортные значения, и квартиры перегреваются.

Для решения этой проблемы обычно используют «искусственный климат помещений» в виде кондиционирования воздуха. Но не только с экономической точки зрения продиктовано довольно ограниченное применение системы кондиционирования воздуха в жилых домах. При кондиционировании создаются условия неблагоприятные для человека в физическом и психологическом отношении: имеет место очень сильный контраст между внешним климатом и кондиционируемой средой, приводящий к нарушению психического и физического равновесия организма человека.

Кроме того, исследования гигиенистов показывают, что наружный воздух, поступающий в помещение через калориферы, вентиляторы и воздуховоды, утрачивает отрицательные ионы и этим ухудшает свои биологические качества [7].

В зимний период в климатических условиях Узбекистана наблюдаются отрицательные температуры, выпадение снега, осадков и чрезмерное похолодание. Например, для Ташкента среднемесячная температура наружного воздуха в январе составляет $-0,9^{\circ}\text{C}$, средняя температура наиболее холодной

пятидневки -15°C , а наиболее холодных суток -18°C [27]. Это значит, что в зимний период необходима защита помещений и от холода.

Наиболее распространённый способ поддержания искусственного микроклимата помещений в зимнее время – отопление, функционирующее в течение отопительного периода, что, строго говоря, обеспечивает только один параметр микроклимата - температуру внутреннего воздуха.

В настоящее время проектирование и строительство жилых зданий осуществляются согласно требований КМК [14]. Между тем, теплотехнические и микроклиматические требования КМК, основанные на минимальных гигиенических требованиях, не обеспечивают оптимальный микроклимат в помещениях. Соответственно, температурно-влажностный режим помещений, если и соответствует требованиям КМК, не является комфортным.

Обозначим требования гигиенического комфорта. В целях улучшения теплового режима жилищ расчетную зимнюю температуру воздуха в помещениях целесообразно повысить до гигиенического оптимума $21-22^{\circ}\text{C}$. (по КМК температура внутреннего воздуха в жилых зданиях должна составлять 20°C) При отоплении непрерывного действия (центральном) суточные колебания температуры не должны превышать $\pm 1,5^{\circ}\text{C}$ [23].

Важное гигиеническое значение в обеспечении теплового комфорта имеет величина горизонтальных и вертикальных перепадов температуры воздуха в помещении. Рекомендуется, чтобы температурные перепады воздуха по вертикали внутри помещения не выходили за пределы 2°C на уровне 1,5 м от

пола [23]. В этих условиях человек в обычной одежде не ощущает неравномерности температуры.

Распределение температур воздуха по вертикали зависит от многих разнородных факторов: перепада $\Delta t = t_v - t_n$, теплозащитной способности наружных ограждений, главным образом перекрытий, и их воздухопроницаемости; стадии нагрева или остывания помещения при периодическом отоплении; расположения отопительных приборов в плане и по вертикали; расположения помещений (на нижнем, промежуточном или верхнем этаже).

Удельный вес воздуха уменьшается с повышением температуры, так как нагретые частицы стремятся подняться вверх. Поэтому при обычных конвективных системах отопления происходит общее повышение температуры поверхности пола и потолка. Однако, их температура остается ниже температуры омывающего их воздуха. Температура от уровня пола до известной высоты повышается, но в слоях воздуха, омывающего потолок, снова падает. Сочетание теплоизоляционной способности пола и потолка влияет на характер распределения температур по вертикали. Так, повышение воздухопроницаемости нижнего перекрытия приводит к охлаждению пола и нижних слоёв воздуха.

Физиолого-гигиенические наблюдения [23] позволяют считать, что этот перепад не должен превышать $1,5-2^\circ\text{C}$ при $20 \pm 1^\circ\text{C}$ температуре воздуха в помещениях.

В КМК допускается перепад между температурой внутренней поверхности наружных ограждений и температурой воздуха внутри помещения в 6°C . В США считают, что дискомфорт наблюдается уже при перепаде в 5°C [8]. С гигиенической точки зрения необходимо, чтобы температура внутренней поверхности наружного ограждения была ниже комфортной температуры воздуха помещений не более чем на $2-3^{\circ}\text{C}$, а расчётный перепад температур не превышал 3°C .

Влажность воздуха в условиях жаркого климата оказывает существенное влияние на терморегуляцию человека. При высоких температурах она затрудняет испарение влаги с кожного покрова и приводит к перегреву организма.

Общеизвестно, что сочетание высокой влажности не только с тёплым, но и с холодным воздухом неблагоприятно сказывается на тепловом состоянии и самочувствии человека [23].

Чрезмерная сухость воздуха (менее 30% относительной влажности) усиливает испарение влаги с поверхности слизистых оболочек дыхательных путей, вызывает ухудшение фильтрационной способности слизистой оболочки верхних дыхательных путей по отношению к микрофлоре и пыли.

Высокая относительная влажность, особенно при повышенной температуре, значительно ухудшает тепловое состояние человека, снижая испарения пота с поверхности кожи и, тем самым, затрудняя теплоотдачу. При очень большой относительной влажности (60% и более) испарение пота становится почти невозможным. При высокой температуре воздуха степень

влажности приобретает решающее значение для теплового состояния организма.

При оптимальных комнатных температурах колебания относительной влажности в пределах 30-60% не оказывает столь значительного влияния на условия теплоотдачи и теплоощущения человека [12].

Снижение относительной влажности и повышение скорости движения воздуха в дневное время, наблюдающиеся в условиях круглосуточного проветривания помещений, создают комфортные условия и при более высоких температурах (до 30-31°C) [3].

Прямые солнечные лучи и инсоляция имеют огромное saniрующее значение для жилища и необходимы для правильного развития организма человека. Но наряду с положительным влиянием на жизнь человека, солнечный свет, при определённых неблагоприятных условиях, может вызвать вредное явление перегрева, крайне отрицательно сказывающееся на здоровье и трудоспособности людей.

Из факторов, вызывающих перегрев воздушной среды, следует отметить солнечную радиацию. Благоприятные атмосферные условия при высоком стоянии солнца способствуют тому, что действительные суммы радиации составляют значительную долю возможных.

Помимо тепловых нагрузок от прямой солнечной радиации элементы зданий получают значительную долю тепла за счёт радиации, отражённой горизонтальными и вертикальными поверхностями окружающего городского ландшафта (земля, зелёные насаждения, стены домов). Это объясняется

большой величиной суммарной солнечной радиации, поступающей на данные поверхности и высоким коэффициентом отражения этих поверхностей. Например, стены домов в Ташкенте получают до 31% дополнительной солнечной радиации, отражённой от поверхности земли [3].

Зона неблагоприятного влияния отражённой от стены радиации на человека составляет от 6 м (южная ориентация) до 15 м (западная ориентация).

Ветер играет немаловажную роль в формировании микроклимата помещений.

В зависимости от температуры воздуха и скорости движения, ветер может быть полезен или вреден для здоровья человека. При температуре 28-33°C и скорости 1-4 м/с ветер снижает неблагоприятные воздействия температуры, проветривание улучшает микроклимат. При более высоких температурах, особенно при относительной влажности воздуха менее 25% и скорости более 4 м/с, ветер не даёт облегчения. Если же рассматривать его при более высоких скоростях, он становится вредным для здоровья человека [24].

В городе Ташкенте ветровой режим в ночные часы недостаточно интенсивен: скорость ветра в июле менее 1,5 м/с, что снижает эффективность ночного охлаждения жилища [3].

В зимнее же время охлаждение помещений зависит не только от действия низких температур наружного воздуха, но и в значительной степени от скорости зимних ветров. Наиболее интенсивное охлаждение происходит при большой скорости ветра и низком качестве изготовления окон и балконных дверей, неудовлетворительном теплотехническом качестве наружных стеновых

панелей. Причем температура наружного воздуха меньше влияет на охлаждение, чем ветер.

При характерном ветровом режиме Узбекистана объёмно-планировочная и композиционная организация жилой среды должна обеспечивать условия для ускоренного охлаждения жилища и территории застройки, ограждающих конструкций различных сооружений, улучшать условия теплообмена человека со средой.

С гигиенической точки зрения в жилых домах должна быть заложена схема проветривания помещений, обеспечивающая требуемую подвижность воздуха. Наиболее благоприятные условия для проветривания помещения создаются в двухсторонних квартирах со сквозной схемой проветривания. Сквозное проветривание способствует увеличению средних скоростей движения воздуха в помещениях при открытых проёмах в 4-5 раз по сравнению боковым проветриванием в односторонних квартирах. В прохладное время суток помещения быстрее охлаждаются, улучшается теплоотдача организма конвекцией и испарением.

Загрязнённость атмосферы частицами песка и пыли неблагоприятна для дыхательных путей человека, а также вызывает загрязнение помещений.

Таким образом оптимальными параметрами воздушной среды в жилых зданиях, расположенных на территории Республики Узбекистан являются: внутренняя температура $t_B=20-23^{\circ}\text{C}$, относительная влажность $\varphi=30-45\%$ и температурный перепад между внутренним воздухом и внутренней поверхностью стены равной $\Delta t_B = 4^{\circ}\text{C}$.

1.3. Анализ теплотехнических свойств панельных стен жилых зданий, эксплуатируемых в Ташкенте.

В зависимости от принятой конструктивной системы здания наружные стены проектируют несущими, самонесущими и навесными.

1.3.1. Конструктивное решение несущих панельных стен

Панели для наружных стен могут быть однослойными, двухслойными и трёхслойными.

Однослойные стеновые панели изготавливают из одного материала, выполняющего одновременно несущие и теплотехнические функции (рис.1 а).

В качестве материалов однослойных панелей применяются:

- легкие бетоны на пористых заполнителях из керамзита, термозита, аглопорита, перлита и т.п. со средней плотностью в высушенном состоянии $800-1400 \text{ кг/м}^3$, не ниже класса В2,3;
- ячеистые бетоны автоклавного твердения со средней плотностью в высушенном состоянии $700-900 \text{ кг/м}^3$, не ниже класса В1,6;
- тяжёлые и плотные силикатные бетоны;
- виброкирпичная кладка.

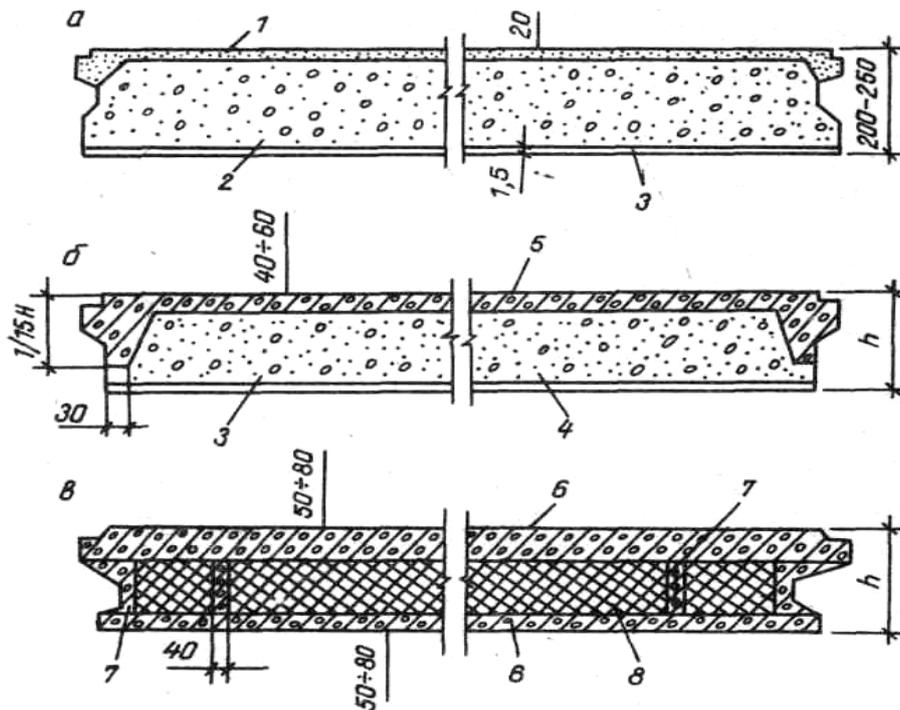


Рис. 1. Конструктивное решение наружных панельных стен

а — однослойная; б — двухслойная; в — трехслойная: 1 — фактурный (отделочный слой); 2 — керамзитобетон, перлитобетон, термозитобетон, ячеистый бетон, силикатный бетон, виброкирпичная кладка; 3 — отделочный слой; 4 — ячеистые и легкие бетоны; 5 — железобетонная плита с ребрами по контуру; 6 — железобетонная или бетонная плита; 7 — железобетонные усиленные ребра; 8 — утеплитель (минеральная вата, пенопласт, стекловата, плиты из ячеистого бетона, алюминиевая фольга), h — высота панелей (2,5—3,0 см).

Однослойные панели имеют простое конструктивное решение, технологичны в изготовлении.

Как показала практика эксплуатации однослойных панелей из легких бетонов, эти панели обладают рядом недостатков: малой трещиностойкостью,

трудностью создания разнообразного по отделке и долговечности фасадного слоя, высокой производственной влажностью бетона, часто превышающей 20-25%, необходимостью защиты арматуры от коррозии, высоким водопоглощением под воздействием атмосферных осадков [3].

Двухслойные стеновые панели состоят из несущего армированного слоя из легкого или тяжёлого бетона и утепляющего слоя из теплоизоляционного легкого или ячеистого бетона (рис.1 б).

Для двухслойных панелей используются следующие материалы:

- в несущих слоях - тяжёлый и силикатный бетон класса В12,5-22,5, лёгкий бетон на пористых заполнителях не ниже класса В7,5 со средней плотностью не более 1800 кг/м^3 ;
- в теплоизолирующем слое – ячеистый бетон со средней плотностью не более 500 кг/м^3 , легкий бетон (в том числе крупнопористый) со средней плотностью не более 600 кг/м^3 .

Трёхслойные панели состоят из двух наружных железобетонных или бетонных слоев и утеплителя между ними (рис.1 в).

В качестве утеплителя в трёхслойных панелях применяются:

- плиты и маты полужёсткие минераловатные на фенольной связке со средней плотностью не более 250 кг/м^3 ;
- плиты полужесткие или жесткие из минеральной ваты на битумной связке со средней плотностью не более 300 кг/м^3 ;
- маты и плиты полужёсткие стекловатные для строительства;

- плиты из ячеистых автоклавных и неавтоклавных бетонов (пенобетон, газобетон, керамзитобетон и др.) со средней плотностью более 400 кг/м^3 , с пределом прочности при сжатии не ниже 15 кг/м^3 .
- плиты из газонаполненных пластмасс (полистирольный пенопласт ПС-1, ПС-4, ПС-Б и ПСБ-С, фенол –формальдегидный пенопласт ФРП-1, пенополиуретан ПУ 4-60, ППУ-Э-2, ПУ-101, пенопласт на основе поливинилхлорида ПВХ-1, ПВХ-Э);
- плиты цементно-фибrolитовые со средней плотностью не более 400 кг/м^3 ;

В трехслойных панельных стенах недоиспользуются прочностные свойства внешнего железобетонного слоя. Технологический процесс изготовления этих панелей достаточно сложен.

1.3.2. Конструктивное решение легких навесных стеновых панелей

Конструкция легких навесных панелей состоит из наружной и внутренней обшивок и слоя утеплителя. Обшивки выполняются из плоских и профилированных цветных алюминиевых листов, нержавеющей стали, окрашенных асбоцементных листов, пластических материалов, клеевой фанеры, а также из бетонных и керамических плит (рис.2).

В качестве утеплителя применяются легкие эффективные материалы: пенопласты, минеральная вата, стекловолокно, пеностекло, ячеистые бетоны и т.д.

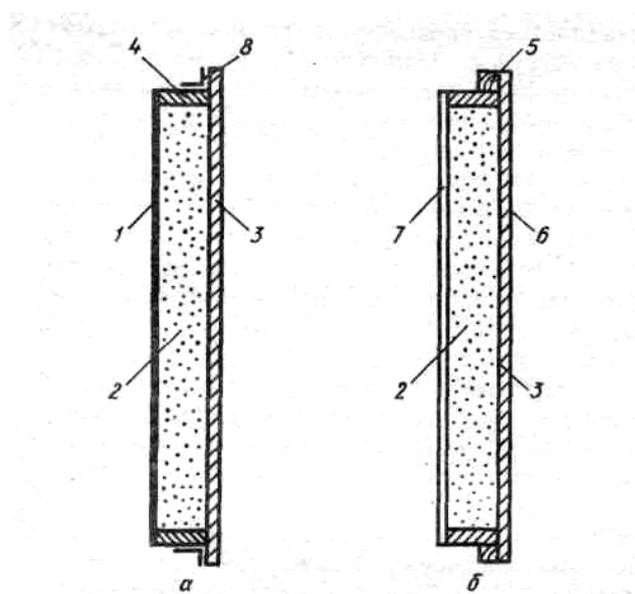


Рис. 2. Конструктивное решение навесных стеновых панелей

а — панели с алюминиевыми обшивками; *б* — панели с асбестоцементными обшивками: 1 — наружная обшивка из алюминиевых сплавов; 2 — утеплитель (минеральная вата, пенопласт, стекловата); 3 — внутренняя обшивка (сухая штукатурка, листы алюминия); 4-асбестоцемент — $\delta < 5 - 10$ мм; 5 — брус из антисептированной древесины; 6 — обвязка из антисептированной древесины; 7 — наружная обшивка из асбестоцементных листов толщиной 3 — 10 мм; 8 — уголковые профили из алюминия.

В конструктивном отношении достаточно сложно решаются вопросы: стыков панелей, крепежных деталей, примыкания оконных блоков.

1.3.3. Теплотехнические свойства наружных стеновых панелей

Многолетние натурные микроклиматические исследования в жилых домах с различными типами стен, проведенные на территории Республики

Узбекистан, позволяют дать оценку теплотехническим качествам наружных ограждений [3].

Наружные стеновые ограждения в большинстве случаев (особенно на первом этаже) имеют неудовлетворительные теплотехнические качества. На это указывает наличие плесени и сырости на торцевых стенах обследованных квартир, капель в углах, а в некоторых случаях, затекание влаги под линолеум, что приводит к его вспучиванию и короблению, почернение и отклеивание обоев. Очевидно, что подобные явления связаны не только с плохой работой системы отопления в зимнем сезоне. Как было установлено [3], пониженные теплотехнические качества наружных ограждений во многом объясняются нестабильностью средней плотности материала самих стеновых панелей (повышение средней плотности легкого бетона в ряде случаев составляло 20-25%), низким качеством заделки стыков (отсутствие герметизирующих прокладок, неудовлетворительное уплотнение бетоном). Снижение теплотехнических характеристик наружных ограждений приводит, в свою очередь, к созданию некомфортных микроклиматических условий в квартирах, как в зимнее, так и в летнее время [8].

Оценка тепловой эффективности конструкций наружных стен [20] показала, что из однослойных стеновых панелей, выполненных из пустотелого кирпича, керамзитобетона и ячеистого бетона, менее эффективными являются керамзитобетонные панели. Этот недостаток объясняется тем, что у керамзитобетона очень высокая энергоемкость.

Утолщение однослойных панелей экономически нецелесообразно, поскольку уменьшение суммарного расхода тепла при этом незначительно (так как возрастает его расход на изготовление материалов и производство конструкций), а материалоемкость панелей велика. Наименее энергоемкими из однослойных стеновых панелей являются газобетонные, однако недостаточный объем их производства сдерживает внедрение таких панелей. Применение легкогобетонных однослойных панелей особенно целесообразно в сейсмоактивных районах.

Двухслойные панели с расположенным снаружи атмосферостойким утеплителем обеспечивают наиболее благоприятный влажностный режим помещений и обладают хорошей внутренней теплоустойчивостью в условиях летнего перегрева. В сухом и жарком климате, свойственном Ташкенту, могут быть допущены и двухслойные с расположенным внутри утеплителем.

Наибольшей тепловой эффективностью обладают трехслойные панели с гибкими связями, особенно с утеплителем из полистирольного пенопласта (по сравнению с однослойными керамзитобетонными панелями суммарные расходы условного топлива снижаются в 2 раза [3]).

Приведенные затраты трехслойных панелей ниже на 12%, чем у однослойных керамзитобетонных панелей, а, в свою очередь, керамзитобетонных — на 20% ниже, чем у кирпичных стен. По трудозатратам однослойные панели являются наиболее выгодными. Они на 15% менее трудоёмки, чем трехслойные и в 2,5 раза менее трудоёмки чем наружные стены из кирпича.

Основные различия в тепловых реакциях тяжеловесных и легковесных строений лежат в их неодинаковой способности к накоплению тепла. В условиях периодических жарких дней, когда значительная доля солнечной радиации разогревает большую поверхность здания, как бы пропитывая её теплом, температура достигает максимума и тепло начинает проникать внутрь помещения. Накапливаемое в течение дня тепло в массивных конструкциях зданий резко ухудшает внутренний температурный режим ночью. Следовательно, в таких помещениях колебания будут менее значительными, (более заглушенными), чем в легковесных конструкциях. И чем интенсивнее колебания наружной температуры и солнечной радиации, тем более заметна эта специфическая инертность тяжёлых конструкций. Легковесные же материалы, обладая малой теплоёмкостью, почти мгновенно пропускают тепло в помещение. [3].

Однослойные массивные стены снижают амплитуду, но не уменьшают среднесуточную температуру, так как в течение дня они аккумулируют большое количество тепла, которое начинают отдавать в ночное время при понижении температуры наружного воздуха. Это явление не оказывало значительного влияния на малоэтажное жилище, так как дома хорошо проветривались ночью. Однако в современном многоэтажном жилом здании при недостаточной площади летних помещений ночью тепловое влияние ограждений весьма заметно.

Действующие нормы проектирования КМК 2.01.04-97 «Строительная теплотехника» устанавливает нормативные значения сопротивления

теплопередаче ограждающих конструкций трех уровней теплозащиты. Показатели первого уровня являются обязательными, второго и третьего – рекомендуемыми. Обязательный уровень теплозащиты соответствует нормам, введенным ещё в 1979 году, практически таким же какие существовали в Европе до 1975 года (табл. 1)[3].

Таблица №1

Вид ограждающих конструкций	Сопrotивление теплопередаче, ($\text{m}^2 \cdot \text{°C}$)/Вт					
	в Европе			в Узбекистане		
	Здания построенные			Уровень теплозащиты при температуре воздуха -15° (-20°C)		
	до 1975г.	После 1975г.	после 1985г.	первый обязател.	второй рекомен.	третий рекомен.
Наружные стены	0,526-0,625	1,754-2,174	5,0	0,67 (0,77)	0,8 (0,92)	1,6 (1,9)
Световые проёмы	0,391-0,429	0,556-0,769	0,769	0,39 (0,39)	0,39 (0,39)	0,39 (0,42)
Покрытия	0,385-0,526	2,0-3,33	5,0	1,0 (1,15)	1,15 (1,31)	3,2 (3,7)
Полы	0,526-0,714	1,25-2,5	3,33	2,01 (2,30)	2,01 (2,30)	2,6 (3,0)

Из таблицы видно, что только в Европе за десять лет (1975-1985гг.) дважды повышался уровень теплозащиты зданий и возрос в среднем в 8,8 раз для стен, 1,9 раз для световых проемов, в 11 раз для покрытий и в 5,5 раз для полов.

В Республике Узбекистан нормируемые сопротивления теплопередаче даже для третьего уровня теплозащиты ниже общеевропейских: для стен – в 3 раза, для световых проёмов – в 2 раза, для покрытий – в 1,5 раза, для полов – в 1,3 раза.

Таким образом, очевидно, что как способность к накоплению тепла, так и тепловое сопротивление определяют конструкцию здания, с помощью которой можно будет регулировать теплопередачу внутрь него. Там, где массу ограждающих помещения конструкций или используемых материалов изменить нельзя, основную роль в регулировании теплопередачи будут играть материалы с различным термическим сопротивлением [3].

1.4. Пути повышения теплоизоляционных свойств стеновых панелей жилых зданий эксплуатируемых в Ташкенте

Традиционные строительные материалы не способны в однослойной ограждающей конструкции обеспечить требуемое значение термического сопротивления $R^{\circ}_{тр}$. Оно может быть достигнуто лишь в многослойной ограждающей конструкции, где в качестве утеплителя применяется эффективный теплоизоляционный материал.

Для повышения теплозащитных свойств наружных стеновых панелей может применяться утепление с внутренней стороны ограждающей конструкции или с наружной.

1.4.1. Системы с утеплением с внутренней стороны ограждающей конструкции

Конструкция утепления с внутренней стороны выполняется в такой последовательности: теплоизоляционный слой, пароизоляционный и отделочный слой.

Существует несколько методов нанесения теплоизоляционного слоя. Один из них представляет собой крепление утеплителя из минераловатных плит или фибролита. Кроме того, используется метод напыления (набрызга) теплоизоляционного слоя из асбоминваты на поверхность конструкции. После чего происходит быстрое вспенивание, толщина нанесенного слоя увеличивается приблизительно в 5-10 раз. Затем он окончательно отверждается. Устройство асбоминватной теплоизоляции производят напылением под давлением механизированным способом на внутреннюю поверхность стены, через 24 часа на поверхность утеплителя наносят пароизоляционный слой.

При напылении применяют следующий состав асбоминваты (%): асбест К-VI-30-42%; минеральная вата-17%; водный раствор калиевого жидкого стекла-41% [4].

В качестве пароизоляции применяют рубероид подкладочный РП и РМ, изол, гидроизол, горячие битумные, холодные битумно-латексные мастики. Отделочный слой, выполняется листами сухой гипсовой штукатурки или штукатуркой цементно-песчаным раствором.

Повышение теплозащитных качеств $R_{\text{доп}}$ и прирост температуры ($\tau_{\text{доп}}$ °С) на внутренней поверхности стены при утеплении ее слоем различных теплоизоляционных материалов толщиной 1 см и облицовочного слоя приведен в таблице 2 [8].

Повышение теплозащитных качеств стен

Материал	$R_{\text{доп.}} \text{ м}^2 \text{ }^\circ\text{C}/\text{Вт}$	$\tau_{\text{доп.}} \text{ }^\circ\text{C}$
Полистерольный пенопласт ПСБ и ПСБ-С	0,44-0,47	2,3-2,4
Пенопласт фенолоформальдегидный	0,30-0,4	2,2
Асбоминвата, асбоперлит	0,31	1,8
Минераловатные плиты на ситетической связке	0,31	1,9
Пеностекло	0,31	1,9
Фибролит на портландцементе	0,28	1,6

Положительными качествами таких систем являются:

- теплоизоляцию можно произвести не во всех, а лишь в некоторых помещениях;
- производство работ по устройству теплозащиты стен может производиться в любое время года, при этом в отличие от систем наружного утепления, не требуются средства подмащивания;
- не меняется облик здания, если он имеет архитектурную ценность;

К отрицательным качествам данной системы относятся:

- уменьшение площади помещения за счёт увеличения толщины стены;
- массивная, хорошо аккумулирующая тепло часть стены в результате оказывается в зоне низких температур, что резко снижает тепловую инерцию ограждающей конструкции;
- перегородки и перекрытия, жестко связанные с несущей стеной и обычно не имеющие отсекающих теплоизолирующих вкладышей, образуют по каркасу

здания многочисленные тепловые мостики, что ведет к необходимости увеличения толщины плиты теплоизоляции.

1.4.2. Системы с утеплителем с наружной стороны ограждающей конструкции

Современные технологии отделки фасадов позволяют применить систему внешнего утепления здания.

Широко применяются две системы: так называемая система "мокрого" типа (с оштукатуриванием или с облицовкой фасада) и навесной вентилируемый фасад.

Основными элементами конструкции стены с вентилируемым воздушным фасадом, являются (рис. 3): конструкционный слой, слой теплоизоляции, подконструкция для крепления облицовочного слоя и сам облицовочный слой.



Рис. 3. Элементы конструкции стены с вентилируемым воздушным фасадом

Подконструкция состоит из кронштейнов, направляющих, элементов крепления облицовки. Различные системы с вентилируемым фасадом отличаются конструктивными особенностями элементов подконструкции. В частности, подконструкции выполняются с вертикальными, горизонтальными или совмещенными направляющими.

Отделочные слои конструкции системы с вентилируемым фасадом располагаются следующим образом: ограждающая конструкция (стена), теплоизоляция, в некоторых случаях паропрopusкающая, гидроветрозащитная пленка, воздушный зазор, защитный экран. Особенность этой системы заключается в том, что наружный защитно-декоративный экран отделен от внутреннего слоя воздушной прослойкой, сообщающейся с наружным воздухом. Наличие защитного экрана позволяет снизить требования к герметизации стыковых соединений панелей самого экрана, поскольку влага, попадающая внутрь прослойки, будет стекать по стальной стороне экрана, а размеры экрана могут и не совпадать с размерами панелей.

К системам с вентилируемым воздушным зазором относятся «Марморок» (рис. 4) и «Полиалпан». Эти системы требуют обязательного наличия внизу впускных, а сверху выпускных отверстий, т. к. экраны представляют собой сплошную паро- и воздухонепроницаемую преграду.

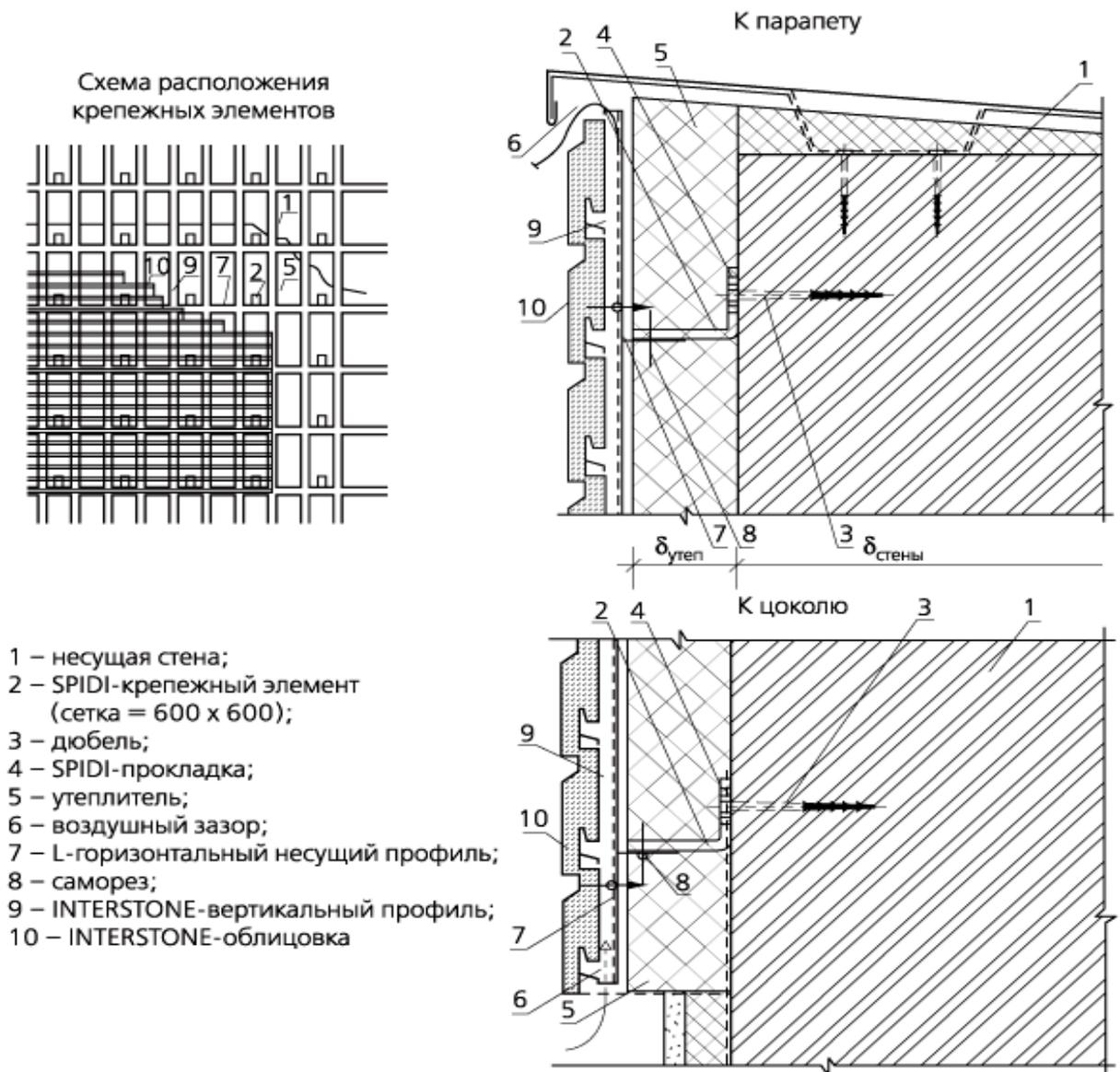


Рис. 2. Детали системы «Мармарок»

К положительным качествам этой системы утепления относятся:

- обеспечение требуемого сопротивления теплопередаче для всех типов ограждающих конструкций;
- влага, сконденсировавшаяся внутри системы наружной теплоизоляции, быстро испаряется, не вызывая переувлажнения конструкции;
- отсутствие температурных деформаций несущей стены (все резкие колебания наружной температуры воспринимаются утеплителем) ;

- препятствие к разрушению бетона и коррозии стальной арматуры несущих стен;
- отсутствие «высолов» на фасадах.

Недостатками системы являются:

- сложность с надлежащим оформлением узлов, обеспечивающих движение воздуха в прослойке;
- нетехнологичность в изготовлении и монтаже;
- малая заводская готовность;
- высокая трудоемкость в построечных условиях, так как отделочные элементы стены изготавливаются на различных производствах и собираются в одно целое на строительной площадке.

«Мокрыми» называют такие фасадные работы, при которых прикрепление теплоизоляционного материала к поверхности стены производится с помощью клея и механических соединителей. Клеевое закрепление утеплителя применяют при высоте стены до 8 м и при ее ровной прочной поверхности. Для более высоких зданий используют механическое крепление плит утеплителя к стенам. Используется также штукатурка из стекловолокна и синтетических материалов.

В зависимости от толщины фасадных штукатурных слоев применяют две разновидности устройства системы: с жесткими (рис. 5) и гибкими (подвижными или шарнирными) (рис. 6) крепежными элементами (кронштейнами, анкерами).



Рис. 5. Фасадная система с тонкослойной штукатуркой и жесткими крепежными элементами

Систему с жестким креплением используют при малых толщинах штукатурных слоев 8–12 мм. В этом случае температурно-влажностные деформации тонких слоев штукатурки не вызывают ее растрескивания, а нагрузка от веса может восприниматься жесткими крепежными элементами, работающими на поперечный изгиб и растяжение от ветрового отсоса.

К этим системам относятся: «Алсекко», «Капатек», «Текс-Колор», «Теплый дом», «Синтеко», «Сенарджи» и многие другие. В настоящее время в строительной практике применяется несколько десятков таких систем, отличающихся, главным образом, составом клеев и накрывочных штукатурок.

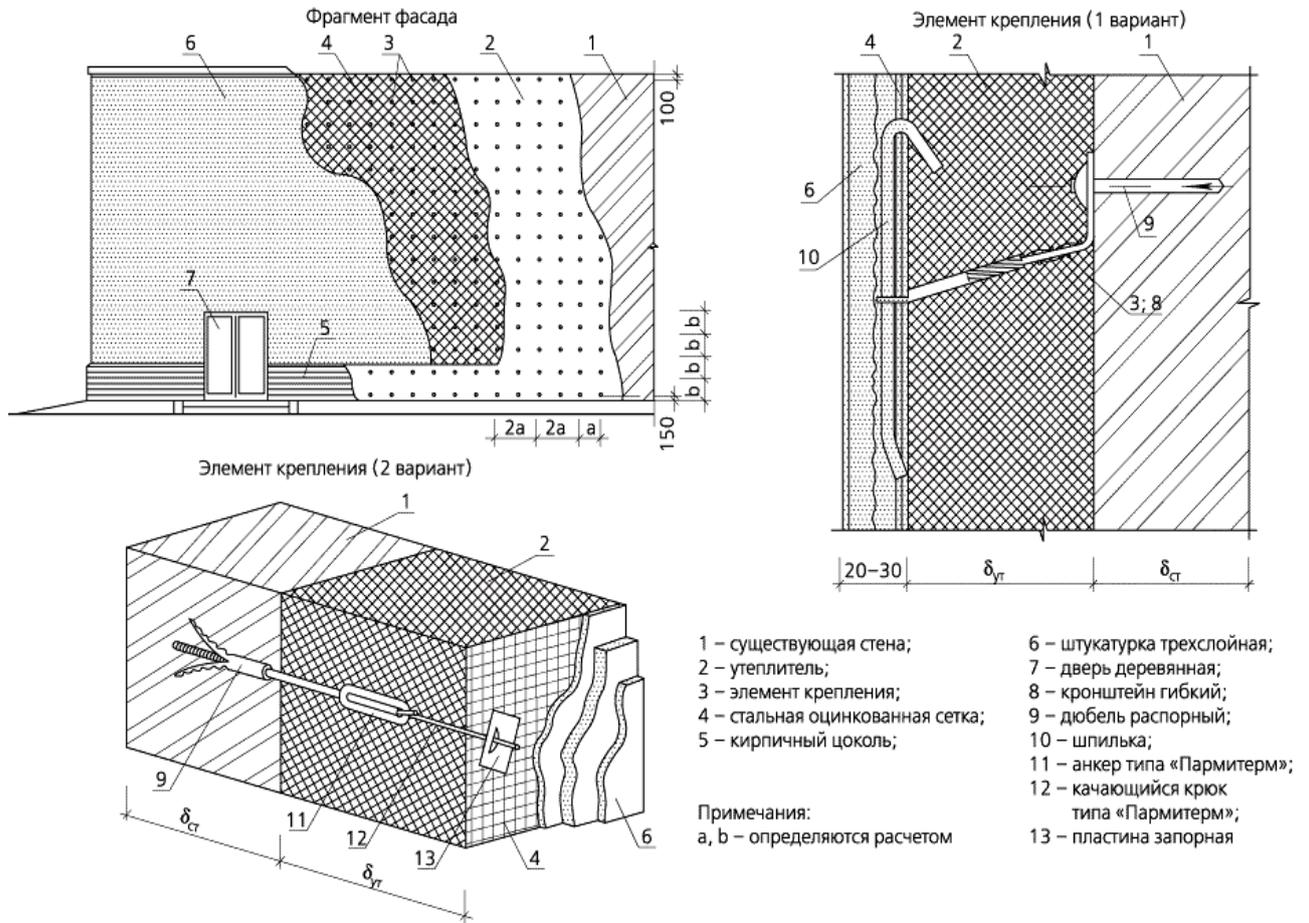


Рис. 6. Фасадная система с толстослойной штукатуркой и гибкими крепежными элементами

В «мокрых» фасадах также используется утеплитель. Это плотные минераловатные плиты или плиты из стекловолокна. Теплоизоляционные плиты приклеиваются к несущей стене, а потом дополнительно крепятся дюбелями. На утеплитель накладывается армированный слой, состоящий из клеящего раствора и стекло сетки. Сверху наносится "финишный" декоративный слой штукатурки.

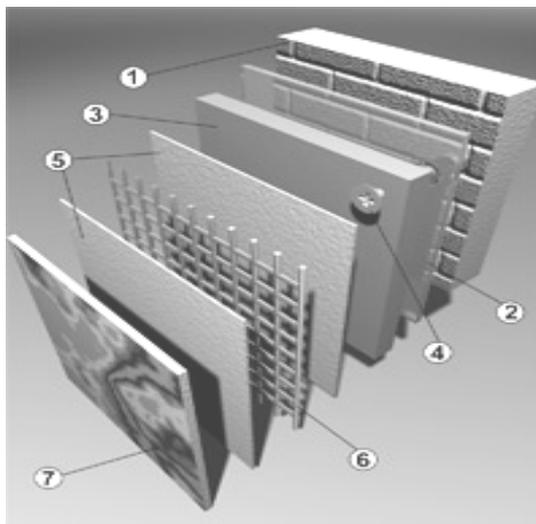


Рис. 7. Составные части систем с «мокрым» фасадом

На рис. 7 представлены основные составные части системы с «мокрым» фасадом: 1-основание, 2-клеевой слой, 3-плита утеплителя, 4- дюбель, 5-штукатурный слой, 6- армирующая сетка, 7- декоративно-отделочный штукатурный слой.

Основные преимущества таких фасадов заключаются в следующем:

- обеспечение требуемого сопротивления теплопередаче для всех типов ограждающих конструкций.
- влага, сконденсировавшаяся внутри системы наружной теплоизоляции, быстро испаряется, не вызывая переувлажнения конструкции.
- возможность аккумулировать тепло в ограждающей конструкции (изотерма 0°С находится внутри теплоизоляционного материала).
- отсутствие температурных деформаций несущей стены. Все резкие колебания наружной температуры воспринимаются утеплителем.

- препятствие к разрушению бетона и коррозии стальной арматуры при выполнении несущих стен из бетона. К бетону практически нет доступа CO_2 , воды и других агрессивных веществ и газов.
- в панельном домостроении решается проблема защиты межпанельных швов.
- значительно повышается звукоизоляция наружных стен.
- возможность применения как на вновь строящихся, так и на реконструируемых зданиях.

Однако, система с «мокрым» фасадом имеет некоторые ограничения. Прежде всего - сезонность выполнения работ, так как, данная технология предполагает наличие мокрых процессов, которые могут проводиться только в теплую погоду (до $+5^\circ\text{C}$). Возможно выполнение части работ (приклейка утеплителя, дюбелирование и армирование) в зимний период с использованием тепловых завес. Однако окончательную отделку, во всех случаях, осуществляют в теплое время года.

Одной из главных проблем для распространения в строительстве таких систем является их многокомпонентность. В состав систем входят элементы, изготавливаемые различными производителями. Поэтому совместная работа этих разнородных элементов должна тщательно контролироваться. Кроме того, стоимость таких систем теплоизоляции составляет 35-65 долларов США за 1 м^2 стены.

В связи с этим, необходимо разработка таких систем утепления стен, которые были бы просты в технологии и основывались на использовании отечественной базы производства теплоизоляционных материалов.

В настоящее время в Республике Узбекистан начато производство минеральной ваты на основе базальтового волокна. Этот теплоизоляционный материал обладает высокими теплотехническими характеристиками.

1.5. Выводы. Рабочая гипотеза. Цель и задачи исследований.

В основу диссертационной работы положена следующая рабочая гипотеза: повышение теплозащитных свойств стеновых панелей эксплуатируемых жилых зданий за счет применения наружной теплоизоляции на основе базальтового волокна.

В связи с изложенным предположением поставлена следующая цель исследований: научное обоснование эффективности применения наружной теплоизоляции на основе базальтового волокна для создания благоприятного микроклимата помещений панельных жилых зданий.

Исходя из цели исследований, анализа литературных данных, были поставлены следующие задачи:

- Определить температурно-влажностные характеристики внутренней среды эксплуатируемых панельных жилых зданий
- Определить фактические теплотехнические характеристики стеновых панелей
- Произвести теплотехнический расчёт панельных стен эксплуатируемых жилых зданий с целью определения толщины утеплителя на основе базальтового волокна

- Разработать предложения по устройству теплозащиты панельных стен эксплуатируемых жилых зданий.

Выводы по главе:

1. Теплотехнические характеристики наружных стеновых панелей эксплуатируемых жилых зданий не обеспечивают комфортный микроклимат помещений.

2. Повышение теплозащитных свойств наружных ограждающих конструкций может быть достигнуто только за счёт применения эффективных теплоизоляционных материалов.

3. С точки зрения поддержания нормального температурно-влажностного режима оптимальным является утепление панельных стен с наружной стороны.

4. Целесообразна разработка системы утепления наружных стен на основе местных теплоизоляционных материалов.

2. Методы и материалы исследований

2.1. Конструктивное решение стеновых панелей и характеристика материалов для наружных стеновых панелей

В качестве объекта исследований приняты однослойные стеновые панели. Основным материалом для однослойных стеновых панелей является – легкий бетон.

В диссертационной работе рассматриваются однослойные керамзитобетонные и стеновые панели из ячеистого бетона – пенобетона.

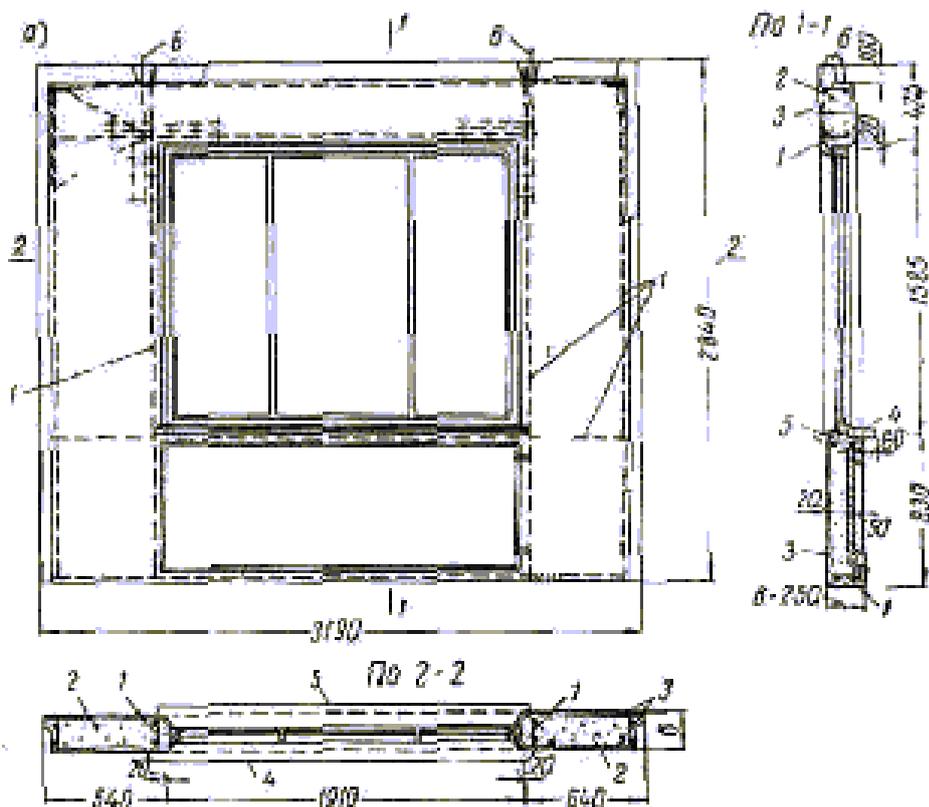


Рис. 8. Конструкция и общий вид однослойной панели из керамзитобетона

1—каркасы; 2 — керамзитобетон; 3 — отделочные слои; 4 — подоконная доска; 5 — слив; 6 — подъемная петля.

Конструкция и общий вид однослойной панели из керамзитобетона показана на рис. 8.

Панель выполнена размером на комнату (360x330 и 320x286 см) и имеет оконный проем. Наружный слой панели толщиной 2 см—из декоративного бетона на белом цементе. Внутренняя поверхность панели образована слоем цементного раствора толщиной 1 см.

В стеновых панелях используется керамзитобетон со средней плотностью 800-1200 кг/м³.

Конструкция панели из пенобетона представлена на рис. 9.

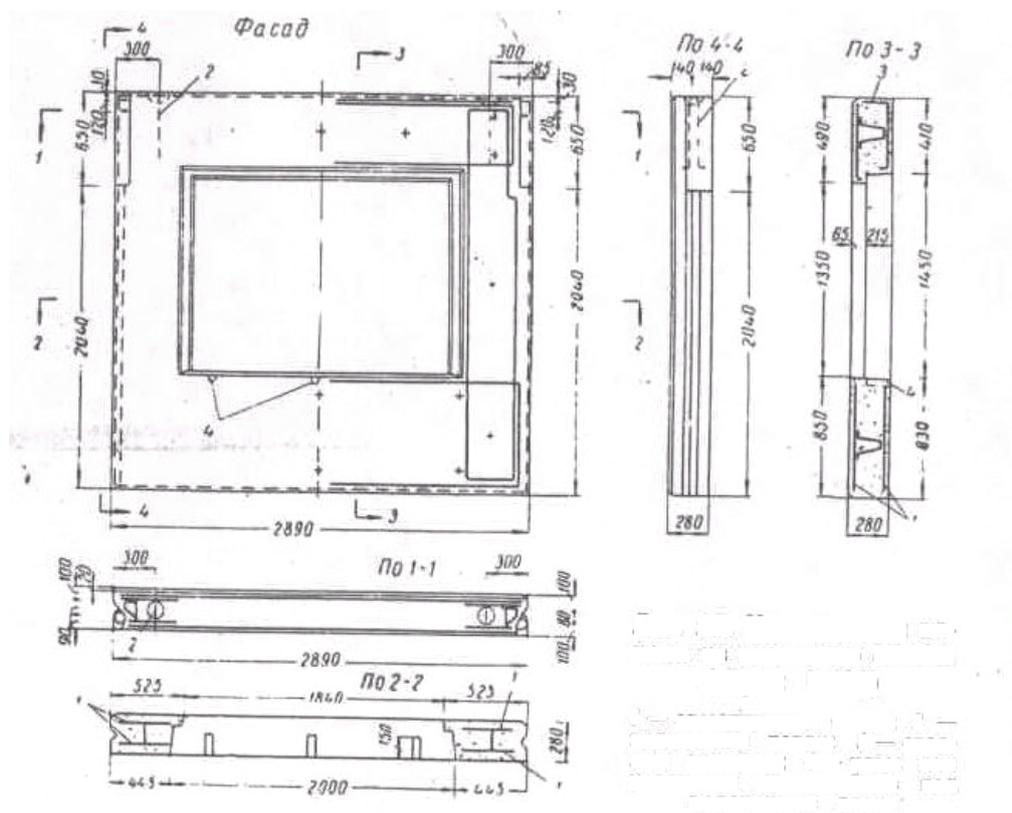


Рис. 9. Конструкция панели из пенобетона

1 — арматурные сетки; 2 — подъемные петли; 3 — сварные каркасы;
4 — пазы для установки кронштейнов под подоконные доски.

В стеновых панелях используется пенобетон со средней плотностью 900 кг/м³.

В качестве теплоизоляционного материала в конструкции утепления наружной стены принята минеральная вата на основе базальтового волокна.

В соответствии с ГОСТ 7076-87 выбрана минеральная вата на основе базальтового волокна со следующими характеристиками:

- $\gamma_0 = 175 \text{ кг/м}^3$ - плотность материала в сухом состоянии.
- $\lambda_0 = 0,04 \text{ Вт/(м} \cdot \text{}^\circ\text{C)}$ – коэффициент теплопроводности материала в сухом состоянии.

2.2. Методы исследований

2.2.1. Определение температуры и влажности воздуха в помещении

Оценка влияния температурно-влажностных характеристик на микроклимат жилых домов была проведена по методике канд.техн.наук. Б.Ф.Васильева [6].

Температура и влажность воздуха в опытной комнате определяли при помощи аспирационного психрометра Ассмана (рис.10). Замеры температуры и влажности воздуха проводились в центре помещения на уровне 150 см от пола в 10, 15 и 20 ч.

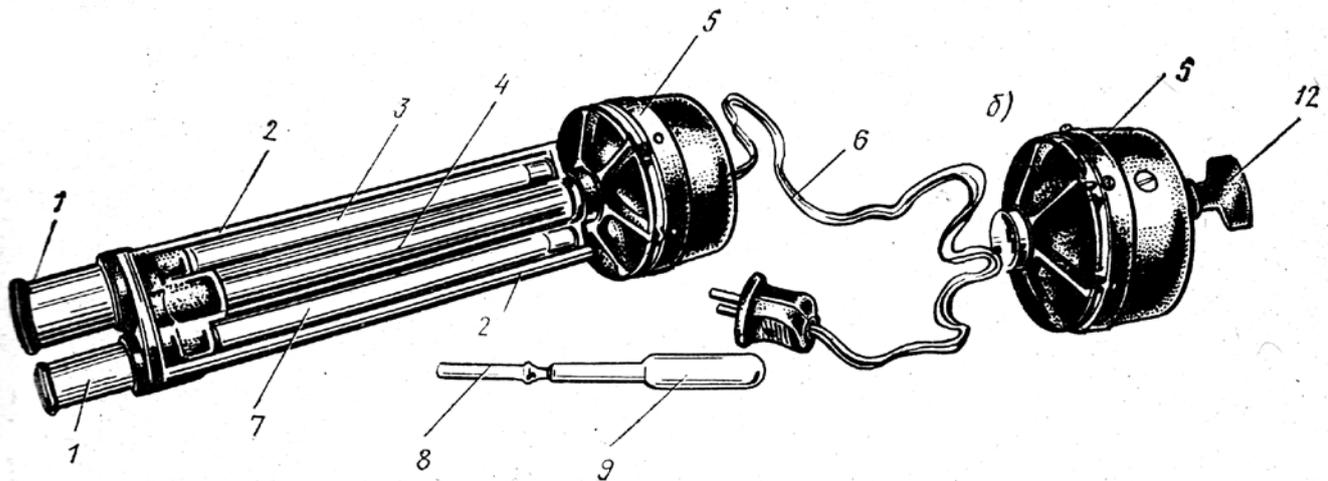


Рис. 10. Аспирационный психрометр Ассмана:

а - общий вид психрометра с электроприводом;

б - вариант аспирационной головки с механическим

приводом; в - разрез по всасывающим трубкам; 1-защита

всасывающих трубок; 2-термозащита; 3-ртутный

метеорологический термометр (сухой); 4-

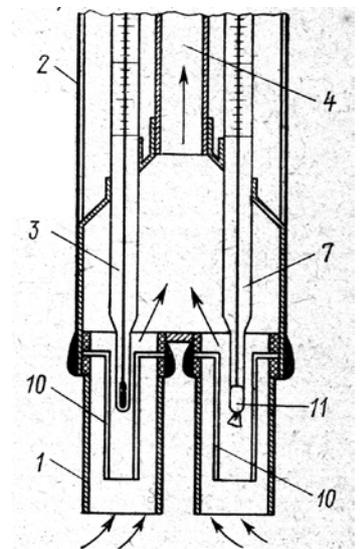
воздухопроводная трубка; 5-аспираторная головка; 6-

электрический шнур; 7-ртутный метеорологический

термометр (влажный); 8-стеклянная трубка; 9-резиновая

груша; 10-всасывающие трубки; 11-батист; 12-ключ

механического привода.



Прибор состоит из двух одинаковых метеорологических ртутных термометров, закрепленных в специальной оправе. Резервуар правого термометра обернут батистом в один слой и перед работой смачивается дистиллированной водой при помощи пипетки [13].

Резервуары термометров вставлены во всасывающие трубки, защищенные от лучистого нагрева. В верхней части всасывающие трубки объединены воздухопроводной трубкой, которая крепится к аспирационной головке. В аспирационной головке размещён вентилятор с приводом, который протягивает воздух около резервуаров термометров со скоростью около 2 м/с.

Методика выполнения работы по определению температуры и влажности воздуха в помещении с помощью психрометра Ассмана заключается в следующем.

За четыре минуты до начала работы смачивают батист на резервуаре влажного термометра. Для этого берут пипетку с резиновой грушей, заранее наполненную дистиллированной водой, и легким нажимом на грушу доводят уровень воды в стеклянной трубке до риски. Если риска отсутствует, то уровень воды доводят не ближе чем на 1 см до края и удерживают ее на этом уровне зажимом. Затем пипетку вводят до отказа во всасывающую трубку влажного термометра. Через 2-3 с, не вынимая пипетки из трубки, разжимают зажим, вбирая излишнюю воду в грушу, и вынимают пипетку. По прошествии четырех минут после смачивания заводится механизм аспиратора. Через последующие четыре минуты производят отчеты по термометрам психрометра с точностью до $0,2^{\circ}\text{C}$.

Замеры параметров воздуха психрометром Ассмана следует произвести последовательно три раза, после чего из них определяется средний показатель. Относительную влажность по показаниям психрометра Ассмана определяют по психрометрическому графику [18].

2.2.2. Определение температуры поверхности ограждения

Распределение температур на глади стен определялось прибором для измерения температуры поверхности конструкции DT-838 (Digital multimeter) (рис.11).



Рис. 11. Прибор для измерения температуры поверхности конструкции DT-838 (Digital multimeter)

Для этого два соединительных провода прибора крепятся к наружной поверхности стеновой панели в соответствующих точках (рис. 12.), затем с цифрового индикатора снимаются показания температуры.

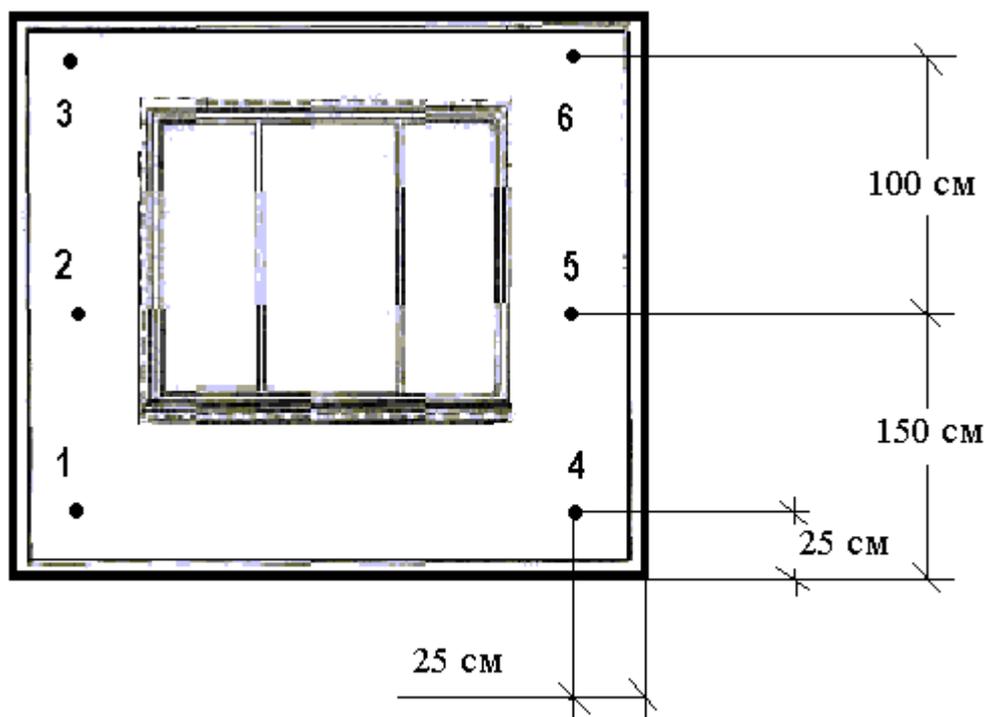


Рис. 12. Схематический чертеж наружной стены с показанием на нём
характерных точек

При проведении эксперимента, необходимо следить, чтобы на температурный режим исследуемой поверхности не оказывали влияния случайные факторы: сквозняки, близость исследователя и т.д.

2.2.3. Ультразвуковой метод оценки средней плотности легких бетонов

Для оценки средней плотности стеновых панелей эксплуатируемых жилых зданий применялся ультразвуковой метод.

Время распространения ультразвука в бетоне определялось при помощи прибора УК-14П (рис. 13).



Рис. 13. Общий вид ультразвукового прибора УК-14П

Перед измерением прибор настраивается и проверяется на соответствие требованиям инструкции по его эксплуатации.

Методика исследования состоит в следующем:

1. Осматривают наружную поверхность стены и определяют участки измерений;
2. В зоне контакта ультразвуковых преобразователей с поверхностью бетона не должно быть раковин, выбоин и воздушных пор глубиной более 3 мм и диаметром более 6 мм. Места измерений должны быть очищены от грязи, краски, которые могут оказать влияние на результат измерений.

3. Измерения начинают с нижнего участка стены. На ультразвуковые головки наносят слой солидола. Затем включают прибор и, прижимая головки соосно, снимают отсчет.
4. Добиваются устойчивых показаний прибора путём многократного прикладывания прозвучивающего устройства в одни и те же места. Прозвучивающее устройство необходимо прикладывать к поверхности стены с небольшим нажатием (порядка 4 кгс). Случайные чрезвычайно малые или чрезвычайно большие показания необходимо отбрасывать на стадии измерений.
5. Обработка результатов производится в табличной форме.

2.2.4. Расчет сопротивлению теплопередаче ограждающей конструкции

Сопротивление теплопередаче ограждения R_0 считается удовлетворительным, если оно не меньше требуемого значения R_0^{TP} :

$$R_0 \geq R_0^{TP};$$

R_0 определяется по формуле:

$$R_0 = (1/\alpha_B) + R_1 + R_2 + \dots + R_n + (1/\alpha_H); \quad (1)$$

где α_B и α_H - коэффициенты теплоотдачи соответственно внутренней и наружной поверхностей ограждающей конструкции;

R_1, R_2, \dots, R_n – термическое сопротивление отдельных слоев.

При заданном материале и толщине слоя

$$R_i = (\delta_i / \lambda_i); \quad (2)$$

где δ_i – толщина слоя

λ_i - коэффициент теплопроводности материала с учётом условия эксплуатации, определяемый в зависимости от влажности внутри помещения и зоны влажности района строительства.

Требуемое сопротивление теплопередаче R_0^{TP} определяется по формуле:

$$R_0^{TP} = n (t_B - t_H) / \Delta t^H \alpha_B ; \quad (3)$$

где n – коэффициент, применяемый в зависимости от положения наружных поверхностей;

t_B и t_H – расчетная температура воздуха соответственно внутри и снаружи помещения;

Δt^H - нормируемый перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждения.

При производстве теплотехнических расчетов по потребителюскому подходу учитывается напряженность отопительного сезона в градусо-сутках отопительного периода, обозначаемая ГСОП.

Она определяется по формуле (4).

$$\text{ГСОП} = (t_B - t_{\text{от.пер.}}) Z_{\text{от.пер.}} , \quad (4)$$

где: t_B - расчетная температура внутреннего воздуха, $^{\circ}\text{C}$;

$t_{\text{от.пер.}}$ - средняя температура, $^{\circ}\text{C}$;

$Z_{\text{от.пер.}}$ - продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной 8°C , сут. [3].

2.2.5. Расчет теплоустойчивости ограждающей конструкции

Теплоустойчивость прослойки в конструкции считается удовлетворительной при условии:

$$A_{\tau B} \leq A_{\tau B}^{TP} ; \quad (5)$$

где $A_{\tau B}$ - амплитуда колебаний температуры внутренней поверхности ограждающей конструкции.

$A_{\tau B}^{TP}$ - требуемая амплитуда, определяется по формуле:

$$A_{\tau B}^{TP} = 2,5 - 0,1 (t_H - 21) ; \quad (6)$$

где t_H - средне июльская температура в районе строительства.

Амплитуда $A_{\tau B}$ определяется по формуле

$$A_{\tau B} = (A^{PAC} \cdot t_H) / v ; \quad (7)$$

где $A^{PAC} \cdot t_H$ - расчетная амплитуда колебаний температуры наружного воздуха.

- величина затухания температурного колебания в толще ограждения.

Амплитуда $A^{PAC} \cdot t_H$ определяется по формуле:

$$A^{PAC} \cdot t_H = 0,5 A_{tH} + (\rho \cdot (Y_{max} - Y_{cp.}) / \alpha_H) \quad (8)$$

где A_{tH} - максимальная амплитуда суточных колебаний температуры наружного воздуха в июле, $^{\circ}C$.

ρ - коэффициент поглощения солнечной радиации наружной поверхности ограждающей конструкции.

Y_{\max} , $Y_{\text{ср.}}$ -соотношение максимального и средних значений суммарной (прямой и рассеянной) солнечной радиации.

α_H -коэффициент теплоотдачи наружных поверхностей ограждающей конструкции по летним условиям определяется по формуле:

$$\alpha_H = A (5 + 10 \sqrt{v}) \quad (9)$$

где A – переводной коэффициент, равный 1,16 в единицах СИ.

v - минимальная из средних скоростей ветра с повторяемостью более 16%, но не менее 1 м/сек.

Величина v определяется по формуле:

$$v = 0,9 e^{D/\sqrt{2}} \cdot \frac{(S_1 + \alpha_B) \cdot (S_2 + y_1) \dots (S_n + y_{n-1}) \cdot (y_n + \alpha_A)}{(S_1 + y_1) \cdot (S_2 + y_2) \dots (S_n + y_n) \cdot \alpha_H} ; \quad (10)$$

где D - тепловая инерция ограждающей конструкции, определяется по формуле:

$$D = \sum R_i \cdot S_i ; \quad (11)$$

где S_i - коэффициент теплоусвоения каждого слоя;

R_i - термическое сопротивление отдельного слоя.

y_1, y_2, \dots, y_n - коэффициент теплоусвоения поверхности каждого слоя,

определяется по формуле:

$$\text{при } D_i \geq 1 \quad y_i = S_i; \quad (12)$$

$$\text{при } D_i < 1 \quad y_i = (R_i \cdot S_i^2 + y_{i-1}) / (1 + R_i \cdot y_i); \quad (13)$$

Для первого внутреннего слоя:

$$\text{при } D_i < 1 \quad y_i = (R_1 \cdot S_1^2 + y_{1-1}) / (1 + R_1 \cdot y_1); \quad (14)$$

3. Разработка тепловой защиты панельных стен существующих жилых зданий

3.1. Определение температурно-влажностных характеристик среды эксплуатируемых жилых зданий

Параметры воздушной среды жилых зданий определялись на основе натуральных теплофизических исследований.

Были проведены исследования температурно-влажностного режима помещений и наружных ограждений в наиболее неблагоприятных в теплотехническом отношении местах для определения их фактического состояния во время эксплуатации.

В состав исследований входили: измерение температуры и относительной влажности воздуха жилых помещений, а также определение температуры поверхности ограждающей конструкции.

В ходе исследований температуру и влажность воздуха в опытных помещениях определяли при помощи психрометра Ассмана, а распределение температуры на глади стен определялся прибором для измерения температуры поверхности конструкции DT-838 (Digital multimeter).

Обследование проводились в трех пятиэтажных домах, два из которых построены по типовому проекту серии 1-464 с наружными стенами из

керамзитобетонных панелей толщиной 35 см и один по серии 1-468 с наружными стенами из пенобетонных панелей толщиной 35 см.

Обследованные дома находятся на территории города Ташкента и эксплуатируются более 30 лет.

В качестве опытных помещений в данных домах были выбраны угловые квартиры торцовой секции, соответственно нижнего, верхнего и средних этажей в двух и трехкомнатных квартирах. Обследуемые наружные стены ориентированы на северо-запад и северо-восток.

Результаты замеров приведены в таблице 3.

Результаты испытаний, проведенных для определения температурно-влажностных характеристик жилых домов в зимнее время

Таблица № 3

По высоте (этаж)	Местоположение стенной панели По ориентации	Время	Материал панели	Толщина панели в см	Температура наружного воздуха, °С	Температура внутреннего воздуха, °С	Влажность внутреннего воздуха в %	Температура внутренней поверхности ограждающей конструкции, °С						Средние значения температуры, °С	Внешняя эксплуатационная характеристика
								Температура поверхности ограждающей конструкции в характерных точках, °С							
1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	10	11
Дом № 1															
1	северо-запад	10:00	керамзитобетон	35	-2,8	17,2	59	12,27	13,22	15,83	12,24	13,29	15,88	13,78	наличие плесени и сырости на потолке
3						20,4	50	13,81	14,90	16,79	13,88	15,02	16,68	15,18	-
5						19,2	56	13,61	14,57	15,85	13,72	14,51	15,83	14,68	-
1	северо-запад	15:00	керамзитобетон	35	-1,6	17,4	57	12,96	13,89	16,64	12,88	13,86	16,63	14,47	затекание влаги под линолеум
3						20,8	47	14,33	14,91	17,21	14,29	14,96	17,24	15,49	-
5						19,4	51	13,74	14,17	16,89	13,73	14,14	16,82	14,91	промерзание наружного угла

1	2	3	4	5	6	7	8	9						10	11
1	северо-запад	20:00	керамзитобетон			18,4	57	13,26	14,88	17,34	13,32	14,78	17,51	15,18	-
3				35	-5,5	21,8	40	14,52	15,78	18,04	14,48	15,89	17,92	16,10	-
5						20,2	45	14,02	14,40	16,84	13,98	14,42	16,89	15,09	пятна сырости на поверхности потолка
Дом № 2															
1	северо-восток	10:00	керамзитобетон			17,8	56	14,29	15,13	17,82	14,32	15,21	17,83	15,76	-
3				35	-2,8	21,0	50	15,17	15,98	18,23	15,19	15,87	18,27	16,45	-
5						19,2	59	14,98	15,47	18,04	14,96	15,52	18,07	16,17	-
1	северо-восток	15:00	керамзитобетон			18,4	60	14,02	15,39	18,03	13,89	15,42	17,96	15,78	почернение и отклеивание обоев
3				35	-1,6	21,8	52	14,84	16,28	19,10	14,88	16,31	19,14	16,76	-
5						19,6	54	14,17	15,68	18,23	14,19	15,72	18,23	16,04	-
1	северо-восток	20:00	керамзитобетон			18,0	57	13,85	15,37	17,97	13,89	15,34	17,94	15,72	-
3				35	-5,5	22,2	48	15,89	17,04	19,11	15,87	17,03	19,22	17,36	-
5						19,4	55	14,45	15,70	18,34	14,44	14,25	18,37	15,92	пятна сырости на поверхности потолка

1	2	3	4	5	6	7	8	9						10	11	
Дом №3																
1	северо-запад	10:00	пенобетон	35	-2,8	18,2	56	14,02	15,56	16,94	14,02	15,59	16,89	15,50	видимых дефектов не обнаружено	
3						20,4	48	14,57	16,24	18,29	14,55	16,25	18,31	16,37		
5						19,2	50	14,23	15,77	17,33	14,22	15,78	17,37	15,78		
1		15:00		35	-1,6	18,6	55	14,21	15,86	17,53	14,20	15,88	17,56	15,87		
3						21,8	42	15,78	16,69	19,49	15,77	16,70	19,52	17,32		
5						20,2	46	14,49	15,86	19,13	14,49	15,85	19,1	16,48		
1		северо-запад		20:00	35	-5,5	19,2	52	14,98	15,92	17,58	14,99	15,94	17,60		16,16
3							21,2	43	16,38	17,34	19,78	16,40	17,41	19,77		17,84
5							20,0	47	15,76	16,81	19,18	15,77	16,82	19,22		17,26

1	2	3	4	5	6	7	8	9						10	11		
Дом №3																	
1	северо-восток	10:00	пенобетон			19,0	50	14,16	15,46	17,24	14,17	15,46	17,25	15,62	видимых дефектов не обнаружено		
3				35	-2,8	19,8	56	16,21	17,01	18,58	16,22	17,02	18,61	17,27			
5						19,8	56	15,34	15,97	17,93	15,38	16,01	17,97	16,43			
1		15:00				19,2	51	14,38	15,36	18,23	14,40	15,39	18,26	16,00		видимых дефектов не обнаружено	
3				35	-1,6	21,2	43	16,10	16,97	19,49	16,17	16,95	19,50	17,53			
5						20,8	48	15,49	16,16	19,03	15,51	16,15	19,1	16,90			
1		20:00				20,4	49	14,31	15,98	17,58	14,35	16,02	17,56	15,96			видимых дефектов не обнаружено
3				35	-5,5	21,8	41	16,18	17,04	19,78	16,10	17,04	19,80	17,65			
5						20,6	50	14,92	15,82	19,21	14,95	15,82	19,25	16,66			

Анализ полученных данных показал, что наружные стеновые ограждения в большинстве случаев (особенно на первом этаже) имеют неудовлетворительные теплотехнические качества. На это указывает промерзание наружных углов северной и северо-западной ориентации, особенно на пятых этажах, стен и радиаторных ниш преимущественно на первых этажах, промокание углов рядовых вертикальных стыков торцевой секции; наличие плесени и сырости на торцевых стенах обследуемых квартир, капель в углах, а в некоторых случаях затекание влаги под линолеум, что приводит к его вспучиванию и короблению, почернение и отклеивание обоев.

Вышесказанные дефекты не могут не влиять на параметры микроклимата помещений, снижая при этом теплозащитные качества наружных ограждений.

По данным СанПин РУз [21] параметры комфортного микроклимата в холодный периоды года регламентируются $t_{в}=20-23^{\circ}\text{C}$ и $\varphi=30-45\%$. А для угловых помещений жилых квартир на 2°C выше ($22-25^{\circ}\text{C}$).

Однако, по таблице 3 видно, что фактические значения не отвечают данным требованиям. В процентном соотношении это несоответствие выражается таким образом: для первых -20%, для третьих-3% и для пятых- 11%.

Температура внутренней поверхности ограждения является одним из основных санитарно-гигиенических параметров помещения и характеризует теплозащитные свойства ограждения.

В таблице 3 даны результаты проведенных экспериментальных проверок в натуральных условиях распределения температуры на внутренней поверхности ограждения.

Средняя температура внутренней поверхности глухой северо-западной стены (на высоте 150 см от пола) за весь период наблюдений оказалась равной $t_{В,ср.}=14,53^{\circ}\text{C}$ при средней температуре внутреннего воздуха $t_{В,ср.}=19,5^{\circ}\text{C}$. Средний температурный перепад у внутренней поверхности стены $\Delta\tau_{В, ср.} = t_{В, ср.} - \tau_{В, ср.} = 4,97^{\circ}\text{C}$ при средней разности температур внутреннего и наружного воздуха $\Delta t_{ср.} = t_{В, ср.} - t_{н, ср.} = 19,5^{\circ} - (-3,3^{\circ}) = 22,8^{\circ}\text{C}$.

Нормы сопротивления передаче ограничивают температурный перепад между внутренним воздухом и внутренней поверхностью стен для жилых помещений величиной в 6°C при расчетной разности температур внутреннего и наружного воздуха.

Расчетная разность температур внутреннего и наружного воздуха Δt для г. Ташкента - 38°C . Температурный перепад между температурами внутреннего воздуха и внутренней поверхности стены определяется по формуле

$$\Delta t_{В.} = (4,97 \cdot 38) / 22,8 = 8,28^{\circ}$$

что больше нормируемой величины [14], равной 6°C .

Данный температурный перепад у внутренней поверхности вызывает конденсацию водяных паров внутреннего воздуха на внутренней поверхности стены при относительной влажности воздуха $\phi=30-45\%$ и температуре $t_{В.}=22^{\circ}\text{C}$.

Наиболее опасна в отношении конденсации влаги нижняя часть стены (ниже уровня 150 см) помещений 1го этажа. На рис.14 показано распределение средних температур внутренней поверхности стены северо-западной ориентации по её высоте.

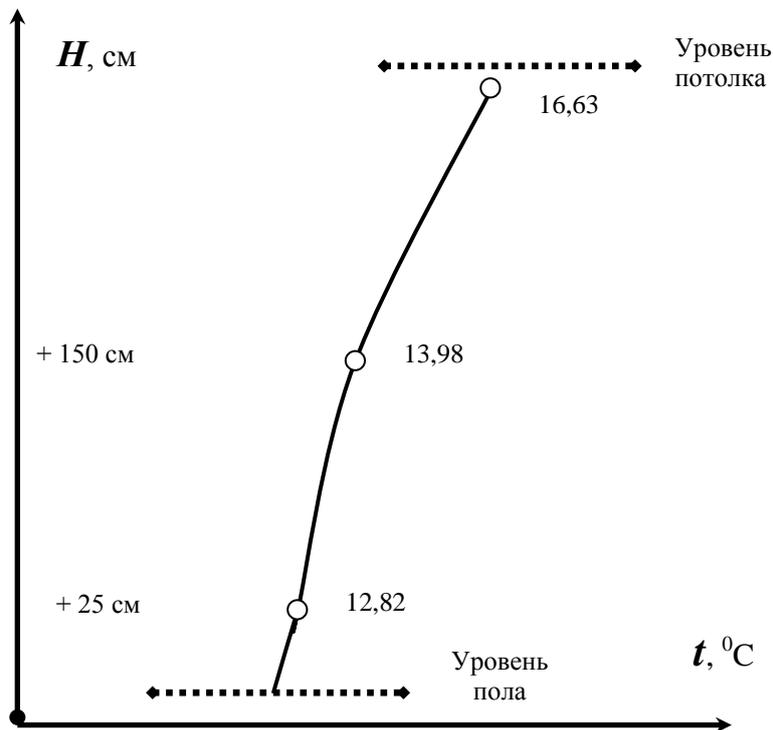


Рис. 14. Распределение средних температур внутренней поверхности стены северо-западной ориентации по её высоте

Данное распределение температур на поверхностях стены свидетельствуют о её недостаточной теплозащитной способности.

Также были проведены микроклиматические исследования в летний период в Ташкенте в трёх эксплуатируемых жилых домах серий: 1-464 и 1-468.

Данные обследования проводились психрометром Ассмана в жаркие часы суток (с 12ч. до 18ч.), с помощью которого измерялись температура и относительная влажность воздуха в жилых помещениях.

Результаты исследований приведены в таблице 4.

Таблица №4

Результаты испытаний, проведенных для определения температурно-влажностных характеристик жилых домов в летнее время

Местоположение стеновой панели		Время наблюдения, часы	Материал панели	Температура внутреннего воздуха, °С	Температура наружного воздуха, °С	Влажность внутреннего воздуха, %	Влажность наружного воздуха, %
По высоте (этаж)	По ориентации						
1	2	3	4	5	6	7	8
5	северо-запад	12	керамзитобетон	29.2	35.4	33	31
1				25.6		35	
5	северо-запад	15		33.4	42.6	30	29
1				29.6		33	
5	северо-запад	18		32.4	41.8	31	30
1				30.2		32	

1	2	3	4	5	6	7	8
5 1	северо-восток	12	керамзитобетон	28.6 25.8	34.4	34 35	31
5 1	северо-восток	15		35.6 30.4	43.4	32 31	28
5 1	северо-восток	18		32.4 28.6	40.2	30 33	31
5 1	северо-запад	12	пенобетон	28.4 24.6	35.0	32 35	33
5 1	северо-запад	15		32.4 29.8	41.8	28 34	30
5 1	северо-запад	18		30.6 28.2	36.8	30 32	28

Из проведенных экспериментов видно, что летом в жилых помещениях наблюдается неудовлетворительный микроклимат. Причиной этого является высокая температура внутреннего воздуха в помещениях. Это обусловлено совместным воздействием высокой наружной температуры и солнечной радиации.

По данным таблицы 4 видно, что в помещениях верхнего этажа наблюдается более высокая температура воздуха, чем в помещениях нижнего этажа.

Это объясняется следующим:

- из помещений нижнего (1-го) этажа через цокольные перекрытия происходит утечка тепла в грунт, имеющий под зданием более низкую температуру, чем окружающая среда;
- в помещение верхнего (5-го) этажа через крышу поступает большое количество тепла от солнечного облучения, а также, чем выше расположен этаж, тем больше количество радиации на него воздействует;

Таким образом, проведенные натурные обследования свидетельствуют, что в условиях г. Ташкента летом и зимой в крупнопанельных домах массового строительства создаётся тяжёлый микроклиматический режим, а, следовательно, люди проживают в условиях неблагоприятных для здоровья.

3.2. Определение фактической средней плотности материалов стеновых панелей эксплуатируемых жилых зданий

Обследование панельных стен жилых зданий, построенных в 70-ые годы в Ташкенте, проводился ультразвуковым импульсным методом с использованием

прибора УК-14П. Испытывались стеновые панели жилых домов из керамзитобетона и пенобетона.

Исходные данные для оценки средней плотности бетона в конструкциях были получены испытанием контрольных кубиков размером 15x15x15 см, изготовленных в лаборатории кафедры «Строительство зданий и промышленных сооружений» Ташкентского института инженеров железнодорожного транспорта.

Всего было изготовлено 12 кубиков из керамзитобетона на керамзитовом песке со средней плотностью 1300, 1400, 1500 и 1600 кг/м³ (по три на каждую плотность) и аналогично 12 из пенобетона со средней плотностью 1300, 1400, 1500 и 1600 кг/м³.

После набора прочности кубики были замерены, взвешены и исследованы при помощи прибора УК-14П. Затем образцы подверглись испытанию на прочность при сжатии с помощью пресса марки PG-125.

По результатам испытания изготовленных кубиков была построена тарировочная кривая, позволяющая установить связь между скоростью прохождения ультразвука и прочностью на сжатие легких бетонов. Результаты исследования приведены в таблице 5.

Результаты исследований, оценки средней плотности бетона в конструкциях с помощью испытания контрольных кубиков размером 15x15x15 см

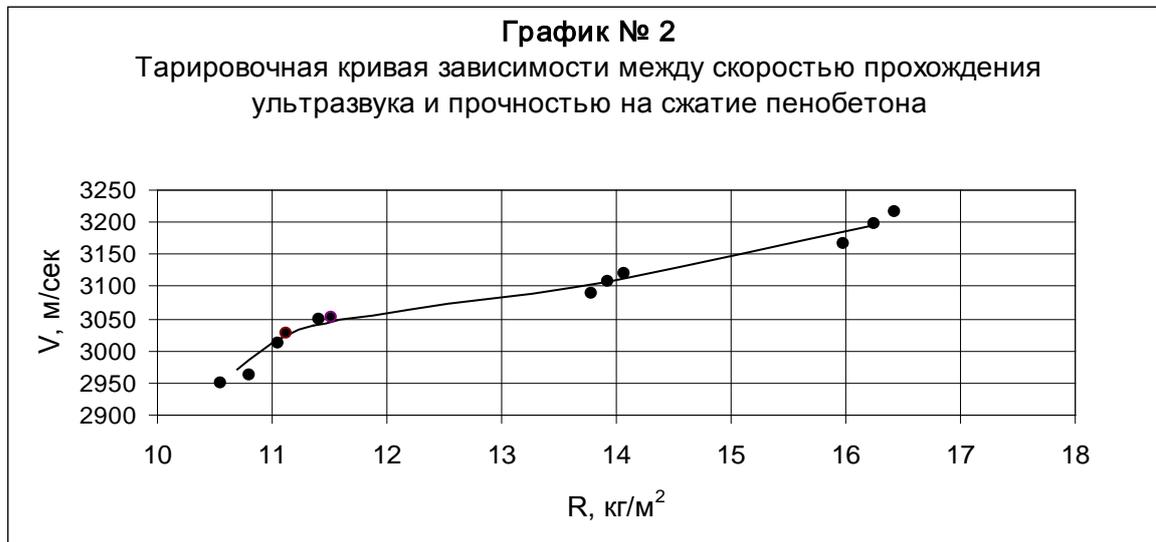
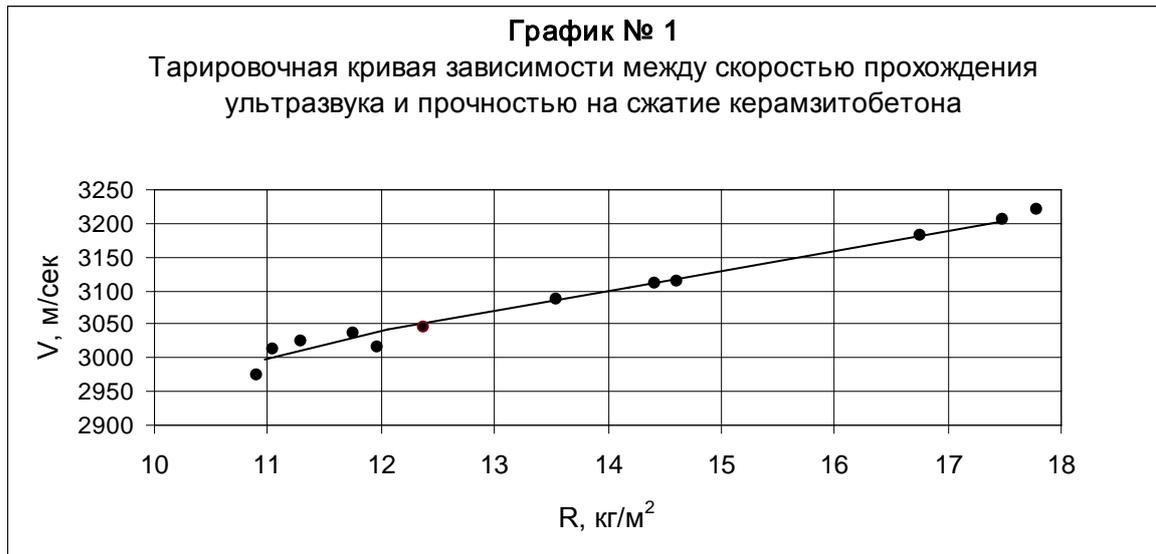
Таблица № 5

Материал панели	Номер кубика	Размеры кубиков (м)	Объем кубика (м ³)	Масса кубика (кг)	Средняя плотность кубика (кг/м ³)	Средние значения средней плотности кубиков	Скорость прохождения ультразвука (м/с)	Средние значения скорости прохождения ультразвука	Прочность на сжатие (кг/см ²)	Средние значения прочности
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
керамзитобетон	1	0,149x0,148x0,150	0,0033078	4,2703	1291		2955		10,57	
	2	0,153x0,152x0,148	0,0034418	4,5123	1311	1302,3	3024	2997	11,30	10,97
	3	0,148x0,147x0,152	0,0033069	4,3155	1305		3012		11,05	
	4	0,149x0,155x0,151	0,0034873	4,8683	1396		3040		11,97	
	5	0,155x0,147x0,146	0,0033266	4,6173	1388	1397,6	3036	3041	11,80	12,05
	6	0,152x0,147x0,148	0,0033069	4,6594	1409		3046		12,37	

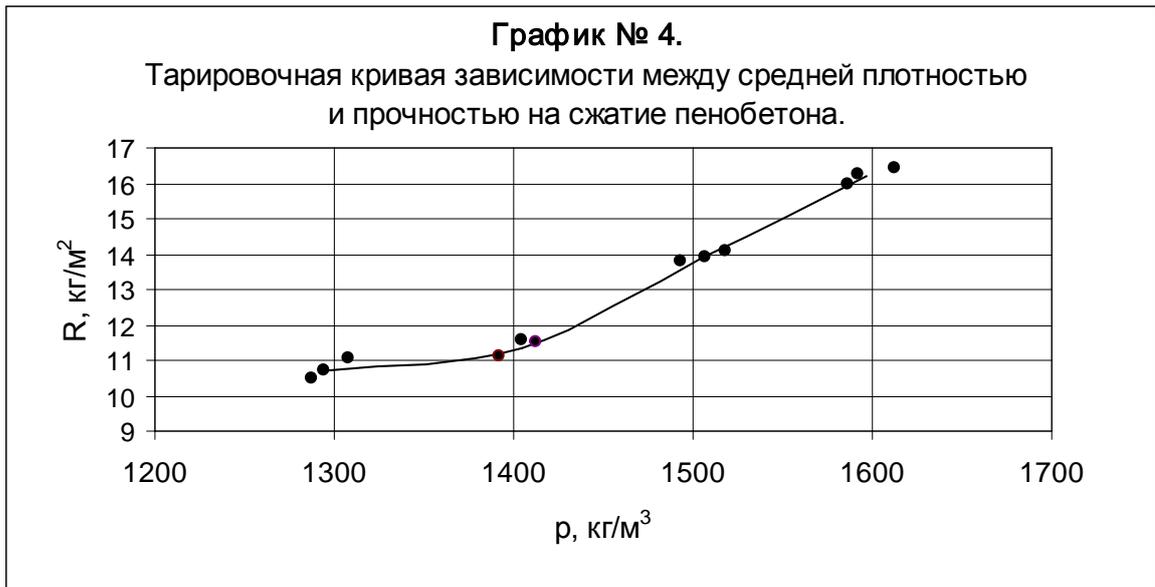
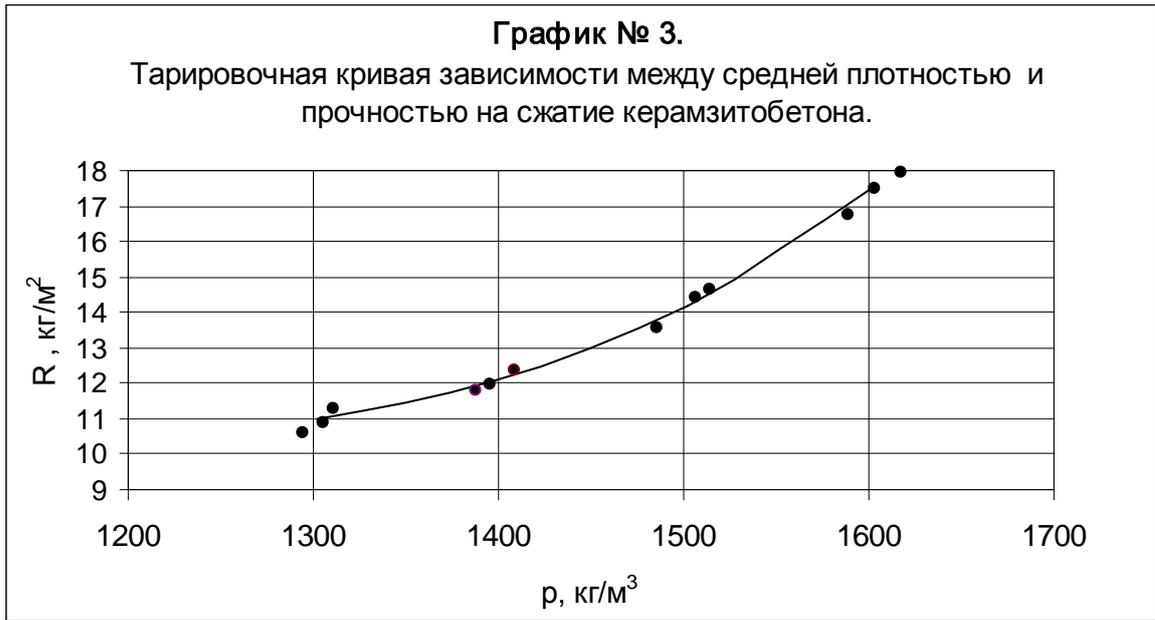
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
керамзитобетон	7	0149x0,152x0,148	0,0033519	5,0531	1507		3112		14,41	
	8	0,157x0,151x0,149	0,0034156	5,1713	1514	1502,3	3115	3104	14,62	14,19
	9	0,149x0,147x0,148	0,0035107	5,2169	1486		3086		13,54	
	10	0148x0,152x0,146	0,0032857	5,2210	1589		3181		16,76	
	11	0,151x0,153x0,150	0,0034648	5,5541	1603	1601,6	3205	3202	17,48	17,46
	12	0,148x0,154x0,151	0,0032416	5,2449	1618		3221		17,95	
пенобетон	13	0,148x0,152x0,146	0,0032844	4,2500	1294		2956		10,69	
	14	0,151x0,153x0,150	0,0034654	4,4600	1287	1296,3	2949	2972	10,28	10,7
	15	0,148x0,154x0,151	0,0034416	4,5016	1308		3012		11,05	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
пенобетон	16	0,152x0,149x0,148	0,0033519	4,7194	1408		3048		11,41	
	17	0,147x0,145x0,151	0,0032185	4,5478	1413	1404,3	3051	3040	11,52	11,35
	18	0,146x0,154x0,152	0,0034175	4,7572	1392		3023		11,13	
	19	0,153x0,147x0,148	0,0033286	4,9697	1493		3089		13,78	
	20	0,144x0,157x0,147	0,0033233	5,0082	1507	1506	3108	3106	13,93	13,92
	21	0,149x0,143x0,155	0,0033025	5,0133	1518		3121		14,07	
	22	0,148x0,149x0,152	0,0033519	5,3362	1592		3198		16,25	
	23	0,146x0,149x0,147	0,0031978	5,1549	1612	1596,6	3215	3193	16,42	16,21
	24	0,152x0,151x0,145	0,0033280	5,2782	1586		3167		15,98	

Из таблицы 4 по данным колонок 8 и 10 была построена тарифовочная кривая зависимости между скоростью прохождения ультразвука и прочностью на сжатие: для керамзитобетона (график №1) и для пенобетона (график №2)



По данным колонок 6 и 10 строим тарифовочную кривую зависимости между прочностью на сжатие и средней плотностью для керамзитобетона (график №3) и для пенобетона (график №4).



На основе данных графиков и с помощью УК-14П были исследованы два панельных дома для определения фактической средней плотности материалов их стеновых панелей.

Результаты исследований приведены в таблице 6.

Данные исследований стеновых панелей при помощи УК-14П

Материал панели	Номер замера	Толщина панели, (мм)	Время прохождения ультразвука, (мк.сек)	Скорость прохождения ультразвука, (м/сек)	Средняя плотность материала, (кг/м ³)	Средние значения средней плотности материала, (кг/м ³)
Дом №1						
керамзитобетон	1	35	111,9	3127,8	1537,2	1544,76
	2		112,1	3122,2	1527,5	
	3		111,5	3139,3	1560,2	
	4		112,0	3125,0	1533,7	
	5		112,3	3116,5	1515,4	
	6		111,6	3136,2	1554,1	
	7		111,3	3144,6	1569,6	
	8		111,7	3133,4	1548,8	
	9		111,1	3150,3	1579,5	
	10		112,2	3119,4	1521,6	
Дом №3						
пенобетон	1	35	114,7	3051,4	1416,3	1424,44
	2		115,0	3042,5	1397,9	
	3		114,5	3057,7	1428,4	
	4		114,3	3062,1	1437,8	
	5		115,2	3038,2	1389,7	
	6		114,9	3046,1	1406,2	
	7		114,6	3054,1	1422,1	
	8		114,0	3070,2	1454,6	
	9		114,2	3064,8	1442,1	
	10		114,1	3067,5	1449,3	

Данные таблицы 6 показывают, что фактическая средняя плотность стеновых панелей из керамзитобетона достигает 1545 кг/м^3 , а для пенобетона 1424 кг/м^3 , что практически в два раза превышает средние плотности материалов для изготовленных стеновых панелей, предусмотренные в сериях 1-464 и 1-468.

В связи с этим, данные стеновые панели из керамзитобетона и пенобетона в исследуемых зданиях обладают значительно более низкими теплотехническими свойствами.

3.3. Исследование теплотехнических характеристик утепления панельных стен

Для проведения теоретических исследований по определению необходимого повышения теплозащитных свойств панельных стен эксплуатируемых жилых зданий в городе Ташкенте были произведены теплотехнические расчеты по зимним условиям эксплуатации фрагментов панельных стен выполненных из керамзитобетона со средней плотностью 1300, 1400, 1500, 1600 кг/м^3 толщиной 350 мм и из пенобетона со средней плотностью 1300, 1400, 1500, 1600 кг/м^3 толщиной 350 мм. Коэффициент теплотехнической неоднородности в соответствии с КМК 2.01.04-97 «Строительная теплотехника» принят $r_{эф}=0,9$.

Фактические показатели сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций без утеплителя приведены в таблице 7.

Показатели сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций из
керамзитобетона и пенобетона

Материал панели	Средняя плотность (кг/м ³)	Коэффициенты теплопроводности, λ , (ккал/мч град) по КМК 2.01.04-97	Сопротивление теплопередаче (м ² °С/Вт)
керамзитобетон	1300	0,5	0,91
	1400	0,56	0,84
	1500	0,615	0,78
	1600	0,67	0,73
пенобетон	1300	0,53	0,87
	1400	0,57	0,83
	1500	0,61	0,78
	1600	0,65	0,75

Расчеты выполнены из двух условий – санитарно-гигиенических и при потребительском подходе.

При расчетах по санитарно-гигиеническим показателям температурный перепад между внутренним воздухом и внутренней поверхностью стен для жилых помещений принимался 4⁰С.

Данные расчетов приведены в таблицах 8–11, а также в приложении П1.

В качестве варианта утепления была принята сплошная минерало-ватная плита на основе базальтового волокна.

Таблица №8

Определение толщины теплоизоляционного слоя для керамзитобетонных панелей из санитарно-гигиенических условий

Населенный пункт	Средняя плотность керамзитобетона (кг/м ³)	t _ш (°C)	R ₀ ^{треб.} (м ² °C/Вт)	R ₀ ^{с утепл.} (м ² °C/Вт)	Толщина утеплителя (мм)
г. Ташкент	1300	-16	1,42	1,44	21
	1400		1,42	1,44	24
	1500		1,42	1,43	26
	1600		1,42	1,43	28

Таблица №9

Определение толщины теплоизоляционного слоя для пенобетонных панелей из санитарно-гигиенических условий

Населенный пункт	Средняя плотность пенобетона (кг/м ³)	t _ш (°C)	R ₀ ^{треб.} (м ² °C/Вт)	R ₀ ^{с утепл.} (м ² °C/Вт)	Толщина утеплителя (мм)
г. Ташкент	1300	-16	1,42	1,42	22
	1400		1,42	1,43	24
	1500		1,42	1,43	26
	1600		1,42	1,42	27

Таблица №10

Определение толщины теплоизоляционного слоя для керамзитобетонных панелей при потребительском подходе

Населенный пункт	Средняя плотность, кг/м ³	Температура внутреннего воздуха, °С	Средняя температура отопительного периода	Продолжительность отопительного периода, дн.	ГСОП	$R_0^{тр.},$ м ² °С/Вт	$R_0^{факт.},$ м ² °С/Вт	Толщина утеплителя, мм
г. Ташкент	1300	+22	2,7	129	2490	2,27	2,29	55
	1400					2,27	2,29	58
	1500					2,27	2,28	60
	1600					2,27	2,28	62

Таблица №11

Определение толщины теплоизоляционного слоя для пенобетонных панелей при потребительском подходе

Населенный пункт	Средняя плотность, кг/м ³	Температура внутреннего воздуха, °С	Средняя температура отопительного периода	Продолжительность отопительного периода, дн.	ГСОП	$R_0^{тр.},$ м ² °С/Вт	$R_0^{факт.},$ м ² °С/Вт	Толщина утеплителя, мм
г. Ташкент	1300	+22	2,7	129	2490	2,27	2,27	56
	1400					2,27	2,28	58
	1500					2,27	2,28	60
	1600					2,27	2,27	61

Из приведенных таблиц видно, что значения требуемого сопротивления теплопередаче по санитарно-гигиеническим условиям ниже, чем определенных по ГСОП.

Учитывая современные требования к теплозащите жилых зданий, наиболее целесообразным является расчет по потребительскому подходу.

Также были произведены расчеты на теплоустойчивость керамзитобетонных и пенобетонных стеновых панелей по летним условиям эксплуатации.

Результаты расчетов приведены в таблице 12.

Таблица №12

Результаты расчетов керамзитобетонных и пенобетонных стеновых панелей на теплоустойчивость по летним условиям эксплуатации

Населенный пункт	Материал стеновой панели	Средняя плотность стеновой панели, кг/м ³	Коэффициенты теплопроводности, λ , (ккал/мч град) по КМК 2.01.04-97	Толщина стеновой панели, мм	Толщина утеплителя, мм	A_{TB}^{TP}	A_{TB}
г. Ташкент	Керамзитобетон	1400	0,56	350	-	1,89	0,83
					60	1,89	0,092
	Пенобетон		0,57		-	1,89	0,44
					60	1,89	0,060

Результаты расчетов показали, что стеновые панели из керамзитобетона и пенобетона со средней плотностью равной 1400 кг/м^3 являются теплоустойчивыми.

Однако, теплоустойчивость стеновых панелей, утепленных с помощью минеральной ваты на основе базальтового волокна, является в 20 раз выше для керамзитобетонных и в 30 раз для пенобетонных панелей.

3.4. Рекомендации по проектированию тепловой защиты панельных стен существующих зданий

Предлагается состав утепленных наружных стен жилых зданий, состоящий из несущего слоя - стеновой панели из керамзитобетона или пенобетона толщиной 35 см, слоя внутренней штукатурки толщиной 20 мм, слоя теплоизоляции из жестких плит из минеральной ваты на основе базальтового волокна (толщина которых определяется из потребительского подхода) и защитно-декоративного наружного слоя из штукатурки.

Размеры теплоизоляционных плит могут быть 1000 мм х 500 мм и 1200 мм х 600 мм при толщине 55, 60, 65 мм. (рис. 15).

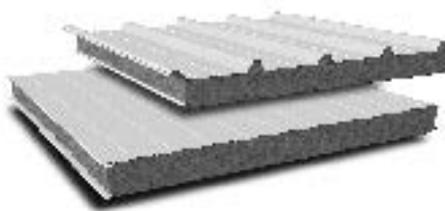


Рис. 15. Общий вид теплоизоляционной панели

Теплоизоляционные плиты вначале должны быть наклеены с помощью клея на несущий слой стены вплотную друг к другу без образования щелей, обеспечивая перевязку стыков стеновых панелей (рис. 16).

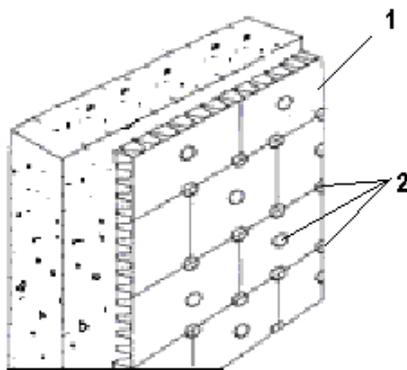


Рис. 16. Расположение теплоизоляционных плит на утепляемой стене

1 -плиты утеплители; 2 крепежные дюбели.

Нанесение клеящего состава на теплоизоляционные плиты должно осуществляться комбинированным (а) или точечным (б) способом (рис. 17).

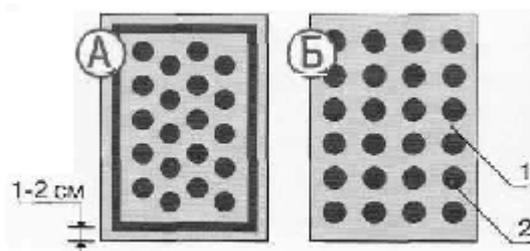


Рис. 17. Способы нанесения клеящего состава

Затем теплоизоляционные плиты и сетку, армирующую штукатурный слой, следует крепить к толще бетонных стен распорными дюбелями с заглублением не менее 35 - 50 мм (рис. 18).

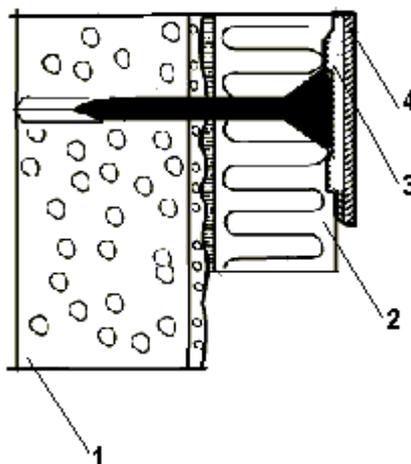


Рис. 18. Крепление распорным дюбелем

1. утепляемая стена; 2-теплоизоляционная плита; 3-армирующая сетка; 4-штукатурка.

При утеплении углов должна обеспечиваться перевязка торцов теплоизоляционных плит и защита их металлическим перфорированным уголком для предохранения кромки углов от сколов. Уголки сажаются на клеящий состав прямо на утеплитель по всей высоте стены (рис. 19).

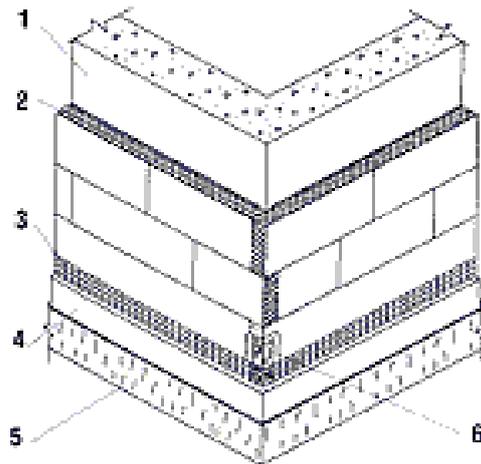


Рис. 19. Крепление плит утеплителя к углу здания

1 - поверхность стены; 2 - плиты утеплителя; 3 - арматурная сетка;
 4 - грунтовка; 5 - отделочный слой; 6 - металлический перфорированный
 уголок.

При обработке проемов (оконных и дверных), их по периметру обрамляют металлическими коробами. Для этого в проеме устанавливается верхний и два боковых металлических Г-образных профиля, которые образуют рамку для утеплителя. После чего, плиты утеплителя при наклейке вставляются в металлический профиль, который затем покрывается армированной штукатуркой. При армировании нижнего слоя штукатурки на углах проема на утеплитель укладывают дополнительные кусочки сетки под углом 45° (рис. 20).

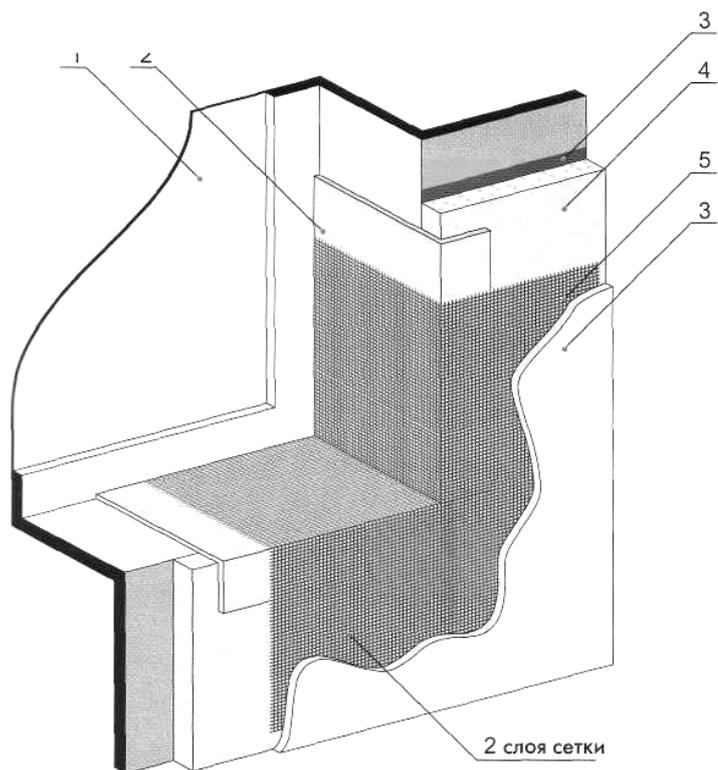


Рис. 20. Решение утепления оконного проема

1- оконный проем; 2- профиль Г-образный; 3- клеящий состав;

4- теплоизоляционная плита; 5- арматурная сетка;

В местах примыканий штукатурной системы утепления к карнизу верхняя часть утеплителя должна быть защищена специальной уплотнительной лентой (рис. 21).

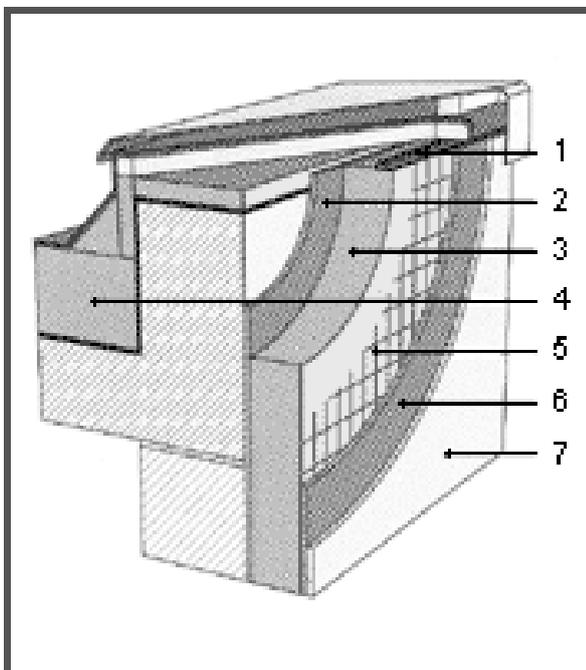


Рис. 21. Устройство дополнительной теплоизоляции в карнизном узле

1- лента для уплотнения швов; 2- клей; 3- плиты теплоизоляционные; 4- плиты теплоизоляционные; 5- армирующий слой; 6- клей; 7- декоративная штукатурка.

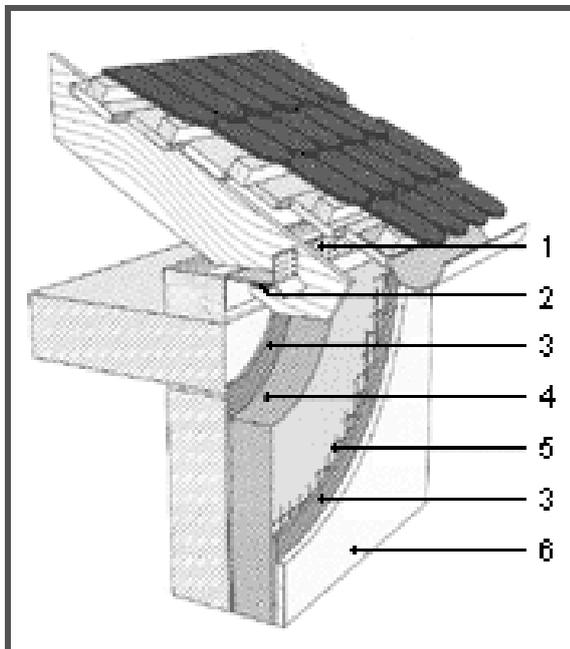


Рис. 22. Устройство дополнительной теплоизоляции в карнизном узле

1- решетка вентиляционного канала; 2- уплотнительная лента; 3- клей; 4- плиты теплоизоляционные; 5- армирующий слой; 6- декоративная штукатурка.

Нижний край штукатурной системы утепления должен располагаться на высоте 500 мм от поверхности земли (рис. 23).

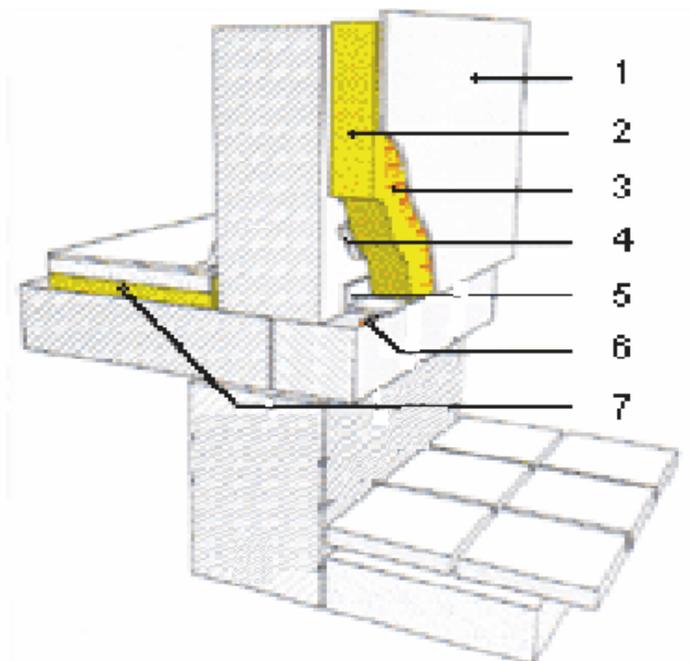


Рис. 23. Сопряжение фасадной системы с цоколем

1- декоративная штукатурка; 2- плиты теплоизоляционные; 3- армирующий слой; 4- клей; 5- цокольная рейка; 6- лента для уплотнения швов; 7- плиты теплоизоляционные.

Отделка цоколя должна выполняться из материалов прочных и способных противостоять агрессивным природным явлениям. Например, из плит натурального или искусственного камня или из керамической плитки.

3.5. Выводы по главе

1. В результате проведенных натурных исследований было установлено, что микроклимат помещений эксплуатируемых в Ташкенте жилых зданий с ограждающими стеновыми конструкциями из керамзитобетона и пенобетона не удовлетворяют гигиеническим требованиям.

2. Экспериментальными исследованиями установлено, что фактическая средняя плотность керамзитобетона и пенобетона в стеновых панелях жилых зданий почти в два раза выше, чем предусмотрено в сериях 1-464 и 1-468.

3. Теоретическими исследованиями определена толщины утеплителя из минеральной ваты на основе базальтового волокна, обеспечивающая требуемый уровень теплозащиты панельных стен жилых зданий, эксплуатируемых в г. Ташкенте. Она составляет 55-62 мм.

4. Разработана технология устройства тепловой защиты панельных стен эксплуатируемых жилых зданий.

Общие выводы

1. Установлена возможность улучшения микроклимата помещений эксплуатируемых панельных жилых зданий за счет применения наружной теплоизоляции.
2. Доказано повышение теплотехнических показателей стеновых панелей за счет наружной теплоизоляции из минераловатных плит на основе базальтового волокна.
3. Определен целесообразный ряд толщин минераловатных панелей для утепления наружных стен из керамзитобетона и пенобетона со средней плотностью от 1300 до 1600 кг/м³ : 55; 60 и 65 мм.
4. Разработана технология по устройству тепловой защиты панельных стен.
5. Предложенная система тепловой защиты панельных стен эксплуатируемых жилых зданий позволяет обеспечить 3^{ий} уровень теплозащиты.

Литература

1. Указ Президента Республики Узбекистан Ислама Абдуганиевича Каримова «Об усилении государственной поддержки жилищного строительства в городе Ташкенте» от 31.01.96 г.
2. Указ «О мерах по дальнейшему совершенствованию архитектуры и градостроительства в Узбекистане» от 26.04.2000 г.
3. Азизов П., Солдатов Е. Архитектурно строительные средства повышения тепловой эффективности гражданских зданий. – Ташкент: Узбекистан, 1994г.
4. Ариевич Э.М., Вавуло Н.М. Повышение теплотехнических качеств полносборных жилых зданий. – М.: Стройиздат, 1985г.
5. Бужевич Г.А. Легкие бетоны на пористых заполнителях. – М.: Стройиздат, 1970г.
6. Васильев Б.Ф. Методика натуральных наблюдений температурно-влажностного режима жилых зданий. - М.: Госстройиздат, 1969г.
7. Ветошкин С.И. Гигиенические основы проектирования и строительства жилищ в условиях жаркого и сухого климата Средней Азии. - Ташкент: Медгиз, 1954г.
8. Горомосов М.С., Лицкевич В.К. Строительные санитарно-гигиенические нормативы жилища. – М.: Стройиздат, 1975г.
9. Деллос К.П. Легкие бетоны в мостах. – М.:Транспорт, 1986г.
10. Джонс Р., Гэтфилд Г. Ультразвуковой импульсный способ испытания бетона. – М.:Промстройиздат, 1957г.

11. Дмитриев В.М. Вопросы использования архитектуры узбекского народного жилища в современной практике. - Ташкент: Фан, 1980г.
12. Заривайская Х.А., Таций Е.А., Фтокарев Е., Ферг А.Р. и др. Гигиенические качества современных жилых домов. – М.:Стройиздат, 1975г.
13. Исследования по микроклимату жилища и строительной теплофизике. / под. ред. Васильева Б.Ф. – М.: Госстройиздат, 1960г.
14. КМК 2.01.04-97 Строительная теплотехника. – Т., 1997.
15. КМК 2.01.01-94 Климатические и физико-геологические данные для проектирования. – Т., 1994.
16. КМК 2.08.01-94 Жилые здания. - Т., 1996.
17. Любимов М.С. Рациональные конструкции стен, рекомендуемых для применения в различных районах страны. /Основные направления совершенствования конструктивных решений полносборных жилых зданий: тезисы докладов. М.:Стройиздат, 1982г.
18. Обьедков В.А., Соловьев А.К., Кондратьев А.Н. и др. Лабораторный практикум по строительной физике. – М.:Высшая школа, 1979г.
19. Пирадов А.Б. Конструктивные свойства легкого бетона и железобетона. - М.:Стройиздат, 1973 г.
20. Пособие по проектированию ограждающих конструкций зданий. НИИ строительной физики, - М.: Стройиздат, 1979г.
21. Санитарные норма и правила проектирования жилых домов в климатических условиях Узбекистана/ СанПиН РУз № 0146-04 – Т.: 2004.

22. Скатынская В.И., Ногин С.И., Коршунов Д.А., Геращенко С.А., Методы не разрушающего контроля качества железобетонных конструкций. – Киев, 1972г.
23. Теплотехнические качества и микроклимат крупнопанельных жилых зданий./под. ред. Семеновой Е.И. - М.: Стройиздат, 1974г.
24. Фирсанов В.М. Архитектура гражданских зданий в условиях жаркого климата. -М.: Стройиздат, 1982г.
25. Фокин К.Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий. - М.: Стройиздат, 1973г.
26. Чуев В.Е. Изменение климата и его влияние на природно-ресурсный потенциал Республики Узбекистан. – Ташкент, 2000г.
27. Швецов К.К. Проектирование зданий для районов с особыми природно-климатическими условиями. – М.: Высшая школа, 1986г.
28. Яворского А.К., Агеева Н.А., Ефимчук В.Н., Гуревича С.Л., Миловодова В.В., Керамзитобетон в крупнопанельном домостроении. – М.:Стройиздат, 1976г.

