

**Государственная акционерная железнодорожная компания  
«Узбекистон темир йуллари»**

**Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта**

**Кафедра «Строительство зданий и промышленных сооружений»**

## **РЕФЕРАТ**

### **СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА ТЕПЛОВОЙ ЗАЩИТЫ ЖИЛЫХ КИРПИЧНЫХ ЗДАНИЙ**

Выполнил: студент магистратуры Ждаббарбергенов М.

Научный руководитель: д.т.н., проф. Щипачева Е.В.

Ташкент 2009

## **1. Современное состояние вопроса тепловой защиты жилых кирпичных зданий**

В практике зарубежных стран восстановление и, особенно, повышение теплозащитных качеств ограждений имеет широкое распространение. Это связано с постоянным пересмотром нормативных документов в сторону ужесточения требований и необходимостью немедленной их реализации.

В Республике Узбекистан теплотехнический расчет ограждающих конструкций зданий выполняется в соответствии с КМК 2.01.04-97 «Строительная теплотехника». Исходные климатические данные к проектированию ограждений представлены в КМК 2.01.01-94 «Климатические и физико-геологические данные для проектирования».

В КМК 2.01.04-97 «Строительная теплотехника» в отличие от ранее действующего нормативного документа, предписывается применять повышенные сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций, соответствующие II или III уровню теплозащиты в зависимости от экономических возможностей заказчика, (табл. 1.1, 1.2)

Это было вызвано возрастающим дефицитом и стоимостью топливно-энергетических ресурсов.

Таблица 1.1

## Второй уровень теплозащиты

| Здания и сооружения   | Градусо-сутки отопительного периода, °С*сут | Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, $R_{тп}, (м^2 \cdot ^\circ C)/W$ |  |  |                         |         |
|---|---|---|--|--|-------------------------|---------|
|   |   | стен  | бесчердачных покрытий и перекрытий над проездами | перекрытий чердачных, над холодными подпольями и подвалами | окон и балконных дверей | фонарей |
| Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, лицеи, колледжи, интернаты | До 2000                                     | 1,0   | 1,8  | 1,8п   | 0,39                    | 0,31    |
|   | 2000-3000                                   | 1,3   | 2,1  | 2,3п   | 0,39                    | 0,31    |
|   | свыше 3000                                  | 1,9   | 2,4  | 2,6п   | 0,42                    | 0,31    |
| Общественные, кроме указанных выше, административные и бытовые                          | До 2000                                     | 0,8   | 1,6  | 1,4п   | 0,39                    | 0,31    |
|   | 2000-3000                                   | 1,0   | 1,9  | 1,8п   | 0,39                    | 0,31    |
|   | свыше 3000                                  | 1,3   | 2,2  | 2,0п   | 0,42                    | 0,31    |
| Производственные  | До 2000                                     | 0,7   | 1,4  | 1,2п   | 0,15                    | 0,15    |
|   | 2000-3000                                   | 0,9   | 1,6  | 1,4п   | 0,31                    | 0,15    |
|   | свыше 3000                                  | 1,1   | 1,8  | 1,9п   | 0,34                    | 0,15    |

Таблица 1.2

## Третий уровень теплозащиты

| Здания и сооружения   | Градусо-сутки отопительного периода, °С*сут. | Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, $R_{тп}, (м^2 \cdot ^\circ C)/W$ , энергосберегающего уровня теплозащиты |  |  |                         |         |
|---|--|---|--|--|-------------------------|---------|
|   |  | стен  | бесчердачных покрытий и перекрытий над проездами | перекрытий чердачных, над холодными подпольями и подвалами | окон и балконных дверей | фонарей |
| Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, лицеи, колледжи, интернаты | До 2000                                      | 2,1   | 3,2  | 2,8п   | 0,39                    | 0,31    |
|   | 2000-3000                                    | 2,4   | 3,7  | 3,2п   | 0,39                    | 0,31    |
|   | свыше 3000                                   | 2,8   | 4,2  | 3,6п   | 0,42                    | 0,34    |
| Общественные, кроме указанных выше, административные и бытовые                          | До 2000                                      | 1,7   | 2,4  | 2,0п   | 0,39                    | 0,31    |
|   | 2000-3000                                    | 2,1   | 2,8  | 2,4п   | 0,39                    | 0,31    |
|   | свыше 3000                                   | 2,4   | 3,2  | 2,7п   | 0,42                    | 0,34    |
| Производственные  | До 2000                                      | 1,4   | 2,0  | 1,4п   | 0,31                    | 0,31    |
|   | 2000-3000                                    | 1,8   | 2,2  | 1,7п   | 0,34                    | 0,31    |
|   | свыше 3000                                   | 2,2   | 2,4  | 1,9п   | 0,39                    | 0,31    |

Теплозащитные свойства ограждающих конструкций зданий определяются также установленными нормами расхода энергии на обеспечение необходимого микроклимата в зданиях в соответствии с КМК 2.01.18-2000 «Нормативы расхода энергии на отопление, вентиляцию и кондиционирование зданий и сооружений». В зависимости от типа и назначения здания, его этажности и расчетной температуры наружного воздуха нормируется удельный расход теплоты на отопление и естественную вентиляцию  $1\text{ м}^2$  общей (отапливаемой) площади здания. (табл. 1.3)

Таблица 1.3

Нормативные удельные расходы теплоты на отопление и вентиляцию

| Типы жилых домов, жилых блок-секций и сельских жилых домов | Нормативный удельный расход теплоты на отопление и естественную вентиляцию, Ватт на 1 кв. м общей площади, при расчётной температуре наружного воздуха, °С |     |     |     |     |
|--|--|-----|-----|-----|-----|
|  | -5   | -10 | -15 | -20 | -25 |
| I  | 2  | 3   | 4   | 5   | 6   |
| <b>Жилые дома до 4-х этажей</b>                            |  |     |     |     |     |
| 1-2 этажные  | 145  | 152 | 159 | 166 | 173 |
| 3-4 этажные  | 90   | 97  | 103 | 111 | 119 |
| <b>5-этажные жилые дома, жилые блок-секции</b>             |  |     |     |     |     |
| Жилые дома   | 67   | 70  | 72  | 76  | 84  |
| Рядовая, угловая и поворотная блок-секции                  | 58   | 60  | 67  | 70  | 74  |
| Торцевая секция с рядовым окончанием                       | 65   | 67  | 70  | 73  | 81  |
| Торцевая секция с двумя торцами                            | 70   | 72  | 73  | 80  | 88  |

Мировой опыт и научно-практические разработки в этой области мало освещались не только в инженерно-технической, но и специальной литературе и практически недоступны инженерно-техническим работникам проектных, строительных и ремонтно-строительных организаций.

Одними из первых разработками проектных решений энергоэффективных зданий занимались ученые в США. Еще 20 лет назад американский исследователь Дэвид Опп (David Orr) разработал принципы строительства здания, отвечающего всем требованиям экологичности и энергоэффективности. Они включают в себя много позиций, которые сводятся к требованиям максимальной эффективности использования материалов и технологий. Это стало основой для возведения энергопассивных зданий по всему миру. Основные принципы таких зданий состояли в следующем:

- здание должно аккумулировать получаемую извне энергию в большем или равном объеме, чем необходимо для теплообеспечения;
- энергия и материалы должны использоваться с максимальной эффективностью;
- в здании должен обеспечиваться строгий учет расходования энергии при эксплуатации.

Результатом реализации этих принципов стало новое здание Учебного Центра по изучению окружающей среды (Adam Joseph Lewis Center, Оберлин, Огайо, США), Совершенствование объекта продолжается, и разработчики рассчитывают к 2020 году довести здание до климатической нейтральности, то есть до отсутствия потребности во внешних источниках энергии [24].

Работы по повышению энергоэффективности зданий особенно успешно ведутся в Европе - регионе, наиболее зависимом от ввозимых энергоносителей. Накопленный опыт Германии и скандинавских стран, особенно Дании и

Финляндии, свидетельствует о том, что даже в районах устоявшейся застройки энергопотери можно свести к минимуму. Суммарный же эффект экономии тепла во вновь возводимых жилых и коммерческих зданиях здесь составляет 50 - 70% [23].

Сейчас в Европе принята следующая классификация энергоэффективных зданий: дома низкого энергопотребления (ДНЭ), дома ультранизкого энергопотребления (ДУЭ) и пассивные — не нуждающиеся в отоплении. В таблице 1.4 приведены теплоэнергетические характеристики малоэтажных зданий различной степени энергоэффективности на примере Германии.

Таблица 1.4

Расход тепловой энергии по типам зданий в Германии

| Индивидуальный жилой дом 140 м <sup>2</sup> общей площади | Годовой расход тепла, Квт, ч/м <sup>2</sup> год | Удельный расход тепла, Вт ч/м <sup>2</sup> |
|---|---|--|
| Старое строение   | 300   | 136  |
| Типовой дом 70-х гг.                                      | 200   | 91   |
| Типовой дом 80-х гг.                                      | 150   | 68   |
| Дом низкого энергопотребления 90-х гг.                    | 0-70  | 14-32                                      |
| Дом ультранизкого энергопотребления                       | 30-15   | 14-7                                       |
| Современный пассивный дом                                 | менее 15  | менее 7                                    |

В Республике Узбекистан уровень тепловой защиты гражданских зданий оставался почти без изменений до 2004 года.

Согласно указания Госархитектстроя Республики Узбекистан от 15 июня 2004г. №40 были введены изменения в КМК 2.01.04.-97 «Строительная

теплотехника». Оно определялось нормированием величины сопротивления теплопередаче  $R_0$ , которое было основано на принципах обеспечения санитарно-гигиенических требований внутри помещения и ограничения теплопотерь в отопительный период при минимуме приведенных затрат на возведение ограждения и его эксплуатации.

На практике проектирования жилых и общественных зданий прослеживается применение не зависимо от региона и типа проектируемого здания вертикальная ограждающая конструкция – кирпичные стены применяют толщиной 1,5 кирпича. II и III уровни теплозащиты в связи с их рекомендательного характера практически не применяются при проектировании.

Действующие нормативные документы необходимо пересмотреть в связи с новыми требованиями по энергосбережению. Учитывая новые реалии в оценке темпа роста стоимости топливных ресурсов в первую очередь природного газа, нормативные документы по проектированию теплозащиты ограждений должны претерпеть коренные изменения. Здесь определяющим должен являться не санитарно-гигиенические требования по зимним условиям эксплуатации и обеспечение необходимого затухания температурных волн в летний период. Видимо как в нормах Европейских стран должно устанавливаться предельные значения расхода тепловой энергии на отопление на другие цели на единицу общей (отапливаемой) площади помещений здания в кВт ч/м<sup>2</sup> в год. Или

установить предельное среднее значение сопротивления теплопередачи ограждающих конструкций.

### **1.1. Климатические особенности территории Узбекистана и комфортный микроклимат помещений**

Узбекистан расположен в зоне с резко континентальным климатом. Колебания температуры воздуха здесь достигают особенно больших значений. Расположение территории Республики в южных широтах ( $37^{\circ}$  -  $45^{\circ}$ ) составляет специфику инсоляционного режима. Для этой территории характерна большая высота Солнца (летом его полуденная высота достигает  $72^{\circ}$ ), незначительная облачность, прозрачность атмосферы, обусловленная сравнительно небольшим числом дней с осадками и туманами, высокая интенсивность отраженной радиации, объяснимая преобладанием светлых почв. Кроме того, в Центральной Азии малая концентрация озона в атмосфере, вследствие чего здесь особенно велика интенсивность ультрафиолетовой радиации.

Распределение тепловой радиации на территории Узбекистана имеет ряд характерных особенностей. В зимнее время месячные величины радиации постепенно уменьшаются с юга на север. Причем средний уровень лишь незначительно выше, чем в других районах расположенных СНГ, на тех же широтах. Летом резко выражен максимум суммарной радиации. Теплопоступления на горизонтальную поверхность от прямой солнечной радиации в 2 – 3 раза выше, чем в районах северных и средних широт СНГ. Большое количество солнечного тепла, получаемое летом Центральной Азией,

обуславливают высокую температуру воздуха, особенно на равнинных территориях - максимальные летние температуры почти повсеместно превышают  $40^{\circ}\text{C}$ , а в некоторых пустынных районах порой доходят до  $50 - 55^{\circ}\text{C}$ . Следует отметить, что летом длительное время дневная температура держится примерно на постоянном уровне и ее суточным изменениям присущи определенные закономерности [17].

Зимой абсолютные минимумы колеблются в пределах от минус  $15,5^{\circ}\text{C}$  в Сурхандарьинской области до минус  $40^{\circ}\text{C}$  в Каракалпакии. Кроме того, открытое расположение Узбекистана с севера и северо-запада благоприятствует проникновению на его территорию в зимнее время холодных воздушных масс, вследствие этого периоды теплой и сухой погоды чередуются с периодами похолодания и осадков. Так зимой, в течение 1 – 3 дней, может наступить резкое изменение погоды, а суточные колебания температуры не подчиняются четкой закономерности.

В зимний период в климатических условиях Узбекистана наблюдаются отрицательные температуры, выпадение осадков и через мерное похолодание. Для Ташкента среднемесячная температура наружного воздуха в январе составляет  $-0,9^{\circ}\text{C}$ , средняя температура наиболее холодной пятидневки -  $15^{\circ}\text{C}$ , а наиболее холодных суток  $-18^{\circ}\text{C}$  [17]. Это значит, что в зимний период необходима защита помещений и от переохлаждения.

Суточная амплитуда температуры воздуха летом в Ташкенте равна  $13,0 - 18,5^{\circ}\text{C}$ . На величину амплитуды сильно влияет облачность: наибольшие

суточные амплитуды наблюдается 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  $14,3^{\circ}\text{C}$  в Москва  $15,7$  и  $11,8^{\circ}\text{C}$ ) [17].

Также характерная особенность климатических 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.

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, [17].

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

Таким образом, город 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.

Климат местности во многом влияет на формирование параметров комфортного микроклимата помещений, который в свою очередь определяет требуемый уровень теплозащиты здания.

Нормальное тепловое состояние человека зависит от ряда факторов внешней среды, а также от индивидуальных особенностей организма человека.

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

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.

Температура воздуха внутри жилых домов города Ташкента может летом достигать  $33-36^{\circ}\text{C}$ , что на  $2-3,5^{\circ}\text{C}$  выше среднесуточной наружной температуры, а также значительно превышает (на  $6-7^{\circ}\text{C}$ ) нормативные требования к температуре внутреннего воздуха, представленные в СанПИН Р.Уз. [21].

Таким образом, установлены оптимальные параметры воздушной среды в жилых зданиях, расположенных на территории Республики Узбекистана: внутренняя температура  $t_{в}=20-23^{\circ}\text{C}$ , относительная влажность  $\varphi=30-45\%$  и температурный перепад между внутренним воздухом и внутренней поверхностью стены  $\Delta t_{в}=6^{\circ}\text{C}$  для наружных стен и  $\Delta t_{в}=4^{\circ}\text{C}$  покрытий и для чердачных перекрытий [17].

## **1.2. Конструктивные решения ограждающих конструкций жилых кирпичных зданий и их теплотехнические свойства**

Кирпич является одним из древнейших искусственно созданных материалов, повсеместно используемых в практике строительства. Как строительный материал кирпич нашел широкое применение и в Узбекистане. Возведено огромное количество кирпичных зданий, составляющих в основной опорный фонд большинства городов страны и имеющих экономическую, историческую, культурную и архитектурную значимость. В этой связи сохранение и поддержание кирпичных зданий в надлежащем состоянии является важнейшей задачей эксплуатирующих их организаций.

Эксплуатируемые в настоящее время здания различаются между собой по конструктивным решениям стен, связанным с уровнем технического развития строительного производства в разные периоды возведения зданий.

Настоящий день существует много разновидностей керамического кирпича.

Приведем варианты кладки стен из керамических блоков различного размера с оценкой их теплотехнических свойств:

Кладка из керамического камня (двойного кирпича) 2NF с отделкой лицевым кирпичом (рис. 1.1).

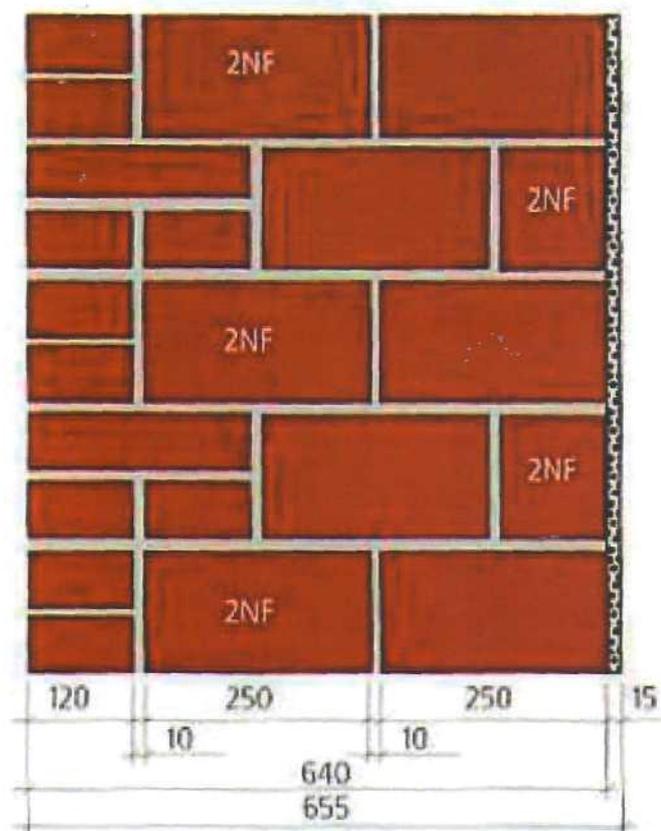


Рис. 1.1.

Толщина такой стены 655 мм, сопротивление теплоотдаче  $2,96 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$ .

Этот вид кладки — наиболее распространенный.

1. Кладка из сверхпоризованных керамических камней 10.8NF (380x253x219 мм) с наружной штукатуркой (рис. 1.2).

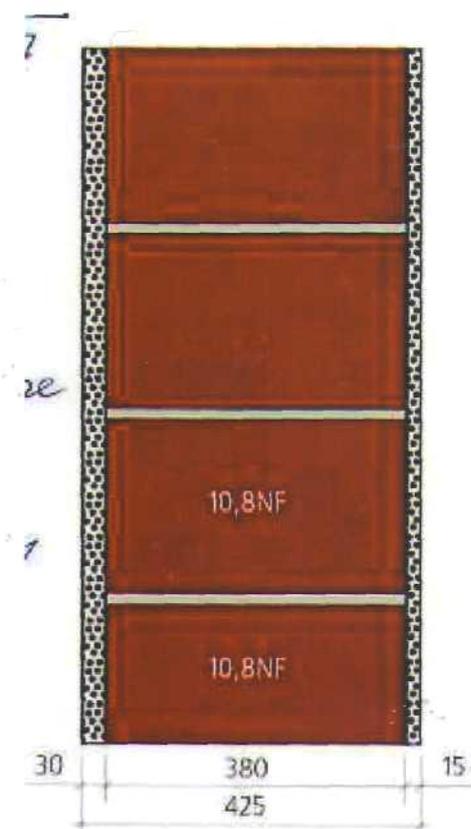


Рис. 1.2.

Стена толщиной 425 мм обладает сопротивлением теплопередаче  $2,66 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$ . Такую кладку можно применять для малоэтажного коттеджного строительства. Ее преимуществами являются скорость возведения, малый вес стеновой конструкции, экономия трудозатрат, экономия раствора, повышенные теплотехнические свойства, экологичность и долговечность конструкции.

2. Кладка из керамических камней 15NF (510x253x219мм) с наружной штукатуркой (рис. 1.2).

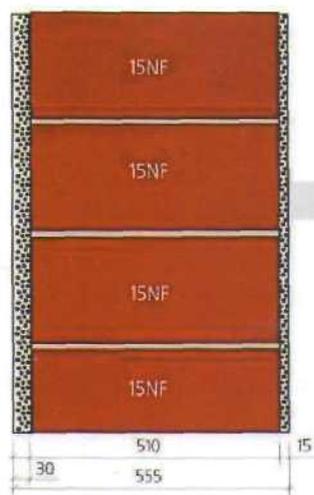


Рис. 1.3.

Стена имеет толщину 555 мм и сопротивление теплопередаче  $2,96 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}$ . К достоинствам этой кладки следует отнести высокую скорость строительства, повышенные теплотехнические свойства, высокую шумоизоляцию, экономию трудозатрат, экологичность, экономию раствора и однородность конструкции.

4. Кладка из керамических камней 15NF с лицевым кирпичом (рис. 1.4).

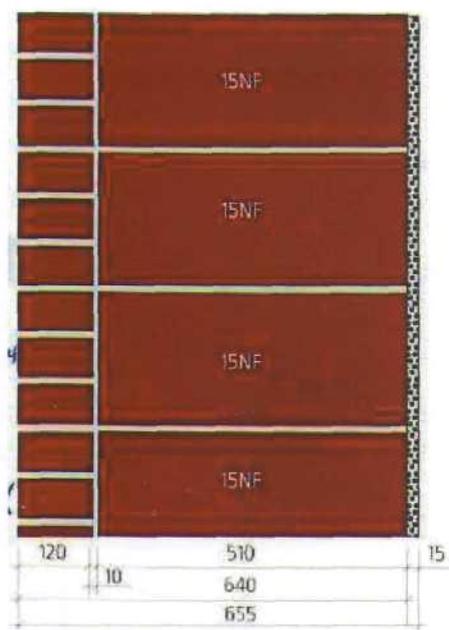


Рис. 1.4.

Это — наилучшее решение для возведения несущих стен и обеспечения высоких теплотехнических свойств. Стена толщиной 655 мм имеет сопротивление теплопередаче  $3,17 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$  и хороший долговечный внешний слой из лицевого кирпича. При таких теплотехнических свойствах Можно получить значительную экономию при дальнейшей эксплуатации строения за счет существенного снижения затрат на отопление.

5. Колодцевая кладка. В целях увеличения общего сопротивления теплопередаче в литературе предлагается применять кирпичную стену из комбинированной кладки, сложенной из жженного кирпича на цементном растворе, с заполнением легким бетоном, или другими теплоизоляционными материалами или разными засыпками (рис. 1.5) . Однако такая конструкция не пригодна для сейсмических районов. Тем более она не применима при реконструкции зданий.

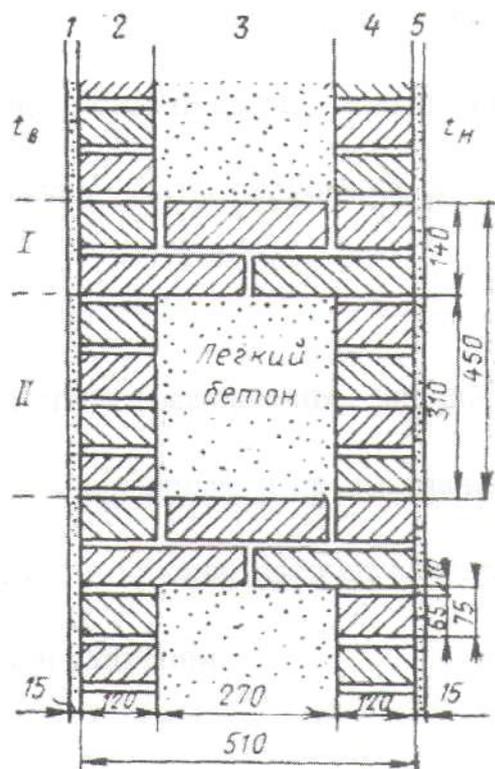


Рис. 1.5

Важнейшей ограждающей конструкцией являются крыши. Конструкция крыши с хорошими тепло- и гидроизоляционными свойствами в значительной степени определяет тепловой комфорт в помещениях дома. Поэтому при строительстве энергосберегающего дома необходимо выбрать конструкцию покрытия, способную сохранить теплозащитные качества на длительное время.

Ограждающие конструкции крыш подвергаются в течение года различным атмосферным воздействиям:

- значительным колебаниям температуры наружного воздуха;
- осадкам в виде дождя и снега;
- солнечной радиации;
- ветровым нагрузками.

В связи с этим все виды конструкций крыш должны обладать хорошими теплозащитными, гидро- и пароизоляционными свойствами, отвечать требованиям прочности, устойчивости, долговечности и огнестойкости. Конструкции крыш должны быть экономичными при строительстве и в процессе эксплуатации.

Покрытие большинства гражданских зданий состоит из: верхнего перекрытия, называемого чердачным и предназначенного для предохранения помещений от охлаждения, и крыши, предназначенной для защиты здания от осадков, ветра и солнечной радиации.

Верхний покров крыши, непосредственно воспринимающий атмосферные осадки и служащий для сбора и отвода их, называется кровлей.

Кровля поддерживается специальной конструкцией, состоящей из обрешетки (рис. 1.6, слева), непосредственно несущей кровлю, и стропил, передающих нагрузку от собственного веса крыши, снега, ветра и т.д. на стены и внутренние опоры.

Помещение, образуемое между чердачным перекрытием и крышей, называется чердаком.

В некоторых случаях возможно совмещение верхнего теплого перекрытия с крышей (рис. 1.6, справа). В этом случае чердак отсутствует, и верхнее перекрытие, предохраняющее здание одновременно и от осадков и от охлаждения, носит название совмещенной *теплой крыши*.

Следует отметить, что конструкция чердачного перекрытия по сравнению с совмещенной бесчердачной крышей, находится в более благоприятных влажностных условиях. Влага, прошедшая через чердачное перекрытие, поступает в воздушное пространство чердачного помещения через слуховые окна и приточно-вытяжные отверстия и выходит наружу.

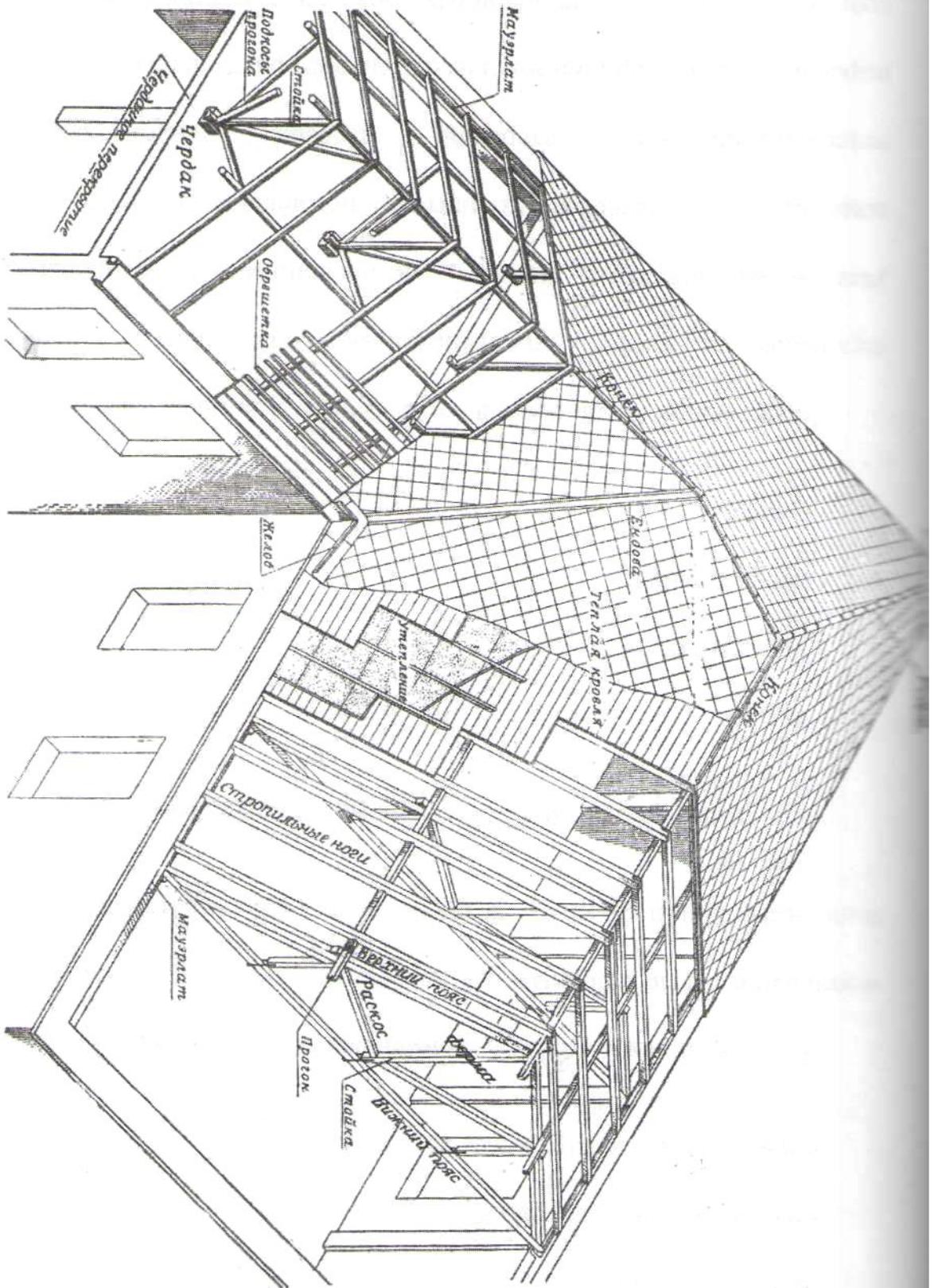


Рис. 1.6. Конструкция крыши и ее элементы

Бесчердачные крыши подразделяются на:

- невентилируемые;
- частично вентилируемые;
- вентилируемые наружным воздухом.

Невентилируемые крыши применяют в тех случаях, когда исключается образование влаги в покрытии в период эксплуатации. Такие покрытия могут выполняться с теплоизоляцией, совмещенной с несущей конструкцией.

Основными элементами совмещенной крыши являются:

- настил;
- утеплитель;
- пароизоляция;
- кровля.

Пароизоляционный слой в виде одного или двух слоев рубероида или битума на мастике предусматривают для защиты теплоизоляции от увлажнения водяными парами, проникающими со стороны внутренних помещений. В качестве утеплителя применяют плитные или сыпучие теплоизоляционные материалы. Поверх теплоизоляции делают выравнивающий слой (*стяжку*) из цементного раствора. По стяжке устраивают кровлю. Ее выполняют из рулонных кровельных материалов в несколько слоев. Наклеивают их на холодную или горячую мастику. Для защиты

гидроизоляционного ковра от повреждений делают защитный слой в виде насыпок из песка или мелкозернистого гравия, втопленного в верхний слой мастики, или слоя рубероида.

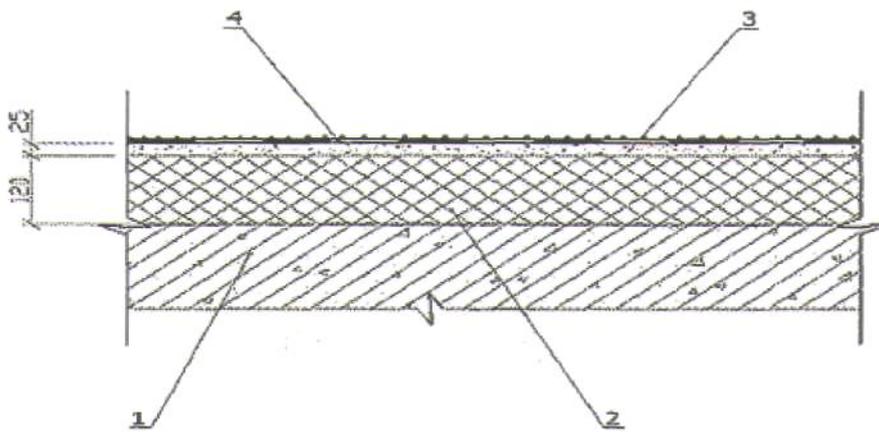
Частично вентилируемые крыши имеют в материале панели каналы, расположенные в ее верхней толще панели.

Вентилируемые крыши имеют сплошные воздушные прослойки, осушающие покрытие зимой и предохраняющие его от перегрева солнечными лучами летом.

Конструкция совмещенной крыши состоит из нескольких слоев материалов:

- несущий элемент, например, железобетонная плита, которую снизу отделяют под потолок помещения верхнего этажа;
- пароизоляция из одного или двух слоев рубероида на мастике;
- утеплитель — плиты ячеистого бетона или засыпка из керамзита, шлака и подобных высокопористых материалов;
- кровля из рулонного материала, выполняемая из рубероида, бикроста и т.д.;
- защитный слой из мелкого гравия или просеянного шлака, втопленного в окрасочный слой битума.

При невентилируемой крыше по утеплителю устраивают стяжку.



1 – перекрытие; 2 – теплоизоляция; 3 – стяжка; 4 – кровля.



Рис. 1.7. Традиционное решение бесчердачной совмещенной кровли

### 1.3. Пути повышения теплозащитных свойств конструкций зданий при реконструкции

Повышение теплозащитных свойств стеновых ограждающих конструкций заключается в увеличении их сопротивления теплопередаче до нормативных значений, действующих в настоящее время. Это достигается утеплением стен теплоизоляционными материалами, которые должны защищаться от наружных воздействий защитно-декоративным слоем, способным, при необходимости, сохранить или улучшить архитектурно-художественного облика здания.

В практике устройства дополнительной теплозащиты стен при реконструкции зданий существует два основных способа ее расположения: с наружной или внутренней стороны стены. Иногда встречается конструктивно-технологическое решение устройства теплозащиты зданий с расположением утеплителя с наружной и внутренней стороны стены одновременно. Данный способ можно назвать комбинированным.

Конкретный вариант расположения теплозащиты устанавливается на основе анализа всех возможных способов ее устройства с учетом их достоинств и недостатков.

Вариант с расположением теплоизоляционного материала на внутренней поверхности стены обладает следующими достоинствами:

- теплоизоляционный материал, как правило, не имеющий достаточной способности к сопротивлению воздействиям внешней среды, находится в благоприятных условиях и, следовательно, не требуется его дополнительная защита;

- производство работ по устройству теплозащиты может идти в любое время года, независимо от способа крепления. При этом не требуется применение дорогостоящих средств.

К недостаткам расположения теплозащиты со стороны помещения относятся:

- уменьшение площади помещения за счет увеличения толщины стены;

- необходимость устройства, с целью исключения выпадения конденсата, дополнительной теплозащиты в местах опираний на стены плит перекрытий и в местах примыкания к наружным стенам внутренних стен и перегородок;
- необходимость защиты теплоизоляционного материала и стены от увлажнения путем устройства пароизоляционного слоя перед теплоизоляционным материалом;
- расположение хорошо аккумулирующего тепло материала стены (например, кирпичной кладки) в зоне низких температур, что в значительной мере снижает тепловую инерцию ограждения;
- невозможность менять архитектурно-художественный облик фасада здания;
- необходимость отселения жильцов;
- сложность устройства теплоизоляции в местах расположения приборов отопления, а также в пределах толщины пола.

Следует отметить, что в большинстве случаев устройство дополнительной теплоизоляции с внутренней стороны стены производится на стадии реконструкции с полной заменой санитарно-технического оборудования и конструкций пола. Поэтому, последний недостаток данного способа является менее существенным по сравнению с остальными.

Вариант расположения теплозащиты с наружной стороны стены обладает существенными достоинствами. К ним, в частности, относятся:

- создание защитной термооболочки, исключая образование "мостиков холода";
- исключение необходимости устройства пароизоляционного слоя;
- создание нового архитектурно-художественного облика здания;
- возможность одновременно с устройством теплоизоляции исправлять дефекты стены;
- расположение хорошо аккумулирующего тепло материала стены в зоне положительных температур. Это повышает тепловую инерцию ограждения и способствует улучшению ее теплозащитных качеств при нестационарной теплопередаче, а также сохранению следующих преимуществ высоких теплоаккумулирующих качеств стены: колебания уровня теплоотдачи систем отопления, работающих в определенном режиме (т.е. практически всех систем центрального отопления), почти не отражаются на температуре воздуха внутри помещения; кратковременные притоки холодного воздуха (при каждом открывании окон и дверей) не приводят сразу же к охлаждению помещения; температурные колебания наружного воздуха сказываются на внутреннем климате помещения не столь ощутимо (особенно, в летний период);
- не уменьшается площадь помещений;
- отсутствуют неудобства, связанные с устройством теплоизоляции в местах расположения приборов отопления и в пределах толщины пола.

Существенными недостатками этого варианта является необходимость устройства по теплоизоляции надежного защитного слоя, а также использование при выполнении работ дорогостоящих средств.

**Использование навесных вентилируемых фасадов.** В строительной практике в последнее время нередко встречается наружные ограждения, имеющие воздушные прослойки, сообщаемые наружным воздухом. Особенно большое распространение получили фасады, вентилируемые наружным воздухом как наиболее эффективная мера борьбы с конденсацией в них влаги. Вентилируемые фасады в климатических условиях Узбекистана способствуют эффективно защищаться и от летнего перегрева особенно стен западной и юго-западной ориентации. Но они отрицательно влияют на теплозащиту в зимний период. Вентилируемая наружным воздухом прослойка, проходя через ограждения, отнимает от него тепло, увеличивая теплоотдачу ограждения. По этому в зимний период предлагается закрыть связывающие окружающую среду отверстия и тем самым организовать замкнутую воздушную прослойку, увеличивающую общее термическое сопротивление конструкции.

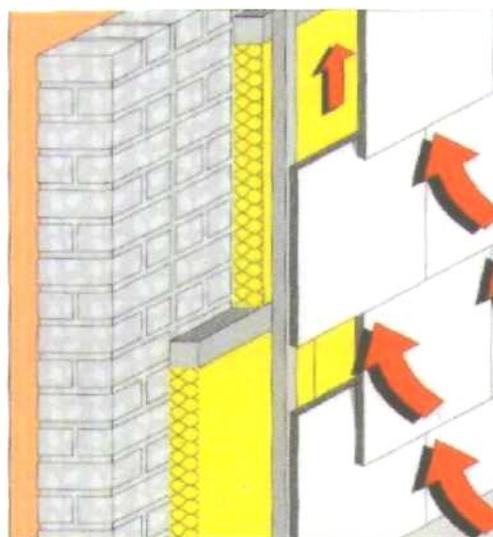


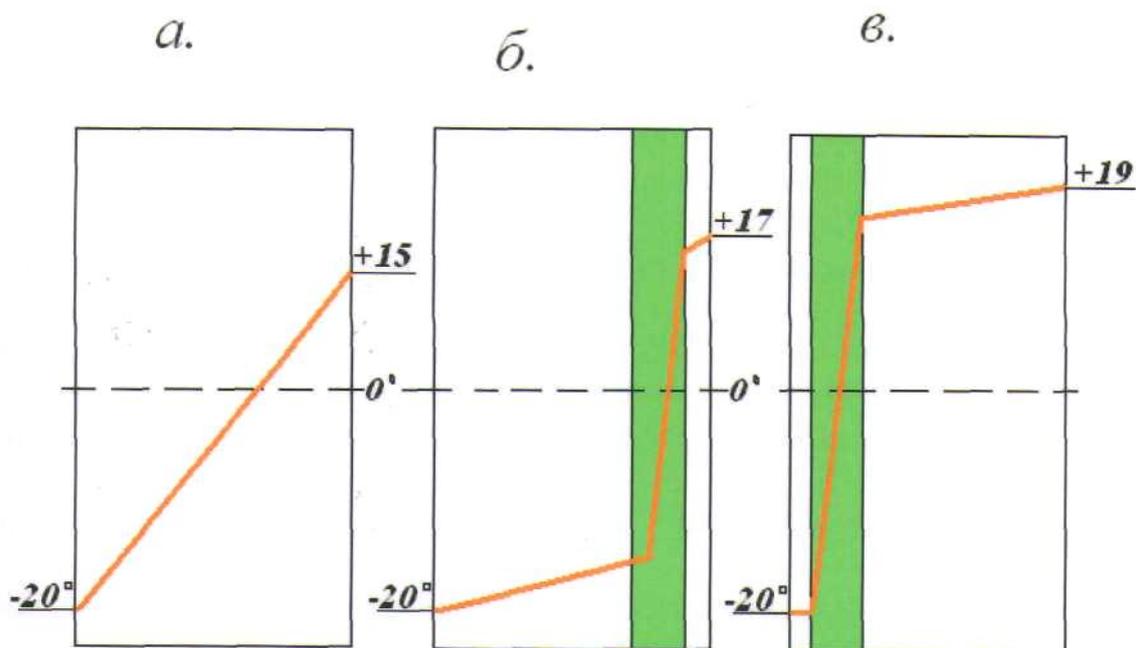
Рис. 1.8. Вентилируемый фасад

На рисунке изображены устройство плит из минеральной ваты на основе каменных пород в качестве наружного теплоизоляционного слоя стеновых ограждающих конструкций при устройстве навесных фасадов с воздушным зазором (вентилируемых фасадов).

Устройство теплозащиты с наружной и внутренней стороны стены одновременно в настоящее время не используется, так как данный способ обладает большой трудоемкостью работ. Он применялся в тех случаях, когда была необходимость восстановить локальные теплозащитные качества стены. Для этого требовалось только оштукатурить наружную и внутреннюю поверхности стен “теплыми” растворами.

Конструкция дополнительной теплозащиты в период эксплуатации подвергается внешним и внутренним воздействиям. К внешним относятся: солнечная радиация; атмосферные осадки (дождь, град, снег); переменные температуры; влажность воздуха; внешний шум; воздушный поток; газы; химические вещества; биологические вредители. К внутренним воздействиям можно отнести нагрузки (постоянные, временные и кратковременные), колебания температуры, влажность, морозное пучение и сейсмovolны. Добиться правильной и долговременной работы теплозащиты можно только в том случае, если она будет способна противостоять данным воздействиям, а также отвечать конструктивным, технологическим и эстетическим требованиям.

Для сравнения вариантов утепления стен рассмотрим характер изменения температуры в толще ограждения при одинаковых во всех случаях температурах внутреннего и наружного воздуха (рис. 1.9). [25]



а) не утеплённых стенах, б) в стенах с внутренним утеплением в) то же с наружным утеплением

Рис. 1.9. Кривые изменения температуры в ограждающих конструкциях.

Как видно из представленных на (рис. 8) температурных кривых, наибольшего эффекта можно добиться путем утепления снаружи (вариант в).

Однако, следует заметить, что при стационарных условиях теплопередачи через многослойные конструкции при одинаковых параметрах слоев общее сопротивление теплопередачи конструкции не зависит от способа размещения этих слоев. Следовательно, значение  $\tau_b$  в вариантах б) и в) будут одинаковыми.

В современном строительстве находит применение широкий спектр теплоизоляционных материалов, различающихся физико-химическими свойствами и, соответственно, технико-эксплуатационными характеристиками.

По структуре твердой основы теплоизоляционные материалы можно разделить на волокнистые и ячеистые.

В волокнистых материалах, как правило, используется твердая основа минерального происхождения - это могут быть базальтовые горные породы или стекло (кварц). В ячеистых (вспененных) материалах могут использоваться минеральные компоненты, так и органические полимеры. В этой группе наибольшее распространение получили теплоизоляционные материалы на основе пенополистирола (вспененного или экструдированного).

Минеральная вата — природный материал на основе базальта, кремнезема, обработанный веществами, придающими ему водоотталкивающие свойства. Хорошая паропроницаемость обуславливает такую важную особенность, как гигиеничность (это выгодно отличает минераловатные плиты от пенополистирольных), а обработка гидрофобными составами уменьшает водопоглощение. Из минеральной ваты изготавливают твердые или полутвердые плиты плотностью от 80 до 150 кг/м<sup>3</sup>. Они могут быть обычными или ламелевыми — с перпендикулярным расположением волокон к плоскости плиты. Ламелевые плиты более прочные, ими хорошо утеплять криволинейные поверхности. Они подходят для стен из кирпича. А для конструкций из ячеистого бетона лучше применять двухслойную минеральную вату (с одной стороны мягкую, а с другой — жесткую). Она укладывается мягкой стороной к стене, благодаря чему плотно заполняются все неровности. Толщина слоя

утепления на фасадах должна быть не менее 10 см. Более тонкие плиты монтируют только на откосах оконных и дверных проемов.

Минеральная вата продается в виде плит и матов различной плотности и твердости. Маты обычно сворачивают в рулоны, а плиты по несколько штук укладывают в пачки (каждая весит от 10 до 60 кг). По объему одна такая пачка занимает около 0,3 м<sup>3</sup>. Самые распространенные размеры плит - 100 \* 60 см при толщине 5 или 10 см. Маты могут иметь длину 2-9 м, ширину 50-120 см и толщину 2-22 см. Изделия из минеральной ваты следует прирезать по размеру длинным острым ножом или пилой. Нельзя применять механические ножницы, так как они сжимают вату, разрушая ее теплоизоляционную структуру. При подгонке нужно оставлять около 0,5 см запаса в плитах и около 2 см - в матах, чтобы после монтажа материал плотно заполнил утепляемую поверхность. Рулонную вату лучше прирезать в свернутом виде, а плиты — каждую в отдельности.

Характеристики плит из минеральной ваты для утепления стен:

теплопроводность - 0,036-0,042 Вт/(м·К);

плотность - 90 - 150 кг/м<sup>3</sup>;

водопоглощение — 1,5-2 % (для гидрофобизированных плит);

паропроницаемость — 0,30 мг/(м·ч·Па);

Пенополистирол (пенопласт)— очень легкий материал, плотность строительных марок составляет от 15 до 50 кг/м<sup>3</sup>. Его несложно обрабатывать и монтировать. Он режется обычным ножом. Материал имеет малую водопоглощаемость. Кроме того, это наиболее доступный по цене теплоизолятор. Характеристики пенополистирола зависят от марки (плотности): чем она выше, тем прочнее материал и ниже его теплопроводность. В итоге покрытие пенополистиролом стен и фасадов окупается за счет экономии на отоплении и кондиционирование летом. Кроме своего великолепного качества теплоизолятора пенопласт обладает не меньшим достоинством – отменной звукоизоляцией. Еще одно немаловажное свойство пенопласта – легкость монтажа. При помощи разнообразных видов сухих смесей и даже самых дешевых видов клея пенопластовые плиты легко прикрепляются к стенам, после чего их можно штукатурить по своему усмотрению. Полистирол абсолютно безвреден для человека и окружающей среды, обладает долговечным сроком годности, не разлагается под воздействием микроорганизмов.



Рис. 1.10. Пенополистерол (пенопласт)

Исследования и испытания этого материала показали следующие результаты. 12-сантиметровая пластина пенополистирола по своим теплосберегающим свойствам эквивалентна:

- стене из деревянного бруса толщиной в полметра;
- кирпичной двухметровой стене;
- железобетонной четырехметровой стене.

Изоляционные плиты из пенополистирола (пенопласта) бывает марки ПСБС-15, ПСБС-25 и ПСБС-35. Стандартный размер пенопласта 0,5 x 1,0м, толщина от 1см. [26]



Рис. 1.11. Сравнение разных утеплителей по теплозащите

Недостатками пенополистирола являются низкая паропроницаемость, горючесть и уязвимость (например, грызунами). Именно поэтому необходимо исключить контакт теплоизолятора с окружающей средой при помощи слоя штукатурки или лицевого кирпича (в случае монтажа пенополистирола внутри стены). Низкая паропроницаемость приводит к тому, что отвод естественной влаги может оказаться недостаточным. Субъективно это выражается в снижении комфорта для обитателей дома. Кроме того, пенополистирол, увы, не вечен. Срок службы этого теплоизолятора ограничен и составляет, в зависимости от марки и производителя, 55-60 лет. Поэтому его чаще рекомендуют использовать именно для наружного утепления стен (материал легче заменить, когда он придет в негодность). Стандартные размеры плит 0,5x1 м; 0,5x1,25 м; 1x1 м. Их толщина может быть от 1 до 50 см, но наиболее часто используемая - 5 и 10 см.

Физико-механические характеристики различных марок пенополистирола

| наименование  | показатели | марка пено | псбс-15   | полистирола | псбс-25 | псбс-35 | псбс-50 |
|---|------------|------------|-----------|-------------|---------|---------|---------|
| Плотность, кг/м <sup>3</sup>                              | ДО 15      | 15,1-25    | 25,1-35   | 35,1-50     |         |         |         |
| Сопротивление на сжатие при 10 % линейной деформации, МПа | 0,07—      |            |           |             |         |         |         |
|   | 0,15       | 0,15—0,18  | 0,18—0,26 | 0,26—0,38   |         |         |         |
| Предел прочности при изгибе, МПа                          | 0,15—0,23  | 0,32       | 0,30—0,38 | 0,38—0,42   |         |         |         |

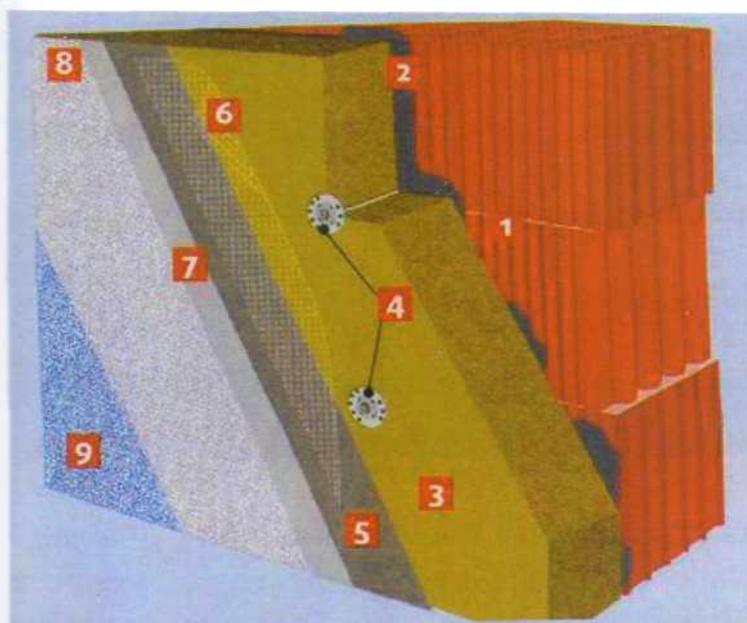
Теплопроводность, Вт/(мК) 0,032-0,036 0,029—0,033 0,029—0,033 0,029—  
0,033

Водопоглощение, % от объема 1-3 0,8—2,1 0,5-2 0,5-2 [27]

Схема наружного утепления фасада «мокрым способом» (с использованием штукатурки (рис. 1.13) *а*) такова: вначале на кладку из рядового кирпича или пенобетонных блоков наносится клеящий материал, затем крепится утеплитель (минераловатные или пенополистирольные плиты). Их толщина (определена на основании теплотехнического расчета) указывается в проекте. Предпочтительнее применять плиты из минеральной ваты, специально предназначенные для наружного утепления. Если используется пенополистирол, то выбирают плотные его марки (не менее 15 кг/м<sup>3</sup>). Пенопласт может дополнительно крепиться при помощи анкеров. После этого на утеплитель наносят слой армирующего материала, армирующую сетку, а затем — саму штукатурку. После высыхания ее окрашивают фасадными красками. Важно, чтобы химический состав армирующего слоя штукатурки и краски соответствовал техническим требованиям системы утепления.

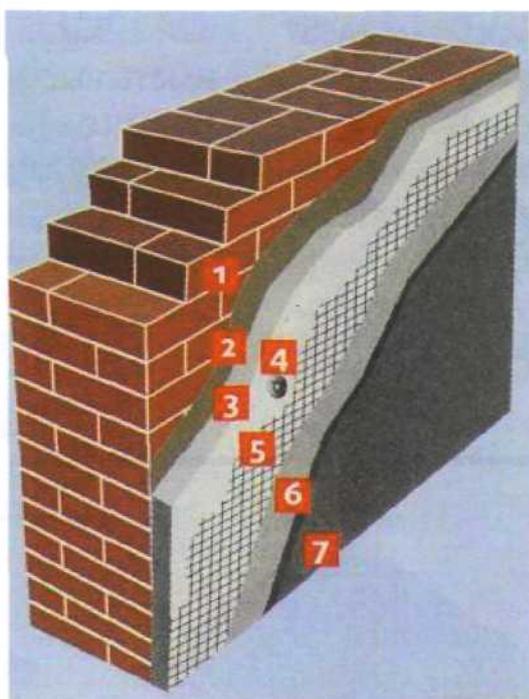
а) вариант использования минераловатных плит для наружного утепления

в комбинации с последующим оштукатуриванием:



1. Кирпичная стена
2. Клеящий состав
3. Минераловатная плита
4. Анкеры
5. Армирующий состав
6. Армирующая сетка
7. Штукатурка
8. Декоративная штукатурка
9. Фасадная краска

б) вариант с использованием пенопласта:



1. Кирпичная стена
2. Клеящий состав
3. Пенополистирол
4. Анкер
5. Армирующая сетка
6. Армирующий состав
7. Штукатурка

Рис.1.12. а- утепления стен с минеральной ваты; б- утепления стен с помощью пенополистирола.

При утеплении наружных стен, нельзя оставлять утеплитель под воздействием атмосферной влаги и солнечных лучей. Во время выполнения работ нужно предохранять фасад от интенсивных осадков до схватывания армирующего слоя. Во-первых, потому что вода портит штукатурку. Во-вторых, если влага попадет между слоем утеплителя и стеной, то после их медленного высыхания станут заметными места швов и креплений анкеров. Все работы желательно проводить осенью или весной, при умеренной температуре (не ниже  $+3^{\circ}\text{C}$ ), так как от этого зависит качество штукатурки.

Для утепления как существующих, так и строящихся жилых домов часто применяют систему с вентилируемым фасадом. Она не требует последующего оштукатуривания утеплителя, что позволяет выполнять работы даже зимой. Сначала на фасаде монтируется слой пароизоляции (специальная мембрана), затем — обрешетка из деревянных брусков или металлических профилей. В конструкцию обрешетки устанавливают минераловатные плиты расчетной толщины, а поверх них — слой ветроизоляции, защищающей утеплитель от увлажнения и продувания. По обрешетке крепится фасадная облицовка. Она может быть изготовлена из различных материалов — деревянной вагонки, пластикового сайдинга, блокхауса и фасадных панелей.

Однако, выше изложенный метод утепления считается дорогим и трудоёмким методом и требует большое количество затрат строительных материалов. Таким образом в нашем случае, будет целесообразно с точки зрения экономичности и нетрудоёмкости работ, в качестве утеплителя

использовать материал - пенополистирол (пенопласт) для наружного утепления фасада с конструктивным методом «мокрый фасад».

Теплые штукатурки. Широкое распространение в строительстве получают «теплые» штукатурки. Одним из известных производителей сухих строительных смесей является фирма ALINA с маркой Alinex, предлагающая несколько разных составов смесей для устройства «теплых» штукатурок.

Крыши и окна. Кроме наружных стен ограждающими конструкциями зданий являются также крыши и стены через которых теряется значительная часть тепловой энергии.

Дополнительная теплоизоляция крыши решается проще, если крыша имеет чердачную конструкцию. В таких случаях легко достичь желаемого сопротивления теплопередаче, применив эффективные рулонные теплоизоляционные материалы, например «ISOVER» или «URSA».

При совмещенных конструкциях крыши ее теплоизоляция становится затруднительным. Используемый теплоизоляционный материал должен иметь определенные физико-механические свойства.

Окна с двойным остеклением на деревянных спаренных переплетах используемые в жилых домах имеют сопротивление теплопередаче  $0,39 \text{ м}^2$

$^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$ . [ 16]

1. В связи с ростом цен на энергоносители в зарубежных странах импортирующих топливо регулярно ужесточаются нормы расхода энергии на отопление единицы отапливаемой площади здания.

2. В Республике Узбекистан нормы расхода энергии на отопление регламентируются нормативными документами по проектированию зданий. Однако, ограждающие конструкции зданий построенных 1970-80ых годах не отвечают современным нормам теплозащиты.

3. Разработаны разные варианты теплозащиты ограждений. При реконструкции жилых домов предпочтение следует отдавать разработкам с внешним расположением теплоизоляции.

4. В современном строительстве находит применение широкий спектр теплоизоляционных материалов, различающихся физико-химическими и теплоизоляционными характеристиками. При повышении тепловой защиты ограждений, в отсутствии отечественного эффективного теплоизоляционного материала предпочтение следует отдавать применению наиболее широко представленных на рынке теплоизоляционных материалов, созданных на основе пенополистирола.

## Литература

1. Указ Президента Республики Узбекистан Ислама Абдуганиевича Каримова «Об усилении государственной поддержки жилищного строительства в городе Ташкента» от 31.01.96 г.
2. Указ « О мерах по дальнейшему совершенствованию архитектуры и градостроительства в Узбекистане» от 25.04.2000 г.
3. Афанасьев А.А., Матвеев Е.П., Монастырев П.В. Индустриальные методы облицовки фасадов зданий при их утеплении // промышленное и гражданское строительство, 1997, №2.
4. Богословский В.Н. Тепловой режим здания, - М.: Стройиздат, 1979 г.
5. Богословский В.Н. Три аспекта создания здания с эффективным использованием энергии. // АВОК, 1998 г. №3.
6. Брилинг Р.Е. Воздухопроницаемость ограждающих конструкций и материалов М.: Госстройиздат, 1949 г.
7. Булгаков С.Н. Энергоэффективные строительные системы и технологии.- «АВОК», 1999 г., №2.
8. Азизов П., Солдатов Е. Архитектурно строительные средства повышения тепловой эффективности гражданских зданий, - Ташкент: Узбекистан, 1994г.
9. Васильев Б.Ф. Методика натуральных наблюдений температурно-влажностного режима жилых зданий.- М.: Госстройиздат, 1969г.

10. Горомосов М.С., Лицкевич В.К. Строительные санитарно-гигиенические нормативы жилища.- М.: Стройиздат.1975г.
11. Порывай Г.А. Техническая эксплуатация зданий. – М.: Стройиздат. 1990г.
12. Богословский В.Н. Строительная тепло-физика. -М.: Высшая школа. 1982 г.
13. Коломеец А.В., Ариевич Э.М. Эксплуатация жилых зданий. – М.: Стройиздат. 1985г.
14. Фокин К.Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий. – М.: Стройиздат. 1973г.
15. Суханов И.С. Лучистая энергия солнца и архитектура. –Ташкент. Фан. 1978г.
16. КМК 2.01.04.-97 Строительная теплотехника. – Т., 1997.
17. КМК 2.01.01-94 Климатические и физико-геологические данные для проектирования. – Т., 1994.
18. КМК 2.08.01-94 Жилые здания. Т.,1996.
19. Объедов В.А., Соловюбеv А.К., Кондратьев А.Н. и др. Лабораторный практикум по строительной физике. – М.: Высшая школа.1979г.
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.: 2004г.

22. Фирсанов В.М. Архитектурно гражданский зданий в условиях жаркого климата. – М.: Стройиздат.1982г.

23. Щепачева Е.В. «Проектирование энергоэффективных зданий в условиях сухого жаркого климата», учебное пособие – Ташкент, ТашИИТ – 2008г.

24. [www.greentechnolog.com/2007/09/green\\_building\\_adam\\_joseph\\_lewis](http://www.greentechnolog.com/2007/09/green_building_adam_joseph_lewis)

25. [http://masterovoy.com.ua/article\\_23.html](http://masterovoy.com.ua/article_23.html)

26. <http://www.penoplast-m.cn.ua/>

27. <http://www.awior.ru/>