

ГРАФИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА НОРМАТИВНОЙ ТЕПЛОЗАЩИТЫ НАРУЖНОЙ СТЕНЫ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ КОНСТРУКТИВНОЙ КОНЦЕПЦИИ И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ АРХИТЕКТУРЫ ЗДАНИЯ

Конструкциялык негиздерди жана энергияны үнөмдөөчү архитектураны көп түрдүү иштеп чыгуу максатында сырткы шыптардын жылуулук тосуу касиетин ыкчам аныктоо ыкмасы келтирилген.

Предложен экспресс метод графической оценки нормативной теплозащиты наружной стены для вариантной разработки конструктивной концепции и энергосберегающей архитектуры здания.

The graphic assessment express method of a normative requirement to the external wall's energy efficiency is presented. This method is offered for variation development of the construction conception and energy saving architecture of a building.

Общемировая тенденция повышения стоимости всех видов органического топлива и электроэнергии непосредственно влияет на экономический рост Кыргызстана, который импортирует в большом количестве уголь, природный газ и нефтепродукты. Анализ современных условий значительного оживления в стране строительства новых и реконструкции существующих зданий показывает на необходимость экономии энергии на их отопление, охлаждение и вентиляцию.

Обычно идея создания здания реализуется через последовательное рассмотрение и решение задач на этапах его концептуального планирования, разработки проектной документации, строительства и эксплуатации. Энергосберегающая архитектура и конструктивная концепция здания принимаются на основе принципиальных решений, касающихся формы, размеров и ориентации самого здания и его помещений, массивных, светопрозрачных и открывающихся ограждающих конструкций.

Энергозатраты здания, являясь важной его характеристикой, диктует соответствующий выбор не только места строительства, объемно-планировочных показателей, но и целесообразных строительных материалов и конструкций, технологии производства работ по созданию здания в целом и отдельных его частей. Из наружных ограждений, составляющих теплозащитную оболочку здания, наиболее энергетически важным являются наружные стены. К тому же, особенности этих стен определяют общие конструктивные решения здания. Важно определить целесообразный вариант материала, толщину, места и технологии устройства теплоизоляционного слоя.

В связи с принятием в 2011 г. нового закона Кыргызской Республики «Об энергетической эффективности зданий» разработаны и введены в действие в 2013 г. новые редакции СНиП [1] и Свода правил [2] по проектированию тепловой защиты зданий.

По этому новому СНиПу нормативный уровень теплозащиты ограждающих конструкций принимается, во-первых, по условиям выполнения санитарно-гигиенических требований к микроклимату в помещениях, во-вторых, по минимизации годового расхода тепловой энергии на отопление и охлаждение здания.

Следует отметить, что на практике строительство новых, энергетическая реновация (улучшение) существующих зданий осуществляются часто без разработки проектной документации, включающей в свой состав относительно сложные и своеобразные расчеты

по теплозащите ограждающих конструкций. Это приводит к ошибкам и нарушениям возведения здания и, самое главное, долгосрочной эксплуатации.

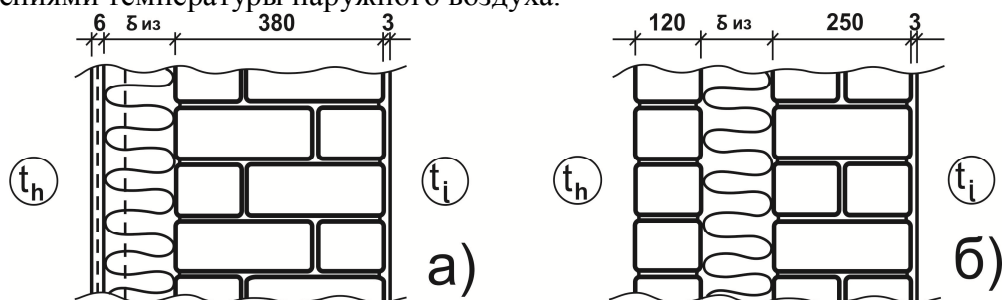
Из вышеизложенного следует, что архитекторам, проектировщикам, особенно собственникам зданий требуется иметь простой инструмент предварительной (предпроектной) оценки толщины того или иного доступного теплоизоляционного материала ограждающих конструкций. Такая экспресс оценка нормативной теплозащиты наружных стен позволяет осуществить вариантную разработку конструктивной концепции и энергосберегающей архитектуры здания в зависимости климатических условий места строительства.

В этих целях авторами рассмотрены варианты наружных стен из кирпичной кладки на цементном растворе. Малоэтажные здания, в частности, многоквартирные дома, во многих случаях имеют ее толщину в 1,5 кирпича. Для достижения нормативного уровня теплозащиты обычно с ее наружной стороны устраивается слой теплоизоляции (рис. 1, а).

Предлагаемый простой, наглядный и быстрый графический метод оценки нормативной теплозащиты дает возможность без сложных расчетов определить толщину целесообразных теплоизоляционных материалов, чтобы сравнить различные варианты наружной стены. Причем, метод позволяет охватить особенности климата всех регионов Кыргызстана: На соответствующей карте (рис. 1, г) для заданного места строительства (населенного пункта) по нанесенным изолиниям находится климатический параметр Dd , $^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут}$, градусо-сутки расчетного отопительного периода. По его значению определяется требуемая толщина слоя теплоизоляции по правой осевой шкале графика (рис. 1, в). Далее, на основе этой толщины и соответствующей конструкции наружной стены, можно рассматривать, предлагать и принимать энергосберегающую архитектуру [3] и конструктивную концепцию здания – определить, в частности, конструкцию, размеры, места размещения различных архитектурных элементов фасада, массивных, светопрозрачных и открывающихся ограждений. В частности, можно определить, как составная часть энергосберегающей архитектуры здания, тип, конструкцию, место и особенности устройства энергосберегающих заграждений [4] (например, по снижению или усилению воздействия солнечной радиации, длинноволновых тепловых излучений, ветра и др.).

Представлен наглядный пример: для указанных на рис. 1 конструкций стен требуется теплоизоляция, например, из пеноплекса с расчетной толщиной для здания в г. Талас 58 мм, в г. Нарын – 73 мм. Следовательно, для использования можно заказать листы пеноплекса толщиной, соответственно, 60 мм и 80 мм. Следует отметить, что принятый некоторый запас толщины слоя этой теплоизоляции, позволяет уменьшить толщину слоя теплоизоляции другого наружного ограждения этого здания, скажем, его пола над неотапливаемым подвалом.

Натурные опытные измерения, произведенные первым автором на многоквартирном двухэтажном доме в г. Бишкек, имеющем наружную стену из кладки в 1,5 кирпича с теплоизоляцией как на рис. 1, а, позволили получить [5] интересный и практически важный результат. Температура на поверхности фасада, ориентированного на юг с отделкой в виде «шубы» в ясный полдень доходила до $44,3^{\circ}\text{C}$ при температуре наружного воздуха около 13°C . В вечерние часы она снижалась и, далее в ночной период следовала за изменениями температуры наружного воздуха.



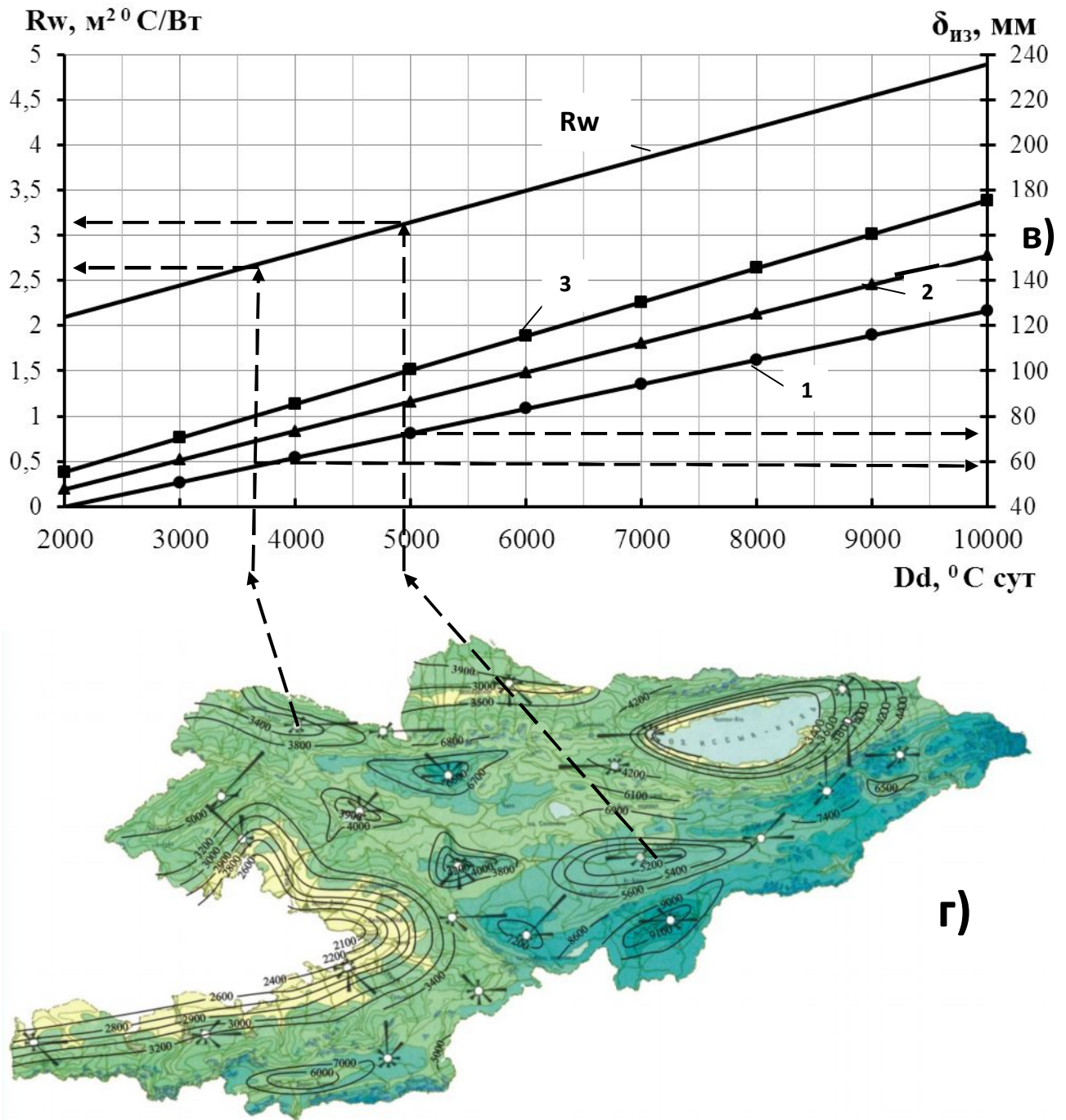


Рис.1. Схема экспресс оценки толщины (в) теплоизоляционного слоя из: 1 – листов пеноплекса ($\rho = 33 \text{ кг/м}^3$); 2 – плит стекловаты марки ISOVER OL-E-50 ($\rho = 50 \text{ кг/м}^3$); 3 – листов пенопласта марки ПСБ-С-15 ($\rho = 15 \text{ кг/м}^3$) при его расположении с наружной стороны (а) и посередине (б) кирпичной стены в зависимости от расчетных градусо-суток Dd места строительства на территории Кыргызстана.

Как показали восемнадцатилетний опыт эксплуатации аналогичной теплоизоляции листами пенопласта наружных стен [6] девятиэтажного панельного жилого дома по адресу г. Бишкек, м/р «Асанбай, дом 9, такие значительные температурные колебания совместно с другими конструктивными деформациями приводят к трещинам защитного слоя из цементно-песчаного раствора

В настоящее время во всех районах Кыргызстана распространен, особенно для энергетической реновации существующих зданий, вариант (рис. 1, а) с применением листов пенопласта с внешним защитным слоем из цементно-песчаного раствора,

нанесенного по сетке «рябицы». Эта и другие металлические сетки не могут предотвратить появления вышеуказанных трещин.

Авторы пришли к выводу, что можно рекомендовать альтернативный и более практичный вариант наружной теплоизоляции наружных стен все же с применением относительно дешевого и доступного на местном рынке листов пенопласта. Учитывая то, что пенопласт – материал не прочный и его верхние слои легко крошатся, целесообразно иметь над первым слоем пенопласта другой, более прочный, но и незначительно дорогой слой (см. рис. 1, а) из листа экструдированного пенополистирола марки ЭПС. Такой второй слой из листов пенополистирола, скажем, толщиной в 30-40 мм, позволяет отказаться от ненадежной, трудоемкой и относительно дорогой цементно-песчаной штукатурки по сетке «рябицы». В этом случае в качестве защитного слоя можно использовать специальный современный клей из сухой смеси, нанесенный на экструдированный пенополистирол по пластиковой сетке, называемой на рынке «серпянка».

От вышеуказанных недостатков (присущих к внешней дополнительной теплоизоляции наружных стен) свободен более дешевый вариант размещения теплоизоляционного слоя внутри кирпичной кладки (рис. 1, б), например, одноквартирного дома, где кладка с наружной стороны в 0,5 кирпича имеет связи с основной (конструктивной) кладкой через проволоки-сетки из оцинкованной стали. Такая конструкция стены позволяет разместить железобетонные колонны и сейсмопояс шириной 250 мм с тем расчетом, чтобы они оказались защищенными с внешней стороны слоем теплоизоляции, исключая соответствующие тепловые мосты.

Как видно на рис. 1, в, авторами предложены, как пример, расчетные графики для теплоизоляционных слоев из: 1 – листов пеноплекса (с $\rho = 33 \text{ кг/м}^3$ и $\lambda = 0,031 \text{ Вт/м}^2\text{°C}$); 2 – плит из стекловаты марки ISOVER OL-E-50 (с $\rho = 50 \text{ кг/м}^3$, $\lambda = 0,037 \text{ Вт/м}^2\text{°C}$); 3 – листов пенопласта марки ПСБ-С-15 (с $\rho = 15 \text{ кг/м}^3$, $\lambda = 0,043 \text{ Вт/м}^2\text{°C}$). Для случая, когда, например, собственник здания желает использовать другой теплоизоляционный материал, по левой осевой шкале графика (рис. 1, в) можно найти требуемое сопротивление теплопередаче, $R_{ст}$, $\text{м}^2\text{°C/Вт}$, чтобы последующими расчетами определить толщину слоя теплоизоляции.

Для районов с высокой сейсмичностью во многих случаях целесообразно строительство каркасных зданий. В случае таких зданий можно использовать более дешевые варианты самонесущей наружной стены, представленные на рис. 2. Эти варианты реализованы г. Бишкек при строительстве одноквартирных домов и показали достаточно хорошие экономические, экологические, архитектурно-эстетические, технологические и эксплуатационные преимущества. Эти варианты и вариант на рис. 1, б позволяют отказаться от внешней штукатурки наружной стены.

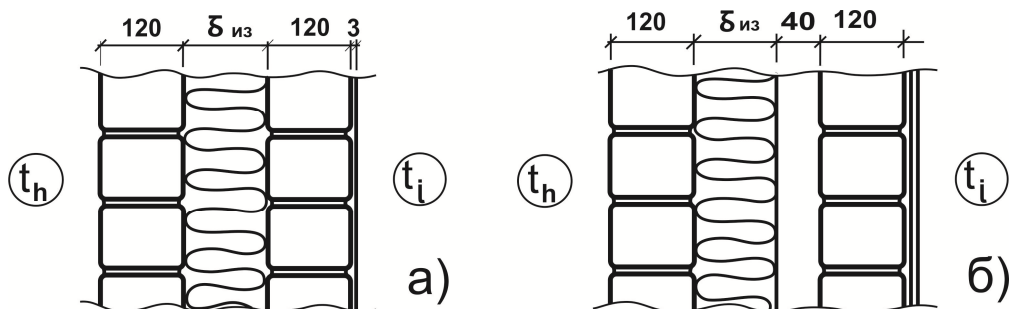


Рис.1. Схема целесообразных вариантов самонесущей кирпичной наружной стены с внутренним расположением листового теплоизоляционного слоя из минераловатных (стекловатных) плит без воздушной прослойки (а) и с воздушной прослойкой (б).

Кладка с внутренней стороны толщиной в 0,5 кирпича, хотя и уступает по величине своей термической массы варианту стены на рис.1, б, хорошо рекомендовала себя с позиции охлаждения помещений естественным ночным проветриванием. Вариант такой стены с воздушной прослойкой (рис. 2, б) позволяет принимать энергосберегающую, в то же время, более привычную архитектуру здания, поскольку создается возможность за счет выбора конструктивно удобной ширины этой прослойки исключить тепловые мосты, связанные с устройством распространенных железобетонных сейсмостойких конструктивных элементов (колонн, диафрагм, ригелей и др.).

Необходимо иметь в виду, что все виды листов из пенополистрола, хотя они дешевле, уступают плитам из минеральной и стекловатной ваты, поскольку последние обладают способностью пропускать парообразную влагу, идущей в холодный период года через ограждение со стороны помещения в наружную сторону. Тогда удается предотвратить возможность накопления влаги в виде конденсата на поверхности этих плит с стороны помещения. Отсюда следует, что при использовании листов из пенополистрола необходимо иметь до него надежный слой пароизоляции, лучше в виде отделочного слоя со стороны интерьера помещения. С этих позиций имеет ряд преимуществ вариант стены, представленный на рис. 2, б.

Следует отметить, что все варианты наружных стен, представленные на рис. 1 и 2, реализованы, начиная с 2008 г., Бишкекской фирмой «Энергия плюс Комфорт» при строительстве новых и энергетической реновации ряда 1-3 этажных многоквартирных домов при поддержке волонтерскими консультациями первого автора настоящей статьи.

Предложенный экспресс метод графической оценки нормативной теплозащиты наружной стены служит простым и наглядным инструментом для вариантной предпроектной разработки конструктивной концепции и энергосберегающей архитектуры зданий на территории Кыргызстана.

Список литературы

1. СНиП КР 23-01:2013 Строительная теплотехника (Тепловая защита зданий) / Госстрой КР. – Бишкек: 2013. – 58 с.
2. СП КР 23-101: 2013 Проектирование тепловой защиты зданий / Госстрой КР. – Бишкек: 2013. – 145 с.
3. Boronbaev E.K. Solar-Thermal Supply and Energy Saving Architecture of Buildings. – Applied Optics and Solar Energy. – Czech Republic, Prague, 1989, pp. 296-299.
4. Боронбаев Э.К. Основы создания энергосберегающих ограждений у ограждений здания // Объединенный научный журнал. – М.: Тезарус, 2002, № 31 (54), с. 68-71.
5. Боронбаев Э.К. Натурные исследования суточного изменения температуры на внешней и внутренней поверхностях наружных стен зданий // Промышленное и гражданское строительство. М. – 2011. – №2. С. 57, 58.
6. Lorsbach M., Narciss G., Boronbaev E. K. Improving the Energy Efficiency of Buildings in Kyrgyzstan / American Council for an Energy Efficient Economy: USA. – Washington / Berkeley: 1996, pp. 8.100 - 8.112.