

УДК 699.86

д.т.н., професор Тімченко Р.О.,
radomirtimchenko@gmail.com, orcid.org/0000-0002-0684-7013,
к.т.н. Крішко Д.А., dak.sf.amb@gmail.com, orcid.org/0000-0001-5853-8581,
Плужник А.В., pluzhnikvladimirovna@gmail.com, orcid.org/0000-0002-4268-1946,
Криворізький національний університет

ТЕРМОМОДЕРНИЗАЦІЯ ЗДАНИЙ

Рассматриваются основные направления эффективного применения теплоизоляции в комплексном подходе к энергосбережению в строительной отрасли.

Ключевые слова: энергоэффективность, термомодернизация, микроклимат, теплопотери.

Постановка вопроса. Климатические изменения, связанные с опасностью возникновения парникового эффекта, вызвали необходимость снижения потребления энергии и установления разумного баланса между экономическим развитием и охраной окружающей среды. Согласно изменениям от 08.05.2010 г. в директиве ЕС 2002/91/ WE EPBD Energy Performance of Buildings Directive, начиная с 2021 г., возводимые на территории ЕС здания должны иметь очень низкий уровень потребления энергии и частично использовать возобновляемые её источники [1].

Строительная отрасль национальной экономики Украины потребляет около 50% всех потребляемых страной природных ресурсов и более 40% энергии. Существенные энергетические затраты приходятся как на возведение зданий и сооружений, так и на их эксплуатацию на протяжении всего жизненного цикла [2, 3].

В жилищно-коммунальном хозяйстве потребляется 44% энергетических ресурсов (70 млн. тонн условного топлива). Из всей потребляемой жилыми домами энергии, 71% připадаєт на отопление и вентиляцию. Потери тепловой энергии и природного газа во время производства (на котельных) составляют до 22%, во время транспортировки – до 25%, но больше всего тепловой энергии теряется во время потребления – 30%. Потери тепловой энергии за год превышают 13 млн. Гкал. (2,5 млрд. м³ природного газа). Повысив теплотехнические характеристики зданий, можно существенно снизить перерасход энергии, уменьшив тем самым её потребление и, как следствие, выброс в атмосферу вредных веществ [4].

Цель исследований. Изучение основных факторов, отвечающих за формирование комфортных условий пребывания человека внутри помещения и

путей улучшения теплотехнических показателей с одновременным уменьшением использования энергоресурсов.

Основная часть. Одной из основных целей модернизации жилищного сектора является улучшение теплотехнических характеристик зданий и сооружений, что, в свою очередь, позволит уменьшить потребление энергии на их обогрев, за счёт снижения теплопотерь через ограждающие конструкции. Рациональный комплексный подход к выбору строительных материалов, при новом строительстве и санации существующего жилого фонда, поможет обеспечить комфортный для жизни микроклимат внутри помещений и уменьшить затраты энергоресурсов [5, 6].

Здоровый микроклимат помещения это оптимально сбалансированный для правильного теплообмена человека комплекс показателей, таких как температура внутреннего воздуха, скорость его движения и влажность. При радиационной температуре в помещении зимой 18-20 °С, относительная влажность воздуха должна находиться в пределах 40-60 %, а скорость движения не превышать 0,2-0,3 м/с. При низком термическом сопротивлении внешних ограждающих конструкций, температура их внутренних поверхностей является существенно ниже расчетной температуры воздуха в центре помещения, что способствует повышению интенсивности циркуляции воздуха внутри него. В результате создаётся ощущение сквозняка и, для повышения комфортности, требуются увеличение температуры внутри помещения. При этом, повышение радиационной температуры на 1°С за счёт улучшения теплотехнических характеристик внешних конструкций, даёт возможность достичь того же уровня теплового комфорта, который достигается повышением температуры воздуха в помещениях примерно на 2 °С [7].

Следуя концепции строительства пассивных домов, чтобы создать комфортные условия для проживания современного человека, необходимо комплексное взаимодействие всех элементов строения. Все конструкции должны работать как единая система, обеспечивая герметичность здания. Очень важно, чтобы не возникало мостиков холода, но, при этом, пар не задерживался внутри конструкций, а мог выйти наружу. Первым и основным шагом в достижении этого является качественная теплоизоляция всех конструктивных элементов здания. Для существующих зданий, с целью улучшения условий их эксплуатации, выполняется термомодернизация [8].

Термомодернизация – это комплекс ремонтно-строительных работ, направленных на повышение теплотехнических показателей ограждающих конструкций и обеспечение их соответствия современным нормам.

Стены. Улучшение теплозащитных свойств стеновых ограждающих конструкций заключается в увеличении их сопротивления теплопередаче.

Данная цель достигается утеплением стен теплоизоляционными материалами.

Размещение теплозащиты с наружной стороны здания имеет ряд преимуществ:

- создание тепловой оболочки, предотвращающей возникновение мостиков холода;
- отсутствие необходимости устройства теплоизоляционного слоя;
- возможность защиты стыков от протекания;
- улучшение архитектурно-художественного вида здания;
- возможность исправления дефектов стены;
- размещение стенового материала, хорошо аккумулирующего тепло, в зоне положительных температур. Повышается тепловая инерция ограждения, улучшаются его теплозащитные свойства;
- не уменьшается внутренняя площадь помещения;
- отсутствие неудобств, связанных с устройством теплоизоляции в местах размещения отопительных приборов и в пределах толщины пола.

Недостатком наружной фасадной теплоизоляции является необходимость устройства надёжного защитного слоя.

Устройство теплоизоляции на внутренней поверхности стен имеет гораздо больше недостатков, чем преимуществ, поэтому применяется только в тех случаях, когда непременно нужно сохранить первоначальный вид фасада.

При проектировании термоизоляционной оболочки необходимо учитывать явления связанные с движением водяного пара. Многослойные стены следует конструировать так, чтобы слой с большим диффузным сопротивлением находился ближе всего к внутренней тепловой поверхности стены. В этом случае пар может испаряться со стены в том же количестве, в котором попадает туда, не конденсируясь внутри ограждения. Если невозможно разместить внешние слои ограждения таким образом, чтобы их сопротивление было меньше или равнялось сопротивлению изоляционного слоя, возникает необходимость в применении пароизоляции.

Окна. Самые термически слабые места в доме – окна. Теплотери через окна составляют 18-30 % тепловой энергии. Улучшить их теплозащитные качества можно, увеличив термическое сопротивление и улучшив уплотнение затворов. В Украине минимальное сопротивление теплопередаче окон установлено на уровне $0,75 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$ для I температурной зоны и $0,6 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$ для II температурной зоны, в соответствии с требованиями ДБН В.2.6-31:2016 «Теплова ізоляція будівель» [9].

Повышения теплоизоляционной способности окон достигают путём увеличения количества стёкол, нанесения на стёкла теплоотражающего покрытия, созданием герметизированного пространства между стёклами, а

также заполнения данного пространства аргоном или другим газом, уменьшающим теплопроводность межстекольного пространства и подавляющим конвекцию внутри него.

Полы. Через неизолированные полы теплопотери могут достигать 20 %. Теплоизоляция полов даёт возможность не только сократить тепловые потери, но и эффективно использовать их теплоёмкость. Температурный режим человеческого тела требует, чтобы температура на внутренних поверхностях помещения не отличалась от температуры внутреннего воздуха больше, чем на 2 °С. Так же, важно учитывать возможную конденсацию влаги на низкотемпературной поверхности полов и мостиках холода в местах соединения их со стенами.

Материалы, используемые для теплоизоляции полов, должны иметь высокую прочность и низкий уровень деформации при сжатии. Также, важны низкая теплопроводность и способность сохранять исходные теплоизоляционные параметры на протяжении практически неограниченного периода, даже в случае воздействия влаги и механических нагрузок.

Для теплоизоляции полов применяют минеральную вату, стекловату, пенополистирол, в том числе экструдированный, вспененное стекло. При интенсивном воздействии влаги необходимо устройство гидроизоляции. Применяется изол, гидроизол, бризол, полиизобутилен. Гидроизоляция должна быть непрерывной и, в местах примыкания полов к стенам, должна продолжаться на высоту не меньше 300 мм от уровня покрытия полов.

Кровли. При утеплении многослойных скатных кровель, теплоизоляционный слой укладывается внутри несущего каркаса. Наилучшим материалом для этого служат минераловатные плиты. В типовом случае укладываются такие слои:

– внутренняя обшивка помещения, набитая по небольшому каркасу; – воздушная прослойка 1-2 см, для удаления влаги; – пароизоляционный слой - полиэтиленовая плёнка 200 мкм или специальная мембрана; – теплоизоляционный слой (утеплитель) - минераловатные плиты, уложенный между стропилами; – ветрозащитный слой - ветрозащитная паропроницаемая мембрана; – воздушная прослойка 4-5 см; – обрешетка из досок; – кровельный материал.

Для утепления скатных кровель применяют материалы с плотностью 35-125 кг/м³. В отечественном производстве имеются мягкие плиты марок 50 и 75, полужесткие 125, минераловатные маты прошивные марки 100. Изделия применяют негорючие. Но рекомендуется применять гидрофобизированные изделия из минеральной ваты из горных пород или из горных пород с добавлением доменных шлаков.

Термомодернизацию многоквартирного или частного дома обязательно осуществляют в несколько этапов. Сначала, чтобы определить комплекс необходимых работ, проводят профессиональный энергоаудит дома. Как правило, необходимым условием успешной термомодернизации является модернизация системы отопления с использованием регулировочного оборудования. Утеплять фасад дома следует только в комплексе с модернизацией системы отопления. Само лишь утепление, особенно утепление отдельных квартир (так называемое латочное утепление), зачастую не дает положительного результата. Обычно, при тепловой модернизации также улучшают системы электроснабжения и горячего водоснабжения (табл.1).

Таблица 1.

Наиболее эффективные и распространенные термомодернизационные мероприятия.

Термомодернизационные мероприятия	Снижение потерь тепла
Утепление ограждающих строительных конструкций (стен, крыши, совмещённого покрытия, перекрытия над подвалом), не включая окон.	20 – 45 %
Замена окон на герметичные, с лучшим сопротивлением теплопередаче (учитывая инфильтрационные потери).	25 – 47 %
Модернизация теплового пункта, включая регулирование по погодным условиям и насосную циркуляцию.	Экономия тепловой энергии 10 – 30 %
Комплексная модернизация внутренней системы центрального отопления, включая установку терморегуляторов на всех отопительных приборах, автоматических балансировочных клапанов на стояках, теплоизоляцию трубопроводов.	10 – 25 %

Вопрос строительства энергоэффективных зданий в Украине становится одним из ключевых, а проблема рационального использования энергоресурсов приобретает все большее значение. Внедрение подобных решений и мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности, опирающиеся на зарубежный опыт, и внедрение новых технологий на всех стадиях проектирования зданий и сооружений, позволяет достичь значимых показателей по энергоэффективности и сохранению ресурсов.

Выводы. Изучение и анализ возможных вариантов теплопотерь зданиями через ограждающие конструкции позволяет сделать вывод о создании условий способствующих аккумулированию тепла путём уменьшения теплопроводности конструкций и обеспечения герметичности сопряжений и узлов, получив возможность не повышать температуру теплоносителя.

В результате термомодернизации, кроме повышения уровня комфорта,

сокращаются затраты энергоресурсов на обогрев и на потери при их транспортировании.

Литература:

1. Саницький М.А. Энергозберігаючі технології в будівництві / М.А. Саницький, О.Р. Позняк, У.Д. Марущак. – Л.: Львівська політехніка, 2013. – 235 с.
2. Маляренко В.А. Энергетика, довкілля. Энергозбереження / В.А. Маляренко, Л.В. Лисак. – Харків : Рубікон, 2004. – 368 с.
3. Тімченко Р.О. Нові підходи в проектуванні енергоефективних будівель / Р.О. Тімченко, Д.А. Крішко, О.В. Шевчук, Л.В. Петрова // Вісник КТУ. – Кривий Ріг, 2012 – Вип. 31. – С. 95-99.
4. Дудикевич Ю.Г. Энергоощадні котеджі: методики проектування будинків без газу / Ю.Г. Дудикевич. – Львів : СПОЛОМ, 2011. – 192 с.
5. Савицкий Н.В. Методы оценки экономической эффективности энергосберегающих технологий / Н.В. Савицкий // Будівельні конструкції. – К., 2001. – С. 591-596.
6. Timchenko R.A. Basic principles of building energy efficient projection in Ukraine / R.A. Timchenko, D.A. Krishko, G.S. Romanuyuk // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХДТУБА, 2010. – Вип. 61. – С. 365-370.
7. Кондратенко Н.О. Аспекти проблеми нормування енерговитрат в житловому будівництві / Н.О. Кондратенко, І.С. Баландіна // Коммунальное хозяйство городов. – К.: Техніка, 2009. – Вып.87. – С. 70-76.
8. Форенюк Г.Г. Основи забезпечення енергоефективності будинків та теплової надійності огорожувальних конструкцій / Г.Г. Фаренюк. – К.: Гама-Принт, 2009. – 216 с.
9. ДБН В.2.6-31:2016. Теплова ізоляція будівель. – К.: Мінрегіонбуд України, 2017. – 30 с.

д.т.н., професор Тімченко Р.О., к.т.н.Крішко Д.А.,
Плужнік О.В., Криворізький національний університет

ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬ

Розглянуто основні напрямки ефективного застосування теплоізоляції у комплексному підході до енергозбереження в будівельному виробництві.

Ключові слова: енергоефективність, термомодернізація, мікроклімат, тепловтрати.

Timchenko R. A. Grand PhD in Engineering sciences, Professor, Krishko D.A.,
PhD in Engineering sciences, Pluzhnik O.V., Kryvyi Rih ational University.

THERMOMODERNIZATION OF BUILDINGS

The main directions of effective application of thermal insulation in the complex approach to energy saving in the construction industry are considered.

Keywords: energy efficiency, thermomodernization, microclimate, heat loss.