

Обобщени резултати от авангардни проекти, извършени в страни-членки на ЕС, в рамките на програма ТЕРМИ на Европейската Комисия

Увод:

Сградният фонд (жилища, офиси и др.) понастоящем има най-голям дял в крайното енергопотребление на страните от ЕС – около 40 % от общото, като след него се нарежда транспортът с около 31 %, а чак след това е индустрията с около 29 %. Поради това сградите представляват важен сектор за енергопотреблението и съответно, за влиянието на човешката дейност върху околната среда. От около 3 милиарда тона годишно емисии на CO₂ в страните-членки на ЕС, на домакинствата и малките предприятия се пада около една четвърт (740 милиона тона), а в зависимост от климатичните условия в отделните страни, на отоплението се падат от 60 до 80 процента от тези емисии.

На базата на тези факти все повече се налага мнението, че сградният сектор трябва да бъде включен в общата политика за намаляване на енергопотреблението, и следователно, да бъдат прилагани мерки за намаляване използването на изкопаеми горива. Както и в другите сектори, елементът “технология” е избран за движеща сила за решаването на проблема. Но за разлика от другите сектори, сградите не са хомогенни, няма “стандарти” при използването им и се проектират, изграждат и използват от милиони човешки същества. Така “технологията” се превръща в комплексно лекарство, което не е универсално приложимо, а има много специфични предписания за прилагане.

В следващите параграфи е представен анализ на избрани примери за предприети мерки по отношение на сградната обвивка и последиците от тяхното прилагане. Целта е да се помогне на заинтересованите лица и организации да ограничат технико-икономическия риск и съответно, да се поощри прогресивното прилагане на мерки за енергийна ефективност в сградния фонд.

Характеристики на материали за сградната обвивка

Материалите за сградната обвивка са тези компоненти, които се отнасят до стените, таваните и подовите. Те се разглеждат според техните възможности да регулират топлината вътре в зависимост от тази навън от сградата, затова са пряко свързани с въпроса за изолацията. Стъклата са част от този въпрос само когато се използват за изолация, иначе остъкляването ще бъде разглеждано в следващата глава “Прозорци и остъкляване”.

Обикновено стените, подовите и таваните не са само структурни компоненти на сградата, но са част от стратегията на проектантите за регулиране на топлината и нейното съхранение. Затова материалите за сградната обвивка се считат и за пасивни слънчеви компоненти. При пасивното слънчево отопление сградата сама играе ролята на

отоплителна система, използвайки слънчевото греене като източник на топлина и материалите от нейната обвивка като средство за съхранение и регулиране на топлината.

Материалите за сградната обвивка могат да бъдат както непрозрачни, така и прозрачни компоненти, които изолират вътрешността на сградата от външни влияния. В зависимост от своя състав те намаляват топлообмена навън и/или навътре до значими нива.

Най-напред ще разгледаме **непрозрачните компоненти** и техните изолационни възможности. Тези възможности са свързани не само с дебелината на изолацията, но и със съвкупността от добри изолационни качества, избягване на топлинни мостове и въздухонепроницаема конструкция.

Само при съвкупното разглеждане на горните три аспекта може да се говори за сертифициране на сградата като добре и много добре изолирана. Изолацията е материал, проектиран да намали топлообмена. В сградните обвивки основната функция на изолацията в повечето страни е да задържи топлината вътре, но изолацията също играе важна роля и при задържането на топлината навън през летните месеци при горещ климат.

Топлообменът се осъществява чрез проводимост, конвекция и излъчване. Сградната изолация намалява и трите вида топлообмен, въпреки че най-голямо е въздействието върху топлопроводимостта. Повечето изолационни материали са леки влакнести или клетъчни материали, съдържащи джобове с въздух или газ.

Съпротивлението на материала спрямо топлообмена се измерва в R-стойности. Обратната стойност на топлинното съпротивление е проводимостта наречена K или U стойност и се измерва в W/m²K, но R-стойността е по-лесно разбираема (колкото по-висока е R-стойността, толкова по-добри са изолационните качества).

U-стойността е по-подходяща за изчисления, тъй като тя описва действителното количество топлина, което ще се обмени през материала за всеки градус температурна разлика. Съществуват различни видове сградни изолации за намаляване на топлинните загуби.

Прозрачните изолационни материали (ПИМ) могат да се опишат като механизъм за оползотворяване на слънчевата енергия чрез контролирано използване на парниковия ефект, но който предпазва от топлинни загуби по начин, близък до конвенционалната (непрозрачна) изолация. ПИМ имат следните характеристики: голяма оптична пропускливост посредством използването на прозрачни/полупрозрачни строителни материали



като стъкло с ниско съдържание на желязо, тънкостенни поликарбонати или прозрачни гелове. Ниската топлопропускливост от излъчване се постига чрез използването на многослойно остъкляване от компоненти с ниска излъчваемост, а топлинната проводимост се намалява чрез използването на леки строителни материали съдържащи значителен обем нископроводими газове или вакуум. Намаляването на конвекцията се постига чрез вътрешно преграждане, за да се избегне движението на големи маси газообразни компоненти.

Комбинациите от тези изолационни характеристики имат за резултат проектирането на прозрачни изолационни материали с U-стойности $< 1 \text{ W/m}^2\text{K}$, при запазване на същевата пропускливост до над 70%.

Прозрачна изолация в Бирмингам (Англия)



Динамична изолация

Динамичната изолация (ДИ) е комбинация (вътре в стената) от конвенционална изолация и някакъв вид динамичен обмен между външна и вътрешна температура. ДИ се дели на два типа: такава, където флуид (най-често въздух) циркулира в кухина, функционираща като топлообменник, и друга, при която флуид циркулира, просмуквайки се в порест материал.

ДИ често е съчетана с вентилация, предлагайки ефективен начин за предварително подгряване на пресния въздух. Динамичната изолация може да има различна U-стойност в зависимост от скоростта на въздуха.

Избрани примери

Пример 1: Сграда в Аалборг (Дания), при която е постигната минимална U-стойност за покрива от $0,1 \text{ W/m}^2\text{K}$, посредством използването на минерален изолационен материал с дебелина 350 мм. Стените са изградени от два различни типа външни повърхности с изолация, като вътрешните носещи стени са от леки бетонни панели със средна плътност. За долната част са използвани леки бетонни блокчета и 125 мм минерална изолация с U-стойност $0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$, а за горната – дърво и 200 мм минерална изолация с U-стойност $0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$. Външните врати са направени от меко дърво с добра обща изолационна стойност - U-стойност $1,77 \text{ W/m}^2\text{K}$. Постигнатата U-стойност от $0,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ за приземната плоча е резултат от използването на 300 мм слой керамзит и изолация, възпрепятстваща топлинния мост.

В тази сграда са използвани съвременни строителни материали, като например външните стени са изградени от материал, за чието производство е консумирана 49 % от енергията за направата на стандартна тухлена стена, а емисиите на CO₂ са 35 % от съответните емисии за стандартна тухлена стена. Дървената облицовка е от необработен червен дъб. Във връзка с намаляване риска от

алергии е необходимо повърхностите да бъдат лесни за почистване.

Като следствие на горните изисквания, бяха избрани нови “леки” бои на водна основа както за стените, така и за външните дървени, стоманени и гипсови елементи, а също и за бетонните панели.

Пример 2: Сграда в Барселона (Испания), където са използвани тухли с ниска топлопроводимост (U-стойност $0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$). Те са направени от керамичен материал с ниска плътност, представляващ смес от глина, топчета от полистиролна пяна и други грануларни материали, които в случай на пожар се газифицират при над 900°C без остатъци и формират добра и равномерна порестост на керамичния материал в тухлата.

Тухли с ниска топлопроводимост, използвани за сградите в Барселона



Пример 3: Сграда в Бристол (Англия), където в сградната обвивка са използвани рециклирани материали от разрушаването на стари сгради. При проектирането и строителството е отделено внимание на постигане на висока степен на въздушно уплътняване на цялата структура. Границата за инфилтриране е определена на $< 3 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ при 25 Pa. Изолацията на покрива е проектирана с минимална U-стойност $0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$, постигната с помощта на 175-200 мм дебела изолация “Warmcel” от рециклирана хартия. Постигната е минимална U-стойност от $0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$ за основното тяло от външната конструкция с кухи стени, посредством запълването на тези кухни, широки 200 мм, с влакнеста минерална вата “Dritherm”. Приземната плоча също е изолирана с минимална U-стойност $0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$ с избягване на топлинни мостове.

Изолация между двата елемента на външните стени на сградата в Бристол

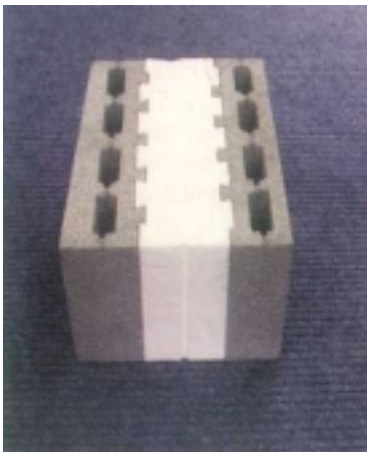


Пример 4: Сграда в Дъблин (Ирландия), където са приложени следните мерки:

- Предварително изолирани бетонни блокове с U-стойност $0,31 \text{ W/m}^2\text{K}$ за цялата стена;

- Готови кухи бетонни подови плочи с отлични противопожарни качества, структурна здравина и звукоизолация.
- Къщата е уплътнена чрез влагонепропусклива мембрана под пода и бариера срещу конденз, положена на външната страна на стените. Къщата няма отворен комин.

Предварително изолирани бетонни блокове с полистиролна сърцевина, използвани в сградата в Дъблин



Прозорци и остъкляване

При прозорците целта е да се допусне слънчевата радиация в помещението, без да се даде възможност да излезе външната топлина. Този стандартен елемент става продукт на развитата технология, ако стойността на топлообмена е максимум $1.5 \text{ W/m}^2\text{K}$.

За тази цел както стъклото, така и дограмата трябва да бъдат внимателно избрани. През стъклата на прозорците се осъществява по-голямата част от топлообмена, като двата принципни вида загуби са от излъчване и от проводимост.

Загубите от излъчване се контролират чрез специални покрития, поставяни на няколко или на всички стъкла, които намаляват способността за излъчване минимум 5 пъти в сравнение с обикновените стойности за стъклото. На пазара също така се появяват нови технологии – така наречените “умни прозорци”. Те имат променливи слънчево-оптични характеристики, които могат да бъдат променяни както пасивно, така и активно, и регулират притока на слънчева енергия чрез разпределяне на прозорците на стената с цел визуален комфорт, топлинен комфорт, управление на върховете товари, регулиране на яркостта, уединението и дневната светлина.

Загубите от проводимост се намаляват чрез подмяна на въздуха между стъклата с инертен газ (аргон, криптон или ксенон). Също така са развити и други идеи за намаляване на тези загуби, които се обединяват под наименованието прозрачна изолация (ПИ).

Съществуват два основни типа ПИ, които позволяват по-нататъшно намаляване на U-стойностите. Те обикновено се използват като пълнеж при сглобяването на двойни стъклопакети:

Аерогел:

Силиконовият аерогел е микропорест материал, който задържа въздуха в малки дупчици. Той има отлични изолационни качества, добра оптическа пропускливост и относително висока слънчева проводимост.

Структури тип пчелна пита или капилярни структури:

Тези структури са направени от пластмаса или стъкло, имат висока слънчева пропускливост и намаляват топлинните загуби чрез подпикане на проводимостта и инфрачервеното излъчване. Не позволяват ясно виждане, но чрез пренасочване на слънчевата радиация може да се постигне добра осветеност на стаята.

Съществуват редица конфигурации в зависимост от броя на стъклата, покритието им и загъващия газ. Съществуват дори прозорци, където са поставени специални покрития между пластове стъкло с цел регулиране на топлинните ползи. Като цяло, обаче, обичайната конфигурация при проекти на сгради в южен климат е двойни стъклопакети, запълнени с аргон, а в централна и северна Европа – тройни стъклопакети, запълнени с аргон или ксенон.

В зависимост от качествата на прозорците и от климата, дограмата може да бъде причина за енергийни загуби в същата степен, както и стъклата. През дограмата се получава инфилтрация и забележими загуби от проводимост. По тази причина, ефективните прозорци използват строителни технологии за прекъсване на топлинните мостове, когато дограмата е алуминиева, а напоследък се прилагат нови модели, използващи материали с ниска проводимост като дърво или фибростъкло.

Тъй като това е една широко разпространена и търговски достъпна технология, която се прилага масово, като общият подход е използване на стъклопакети с намаляване на U-стойността под $2 \text{ W/m}^2\text{K}$. Достижните стойности при различните проекти са:

- За страни с южен климат: $1.8 \text{ W/m}^2\text{K}$;
- За страни със северен климат: $1.2 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Пример: Една съвременна концепция, наречена “Слънчеви-акустични-вентилирани” (САВ) прозорци бе приложена в сгради в някои южноевропейски градове, включително в посочения по-горе пример в Барселона. Тази концепция включва двойни стъклопакети на разстояние 8 см с венецианска щора между тях, и с движение на въздух през това пространство. Комбинираният ефект от двойното остъкляване и външната щора акумулира топлина във външното пространство между стъклата, която съответно се насочва навътре или навън в зависимост от сезона, и по този начин действа като малка слънчева стая.

Външен и външен изглед на системата от САВ прозорци



**Повишаване енергийната ефективност в съществуващи сгради в България:
обобщени резултати от предприети мерки в сградната обвивка в рамките на проект на ФАР
“Демонстрационен проект за енергийна ефективност в многофамилни жилищни сгради
с индивидуално отопление”**

Проектът бе изпълнен в комплекс от 6 стандартни 8-етажни панелни сгради в гр. Радомир, като бяха извършени следните работи за подобряване на енергийната ефективност на сградната обвивка:

Топлинна изолация на сградната обвивка: положени бяха повече от 3600 кв. м. изолация на стените, покривите и таваните на мазетата, като мерките включваха:

- Топлинна изолация на външни стени на три от демонстрационните сгради, използвайки изолационен материал “ФИБРАН”, гръцко производство, представляващ екструдирен полистирол с добри топлоизолационни характеристики, ниска степен на абсорбция на вода и голяма здравина. Върху външните стени, балконите и стълбищата бяха положени изолационни плочи съответно 6 см, 4 см и 3 см дебелина. Изолационните плочи на външните стени бяха положени върху старата мазилка посредством лепило и занитване с пластмасови дюбели, след което бе положен тънък пласт мазилка и укрепваща мрежа от фибростъкло, външна замазка със специални добавки за еластичност и завършващ пласт боя.
- Топлинна и хидро изолация на покрива;
- Топлинна изолация на таваните на мазетата;
- Ограничаване на циркулацията на въздуха във фугите между сградите;
- Подмяна на старата дървена дограма с алуминиева в една от демонстрационните сгради;
- Поправка на съществуващата дървена дограма в две от сградите;
- Подмяна на входите врати;
- Топлинна изолация и остъкляване на балкони в една от сградите (където бе подменена и дограмата).

Като резултат от горните мерки топлинните характеристики на сградите бяха значително подобрени и обитателите се радват на повишен топлинен комфорт в сравнение с неизолираните сгради. Трябва да се отбележи обаче, че посочените мерки са относително скъпи. В представената таблица са дадени цените на кв.м. за отделните мерки по сградната обвивка.

Мярка	Цена (ЕКЮ/кв.м.)
Топлинна изолация на външни стени	23,5
Водонепропускливост на покрива	14,0
Топлинна изолация на покрива	6,3
Изолация на покрива на мазетата	14,9
Подмяна на дограма	129,8
Поправка на съществуваща дограма	8,5
Подмяна на входове	54,0
Топлинна изолация и остъкляване на балкони	60,0

Както се вижда от таблицата, най-висока е цената на кв.м. подмяна на дограма – 129,8 ЕКЮ (период на възвръщаемост около 20 години), но това е мярка, която може да бъде индивидуално приложена, докато външната топлинна изолация струва 23,5 ЕКЮ/кв.м с период на възвръщаемост около 8 години, но за нейното поставяне в многофамилни сгради е необходимо съгласието и участието на всички съсобственици. Средният период на възвръщаемост на всички мерки по сградната обвивка е около 9 години. Икономическите изчисления са направени при цени от 1998 година.

Фасадата на една от сградите в Радомир преди и след завършване на работите



Настоящият бюлетин се издава от Енергиен център София, Координатор на Балкан ОПЕТ, в рамките на Енергийна информационна мрежа на общинско и местно ниво.

За информация и препоръки по съдържанието и оформлението на бюлетина:

Иванка Панделиева
Енергиен център София
Бул. Джеймс Баучер 51
1407 София
Тел: (02) 96 25 158; 68 35 42
Факс: (02) 68 14 61
Е-поща: ivankap@enpro.bg