

УНИВЕРЗИТЕТ „СВ. КИРИЛ И МЕТОДИЈ“ ВО СКОПЈЕ

АРХИТЕКТОНСКИ ФАКУЛТЕТ



ГРАДЕЖНИ МАТЕРИЈАЛИ

ТЕРМО ИЗОЛАЦИОНИ МАТЕРИЈАЛИ

д-р Ана Тромбева-Гаврилоска

д-р Маријана Лазаревска

Скопје, 2014 год.

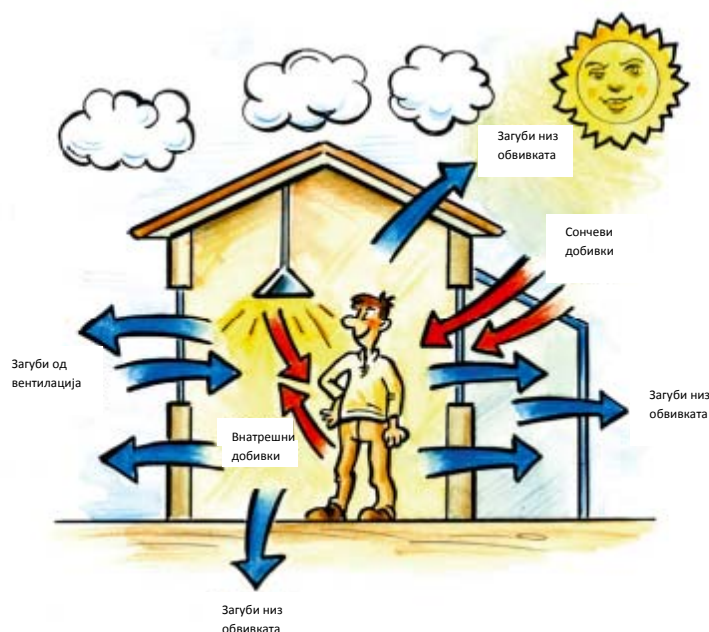
Текстот не смее да биде преведуван или копиран во целина или негови делови без писмена дозвола на авторите.

2 Згради

2.1 Општо

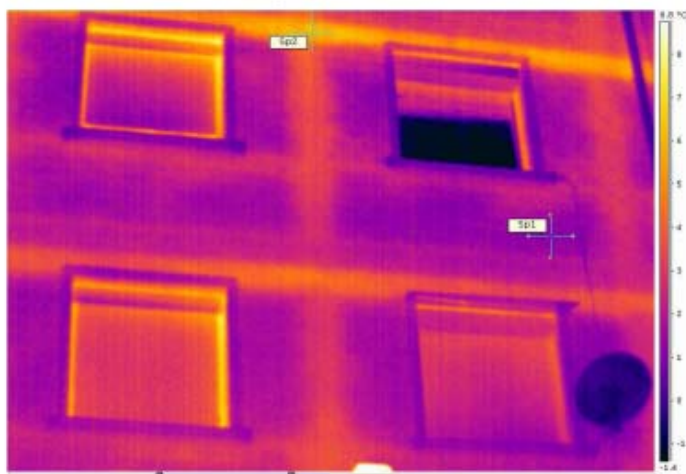
Зградите може да се разгледуваат како затворени кутии, чија основна цел е заштита на нивната внатрешност од надворешните климатски услови, како надворешни високи или ниски температури, ветер, дожд, снег.

Обвивката на зградите е директно изложена на надворешните влијанија. Нејзината главна задача е да ја обвитка и да ја штити внатрешноста на зградата од истите. Освен тоа таа треба да овозможи зградата да „дише“, со цел да се постигне правилен баланс помеѓу топлинските добивки и загуби. Значи, основната улога на обвивката е да ја апсорбира топлината од сончевите зраци и да оддава топлина кон надвор.



Сл. 1 Енергетски баланс на зграда

Размената на топлина преку обвивката на зградата најдобро може да се увиди преку слика фотографирана со термографска камера. На фотографијата различните топлински услови се претставени со различни бои, посветлите жолти делови ги означуваат потоплите површини, додека потемните (виолетови и сини делови) ги означуваат поладните површини. Имено, фотографијата ги покажува местата преку кои се губи топлината, прозорците и местата каде се појавуваат „термички мостови-кутии“ за ролетни и меѓукатните конструкции.

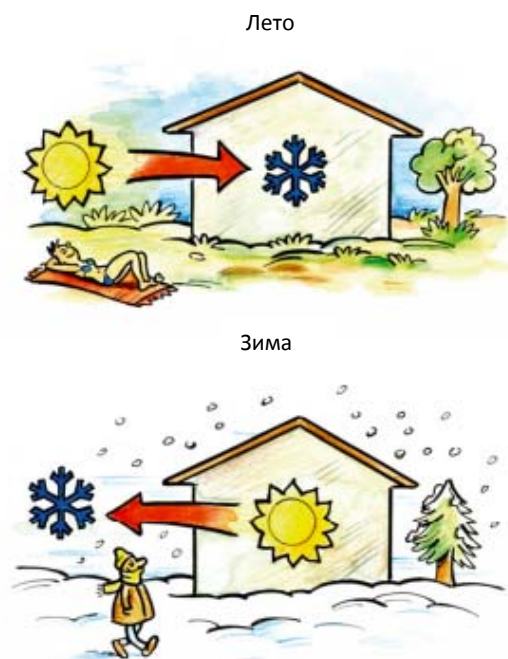


Сл. 2 Термографска слика на зграда

Основи на пренос на топлина

Дефиниција: „Пренос на топлина” е физички феномен кај кој топлината секогаш се движи од потоплата кон поладната површина.

Преносот на топлина се појавува секаде каде што постои разлика во температурата. Кај зградите во зима топлината се движи директно од сите загреани простории за живеење кон надвор, како и кон соседните незагреани простории-тавани, гаражи и подруми. Спротивно, преку лето кога надворешната температура е повисока топлината се движи од надвор кон внатрешноста на зградата.



Сл. 3 Разлики во температурата и трансфер на топлина

Забелешка: Топлината секогаш се пренесува од потопла кон поладна површина преку три механизми:

- Кондукција се појавува кај цврсти тела, кога молекулите имаат различни температури. Потоплите молекули пренесуваат енергија (топлина) кон поладната страна на телото. Кај зградите кондукцијата примарно се јавува низ површините на сидовите и прозорците.
- Конвекција е трансфер на енергија преку движење на флуиди и гасови. Во внатрешноста на зградите топлиот воздух се подига нагоре и се заменува со поладен воздух донесен од надвор.
- Радијација е пренос на енергија преку електромагнетни бранови. За разлика од другите механизми на пренос на топлина, кај радијацијата нема потреба од посредна средина за пренесување. Радијацијата кај зградите се јавува главно низ стаклените прозорци и вратите, но доколку надворешните сидови не се добро изолирани радијацијата од надвор може да ја загрева внатрешноста преку кондукција.

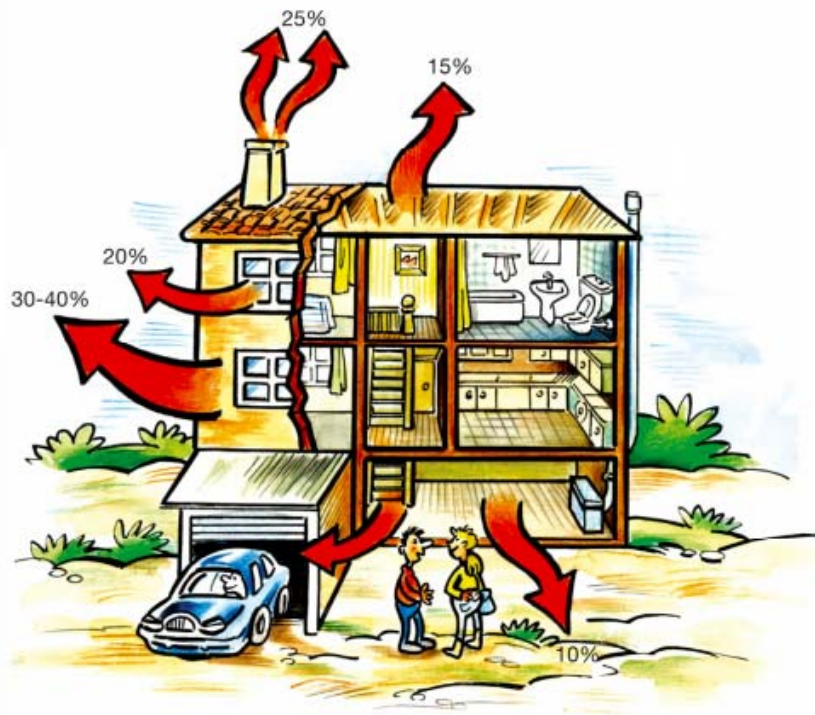


Сл. 4 Пренос на топлина

При експлоатација на зградите во нивната внатрешност треба да се одезбедат услови соодветни на корисниците. Односно со постигнување на оптимална внатрешна температура и влажност треба да се обезбеди внатрешен комфорт во просториите. Просечната енергија која се троши во домаќинствата се должи на одржување на удобна температура во домовите, обезбедувајќи комфорт во просториите, бидејќи топлинските загуби во зима мора да бидат надополнети преку систем за греење, додека топлинските добивки во лето можат да бидат намалени со систем за климатизација. Побарувачката на енергија за затоплување и ладење може да се намали со примена на соодветна изолација на зградите, како и поставување на квалитетна столарија, примена на пасивни соларни системи и алтернативни извори на енергија.

2.2 Обвивка на зграда

Обвивката на зградите се состои од сидови, подови, покрив, врати и прозорци. Најголем пренос на топлина кај зградите се јавува преку надворешните сидови и сидовите од соседните незагреани простории. Исто така загубите на енергија кај зградите се должат на несоодветна обвивка, односно несоодветен избор на материјалите за нејзина изведба. Покрај типот на градежните материјали голема улога има и бојата на надворешните сидови, поради нејзините карактеристики за рефлектирање или апсорбирање на светлината од сонцето. Белата боја и посветлите тонови се однесуваат како рефлектори, додека црната боја и потемните нијанси се сончеви апсорбери.



Сл. 5 Загуби на енергија кај зграда

Забелешка: Правилни компоненти и материјали за изолација ги намалуваат потребите за греење и ладење, обезбедувајќи ефективен отпор на токот на топлина, или поедноставно кажано, ја одржуваат внатрешната температура.

2.2.1 Класификација на градежни материјали

Материјалите во градежништвото и архитектурата може да се поделат на традиционални материјали, поврзани за микролокацијата на градење и на современи природни или вештачки материјали.



Сл. 6 Традиционални материјали поврзани за микролокацијата на градење

Според намената градежните материјали се делат на:

- Конструктивни материјали, материјали за преградување, врзива
- Материјали за обложување и заштита

Од своја страна конструктивните материјали и материјалите за преградување се делат на:

- Материјали за изведба на носива конструкција и носиви прегради-камен, тула, бетон, армиран бетон, дрво, челик
- Материјали за изведба на неносиви прегради-тула, бетон, дрво, гипскартон

Додека материјалите за обложување и заштита се делат на:

- Облоги во ентериер-материјали за облоги на подови, сидови, плафони
- Облоги во екстериер-материјали за фасадни облоги, кровни облоги, облоги на терен
- Изолациски облоги-материјали за хидроизолација, топлинска изолација, заштита од пожар, зрачење, бука

При изведба на зградите материјалите се одбираат според намената за која се користат и според нивните својства. Основните својства по кои се дефинирани материјалите се: физички, механички, хемиски и технолошки. Својствата на применетите материјали се

дефинираат со лабораториски испитувања, при што се испитуваат оние својства кои се важни за производителот, проектантот и изведувачот за нивна конкретна примена. Испитувањата се задолжителни за сите материјали кои се применуваат во градежништвото и се нудат на пазарот, а во денешно време важно својство на секој материјал станува и влијанието врз околината во тек на негово производство, како и во тек на експлоатацијата.



Сл. 7 Конструктивни градежни материјали

2.2.2 Топлинско изолациони материјали

Дефиниција: Изолацијата ги опфаќа сите материјали со голем отпор на пренос на топлина.

Добрата изолација може да го намали преносот на топлина низ ѕидовите, покривите, прозорците, давајќи ги следните придобивки:

- Заштеда на енергија, со што се намалуваат загубите на енергија во текот на ладните денови и се намалуваат топлинските добивки во текот на жешките летни денови.
- Се зголемува комфорот преку елиминација на ефектот „ладен сид“ кој се јавува кај надворешните сидови и прозорци, предизвикан од температурната разлика помеѓу површината на сидот и просторијата, која не треба да биде поголема од 4 °C.
- Ги намалува ризиците од кондензација кои може да предизвикаат оштетување на изолацијата на зградата и конструктивните материјали, промена на боја и намалување на комфорот.
- Избегнува нагли температурни промени, штитејќи ја зградата од пукнатини и термичко ширење.
- Ја подобрува акустиката на зградата.

Топлинските изолации се посебно развиени современи градежни материјали кои се вградуваат во конструкциите од следните причини:

→ Топлинска заштита во зимскиот период, со што се:

- Намалува спроведувањето на топлина од зградата и се намалуваат топлинските загуби;
- Постигнува внатрешна површинска температура над точка на росење.

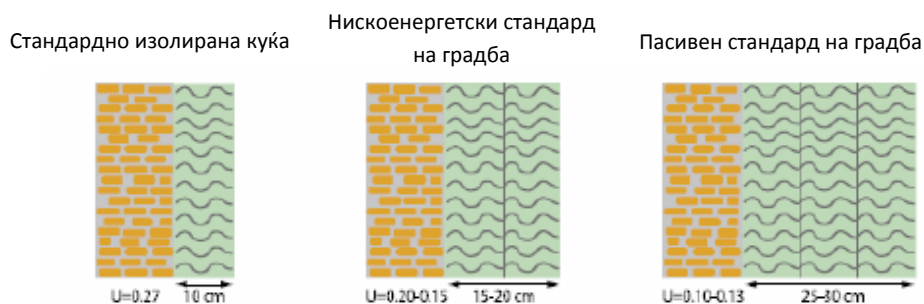
→ Топлинска стабилност во летниот период, со што се постигнува:

- Заштита на конструктивните делови од зградата од големи температурни разлики, односно температурни напрегања;
- Воедначена температура на внатрешниот простор, односно заштита од прегрејување на надворешните прегради и зрачење на топлина во ентериерот.

Доброто познавање на топлинските својства на градежните материјали е еден од основните услови за проектирање на енергетски ефикасни згради. За да се задоволат денешните прописи и да се гради во согласност со современите насоки на енергетска ефикасност, сите надворешни конструкции е потребно топлински да се заштитат. Топлинската изолација ги намалува топлинските губитоци во зима, прегрејувањето на просторот во лето, и ја штити носивата конструкција од надворешните услови и температурните напрегања. Топлински изолираната зграда е поудобна и се продолжува животниот век и се допринесува кон заштита на околината.

Материјалот за топлинска изолација се оценува во зависност од топлинскиот отпор R, кој го означува отпорот на материјалот на преносот на топлина. Подобра топлинска изолација се постигнува со вградување на материјал со ниска топлинска проводливост,

односно висок топлински отпор. Колку е поголема вредноста на топлинскиот отпор, толку изолацијата е подобра. Топлинскиот отпор на материјалот се зголемува со дебелината на материјалот.

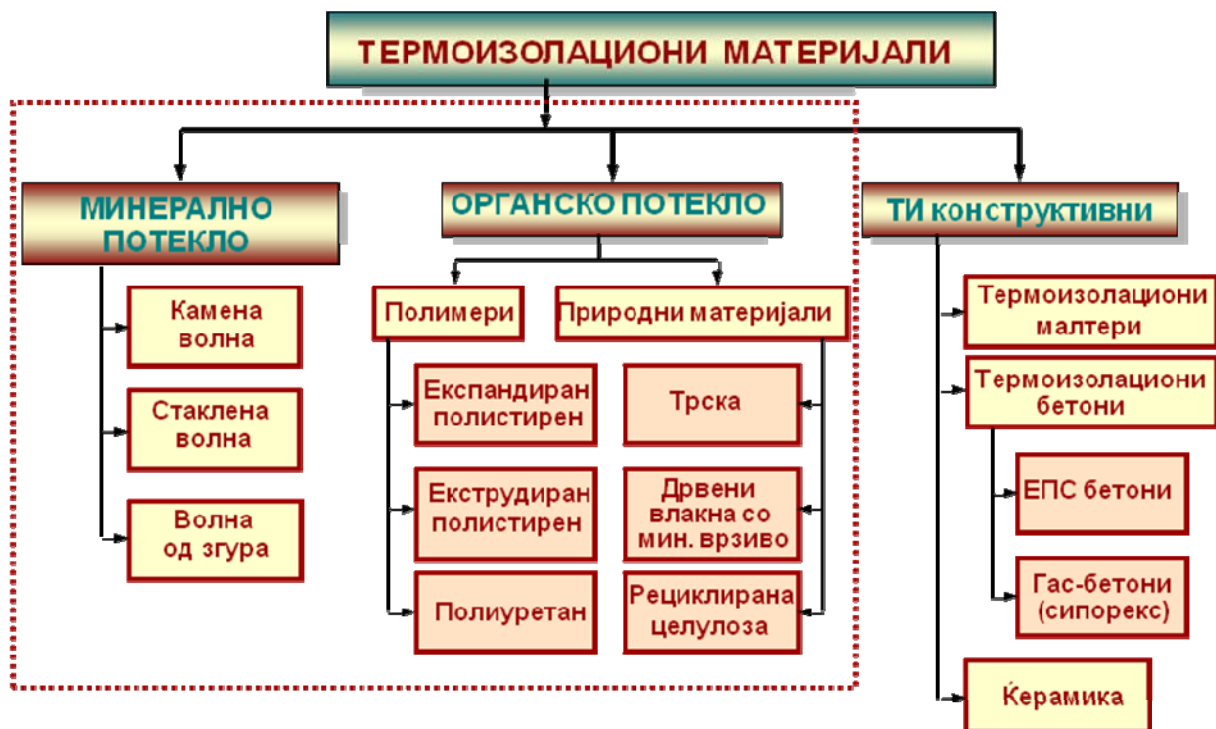


Сл. 8 Споредбена дебелина на топлинската изолација во однос на топлинските карактеристики на надворешен ѕид

2.2.3 Поделба на топлинско изолационите материјали

Основната поделба на топлинско изолационите материјали е на аноргански и органски материјали. Подетално, топлинско изолационите материјали можат да се поделат на:

- Органски топлинско изолациони материјали-природни
- Органски топлинско изолациони материјали-вештачки
- Аноргански топлинско изолациони материјали
- Топлинско изолациони материјали со сложено потекло (повеќеслојни)
- Специјални топлинско изолациони материјали:
 - o Транспарентни топлински изолации за соларни колектори
 - o Рефлектирачки фолии за изолација на зрачна топлина
 - o Вакумски изолациони плочи
 - o Наногел материјали
 - o Керамички термореклексни премази, итн.



Сл. 9 Поделба на термо изолациони материјали

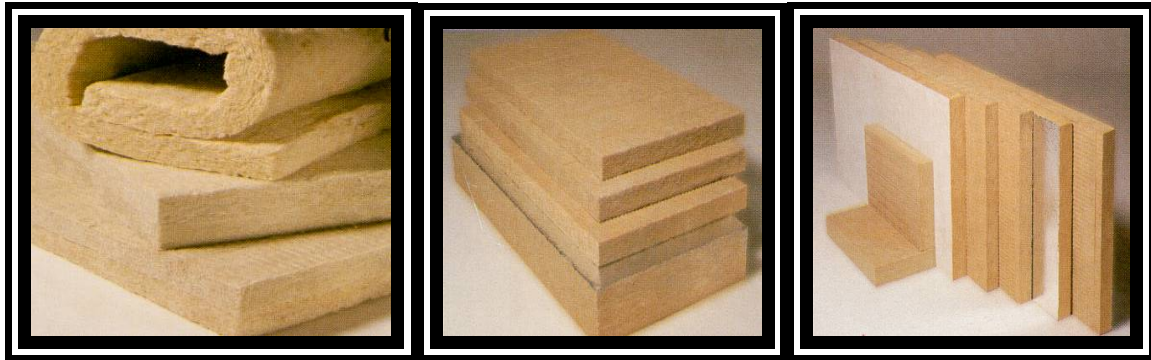
Најпознати претставници на анорганските материјали се камената и стаклената волна, а од органските материјали се полистирен-експандиран и екструдирани, како и полиуретан, односно полиуретанска пена.



Сл. 10 Термо изолациони материјали

Топлинско изолационите материјали најчесто се произведуваат во следните облици:

- Плочы (меки, полутврди и тврди), кои се применуваат за топлинска изолација на ѕидови, подови и рамни кровови каде што топлинската изолација треба да има доволна јакост;



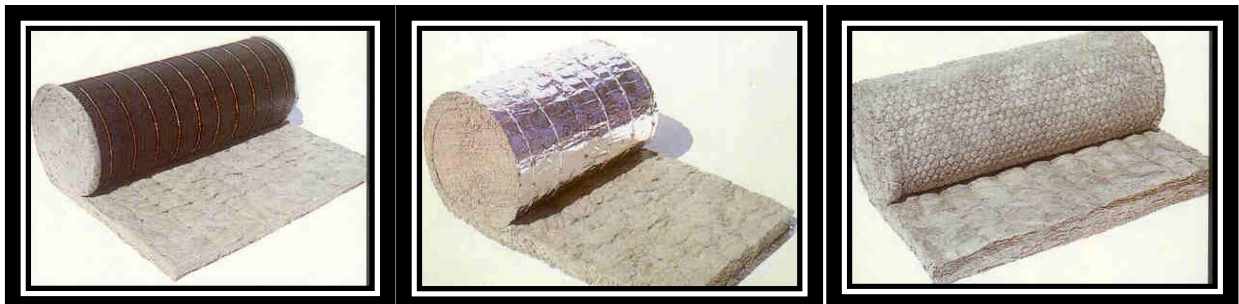
а)

б)

в)

Сл. 11 Пласти термо изолација: а) меки; б) полутврди; в) тврди

- Ролни, кои имаат помека структура на материјалот, но и помала јакост, и најчесто се применуваат кај коси кровови, лесни конструкции и секаде каде просторот се исполнува со топлинска изолација, односно каде материјалот за изолација не е изложен на притисок;



а)

б)

в)

Сл. 12 Ролни термо изолација: а) проиен филц на битуменизирана хартија; б) проиен филц на алуминиумска хартија; в) проиен филц на поцинкувана ткаенина

- Растресити материјали;
- Посебни облици, како: топлинско изолациона смеса за вдување во затворен простор (шуплина помеѓу два зида), топлинско изолациона пена за прскање на припрема на подлога која се запенува и стврднува, топлинско изолациона смеса со течна конзистенција за лиење во предвиден простор-калап (топлинско изолациони

панели) која се запенува и стврднува, топлинско изолациони насипи (подни насипи-перлит или гранули од експандиран полистирен)

2.2.4 Основни својства на топлинско изолациони материјали

Кога се зборува за топлинско изолационите својства на материјалите за носиви конструкции, може да се каже дека бетонот, армираниот бетон, каменот и челикот се изразито лоши топлински изолатори, додека дрвото и тулата се нешто подобри топлински изолатори, особено при поголеми дебелини.

Топлинско изолационите материјали се карактеризираат со добра топлинско изолациона вредност и при мали дебелини, мала густина, како и мала проводливост на топлина од 0,025 до 0,050 W/mK. При изборот на материјал за топлинска заштита освен топлинската проводливост треба да се земат предвид и останатите карактеристики на материјалот како: пожарната отпорност, факторот на отпор на дифузија на водена пареа, јакоста на притисок, стисливоста, трајноста, отпорноста на влага и слично. На изборот на материјал влијае и видот на конструкцијата на која се вградува, така да не е исто дали се работи за изолација на под, сид од визба, надземен сид, рамен или кос кров. Во зависност од местото на нивната примена истите треба да ги имаат следните својства:

- Високи топлинско изолациони карактеристики;
- Јакост;
- Да не впиваат вода
- Постојаност на обликот;
- Негорливост, нетоксичност при горење;
- Постојаност на стареење, скапување, вибрации;
- Висока паропропустливост;
- Хемиска неутралност и да бидат еколошки прифатливи.

Условот за јакост на топлинско изолационите материјали се поставува само при нивно вградување кај одредени конструкции. Термоизолационите материјали треба да поседуваат голема јакост на притисок при нивно вградување кај конструкции над кои се наоѓаат улици, паркинзи или магацински простори. Определена минимална до средна јакост на притисок треба да имаат термоизолациони материјали кои се применуваат при изведба на подови и во рамнина на кров, зависност од нивната положба. Додека кај контактни фасади термоизолациониот материјал треба да има определена минимална јакост на притисок и затегнување. Кај топлинските изолации кои се применуваат како исполна на потконструкција не се поставува барање за јакост на притисок на материјалот.

Топлинско изолационите материјали, како материјали со порозна структура повеќе или помалку впираат вода. Единствени материјали кои се применуваат во градежништвото и не впираат вода се екструдираниот полистирен XPS и пенастото стакло CG. Иако истите се изложени на промена на топлина и влага не смеат да покажуваат промена на обликот, како бубрење, собирање и слично.

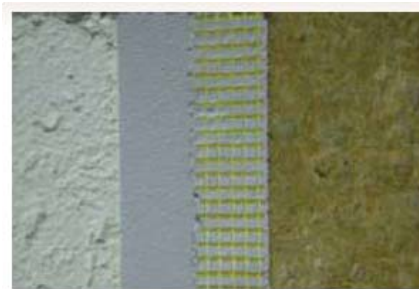
Во зависност од местото на вградување во конструкцијата и изложеноста на термичката изолација, како и барањата за пожарна заштита на градбата, во конструкциите може да се вградуваат негорливи и горливи термо изолациони материјали. Критериумите се одредени со намената на зградата и положбата на материјалот, односно изложеноста на пожар. Негорливи или слабо горливи топлинско изолациони материјали се камената волна, стаклената волна и пробетонските плочи.

Топлинско изолационите материјали може да бидат повеќе или помалку паропропустливи, односно да поседуваат отпор на дифузија на водена пареа. Високата паропропустливост на материјалот е посакувана карактеристика при вградување на материјал за топлинска заштита од надворешната страна. Доколку термоизолациониот материјал се вградува од внатрешна страна треба да поседува висока паронепропустливост.

2.2.5 Термоизолациони материјали од минерално потекло

Минералната волна-камена и стаклена, е добар топлински изолатор со топлинска проводливост помеѓу 0,035 и 0,045 W/m²K, што го сврстува помеѓу најдобрите топлински изолатори. Тоа е изолационен материјал со минерално потекло за топлинска, звучна и противпожарна изолација во градежништвото и индустријата.

Камената волна е хемиски инертен материјал, постојан на дејство на вода водена пареа и различни соединенија со изразито голема порозност од 92 до 97%. Доминантната отворена порозност го прави овој материјал да има изразено голема способност за впирање на вода, пропустливост на влага и мала отпорност на дејство на мраз.



Сл. 13 Камена волна

Камената волна поради нејзината постојаност на високи температури има висока отпорност на пожар. Како материјал е паропропустлива, отпорна е и на стареење и на распаѓање, како и на влијанија на микроорганизми и инсекти. Се користи кај сите

надворешни конструкции за топлинска заштита, а поради добрата апсорпција на звук и кај преградни сидови за звучна заштита. Единствено место каде не се препорачува за изолација се подрумски сидови под земја.

Предности:

- Мала волуменска маса
- Низок коефициент на топлоспроводливост
- Широк температурен интервал на примена
- Негорлив материјал
- При горење не ослободува штетни гасови
- Биоразградлив

Недостатоци:

- Големо впивање на вода и голема пропустливост на водена пареа
- Драстично намалување на термоизолационите ефекти
- Мала отпорност на дејство на мраз
- Склоност за појава на мувла
- Можност за појава на корозија кај металите во присуство на влага

Сл. 14 Предности и недостатоци на камена волна

Стаклената волна е хемиски инертен материјал, постојан на вода, водена пареа и различни соединенија. Се карактеризира со изразито голема порозност од 95 до 97%. Доминантна отворена порозност придонесува истиот да има голема способност за впивање на вода, пропустливост на влага и мала отпорност на дејство на мраз. Истата е тешко запалива и се одликува со добра апсорпција на звук.



Сл. 15 Стаклена волна

Поради добрите термоизолациони својства се применува во состав на вентилирани, невентилирани и контакти фасади, како и за изолација на рамни и коси кровови. Како добар акустичен апсорбент се применува како изолација кај преградни ѕидови, меѓукатни конструкции и подови.

Камената и стаклената волна како термоизолациони материјали од минерално потекло имаат слични физичко–механички својства, но стаклената волна има поголема порозност, поголема должина на влакната, поголема хемиска отпорност и не предизвикува корозија кај металите за разлика од камената волна.

Забелешка: Треба да се нагласи дека термоизолационите производи од минерално потекло, не се штетни по здравјето на луѓето, но треба да се внимава, бидејќи „сировата“ – растресита стаклена волна претставува потенцијална опасност по здравјето на луѓето.

2.2.6 Термоизолациони материјали од органско потекло

Освен термоизолационите материјали од минерално потекло во градежништвото за изолација широка примена имаат и материјалите од органско потекло. Најчесто се применува полистирен, кој во комерцијалната примена е познат како стиропор. Полистиренот може да биде произведен во два облици како експандиран или екструдирани. Термоизолационите материјали од органско потекло се карактеризираат со добри изолациони својства 0,035-0,040 W/mK и голема порозност до 98%. За разлика од термоизолационите материјали од минерално потекло, кај нив е доминантна затворената порозност, што придонесува до минимална водопропустливост, поради затворените ќелии. Експандираниот полистирен EPS може да биде произведен во две варијанти, како обичен или со намалена горливост, односно „самогасив“, при што се означува со буквата „S“. Поради ниската цена и едноставниот начин на вградување денес тие се едни од најпопуларните изолациони материјали.

Предности:

- Мала волуменска маса
- Мал коефициент на топлопроводливост
- Мало впивање на вода и многу мала пропустливост на водена пареа
- Релативно добри механички својства
- Ниско пожарно оптеретување
- Самогасив "S"
- Отпорност на габи, микроорганизми и бактерии
- Може да се рециклира

Недостатоци:

- Се дроби
- Мала отпорност на дејство на мраз
- Мала отпорност на UV зрачење
- Неотпорен на органски растворувачи, течни горива, неоргански киселини, амонјак, сулфурдиоксид, естер и друго

Сл. 16 Предности и недостатоци на експандиран полистирен

Термоизолационите материјали од органско потекло се произведуваат во форма на неврзани гранули или различни типови на плочи со различна дебелина од 1,2,3...20 см.



а)



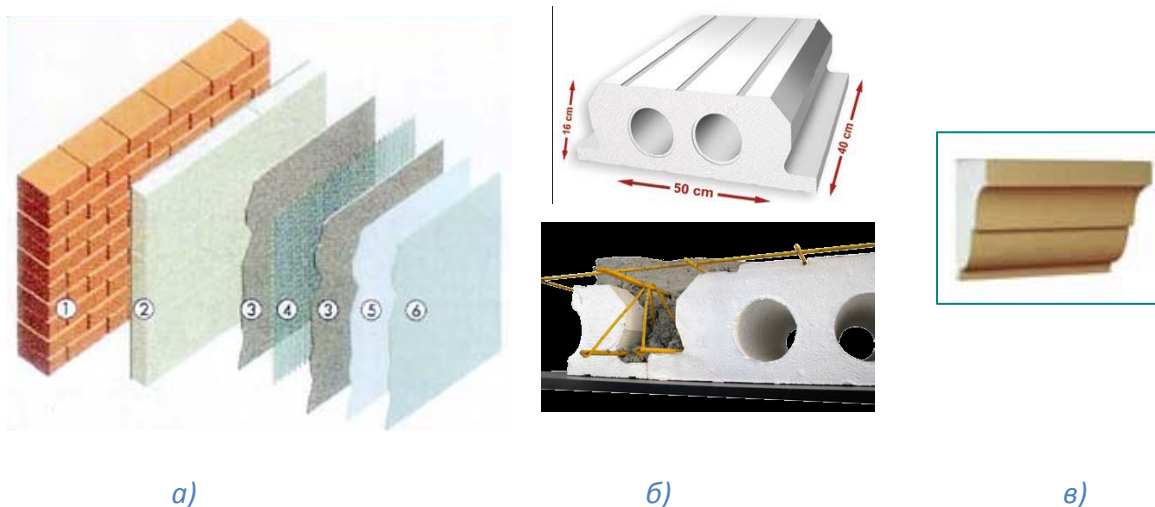
б)



в)

Сл. 17 Видови термоизолациони материјали од органско потекло: а) гранули експандиран перлит, б) тврди плочи експандиран полистирен, в) тврди плочи екструдирани полистирен

Термоизолационите материјали од органско потекло најповеќе се применуваат за топлинска заштита кај сите надворешни конструкции, како пливачки под во подни меѓукатни конструкции, кај рамни и коси кровови кај објекти градени на „класичен“ начин. Истотака може да се применуваат во облик на блокови за исполна или за изработка на полумонтажни армиранобетонски ситноребрасти таваници кај монтажни објекти изведени од префабрикувани елементи. Во поново време се приемнуваат и како фасадни профили за формирање „пластика“ на фасадата на објектот.



Сл. 18 Примена на термоизолациони материјали од органско потекло: а) класичен начин на градба, б) монтажен начин на градба, в) фасадни профили

2.2.7 Термоизолациони материјали од органско потекло

Во праксата исто така доста се применуваат и термоизолациони материјали во комбинација со други материјали. Имено плочите термоизолација освен што може да бидат произведени како еднослојни, истите може да бидат во форма на панели комбинирани со други материјали како лесонит, иверка, алуминиум.



а)



б)

Сл. 19 Топлинско изолациони материјали од сложено потекло „комби” плочи: а) јадро од минерална волна; б) јадро од полистирен

При санација на кровови за термоизолација може да се примени и полиуретанска пена, која има добри топлинско изолациони својства од 0,020 до 0,035 W/mK, како и доста добри својства на влага и температурни промени. За разлика од претходните материјали е значително поскапа, но поради слабата отпорност на пожар и е изразитата токсичност при горење не е во широка примена.



Сл. 20 Полиуретанска пена

Денес на пазарот се појавуваат нови изолациони материјали кои се применуваат локално, според потеклото и изворот на сировина за производство, како: целулоза, глина, перлит, памук, лен, слама, овча волна итн. Тие имаат послаби изолациони својства, поради што при вградување во конструкција е потребно да бидат со поголеми дебелини.



а)

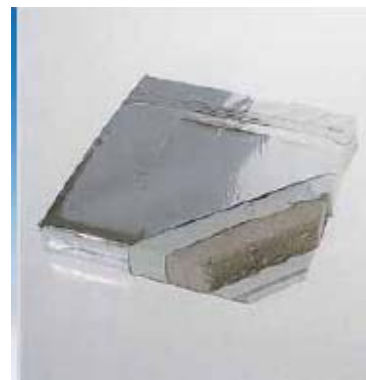
б)

в)

г)

Сл. 21 Природни органски топлинско изолациони материјали: а) плочи експандирана плута; б) филц памук; в) целулозни влакна; г) дрвена волна

Кај конвенционалната топлинска изолација добрите изолациони својства се постигнуваат со помош на воздухот кој се наоѓа во порозниот материјал. Ако се отстрани воздухот од материјалот, изолационите својства може да се зголемат со помош на вакуум, формирајќи компримирана стаклена волна или полистиренска пена. Ваквата „вакумска“ изолација се работи во модуларни панели, а поради одличните изолациони својства кои ги поседува потребни се многу помали дебелини за исти топлинско изолациони својства.



Сл. 22 Специјални топлинско изолациони материјали- вакумско изолациони плочи

2.2.8 Вградување на топлинска изолација

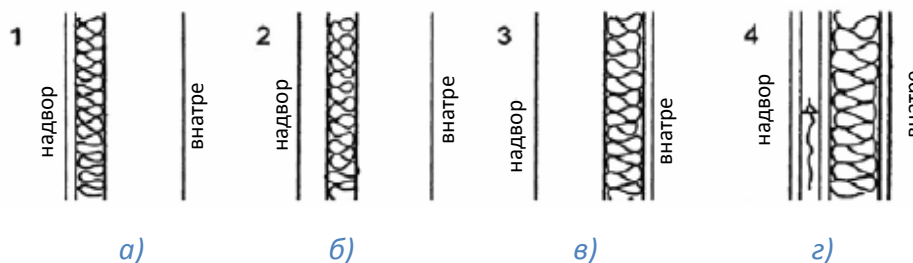
Зградата примарно ја карактеризира нејзината надворешна обвивка, која има доминантна улога при постигнување на одреден степен на енергетска ефикасност, при непроменети услови на користење на просторот внатре во зградата. Влијанието на лоша надворешна обвивка на зградата може парцијално да биде компензирано со примена на други мерки, но потребната топлинска енергија за греење и ладење на зградата со тие мерки нема значително да се промени. Токму од тоа произлегува потребата за поголемо внимание за примена на соодветни мерки за зголемување на енергетска ефикасност во фаза на проектирање и градење на нови згради или при енергетска реконструкција на веќе постоечки згради. Дополнителното вложување во топлинската заштита на надворешната обвивка кај новите и постоечките згради може да резултира со повеќекратни предности во тек на експлоатација на зградите во иднина.

За правилно вградување на топлинско изолационите материјали, како и за самиот избор на материјалот, потребно е добро познавање на изолационите материјали, нивните својства и можности, како и предностите и недостатоците при вградување во пооделни конструкции. При изборот на термоизолационен материјал влијае и видот на конструкцијата на која се вградува, всушност не е исто дали се работи за изолација на под, сид од визба, надземен сид, рамен или кос кров. Зависно од изборот на најповолен топлинско изолационен материјал за одредена конструкција, тој треба да биде вграден на начин кој одговара на неговите својства и да биде заштитен од можна деградација.

Топлинската изолација во конструктивните елементи може да биде вградена на неколку начини:

→ Поблиску до надворешната страна;

- Внатре во конструкцијата;
- Поблиску до внатрешната страна;
- По целата дебелина на градежниот елемент (вентилирана фасадна облога).



Сл. 23 Положба на топлинска изолација

Генерално најповолна положба на топлинската изолација е од надворешна страна, која во зима е поладната страна на конструкцијата. Положбата од внатрешна страна е неповолна за постигнување правилен физички процес. Ваквиот начин на поставување на изолацијата е поволен само за простори кои повремено се греат, како театри и концертни сали, спортски сали и слично, односно секаде каде е потребно брзо греење на волуменот без акумулирана енергија во масивната конструкција.

2.2.8.1 Вградување на топлинска изолација кај подови

Подните конструкции се специфични конструкции за кои е препорачливо дополнително да бидат топлински изолирани, кои во зависност од нивната положба во зграда се делат на: подови на тло и подови-плафони над надворешен воздух или према негреан простор.

Подот на тло покрај бараната механичка јакост и стабилност, барањата поврзани со користењето на просторот, како трајност, абење, отпорност на хемиски влијанија, звучна изолација од пренос на бука од и према просторот, мора да ги задоволи и барања за топлинска изолација спрема тлото, како и да овозможи хидроизолација од влага од тло.

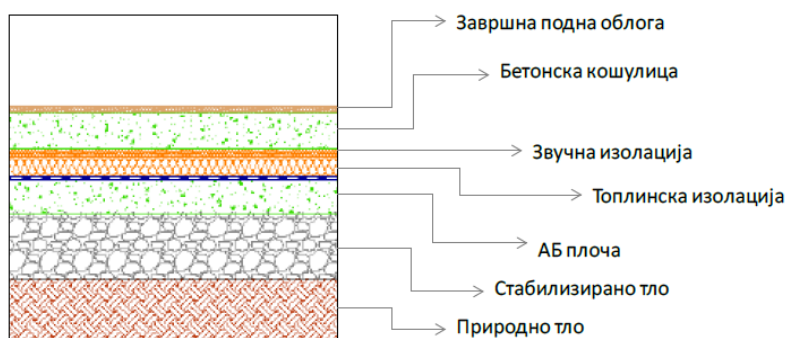
Имено подот на тло е карактеристичен по дополнителниот слој хидроизолација, со кој се поврзани слоеви кои служат за изведба на хидроизолациониот слој и негова заштита. Кај старите конструкции проблемот со хидроизолација најчесто се решавал со подигнување на подот над нивото на околното тло, изведба на слоеви со поголем дел шуплини и слоеви за намалување на капиларноста. Битуменските хидроизолации почнале да се применуваат покасно, при што современите склопови битуменски хидроизолации, полимерни варени ленти, полимер цементни премази или водонепропусни носиви конструкции (темелни плочи) бараат специфични мерки на заштита при вградување.

Вградувањето на слој топлинска изолација во под према тло е дополнително отежнато поради малата носивост на топлинско изолационите материјали, па специфичниот товар на топлинската изолација е потребно да се одржи во дозволени распони кај кои нема да дојде до деформации на подот и/или изолациониот материјал.

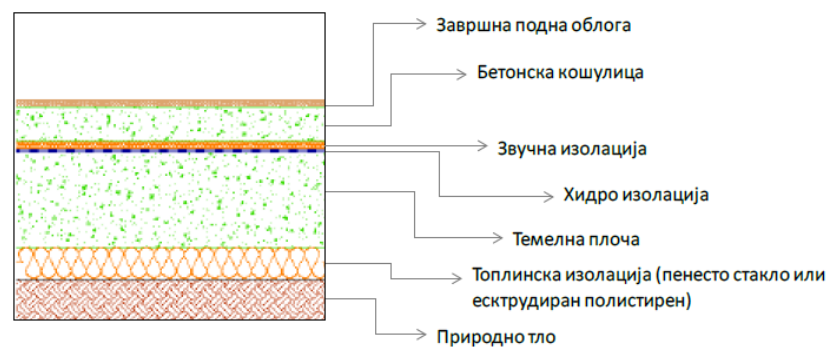
Кај постоечки згради вградувањето на термоизолација кај подови на тло е голем и скап градежен зафат, проследен со промена на подни облоги, проблеми со висина на отвори и слично. Поради тоа кај изведени објекти изолацијата на под на тло не се разгледува како економски исплатлива варијанта во однос на заштедата која се постигнува. Единствено во случаи кога се планира детална реконструкција на подот на тло, со комплетна замена на подните облоги и внатрешната столарија се препорачува и изведба на слој за топлинска изолација. Ако не се изведува топлинска изолација на под на тло, посебно е важно да се изведи топлинска заштита на темелниот и надтемелниот сид, со што се намалува влијанието од топлинскиот мост.

За топлинска изолација на под на тло **и под спрема негреан простор** најчесто се користат плочи експандиран полистирен-EPS, екструдирани полистирен-XPS, полиуретански плочи, како и многу тврди плочи минерална волна добро заштитени од влага.

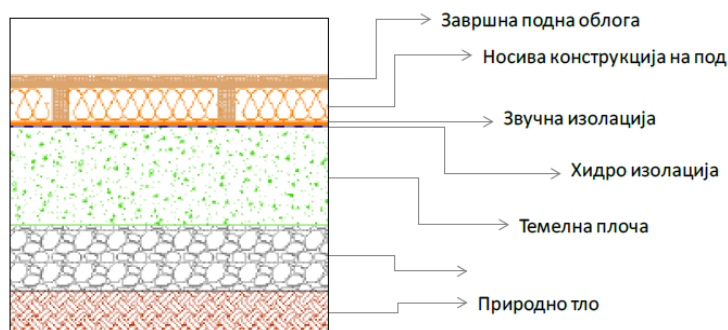
Распонот на материјал за топлинска изолација дозволува вградување на топлинска изолација во готово сите положби и состави на подната конструкција: од надворешна страна, во конструкцијата или од внатрешна страна на конструкцијата. Распоредот на слоеви во подот треба да се прилагоди според применетите материјали за хидроизолација, топлинска и звучна изолација, како и останатите барања за подната конструкција.



a)



б)



в)

Сл. 24 Вградување на топлинска изолација на под на тло: а) во средина на конструкција, б) од надворешна страна од конструкција, в) од внатрешна страна од конструкција

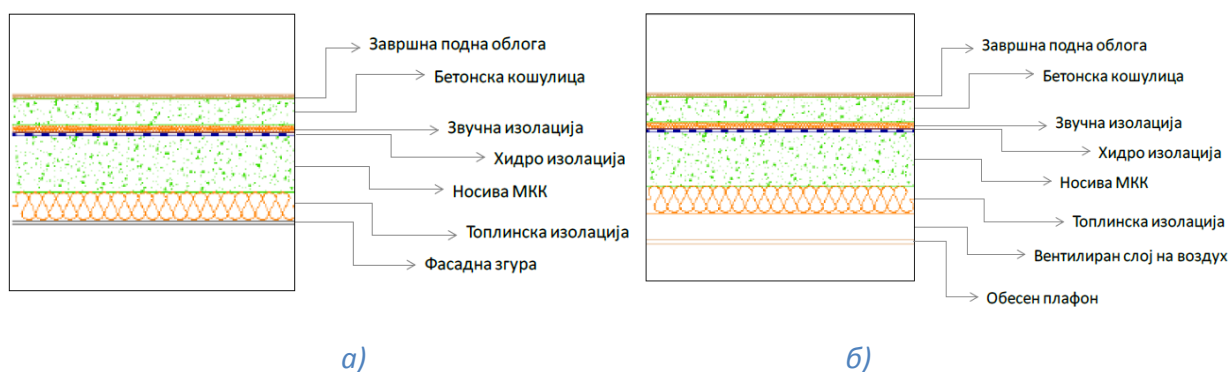
За топлинска, односно првенствено звучна изолација кај меѓукатните подни конструкции, се поставуваат еластифицирани плочи експандиран полистирен-EPS, тврди плочи минерална волна, одвоени со слој изолација од сидот-т.н. пливачки под. Треба да се нагласи дека кај меѓукатните конструкции не треба да се применуваат тврди плочи-експандиран полистирен-EPS или екструдирен полистирен-XPS.



Сл. 25 Топлинска изолација на подна меѓукатна конструкција-пливачки под

Топлинската изолација на подови спрема негреани или надворешни простори е едноставна за изведба и секако се препорачува како економски поволна варијанта за намалување на топлинските губитоци низ надворешната обвивка на зградата.

Подовите, односно плафоните над надворешен воздух или спрема негреан простор конструкциски се многу слични на меѓукатни конструкции, со дополнителен слој топлинска изолација во заштитните слоеви. Бидејќи топлинската изолација најчесто се поставува од надворешната страна на конструкцијата, составот на слоевите зависи пред се од решението на плафонот и можноста за зацврстување на топлинска изолација. За разлика од подовите на тло, кај плафоните над негреан простор и надворешен простор, потребно е да се обрати внимание и на појава на дифузија на водена пареа низ конструкцијата. При неправилно конструкциско решение можна е појава на штети предизвикани од кондензација на водена пареа во конструкцијата, проследени со замрзнување, како и високи трошоци за одржување и поправка на конструкцијата. Како топлинска изолација на под во поткровје без натоварување може да се применуваат помеки плочи термоизолација, филц минерална волна или може да се примени насип на топлинско изолациски материјал во растресита состојба.



Сл. 26 Вградување на топлинска изолација на под-плафон над надворешен воздух или кон негреан простор: а) директно залепен плафон, б) обесен плафон

Топлинските губитоци кон теренот изнесуваат до 10% од вкупните топлински губитоци. Иако губитоците низ под кон тло се релативно мали во споредба со губитоците од другите делови на конструкцијата, ако температурата на подната плоча е блиска до температурата на внатрешниот простор е многу покомфорна за престој. Поради тоа кај новите градби подот на тло треба да биде топлински изолиран со што подебел слој топлинска изолација.

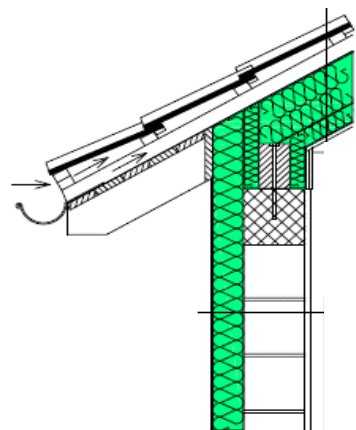
Кај постоечките згради, при нивна енергетска обнова, поради големите градежни зафати кои го пратат вградувањето на топлинска изолација во подната конструкција на тло, оваа

мерка е во главно економски неисплатлива. Но од друга страна, економски исплатливи се мерките за топлинска изолација на подна-плафонска конструкција спрема негреан таван, како и подна конструкција спрема негреан подрум. За да се намали влијанието на топлинските мостови на минимум при поставување на топлинската изолација важно е топлински да се изолира целата надворешна обвивка без прекин на изолацијата, при што потребно е топлински да се заштитат и подни конструкции над отворени пролази.

2.2.8.2 Вградување на топлинска изолација кај кровови

Кровната конструкција кај помалите стамбени згради и семејното домување најчесто е кос кров и просторот под истиот многу често е наменет за домување, со што се истакнува неговата важност во квалитетот и стандардот на домување. Кај неадекватно топлински изолирани кровни конструкции во зима доаѓа до појава на големи топлински губитоци, но и уште поголемо прегрејување на просторот во текот на летото, со приближно 30% загуби од вкупните топлински загуби на зградата. Кај топлински изолираните кровни конструкции загубите на топлина преку кровот изнесуваат околу 10 до 20% од вкупните топлински губитоци на зградата. Често пати реконструкцијата на постоечката кровна конструкција е неопходна поради дотрајаност на кровната покривка или протекување на вода. Во тој случај дополнителната топлинска заштита е едноставно изводлива мерка со брз период на поврат на вложените средства. Всушност, вложувањето во топлинска изолација на кровна конструкција или плафон спрема негреан простор е најисплатливо вложување со најкратко време на поврат на инвестицијата од 1 до 5 години. При изведба на топлинска изолација на коси и рамни кровови неопходно е правилно да бидат изведени споевите со сидната изолација, со цел за да се избегне појава на топлински мостови.

За топлинска изолација на коси кровни конструкции треба да се користат незапаливи и паропропустливи материјали, како на пример минерална волна, при што спојот на топлинската изолација на надворешниот сид и кровната конструкција треба да биде решен без можност за појава на топлински мостови.



Сл. 27 Правилна изведба на топлинска изолација на спој помеѓу лесна коса кровна конструкција со сид

Генерално, топлинска изолација кај коса кровна конструкција со греано поткровје се изведува со вградување на меки плочи минерална волна во два слоја, слој помеѓу рогови, како и слој под рогови, со обавезна парна брана поставена од внатрешната потопла страна на конструкцијата. Во овој случај тврдите плочи од органско потекло не претставуваат соодветен избор на материјал за топлинска изолација поради тешкото ракување при нивно вградување во кровната конструкција.



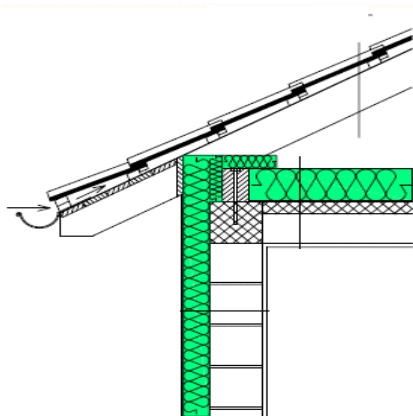
а)



б)

Сл. 28 Поставување на топлинска изолација на кос кров кај негреано поткровје: а) слоеви топлинска изолација; б) вградување

Ако просторот под кровната конструкција не се грее, односно просторот не е наменет за домување, тогаш топлинската изолација е наједноставно да биде поставена директно врз подната конструкција од последниот кат кон негреаниот тавански простор. Бидејќи во овој случај станува збор за поткровје со подна конструкција без натоварување, кај истата како термо изолационен материјал може да биде применет насип од топлинско изолационен материјал во растресита состојба или пак помеки плочи или филц минерална волна.



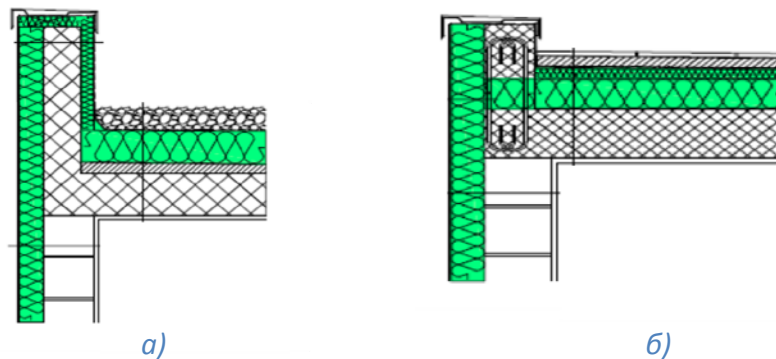
а)



б)

Сл. 29 Правилна изведба на топлинска изолација кај кровна конструкција кон негреан тавански простор: а) карактеристичен пресек; б) можни начини на вградување

Рамните крововни конструкции кај зградите може да бидат решени како проодни, непроодни кровови или зелен кров, во согласност со што се изведува нивната завршна обработка. Од сите надворешни елементи на градбата рамните крововни конструкции се најмногу изложени на атмосферски влијанија, поради што важно е да бидат квалитетно топлински изолирани со правилно решено одводнувањето. Изборот на материјал за топлинска изолација кај проодни рамни кровни конструкции и тераси зависи од потребната јакост која треба да ја задоволат плочите кои се поставуваат. Топлинската изолација на рамна масивна проодна или непроодна кровна конструкција најчесто се изведува со вградување на тврди плочи од органско потекло, додека тврди плочи од минерално потекло се применуваат исклучиво само кај непроодни кровови. Зелената кровна конструкција, соодветно хидро и топлински изолирана кон стамбениот простор од долната страна, претставува одлично конструктивно решение, бидејќи добро ја задржува топлината, акумулирајќи ја во слоевите земја, со што се постигнува постојана температура во завршниот слој и во лето и во зима. Кај ваквото решение се зголемува бројот на потребни слоеви и нивната вкупна дебелина, а во зависност од видот на растенијата се одредува потребната дебелина на слојот земја, при што важно е да се спречи продирање на корењата до слојот хидроизолација и влага до топлинската изолација.



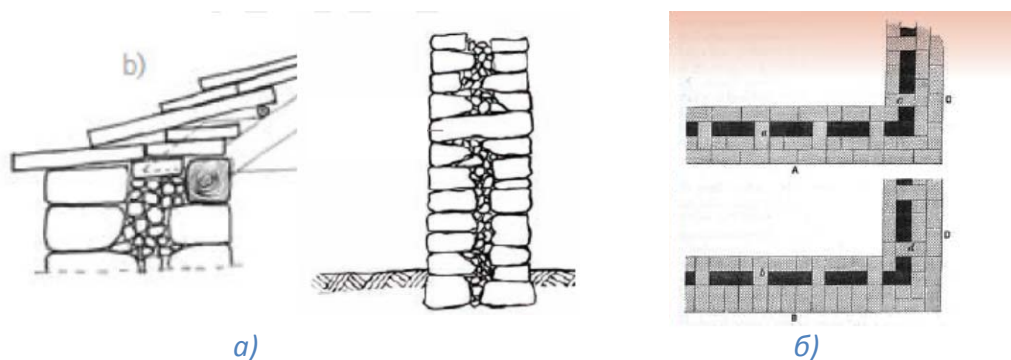
Сл. 30 Правилна изведба на топлинска изолација кај рамна кровна конструкција: а) класичен начин на изведба; б) со вметнати готови елементи за прекин на топлински мост

2.2.8.3 Вградување на топлинска изолација кај сидови

Сидовите се најголемиот поединечен елемент од надворешната обвивка на зградата, кои исполнуваат низа на функции, како оградување просторот, ја носат кровната конструкција, спречување инфилтрација на воздух, бука, го спречување на губиток на топлина, па до нематеријални преку кои се препознава карактерот на зградата, градиделот и архитектот, можностите на изведувачот и воопшто историскиот и социјалниот момент во кој баш со таквата зграда е задоволена една од примарните човечки потреби-потребата за засолниште од невреме.

Во современо време составот на конструкцијата е функција од естетски и конструкциски критериуми, како и критериуми на одржливост. Со зголемување на свеста за одржливост на зградата, остварување на топлински комфор во зградата и намалување на потрошувачката на енергија, односно зголемување на енергетската ефикасност на зградата, ја наметна потребата за постигнување на одреден степен на топлинска заштита на надворешните сидови. Традиционалните материјали само условно може да ги исполнат тие барања, најчесто со значајно зголемена количина на материјал која не е пропорционална на остварените подобрувања.

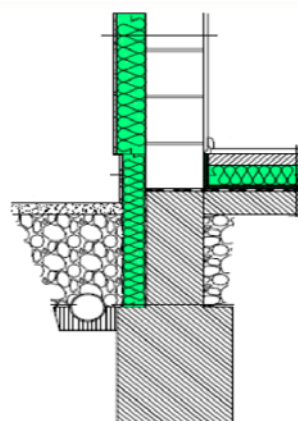
Спроведувањето на топлина низ конструкцијата на сидот се спречува со прекин на хомогената конструкција на сидот со материјали со помала топлинска проводливост, односно топлински изолатори. Во минатото тоа се постигнувало со прекин на хомогениот состав на сидот со изведба на шуплини внатре во конструкцијата на истиот. Шуплините се изведувале како континуирани или само на дел од површината од сидот. Наједноставен пример се двослојните сидови од тула со воздушна шуплина или двослоен камен сид со голема дебелина често исполнет со нафрлан камен или **šute** со голем процент воздушни шуплини во состав на исполната.



Сл. 31 Конструкција на надворешен сид: а) двослоен камен сид; б) Двоен сид од тула со воздушни шуплини

Современите топлински изолациски материјали на понапреден начин ја вршат истата улога, формирајќи низа на мали шуплини исполнети со воздух или гасови со помала топлинска проводливост, со што се намалува влијанието на конвекцијата внатре во шуплините на сидот. Генерално топлинската изолација на надворешен сид треба да биде изведена со додавање на нов топлинско изолационен слој од надворешната страна на сидот, а само во исклучителни случаи од внатрешната страна на сидот.

При вградување на топлинска изолација од надворешна страна на сидот можни се две варинтни решенија на завршниот слој кој го штити топлинско изолацискиот слој и остатокот од сидот од надворешните атмосферски влијанија. Првото решение се изведува со вградување на надворешен заштитен слој плочи кои се лепат директно врз топлинско изолацискиот слој, формирајќи контактна фасада.



Сл. 32 Контактна фасада



Сл. 33 Механичко прицврстување

Во зависност од гипсениот слој контактните фасади може да бидат тенкослојни или дебелослојни. Топлинско изолациониот материјал се лепи на подлогата со полименоцементно лепило. Плочите или ламелите термоизолационен материјал се поставуваат со хоризонтално поместување во однос на претходниот ред. За разлика од ламелите, плочите термоизолационен материјал обавезно дополнително се прицврстуваат и на механички начин.

Аглите и отворите треба внимателно да бидат обработени, по што врз целокупната надворешна површина се нанесува полимерно цементно лепило и се втиснува текстилно-стаклена алкално отпорна мрежичка. Се нанесува повторно полимерно цементното лепило, после чие сушење се нанесува импрегрирачки премаз за да се воедначи вливливоста на површината. Како завршен слој кај тенкослојните контактни фасади се користат силикатни, силиконски, силиконско-силикатни или акрилатни завршни слоеви со минимална дебелина на зрната од 1,5 до 4 mm. Кај дебелослојните контактни фасади се користи минирален гипс со дебелина од 15 mm и завршно декоративен слој со дебелина до 5 mm.



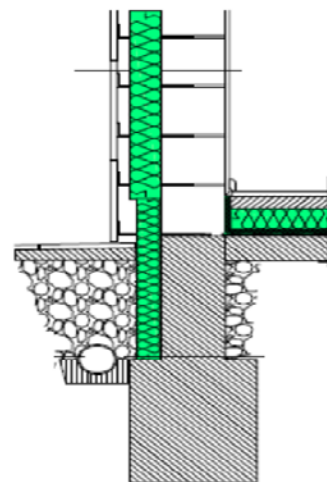
Сл. 34 Чекори на вградување на контактна фасада



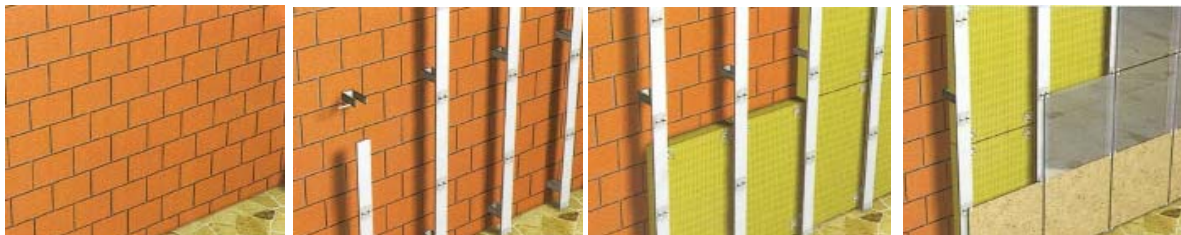
Сл. 35 Вградување на вакуумско изолациони плочи и нивна заштита

Како термоизолационен материјал кај контактна фасада може да се применат и вакуумско изолациони плочи, но при нивно вградување истите мора да бидат заштитени од надворешната страна со дополнителен слој на термичка заштита, како би се избегнало нивно евентуално механичко оштетување.

Кај второто решение на вградување на топлинската изолација заштитниот слој е во облик на поединечни елементи кои се прицврстени на соодветна подконструкција, проектирана на начин да помеѓу слојот заштитната облога и топлинско изолациониот материјал остане воздушен слој кој се вентилира према надвор, формирајќи така наречена вентилирана фасада. Всушност топлинско изолациониот слој завршува со воздушен слој за проветрување низ кој треба да биде овозможено циркулирање на воздухот со цел да се суши влагата во термоизолациониот материјал.

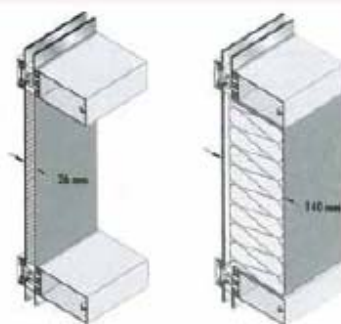


Сл. 36 Вентилирана фасада



Сл. 37 Чекори на вградување на вентилирана фасада

Индустијата на градежни материјали и за двата начини на вградување на топлинска изолација на фасадата нуди многу варијантни решенија, при што и во двата случаи дебелината на топлинско изолациониот слој не треба да биде помала од 10 до 12 cm. Кај неизолиран сид од шуплива тула со дебелина од 19 cm вредноста на коефициентот на премин на топлина на сидот изнесува $U=1,67 \text{ [W/m}^2\text{K]}$, додека кај неизолиран армиранобетонски сид со дебелина од 20 cm истиот изнесува $U=3,20 \text{ [W/m}^2\text{K]}$. И во двата случаи со поставување на изолација од камена волна од 10 cm доаѓа до драстично намалување на вредноста на коефициентот на топлина и истиот изнесува $U=0,32 \text{ [W/m}^2\text{K]}$, односно $U=0,35 \text{ [W/m}^2\text{K]}$, соодветно. Генерално со примена на термоизолационен материјал со дебелина од 10 до 12 cm вредноста на коефициентот на премин на топлина низ сид се движи во граници од 0,25 до 0,35 $\text{W/m}^2\text{K}$. Кај нискоенергетски и пасивни објекти во зависност од климатските услови и бараниот степен на енергетска потрошувачка дебелината на топлинската изолација треба да биде значително поголема. Треба да се потенцира дека со примена на современи решенија, како на пример употреба на вакумско изолациони плочи, може да се намали дебелината на топлинската изолација за да се добие сид со исти топлински карактеристики.

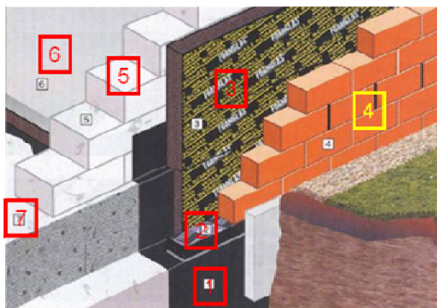


Сл. 38 Споредба на дебелина на изолација со исти карактеристики на премин на топлина кај лесна застаклена фасада: а) вакумско изолациони плочи; б) класична топлинска изолација

За топлинска изолација на лесни преградни сидови спрема негреан простор може да се применат меки плочи термоизолација или со примена на полиуретанска пена.



Сл. 39 Поставување на изолација на преградни сидови



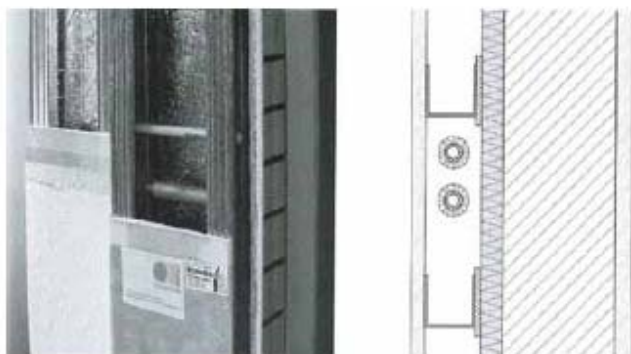
1. Хидроизолација
2. Пенасто стакло
3. Пенасто стакло
4. Обсидување
5. Надворешен сид
6. Кошулица—
внатрешен простор
7. Темелна плоча

Сл. 40 Топлинска изолација на подножје на надворешен сид

Топлинска изолација на подножје на надворешен сид се изведува како контактна тенкослојна фасада применувајќи тврди плочи, односно ламели минерална волна или експандиран полистирен. Во подножјето на надворешниот сид за топлинска заштита мора да биде вграден водонепивачки материјали, односно екструдирани полистирен-XPS.

Вградувањето на топлинска изолација од внатрешна страна на сидот е неповолна од градежно-физички аспект, проследена со дополнително решавање на проблемот на дифузија на водена пареа, како и исполнување на построгите барања во поглед на сигурност против пожар. Иако се подобруваат изолациските карактеристики на сидот доаѓа до значајна промена на топлинскиот ток во сидот, со што основниот носив сид станува поладен. Како би се избегнало настанување на кондензат и појава на мувла посебно внимание треба да се посвети на изведба на парна брана, а доколку постои топлински треба да биде изолиран и делот од преградата која се спојува со надворешниот сид. Најчесто санирање на постоечки надворешен сид со вградување на термоизолација од внатрешна страна се изведува само кај згради кои се под заштита на споменици, кога мора да се избегнат промените на надворешната фасада, поради нејзината историска вредност.

При поставување на вакуумско изолациони плочи од внатрешна страна на сидот споевите мора да се прилепат со самолепливи фолии поради постигнување на ефикасни парни брани, а плочите треба да се заштитат од оштетувања, односно пробивање на фолијата.



Сл. 41 Вакуумско изолациони плочи вградени од внатрешна страна на сидот

Со примена на ваквата мерка за подобрување на енергетската ефикасност важно е правилно поврзување на топлинската заштита на сидот со топлинската заштита на останатите конструкции елементи, на начин да се избегне прекин во топлинската изолација, односно да не дојде до појава на топлински мостови. Во зависност од останатите мерки и користениот енергенс, оваа поставувањето на топлинска изолација на сидовите најчесто има период на поврат на средствата од 7 до ??? години.

2.2.9 Прозорци и застаклени површини

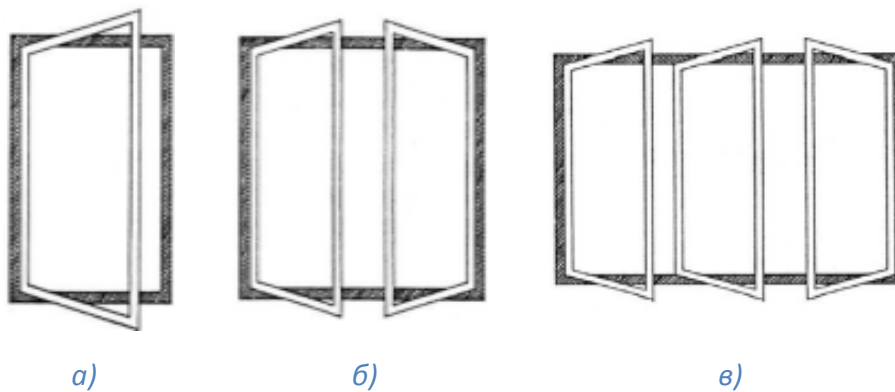
Забелешка: Ова се најслабите делови од обвивката на зградите, преку кои, просечно, се губи една третина од топлината во зима и енергијата за ладење во лето.

Најголемите загуби во енергијата низ застаклените површини се должат на загубата на воздух, инфилтрацијата и топлинските мостови вдоль рамката на компонентите од кои е формиран прозорецот, како и поради трансферот на топлина преку материјалите од составните делови. Прозорците и застаклените површини, кои се дел од обвивката на зградата, а чија основна функција е како и на останатите елементи од обвивката, имаат уште една многу важна улога, да обезбедуваат природна светлина во внатрешните простории. Со пропуштање на сончевата светлина придонесуваат за зголемување на топлинските добивки.

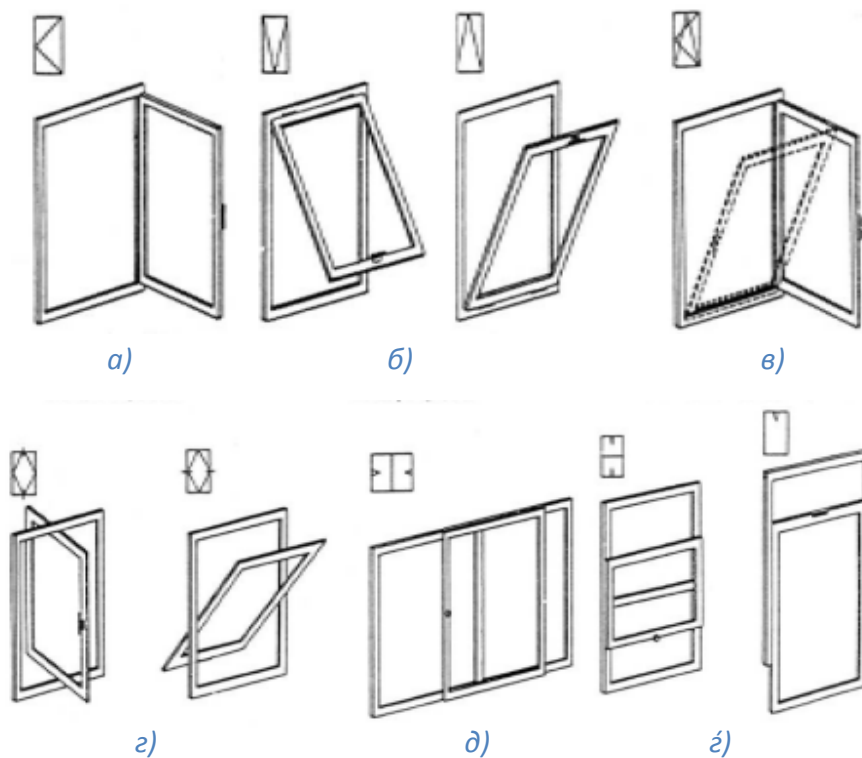
Уште во фазата на проектирање мора да се води сметка за правилно поставување на прозорците и застаклените површини во зградата, но исто така треба да бидат

предвидени енергетско-ефикасно прозорци кои обезбедуваат голем отпор на пренос на топлина. Обичните прозорци најчесто имаат низок и недоволен отпор на пренос на топлина. Големите прозорци треба да бидат проектирани да бидат на јужната фасада, со цел да овозможат загревање на внатрешните простории во зима. Исто така треба да бидат предвидени и соодветни типови засенчувачи, или соодветна strea или веранда преку прозорецот со цел да се спречат топлинските добивки од сонцето во тек на лето. Со цел да се избегне влегување на северен ладен воздух во просториите прозорците предвидени на ладната северна страна од зградата треба да бидат проектирани да бидат со помали димензии.

Прозорците во праксата може да бидат поделени според бројот на крила од кои што се составени, како и спрема начинот на отварање.

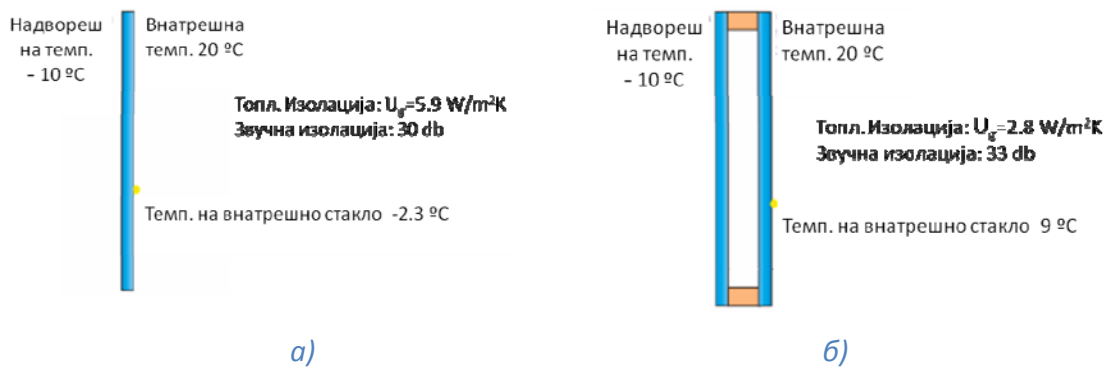


Сл. 42 Типови прозорци: а) еднокрилен; б) двокрилен; в) повеќекрилен

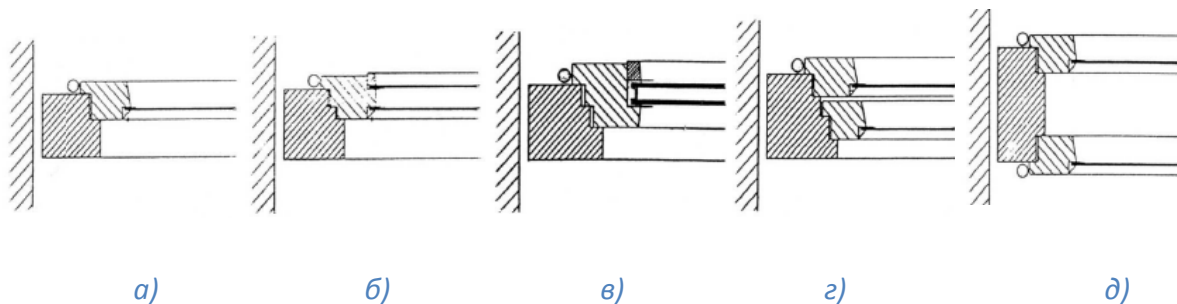


Сл. 43 Начини на отварање: а) по хоризонтална оска; б) отклопни; в) комбинирано отварање по хоризонтална оска и отклопен; г) ротационен; д)хоризонтално лизгачки; е) вертикално лизгачки

Температурата на внатрешната страна на стаклото зависи од типот на застаклување, а прозорците може да се класифицираат и според составот на крилата.



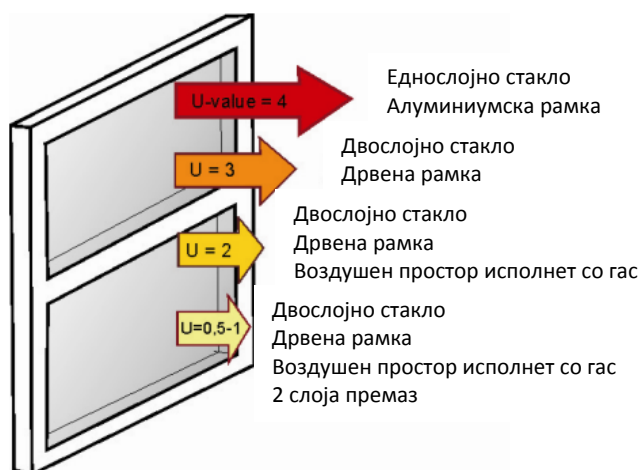
Сл. 44 Типови на стакло: а) еднослојно стакло 4 mm; б) IZO стакло 4+12+4 mm



Сл. 45 Состав на крилата: а) еднослоен прозор со еднослојно застаклување; б) еднослоен прозор со двослојно застаклување; в) еднослоен прозор со двослојно застаклување; г) двослоен прозор-крило на крило; д) еднослоен прозор од класичен тип соодвоени крила

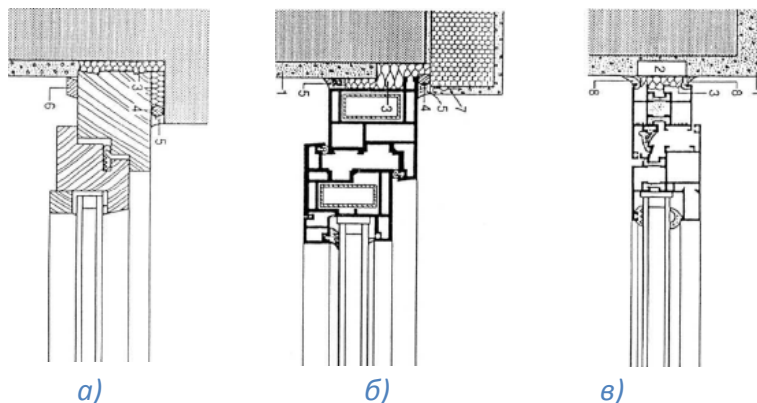
Прозорците се класифицираат според вредноста коефициент на пренос на топлина U , кој претставува инверзна вредност на термичкиот отпор R , така што колку е пониска вредноста на U , толку е подобра енергетската ефикасност на прозорецот.

Прозорците чија вредност на коефициентот на пренос на топлина U изнесува 1 или помлку се нарекуваат „супер прозорци“. Комерцијално достапните високо ефикасни прозорци вклучуваат повеќеслојни стакла, ниско-емитирачки премази, исполна од инертен гас помеѓу стаклените слоеви и изолационите површини. Двојно застаклените прозорци имаат до 75% пониски вредности на коефициентот на пренос на топлина U споредено со прозорците со единечно застаклување. Најефикасните прозорци со двојно застаклување дозволуваат да влезе околу 80% сончевата светлина, а коефициентот на пренос на топлина U изнесува приближно 2.



Сл. 46 Коефициент на пренос на топлина U за различни типови на прозорци

Топлинските карактеристики на прозорците зависат и од типот на материјалот од кој што е изведена рамката и во зависност од истиот може да бидат изведени со дрвени, пластични или метални профили.



Сл. 47 Типови прозорци во зависност од употребениот профил: а) дрвени; б) пластични; в) метални

Уште од најстаро време дрвото е еден од најчестите материјали за изработка на профили за прозорци поради добрите механички карактеристики, но истото е подложно на стареење и пропаѓање, поради што е потребно да се посвети внимание на неговата обработка и заштита од атмосферски влијанија, како и да се превземе соодветно одржување во тек на експлоатација. За задржување на димензионалната стабилност и зголемување на цврстината, дрвените профили, денес се изработуваат од ламелирано дрво, кое има подобри механички карактеристики споредено со масивното дрво. Во зависност од производителот постојат и профили од лепено ламелирано дрво кај кои во постапката за изработка на профилот е оставена мрежа од шуплини исполнета со воздух, со што дополнително се намалува вредноста U .



Сл. 48 Типови прозорци: а) дрвени; б) пластични; в) метални

Најчесто применувана пластика за изработка рамка кај прозорците се применува термопластен полимер поливинил хлорид, додека кај металните рамки нејчесто се применуваат челични или алуминиумски профили, по правило со прекинати топлински мостови, освен кај специфичните конструкции во ентериер. Металните прозорци се карактеризираат со многу висока механичка јакост, постигната со релативно мали пресеци на конструкцијата на рамката, како и со големата трајност која се должи на карактеристиките на материјалот. Поради големата топлопроводливост на металот коефициентот на премин на топлина низ овие рамки е висок и се движи во границите од 1,5 до 3,2 W/m²K. Кај современите алуминиумски профили со прекинати топлински мостови се постигнуваат вредности блиски до PVC профилите.

Во поново време најголем потенцијал покажуваат така наречените композитни конструкции, кај кои различни типови материјал се користат на оптимален начин. Металот и дрвото се применуваат за постигнување на механичка јакост, додека различните типови на топлинско изолациони материјали за зголемување на отпорот на премин на топлина, а со различните типови на завршни облоги се зголемува трајноста на конструкцијата на прозорците. Примери на композитни конструкции на прозорци се:

- PVC–алуминиумски прозорци, кај кои основната рамка на прозорецот е PVC профил со дополнителна облога од алуминиум, со која ја зголемува трајноста на прозорецот и се менува визуелниот карактер;
- Дрво–алуминиумски прозорци, со внатрешна облога од алуминиумски профил и дополнителна топлинска изолација;
- Алуминиумско-дрвени прозорци, кој во основа е алуминиумски прозорец со внатрешна дрвена облога, која не влијае значајно на коефициентот на премин на топлина, но го зголемува чувството на удобност и донекаде ја намалува контактната температура во внатрешните плочи на прозорецот.



Сл. 49 Композитни прозорци: а) PVC–алуминиум; б) дрво–алуминиум; в) алуминиум–дрво

Во зависност од материјалот на рамката и карактеристиките на стаклото постојат неколку степени на ефикасност на прозорците. Прозорец со алуминиумска или метална рамка има низок термички отпор со што дозволува голем пренос на топлина, додека дрвена рамка е подобра бидејќи дрвото е изолационен материјал. Системите со двојно застаклување или дуплите прозорци ги намалуваат топлинските загуби за околу 50%, споредено со системите со единечно застаклување, намалувајќи ги загубите на воздух, кондензација, влага и формирање на мраз.

2.2.9.1 Санација или замена на прозорци

Прозорците и застаклените конструкции од фасадата се најдинамичниот елемент на надворешната обвивка при размена на топлинската енергија со околината, предизвикано од големите коефициенти на премин на топлина во однос на останатите конструкциски елементи од обвивката. Кон ова придонесува и фактот дека прозорците како дел од надворешната обвивка несамо што се предвидени за пропуштање на доволно дневна светлина во просториите, туку истите се предвидени и за природно проветрување. Губитоците на топлина низ прозорците се трансмисиjsки губитоци, губитоци од вентилација и губитоци од радијација, така што овие загуби може да изнесуваат и до 50% од вкупните топлински загуби низ надворешната обвивка на зградата. Максималниот коефициент на премин на топлина низ прозорците и балконските врати зависи од материјалот од кој е изведен профилот, како и од дебелината на самиот профил, а согласно нашите стандарди истиот за дрво може да изнесува $U = 1,80 \text{ W/m}^2\text{K}$, за ПВЦ рамки може да изнесува $U = 1,70 \text{ W/m}^2\text{K}$, додека за метални рамки може да изнесува $U = 2,00 \text{ W/m}^2\text{K}$. Во европските регулативи максималниот коефициент на премин на топлина низ прозорците и балконските врати има тенденција да биде ограничен кон се пониски вредности од $1,40$ до $1,80 \text{ W/m}^2\text{K}$. Коефициентот на премин на топлина низ прозорците кај стари згради се движи од $3,00$ до $3,50 \text{ W/m}^2\text{K}$, при што вкупните губитоци низ прозорците често се десет и повеќе пати поголеми од губитоците на топлина низ ѕидовите, од што може да се согледа колкава важност игра енергетската ефикасност на прозорците во вкупните енергетски потреби на зградата. Кај нискоенергетски и пасивни куќи коефициентот на премин на топлина низ прозорците треба да се движи од $0,80$ до $1,40 \text{ W/m}^2\text{K}$. Препорака при градење на современи енергетски ефикасни згради е да се применуваат прозорци со коефициент коефициент на премин на топлина $U < 1,40 \text{ W/m}^2\text{K}$.

За рационална употреба на енергијата и топлинска заштита во згради, во поглед на пропустливоста на воздух, барањата се такви да при разлика на притисок од 50 Pa потребно е да се осигураат најмалку $0,2$ измени на воздух во саат кога зградата не се користи, односно $0,5$ во време кога зградата се користи. Овој број на измени на воздух се овозможува примарно со природна вентилација низ отвори и инфилтрација на воздух низ

конструкцијата на надворешната обвивка. Денес, како ни претходно, контролата на пропустливост на воздух со мерење не е обавезна, што претставува проблем за оценка на истата при енергетски преглед на постоечки згради. Дополнително, вистинскиот степен на пропустливост на воздух во нормални услови на користење се разликува од бараните вредности при поголеми разлики на притисок. Можност за оценка постои, но пред се зависи од активностите на корисникот и вкупното ниво на природно проветрување. Детална пресметка на природното проветрување при енергетски преглед и енергетско сертифицирање на згради е преобемна, така што прифатлив е пристапот на користење на минимални вредности на промени на воздух за користење на зградата спрема важечката регулатива во периодот на гредење на зградата.

Подобрувањето на енергетските карактеристики на зградата со реконструкција на прозорци е можно да се постигне со низа мерки, кои може да се сведат на неколку заеднички елементи:

- Намалување на коефициентот на премин на топлина низ застаклувањето;
- Намалување на коефициентот на премин на топлина низ профилот на прозорецот;
- Намалување на линиските топлински мостови, предизвикани од начинот на вградување на прозорците;
- Намалување на пропустливоста на воздух на прозорците;
- Вградување на заштита на прозорците-ролетни;
- Замена со нови прозорци и надворешни врати со подобар топлински квалитет.

Пресметката за остварената заштеда со замена на прозорците, спрема нормата 13790, се утврдува како разлика помеѓу потребната топлинска енергија за греење пред и после замената на прозорците.

Со намалување на топлинските губитоци низ прозорците, како резултат на помалите коефициенти на премин на топлина, влијание во вкупното намалување на потребната топлинска енергија за греење и ладење на зградата може да има намаленото сончево зрачење низ прозорците. Врз него директно влијае факторот на премин на зрачењето низ застаклувањето, кој го дава процентот на топлинско зрачење кое продира низ застаклувањето во правец нормален на рамнината на застаклување. Овој коефициент за секоја стаклена плоча или за комбинација на застаклување, двослојно или трослојно стакло, е дефиниран од страна на производителот на стакло. Доколку не се достапни податоци од производителот, тогаш може да се применат емпириски податоци, спрема кои за секоја плоча од еднослојно или повеќеслојно стакло со дебелина од 4 mm коефициентот на пропуштање на зрачењето се намалува за приближно 10% во однос на

непречан премин на зрачење и дополнителни 5-8% за секој нискоемисивен премаз, што во случај за трослојно нискоемисивно застаклување би дал вкупен коефициент на премин на зрачење од 0,54 (100-3x10-2x8) .

Замената на прозорци е најдобар начин кој влијае на подобрување на сите карактеристики на зградата, но и е најскап начин, бидејќи е поврзан со низа градежни зафати кои го пратат вградувањето на прозорци. Затоа пред замената на прозорци потребно е да се разгледаат сите останати можности за подобрување на енергетската ефикасност со кои би можело да се постигне задоволителен квалитет. Таквите мерките на санација на постоечките прозорци вклучуваат:

- Столарски поправки;
- Поправка на дотрајаните делови од конструкцијата;
- Поправка на оковот;
- Вградување заптивки;
- Замена на застаклувањето;
- Изведба на фолии за намалување на g коефициентот;
- Изведба на подвижни заштити од сонце-ролетни;
- Топлинска изолација на кутијата за ролетни.

Намалувањето на апсорбцијата на топлинското зрачење низ прозорците можно е да се изврши преку намалување на коефициентот на апсорпција на зрачењето низ стаклените плочи, што може да се постигне со замена на застаклувањето, со поставување на затемнети фолии на застаклувањето или со поставување на подвижни заштити од сонце-ролетни. Треба да се нагласи дека намалувањето на апсорбцијата со замена на застаклувањето или со поставување на фолија е осетлива мерка, бидејќи се намалува природното осветлување во просторот со што се зголемува потребната енергија за осветлување бидејќи, а истовремено се намалуваат и соларните добивки во зимскиот период, зголемувајќи ја потребната топлинска енергија за греење. Изведбата на подвижна заштита е битно поквалитетен зафат, бидејќи не влијае на однесувањето на зградата во зимскиот период, но истиот може да биде неизводлив во одредени услови од технички и обликовни причини.

Новите прозорци со квалитетни топлински карактеристики се произведуваат со минимално двослојно стакло 4+16+4 (6) mm, а кај одредени типови воздушниот простор помеѓу стаклата е исполнет со благороден гас, а за намалување на топлинските губитоци

нанесен е премаз од внатрешната страна на стаклото. Кај ваквите типови прозорци коефициент на премин на топлина низ стаклото изнесува $U=1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$. Рамката кај квалитетните прозорски профили може да биде изведена од различен материјал како дрво, дрво-алуминиум со и без топлинска изолација, рвс, рвс-алуминиум или алуминиум, најчесто со прекинат топлински мост во самиот профил. Времето на поврат на инвестицијата за замена на прозорците значително зависи од површината на застаклувањата и површината на фасадата, така што истата може да изнесува и повеќе од 20 години, но во комбинација со други мерки за подобрување на енергетската ефикасност истата станува економски исплатлива.

2.2.9.2 Влијание на сончева радијација

Во вкупниот енергетски биланс на зградата важна улога имаат и топлинските добивки од сонцето, поради што кај современите архитектонски решенија се посветува големо внимание како на прифаќањето на сончевите зраци, така и на заштита од прекумерното сончево зрачење, особено што е потребно да бидат регулирани и оптимизирани пасивните добитоци на топлина.

Во летниот период за зголемување на енергетската ефикасност на зградата потребно е да се обезбеди топлинска заштита на надворешните нетраспарентни градежни елементи со површинска маса помала од 100 kg/m^2 преку поставување на стреи, засенчување или озеленување на околината со листопадни дрва. Надворешните нетранспарентни градежни елементи изложени на сончево зрачење мора да имаат соодветни термодинамички карактеристики, со цел да се намали нивниот придонес во загревањето на воздухот во просториите во текот на летните месеци. Исто така треба да се обезбеди и топлинска заштита на надворешната страна на прозорските елементи со надворешни помошни елементи како ролетни, капаци или стреи.

Системите за заштита од сонце во согласност со условите во околината обезбедуваат пријатен престој во зградите, така што со соодветно техничко решение се постигнува прилагодлив влез на сонце во зградата, а од друга страна се спречува прегревањето на просториите со што во летниот период се намалува потребата од ладење. За заштита од преинтензиво осветлување и топлинските добивки од сончевото зрачење во летниот период може да бидат применети следните решенија:

- Архитектонска геометрија, како проектирање на тремови, стреи, надстрешници, балкони и предвидување на зеленило;
- Поставување на елементи за надворешна заштита од сонце, како различни подвижни и неподвижни брисолеи, ролетни, тенди, желузини или завеси;

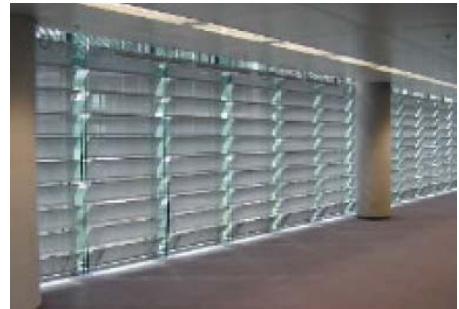
- Поставување на елементи за заштита од сонце и насочување на светлото помеѓу стаклата од прозорецот-холографски елементи, поставување на рефлектирачки стакла и фолии, стакла кои го насочуваат светлото, стаклени призми и слично.
- Проектирање на повеќе функционални конструктивни елементи кај зградата.



а)



б)



в)

Сл. 50 Надворешна заштита од сонце како елемент на архитектурата: а) хоризонтални и вертикални засенувачи; б) жалузини; в) брисолеи

Filename: книга_Ana
Directory: C:\Users\Ana\Documents
Template: C:\Users\Ana\AppData\Roaming\Microsoft\Templates\Normal.dotm
Title:
Subject:
Author: Ana
Keywords:
Comments:
Creation Date: 12/18/2014 1:00:00 PM
Change Number: 53
Last Saved On: 12/25/2014 12:48:00 PM
Last Saved By: Ana
Total Editing Time: 1,660 Minutes
Last Printed On: 5/19/2015 11:26:00 AM
As of Last Complete Printing
 Number of Pages: 43
 Number of Words: 9,497 (approx.)
 Number of Characters: 54,137 (approx.)