

АБЕТКА

ІЗОЛЯЦІЇ з

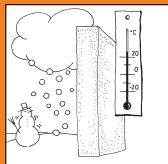
ПІНОПОЛІСТИРОЛУ

Асоціація виробників пінополістиролу
Вулиця Хіміків, 1
32-600 Освенцим
телефон / факс: 033 / 847 27 14

Графічний дизайн та виробництво:
Азеро
Вулиця Раковіцька, 17/13,
31-511 Краків
телефон: 012 / 430 39 50, 430 39 51

	стр.
1. Пінополістирол - матеріал, який вже майже 40 років складає іспити на практиці	5
2. Простота обробки	6
3. Хімічна стійкість	7
4. Фізичні характеристики	
Частина 1	8
Частина 2	10
5. Фізика будівлі	12
5.1. Тепловий захист	13
5.2. Захист від вологи	26
5.3. Захист від шуму	31
6. Причини та способи ізоляції	33
7. Ізоляція перекриттів та підлог	35
7.1. Підлога на ґрунті - будова	36
7.2. Звукоізоляція перекриттів та підлог	39
7.3. Перекриття останнього поверху - система шарів	46
8. Зовнішнє ізолявання стінок - "легко-мокрий" метод	48
9. Пустотілі стіни	58
10. Пінополістиролові пустотілі ізоляційно-опалубкові блоки	62
11. Утеплення стін будинків за "легко-сухим" методом	64
12. Термічні перемички в будівельних перегородках	66
13. Ізолявання похилених дахових поверхонь та сполученої покрівлі жилого горища	69
13.1. Ізоляція над стропильними ногами	71
13.2. Ізоляція між стропильними ногами	72
13.3. Ізоляція під стропильними ногами	76
14. Термоізоляція плоских дахів	78
14.1. Похилений дах	86
14.2. Легкий промисловий дах	87
14.3. Зворотна сполучена покрівля	88
15. Дренаж	92
16. Пінополістирол - всебічний ізоляційний матеріал	96
17. Пінополістирол - ізоляційний матеріал приязній для довкілля	97
18. Протипожежні норми, пов'язані з зовнішнім утепленням будинків	99
19. Закон про підтримку заходів з термомодернізації	102
20. Способи позначення пінополістиролу	104
21. Члени Асоціації виробників пінополістиролу	105

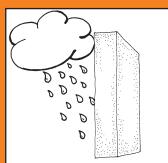
Передмова



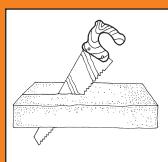
Дуже висока
теплоізоляція



Безпека праці



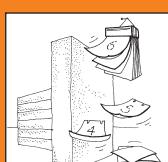
Стійкість до
зваложення



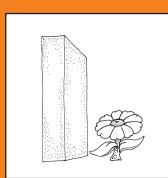
Легкість обробки



Висока
звукозоляція



Довгий термін
експлуатації



Безпека для
довгілля

Асоціація виробників пінополістиролу об'єднує в своїх рядах досвідчених виробників термоізоляційний та звукоізоляційних матеріалів, які використовуються у будівництві.

Вже майже 40 років пінополістирол чудово складає іспити в практичній площині в якості ізоляційного матеріалу для покрівель, стінок, перекриттів та підлог житлових, офісних будинків, шкіл та лікарень, виробничих цехів, складів та рефрижераторів. Кожен рік продаються мільйони квадратних метрів нових перегородок з термоізоляцією або звукоізоляцією у вигляді пінополістиролу.

Для досягнення бажаної результативності ізоляційного шару, крім переваг самого матеріалу, вирішальним є його правильне застосування та виконання самої ізоляції. І тому ця брошюра була продумана як підручний путівник користувача та виконавця ізоляції з пінополістиролу. Для всіх тих, хто проєктує та виконує теплову ізоляцію, вона має уможливити виконання правильної з технічної точки зору, раціональної та позбавленої від термічних перемичок термоізоляції, без глибоких знань у галузі фізики будівництва або практики у цій сфері.

Крім прикладів виконання ізоляції за допомогою пінополістиролу, наведених у даній брошурі, виробники ізоляційних матеріалів також мають власні, специфічні вирішення елементів або систем. Їх реалізація має відповідати особливим умовам та рекомендаціям виробника.

1. Пінополістирол

Матеріал, який вже майже 40 років складає іспити на практиці.

Пінопласт (пінополістирол) — це розповсюджена назва матеріалу, який отримується шляхом спіннювання гранул полістиролу. Даний процес також називається експандуванням, і тому скорочене позначення пінополістиролу згідно з Польськими стандартами це символ: ПС-Е, тобто ПоліСтирол Експандований.

Ізоляційні плити з пінополістиролу характеризуються дуже низьким коефіцієнтом теплопровідності, завдяки тому, що основним їх складником є ... повітря, закрите в порах цього матеріалу.

У будівництві, власне кажучи, немає іншого ізоляційного матеріалу, який зустрічався б частіше, ніж пінополістирол у відомій для всіх формі просотих у застосуванні "білих плит".

Виробники пінополістиролу, об'єднані в Асоціацію виробників пінополістиролу, постачають на польський будівельний ринок виключно матеріали, які відповідають жорстким якісним вимогам польського стандарту PN-B-20130:1999.

Технологія виготовлення з полістиролу, як вихідного матеріалу, ізоляційних пінополістиролових плит була винайдена німецькою фірмою BASF.

Дуже низька об'ємна щільність пінополістиролу базується на клітинній структурі цього матеріалу. В одному кубічному метрі знаходиться 3-6 мільярдів закритих клітинок. Вони за-

повнені нерухомим повітрям — одним з найкращих, відомих для нас ізоляційних матеріалів.

Впродовж останнього десятиліття стало повсюдно відомим, що родина хімічних сполук, відома під назвою хлорофторміксідів, викликає шкідливий вплив на озоновий захисний шар Землі. У випадку пінополістиролу ці сполуки не використовуються на жодному етапі виробництва або застосування. Піноутворюючим чинником є пентан, простий вуглеводень, який не містить атомів хлору, швидко розкладається на низьких температурах. Даний пороутворюючий (піноутворюючий) засіб потім замінюється повітрям під час наступних етапів виробничого процесу. Пінополістирол жодним чином не шкодить здоров'ю та навколишньому середовищу.

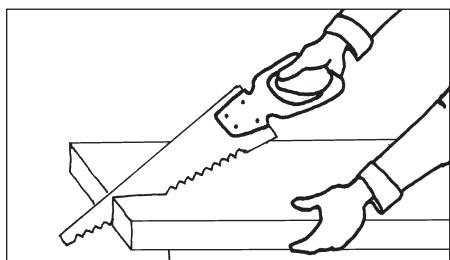
2. Простота обробки

Одна з найбільших переваг пінополістиролу, яка не має жодного впливу на здоров'я і навіть навпаки є приємною - це обробка цього матеріалу. Контакт з ним не призводить до опіків рук або подразнень шкіри та слизової оболонки, а також не викликає інших шкідливих для здоров'я наслідків. Під час роботи з пінополістиролом не потрібні будь-які спеціальні засоби охорони типу рукавиць респіраторів проти пилу, спеціального захисного одягу, спеціальних захисних окулярів і т.п.

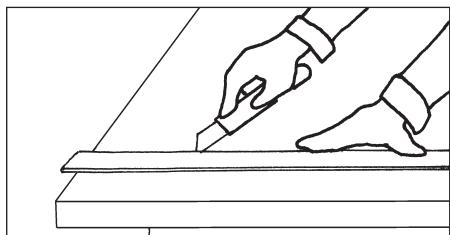
Укладка пінополістиролових плит є простою роботою з огляду на їх низьку об'ємну щільність (12 - 40 кг/м³).

Для точної прирізки та підгонки матеріалу абсолютно достатніми є звичайні інструменти, які можна знайти в кожній домівці.

Пінополістиролові плити можна просто розрізати, використовуючи ручну пилку з дрібними зубцями (ножівка).

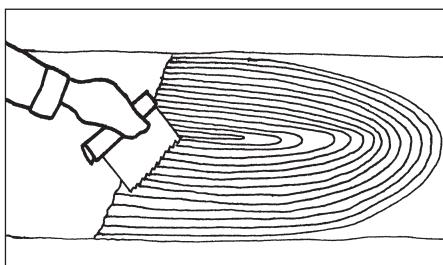


Використовуючи ніж, можна точно вирізати пінополістиролу будь-яку довільну форму.

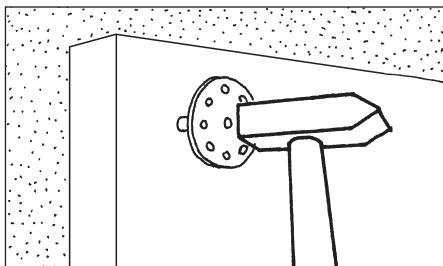


Для того щоб приклейти пінополістиролу плитку до побудованого вже муру або іншої основи на її поверхню за допомогою гребінцевого шпателя наноситься клейка маса (спосіб виконання утеплення стін вже побудованих та нових будинків в деталях описаний в розділі 8).

Приkleювання пінополістиролу до скла, металу тощо потребує застосування відповідним чином підібраного матеріалу для склеювання.



На нетривкій муріваний або бетонній основі плитки ізоляційного матеріалу додатково можна прикріплювати до більш глибоких шарів стінки, використовуючи спеціальні монтажні дюбелі з великою притискою шляпкою, тобто так званих грибків.



3. Хімічна стійкість

Пінополістирол не вступає в хімічну реакцію з будь-яким тривким будівельним матеріалом, який ми зустрічаємо на будівельному майданчику. Натомість він реагує на дію органічних розчинників таких, як: ацетон, бензол, нітро тощо. В той же час існує дуже велика група клейів, засобів захисту деревини та фарб, які спеціально призначені взаємодія з пінополістиролом.

Пінополістирол не шкідливий для довкілля: він не містить будь-яких шкідливих для здоров'я речовин, на-віть отримав допуск як матеріал для виготовлення упаковки для харчових продуктів.

Пінополістирол також стійкий до старіння. Він не гніє у вологому седовищі, зберігає свої фізичні характеристики, форму та розміри.

Пінополістирол не поглинає вологи. В зв'язку з цим він навіть використовується для виготовлення поплавків та елементів, які постійно перебувають у воді. Спеціально виготовлені плити використовуються для дренажу стін підвальів або садів на дахах.

- + Стійкий, матеріал не буде пошкоджений навіть при довготривалій дії.
- + / - Умовно стійкий, під час довготривалої дії матеріал може скорочуватися або зазнає поверхневого послаблення.
- Нестійкий, матеріал повільніше або швидше розчиняється, або ж скорочується.

Речовина, що впливає	Стійкість
Вода, морська вода, розчини солі	+
Звичайні будівельні матеріали такі, як вапно, цемент, гіпс, ангідрит	+
"Луги", такі як натрієвий луг, калієвий луг, аміак, вапняна вода, гноївка	+
Мило, зволожуючі засоби	+
Соляна кислота 35%	+
Азотна кислота до 50%	+
Сірчана кислота до 95%	+
Розчинені та слабкі кислоти такі, як молочна, вуглецева, гумусна кислота	+
Солі, добрива	+
Бітуми	+
Холодні бітуми та шпаклювальні бітумні маси з розчинниками	-
Смолові продукти	-
Молоко	+
Їстівна олія	+
Парафінова олія, вазелін, солярка	+/-
Етиловий та метиловий алкоголь	+
Розчинники такі, як ацетон, ефір, октан етилу, нітро, бензол, ксипол, лакові розчинники, трихлоретилен, четирихлорметан, скіпидар	-
Насичені аліфатичні вуглеводні, наприклад: циклогексан, аптечний бензин, лаковий бензин	-
Карбюраторне пальне (нормальна та супер)	-

4. Фізичні характеристики

1	Характеристики	PS-E FS 12	PS-E FS 15
2	Вид матеріалу	Термоізоляція	Термоізоляція
3	Застосування	Без навантажень, в стіні зі швом	Невеликі навантаження, зовнішнє утеплення всіма методами
4	Удавана щільність, не нижче, ніж кг/м ³	12,0	15,0
5	Напруження стиснення при 10% відносному деформуванні, не менше, ніж kPa	60	80
6	Стабільність параметрів при температурі 70°C, після 48 год., не більше ніж, %	±1.0	±1.0
7	Коефіцієнт теплопровідності при температурі 23 °C, максимальна величина, W/mK	0.042	0.040
8	Коефіцієнт теплопровідності при температурі 23 °C, розрахункова величина, заявлена фірмами, які відносяться до Асоціації виробників пінополістиролу, W/mK	0.041	0.038
9	Поглинання води після 24 год., не більше, ніж % (V/V)	1.8	1.8
10	Опір до розтягування силою перпендикулярно до поверхні, не менше, ніж kPa,	80	100
11	Опір до зрізування, не менше, ніж kPa	Не стандартизується	80
12	Здатність до самогасіння	гаситься	гаситься

Примітка:

Вимоги, які стосуються пінополістиролових плит термоізоляції від PS-E FS 12 до PS-E FS 40 наведено згідно з PN-B-20130: 1999.

Частина 1

PS-E FS 20	PS-E FS 30	PS-E FS 40	Пінополістиролові плити еластичні	Пінополістиролові плити дренажні	1
термоізоляція	термоізоляція	термоізоляція	Звукоізоляція, протиударна	Плити дренажні	2
перенесення механічних навантажень типових для покрівель, підлог та підземних частин будинків	перенесення більш високих механічних навантажень, ізоляція підлог в промислових приміщеннях, паркінгів, гаражів	перенесення більш високих механічних навантажень, ізоляція підлог в промислових приміщеннях, паркінгів, гаражів	приглушування механічних звуків в перекриттях поверхів житлових будинків та в цивільних будівлях	вертикальне та горизонтальне відведення води в будівельних перегородках	3
20,0	30,0	40,0	9-10		4
100	200	220			5
±1.0	±1.0	±1.0	±0.3		6
0.040	0.040	0.040	0.045	0.040-0.045 0.08 мокре	7
0.035	0.032	0.032			8
1.5	1.2	1.2			9
150	200	не стандартизується	50		10
100	не стандартизується	не стандартизується			11
гаситься самостійно	гаситься самостійно	гаситься самостійно	гаситься самостійно	гаситься самостійно	12

Фізичні характеристики

		PS-E FS 12	PS-E FS 15
13	Товщина ізоляційного шару d [mm]	Тепловий опір шару $\text{m}^2\text{K}/\text{W}$	Тепловий опір шару $\text{m}^2\text{K}/\text{W}$
14	10	0.24	0.26
15	15	0.36	0.39
16	20	0.49	0.53
17	25	0.70	0.66
18	30	0.73	0.79
19	40	0.98	1.05
20	50	1.22	1.32
21	60	1.46	1.58
22	70	1.71	1.84
23	80	1.95	2.11
24	90	2.20	2.37
25	100	2.44	2.63
26	110	2.68	2.89
27	120	2.93	3.16
28	17/15*		
29	22/20		
30	27/25		
31	33/30		
32	38/35		
33	43/40		

* Товщина ізоляційного шару звукоізоляції без навантаження та під навантаженням.

PS-E FS 20	PS-E FS 30	PS-E FS 40	Пінополістиролові плити еластичні	Пінополістиролові плити дренажні	
Тепловий опір шару m^2K/W	Тепловий опір шару m^2K/W	13			
0.29	0.31	0.31			14
0.43	0.47	0.47			15
0.57	0.63	0.63			16
0.71	0.78	0.78			17
0.86	0.94	0.94			18
1.14	1.25	1.25		0.50	19
1.43	1.56	1.56		0.63	20
1.71	1.88	1.88		0.75	21
2.00	2.19	2.19		0.88	22
2.29	2.50	2.50		1.00	23
2.57	2.81	2.81		1.13	24
2.86	3.13	3.13		1.25	25
3.14	3.44	3.44		1.38	26
3.43	3.75	3.75		1.50	27
			0.33**		28
			0.44		29
			0.56		30
			0.67		31
			0.78		32
			0.89		33

** Тепловий опір шару розраховано для звукоізоляції під навантаженням.

5. Фізика будівлі

Основні відомості про переміщення тепла через будівельні перегородки та методи самостійного розрахунку коефіцієнта тепловіддачі для зовнішніх стінок.

Будинки, крім головних умов безпечної експлуатації на міцність, повинні відповісти вимогам, пов'язаним з економією енергії, тепловим комфортом та звуковою ізоляцією.

Проектування та вимірювання з точки зору теплового захисту будівельних конструкцій має базуватися на знаннях та дотриманні принципів і процесів, які описуються фізикою будівлі.

Помилки у сфері фізики будівлі призводили та й надалі призводять до будівельних збитків, надмірного навантаження для навколишнього середовища та непотрібного витрачання енергії.

Представлено нижче інформація не ставить перед собою мету повністю описати дану проблематику, а тільки пояснює, в якомога доступнішій формі, найважливіші поняття, які стосуються теплової, противолового та звукової ізоляції.

Економія енергії є необхідністю, яка значним чином впливає на проектування та технічне виконання будівельного об'єкту.

Відповідна теплова ізоляція корпусу будівлі гарантує збереження в його середині зручних та гігієнічних умов для перебування людей.

Архітектор та будівельний інженер повинен мати в своєму розпорядженні всю сукупність знань, пов'язану з проектуванням, розрахунком та процесом виконання теплою ізоляції. Отже, до них необхідно звертатися у разі потреби з конкретними питаннями, які стосуються цієї сфери.

Оптимальна теплова ізоляція будівлі дозволяє досягнути наступних цілей:

- зниження експлуатаційних затрат;
- збереження теплового комфорту;
- захист будівлі;
- економія природних енергоносіїв;
- енергетична безпека держави;
- обмеження забруднення повітря.

Переміщення тепла

Теплопровідність

Процес теплопровідності відбувається всередині твердих матеріалів та полягає на передачі енергії між сусідніми частками. Відтік тепла через зовнішні перегородки будівлі, зокрема, пов'язаний з тепловими втратами з причини теплопровідності.

Випромінювання

У даному випадку енергообмін відбувається у формі електромагнітної хвилі між поверхнями твердих тіл з різними температурами та різними характеристиками випромінювання.

Теплова конвекція

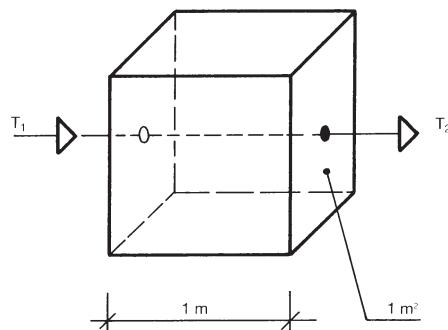
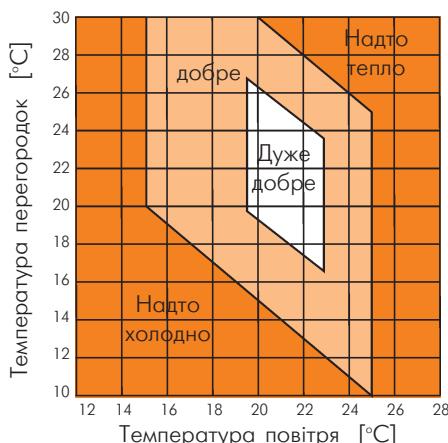
Під поняттям теплової конвекції розуміється переміщення енергії молекулами газу, які перебувають у вільному русі або молекулами рідин. Втрати тепла, спричинені обміном теплого повітря з приміщення з холодним повітрям ззовні називаються **вентиляційними втратами**.

Втрати тепла виникають також під час утворення тепла в обладнання центрального опалення або теплої побутової води. Це втрати, які пов'язані з газами згоряння, з зовнішньою поверхнею та охолодженням котла.

В подальшій частині буде представлений спосіб переходу від коефіцієнта теплопровідності (λ) будівельного матеріалу до коефіцієнта тепловіддачі (U) всієї будівельної перегородки.

Тепловий захист

На малюнку представлено залежність теплового комфорту в приміщенні від температури повітря та температури площин, які створюють приміщення.



$$\Delta T = T_1 - T_2 = 1^\circ\text{C}$$

Від дослідної величини теплопровідності до розрахункової величини

Основою для визначення величини коефіцієнта теплопровідності є дослідження та отримані в результаті цих досліджень **дослідні величини**. Дослідження проводяться виключно у спеціалізованих лабораторіях згідно з чітко визначеними методами вимірювання.

Лабораторні дослідження, які виконуються згідно з цими методами, дозволяють отримати дослідну теплопровідність у сухому стані. Для отримання розрахункової величини необхідно врахувати стандартну похибку, яка випливає з виробничої шкали параметрів матеріалу та фактичних умов вологості на місці застосування матеріалу.

Теплопровідність

Стандартні позначення:

λ (ламбда)

Одиниця:

$\text{Вт}/\text{м}\text{K}$

(ват на метр та градус)

Теплопровідність є інформацією про потік енергії, які переміщується через одниничну поверхню верстви матеріалу товщиною 1 м при різниці температур з обох сторін цієї верстви, яка дорівнюється 1 K (1°C).

Теплопровідність є характерною властивістю матеріалу, залежить від його хімічного складу, пористості, а також від вологості.

Розрахункова величина

Розрахункові величини теплопровідності основних будівельних матеріалів для умов середньої вологості та вологих умов можна знайти, наприклад, у: додатку до стандарту PN-EN-ISO 6946:1998 "Тепlostійкість та коефіцієнт тепловіддачі - Метод розрахунку", сертифіатах будівель-

них матеріалів або сертифіатах відповідності, які публікуються виробниками.

Розрахункова величина теплопровідності характеризує властивість кінцевого виробу і тому враховує всі складові готового матеріалу, а також можливий інтервал його виробництва.

Орієнтовні величини коефіцієнта теплопровідності λ деяких будівельних матеріалів для умов з середньою вологістю (Вт/мК):

Конструкційні матеріали

Залізобетон	1.7
Бетон звичайний	1.5
Стіна з суцільної цегли	0.77
Стіна з клінкерної цегли	1.05
Стіна з багадірчастої цегли	0.56
Стіна з силікатної цегли	0.80
Плити та блоки з гіпсу	0.35
Соснова деревина	0.16
Стіна з ломаного каменю	2.50
Пористий бетон	0.20

Термоізоляційні матеріали

Пінополістирол	0.032 - 0.045
Поліуретан	0.035
Мінеральна вовна	0.042 - 0.045
Експандований корок	0.045
Мати зі скловолокна	0.045
Плити цементно-стружечні	0.15
Чорне піноскло	0.07
Плита войлокна пориста	0.06
Повітря (нерухоме)	0.02

Захисні матеріали

Цементна штукатурка	1.00
Цементно-вапняна штукатурка	0.82
Вапняна штукатурка	0.70
Гіпсокартонні плити	0.23
Гіпсова монолітна підлога	0.52
Фанера	0.16
Плити войлокні тверді	0.18
Керамічні плити	1.05
Покриття на підлогу ПХВ	0.20

Інші матеріали

Толь асфальтова	0.18
Папір	0.25
Тирса з деревини, насипом	0.09
Шлак з опалювального матеріалу	0.28
Глина	0.75
Пісок середній	0.40
Щебінь	0.90
Грунт	0.90
Будівельна сталь	58.00
Чавун	50.00
Мідь	370.00
Віконне скло	0.80
Органічне скло	0.19

Примітка:

Низька величина λ = добрий термоізоляції.

Висока величина λ = поганій термоізоляції.

Тепловий захист

Опір теплопровідності

Позначення: R

Одиниця: m^2K/W

Опір теплопровідності є величиною, яка характеризує термоізоляційні властивості будівельної перегородки.

Крім коефіцієнта теплопровідності конкретних матеріалі, з яких складається перегородка вплив на його величину також мають товщини цих шарів. Тепловий опір однорідного шару матеріалу розраховується за наступною формулою:

$$R = d / \lambda$$

в якій:

d - товщина шару в метрах;

λ - розрахункова величина

теплопровідності в W/Mk ;

Величина опору верстви матеріалу найповніше характеризує теплові властивості даної частини перегородки.

Опір теплопровідності в найпростішому випадку може розраховуватися як сума теплових опорів конкретних шарів:

$$R_{\lambda} = \sum d_i / \lambda_i$$

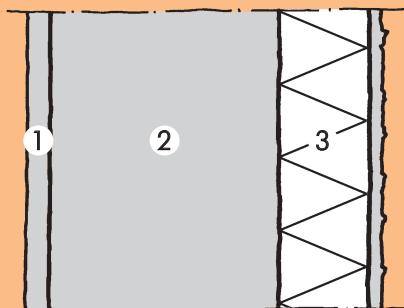
де:

i - номер чергового шару в перегородці.

Приклад розрахунку А

Багатошарова перегородка

1. Зовнішня штукатурка 1.5 см
 $\lambda = 0.7 \text{ W/mK}$
2. Керамічний пустотілий блок 29 см
 $\lambda = 0.50 \text{ W/mK}$
3. Утеплення за "легко-мокрим" (за допомогою пінополістиролу) методом *, пінополістирол PS-E FS 15 товщиною 11 см, $\lambda = 0.04 \text{ W/mK}$



* Для зовнішньої системи утеплення стін за "легко-мокрим" методом не враховуються опори тонкого шару зовнішньої штукатурки та шару клею.

Опір тепlopровідності R_λ (ΣR_λ)

$$\begin{aligned} \Sigma R_\lambda &= R_\lambda^1 + R_\lambda^2 + R_\lambda^3 = \\ &= 0,015/0,7 + 0,29/0,50 + 0,11/0,04 = \\ &= 3,35 \text{ m}^2 \text{ K/W} \end{aligned}$$

Розрахункові величини коефіцієнта тепlopровідності можуть враховуватися на підставі комерційної інформації виробників будівельних матеріалів. Характеристику пінополістиролу представлено на сторінках 10-11.

Про те, яким чином на підставі опору тепlopровідності можна розрахувати величину коефіцієнта тепловіддачі "U" (колишньої "k") перегородки, буде розповідатися в наступних розділах.

Тепловий захист

Коефіцієнт засвоєння тепла

Позначення:

h_{si} - з внутрішньої сторони

h_{se} - з зовнішньої сторони

Одиниця: W/m^2K

Коефіцієнт засвоєння тепла відповідає потоку енергії, тобто кількості тепла, яке надходить або відходить впродовж однієї секунди з одиниці поверхні перегородки до повітря, що оточує її, при різниці температур поверхні перегородки, яка дорівнює 1 К ($1^\circ C$).

Величина коефіцієнта засвоєння тепла насамперед залежить від напрямку руху теплового потоку, швидкості руху повітря в оточенні перегородки та умов обміну теплового випромінювання.

Опір засвоєння тепла

Позначення: R_{si} або R_{se}

Одиниця: m^2K/W

Опір засвоєння тепла дорівнює зворотній величині коефіцієнта засвоєння тепла:

$$R_{si} = 1 / h_{si}, \quad R_{se} = 1 / h_{se}$$

Незалежно від опору, які виникають для обміну тепла конкретні шари перегородки додатковою перешкодою є опори засвоєння тепла на обох їх поверхнях — з боку внутрішнього та зовнішнього повітря.

Опори засвоєння тепла — згідно зі стандартом PN-EN-ISO 6946:1998
 "Тепловий опір та коефіцієнт засвоєння тепла — Метод розрахунку".

Напрямок термічного потоку			
	Догори	Горизонтальний	Вниз
R_{si}	0.10	0.13	0.17
R_{se}	0.04	0.04	0.04

Приклади опорів засвоєння тепла для різних будівельних перегородок

Перегородка	Напрямок термічного потоку	R_{si} m ² K/W	R_{se} m ² K/W	$R_{si} + R_{se}$ m ² K/W
Зовнішня стінка	горизонтальний	0.13	0.04	0.17
Стінка, занурена в ґрунті	горизонтальний	0.13	0.00	0.13
Внутрішня стінка	горизонтальний	0.13	0.13	0.26
Стінка біля неопалюваного приміщення	горизонтальний	0.13	0.13	0.26
Зовнішня сполучена покрівля	Догори	0.10	0.04	0.14
Внутрішнє перекриття	Догори	0.10	0.10	0.20
Внутрішнє перекриття	Вниз	0.17	0.17	0.34
Перекриття над аркою, тощо	Вниз	0.17	0.04	0.21
Перекриття під неопалюваним горищем	Догори	0.10	0.10	0.20

Тепловий захист

Коефіцієнт тепловіддачі

Позначення: U (раніше "k")

Одиниця: W/m^2K

Коефіцієнт тепловіддачі є показником втрат тепла через перегородку. Так само, як і термічний опір, коефіцієнт U слугує для представлення характеристики термоізоляційних властивостей окремих елементів будівлі.

Величина коефіцієнта U залежить від виду застосованих матеріалів та їх товщини, а також від умов в приміщенні і напрямку обміну тепла.

Величина коефіцієнта U представляє кількість тепла, яка переміститься за час однієї секунди через одиницю поверхні будівельної перегородки ($1\ m^2$) при різниці температур повітря з обох сторін, яка дорівнює $1\ K$ ($1^\circ C$).

Через перегородку площею A при різниці температур ΔT переміщується термічний потік Φ :

$$\Phi = U \times A \times \Delta T$$

Коефіцієнт U розраховується за наступною формулою:

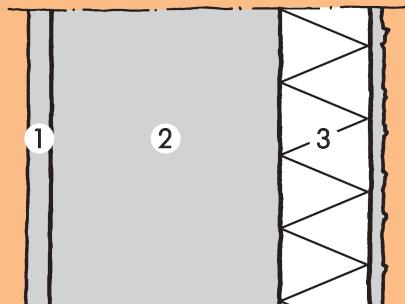
$$1/U = R_{si} + \Sigma R_\lambda + R_{se}$$

Вища величина U = високим втратам тепла.

Нижча величина = низькі втрати тепла.

Приклад розрахунку В Багатошарова перегородка

1. Зовнішня штукатурка 1,5 см
2. Керамічний пустотілий блок 29 см
3. Утеплення зовнішнє,
пінополістирол PS-E FS 15
товщиною 11 см



Розрахунок коефіцієнта U

$$[\frac{1}{U} = R_{si} + \sum R_{\lambda} + R_{se}]$$

- приклад на сторінці 17:

(сума опорів провідності)

$$\sum R_{\lambda} = 3,35 \text{ m}^2\text{K/W}$$

- таблиця на сторінці 19:

$$R_{si} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$\frac{1}{U} = 0,13 + 3,35 + 0,04 = 3,52 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U = 1/3,52 = 0,28 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Тепловий захист

Коефіцієнт тепловіддачі U та затрати на опалення

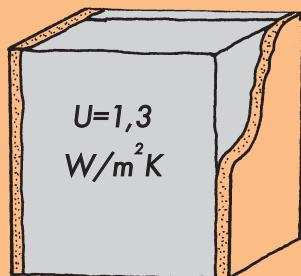
Відповідна термічна ізоляція будинку скорочує коефіцієнт тепловіддачі, що позначає зниження втрат енергії та затрат на опалення.

Одноразова інвестиція у відповідну термічну ізоляцію дозволяє економити на затратах на опалення під час кожної зими впродовж всього періоду експлуатації будинку.

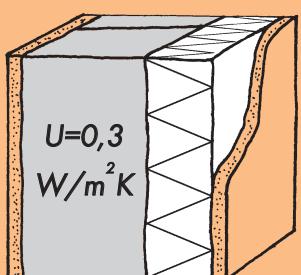
Як спрощений варіант, можна виходити з наступного принципу розрахунку потреб в енергії:

коефіцієнт U x 10 = кількість м³ газу або літрів пального на опалення на кожний м² зовнішньої стінки за весь опалювальний сезон.

Подальші рекомендації, які стосуються затрат на опалення та теплового захисту, можна знайти на сторінці 50.



погано



добре



Сучасні вимоги щодо теплового захисту будинків

Згідно з Розпорядженням Міністра внутрішніх справ та адміністрації від 30 вересня 1997 року щодо внесення змін до розпорядження про технічні умови, яким повинні відповідати будівлі та їх розташування (Вісник законів № 132, позиція 878):

§ 328. Будинок та його система опалення, вентиляційна система та система кондиціювання повинні бути запроектовані і виконані таким чином, щоб кількість теплової енергії, необхідної для експлуатації будинку згідно з його призначенням можна було б зберігати на раціонально низькому рівні.

§ 329. 1. Для житлового багатоквартирного будинку та будинку колективного проживання вимоги, визначені в § 328 вважаються виконаними, якщо величина показника E , що визначає розрахункову потребу в кінцевій енергії (тепло) для опалювання будинку під час опалювального сезону, виражена в кількості енергії, яка припадає впродовж року на 1 м³ кубатури опалюваної частини будинку менше, ніж гранична величина E_0 .

§ 329. 2. Для житлового будинку котеджного типу вимоги, визначені в § 328 вважаються виконаними, якщо:

- 1) величина показника E , про який йдеється в пункті 1, менше, ніж гранична величина E_0 , або
- 2) зовнішні перегородки відповідають вимогам термічної ізоляції та іншим вимогам, пов'язаним з економією енергії, які визначені в додатку до розпорядження.

§ 329. 3. Для будинків цивільного призначення та для будинків промислового призначення вимоги, визначені в § 328 вважаються виконаними, якщо зовнішні перегородки відповідають вимогам тепло-вої ізоляції або іншим вимогам, пов'язаним з економією енергії, які визначені в додатку до розпорядження.

§ 329. 4. Границі величини E_0 показника сезонної потреби на тепло для опалювання будинку в залежності від показника форми будинку A/V для житлових будинків та будинків колективного проживання становлять:

- 1) $E_0 = 29 \text{ kWh}/(\text{m}^3 \text{ рік})$
при $A/V \leq 0.20$,
- 2) $E_0 = 26.6 + 12 A/V \text{ kWh}/(\text{m}^3 \text{ рік})$
при $0.20 < A/V < 0.90$,
- 3) $E_0 = 37.4 \text{ kWh}/(\text{m}^3 \text{ рік})$
при $A/V \geq 0.90$

де:

A – це сума площ поверхонь усіх зовнішніх стінок (разом з вікнами та балконними дверима), покрівель та сполучених покрівель, підлог на ґрунті або перекриттів над неопалюваним підвальними приміщенням, перекриттів над арками, які відділяють опалювану частину будинку від зовнішнього повітря, що розраховуються по зовнішньому периметру,

V – це кубатура опалюваної частини будинку, розрахована згідно з Польським стандартом, який стосується принципів розрахунку кубатури будинків, збільшена на кубатуру опалюваних приміщень на житловому горищі або в підвальному приміщенні та зменшена на кубатуру окремих під'їздів, ліфтових шахт, відкритих ніш, лоджій та галерей.

§ 329. 5. Показник сезонної потреби на тепло для опалення житлового будинку та будинку колективного проживання E , про який йдеється в пункті 1, розраховується згідно з Польським стандартом, який стосується розрахунку сезонної потреби на тепло для опалення житлових будинків.

Тепловий захист

Додаток до Розпорядження Міністра внутрішніх справ та адміністрації від 30 вересня 1997 року.

Вимоги теплової ізоляції та інші вимоги, пов'язані з економією енергії.

Величини коефіцієнта тепловіддачі U стінок та сполучених покрівель, розраховані згідно з Польським стандартом та наведені для вікон, балконних дверей та зовнішніх дверей не можуть перевищувати величин U_{\max} , які визначені в таблицях:

Житловий будинок котеджного типу

Пор. №	Вид перегородки та температура в приміщенні	U_{\max} W/(m ² K)
1	Зовнішні стінки (які стикаються з зовнішнім повітрям): a) при $t_i > 16^{\circ}\text{C}$: - з багатошаровою будовою *, з ізоляцією з матеріалу з коефіцієнтом тепlopровідності $\lambda \leq 0.05 \text{ W/mK}$, - інші b) при $t_i \leq 16^{\circ}\text{C}$ (незалежно від виду стінки)	0.30 0.50 0.80
2	Стінки неопалюваних підвальних приміщень	без вимог
3	Сполучені покрівлі та перекриття під неопалюваними горищами або над арками: a) при $t_i > 16^{\circ}\text{C}$ b) при $8^{\circ}\text{C} < t_i \leq 16^{\circ}\text{C}$	0.30 0.50
4	Перекриття над неопалюваними підвальними приміщеннями та закритими просторами під підлогою	0.60
5	Перекриття над опалюваними підвальними приміщеннями	без вимог
6	Внутрішні стінки, які відділяють опалюване приміщення від неопалюваного	1.00

Пор. №	Вікна, балконні двері та зовнішні двері	U_{\max} W/(m ² K)
1	Вікна (в тому числі на скаті покрівлі), балконні двері та прозорі поверхні, які не відкриваються у приміщеннях з $t_i \geq 20^{\circ}\text{C}$: - в I, II i III кліматичній зоні - в IV i V кліматичній зоні	2.6 2.0
2	Вікна в стінках, які відділяють опалювані приміщення від приміщень неопалюваних	4.0
3	Вікна підвальних приміщень та неопалюваних горищ, та над неопалюваними сходовими маршами	без вимог
4	Зовнішні вхідні двері до будинків	2.6

Будинок цивільного призначення

Пор. № ^o	Вид перегородки та температура в приміщенні	U_{\max} W/(m ² K)
1	Зовнішні стінки (які стикаються з зовнішнім повітрям): a) при $t_i > 16^{\circ}\text{C}$ - суцільні - з віконними та дверними отворами - з консолями балкону, вмонтованими в стінку b) при $t_i \leq 16^{\circ}\text{C}$ (незалежно від виду стінки)	0.45 0.55 0.65 0.70
2	Зовнішні стінки між опалюваними приміщеннями та сходовими маршами або коридорами	3.00**
3	Стінки, які прилягають до монтажних щілин товщиною: a) до 5 см, постійно закритих та заповнених теплоізоляцією вглиб, принаймні на 20 см b) більше 5 см, незалежно від прийнятого способу закриття та ізолявання щілин	3.00 1.00
4	Стінки неопалюваних підвальних приміщень	без вимог
5	Сполучені покрівлі та перекриття під неопалюваними горищами або над арками: a) при $t_i > 16^{\circ}\text{C}$ b) при $8^{\circ}\text{C} < t_i \leq 16^{\circ}\text{C}$	0.30 0.50
6	Перекриття над підвальными неопалюваними приміщеннями та закритими просторами під підлогами	0.60
7	Перекриття над опалюваними підвальными приміщеннями	без вимог

Пор. № ^o	Вікна, балконні двері, світлові вікна та зовнішні двері	U_{\max} W/(m ² K)
1	Вікна та балконні двері: a) при $t_i \geq 20^{\circ}\text{C}$ b) при $t_i < 20^{\circ}\text{C}$	2.3 без вимог
2	Вікна та балконні двері в приміщеннях з особливими гігієнічними вимогами (приміщення призначенні для постійного перебування людей в лікарнях, яслах та дитячих садочках)	2.3
3	Вікна підвальних приміщень та неопалюваних горищ, а також світлові вікна над неопалюваними сходовими маршами	без вимог
4	Вхідні зовнішні двері до будинків	2.6

t_i - розрахункова температура в приміщеннях згідно з Польським стандартом.

* - зовнішня і внутрішня штукатурка не визнається окремим шаром.

** - якщо при вхідних дверях до будинку відсутній тамбур, то величина коефіцієнта U внутрішньої стінки в під'їзді на першому поверсі не повинна перевищувати 1.0 W/(m²K).

5.2. Захист від вологи

Тільки деякі чинники, які впливають на будинок можуть створювати таку ж інтенсивну та суттєву для його функціонування небезпеку, як волога в різних своїх проявах. Проектант повинен надзвичайно ретельно та детально передбачити всі необхідні форми захисту від вологи, яка походить з оточуючого середовища, з середини будинку, а також з основи.

З точки зору фізики використання слова "волога" не до кінця правильне, адже це ніщо інше, як вода. Проте в будівельній термінології цей термін дуже добре прижився і є широковживаним, а що найбільш суттєве - його розуміють. Отже, захист від вологи є захистом будинку від води, яка в різний спосіб може проникнути до будинку.

Технологічна волога

Пов'язана з виробництвом, складуванням та транспортуванням і монтажем будівельних матеріалів.

Грунтовая волога

Може проникати до будинку знизу, з ґрунтових вод або це може бути поверхнева вода, яку поглинає будинок в тому випадку, коли відсутня результативна гідроізоляція.

Дощова вода

Проникає через нещільні покрівлі, тераси, балкони, але також через дефектні місця та щілини у вертикальних перегородках. Капілярне засмоктування може спричинити проникнення води всередину на виліт через всі перегородки.

Експлуатаційна волога

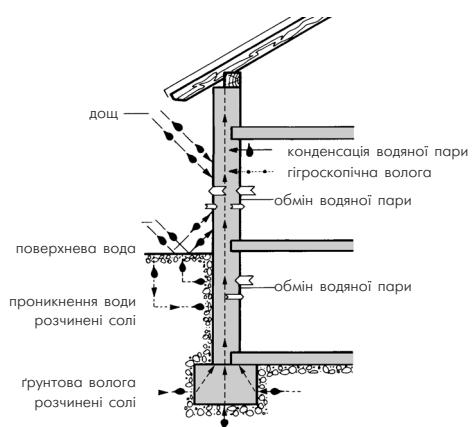
Виникає шляхом конденсації водяної пари, що походить від людей, рослин, го-

тування та сушіння в житлових приміщеннях, а від технологічних процесів в промислових будинках на поверхнях перегородок будинку та в їх середині. Особливо це стосується зовнішніх перегородок, тобто тих, які відділяють будинок від зовнішнього середовища. Вода конденсується у тому випадку, коли водяна пара, що знаходитьсья в повітрі, переохолоджується та призводить до насичення внутрішнього повітря. Внутрішнє зволоження перегородки знижує її ізоляційні здібності.

Мета захисту від вологи

Однією з умов збереження всередині будинку комфортного мікроклімату є сухі перегородки, які оточують це приміщення. З вологими перегородками дотримання комфортних умов є дуже складним навіть при дуже інтенсивному опаленні. А кількість енергії, яка використовується на опалення приміщення у цих умовах є суттєво вищою.

Отже, метою ефективного захисту будинку від вологи є уникнення негативних впливів її присутності та деформацій і втрат, які спідуть цього.



Вологість повітря

Повітря, як і будівельні матеріали, містить вологу, яка може проявлятися в ньому у різних формах, а саме: в рідкому стані (вода), газоподібному (водяна пару) та твердому (крига). Перехід від одного фізичного стану до іншого пов'язане зі зміною температури.

Концентрація повітря

Повітря, яке нас оточує, містить воду в газоподібному стані (водяна пару). Кількість водяної пари, яка може знаходитися у повітрі обмежена та сильно залежить від температури. Більш тепле повітря може поглинути без конденсування більше водяної пари, натомість більш холодне - менше.

Відносна вологість повітря

Відносна вологість повітря розраховується як співвідношення кількості (або парціального тиску) водяної пари, яка фактично знаходиться в повітрі до кількості (тиску) водяної пари, яка б насытила це повітря при даній температурі. Як правило, відносна вологість повітря виражається в процентах. Отже, згідно з вищенаведеним визначенням повітря насищено водяною парою має відносну вологість, що дорівнюється 100%.

Конденсування водяної пари

В зв'язку з нагріванням вологого повітря знижується його відносна вологість, натомість охолодження призводить до зростання відносної вологості. Хоча в обох випадках фак-

тичний вміст вологи в повітрі не зазнає змін. Змін зазнає тільки співвідношення реальної кількості водяної пари в повітрі до максимальної кількості, яка відповідає стану концентрації.

Охолодження повітря до рівня, який відповідає 100% відносної вологості призводить до створення умов стану концентрації (так звана точка роси) і розпочинається процес конденсування пари. У цих умовах повітря вже не може зберегти попередньої кількості води у газоподібному стані і водяна пару конденсується. Кількість сконденсованої води відповідає різниці максимального вмісту пари в повітрі перед та після охолодження. Отже, чим вища відносна вологість повітря, тим краще мають бути ізольовані зовнішні стіни приміщення для того, щоб уникнути конденсування водяної пари на їх поверхнях.

Темпера- тура повітря °C	Відносна вolo- гість повітря %	Темп- ература точки роси °C	Допустима різниця темпер- атур °C
20	30	1.9	<18.1
20	40	6.0	<14.0
20	50	9.3	<10.7
20	60	12.0	<8.0
20	70	14.4	<5.6
20	80	16.4	<3.6
20	90	18.3	<1.7

В брошурі представлені тільки основні поняття, які мають безпосереднє практичне значення. Детальні фізичні описи та розрахунки, пов'язані з цією тематикою, широко представліні в спеціальній літературі з цього предмету.

Захист від вологи

Тиск водяної пари

Земна куля оточена повітряною оболонкою, тобто атмосфорою. Потужна маса повітря викликає тиск на кожне тіло, яке знаходиться на поверхні землі, і цей тиск називається атмосферним тиском. Водяна пара, присутня в повітрі, додатково посилює цей тиск, викликаючи, так званий парціальний тиск водяної пари. Величина цього тиску збільшується разом із зростанням вмісту водяної пари та залежить від температури і відносної вологості повітря. Тиск водяної пари в неконцентрованому повітрі нижче тиску, який відповідає стану концентрації.

Круговорот водяної пари

Круговорот водяної пари через будівельні перегородки часто помилково визначається як здатність приміщення дихати. Натомість, в дійсності це процес компенсування парціальних тисків водяної пари між двома середовищами, які розділяє між собою перегородка. Обмін водяної пари відбувається з середовища з більш високою концентрацією пари в середовищі з більш низькою концентрацією. Отже, водяна пара завжди буде переміщуватися в тому напрямку, де повітря є більш сухим (абсолютний вміст водяної пари нижчий).

Дифузійний опір

Властивості матеріалів, пов'язані з переміщенням водяної пари через будівельні матеріали характеризуються коефіцієнтом проникнення пари d [$\text{g}/(\text{m}\cdot\text{hPa})$]. Він відповідає кількості водяної пари в грамах, яка переміщується через 1 m^2 шару матеріалу товщиною в 1 m впродовж однієї години та при різниці тисків з обох сторін цього шару, яка дорівнює 1 Pa . Так само, як і для переміщення тепла через зовнішню оболонку будинку, було

запропоновано поняття дифузійного опору довільного шару матеріалу:

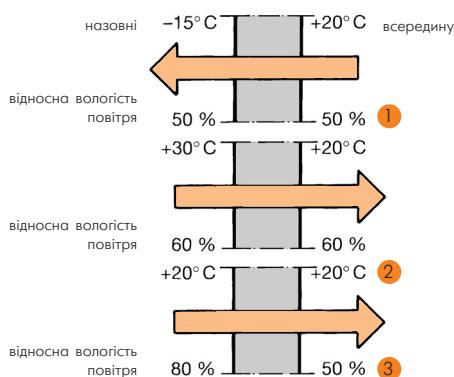
$$Z = d / \delta,$$

де:

d - товщина шару [м]

Сукупний дифузійний опір перегородки дорівнює сумі дифузійних опорів конкретних шарів, з яких складається ця перегородка.

Напрямки переміщення водяної пари



1. При низьких зовнішніх температурах (зимку) переміщення водяної пари, як правило, відбувається з більш теплої сторони в сторону більш холодну (назовні).
2. Влітку, у зв'язку зі зворотною різницею температур переміщення водяної пари може відбуватися ззовні до середини.
3. Переміщення водяної пари також може відбуватися в умовах рівних температур, але при відмінній відносній вологості повітря з обох сторін. Звичайно у цих умовах не відбувається конденсовання водяної пари.

Коефіцієнт проникнення пари для будівельних матеріалів (приклади)

Матеріал	$\delta \times 10^4$ [g/(m h hPa)]
Вовна мінеральна	480
Експандований корок	75
Пінополістирол	12
Стінка з суцільної керамічної цегли	105
Стінка з пустотілої цегли	135
Цементна штукатурка	45
Вапняна штукатурка	75
Гіпсова монолітна підлога	112
Гіпсо-картонні плити	75
Гіпсобетон	150
Деревина (сосна та ялина) поперець волокон	60
вдовж волокон	320
Фанера	20
Войлочні пористі плити	180
Войлочні тверді плити	20
Бетон звичайний з кришки кам'яної	30
Бетон з кришки вапняної	180
Бетон пористий	225
Тирсобетон	240
Мармур, граніт	7.5
Пісковик	38
Вапно звичайне	60

Для листових матеріалів та покріттів величини дифузійних опорів наводяться безпосередньо щодо суцільних шарів, наприклад:

	$m^2 h hPa/g$
Плівка поліетиленова, товщина 0.2 мм	66
Плівка ПХВ, 0.5 мм	58
Плівка алюмінієва, 0.02 мм	360
Толь асфальтова з двостороннім покриттям, 1.5 мм	120
Покриття з двох шарів толю на мастиці, 5.0 мм	460
Покриття з трьох шарів толю на мастиці, 7.5 мм	660
Толь асфальтова ізоляційна, 0.4 мм	6.7
Картон, 0.3 мм	0.4

Захист від вологої

Міф про "стіни, що дихають"

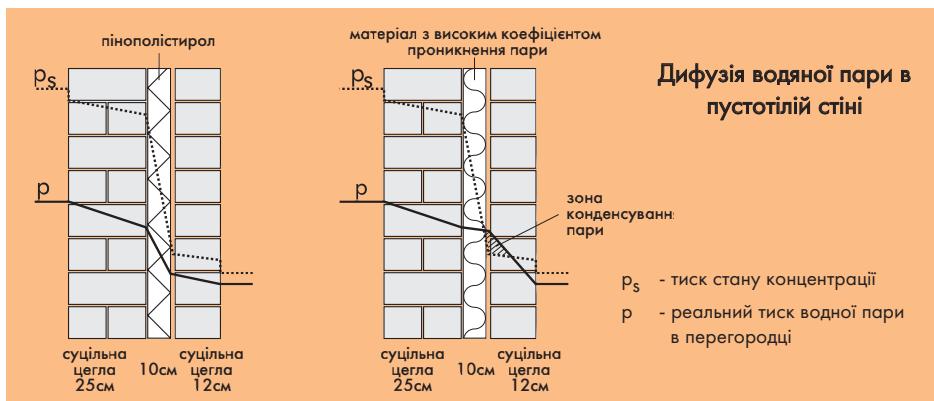
Після довгих років застосування пінополістиролу в будівництві довкола нього кружляють думки, в яких між собою змішуються фальшиві міфи та реальність.

Однією з них є міф про "стіни, що дихають", який розуміється як переміщення водяної пари через стінки будинку. Пінополістирол є досить герметичним матеріалом з точки зору переміщення водяної пари і тому побутує точка зору про відсутність "дихання" в приміщенні ізольованих за допомогою цього матеріалу. Збереження відповідної вологості повітря в приміщенні є можливим тільки завдяки відповідній дії вентиляції. Краще всього в цьому переконалися мешканці будинків, в яких було замінено старі, негерметичні вікна на нові. В цьому випадку не допомагають "стіни, що дихають", вода стікає по шибках, а сухі до цього часу стінки покриваються плісенью. Частка стінок в обміні вологи з середовищем є невеликою і не може враховуватися під час формування мікроклімату приміщення. Натомість поверхневі шари всіх перегородок, у відповідності зі своїми абсорбційними

властивостями, забезпечують врівноваження тимчасових коливань вологості повітря шляхом поглинання надлишку вологи та повернення її в період пониженої вологості.

Натомість здатність матеріалів пропускати водяну пару має вплив на вибір та розташування шарів в перегородці. В пустотілій стіні, яка в даний час дуже часто застосовується в Польщі, матеріал термоізоляції закритий з двох сторін муром з цегли, пустотілі блоки різного виду, тощо. Якщо матеріал теплоізоляції легко пропускає водяну пару ("дихає"), то на місці стику ізоляції та зовнішнього шару стінки відбувається конденсовання водяної пари. Застосування безперервного шару пінополістиролу дозволяє знизити доступ водяної пари всередину перегородки та уникнути її відсирівання (малюнок).

Натомість в кожній перегородці, незалежно від виду ізоляційного матеріалу та застосованої системи розташування шарів, переривчасте виконання шару термоізоляції або залишення щілин на стінках плит може спричинити конденсовання та накопичення вологи, а в результаті цього пошкодження чутливих до вологи матеріалів перегородки.



5.3. Захист від шуму

Слухове сприйняття	Звук, шум	Гучність dB(A)	Вплив на організм	Гучність dB(A)
Не чути	Дуже тихий годинник, листя, що падає	10 10	поріг чутності поріг вимірювання	0 10
дуже тихий	Кишеневковий годинник, кроки по м'якому покріттю, шелестіння листя	15-20 20		
	вода в крані	20		
	слабкий дощ	15-25		
	шепіт	20-25	приємний рівень навіть під час	
	розмова на близькій відстані	25-30	сну	30
		30	нешкідливий для здоров'я рівень	до 30
тихий	Холодильник, тиха розмова, радіо, що тихо грає, спів птахів,	30-40 40 40-50 40-50	рекомендується під час концепційної розумової праці, під час творчої розумової праці	до 40
	легке закривання дверей, розмова віпхолосу (2 м), спокійна вулиця	45-55 50 50	можливі психологічні та вегетативні реакції	до 50
голосний	Пральна машина (1 м), розмова по телефону, пилосос (1 м), нормальна розмова (2 м) включене радіо, телевізор, міцне закривання дверей, гучна розмова	50-60 55 60 60 60 60-70 70	відчувається як неприємний ускладнює розмову дратує нерви	від 60 від 70 від 70
дуже голосний	погано чутна телефонна розмова, центрифуга в пральні (1 м) сильний рух на вулиці (10 м), радіо, що грає гучно, міцне закривання дверей гучний крик крик дітей (1 м)	75 75-80 80 80-90 80-90 90 95	максимальний під час фізичної праці рівень небезпечний для здоров'я початок пошкодження слуху	до 80 від 90
нестерпний	Ручна пила циркулярка (1 м), дуже гучне радіо, пневматичний молоток (1 м), фабричний гудок (50 м) реактивний літак (середня висота) реактивний літак (мала висота) вибух	100 100 100-115 110 110-120 120-130 від 150	рівень загрозливий для здоров'я, пошкодження центральної нервової системи поріг болю параліч та смерть організму	від 110 від 120 120 150-180

Захист від шуму

Звук

Механічні коливання з частотою, яку сприймає людське вухо, розміщені в інтервалі приблизно від 16 Hz до 20 000 Hz.

З огляду на середовище, в якому розповсюджуються звуки можна виділити повітряні та ударні звуки.

В нашу епоху високорозвинutoї техніки дедалі ширше до шуму ставляться як до явища, яке ускладнює життя та може привести до довготривалого порушення здоров'я.

"Тихе помешкання" сьогодні є предметом мрій багатьох мільйонів людей.

Пінополістиролова система зовнішнього утеплення в поєднанні з традиційним конструкційним шаром гарантує досягнення не тільки високого теплового опору стінок, але й виконання жорстких вимог звукоізоляції та шумопоглинання.

Проте в даному випадку мова буде вестися, головним чином, про звукоізоляцію підлог, яка поглинає відгомін кроків.

Пінополістиролові плити звукоізоляції дедалі ширше застосовуються у будівництві в тих місцях, де виникають звуки і зокрема для приглушування ударних звуків в перекриттях між поверхами.

Подальша інформація зі сфери фізики будівлі, яка стосується цих явищ, буде представлена в розділі "Звукоізоляція перекриттів та підлог".

6. 6. Причини та способи ізоляції

Кожний з нас хотів би відчувати у своєму домі затишок, тепло та здорову атмосферу. Для того, щоб можна було виконати це очікування будинок повинен відповісти основним технічним вимогам, які стосуються теплоізоляції та температури на поверхні зовнішніх стінок. У тому випадку, коли стіни надто холодні і вологі, поверхня підлоги по-дібна до криги, а мешканці тримтять від холоду, незважаючи на те, що опалення працює на повні оберти - це означає, що в будинку відсутня будь-яка теплова ізоляція.

З причини поганої ізоляції зовнішніх стінок, перекріттів та підлоги тепло швидко покидає помешкання. Отже, таким чином марнується не тільки дорогоцінна енергія, але й мешканці будинку наражені на постійний дискомфорт та невдоволеність умовами праці або відпочинку в неопаленому приміщенні. Прямою причиною такого стану є надто низька різниця температур між повітрям та поверхнею стінок.

Жодна інвестиція не принесе настільки великої економії, як відповідна термоізоляція з пінополістиролом. Жоден інший ізоляційний матеріал немає настільки вигідного співвідношення ціни до отриманого теплового опору.

Застосовуючи відповідну термоізоляцію ми економимо тричі:

- На вартості матеріалу з огляду на згадане вище співвідношення ціни та ізоляційний властивостей пінополістиrolу.
- На вартості монтажу, адже жоден інший матеріал не може бути настільки легким, швидким та зручним в монтажі як пінополістиrol. Працівники охоче працюють з пінополістиrolом, бо він не подразнює шкіри, легкий, чистий та приємний на дотик.
- На вартості опалення, різ за роком тому, що гроші, інвестовані в теплову ізоляцію повертаються дуже швидко. Оцінюється, що вартість термоізоляції складає не більше, ніж декілька процентів від сукупної вартості нового будинку. Теплоізоляція окупиться в будь-якому випадку також, якщо проводиться реконструкція старої будівлі.

Теплоізоляція є високорентабельною інвестицією. По відношенню до будинків без виразного шару термоізоляції в добре ізольованому будинку затрати на опалення скорочуються до однієї чверті.

Коефіцієнт тепловіддачі U [$\text{W}/\text{m}^2\text{K}$]

Будинок*	Вікно	Перекриття	Зовнішні стіни	Перекриття підвального приміщення	Річна потреба у газі [m^3]	Річна потреба в енергії [kWh/m^2]	Економія [%]
без термоізоляції	3.0	2.17	1.30	1.85	7858	317	0
Середній рівень ізоляції	3.0	0.58	0.58	0.56	3451	139	56
Добрий рівень ізоляції	1.9	0.24	0.29	0.33	2025	82	75
Енергоощадний будинок	1.3	0.15	0.20	0.30	1192	48	85

Приблизні розрахунки для будинку котеджного типу площею 128 m^2 .

Чому і як ізолювати

Рекомендації щодо проектування та експлуатації енергоощадних будинків:

- найбільш бажаною є компактна форма будинку, завдяки якій поверхня зовнішніх стінок є мінімальною, а співвідношення площі стінок до кубатури об'єкту є якомога меншим;
- великі засклені площини мають бути зосереджені на південній стіні будинку, в північній стіні можуть знаходитися тільки малі отвори;
- товщина теплоізоляції повинна базуватися на загальній вартості інвестиції та затрат на експлуатацію (опалення) будинку;
- ізольованими мають бути також канали системи опалення, завдяки чому будуть зниженні втрати енергії;
- система має бути чітко адаптована до конкретних вимог даного об'єкту та користувачів;
- система опалення низькотемпературна дозволяє краще використовувати енергію, яка виробляється та передається;
- має бути застосоване обладнання для відтворення тепла з використаного вентиляційного повітря, що дозволяє значно скоротити вентиляційні втрати;
- вентиляційна система повинна уможливлювати управління та контроль

- циркуляції повітря в будинку;
- постачання тепла в приміщення повинно регулюватися за допомогою калориферних вентилів-термостатів, а вироблення тепла атмосферним регулятором;
- температура повітря не повинна перевищувати 20° С вдень, а вночі можливим є її зниження;
- у старих будівлях необхідно насамперед перевірити систему опалення з точки зору її вимірювання та ефективності і, у випадку необхідності, реконструювати її.

Оптимальна товщина термоізоляції залежить від співвідношення цін будівельних матеріалів та енергії. Отже, вона міняється у часі, а також залежить від місцевої цінової політики.

Рекомендовані, орієнтовні товщини пінополістиролових ізоляційних шарів для енергоощадних будинків:

- похилена сполучена покрівля: 20-25 см;
- перекриття найвищого поверху: 25 см;
- пласка сполучена покрівля: 25 см;
- зовнішня стінка: 15 см;
- перекриття підвального неопалюваного приміщення: 10 см;
- підлога на ґрунті: 10 см.

Втрати тепла в будинку котеджного типу



7. Ізоляція перекриттів та підлог

Через погано ізольовані перекриття та підлоги відбувається інтенсивний відтік тепла. Отже, таким чином марнується не тільки дорога енергія, але й мешканці будинку наражені на постійний температурний дискомфорт в недогрітому приміщенні. Безпосередньою причиною такого стану є надто висока різниця температур між повітрям та поверхнею перегородок. Холодна поверхня підлоги попри те, що опалення працює на повних обертах викликає почуття холоду.

Отже, економія енергії вимагає того, щоб крім результативної пінополістиролової ізоляції зовнішніх стін та покрівлі мають бути добре ізольовані перекриття над неопалюваним приміщенням, підлоги на ґрунті, перекриття над арками, гаражами, тощо. Така ізоляція одночасно призведе до того, що у мешканців приміщень, розташованих вище, перестануть мерзнуть ноги.

Рекомендації, пов'язані з виконанням стяжок на шарах ізоляції в перекриттях:

1. Загальне зменшення товщини ізоляційних шарів під впливом ваги стяжки не повинно перевищувати 5 мм. Не слід застосовувати матеріалів, які не мають відповідної стійкості до стискання.
2. Загнуті краї ізоляції, завдання яких полягає в шумовій ізоляції перекриття від стінки, мають бути укладені безпосередньо на перекритті, проходячи через всю товщину стяжки та виходячи зі стяжки приблизно 1-2 см.
3. Шари ізоляційного матеріалу мають бути укладені плоско і точно, з взаємним приляганням до себе країв та конкретних шарів.
4. Якщо на несучій конструкції перекриття прокладені труби систем, то вони мають бути покриті захисним або вирівнювальним шаром таким чином, щоб була можливою плоска укладка шару теплоізоляції. Якщо це неможливо зробити з огляду на надто малу товщину перекриття, то необхідно закрити труби, принаймі, за допомогою шару звукоізоляції, яка приглушує відгомін кроків (мінімальна товщина 20-25 мм).

7.1. Підлога на ґрунті – будова

Рекомендований вид пінополістиролової ізоляції

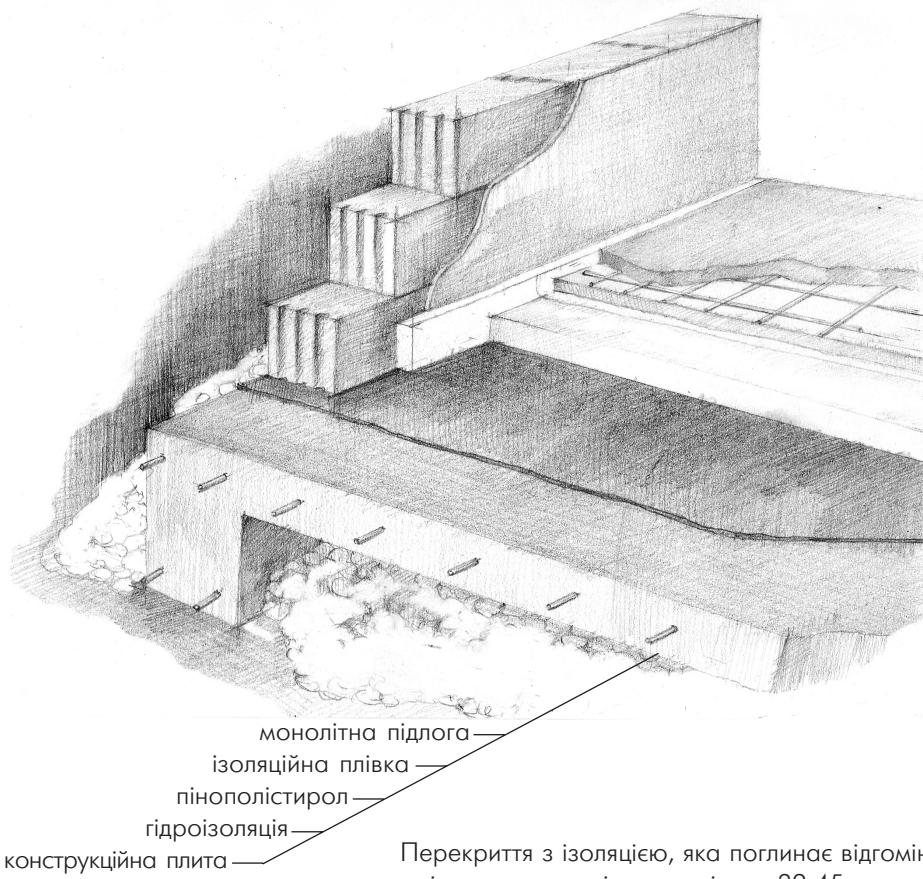
PS-E FS 20 або вище

Рекомендована товщина ізоляції, принаймні

10см

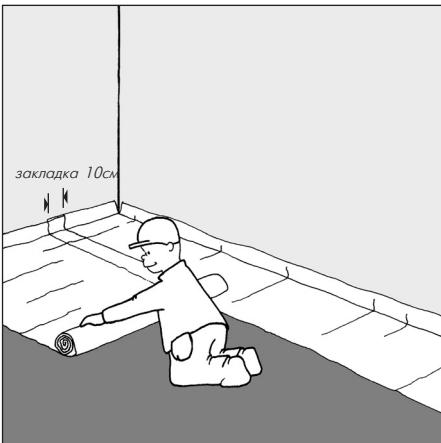
Будинки без підвального приміщення, а також житлові підвальні приміщення, які часто експлуатуються, мають бути ефективно ізольовані від втрат тепла. Найпростіше це зробити за допомогою пінополістиролових

плит. Плити типу PS-E FS 20 також можуть бути застосовані для ізоляції перекріттів між поверхами, якщо не потрібно робити спеціальної звукоізоляції.

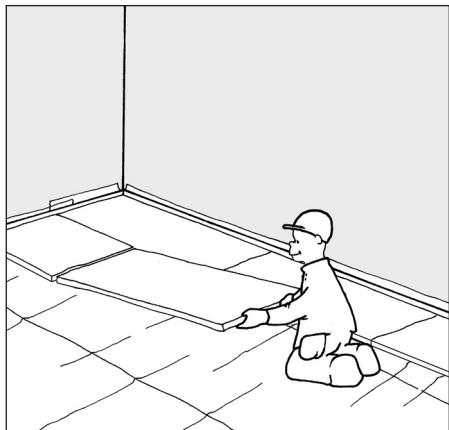


Підлога на ґрунті – виконання

1. Основа має бути плоскою та сухою. У протилежному випадку необхідно вирівняти її, використовуючи для цього, наприклад, водостійку шпаклювальну масу.
2. Для підлоги на ґрунті необхідно застосовувати гідроізоляцію (наприклад, у вигляді асфальтової спаяної толі).
3. В міжповерхових перекриттях застосовується ізоляційний шар (наприклад, поліетиленова плівка), який розкладається на чистій та гладкій основі. Смуги плівки повинні вкладатися з 10-ти сантиметровою закладкою та мати бути закладені на стінку на висоту приблизно 12 см.
4. Стрічки ізоляції по периметру, які відділяють перекриття від стінок (стрічки пінополістиролу або спеціальної стрічки) мають бути встановлені вертикально довкола приміщення.

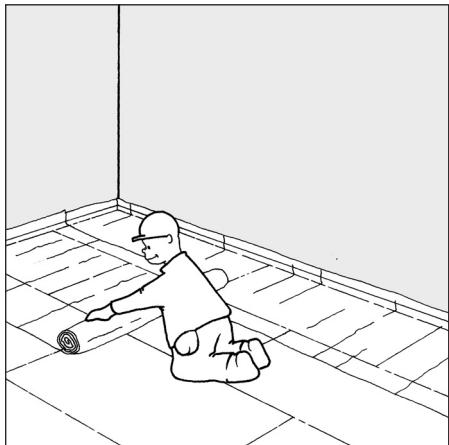


5. Укладка ізоляційних плит повинна розпочинатися з кута. Перший рядок пінополістиролових плит необхідно вкладати вдовж стінки, дотискаючи їх до стрічок периметрової ізоляції.

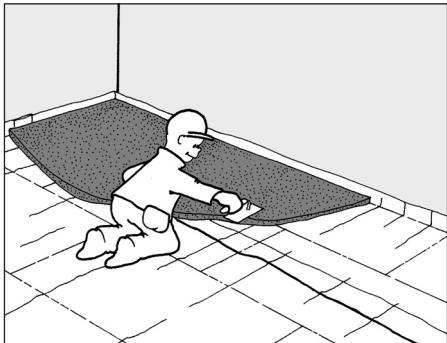


Підлога на ґрунті - виконання

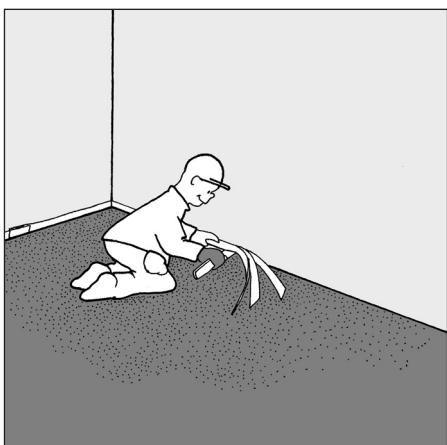
6. Наступні ряди плит необхідно вкладати зі зміщенням швів, уникаючи, таким чином, перехрещування стиків плит в сусідніх рядах.
7. Закінчення плит в окремих рядах необхідно обрізувати з невеликим запасом та втискати на своє місце, використовуючи при цьому, наприклад, рейку.
8. Після укладки безперервної ізоляції необхідно відразу закрити її шаром ізоляційної плівки (закладаючи її на стінки та стрічки ізоляції по периметру).



9. Після цього на шар плівки наноситься стяжка та рівномірно розводиться по основі за допомогою рейки.



10. Смуги ізоляції по периметру та плівки, які виходять вище рівня стяжки необхідно обрізати на рівні зі стяжкою.



Примітка:

Ізоляція по периметру, яка відділяє рідку підлогу від стінок, завжди має досягти верху всіх шарів підлоги.

Якщо ж бетонна підлога тільки пофарбована, як наприклад в підвальних приміщеннях, то ізоляція по периметру може бути підрізана до рівня стяжки.

7.2. Звукоізоляція перекріттів та підлог

Останнім часом шум стає однією з найбільших загроз для природного середовища людини. Великою мірою на нього наражені люди в житлових будинках у великих, але також в малих містах. Приблизно 60% сьогодні скаржиться на шум, стверджуючи, що він значно перешкодає їм жити. Часто здоров'я людей зазнає тяжких втрат внаслідок довготривалого впливу шуму.

Раніше проектування та зведення житлових будинків, в основному, були підпорядковані економічним показникам, сьогодні на перший план виходить необхідність покращення якості життя у сучасних будинках. Навіть говориться про повернення помешканню його відновлювальних та відпочинкових функцій, як про найважливіше завдання сьогоднішнього будівництва.

Звукоізоляція таких елементів будинку, як підлоги, перекриття та стінки дозволяє захищати людей від небезпечноного впливу зовнішнього шуму.

Шумом називається будь-який звук, який якимось чином сприймається, як та-кий, що заважає та втомлює. З огляду на спосіб та середовище перенесення звуку відрізняються **повітряні, водні та ударні звуки**.

Відгомін кроків, пересування меблів по підлозі - це особлива форма ударних звуків. Результативне ізольовання перекріттів від таких звуків можливе у тому випадку, якщо воно розпочинається на етапі проектування, а не щойно тоді, коли шум починає набридати мешканцям.

Способи приглушення ударних звуків

Найпростішим способом підвищення звукоізоляції перекріттів є підвищення їх маси шляхом збільшення товщини, застосування тяжких матеріалів, тощо. Проте, це дуже дорогі заходи і вони без потреби ускладнюють конструкцію будинку. Більш результативним способом досягнення відповідного рівня ізоляції є застосування двошарової системи, підлоги відділеної від несучої конструкції, яка у широкому вжитку називається плаваючою підлогою.

Отже, плаваюча підлога потребує укладки на несучий конструкції перекриття тривкої та дуже еластичної верстви звукоізоляції, яка відділяє в усіх місцях (також і біля стін, коробок, труб систем) цементну або антігридину стяжку, що є основою для шару підлоги.

Підвищення комфорту житлових приміщень вимагає від проектувальників, архітекторів, а також від користувачів використовування сучасних будівельних матеріалів та систем, які пропонуються на ринку. Високі вимоги протишумового захисту можуть бути повністю виконані тільки шляхом використання спеціальних матеріалів високої якості.

Еластична ізоляція плаваючої підлоги має відповісти дуже високим технічним вимогам для того, щоб вся система виконувала своє завдання та не зазнала швидкого старіння. Для тривалості звукоізоляції перекриття вирішальне значення має її стійкість на стискання під довготривалим навантаженням та дотримання необхідних ізоляційних властивостей в умовах підвищеної вологості.

Звукоізоляція перекриттів та підлог

Пінополістиролові ізоляційні плити, які завдяки спеціальній пластичній обробці характеризуються високою еластичністю, мають дуже вигідні акустичні властивості. Завдяки низькій ціні і високій результативності приглушення ударних звуків на світі вони вже давно є найбільш бажаним матеріалом у застосуванні для створення звукоізоляції в будинках.

Застосування еластичних пінополістиролових плит звукоізоляції дозволяє виконати або навіть перевищити вимоги протишумового захисту, які містяться у стандарті PN-B-02151-3:1999 "Захист від шуму в будинках - звукоізоляція перегородок в будинках та звукоізоляція будівельних елементів".

Основним параметром, що характеризує матеріал звукоізоляції є динамічна стійкість, одиницею якої є N/cm^3 або MN/m^3 .

Спрощений спосіб оцінки рівня звукоізоляції перекриття:

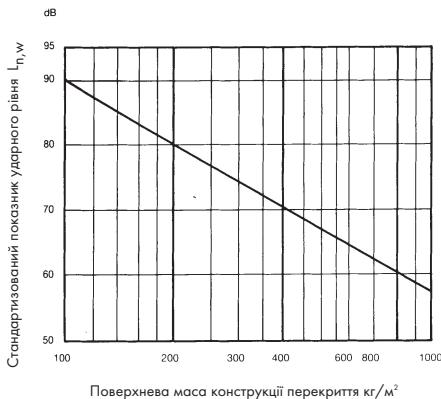
1. Розрахунок маси несучої конструкції перекриття, яка припадає на одиницю площини та оцінка її акустичних якостей (оціночний, стандартизований показник ударного рівня) за графіком № 1.
2. Розрахунок маси поверхневого шару стяжки та визначення показника покращення ізоляції від ударних звуків в залежності від

динамічної стійкості пінополістиролових плит за графіком № 2.
3. Від показника для несучої конструкції перекриття віднімається величина показника покращення ізоляції для стяжки. Отриманий результат має бути принаймні на 3 dB менший, ніж максимальна величина, наведена в таблиці на сторінці 41.

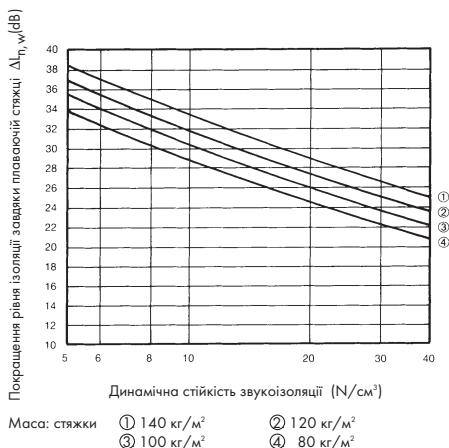
Разом зі спрощеними розрахунковими процедурами також існують комп'ютерні програми, які розраховують акустичні ізоляційні характеристики перекриттів після введення даних про будову та фізичні властивості окремих шарів.

Звукоізоляція перекріттів та підлог

Графік № 1



Графік № 2



Рівень звукоізоляції перекріттів, який вимагається згідно з PN-B-02151-3:1999	Максимальна величина показника ударного рівня $L'_{n,w}$ [dB]
Квартири в багатоквартирному житловому будинку	58
Перекриття між квартирою та коридором	53
Будинки котеджного типу "близнюки" та ланцюгового типу	53
Готельні номери, в залежності від категорії	58 - 63
Ясла, дитячі садочки, класи для дітей	63
Школи, лекційні аудиторії	63
Кімнати в студентських гуртожитках	63
Палати для хворих в лікарнях	63
Адміністративні будинки	63

Звукоізоляція перекриттів та підлог

Акустична характеристика окремих пінополістиролових плит

Товщина шару пінополістиролу в плаваючій підлозі (величина без статичного навантаження)*	Показник ΔL_{w} , dB	Акустичний клас
17 мм	19	PP-18
30 мм	26	PP-23

* Товщина цементної стяжки 5 мм.

Точні величини акустичних параметрів всіх типів плит та товщини мають наводитися виробником матеріалу.

Пінополістиролові плити, які поглинають ударні звуки характеризуються особливо низьким рівнем деформування під довготривалим навантаженням та з цієї точки зору стоять вище, ніж вимоги, які ставляться по відношенню до матеріалів для плаваючих підлог.

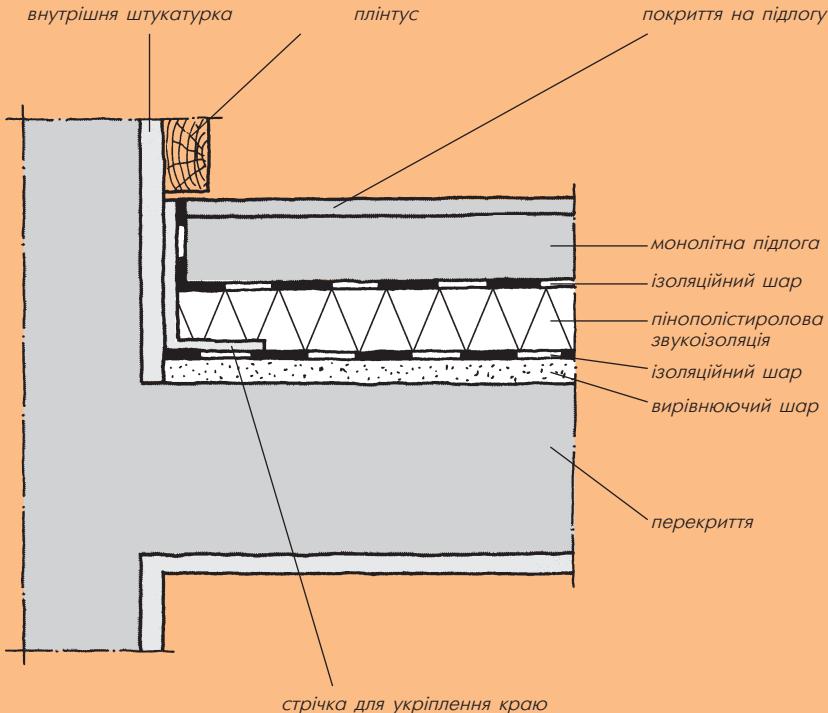
На практиці деформування пінополістиролових плит під навантаженням, як правило, не перевищує 3 мм.

Найважливішою умовою правильного функціонування протиударної ізоляції перекриття є уникнення акустичних перемичок, які можуть виникнути між стяжкою та стінами.

Переваги пінополістиролової акустичної ізоляції:

- дуже добре співвідношення між якістю та ціною;
- стійкість до високих механічних навантажень;
- обмежена деформація під час довготривалих навантажень;
- гідростійкість;
- легка укладка з будь-якої точки зору.

Міжповерхове перекриття зі звукоізоляцією



Пінополістиролові плити звукоізоляції виробляються в наступних габаритах 1000 x 5000 мм. Крім звичайної інформації про товщину плит виробники також наводять кінцеву товщину ізоляції під довготривалим експлуатаційним навантаженням. Типові товщини плит для приглушення ударних звуків, які вже пропонуються на ринку становлять: 17/15, 22/20,

27/25, 30/27, 33/30, 38/35, 43/40 (перша величина це товщина без навантаження, а друга - під навантаженням).

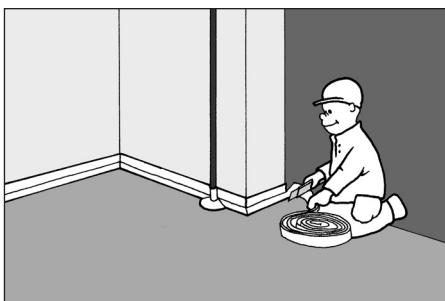
Плити звукоізоляції самогасяться і одночасно можуть виконувати функцію термоізоляції.

Міжповерхове перекриття зі звукоізоляцією - укладка ізоляції

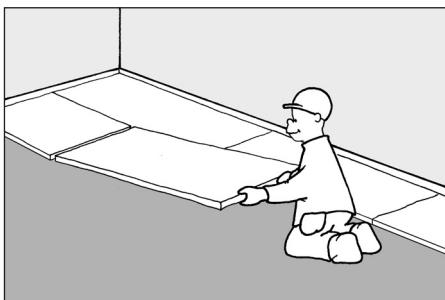
1. Перед початком робіт, пов'язаних з укладкою звукоізоляції, необхідно ретельно очистити поверхню несутої конструкції перекриття від будь-якого бруду. Випуклі нерівності бетони, арматурні прути або ж залишки цементу мають бути усунуті з основи. Якщо виникне така необхідність, то можна також застосувати вирівнюючий шар з піщаної засипки. Далі укладається розdziляюча ізоляція (наприклад, з поліетиленової плівки) з принаймні 10-ти сантиметровою закладкою між черговими смугами матеріалу.



2. Довкола стінок необхідно розмістити стрічку ізоляції по периметру (спеціальна плінтусна стрічка або смужки тонкого пінополістиролу), яка відділить плаваючу підлогу від стінок.

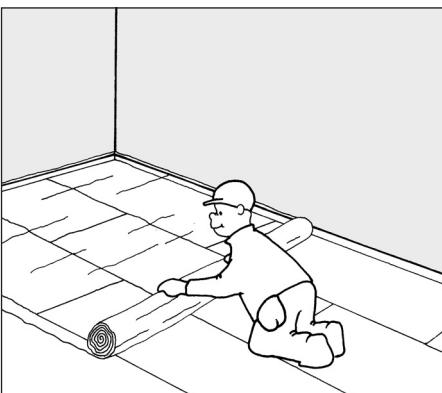


3. Пінополістиролові плити розкладаються рядами, починаючи з кута.
4. Плити необхідно дотискати одна до другої для того, щоб уникнути створення акустичних перемичок.
5. З'єднання плит в окремих рядах мають бути зміщеними між собою для того, щоб не створювалися перехресні шви. З цією метою кожний другий ряд розпочинається з половинки плити.

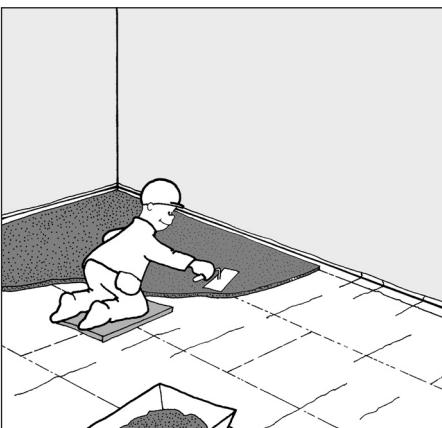


Міжповерхове перекриття зі звукоізоляцією - укладка ізоляції

6. Після укладки повного шару звукоізоляції він знову накривається розділюючою плівкою. Необхідно робити 10-ти сантиметрові закладки між смугами плівки та виложити їх на стінку, принаймні до рівня верхнього краю стрічки ізоляції по периметру.



7. Кінцевим етапом є виконання стяжки на ізоляційних шарах. Мінімальна товщина стяжки в плаваючій підлозі - 50 мм.



Якщо крім акустичних вимог перекриття має відповідати також додатковим вимогам рівня теплоізоляції, то на шарі теплоізоляції розкладається, зі зміщенням швів, додатковий шар пінополістиролу типу PS-E FS 20 необхідної товщини.

Під час проведення ремонтів, зокрема в жилих будинках, безпосередньо на звукоізоляції можна вкладати тирсоплити, поєднані шпунтово-пазовим способом. В такому випадку вони будуть зручною основою для покриття на підлогу.

Таким чином створюється повна, рівна, стійка до навантажень підлога з одночасно дуже невеликою товщиною всього перекриття.

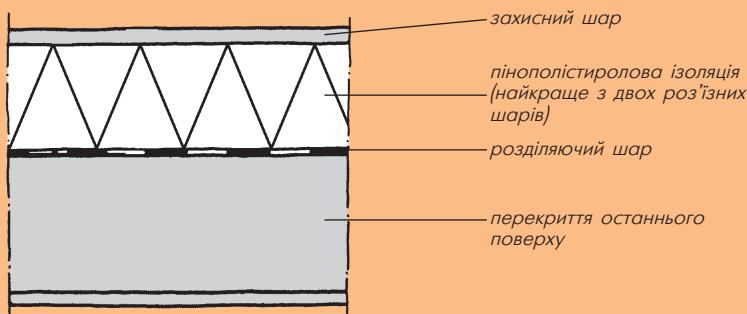
7.3. Перекриття останнього поверху - система шарів

Перекриття останнього поверху	під стяжкою	без стяжки
Рекомендований вид ізоляції	PS-E FS 20	PS-E FS 15
Рекомендована товщина	240 мм	250 мм

Втрати тепла через перекриття над останнім опалюваним поверхом будинку можуть доходити навіть до 25%.

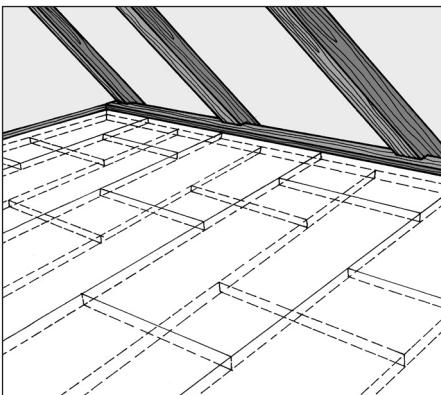
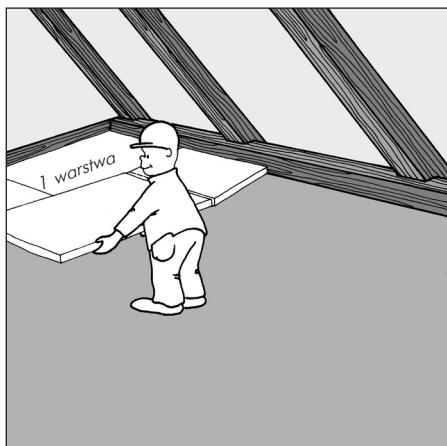
Якщо горище будинку не використовується в якості жилого приміщення, то розміщення термоізоляції між стропильними ногами або під стропильними ногами не має сенсу. Значно легше в такому випадку розмістити термоізоляцію на перекритті останнього поверху, в підлозі горища. Ізоляція з пінополістиролових плит, укладена на перекритті може мати довільну товщину, вона є безперервною і її легко самостійно може зробити навіть мешканець будинку.

Якщо ізоляція закривається зверху шаром стяжки, то необхідно застосовувати вид пінополістиролу, який маєвищу концентрацію і одночасно більшу стійкість на стискання.



Перекриття останнього поверху - укладка ізоляції

1. Поверхню несучої конструкції перекриття необхідно ретельно очистити, усунути всі випуклі елементи та розкласти розділюючу ізоляцію.
2. Більш вигідним є встановлення ізоляції з двох шарів замість тільки одного шару, оскільки таким чином ми уникамо повітряних щілин, які проходять через всю товщину ізоляції.
3. Пінополістиролові плити вкладаються, починаючи з кута, ретельно притискаючи їх між собою. Остання плита в кожному ряду підрізається до бажаного розміру гострим ножем або пилкою з дрібними зубцями.
4. Необхідно уникати накладання швів між плитами в окремих рядах. З цією метою другий ряд розпочинають вкладати з половини плити, третій ряд знову розпочинається з цілої плити і так далі.
5. Під час виконання двошарової термоізоляції зі зміщеними швами плит захисні плити або стяжка знаходяться тільки у верхньому шарі.



8. Зовнішнє ізолявання стін - "легко-мокрий" метод

Всі складники та матеріали для зовнішнього ізолявання стін такі, як клейка та ґрунтувальна маса, арматурна сітка, модифікована штукатурка, мають взаємо сумісними з механічної та хімічної точок зору. Отже, вони мають становити єдину систему. Використовуватися повинні тільки ті системи, які були офіційно допущені на польський ринок, є достатньо випробуваними та повними. Тільки такі системи можуть забезпечити користувачеві відповідну якість та тривалість. Випадково підібрані матеріали з різних систем утеплення, придбані в результаті пошуку найнижчої ціни, не дають впевненості, якщо йдеться про технічну якість ізоляції та її тривалість.

Для зовнішнього ізолявання стінок використовується пінополістирол типу PS-E FS 15 з удаваною щільністю більше 15 кг/м³, завдяки якій плити мають відповідну механічну стійкість. Необхідно враховувати сезонність при використанні пінополістиролу для того, щоб повністю уникнути ефекту технологічного деформування.

Всі системи зовнішнього ізолявання стін, які присутні на польському будівельному ринку, повинні мати "Технічний сертифікат", що видається Інститутом будівельних технологій у Варшаві.

Оптимальна товщина пінополістиролової термоізоляції кожного разу має добиратися до фактичних характеристик зовнішньої оболонки будинку та способу його експлуатації. Кожний серйозний дистрибутор ізоляційних систем може за короткий час розрахувати необхідну товщину ізоляційного матеріалу або матеріалу для утеплення.

Всі елементи перевірених систем були підібрані на підставі довготривалого досвіду та лабораторних досліджень таким чином, щоб досягнути відповідного фізичного функціонування всієї системи.

Зовнішнє ізолявання стінок - "легко-мокрий" метод

Приклад можливої економії енергії

Впродовж всього опалювального сезону через 1 м² оштукатуреної зовнішньої стінки втрачається кількість тепла, яка відповідає:

- у тому випадку, якщо відсутня термоізоляція (коєфіцієнт тепловіддачі $U=1.33 \text{ W/m}^2\text{K}$):
20 м³ природного газу;
- з теплоізоляцією з пінополістиролу товщиною 10 см (коєфіцієнт тепловіддачі $U=0.33 \text{ W/m}^2\text{K}$):
5,4 м³ природного газу.

Переваги системи зовнішнього ізолявання стінок пінополістиролом:

- економія енергії на опалення, завдяки підвищенню рівню теплоізоляції;
- зниження інвестиційних затрат на систему опалення та котел шляхом зменшення потреб в енергії;
- покращення якості теплового мікроклімату та гігієнічних умов в приміщенні;
- запобігання механічним пошкодженням стінки, завдяки невеликим коливанням температури в конструкційному шарі;
- зменшення товщини стінки до конструктивного мінімуму, що уможливлює краще використання площин забудови (при 100 м² забудови можна в порівнянні з граційною стіною зекономити приблизно 4 м² жилої площини);
- забезпечення від заморожування

труб систем, прокладених в стінках;

- технічно простий та рентабельний метод покращення рівня термоізоляції вже збудованих будинків, тобто, так зване, утеплення.
- зниження викидів в атмосферу токсичних речовин шляхом зменшення використання енергії на опалення будинків, що є суттєвим внеском в захист навколишнього середовища.

Теплоізоляція вибраних зовнішніх стінок

Приклади економії затрат на опалення для різних варіантів стінок та товщина ізоляції по відношенню до 1 м² поверхні стінки.

Будова стінки	Товщина [м]	Щільність [кг/м ³]	Теплопровідність [W/mK]	U [W/m ² K]	Затрати на опалення [зл./м ² /рік]	Економія [зл./м ² /рік]
Зовнішня штукатурка Суцільна цегла Внутрішня штукатурка	0.03 0.25 0.02	1850 1800 1850	0.82 0.77 0.82	1.82	39.50	
+ 5 см PS-E FS +6 см PS-E FS +7 см PS-E FS +8 см PS-E FS +9 см PS-E FS +10 см PS-E FS				0.56 0.49 0.43 0.39 0.36 0.33	12.16 10.64 9.33 8.47 7.81 7.16	27.34 28.86 30.17 31.03 31.69 32.34
Зовнішня штукатурка Пустотілий блок MAX Внутрішня штукатурка	0.03 0.29 0.02	1850 920 1850	0.87 0.50 0.87	1.25	27.13	
+ 5 см PS-E FS +6 см PS-E FS +7 см PS-E FS +8 см PS-E FS +9 см PS-E FS +10 см PS-E FS				0.49 0.43 0.39 0.36 0.33 0.30	10.64 9.33 8.47 7.81 7.16 6.51	16.49 17.80 18.66 19.32 19.97 20.62
Зовнішня штукатурка Пористий бетон Внутрішня штукатурка	0.03 0.24 0.02	1850 500 1850	0.87 0.25 0.87	0.85	18.45	
+ 5 см PS-E FS +6 см PS-E FS +7 см PS-E FS +8 см PS-E FS +9 см PS-E FS +10 см PS-E FS				0.41 0.37 0.34 0.31 0.29 0.27	8.90 8.03 7.38 6.73 6.29 5.86	9.55 10.42 11.07 11.72 12.16 12.59

Розрахункова база: 3800 градусо-днів необхідності в опаленні, електроенергія, одинична вартість PLN/kWh.

Теплоізоляція вибраних зовнішніх стінок

Графік дозволяє швидко визначити товщину шару пінополістиролу PS-E FS 15, необхідну для отримання бажаної величини коефіцієнта тепловіддачі.

Позначення:

$U_{\text{нинішній}}$: поточна величина коефіцієнта тепловіддачі стінки, $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$.

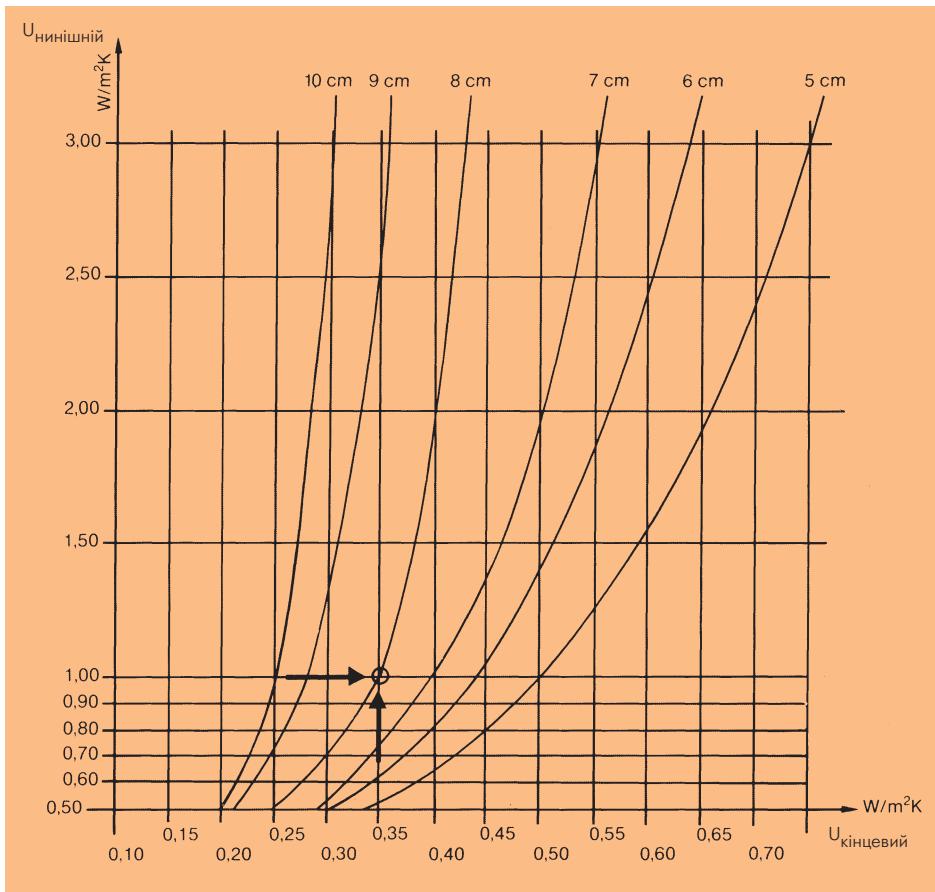
$U_{\text{кінцевий}}$: величина коефіцієнта тепловіддачі після встановлення теплоізоляції, $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$.

Приклад:

Існуюча стінка, коефіцієнт $U_{\text{нинішній}} = 1.00 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$.

Величина коефіцієнта тепловіддачі після утеплення $U_{\text{кінцевий}} = 0.35 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$.

Необхідна товщина шару пінополістиролу: **8 см.**



Тепловий захист зовнішніх стінок новозбудованих та існуючих будинків

Енергоощадний фасад

Втрати тепла через зовнішні стінки будинку, особливо в будівництві котеджного типу, мають дуже високу процентну частку. У випадку окремо розташованих будинків ще більшу, ніж для будинків розташованих в ряд або подвійних будинків.

Великий вплив на розмір цих втрат має, безумовно, також застосована технологія стінок та їх внутрішня будова. Надто низький рівень термоізоляції стінок призводить до створення всередині будинку несприятливого або ж зовсім нездорового мікроклімату з усіма його негативними наслідками - від втоми, а ж до шкод, завданіх здоров'ю мешканців.

Чергові наслідки погано ізольованих перегородок - це, безумовно, величезні затрати на опалення будинку.

Рішенням для цих проблем, великою мірою, є система зовнішнього ізолювання фасаду будинків з використанням пінополістиролу, яка застосовується в будівництві вже понад 30 років, а в даний час домінує на польських будівельних майданчиках. Цю систему часто порівнюють з теплим одягом або доброю ковдрою. Суцільний шар зовнішньої ізоляції створює захисну оболонку від холоду.

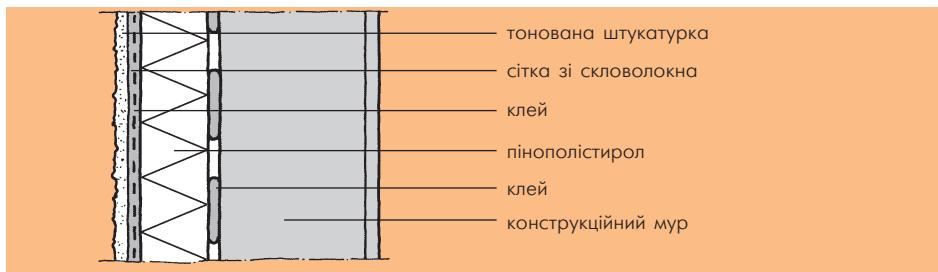
Безумовно, основним складником системи є пінополістирол, який без проблем дозволяє виконати загострені вимоги теплового захисту або й на-

віть перевищити їх, прагнучи досягнути економічно обґрунтованої теплоізоляції стінок. Вона відповідає оптимальній товщині ізоляції, для якої загальні капіталовкладення та затрати на експлуатацію будинку є мінімальними.

Абстрагуючись від економічного значення ізоляції для конкретного користувача, додатковим її ефектом є обмеження потреб на енергоносії. Це, зокрема, призводить до зменшення викидів шкідливих речовин у атмосферу (наприклад, двоокис сірки, окиси азоту), які виникають під час спалювання енергоносіїв.

Отже, застосування у будинках пінополістиролової термоізоляції та кож є активним внеском в захист природного середовища людини.

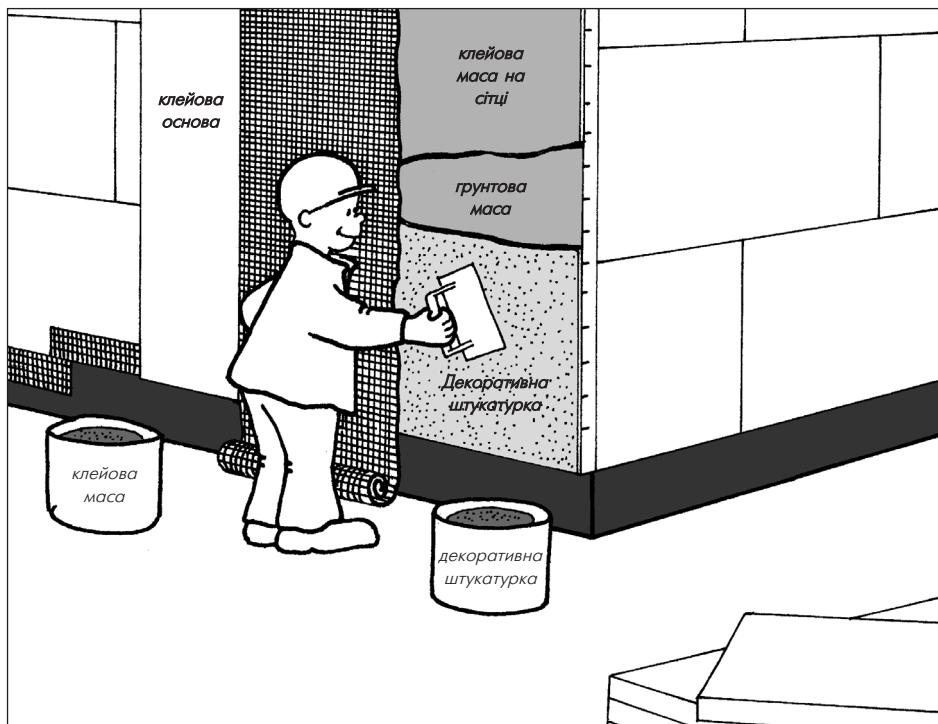
Система зовнішнього ізолявання стінок



Вид застосованого пінополістиролу:

PS-E FS 15
(пінополістирол самогасний,
щільність 15 кг/м³)
від 80 до 160 мм

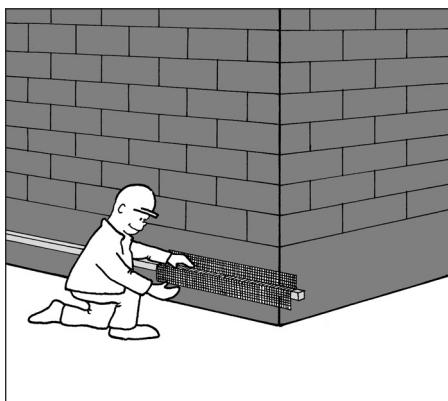
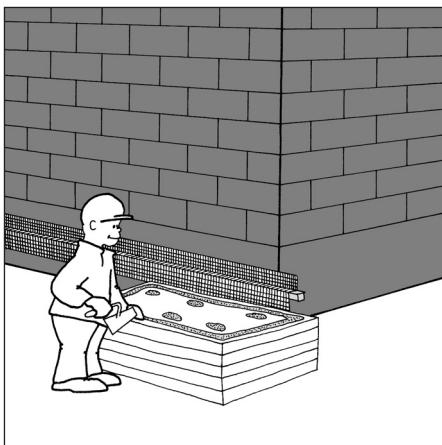
Рекомендована товщина:



Сітка зі скловолокна вклеюється між шарами клейової маси, такої ж, як і та, яка використовується для закріплення пінополістиролових плит на стінці.

Принципи виконання зовнішньої ізоляції

1. Поверхню стіни, яка становитиме основу під ізоляційні шари, необхідно, насамперед, очистити від решток розчину, окремих шматків штукатурки, пилу, плям олії, тощо. Також на поверхні основи не повинно бути жодних нальотів або соляних плям. Якщо це слабо зв'язана основа, то насамперед треба перевірити зчеплення з конструктивними шарами та, можливо, провести усунення або зміцнення поверхневого шару.
2. Розпочинаючи укладку термоізоляції, не можна забувати про виконання розширеного шву, тобто щілини у декілька сантиметрів між ґрунтом та першим рядом пінополістиролу (ґрунт "працює" під впливом температури, наприклад, морозу і подеколи піднімається. Якщо б не розширений шов, то тиск на пінополістирол нищив би фасад).
3. В першу чергу до стінки необхідно прикріпити рейку рівня та після цього прикрити її арматурною сіткою зі скловолокна. Сітка приблизно на 10 см повинна виходити за рейку рівня, а знизу необхідно ще випустити її приблизно на 20 см. Перший ряд ізоляційних плит необхідно обперти на рейку рівня. Замість рейки рівня можна застосовувати спеціальні цокольні профі-
- лі, які, як правило, додаються до комплекту ізоляційної системи.
4. Клейову масу необхідно наносити у формі суцільної смуги (товщиною приблизно 15-20 мм) на краї пінополістиролової плити, а в центральній частині у формі невеликих млинців (як правило, 6-8 на одну плитку). Після накладення клею плиту необхідно негайно притиснути до стіни, в цей момент можна ще зробити невеликі зсуви. Рештки клейової маси, які вийшли за межі плити необхідно негайно усунути.

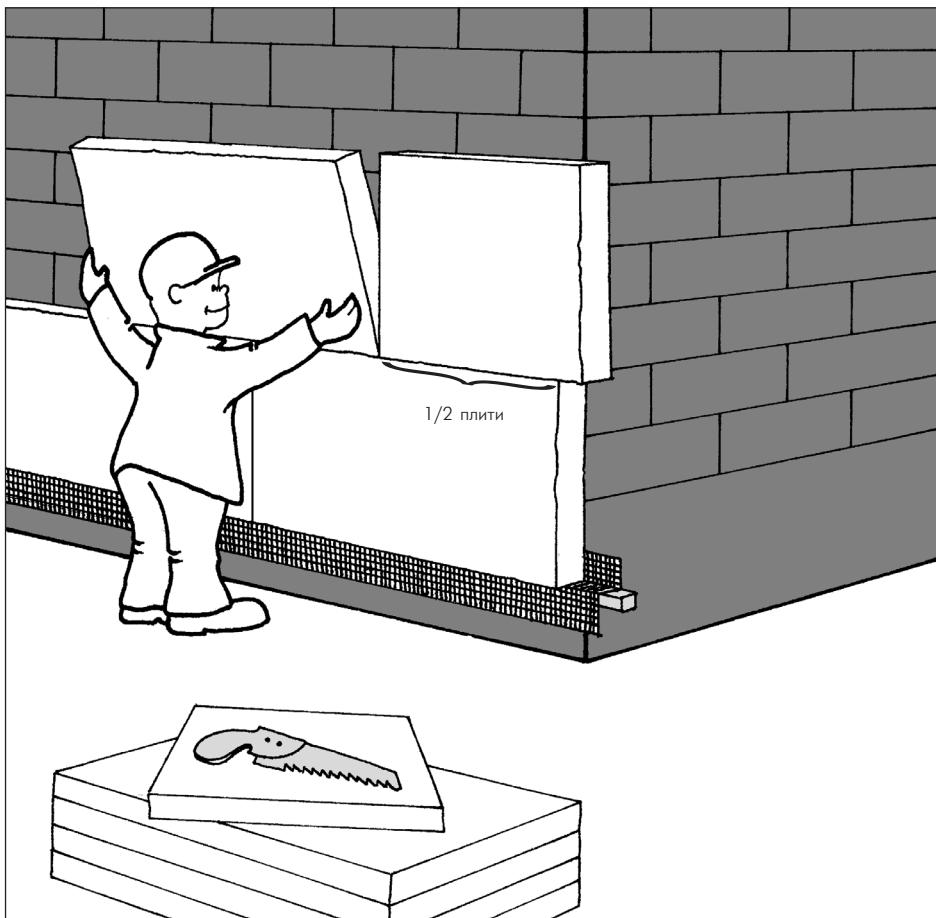


Рекомендація

В залежності від виду системи та застосованих у ній клейових матеріалів може бути необхідним паралельно з приkleюванням механічне закріплення пінополістиролових плит за допомогою розпірних кілочків. Закріплення такого типу буде необхідним у всіх тих випадках, у яких наявна слабка основа.

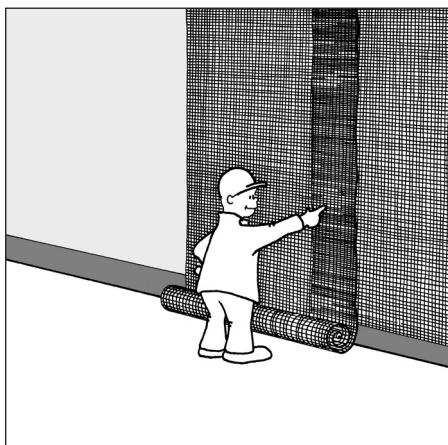
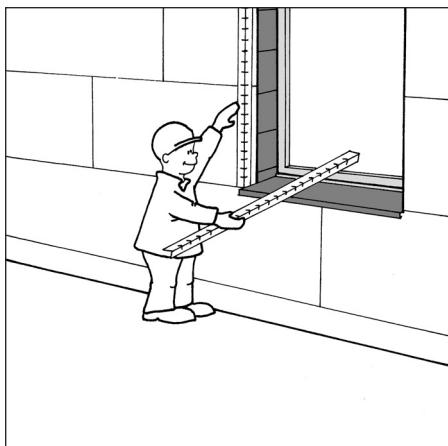
Принципи виконання зовнішньої ізоляції

5. Необхідно старанно притискати плити між собою для того, щоб уникнути виникнення термічних перемичок на стиках.
6. Укладення другого ряду необхідно розпочинати з половинки плити. На розі плиту необхідно висунути на її товщину для того, щоб таким чином уможливити зв'язку рядів на обох стінах.
7. Укладення третього ряду плит знову розпочинається з цілої плити для того, щоб таким чином забезпечити розходження швів і відповідну зв'язку між окремими рядами.
8. Якщо на поверхні стику пінополістиролових плит з'являється нерівності, то їх необхідно відшлифувати за допомогою наждачного паперу (зернистість 80).

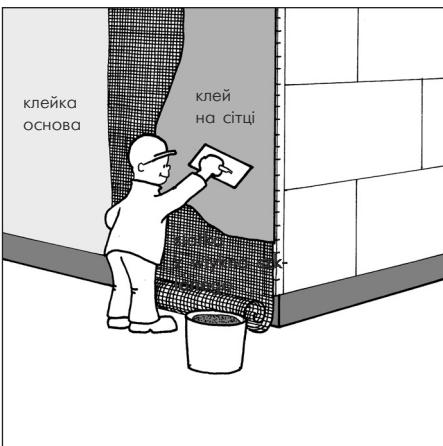


Принципи виконання зовнішньої ізоляції

9. На наріжниках будинку, які можуть зазнати механічного пошкодження під час експлуатації (всі наріжники на першому поверсі, у віконних отворах, біля балконів, тощо) приkleюються захисні металеві профілі. Після двох - чотирьох днів висихання ізоляційного шару (в залежності від атмосферних умов) можна приступити до виконання подальших робіт.



10. На пінополістиролові плити наносить ґрунтовий шар під арматурну скляну сітку у формі товстого, приблизно 2 мм та на ширину стрічки сітки шару з клейкої маси.



11. Відразу на свіжий клей зверху вниз притискаються смуги арматурної сітки. Сітка має бути затоплена в клейкій масі без зморшок та на всю свою товщину.

12. Друга смуга сітки зі скловолокна вкладається так само, як і перша, зверху вниз з закладкою на сусідню смугу на відстань приблизно 10 см. Сітка також повинна заходити на всі наріжники, захисні профілі, тощо.

13. Арматурний шар має висихати принаймні продовж 48 годин.

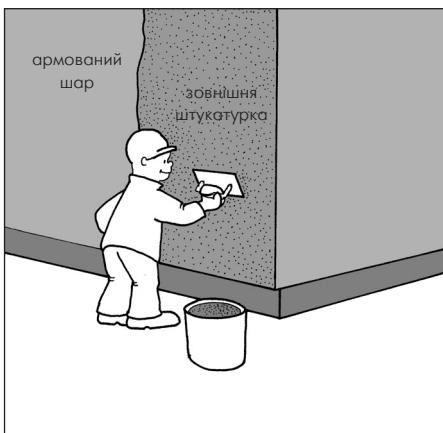
14. Потім на суху основу наноситься ґрунтовий шар під зовнішню штукатурку.

Принципи виконання зовнішньої ізоляції

15. Накладання зовнішньої штукатурки

В залежності від виду системи застосовується зовнішня штукатурка на базі синтетичних смол або мінеральних декоративних штукатурок. Штукатурка наноситься на підготовлену перед цим основу за методом "мокрим по мокрому" суцільним способом, без переривання роботи. Накладання штукатурки не може проводитися під час дощу або під час інтенсивного сонячного освітлення. В залежності від пластичного результату, досягнення якого вимагається, штукатурці надається поверхнева дряпана, затерта, змивальна або напилювана фактура.

Добираючи колір фасаду необхідно звернути увагу на те, що колір штукатурки суттєвим чином впливає на наявну в ній теплову силу. Чим світліший колір, тим більше сонячного світла відзеркалюється від фасаду і тим менша теплова сила. Натомість темні поверхні інтенсивно абсорбують це світло, що може привести до утворення тріщин у тонованій штукатурці.



Тривалість системи

Системи зовнішнього ізоляювання фасадів з використанням пінополістиrolу, які допущені на польський ринок, забезпечують досягнення відповідної якості та довго тривалості утеплення, якщо тільки вони були виконані згідно з рекомендаціями виробника. Результативність цього виду систем підтверджує понад 30-тирічний досвід у сфері застосування таких систем на світі. З точки зору довго тривалості стінку, ізольовану ззовні пінополістиrolом можна порівняти з типовим фасадом, який було оброблено вапняно-цементною штукатуркою. Можливі ремонти утепленого фасаду можуть стосуватися тільки поверхневого шару тонованої штукатурки і слугують, насамперед, для досягнення косметичної мети, матеріал термоізоляції зберігає, як вже було добре перевірено, всі свої властивості. Проте, умовою досягнення високої довго тривалості всього утеплення є правильное виконання та взаємна сумісність окремих елементів складових частин з механічної та хімічної точкою зору.

Вимірювання, які проводяться в будинках утеплених зовнішніми ізоляційними системами показують, стіна, ізольована таким чином, наприклад з пустотілих керамічних блоків, також має необхідний рівень звукоізоляції.

Часто зовнішня система ізоляювання є єдиною розсудливою можливістю модернізації старих будинків з пошкодженими фасадами.

Конкретні рекомендації представлені в інструкції Інституту будівельних технологій № 334/96 "Утеплення зовнішніх стін за "легким" методом".

9. Пустотілі стіни

Пустотіла стіна - стіна енергоощадна

Частка втрат тепла через зовнішні стінки будинку може досягнути навіть 35% від сукупних втрат. Пінополістиролова ізоляція пустотілої стіни може згадані втрати скоротити в декілька разів. І тому цей вид стінки має загальне застосування на польських будівельних майданчиках.

В пустотілій стіні термоізоляція знаходиться між двома шарами муру. Внутрішній шар виконує конструктивну функцію будинку, потім застосовується ізоляція з пінополістиролу, а ззовні шар захисного або лицьового муру.

В якості захисного шару найчастіше застосовується цегляний оштукатурений мур товщиною 2 цеглини або з клінкерної цегли зі швами. Обидва шари муру поєднуються між собою сталевими якорями, які забезпечують перенесення горизонтальних навантажень з захисного муру, або вони примуровуються навиліт шаром цеглин (такий спосіб є гіршим рішенням з точки зору теплового захисту).

Ізоляційний шар

Можливими є два способи виконання ізоляції в шаровій стіні:

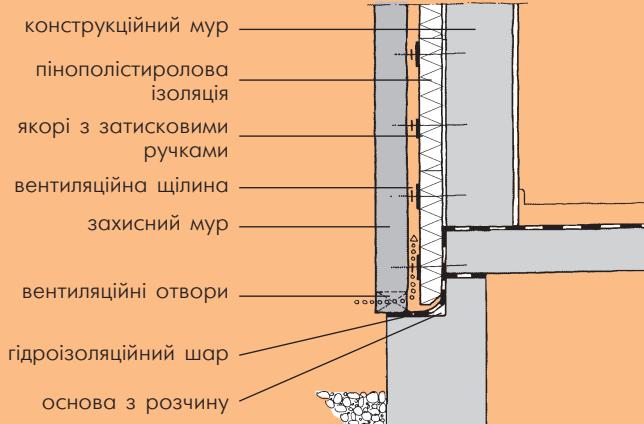
1. Пінополістиролові плити заповнюють увесь простір між шарами муру.
2. Між пінополістироловими плитами та зовнішнім захисним шаром залишається повітряна щілина.

В пустотілій стіні обмеження відстані між зовнішніми мурами базується на законах статики та має враховуватися в проектних розрахунках.

Пустотілі стіни мають дуже добри акустичні властивості, а матеріал термоізоляції добре захищений від впливів зовнішнього середовища масивним та щільним захисним шаром.

Приклад:

Захисна стінка
з клінкерної
цегли з
вентиляційною
щілиною.



Кільцева ізоляція	PS-E FS 12	PS-E FS 15
Товщина (U=0.3 W/m²K)	110 мм	100 мм
Товщина (U=0.2 W/m²K)	180 мм	170 мм

Теплові розрахунки для системи шарів як представлено на малюнку вище (хід розрахунку представлено в прикладах на сторінках 17 та 21)

Внутрішня штукатурка 1.5cm 0.015/0.7 = 0.02 m²K/W

Керамічний пустотілий блок 29cm 0.29/0.50 = 0.58 m²K/W

Пінополістирол PS-E FS 12 15cm 0.15/0.042 = 3.57 m²K/W

Вентиляційна щілина -

Захисний шар -

Сума теплових опорів R_T = 4.17 m²K/W

Коефіцієнт тепловіддачі U = 0.23 W/m²K

Пустотіла стінка

Додаткова термоізоляція непотрібна

Переваги пустотілої стіни, головним чином, пов'язані з місцем укладки термоізоляції.

Шар ізоляції ззовні точно прилягає до конструкційного муру, захищаючи його, таким чином, від зовнішніх коливань температури.

У цьому випадку також непотрібним є додаткове ізольовання ніш під калорифери або касет, які містять віконні жалюзі.

Натомість можна покращити рівень теплоізоляції існуючої стіни шляхом вдування в щілину між шарами муру гранул пінополістиролу через просвердлені отвори.

Тривалість ізоляції

Пінополістиролова ізоляція в стіні з декількох шарів повинна не тільки відповідати сучасним ізоляційним вимогам, але й повинна характеризуватися відповідною тривалістю.

Пінополістирол в якості матеріалу термоізоляції характеризується повною стабільністю форми та властивостей. Пінополістиролові плити не змінюють свої габарити, не розбухають і абсолютно гідростійкі.

Стіна з повітряною вентиляційною щілиною запроектована згідно з фізикою будівлі і завдяки цьому її функціонування відбувається без проблем, пов'язаних з конденсацією водяної пари. Конструкційний мур захищений пінополістироловим ізоляційним шаром, позбавленим щілин та теплових перемичок, не наражається на волотість та коливання температури.

Переваги пінополістиролової ізоляції в пустотілій стіні:

- високі ізоляційні властивості з фізичної точки зору, збалансована температура та комфортний мікроклімат в приміщенні;
- стійкість до вологи та до механічних пошкоджень під час будівництва;
- можливість пристосування товщини ізоляційного матеріалу до вимог у цій сфері;
- непотрібність додаткової ізоляції ніш для калориферів, тощо;
- можливість конструктування стінки без або з вентиляційною щілиною;
- можливість додаткової ізоляції стінок старих будинків шляхом додавання нового шару;
- можливість додаткового ізолятування двошарових стінок шляхом вдування гранул пінополістиролу;
- суцільний ізоляційний шар, позбавлений термічних перемичок, завдяки тому, що плити не змінюють розмірів та не зазнають осадки.

Приклад можливої економії енергії

Річна потреба в газі по відношенню до 1 м² пустотілої стінки:
стінки без ізоляції (коєфіцієнт тепловіддачі $U = 1.33 \text{ W/m}^2\text{K}$):
приблизно 14 м³ газу
з економічно обґрунтованою пінополістироловою ізоляцією товщиною 12 см без вентиляційної щілини (коєфіцієнт тепловіддачі $U = 0.30 \text{ W/m}^2\text{K}$):
приблизно 3 м³ газу.

Комфорт в числах

З вищенаведеного прикладу можна легко розрахувати, якої економії енергії та пов'язаних з нею затрат можна досягнути рік за роком, застосовуючи результативну теплоізоляцію. Натомість, з прикладу складно вирахувати, але легко можна собі уявити, як покращується тепловий мікроклімат в добре ізольованому приміщенні.

Назовні може йти дощ або сніг, може громіти, а за енергоощадною стінкою завжди тепло, сухо та тихо.

10. Пінополістиролові пустотілі ізоляційно-опалубкові блоки

Вже багато років в нашій країні та-
кож відома система зведення зовніш-
ніх стінок будинків з пінополістироло-
вих пустотілих блоків, які в ході
будівництва виконують функції, так
званої, каркасної опалубки для залі-
зобетонної конструкційної рами, а
під час експлуатації будинку є термо-
ізоляцією перегородки. Профілі за-
гальна товщинаю 25 см дозволяють
створювати в їх середині несучі залізо-
бетонні або бетонні елементи товщи-
ною в середньому 15 см та два шари
зовнішньої та внутрішньої термоізоля-
ційної оболонки загальна товщиною
10 см і додатково скріплених пінополі-
стиролом. Завдяки цьому середній
коєфіцієнт тепловіддачі стінок в таких
системах нижче $0.30 \text{ W/m}^2\text{K}$. Система
цього типу дозволяє зводити будинки
різного характеру та з різним експлу-
атаційним навантаженням до висоти
25 м. Підбір діаметрів несучих стов-
пів та їх арматури відбувається з ура-
хуванням фактичних потреб в конс-
трукційному проекті об'єкту.

Основні види профілів, з яких скла-
дається система цього типу це, нап-
риклад:

- звичайний пустотілий блок, прос-
тий, який є основним елементом
плоскої стіни;
- надпорожний пустотілий блок, як
правило у формі літери U;
- петльові пустотілі блоки, які доз-
воляють виконувати наріжники
стін під довільним кутом в інтерва-
лі від 0 до 90° ;
- пустотілі блоки корегування висо-
ти;
- вінцеві пустотілі блоки, тощо;
- профілі дахові, під черепицю, які
кріпляться безпосередньо на
стропильній нозі.

Для зовнішньої відділки стін з піно-
полістиролових профілів застосову-
ються штукатурки тонкого шару, ар-
мовані сіткою з скловолокна, але й
захисні шари з клінкерної, кераміч-
ної, вапняно-піскової цегли, деревини
або пластмас. Внутрішні поверхні
найчастіше обробляються гіпсокар-
тонними плитами, які приклеюються
безпосередньо до пінополістиролу.
Електрична проводка, система водо-
постачання, каналізаційна система
можуть бути прокладені у внутріш-
ньому шарі пінополістиролу, перед
приkleюванням гіпсових плит. Закріп-
лення віконної столярки та завішу-
вання на стінах важких елементів об-
ладнання виконується з використання
дюбелів, які досягають бетонної ос-
нови стінки.

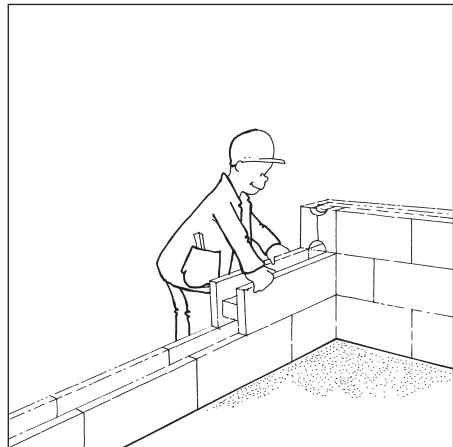
Пінополістиролові пустотілі ізоляційно-опалубкові блоки

Завдяки різноманітності форм існує можливість дуже швидкого зведення однорідної з точки зору технології стінки, її поєднання з довільними внутрішніми стінками та перекриттями.

Застосування пінополістиролових пустотілих блоків також дозволяє:

- обмежувати розхід енергії на опалення під час експлуатації будинку, завдяки результативній та суцільній теплоізоляції стін та покрівлі;
- знизити матеріалоємність, транспортні затрати та енергоємність процесу будівництва об'єкту;
- значно обмежити кількість відходів та розхід традиційних опалубних матеріалів;
- обмежити необхідне оснащення інструментами;
- скоротити інвестиційні затрати в порівнянні, наприклад, з керамічною багатошаровою стіною.

Багато інвесторів обирають цю технологію зведення стінок з огляду на можливість самостійного виконання робіт. Адже вистачить короткого навчального курсу та професійне консультування з представниками фірм, які виробляють подібного типу системи для того, щоб власноручно звести стіни своєї домівки.



11. Утеплення стін будинків за "легко-сухим" методом

Найбільш розповсюджений спосіб закріплення ізоляції стін, який полягає на приkleюванні та механічному закріпленні за допомогою розпірних штифтів, має багато переваг, але та-кож і певні обмеження або складнос-ті. Він потребує застосування клейо-вих мас та штукатурки високої якості, сумісних з точки зору хімічної струк-тури, а також фахового виконання, відповідних атмосферних умов і врешті-решт додатної температури повітря назовні. В загальній вартості утеплення частка ізоляційного мате-ріалу є відносно невисокою, вирі-шальний вплив мають інші матеріали.

Отже, з перерахованих вище при-чин деякі інвестори охоче користу-ються іншими методами закріплення шару пінополістиролової ізоляції, наприклад, "легко-сухий" метод.

Черговість робіт за цим методом виглядає наступним чином:

1. Прикріплення до стінки будинку вертикальних та можливо концентруючи або дистанціюючи, вертикальних елементів конструкційної дерев'яної, сталевої або пластмасової решітки, використовуючи для цього розпірні штифти; на практиці застосовуються різноманітні решітки, які спеціально виробляються для цієї мети, а найчастіше також найпростіші системи з гідроізольованих дерев'яних каркасів.

2. В просторах між крилами решітки встановлюється пінополістирол, щільно допасований до решітки та закріплений за допомогою якірних штифтів з спеціальними затискними шляпками; щільна пригінка пінополістиролу забезпечує суцільність ізоляції та результативність теплового захисту перегородки, а також захист від продування.
3. Потім до решітки кріпиться захисний шар у формі, наприклад, вузьких горизонтальних елементів з пластмаси (так званий, сайдинг), гідроізольованих дерев'яних дощок, лігноцементних плит, хвилястої або трапецієвої бляхи, тощо.
4. Між захисним шаром (особливо, якщо він щільний) та пінополістиролом необхідно залишити повітряну щілину відкриту знизу та зверху стінки, щоб уможливити рух повітря в цій щілині та усунення з-під герметичної оболонки водяної пари, яка поступає зсередини приміщення.

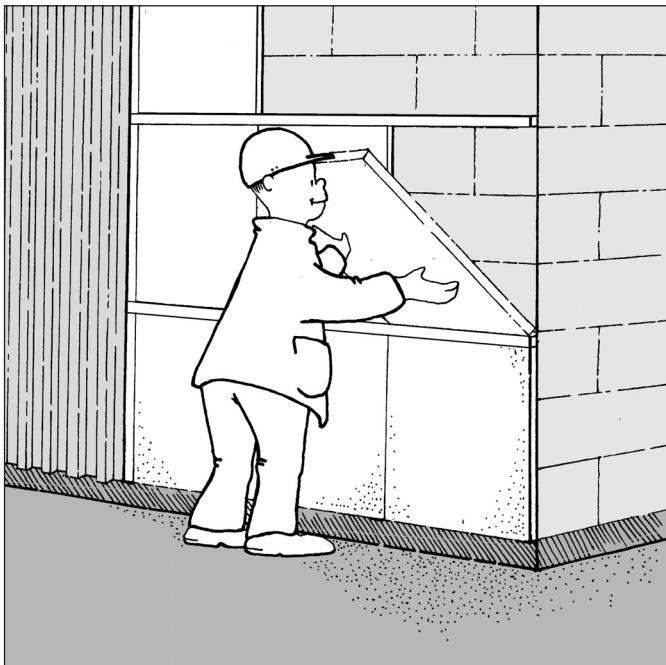
Утеплення будинків за "легко-сухим" методом

Переваги цього методу утеплення будинків це, без сумніву:

- простий монтаж, який часто проводиться самостійно власниками малих будинків;
- незалежність виконання від атмосферних умов;
- низькі затрати.

Натомість незручністю цього методу може бути зниження теплового опору утеплення через матеріал решітки.

Використання пінополістиролу в якості матеріалу термоізоляції за "легко-сухим" методом є особливо вигідним з точки зору на структурну герметичність цього матеріалу до продування та його повну стійкість до вологи.



12. Термічні перемички в будівельних перегородках

Впродовж останніх років можна спостерігати велике зростання зацікавленості технологіями та матеріалами, які забезпечують результативний тепловий захист будинків. Це не лише наслідок загострення положень або санкцій, які слугують для їх виконання, але справжня зміна мотивації користувачів. Попит на енергоощадне будівництво, який було створено таким чином, задовольняється дещо випадковим способом без комплексної пропозиції перевірених підходів та технологій, а також при агресивній рекламі. Натомість цей процес не супроводжується у цій сфері інтенсивною освітньою акцією проектантів, виконавців та інвесторів. І тому часто зустрічаються об'єкти, які були запроектовані та виконані не злагоджено, в яких при відносно товстому шарі термоізоляції зроблено низку помилок, які, наприклад, стосуються: формування та орієнтації корпусу будинку, розміщення та розміру вікон, безперервності термоізоляції в конструкційних вузлах, тощо.

Парафаксально, але власне у випадку добре ізольованих перегородок відносно велике значення мають помилки, зроблені під час формування конструкційних деталей перегородок. Добре відоме поняття "теплових перемичок" у нас найчастіше асоціюється тільки з можливістю конденсування водяної пари в цих місцях і так званим промерзанням перегородок. Натомість, мало хто задумується на

збільшеними втратами енергії в цих місцях. У зв'язку з цим додаткові втрати тепла значним чином міняють тепловий баланс перегородки. Тільки загальна температурна характеристика зовнішніх перегородок дозволяє повністю оцінити ізоляційні властивості запроектованого об'єкту. В той же час майбутні користувачі щонайбільше отримують привабливу інформацію на тему величини місцевого (і тому завжди найбільш вигідного) коефіцієнта тепловіддачі.

По відношенню до місцевих величин коефіцієнта тепловіддачі, які й надали трактуються як вірогідний опис теплових властивостей всіх перегородок, реальні величини цього коефіцієнта (і внаслідок цього теплових втрат) можуть бути більшими на величину від декількох десятків до сто і більше процентів.

Згідно з чинним в даний час стандартом PN-EN ISO 6946: 1998 "Тепловий опір та коефіцієнт тепловіддачі" коефіцієнт тепловіддачі для перегородок з лінійними і точковими перемичками розраховується за формулою:

$$U = U_o + \sum_i \frac{\Psi_i L_i}{A} + \sum_j \frac{X_j}{A}$$

в якій:

U_o – коефіцієнт тепловіддачі без урахування впливу перемичок;

Ψ_i – лінійний коефіцієнт тепловіддачі лінійної перемички з номером "i";

Термічні перемички в будівельних перегородках

L_i – довжина лінійної перемички з номером "i";

X_j – коефіцієнт тепловіддачі точеної перемички з номером "j";

A – поле площи перегородки в світлі перпендикулярних до неї перегородок.

В індивідуальному проектуванні величину U можна також вираховувати у спрощений спосіб за формулою:

$$U = U_0 + \Delta U$$

де:

ΔU – додаток, який виражає вплив перемичок та дорівнює:

0.05 для зовнішніх суцільних стінок, перекриттів горища, сполучених покрівель;

0.10 для зовнішніх стінок з віконними та дверними отворами;

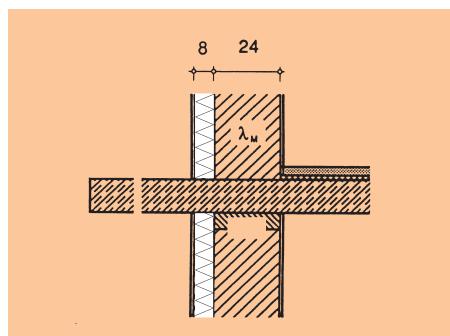
0.15 для зовнішніх стінок з балконними отворами та консолями.

Місцями, в яких наявні додаткові теплові втрати, можуть бути, зокрема: наріжники, поєднання зовнішніх стінок з перекриттями та внутрішніми стінками, віконні рами, тощо. Таких втрат не можна уникнути, незалежно від матеріалів та конструкції стіни.

Натомість можливим та необхідним є турбота про суцільність термоізоляції в шаровій стіні, правильне ізольовання рошпанів перекриттів, заміна з'єднувальних планок муру стальними якорями, правильна установка столярки, тощо. Результативно уникнути

таких термічних перемичок в трьохшаровій стінці дуже складно, натомість великі шанси на уникнення втрат тепла в конструкційних вузлах дає двохшарова стінка, в якій зовнішній шар пінополістиролової термоізоляції приkleюється та механічно закріпляється до зведеного перед цим конструкційного шару. Дані технології в нашій країні майже виключно застосовується тільки для утеплення вже побудованих будинків. Оклєювання пінополістиролом несучої стіни, навіть при недуже фаховому виконанні, дозволяє досягнути майже ідеальної безперервності цього шару, полегшує нагляд за роботами, а також жодним чином не суперечить вимогам у сфері стійкості несучої конструкції.

Mostki balkonowe



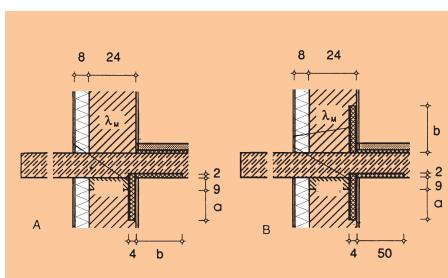
Малюнок 1. Неізольована залізобетонна консоль балконної плити,
 $\Psi = 0.71 \text{ W}/(\text{mK})$,
 $\lambda_M = 0.56 \text{ W}/(\text{mK})$.

Термічні перемички в будівельних перегородках

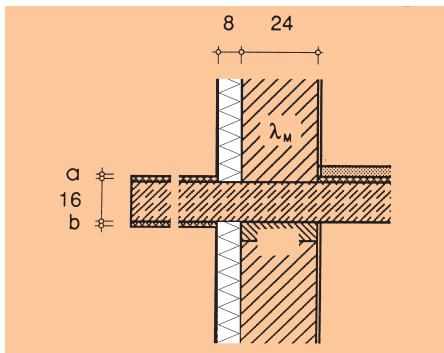
Залізобетонні балконні консолі мають широке застосування в нашій країні і найчастіше, нажаль, в примітивній формі суцільної, неізольованої плити. У цьому випадку лінійний коефіцієнт тепловіддачі через перемичку в двошаровій перегородці становить загалом для обох сторін $0.71 \text{ W}/(\text{mK})$ (малюнок 1). Отже, у випадку стінки з коефіцієнтом $U_0 = 0.3 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$ і поверхні (без вікон) 7m^2 наявність балкону довжиною 7 погонних метрів призводить до зростання теплових втрат через дану стіну на 100%, а реальний коефіцієнт тепловіддачі, в даному випадку, становитиме:

$$U = 0.3 + 3 \times 0.71 / 7 = 0.6 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}.$$

У спеціальній літературі можна знайти рекомендації, які стосуються як ізолявання балконної консолі зсередини, так і балконної плити ззовні.



Малюнок 2. Утеплення балконної плити за допомогою пінополістиролу зсередини: А - тільки знизу, В - з обох сторін, $\Psi_A = 0.57 \text{ W}/(\text{mK})$; $\Psi_B = 0.50 \text{ W}/(\text{mK})$; $a = 25\text{cm}$, $b = 25\text{cm}$, $\lambda_M = 0.56 \text{ W}/(\text{mK})$.



Малюнок 3. Двостороннє утеплення балконної плити за допомогою пінополістиролу ззовні, $\Psi = 0.48 \text{ W}/(\text{mK})$, $a = b = 2\text{cm}$, $\lambda_M = 0.56 \text{ W}/(\text{mK})$.

Величини лінійних коефіцієнтів тепловіддачі становлять відповідно: $0.57 \text{ W}/(\text{mK})$ – малюнок 2А, $0.50 \text{ W}/(\text{mK})$ – малюнок 2В і $0.48 \text{ W}/(\text{mK})$ – малюнок 3. Отже, як видно з наведених даних, захист балконної плити ззовні є дещо більш результативним навіть при невеликій товщині утеплювального матеріалу. В даному випадку необхідно провести старанне виконання шарів, які захищають ізоляцію та можливі поточні ремонти під час експлуатації.

Утеплення країв теплої перемички зсередини, як правило, не рекомендується, оскільки крім складностей експлуатаційної чи естетичної природи, воно додатково може бути пов'язане з типовим в такій ситуації ризиком конденсування водяної пари під термоізоляцією та пліснявінням стіни довкола шару утеплення.

13. Ізолявання похилених дахових поверхонь та сполученої покрівлі жилого горища

Влітку сонячні промені спричиняють дуже сильне нагрівання поверхні покрівлі та виникнення під нею тропічного мікроклімату. Взимку холодом тягне з усіх кутків та закамарків. Го-рище практичне не можна викорис-товувати в жоден спосіб, не говорячи вже про проживання.

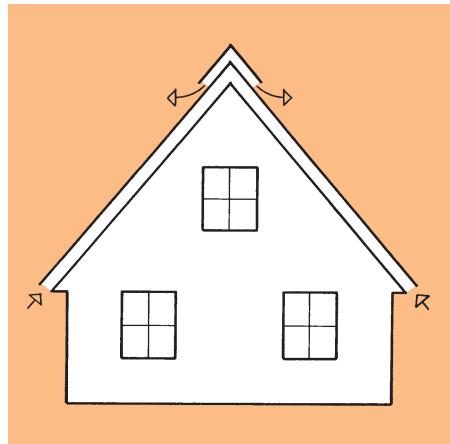
Добре ізолявання скатів даху приносить подвійну вигоду: додаткову жилу площину та економію енергії. Особливо добре це помітно зимою. Якщо на даху житлового будинку збе-рігається сніг, то це означає, що дах добре утеплений і енергія залишається всередині.

В іншому випадку мешканці витрачають свої тяжко зароблені гроші на танення снігу. Кращі інвестувати їх в пінополістиролову термоізоляцію таким чином, щоб тепло не виходило через покрівлю.

Рекомендація

Під час ізолявання похилених дахових скатів необхідно звернути особливу увагу на відповідну вентиляцію простору між шаром теплоізоляції та покрівлею.

Нові технології ізолявання дахових скатів будуть представлені в подальшій частині розділу.



Під час вентилювання дахових скатів необхідно дотримуватися наступних принципів:

- діаметр вентиляційних вхідних отворів в навісі кожного скату даху становить 200 см^2 на кожний погонний метр краю даху;
- діаметр вихідних отворів в верхівці даху становить, принаймні, 200 см^2 на погонний метр;
- висота вентиляційної щілини над поверхнею термоізоляції становить, принаймні, 2 см.

Ізолявання дахів

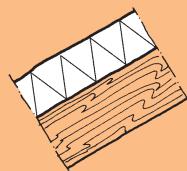
Пінополістиролові плити теплоізоляції дуже добре підходять для утеплення покрівель та горищ з огляду на:

- високі ізоляційні властивості;
- низьку ціну по відношенню до якості та отримуваної економії;
- простоту обробки та безпечну роботу з цим матеріалом.

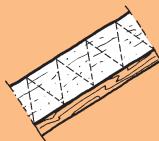
Пінополістиролові плити можуть застосовуватися самостійно або як складовий елемент простого ізоляційного напівфабрикату в поєднанні з покриттям з толю або плівки.

**Термоізоляція з пінополістиролу
може застосовуватися в наступних поєднаннях:**

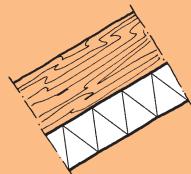
Над стропильними ногами
Пінополістирол типу PS-E FS 20*



Між стропильними ногами
Пінополістирол типу PS-E FS 12

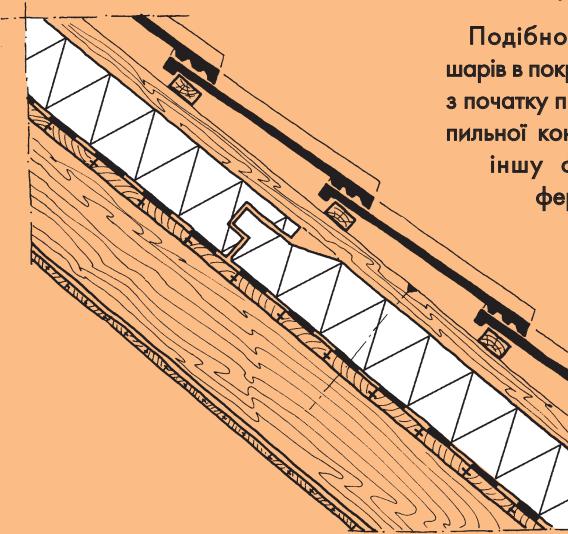


Під стропильними ногами
Пінополістирол типу PS-E FS 15



* Плити повинні поєднуватися шпунтово-пазовим способом

13.1. Ізоляція над стропильними ногами



Рекомендація:

Подібного роду розташування шарів в покрівлі повинен враховуватися з початку процесу проектування стропильної конструкції даху з огляду на іншу форму навісу, вітрових ферм, тощо

покрівля
скати
контрскати
пінополістирол
ізоляція проти вітру
шар дощок
стропильні ноги
основа

Пінополістироловий "ізоляційний плащ"

Такий спосіб розміщення термоізоляції дозволяє створити суцільну, позбавлену термічних перемичок та перерв оболонку. Для ізолявання даху над стропильними ногами, як правило, застосовуються спеціальні, повні дахові системи підготовлених ізоляційних профілів з пінополістиролу відповідного типу. Застосування плит, які поєднуються шпунтово-пазовим способом забезпечує досягнення герметичності самого з'єднання.

Подібного типу дах має виконуватися кваліфікованими, досвідченими працівниками, що гарантує досягнення відповідної якості та тривалості дахового покриття. Детальні рекомендації щодо зведення даху тісно пов'язані з видом системи і, як правило, у вичерпній спосіб представлена виробником в інструкції з використання.

13.2. Ізоляція між стропильними ногами

Розміщення пінополістиролової термоізоляції між стропильними ногами дозволяє, економлячи теплову енергію, одночасно максимально використати простір в будинку.

При такій конструкції сполученої покрівлі всередині приміщення досягається гладка, суцільна поверхня стінок та стелі.

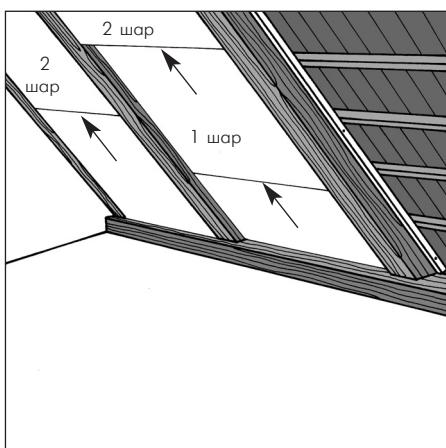
Маючи невеличкі навички в майстеруванні, кожний самостійно може приступити до виконання ізоляції таким способом. З технічної точки зору таке рішення є найпростішим.

Також в цьому випадку непотрібні жодні дорогі або спеціальні інструменти, достатньо лише мати гострий ніж, ручну пилку-ножівку, а до цього молоток та оцинковані цвяхи або клей.

В першу чергу до бічної частини стропильної ноги прибиваються дистанційні рейки або вирізається пінополістиролова рейка товщиною 4 см.



Потім вирізаються пінополістиролові плити відповідної ширини та втискаються між стропильними ногами. Рекомендується укладати пінополістиролову ізоляцію в два, взаємно зміщені шари.



Таким чином заповнюється вся поверхня даху в приміщенні. При типовому розташуванні шарів не слід забувати про застосування пароізоляції всередині приміщення (наприклад, поліетиленова плівка) та ізоляції проти вітру з зовнішньої сторони (спеціальний вид плівки, яка пропускає пару).

При цьому дуже важливим є збереження вентиляційної щілини між термоізоляцією та даховим покриттям. Завдяки цьому водяна пара, яка переміщується зсередини приміщення, може без конденсування бути усунута з вентиляційної щілини в середовище. Таке розташування забезпечує високу тривалість всього даху.

Ізоляція між стропильними ногами

Якою має бути товщина пінополістиролової плити теплоізоляції?

Дерев'яні стропильні ноги дахової конструкції є тепловими перемичками, яких не можна уникнути. Для того, щоб компенсувати додаткові втрати тепла через перемички часто використовується наступний простий принцип: на кожних 10% частки стропильних ніг від усієї поверхні даху товщина термоізоляції збільшується на 2 см. Таким чином, незалежно від існування теплових перемичок, досягається оптимальний ізоляційний ефект всієї перегородки.

Приклад можливості заощадження енергії

Річна потреба в енергії на опалення, яка припадає на 1 м² піхвленого даху становить:

- для даху без спеціального ізоляційного шару ($U = 3.98 \text{ W/m}^2\text{K}$):
приблизно 36 м³ природного газу
- для даху з пінополістироловою теплоізоляцією товщиною 14 см між стропильними ногами ($U = 0.30 \text{ W/m}^2\text{K}$):
приблизно 3 М³ природного газу

Примітка:

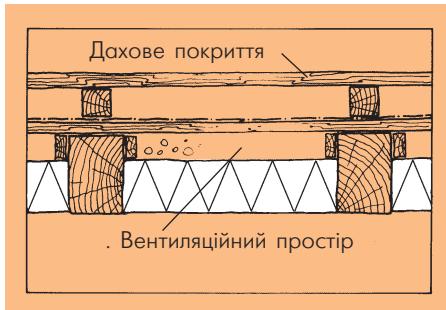
Коефіцієнт тепловіддачі для сполученої покрівлі з урахуванням впливу втрат тепла через термічні перемички згідно з нормативними положеннями не може перевищувати 0.30 W/m²K. Економічно обґрунтований коефіцієнт тепловіддачі для середнього співвідношення цін та енергії в даний час вже набагато нижче 0.20 W/m²K.



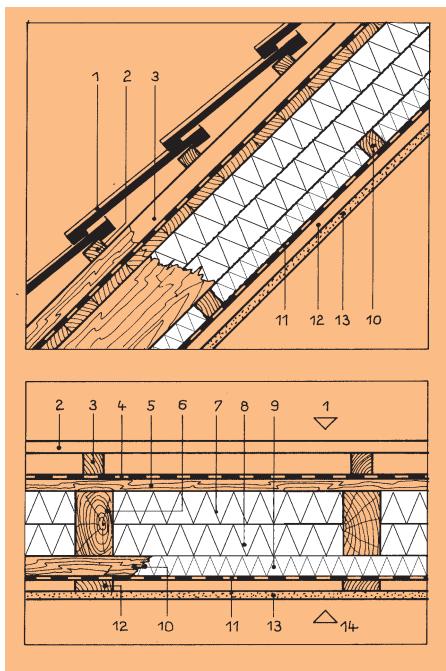
Ukiadanie izolacji styropianowej pomikdzy krokwiami w dwuch, wzajemnie przesunietych warstwach

Ізоляція між стропильними ногами

A. Ізоляція між стропильними ногами, укладена типовим способом



B. Суцільне заповнення простору між стропильними ногами



Розміщення термоізоляції тільки між стропильними ногами й надалі залишається найбільш часто використовуваним способом ізоляції. Проте, необхідно підкresлити, що з огляду на висоту стропил, а також наявність вентиляційної щілини, товщина теплоізоляції обмежена до 10-12 см. В даний момент це надто мало для того, щоб виконати вимоги теплового захисту та створити перегородку з економічно обґрунтованою тепловою характеристикою.

$$U = 0.2 \text{ W/m}^2\text{K}$$

1. Дахове покриття
2. Дерев'яні рейки (наприклад, 3x5 см)
3. Контррейки (наприклад, 5x5 см)
4. Ізоляційний руберойд
5. Дошкова обшивка
6. Стропильні ноги (наприклад, 8x16)
7. Перший шар теплоізоляції PS-E FS 12, 8 см
8. Другий шар PS-E FS 12, 8 см
9. Третій шар PS-E FS 12, 5 см
10. Рейки (5x5 см)
11. Пароізоляція
12. Рейки або економне дошкова обшивка
13. Плита сухої штукатурки
14. Шпалери, дерев'яна панель, тощо.

Суцільне заповнення пінополістиролом простору між стропильними ногами - спосіб виконання:

1. Висота стропильної ноги становить, як правило, 16 см. Товщина пінополістиролових плит, які виробляються дозволяє підібрати шари ізоляції до цього розміру таким чином, щоб добре використати увесь простір між стропильними ногами. Рекомендується застосування двох шарів ізоляції між стропильними ногами.
2. Перший шар пінополістиролу: відстань між стропильними ногами необхідно точно виміряти, вирізати плити і втискаючи розмістити їх на своєму місці.
3. Другий шар пінополістиролу: плити вкладати так, як перед цим зі зміщенням швів між шарами.
4. Більші щілини необхідно, по можливості, заповнити матеріалом (відходами), менші - використовуючи монтажну пінку.
5. Дерев'яні рейки 5 x 5 см необхідно прикріпити перпендикулярно до нижньої частини стропильної ноги з інтервалом 50 см, тобто на ширині пінополістиролової плити.
6. Між рейками необхідно всунути третій шар теплоової ізоляції.
7. На рейках прикріплюється пароізоляція.
8. Після цього прикріплюються пласкі рейки або економна дерев'яна обшивка під суху штукатурку.
9. Наложити шар сухої штукатурки з характеристиками, які відповідають виду приміщення.
10. Зробити відділку внутрішньої поверхні гіпсової плити, шпаклюючи її, заклеюючи шпалерибо або обкладаючи дерев'яною панеллю.

13.3. Ізоляція під стропильними ногами

Розміщення пінополістиролової термоізоляції під стропильними ногами дозволяє створити суцільний бар'єр для переміщення тепла, практично без щілин, через які могла б випливати енергія опалення.

В цього типу рішеннях охоче використовуються багатошарові плити-напівфабрикати, які складаються з термоізоляції, ізоляційних покріттів та поверхневого шару з гіпсової плити або цементної стяжки. Завдяки цьому монтаж утеплення є швидким та чистим, отже, відразу можна приступити до виконання відділки поверхні. Таким чином також можна уникнути посереднього прикріplення нижнього шару пінополістиролу до конструкції даху перед укладкою верхнього шару.

Ізоляційний матеріал є дуже легким, і тому його можна легко розмістити під нахиленими стропильними ногами. Можна використовувати окремі шари термоізоляції, якщо їх тепловий опір буде достатнім. Проте, високого рівня теплової ізоляції можна отримати щойно, застосовуючи двохшарову систему.

Перший ізоляційний шар втискається між рейками, а наступний разом з верхнім шаром з відділкою закріплюється до спеціальної решітки з рейок. Відстань між рейками має бути підібрана таким чином, щоб можна було уложить обидва шари теплоізоляції майже без відходів, а також зробити правильне, з точки зору стійкості, закрілення шару сухої штукатурки або іншого матеріалу для відділки.

Для закрілення всіх ізоляційних шарів необхідно використовувати оцинковані цвяхи. В такій сполучений покрівлі матеріал термоізоляції не зазнає деформування. Завдяки цьому досягається дуже висока тривалість усієї конструкції та її безаварійне ізоляційне функціонування.

Розміщення ізоляційних шарів під конструкцією даху пов'язане зі зменшенням кубатури горища.

Ізоляція під стропильними ногами



Ізоляція даху, розміщена під стропильними ногами

Переваги:

- досконала з точки зору фізики споруди теплова ізоляція нахиленого даху;
- якщо йдеться про ціну - вигідна альтернатива для системи термоізоляції дахової конструкції над стропильними ногами;
- відсутня необхідність демонтажу дахової покрівлі під час утеплення горища;
- швидке нагрівання всього приміщення горища;
- з технічної точки зору простий монтаж ізоляційних шарів.

14. Термоізоляція плоских дахів

Плоскі дахи на кожному об'єкті відносяться до групи найскладніших для проектування та найбільш навантажених елементів. Спека, мороз та сніг, дощ, бурі та натиск вітру, механічні навантаження від ходіння або їзди, сади на дахах ставлять найвищі вимоги до матеріалів, які застосовуються у цьому випадку. Власне кажучи, в таких конструкціях вже майже впродовж 40 років пінополістирол чудово складає іспит.

Широко відомим є факт, що відтік тепла з будинку найбільш інтенсивно відбувається знизу вверх. Такою ж самою мірою це відноситься як до скатних, так і до плоских дахів. Велика кількість тепла втрачається власне через дах. Якщо він відповідним і достатнім чином не був ізольований, то затрати на опалення будуть дуже великими, а мікроклімат в приміщеннях не відповідатиме потребам мешканців.

Плоскі дахи, попри загальну думку, не є винаходом нашої епохи, вони застосовуються впродовж декількох тисячоліть. Проте, у наші часи вони отримали нові функції.

Однією з них є, наприклад, сад на даху. Крім його функцій та ужиткових переваг необхідно пригадати про безсумнівний внесок рослинності, яка знаходиться на зелених дахах, в покращення якості повітря, особливо на сильно урбанізованих територіях великих міст.

Під час створення садів на дахах необхідністю є надійні системи термоізоляції та гідроізоляції. Пінополістирол з огляду на:

- свої термічні властивості;
- гідростійкість;
- стійкість до механічних навантажень, є основним ізоляційним матеріалом для такого роду дахів.

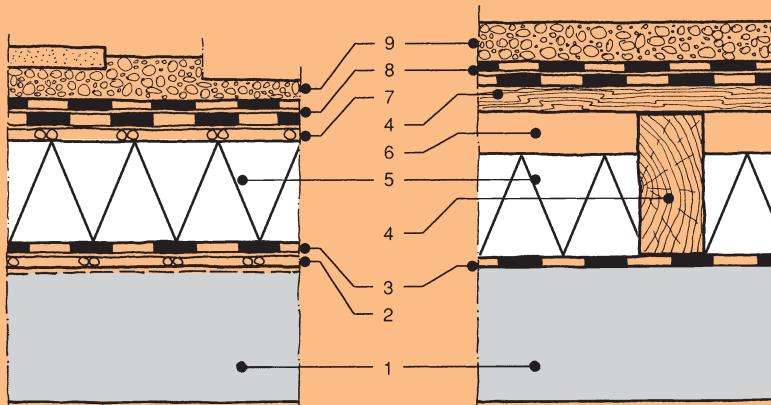
З огляду на складності з проектуванням та виконанням та сполучених покрівель - це завдання виключно для спеціалістів у цій галузі.

Термоізоляція плоских дахів - шари

Загальний поділ сполучених плоских покрівель пов'язаний з їх конструкційною системою:

Невентильована сполучена покрівля

Вентильована сполучена покрівля



9. Захисний шар поверхні.
8. Дахове покриття.
7. Деаераційний шар (компенсує тиск водяної пари під покриттям).
6. Вентильований простір.
5. Пінополістиролова термоізоляція.
4. Опорна конструкція верхньої площини сполученої вентильованої покрівлі.
3. Пароізоляція.
2. Вирівнювальний та розподільчий шар.
1. Несуча конструкція перекриття.

Рекомендований тип пінополістиролу:

Невентильована сполучена покрівля: принаймні PS-E FS 20.

Вентильована сполучена покрівля: PS-E FS 12 (якщо термоізоляція конструктивно не навантажена).

Товщина ізоляційного шару в житлових будинках: не менше, ніж 15 см.

Термоізоляція плоских дахів – шари та їх завдання

1. Вирівнювальний шар

Його завданням є вирівнювання поверхні масивного конструкційного шару перекриття та його підготовка до укладки наступних шарів.



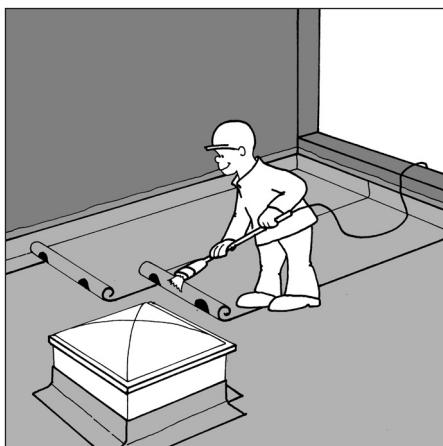
2. Розподільчий шар

Завдяки наявності розподільчого шару на перекритті:

- ліквідується вплив подряпин, які виникли в результаті деформації та навантаження конструкційного шару на більш високі шари сполученої покрівлі.
- усувається вплив шершавості та хімічного впливу на шар теплоізоляції.

3. Пароізоляція

Пароізоляція обмежує проникнення водяної пари до середини сполученої покрівлі і таким чином знижує її шкідливий вплив на всі шари цієї перегородки.



Термоізоляція плоских дахів – шари та їх завдання

4. Опорна конструкція

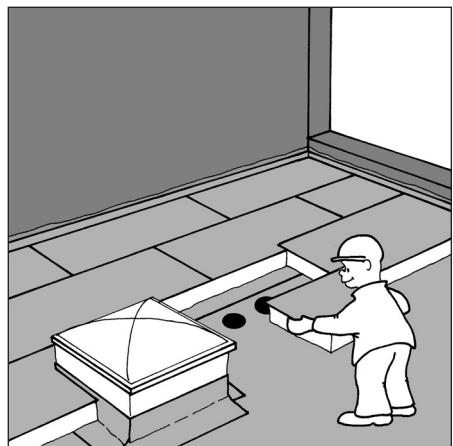
Подібний елемент присутній тільки в сполученій вентильованій покрівлі. Опорна конструкція верхнього скату сполученої покрівлі може бути виконана з деревини, бетонних плит, тощо. Навантаження від опорної конструкції безпосередньо передаються на перекриття.

5. Термоізоляція

В невентильованій сполученій покрівлі шар теплоізоляції переносить навантаження з вище розташованих шарів та зовнішнє навантаження. Отже, в даному випадку необхідно застосувати пінополістирол з відповідним рівнем стійкості на стискання типу PS-E FS 20 або вище, в залежності від навантаження. В сполученій вентильованій покрівлі, якщо ізоляційний шар не навантажений опорною конструкцією, то достатньо застосовувати легкі види пінополістиролу PS-E FS 12 або 15.

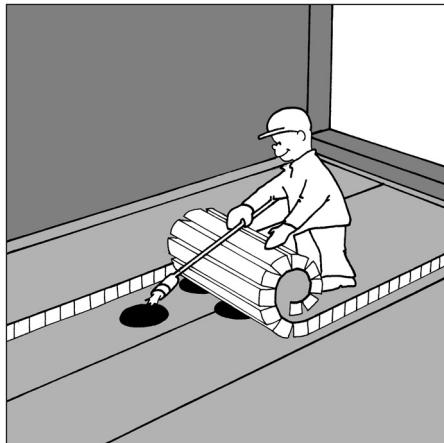
Шар пінополістиролової ізоляції в сполученій покрівлі виконує наступні функції:

- зимовий та літній тепловий захист;
- економія енергії;
- створення здорового та зручного мікроклімату в приміщені;
- тепловий захист несучої конструкції;
- захист від конденсації водяної пари на стелі.



Термоізоляція плоских дахів - шари та їх завдання

Пінополістиролові плити можуть мати нанесений вже на виробництві одно- або двосторонній шар бітумінозної ізоляції. Також виробляється рулонний варіант цього матеріалу. В цьому випадку пінополістирол розрізаний на стрічки та приkleєний до шару рубероїду. Завдяки надрізам в пінополістиролі все полотно можна звернути в рулон. Прикріplення до основи здійснюється за допомогою приkleювання. У спеціальних випадках передбачена можливість механічного прикріplення ізоляції до основи спеціальними розпірними штифтами. Необхідно пам'ятати про те, що пінополістирол може застосовуватися в якості ізоляційного матеріалу в умовах, коли довготривала температура не перевищує 80°C , а короткотрива-ла -95°C .



6. Вентиляційний простір (тільки в сполучених вентильованих покрівлях).

Практика показує, що відповідні зрізи вентиляційних отворів (вхідних і вихідних) та висота простору мають вирішальний вплив на результативне усунення водяної пари із сполученої покрівлі. Поверхні цих отворів найчастіше визначаються в промілях від усієї поверхні дахових скатів:

	Вхідні отвори	Вихідні отвори
Кут нахилу даху менше 3%, висота вентиляційної щілини 20 см		загалом 5 \%
Кут нахилу даху менше від 3 до 20%, висота вентиляційної щілини 10 см	2 \%	2.5 \%
Кут нахилу даху більше 20%, висота вентиляційної щілини 5 см	2 \%	2.5 \%

Якщо будинок розташований в аеродинамічній тіні по відношенню до інших об'єктів, то зрізи вентиляційних отворів мають бути відповідним чином збільшені. Вентиляційні отвори мають бути захищені від дощової води, а також за допомогою сіток від птахів та комах.

Термоізоляція плоских дахів - шари та їх завдання

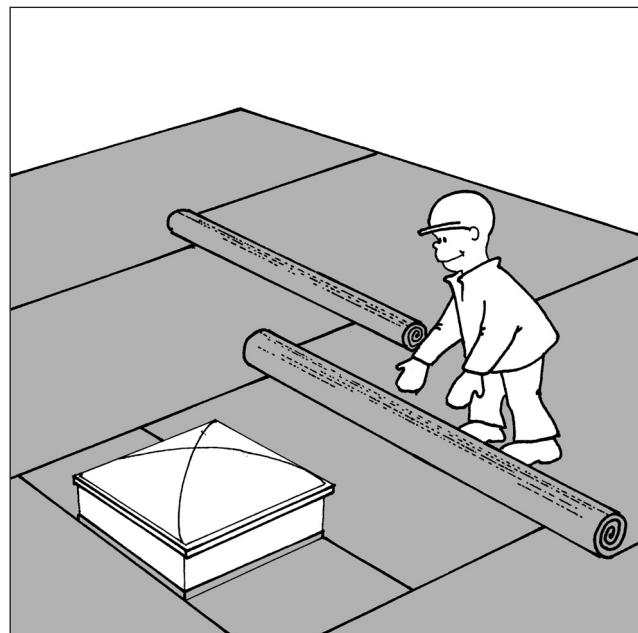
7. Деаерацийний шар

Завданням де аераційного шару є рівномірне розповсюдження під покрівлею водяної пари, яка під нагріванням сонцем поверхні дахового покриття інтенсивно випаровується з завалеженіх в з'язку з переміщенням пари зон сполученої покрівлі або була закрита під покриттям під час будівництва. Завдяки цьому шару не відбувається виникнення місцевого тиску та пошкодження покриття, так званими, даховими пухирями, також можливе вільне деформування покриття під час коливань температури та уникнення передачі переміщень, які походять від більш глибоко розташованих конструкційних шарів.

8. Дахове покриття

Цей шар підпадає під вплив особливо складних зовнішніх умов і тому він повинен відповісти дуже різним технічним вимогам, які, зокрема, стосуються механічних та температурних навантажень, стійкості до ультрафioletового випромінювання, вплив агресивних хімічних середовищ, старіння, втрати гнучкості, тощо.

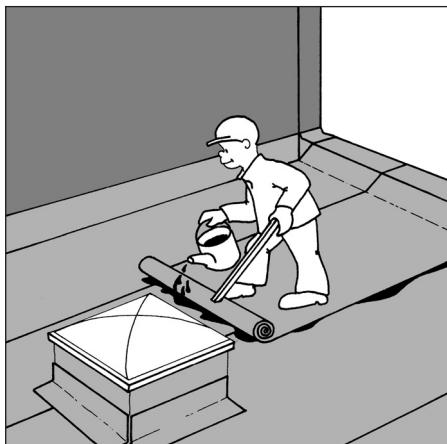
Дахові покриття в даний час виготовляються у формі багато- або одношарових покріттів. Вони можуть складатися з бітумінозного шару, армованого скловолокном або поліестром, склотканиною, тощо. Також застосовуються плівки з пластмас, багатомолекулярних полімерів.



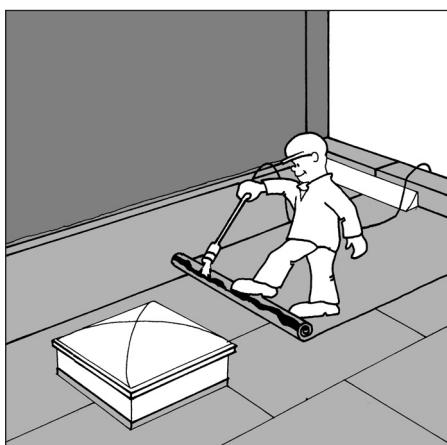
Термоізоляція плоских дахів - шари та їх завдання

Проте і надалі на дахах охоче застосовуються багатошарові бітумінозні покриття (без органічних розчинників).

Дуже результативне та тривале рішення досягається при використанні склеєних або спаяних з основою полімеро-бітумоїзних покріттів в якості верхнього шару дахового покріття.



Монтаж виконується шляхом:
виливки клейкої маси



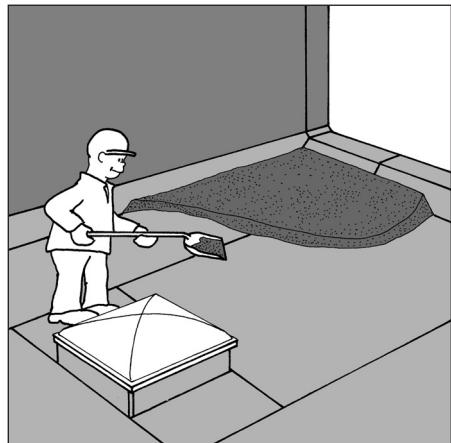
або спаювання газовою паяльною
лампою

Термоізоляція пласких дахів - шари та їх завдання

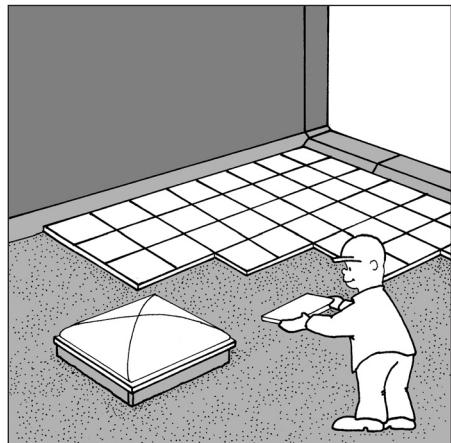
9. Захисний шар, опорне покриття, ужиткова поверхня

Такі функції можуть виконувати наступні матеріали:

- мінеральна посыпка з дрібного щебеню, нанесена безпосередньо на матеріал дахового покриття під час виготовлення.
- фільтраційний шар з очищеного гравію з виділеними фракціями від 16 до 32 мм, товщина шару, принаймні 50 мм.



- бетонні плитки, укладені на основі з піску



14.1. Похилений дах

Найбільше значення для довготривалого функціонування плоских сполучених покрівель має їх належна дегідратація та відведення дощової води назовні перегородки.

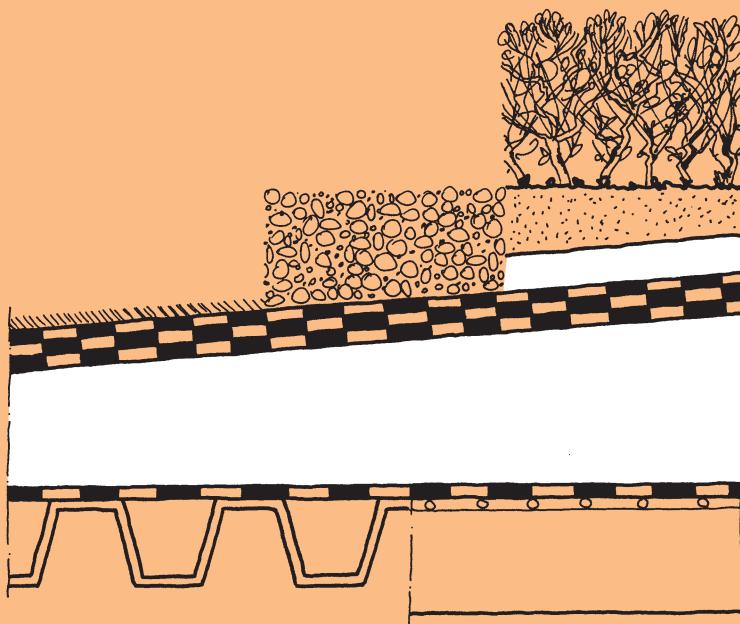
В технічних стандартах та умовах, які стосуються сполучених покрівель наводяться точні мінімальні величини кута нахилу дахового скату, які забезпечують відведення води з їх поверхні.

Виконання всіх технічних вимог, які стосуються:

- теплої ізоляції;
- кута нахилу;
- розташування шарів

є простим, якщо використовується спеціально пінополістиролова система для скатного даху.

В поєднанні додатково з матеріалом покриття високої якості створюється конструкція сполученої покрівлі з дуже добрами властивостями, високої тривалості і одночасно з поміркованою ціною.



14.2. Легкий промисловий дах

Промислові дахи з легкою конструкцією або дахи на трапецієвій блясі з економічної точки зору набувають в даний час дедалі більшого значення.

В подібного роду дахах мають місце коливання несучих трапецієвих блях, які ставлять додаткові механічні вимоги по відношенню до матеріалу теплоізоляції. Практично тільки пінополістирол може задовільним чином виконати функції термоізоляції в такій сполучений покрівлі. З огляду на свою невисоку щільність тільки незначним чином він збільшує навантаження на конструкційні бляхи, а завдяки чудовим стійкісним властивостям пінополістирол переносить коливання та зміщення основи.

Загальні рекомендації, які стосуються виконання плоских дахів

Повільне відведення води з поверхні плоского даху потребує не тільки дуже доброї герметичності покриття, але й повної герметичності всіх дахових деталей і елементів. Вони не тільки не можуть дозволити на проникнення води, яка спливає по поверхні даху, але крім цього повинні зберігати повну герметичність в тих умовах, коли стояча вода з розтопленого снігу створює додатковий тиск на покриття. До таких особливо складних місць відносяться:

- " вентиляційні щілини;
- " отвори для випускних труб;
- " межі дахових вікон;
- " місця кріплення перил, антен, тощо;
- " з'єднання з бордюром або стінкою;
- " стики з дверними отворами у верхніх частинах.

Деталі цього типу мають бути ретельно запроектовані компетентними спеціалістами, їх виконання має бути доручено тільки досвідченим та старшим працівникам і незалежно від цього скрупульозно контролюване.

14.3. Зворотна сполучена покрівля

Зворотна сполучена покрівля

Традиційні зовнішні водобезпечні покриття суцільних сполучених покрівель є шарами, які блокують практично повністю відтік водяної пари з середини сполученої покрівлі. Оскільки вони розміщені в зоні низьких температур, водяна пара, яка поступає з приміщень будинку, конденсується під покриття, призводячи до інтенсивного відсирівання шарів сполученої покрівлі. В зворотній сполученій покрівлі це явище було повністю ліквідоване шляхом переміщення водозахисного та парозахисного покриття ближче до середини, до зони високих температур та умов неконцентрованої водяної пари. Водозахисна ізоляція вкладається безпосередньо на конструкційному перекритті і щойно на ній виконується шар термоізоляції, захищеної ззовні тільки насипним шаром щебеню або бетонних плиток. Водяна пара, яка переміщується зсередини будинку через перекриття, затримується герметичним покриттям

ще до термоізоляції, отже в температурі наближенні до температури приміщення. В цих умовах водяна пара не зазнає конденсування та не створює вологи в перегородці. Але за то шар термоізоляції, який як правило захищений від вологи, в даному випадку наражений на постійну дію води та змінних температур. Невелика кількість матеріалів може переносити такі умови експлуатації без втрати ізоляційних та стійкісних властивостей. І тому в сполучених зворотних покрівлях в якості матеріалу для термоізоляції застосовується екструдований пінополістирол.

Екструдований пінополістирол

Даний матеріал виробляється дещо іншим чином, ніж звичайні види пінополістиролу, завдяки чому він і отримує специфічні, дуже корисні властивості. Адже він характеризується компактною, суцільною побудовою та закритими порами, високою стійкістю на стискання при одночасно низькому коефіцієнту теплопровідності.

Удавана щільність екструдованого пінополістиролу становить приблизно 30 кг/м³, сила стикання при 10% відносному деформуванні залежить від конкретного виду та, як правило, міститься в інтервалі 0.15-0.30 МПа. Збитка, однорідна структура та закриті пори цього матеріалу призводять до того, що його вологоємність після 24 годин не перевищує 0.1%, а після 28 днів становить лише 0.5%. Ця структура також призводить до того, що підтверджена у вимірювання теплопровідність екструдованого пінополістиролу є дуже низькою і становить приблизно 0.021-0.026 W/мК. Розрахункова теплопровідність згідно з рекомендаціями Інституту будівельних технологій повинна міститися в інтервалі 0.032-0.035 W/мК.

Конкретні види екструдованого пінополістиролу, як правило, застосовуються для ізолявання конструкцій з великими механічними навантаженнями і одночасно наражених на вплив вологи таких, як наприклад:

- зворотних сполучених покрівель;
- стін, заглиблених в ґрунті, з ізоляцією, забудованою затискним шаром (мур або ґрунт);
- підлог, зокрема в промислових спорудах, де мають місце великі механічні навантаження;
- катків;
- терас та так званих "зелених дахів";
- автомобільних паркінгів, тощо.

Розташування шарів в зворотній сполученій покрівлі було представлено на малюнку. Основні переваги такого рішення це:

- протидія конденсованню водяної пари, яка переміщується через перегородку, що в результаті запобігає відсиріванню сполученої покрівлі;
- захист водозахисного покриття від впливу: постійних змін температури та екстремальних температур, ультрафіолетових промінів, тиск водяної пари під покриттям;
- можливість використання скатів даху в якості тераси, паркінгу або саду;
- укладку теплоізоляції та захисного шару можна здійснювати у будь-яких погодних умовах.

Зворотна сполучена покрівля

- простота збільшення товщини ізоляційного шару в існуючій сполученій покрівлі без створення перешкод для експлуатації приміщення;
- простий доступ до водозахисної мембрани.

Ці переваги дозволяють значно збільшити час безаварійної експлуатації сполученої покрівлі та тривалості водозахисного покриття.

Поверхня сполученої зворотної покрівлі може бути зроблена різними способами:

- у вигляді функціонального щебеню (товщина шару, як правило, 50 - 100 мм в залежності від сили видування вітру), розсипаного безпосередньо на термоізоляції; він створює затискний та захисний шар для ізоляції;
- ґравію та, наприклад, тротуарних плиток в місцях комунікації;
- тільки тротуарних плиток з використанням всієї поверхні даху;

- ґрунту з додатковими захисними шарами на даху - саду;
- у вигляді розширеної бетонної плити.

Гравій не повинен містити фракцій менших, ніж 20 мм. Якщо не можна цього забезпечити, то необхідно покрити термоізоляцію шаром фільтраційної тканини, яка затримає дрібні камінці та забруднення від проникнення вглибину перекриття та пошкодження водозахисного шару. Це особливо суттєво у випадку наявності водозахисної мембрани з пластмаси, яка є більш тонкою та делікатною в порівнянні з асфальтовими покріттями.

Доступ холодної осадової води до середини сполученої покрівлі приводить до додаткових втрат тепла в зворотній сполученій покрівлі і тому товщина теплоізоляції в зворотній сполученій покрівлі, як правило, збільшується приблизно на 20% в порівняння з традиційною.

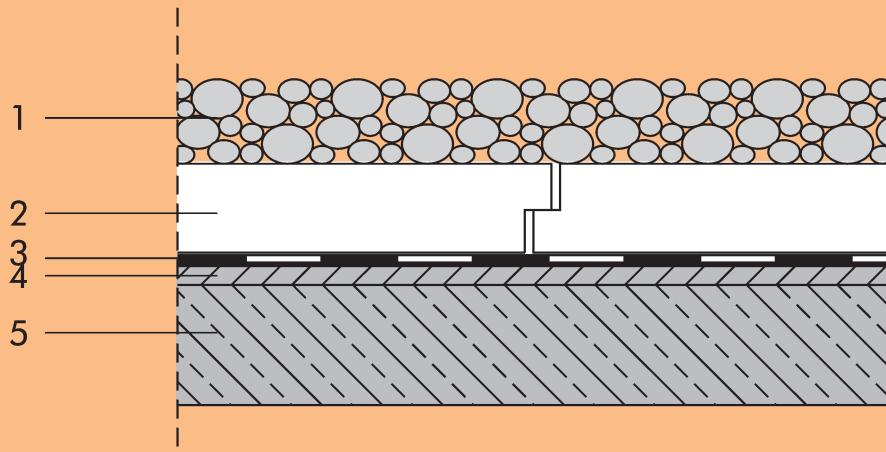
Зворотна сполучена покрівля

Переміщення води під час інтенсивного та холодного дощу в сполученій покрівлі, покладений на дуже тонкій несучій конструкції (наприклад стальова бляха або тонке залізобетонне покриття), може привести до її тимчасового охолодження та конденсування водяної пари на її нижній поверхні. І тому рекомендується, щоб несучий шар сполученої покрівлі мав тепловий

опір не менше, ніж $0.15 \text{ m}^2\text{K/W}$. Цього можна досягнути шляхом накриття бляхи шаром стяжки товщиною мінімум 50 мм або 20 мм, шаром фанери або тирсоплити. Якщо ж це масивна конструкція залізобетонного перекриття, то така загроза відсутня.

Зворотна сполучена покрівля

1. Очищений гравій, баласт та захист термоізоляції.
2. Екструдований пінополістирол – термоізоляція.
3. Водозахисне покриття.
4. Шар для створення нахилу.
5. Конструкція перекриття.



15. Дренаж

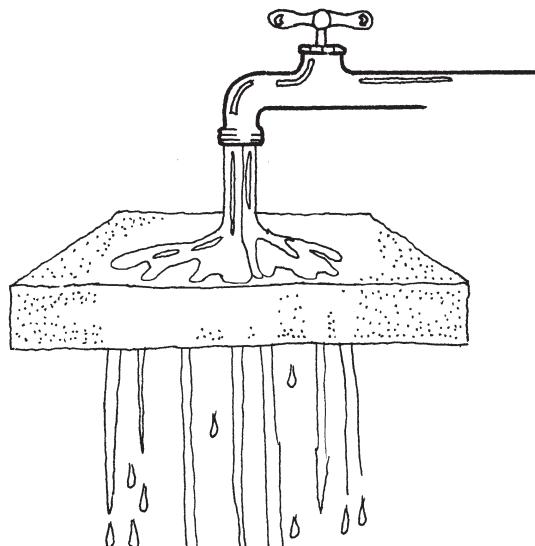
Вироби з пінополістиролу застосовуються не тільки в якості термоізоляції. Спеціальні пінополістиролові плити, процес виготовлення яких дещо відрізняється від типового піноутворення гранул полістиролу, можуть служити в якості матеріалу для будівельного дренажу. Адже вони дозволяють результативно відвести та зібрати воду, яка проникає в напрямку будинку.

Дренажні плити мають особливе застосування в таких елементах будинку, як:

- стіни підвалів;
- опорні стінки;
- сади на дахах;
- дахи.

Плити розміщаються на конструкції у горизонтальному або вертикальному положенні в залежності від напрямку фільтрації води. Закріплення плит до основи, як правило, відбувається за допомогою приkleювання з використанням типових клейових мас або будівельних kleїв, які не пошкоджують пінополістиролу.

Так, як і у випадку звичайного ізоляційного пінополістиролу, весь процес обрізання, пристосування та закріплення дренажних плит є простим та абсолютно безпечним для працівників.



Порожнини між окремими кульками пінополістиролу уможливлюють дуже швидке відведення води, яка проникає через матеріал.

Пінополістиролові дренажні плити

В якості дренажного шару застосовуються спеціальні пінополістиролові плити. Для їх виготовлення використовуються полістиролові гранули, які спініються в кульки діаметром від 8 до 12 мм, а потім склеюються в легку просторову структуру, яка легко пропускає воду. Завдяки різному діаметру пінополістиролових кульок між ними виникають відкриті повітряні пори, які складають від 30 до 40% всього об'єму матеріалу. Спеціальний метод виготовлення дренажних плит призводить до того, що вони можуть переносити без деформування навантаження 10 kN/m^2 (1.0 t/m^2), а при стисканні навантаження досягають 35 kN/m^2 (3.5 t/m^2).

При об'ємній щільності від 12 до 15 kg/m^3 та розмірі $1.0 \text{ m} \times 0.5 \text{ m}$ окрім плити цього матеріалу товщиною 65 мм важать приблизно 0.5 кг. Отже, їх можна дуже легко переносити, перевозувати та закріплювати на будинку.

На відміну від натурального ґрунту поверхні пінополістиролових кульок поглинають значно менше води, що надзвичайно прискорює її переміщення через дренажну плиту. Середня швидкість переміщення води через цей матеріал становить приблизно 8 см/сек.

Дренажні плити з пінополістиролу не гниють, не скорочуються, а вбудовані в перегородку у відповідності до вимог вони дуже стійкі до старіння.

Вони стійкі на вплив: води, розчинів хімічних солей, лугів, гумусу та інших кислот, неорганічних матеріалів таких, як вапно, цемент, гіпс, а також бітумінозних матеріалів. Завдяки своїм стійкістям властивостям вони захищають гідроізоляцію від механічних пошкоджень.

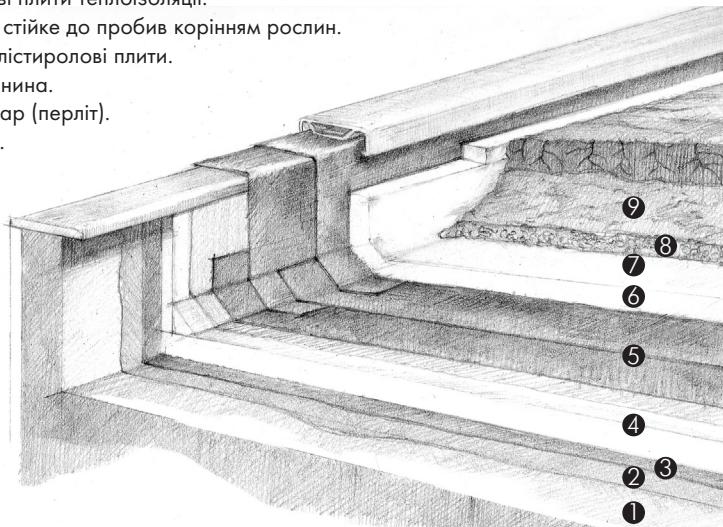
Якщо ми маємо справу з легко замуленими ґрунтами, або якщо дренаж використовується для відведення води з садів на дахах, то рекомендується укладка фільтраційної тканини безпосередньо на пінополістиролових плитах. Таким чином попереджується замулення дренажу дрібними частками, які знаходяться в шарі гумусу.

Пінополістиролові дренажні плити збільшують навантаження на конструкцію перекриття приблизно на 15 N/m^2 , натомість 10-ти сантиметровий фільтраційний шар з гальки збільшує навантаження приблизно на 1800 N/m^2 . Це є суттєвою різницею не тільки під час зведення даху та транспортування матеріалу, але й впливає на нанесення розмірів несучої конструкції.

Горизонтальний дренаж

Розташування шарів "зеленого даху"

1. Перекриття.
2. Вирівнювальний накривний шар.
3. Розподільчий та пароізоляційний шар (наприклад, бітумний рубероїд з алюмінієвою оболонкою).
4. Пінополістиролові плити теплоізоляції.
5. Дахове покриття стіків до пробив корінням рослин.
6. Дренажні пінополістиролові плити.
7. Фільтраційна тканина.
8. Акумуляційний шар (перліт).
9. Ґрунт для рослин.



Зелені поверхні дахів вносять свій позитивний внесок в покращення природного середовища людини. Рослини, які там знаходяться мають корисний вплив на покращення якості повітря, що є суттєвими, зокрема, на території великих міст. Зелений островець на даху є також цінним місцем для розвантаження та відпочинку мешканців будинку. І врешті-решт, облаштування поверхні даху покращує використання вільних площ.

Відповідне функціонування та тривалість даху - саду великою мірою залежать від належної роботи дренажного шару, який відводить воду з

усієї системи. Пінополістиролові плити застосовуються тут дуже часто з огляду на високу якість та дуже просту укладку. Вони просто розкладаються на поверхні водозахисного покриття, стікого на пробив коріннями рослин. Після цього на дренажних плитах довільно розстеляється шар фільтраційної тканини.

На підготовлену таким чином основу наноситься шар рослинного ґрунту згідно з рекомендаціями садового мистецтва.

Drenaї pionowy

Дренажний шар з матеріалу, який добре пропускає воду, розміщений біля стіни підвалу не дозволяє накопичуватися воді, яка притикає з середовища вглиб ґрунту. Пропущена через шар дренажу вода збирається біля основи стіни через перфоровану трубу водовідведення і після цього відводиться до каналізації або накопичувальних колодязів.

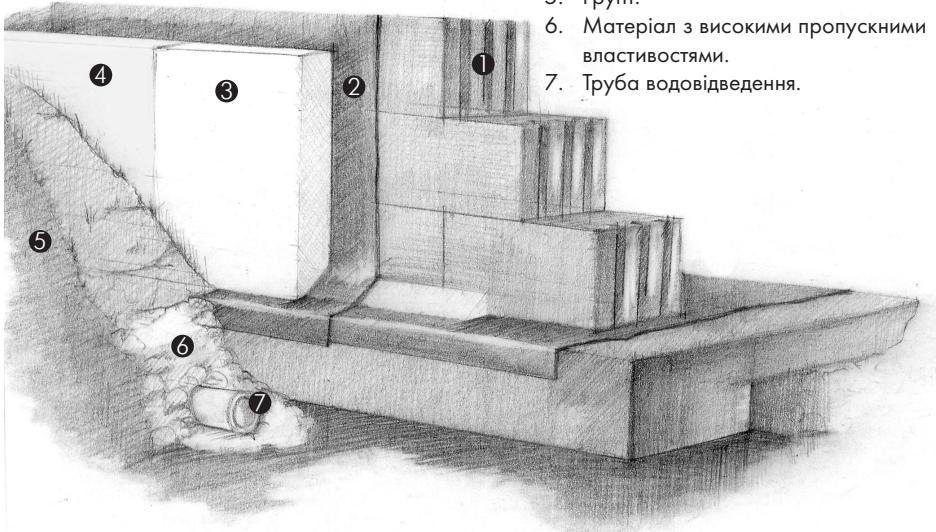
Пінополістиролові дренажні плити приклеюються до бітумінозного ізоляційного шару вертикальної стіни фундаменту. Якщо в ґрунті знаходяться фракції пилу, то рекомендується закри-

ти дренажний шар фільтраційною тканинкою. Тканіна з найдрібнішим сплетінням просто вішається на поверхні пінополістиролових плит по мірі укладки знизу окремих рядів та закріплюється на самому кінці за допомогою приkleювання до найвищого ряду плит. При з'єднанні по вертикалі окремих звоїв тканини слід робити закладки.

Під час розрахунку теплового опору стінки фундаменту не враховується опір дренажного шару.

Захист стіни, заглибленої в ґрунт:

1. Стінка фундаменту.
2. Гідроізоляція.
3. Дренажна пінополістиролова плита.
4. Фільтраційна тканіна.
5. Ґрунт.
6. Матеріал з високими пропускними властивостями.
7. Труба водовідведення.



16. Пінополістирол - всебічний ізоляційний матеріал

Крім представлених вже сфер застосування пінополістирол може успішно використовуватися в багатьох інших місцях.

Ось деякі приклади:

- структурна опалубка при лицьовому бетоні;
- елементи заповнення та звукопоглинання;
- елементи опалубки для залізобетону;
- економне заповнення бетонних стін та перекриттів;
- оболонкова ізоляція труб;
- заповнення земляних насипів та опорних конструкцій;
- реконструкція фасадів архітектурних пам'яток.

Пінополістирол також використовується для профілювання різномірідних карнизів та обробки дверей, вікон або стель.

Пінополістиролові гранули застосовуються для розрихлення структури ґрунту в садівництві, під час великих земляних робіт, пов'язаних з формуванням ландшафту або під час будівництва спортивних майданчиків, тощо. Великі пінополістиролові блоки використовуються під час будівництва вулиць та залізничних насипів.

Внутрішня термоізоляція будинків виконується у тих випадках, коли з огляду на архітектурне та історичне

значення об'єкту його утеплення ззовні неможливе. З цією метою використовуються напівфабрикати плит утеплення, які складаються з шару пінополістиролу, гіпсокартонної плити, оздобленої зсередини шпалерою, гіпсовою шпаклівкою, тощо.

Ще однією галуззю застосування пінополістиролу є кесони на стелі, які утеплюють та зменшують акустичні ефекти в помешканні, а також приховують тріщини на стелях. Це легкий, швидкий та зручний спосіб реконструкції помешкання.

Отже, не без причин стверджується, що пінополістирол є одним з найкращих та найбільш всебічних ізоляційних матеріалів в будівництві.

Жоден інший матеріал не дає кращих результатів як пінополістирол, і це в додатку за такою прийнятною ціною. Майже 40 років досвіду роботи з цим матеріалом та постійний контроль якості гарантують збереження необхідних властивостей пінополістиролу на найвищому рівні в будь-якій галузі його розлогого застосування.

17. Пінополістирол - ізоляційний матеріал приязній для довкілля

Використання пінополістиролових ізоляційних матеріалів призводить до зниження використання енергії на опалення, дозволяють скоротити викиди шкідливих речовин в атмосферу, знижують рівень шуму в приміщеннях та забезпечують їх мешканцям приємний мікроклімат. Тож "хімія" абсолютно не повинна бути протилежністю для дбайливості про природне середовище.

Не тільки впродовж останніх років, але й раніше можна було почути думки про те, що у будь-якому випадку необхідно використовувати природні матеріали.

Таке твердження звучить абсолютно правильно та відповідає духові часу, але якщо ми підходимо до справи серйозно, то відразу ж повинні поставити запитання: "Звідки взяти ці величезні кількості деревини, корка, соломи, кокосового волокна та як уникнути пов'язаних з цією експлуатацією збитків для довкілля?".

Отже, пінополістирол може бути символом свідомої та відповіальної позиції, що орієнтована на захист середовища хімічної промисловості, яка виготовляє:

- **нейтральні для довкілля кінцеві продукти;**
- **при економному використанні сировини та енергії.**

Тому на практиці пінополістирол ототожнюється з:

- " **здоровим мікрокліматом та чистим повітрям, завдяки економії енергії на опалення;**

" **нешкідливістю для озонної оболонки.**

Природно, для виготовлення пінополістиролу потрібна енергія. Але, оскільки пінополістирол чудово ізоляє, впродовж короткого часу витрати енергії, потрібної для його виготовлення окупаються. Пізніше вже природне середовище отримує користь від пінополістиролу через зменшення використання енергії на опалення та скорочення викидів у атмосферу шкідливих продуктів спалювання.

Основою для виробництва пінополістиролу є природна сировина. В ході хімічного процесу, що складається з багатьох етапів, з нафти виготовлюється полістирол для спіннювання. Після цього, шляхом спіннювання гранул полістиролу з використанням водяної пари виготовлюються плити пінополістиролу.

В якості піноутворюючого засобу під час виготовлення пінополістиролу використовується виключно пентан, який також є природною речовиною, яка присутня у нашому довкіллі. Пентан не відноситься до газів, які підвищують парниковий ефект в земній атмосфері. Він також не шкідливий для озонної оболонки.

Готовий ізоляційний матеріал на 98% складається з найбільш розповсюдженого, натурального продукту на нашій планеті, а саме з повітря.

Пінополістирол - ізоляційний матеріал приязній для довкілля

Пінополістиролові ізоляційні матеріали є абсолютно нейтральними для людського здоров'я

Цей факт був підтверджений широкими медичними та хімічними дослідженнями. Зі своєї структури пінополістирол не виділяє жодних шкідливих для здоров'я речовин, не викликає алергії, не подразнює шкіри та дихальних шляхів. Він не представляє жодної загрози навіть тоді, коли може бути... проковтнутий. Отже, ми зустрічаємо довкола себе пінополістирол у формі посудин для продуктів харчування, ізоляційних пакетів, тарілочок, чашок, тощо. Всі види застосування пінополістиролу мають позитивний сертифікат Державної установи з питань гігієни (ДУГ).

Ужиткові властивості у відповідності з захистом довкілля

В той час, коли розпочиналося виготовлення пінополістиролу, проблема відходів ще не стояла так гостро, як в даний час. Також і в цій сфері пінополістирол характеризується особливими перевагами.

Пінополістирол не тільки економить енергію як ізоляційний матеріал, але й сам стає джерелом енергії у випадку спалення в якості відходів.

Подрібнені пінополістиролові відходи, які потрапляють на звалища призводять до їх невеликої аерації і таким чином полегшують та прискорюють розклад сміття.

З хімічної точки зору пінополістирол є абсолютно тривким та нейтральним і в жодному випадку не може завдати шкоди в природному середовищі.

Пінополістиролові відходи з підприємств, які переробляють пінополістирол застосовуються в якості сировини в інших сучасних технологіях. Крім цього, їх можна використовувати в будівництві в якості, наприклад, додатку до легкого бетону або в сільському господарстві та садівництві в якості засобу для розрихлення землі. В даний час також продовжуються дослідження над розкладенням пінополістиролу шляхом піролізу на інші сировинні матеріали, які використовуватимуться в промисловості.

Для проектантів, інвесторів, виконавців і всіх тих, хто турбується про довкілля, важливим є те, що застосування ПІНОПОЛІСТИРОЛУ – це екологічне рішення всіх ізоляційних проблем.

18. Протипожежні норми, пов'язані з зовнішнім утепленням будинків.

Розпорядження Міністра внутрішніх справ та адміністрації від 1 березня 1999 року щодо обсягів, порядку та принципів погодження будівельного проекту з точки зору протипожежного захисту (Вісник законів № 22, позиція 206) в параграфі № 4 перераховує проекти тих споруд, які мають бути предметом згаданого погодження:

"§ 4.1. Необхідно проводити погодження наступних будівельних проектів:

1) будинків цивільного призначення та колективного проживання або їх частин:

а) в яких можуть перебувати люди в групах, кількість яких перевищує 50 осіб;

б) висотою понад 12 м або якщо вони мають понад 3 поверхи;

2) багатоквартирних житлових будинків, які мають понад 4 поверхи;

3) будинків або їх частин віднесені до категорії небезпеки для людей ZL II. (...)

§ 4.2. У випадку розбудови, модернізації або капітального ремонту об'єктів, про які йдеється в пункті 1 по-

годження необхідно проводити у тому випадку, коли з огляду на характер або розмір робіт необхідно складати будівельний проект."

Вимоги, які стосуються протипожежної стійкості споруд містяться в розпорядженнях: Міністра з питань благоустрою та будівництва від 14 грудня 1994 року (Вісник законів № 10, позиція 46) щодо технічних умов, яким мають відповідати будинки та їх розміщення, та Міністра внутрішніх справ та адміністрації від 30 вересня 1997 року (Вісник законів № 132, позиція 878) про внесення змін до розпорядження щодо технічних умов.

Ці нормативні документи постановлюють, що "елементи будинку, віднесеного до відповідної категорії протипожежної стійкості, повинні відповідати вимогам у сфері вогнестійкості та розповсюдження вогню, що визначені в таблиці (в ній пропущено вимоги, які стосуються несучої конструкції та перекриттів):

Klasa odporności pożarowej budynku	Elementy budynku			
	Ochronidziane iłciąny oświetlenie		Dachy, tarasy, konstrukcje na dachu	
	m.in. aha odporność ogniwa [n in]	rozprzestrzenianie ogniwa	m.in. aha odporność ogniwa [n in]	rozprzestrzenianie ogniwa
A	60	N RO	30	N RO
B	30	N RO	30	N RO
C	15	N RO	15	N RO
D	—	SRO *	—	SRO *
E	—	SRO	—	SRO

Позначення: N RO - не розповсюджують вогню; SRO - слабо розповсюджують вогонь;

* для будинків категорії ZL II (загроза для людей) вимагається N RO.

Протипожежні норми, пов'язані з зовнішнім утепленням будинків

Змінені протипожежні норми, які стосуються термоізоляції та утеплення зовнішніх стін будинків містяться в розпорядженні Міністра внутрішніх справ та адміністрації від 30 вересня 1997 року, оприлюдненому у Віснику законів № 132, позиція 878, § 216, пункти 7 та 8

- "7. Зовнішнє покриття та його механічне кріплення, а також термоізоляція зовнішньої стіні будинку на висоті вище 25 м від рівня землі, мають бути виконані з незаймистих матеріалів.
- 8. Допускається утеплення зовнішньої стіни житлового будинку, зведеного до дня набрання чинності розпорядження, висотою до 11 поверхів включно з використанням самогасного спіненого полістиролу таким чином, щоб забезпечити нерозповсюдження вогню."

На будівельному ринку пропонуються види тільки самогасного пінополістиролу, позначеного символом FS. Даний матеріал не займається від іскри, палиться тільки в іншому багатті, а після усунення з полум'я не займається повторно. Матеріал виключно цього виду використовується для утеплення житлових будинків в нашій країні.

Самогасний пінополістирол, покритий за "легко-мокрим" методом утеплення шарами клею та структурної штукатурки розглядається як система, яка не розповсюджує вогню (NRO) і у відповідності з процитованим вище розпорядженням допускається до утеплення існуючих будинків висотою 11 поверхів. Під поняттям існуючих будинків розуміються об'єкти збудовані до часу набрання чинності розпорядженням, тобто до 28 квітня 1998 року. Новозбудовані будинки можуть бути ізольовані пінополістиролом ззовні до висоти 25 м. Під час ізоляції, а також утеплення будинків вище 25 м можна одночасно застосовувати дві технології: в більш низькій частині - до висоти 25 м - з використанням самогасного пінополістиролу, вище - з використанням матеріалу абсолютно незаймистого. Таке поєднання значним чином дозволяє скоротити навантаження, яке створюють шари утеплення, оскільки вага рівномірного ізоляційного шару з волокнистих матеріалів в декілька разів більше. Це також дозволяє суттєво знизити вартість всієї інвестиції.

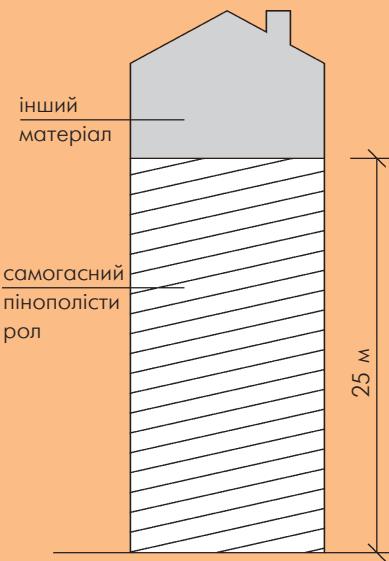
Протипожежні норми, пов'язані з зовнішнім утепленням будинків

Необхідно додати, що положення, які містяться в розпорядженні, сформульовані дуже обережно, оскільки протипожежні дослідження фасадів, утеплених за допомогою пінополістиролу, що були проведені в Польщі та закордоном, виявили, що стінка після утеплення пінополістиролом суттєвим чином не змінила своєї "поведінки" в цих умовах та не становила додаткової загрози для людей. А в 30-тирічній практиці застосування в нашій країні подібного роду утеплення не було випадку, щоб вони стали причиною перенесення вогню між помешканнями або поверхами.

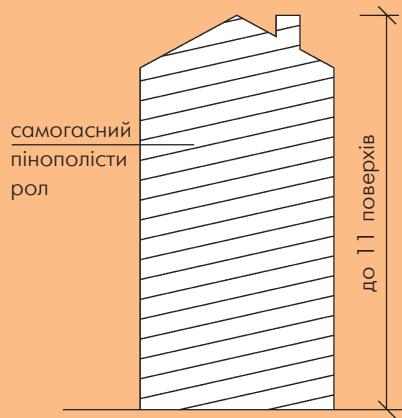
Проте, якщо за якихось умов і відбудеться спалення пінополістиролу, то суттєвим є також той факт, що гази горіння, які при цьому виникають, не становлять особливо загрози для людей (пінополістирол класифікується як малотоксичний матеріал, набагато гірше в даному випадку виглядають натуральні продукти, наприклад, сосна або ялина), а рештки після горіння не є шкідливими для довкілля речовинами і можуть складуватися на комунальних звалищах.

Протипожежні норми, які стосуються термоізоляції зовнішніх стінок висотних будинків.

Новозбудовані та існуючі будинки
(збудовані після 28.04.1998)



Існуючі будинки
(збудовані до 28.04.1998)



19. Закон про підтримку заходів з термомодернізації

Кампанія з утеплення існуючих будинків, яка проводилася до цього часу в нашій країні, в основному базувалася на запровадженному у вісімдесятіх роках законі, який стосувався усунення так званих технологічних вад будинків. Метою цієї кампанії мало бути усунення недоліків, пов'язаних з пліснявінням стін та підвищеннем обігріву помешкань в багатоквартирних житлових будинках. Утеплення стін рідко поєднувалося з регулюванням потужності системи опалення по відношенню до зменшеної потреби будинку в теплі і тому, як правило, не приносили фактичної економії енергії. Фінансова допомога держави носила форму незворотної дотації з державного бюджету.

Натомість метою Закону від 18 грудня 1998 року (Вісник законів № 162, позиція 1121) є підтримка інвестицій, які призведуть до:

- зниження рівня використання енергії, потрібної для опалення будинків та підігріву побутової води;
- зменшення втрат енергії в місцевих тепломережах та місцевих джерелах тепла;
- заміни звичайних джерел енергії на відновлювальні нетипові джерела.

Фінансова форма підтримки державою подібних інвестицій полягає в наданні інвестору термомодернізаційної премії, яка складає 25% від банківського кредиту, використаного для реалізації інвестиції.

Проте, отримання права на термомодернізаційну премію обумовлено низкою вимог:

- виконання енергетичного аудиту модернізованого об'єкту, який на підставі техніко-економічного аналізу виявить оптимальні, з точки зору собівартості, заходи з економії;
- перед наданням премії енергетичний аудит повинен бути позитивно перевірений Банком краївого господарства або визначенім ним суб'єктом;
- реалізована інвестиція має знизити потребу в енергії, принаймні, на 10% в будинках, в яких модернізується тільки система опалення, в інших - принаймні на 25%, для тепломереж та джерел тепла також на 25%;
- кредит, наданий комерційним банком на реалізацію термомодернізаційного заходу, не може бути більше 80% від вартості даної інвестиції, а період його уплати не може перевищувати 7 років;
- місячна сума сплати кредиту разом з процентами не може бути менше частки сплати кредиту, збільшеної на проценти, і одночасно не повинна бути більшою, ніж середньомісячна сума економії коштів, яка було отримана від реалізації інвестиції.

Закон про підтримку заходів з термомодернізації

Банк країнового господарства, визначений законодавцем для створення Фонду термомодернізації, передасть термомодернізаційну премію банку, який надав кредит, якщо:

- захід був реалізований згідно з будівельним проектом;
- захід був закінчений в термін, визначений в кредитному договорі;
- інвестор своєчасно сплатив 75% від використаного кредиту та проценти нараховані до дня набуття права на премію.

20. Способи позначення пінополістиролу

**Гарантія якості пінополістиролу:
Відповідність Польському стандарту
PN-B-20130: 1999**

Властивості пінополістиролу як ізоляційного матеріалу чітко визначені Польським стандартом, в якому проведена класифікація видів матеріалу і визначено їх призначення, перераховано вимоги, які ставляться по відношенню до матеріалу, а також методи досліджень, що слугують їх перевірці. Виробники пінополістиролу можуть клопотатися в сертифікованій дослідницькій установі про отримання сертифікату відповідності їх виробу Польському стандарту. Для покупця чинний сертифікат є найкращою гарантією якості матеріалу.

Також Польський стандарт визначає спосіб позначення пінополістиролових плит, призначених для будівництва, наприклад:

PLYTY STYROPIANOWE (PS-E) PN-B-20130:1999 FS 20 1000 x 500 x 50
(Плити пінополістиролові (PS-E) PN-B-20130:1999 FS 20 1000 x 500 x 50)

PS-E - плити з пінополістиролу (експандованого полістиролу).

PN-B-20130:1999 - номер відповідної норми стандарту продукту.

FS - самогасні.

20 - тип, який відповідає удаваній щільності матеріалу kg/m^3

1000 x 500 x 50 - розміри плит в мм.

Стандартні розміри плит: 1000 мм x 500 мм, товщина в інтервалі від 10 до 200 мм.

Властивості та способи маркування інших видів пінополістиролу, про які йшлося раніше, визначені в окремих

Технічних сертифікатах, що видаються Інститутом будівельних технологій у Варшаві.

Члени Асоціації виробників пінополістиролу

Іншу інформацію, яка стосується пінополістиролу та його застосування можна отримати безпосередньо в фірмах, що належать до Асоціації виробників пінополістиролу:

Нижньо-сілезьке воєводство:

"Стрипол", Вроцлав, телефон: 071 / 354 38 66;
ВЗРБ, Вроцлава, телефон: 071 / 324 62 04;

Куявсько-поморське воєводство:

"Арбет", Голуб-Добжинь, телефон: 056 / 683 50 34 ... 36
"Екобуд", Груджьодз, телефон: 056 / 46 57 774;
"Гендерка", Бидгощ, телефон: 052 / 371 71 34;
"Промакс", Пакошльч, телефон: 052 / 351 87 68;
"Простири", Торунь, телефон: 056 / 654 76 66

Люблінське воєводство:

"ППМБ", Немце, телефон: 081 / 756 14 19;
"Префабет", Любартув, телефон: 081 / 855 62 51;

Любуське воєводство:

"ABA - TB", Мендзижеч, телефон: 095 / 741 10 36%
"Полтем", Негоставіце, телефон: 068 / 376 46 22, додатковий 84;

Лодзьке воєводство:

"Аустротерм", Скерневіце, телефон: 046 / 834 14 77;
"Ізодом", Здунська Воля, телефон: 043 / 823 89 47;
"Ізоляція", Здунська Воля, телефон: 043 / 823 41 11;

Малопольське воєводство:

"Аустротерм", Освенцим, телефон: 033 / 843 15 01;
"BIP Поланд", Краків, телефон: 012 / 619 12 92;
"ФЦХ Двори", Освенцим, телефон: 033 / 844 18 21 ... 25;

Мазовецьке воєводство:

"БАСФ Польща", Варшава, телефон: 022 / 659 21 42;
"Дунастир", Варшава, телефон: 022 / 635 76 02;
"ШЕЛЛ Польща", Варшава, телефон: 022 / 570 00 00;
"Стирбор", Сохачев, телефон: 046 / 863 02 01, додатковий 279;
"Вестхе", Варшава, телефон: 022 / 614 57 19;

Опольське воєводство:

"Сунпор", Кендзежин - Кохаль, телефон: 077 / 483 19 82;
"Атлантіс", Мелец, телефон: 017 / 788 05 10;

Підкарпатське воєводство:

"НТБ", Глогув Малопольський, телефон: 017 / 851 74 31;
"Термо Органіка", Мелец, телефон: 017 / 788 77 83;

Поморське воєводство:

"H&K Стиропак", Гданськ, телефон: 058 / 308 77 05;
"Стиропласт", Гдиня, телефон: 058 / 663 43 69;

Сілезьке воєводство:

"ВС", Нестемпово, телефон: 058 / 681 88 54;
"Кім", Бельсько-Бяла, телефон: 033 / 814 09 45;
"Марбет", Бельсько-Бяла, телефон: 033 / 818 42 31;
"Мет - Кан", Катовіце, телефон: 032 / 251 45 55;
"Полмар", Хшанув, телефон: 032 / 623 42 25;
"Термодом", Жори, телефон: 032 / 43 42 873;

Свентокшиське воєводство:

"Ізотерм", Гождзелін, телефон: 041 / 26 43 459;
"Мегатерм", Кільце, телефон: 041 / 346 27 55;

Вармінсько-мазурське воєводство:

"Стирбет", Сукув, телефон: 041 / 307 34 47;
"Стиропол", Стараховіце, телефон: 041 / 273 26 17;

Велькопольське воєводство:

"Префабет", Ольштин, телефон: 089 / 533 51 00;
"Стиропекс", Ольштин, телефон: 089 / 533 16 45;

Західно-поморське воєводство:

"Стиропол", Біскупець, телефон: 089 / 715 35 55;

"Арбет", Гостинін, телефон: 065 / 572 37 00;

"Арбет", Кошалін, телефон: 094 / 342 20 76 ... 79;

"Стиропол", Каліш Поморський, телефон: 0961 / 17 333

* курсивом виділено виробників полістиролу для спінювання.