

*Спецкурс випускової кафедри Будівельних технологій*

# **ЕЛЕКТРОННИЙ ВІДЕОКОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ**

*ДЛЯ ЗДОБУВАЧІВ ДЕННОЇ  
ТА ЗАОЧНОЇ  
ФОРМИ НАВЧАННЯ  
Частина 2*

*Розробник: проф. каф. БТ КНУБА д.е.н. Шпакова Г.В.*

## ВБ Спецкурс кафедри Будівельних технологій

*Ін'єкційна гідроізоляція здійснюється шляхом нагнітання в'язучого матеріалу в шви і тріщини будівельних конструкцій або в ґрунт, що примикає до них. Використовується зазвичай при ремонті гідроізоляції. Для її влаштування все ширше застосовуються нові полімери - карбамідні, фуранові смоли.*



Розробник: проф. каф. БТ КНУБА д.е.н. Шпакова Г.В.



# ВБ Спецкурс кафедри Будівельних технологій

## Ін'єкційна гідроізоляція

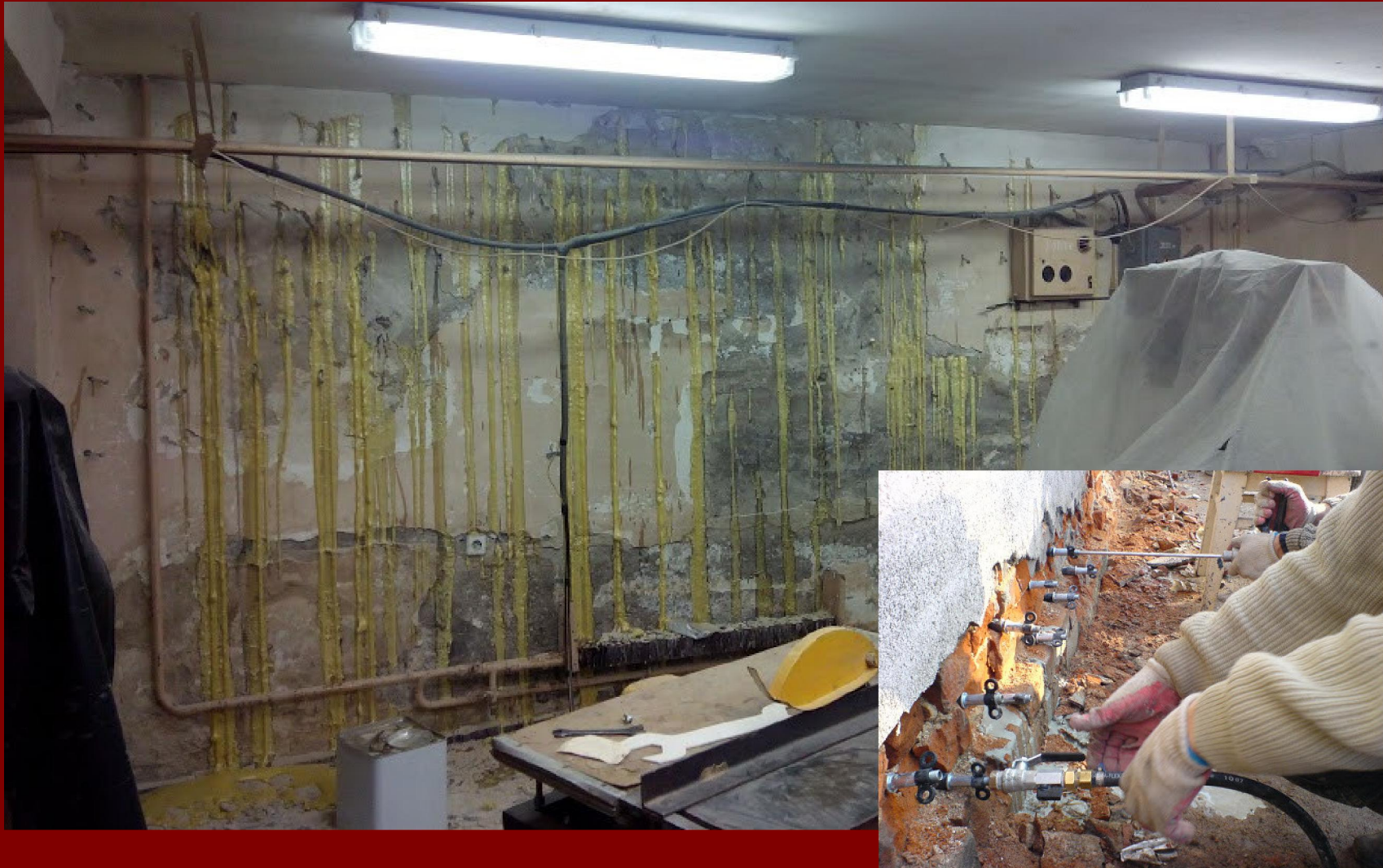


## Технологія виконання

Розробник: проф. каф. БТ КНУБА д.е.н. Шпакова Г.В.

# ВБ Спецкурс кафедри Будівельних технологій

## Ін'єкційна гідроізоляція

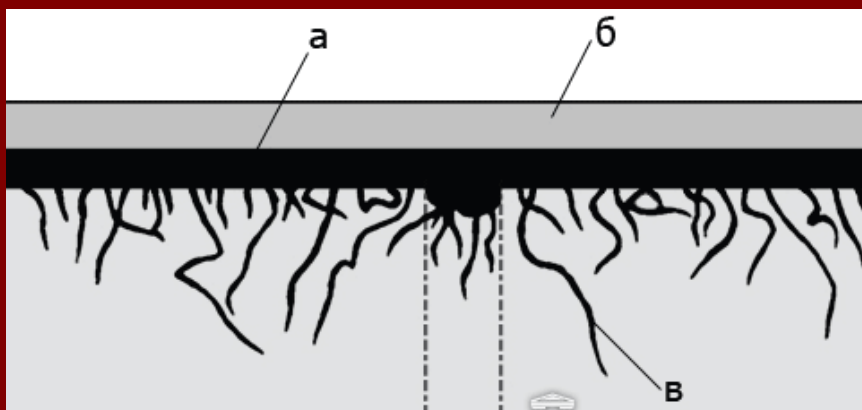


Розробник: проф. каф. БТ КНУБА д.е.н. Шпакова Г.В.



## ВБ Спецкурс кафедри Будівельних технологій

**Гідроізоляція проникаючої дії** розроблена ще в 40 роки минулого століття фірмою VANDEX. Вона заснована на ефект капілярної провідності бетону. Принцип дії полягає у проникненні під впливом осмотичного тиску хімічно активних речовин у капілярно-пористу структуру бетону, де, взаємодіючи зі складовими цементного каменю, вони утворюють нерозчинні ниткоподібні кристали, що заповнюють мікротріщини, пори та капіляри бетону.

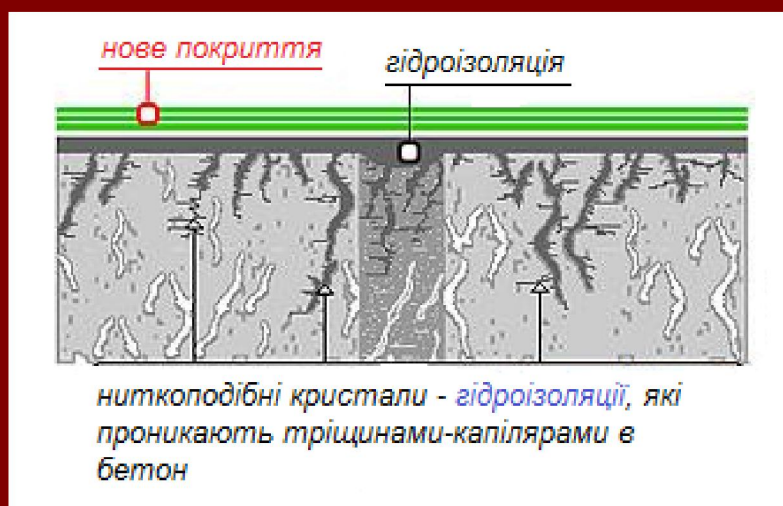


← Принцип роботи гідроізоляційних матеріалів проникаючої дії:

а – шар гідроізоляційного матеріалу;

б – нове покриття;

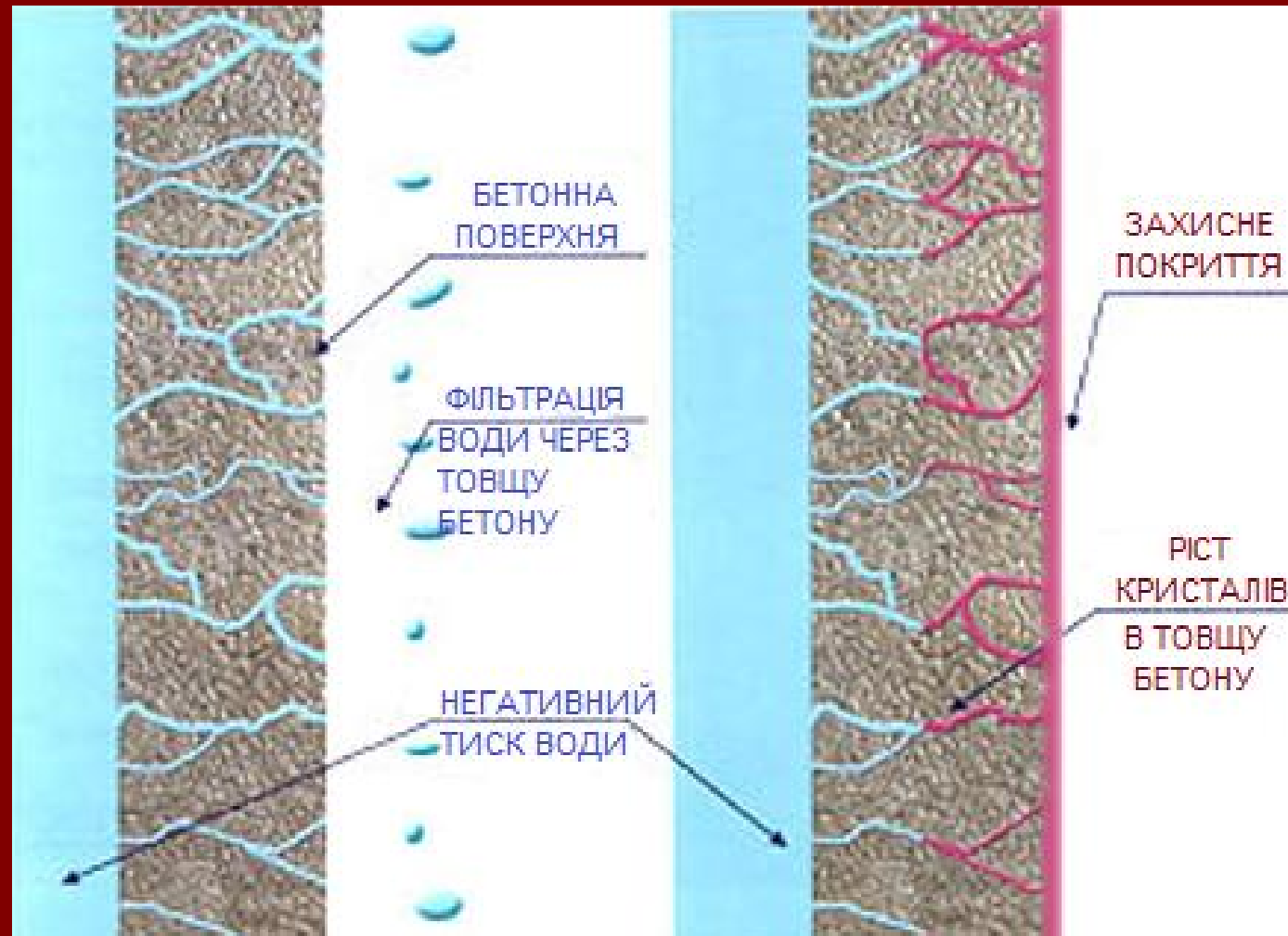
в – кристали, що проникають у бетон.



Розробник: проф. каф. БТ КНУБА д.е.н. Шпакова Г.В.

# ВБ Спецкурс кафедри Будівельних технологій

## Проникаюча гідроізоляція



Розробник: проф. каф. БТ КНУБА д.е.н. Шпакова Г.В.



# ВБ Спецкурс кафедри Будівельних технологій

## Проникаюча гідроізоляція



Розробник: проф. каф. БТ КНУБА д.е.н. Шпакова Г.В.

## ВБ Спецкурс кафедри Будівельних технологій

### Лекція 5: Технологія утеплення фасадів.

*Тема 1. Технологія влаштування теплоізоляційного захисту конструкцій.*

*Тема 2. Теплоізоляційні роботи. Види матеріалів. Класифікація технологій. Структура комплексного процесу.*

*Тема 3. Теплоізоляція підземних конструкцій, огорожуючих конструкцій, покрівель. Інструменти та технічні засоби виконання.*



Розробник: проф. каф. БТ КНУБА д.е.н. Шпакова Г.В.



## ВБ Спецкурс кафедри Будівельних технологій

**Сендвіч-панель** - це тришарове будівельний виріб, як правило, складається з двох листів оцинкованої забарвленої сталі і наповнювача між ними.

Технологія виробництва сендвіч-панелей з'явилася завдяки американським архітекторам Франку Ллойд Райту і Олден Б. Доу, які в 1930-50-х роках вперше застосували її в своїх проектах. Уже в 1959 році американська компанія Korpers Inc. розпочала масове виробництво сендвіч-панелей. Найстаршими виробниками сендвіч-панелей в Європі є фінська компанія Rannila, відома сьогодні під брендом Ruukki, ірландська Kingspan і італійська Cannon.



Сендвіч-панелі володіють хорошими естетичними властивостями, відмінними енергозберігаючими характеристиками, а також швидко монтуються, тому широко застосовуються для будівництва торгових та офісних будівель, швидкомонтованих каркасних будівель, в тому числі складських комплексів, промислових об'єктів і сільськогосподарських споруд.

## ВБ Спецкурс кафедри Будівельних технологій

### Види сендвіч-панелей

#### - за призначенням

Залежно від призначення сендвіч-панелі підрозділяються на стінні і покрівельні. При виборі стінних панелей ключовими параметрами є теплотехнічні, міцності і протипожежні характеристики, а для покрівельних, на додаток до цього, - несуча здатність і довговічність. Покрівельні сендвіч-панелі повинні забезпечувати повну герметичність і необхідну міцність покрівлі, тому рекомендується використовувати панелі з особливим профілюванням зовнішньої обшивки у вигляді гребенів.



← Стінова



Покрівельна →



## ВБ Спецкурс кафедри Будівельних технологій

### Види сендвіч-панелей

#### - за утеплювачем

- ✓ сендвіч-панелі з наповнювачем з пінополіуретану;
- ✓ сендвіч-панелі з наповнювачем з поліізоціанурата;
- ✓ сендвіч-панелі з наповнювачем з мінеральної вати;
- ✓ сендвіч-панелі з наповнювачем з полістиролу

## ВБ Спецкурс кафедри Будівельних технологій

### Панелі з пінополістирольним утеплювачем:

*Панелі з наповнювачем з пінополістиролу мають найгіршими експлуатаційними характеристиками, тому, як правило, застосовуються для будівництва тимчасових споруд зі строком експлуатації до 10 років, до яких не пред'являються вимоги по пожежній безпеці, оскільки пінопласт є паливим. До того ж пінопласт володіє поганою звукоізоляцією і схильний до поширення цвілі. Єдиною перевагою сендвіч-панелей з пінопластом є їх низька ціна.*





## ВБ Спецкурс кафедри Будівельних технологій

### Панелі з мінеральноватним утеплювачем:

Мінеральна вата є найпоширенішим матеріалом і завжди застосовується в сендвіч-панелях з підвищеними вимогами по вогнестійкості, наприклад, в протипожежних перегородках. Коефіцієнт теплопровідності мінеральної вати коливається в межах  $\lambda=0,038-0,044$  Вт/мК. Залежно від необхідних характеристик в конструкції сендвіч-панелей застосовується мінвата різної щільності:



- зниженою (нижче 90 кг / м<sup>3</sup>) - для внутрішніх перегородок,
- середньої (95-115 кг / м<sup>3</sup>) - для зовнішніх стін і покрівельних панелей;
- підвищеної (від 120 кг / м<sup>3</sup>) - в протипожежних перегородках та стінових панелях підвищеної несучої здатності.

## ВБ Спецкурс кафедри Будівельних технологій

### Панелі з мінеральною ватою:

*Характеристики мінеральної вати обумовлюють широке застосування сендвіч-панелей з таким наповнювачем при будівництві складів горючих матеріалів, пожежонебезпечних виробництв, а також будівель з підвищеними акустичними вимогами.*



*Розробник: проф. каф. БТ КНУБА д.е.н. Шпакова Г.В.*

### Панелі з пінополіуретановим утеплювачем:

Сендвіч-панелі з пінополіуретану зручні в монтажі завдяки малій вазі (в більшості випадків щільність пінополіуретану в панелях становить від 32 до 40 кг/м<sup>3</sup>) і мають підвищені в порівнянні з мінеральною ватою енергозберігаючими характеристиками ( $\lambda=0,020-0,021$  Вт/мК). Пінополіуретан не вбирає вологу, тому може успішно застосовуватися в панелях для мийок, басейнів, виробництв з



підвищеною вологістю (солодові цеху певних виробництв, грибні ферми і т.д.), а також об'єктів, розташованих поблизу водойм.

Варто відзначити, що пінополіуретан відноситься до горючих матеріалів (група горючості Г1) і схильний до поширення полум'я (група М1-М2), а вогнестійкість сендвіч-панелей з пінополіуретановим наповнювачем становить EI15.



## ВБ Спецкурс кафедри Будівельних технологій

### Панелі з пінополіізоціануратним утеплювачем:

Пінополіізоціанурат (PIR) являє собою нове покоління поліуретанових наповнювачів ( $\lambda=0,020-0,021$  Вт / мК) з вогнестійкістю до EI45. Пінополіізоціануратний наповнювач типу E-PIR має межу вогнестійкості (EI15 - EI30), а наповнювач X-PIR володіє вогнестійкістю до EI45.



Недоліком IPN є відсутність цього типу наповнювача серед рекомендованих європейським стандартом ДСТУ Б EN 14509: 2014 року, що ускладнює підтвердження якісних характеристик продукції з таким наповнювачем і не гарантує його довговічність.

### Панелі з мінеральноватним утеплювачем:

Енергозберігаючі властивості сендвіч-панелей визначаються видом наповнювача, герметичністю замку і наявністю в ньому ущільнювача. Ущільнювач може бути бутиловий, який встановлюється в момент монтажу панелей або EPDM (етилен-пропіленовий каучук), що встановлюється в замок панелей при виробництві, що забезпечує кращу герметичність і енергоефективність замкової частини сендвіч-панелі.



Найважливішим параметром енергоефективності сендвіч-панелей є термоопір ( $R_0$ ), яке враховує теплові втрати в замковій частині конструкції. Мінімальна приведений опір теплопередачі (при  $25^\circ\text{C}$ ) для якісних сендвіч-панелей провідних європейських виробників представлено в таблиці:

## ВБ Спецкурс кафедри Будівельних технологій

### Технологія виконання:



Сендвіч-панелі - повністю готовий до монтажу конструктивний елемент швидкомонтованих будівель.

1. Монтаж панелей може здійснюватися в різних погодних умовах, за короткий час і з мінімальними витратами.



Розробник: проф. каф. БТ КНУБА д.е.н. Шпакова Г.В.



## ВБ Спецкурс кафедри Будівельних технологій

### Технологія виконання:



2. Підбір і використання кріпильних виробів  
Технологія монтажу сендвіч-панелей передбачає, що фіксація виробів робиться тільки до металу. Навішувати панелі прямо на цегляні або бетонні стіни не рекомендується.

Як кріплення використовують самозасверлювані бовти, забезпечені гумовим ущільнювачем. Це потрібно, щоб захистити отвір від попадання в нього дощової води, снігу, пилу і бруду.

Довжина бовтів підбирається, виходячи з суми товщини панелей і характеристик металоконструкції. До отриманої суми додають ще 5 мм в якості «запасу». А кількість бовтів, потрібних для фіксації одного блоку, розраховують виходячи з того, що для монтажу потрібен 1 кріплення на 1 кв. м.

Обладнання: молоток, кернер, бовтокрут.

## ВБ Спецкурс кафедри Будівельних технологій

### Технологія виконання:

*Монтаж стінових сендвіч-панелей починають з цоколя. Рівнем вивіряють відповідність блоку горизонталі і вертикалі. Після цього кернуть мітку під бовт і висвердлюють отвір. При цьому відстань від верхнього і нижнього краю не повинно бути менше 100 мм. Відступ від вертикального стику становить не більше 50 мм. Для кріплення кутових секцій потрібно не менше 5 кріплень.*

*Між плитою і опорною конструкцією розташовується прокладка з термічно стійкого матеріалу. Торці панелей покривають в місцях стиків бутилкаучуковою стрічкою. Силіконові герметики неприпустимі за технологією.*

*Після того, як всі саморізи вгвинчені, потрібно видалити прокладки і переходити до фіксації наступного блоку. Операція повторюється до завершення кладки всієї горизонтальної поверхні.*

*Торці панелей закриваються спеціальними термостійкими прокладками по ширині виробу. У вузлових з'єднаннях використовують добірні елементи.*

## ВБ Спецкурс кафедри Будівельних технологій

### Технологія виконання:



3. Монтаж покрівельних сендвіч-панелей починається з першого від краю даху ряду. Важливо врахувати, що потрібно зробити лений зв'яз, розміром не менше 300 мм, якщо інше не передбачається проєктом. Для цього зрізують частину металевого листа і видаляють мінеральну вату. Вона не повинна виступати за стіну.

Першу панель ставлять «відкритою» хвилиною у напрямку до торця об'єкта. Її розміщують за допомогою електромагнітних траверс і монтують паралельно стіні. Якщо лінію не вдасться витримати, край покрівлі вийде ступінчастим.



## ВБ Спецкурс кафедри Будівельних технологій

*Панелі з пінополіуретановим утеплювачем:*

*<https://ntkzavod.com.ua/ua/stati/tehnologiya-montazha-sendvich-panelej-poshagovaya-instruksiya/>*

*<https://rautagroup.com/uk/vse-shho-potribno-znati-pro-sendvich-paneli-yak-vibrati-i-shho-kupiti/>*

## ВБ Спецкурс кафедри Будівельних технологій

*Нанесення напилюваних покриттів. Застосування напилюваної теплоізоляції.*



*Розробник: проф. каф. БТ КНУБА д.е.н. Шпакова Г.В.*

## ВБ Спецкурс кафедри Будівельних технологій

### Застосування напилюваної теплоізоляції.

**Напилюваної теплоізоляцією** називається матеріал на основі поліуретану, який наноситься на утеплювану поверхню шляхом напилення за допомогою спеціального обладнання. Шар, виконаний з такого матеріалу, виходить безшовним, володіє високими теплоізоляційними показниками, а також контролюють рівень вологості.

Пінополіуретан - легкий і міцний гідро-, теплоізоляційний матеріал, що має своєрідну структуру, завдяки якій володіє найнижчим коефіцієнтом теплопровідності і самим малим водопоглинанням у порівнянні з іншими теплоізоляційними матеріалами.

Така піна застигає досить швидко – достатньо 2-3 хвилин. Важливою перевагою використання напилюваної теплоізоляції є можливість її застосування при температурному діапазоні від  $-10^{\circ}\text{C}$  до  $+40^{\circ}\text{C}$ , що дозволяє утеплювати різні поверхні навіть у міжсезоння та взимку.



## ВБ Спецкурс кафедри Будівельних технологій

Зазвичай напилювана теплоізоляція застосовується як суміш з двох рідких речовин, які при змішуванні утворюють піну, збільшуючись в розмірах у кілька десятків разів. До таких речовин відносяться, наприклад, поліол і ізоціонат. При їх взаємодії вже через кілька секунд утворюється піна, яка покриває собою значну площу.



Розробник: проф. каф. БТ КНУБА д.е.н. Шпакова Г.В.

## ВБ Спецкурс кафедри Будівельних технологій

### Область застосування:

*Застосовуватися напілювана теплоізоляція може практично на будь-яких поверхнях, тому як має високий коефіцієнт зчеплення з металом, деревом, штукатуркою та іншими будматеріалами.*

*Функціональне призначення: утеплення стін, дахів, фундаментів і перекриттів та будь-яких поверхонь, які потрібно утеплювати в будинку, а також для промислових будівель і споруд – трубопроводів, колекторів, тощо.*





# ВБ Спецкурс кафедри Будівельних технологій

## Область застосування:

Особливо ефективно такий утеплювач використовується для теплоізоляції покрівлі, де замість звичного покрівельного пирога можна обійтися одним шаром; це ж стосується і теплоізоляції стін.

Ще одна область застосування напилюваної теплоізоляції – ремонт і реконструкція будівель. В цих випадках часто потрібно «залатати» діряві ділянки старого утеплювача, мають різні розміри і знаходяться у важкодоступних місцях.

Використовувати тверді утеплювачі при цьому не завжди зручно, тим більше, вони не завжди можуть відновити герметичність теплоізоляційного шару.

А напилювана піна чудово заповнює собою всі щілини, створюючи рівномірний безшовний шар.



Розробник: проф. каф. БТ КНУБА д.е.н. Шпакова Г.В.



# ВБ Спецкурс кафедри Будівельних технологій

## Властивості:

1. Найнижчий коефіцієнт теплопровідності:  $(0,019-0,03) \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ .
2. Водопоглинання матеріалів з поверхневою плівкою при вологості 98% за 24 години - 0,04% ( $2 \text{ г/м}^2$ ).
3. Пінополіуретан має високу адгезію, напилюється практично на будь-які матеріали: дерево, скло, метал, бетон, цегла, фарбу, не залежно від конфігурації поверхні.
4. Покриття довговічні і не схильні до розкладання, не руйнуються під впливом сезонних температурних коливань, атмосферних опадів, агресивного промислового середовища.
5. Матеріал біологічно нейтральний, стійкий до мікроорганізмів, цвілі, гниття, гризунів.
6. Пінополіуретан не підтримує горіння, самостійного горіння не має.
7. При відсутності механічних ушкоджень термін служби 30 років і більше.



Розробник: проф. каф. БТ КНУБА д.е.н. Шпакова Г.В.

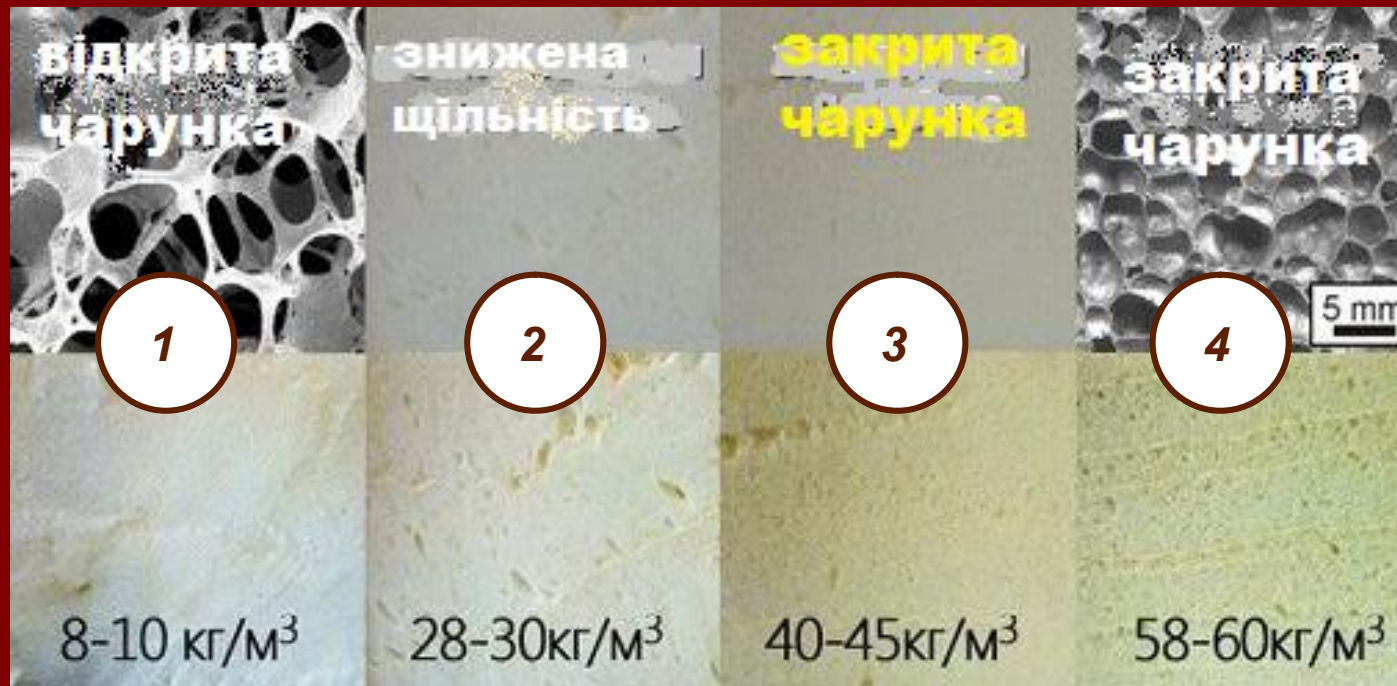
# ВБ Спецкурс кафедри Будівельних технологій

## Різновиди напилюваної теплоізоляції:

Існують наступні види пінополіуретану з орієнтацією на щільність і тип осередків:

1- легкий або з відкритою чарункою;

2 – 4 із закритою чарункою.



Розробник: проф. каф. БТ КНУБА д.е.н. Шпакова Г.В.

## ВБ Спецкурс кафедри Будівельних технологій

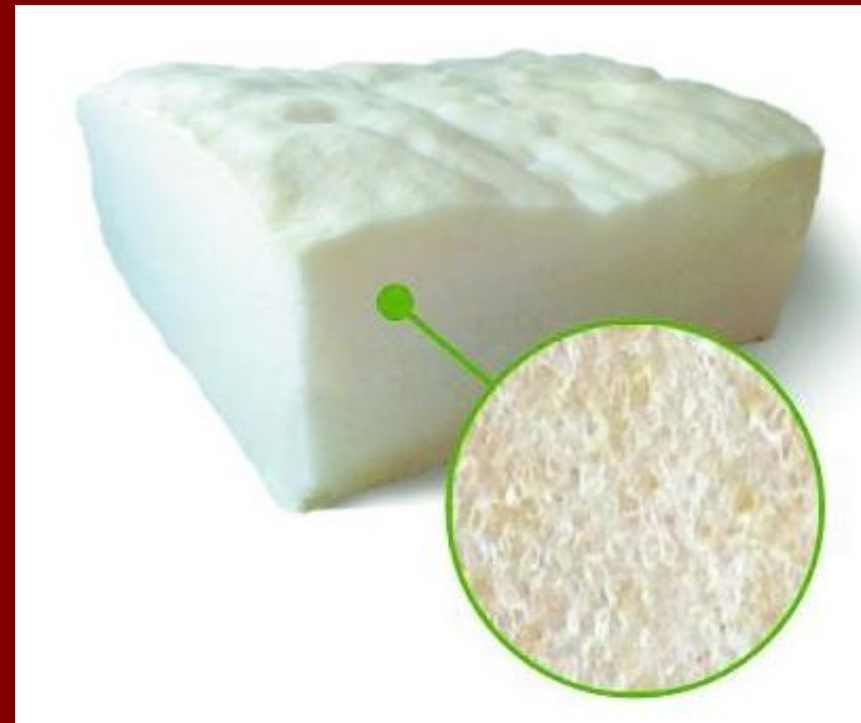
### Різновиди напилюваної теплоізоляції:

Легкий або з відкритою чарункою з щільністю 9-11 кг/м<sup>3</sup>.

Характеристики його схожі з мінеральною ватою, з кращими показниками по звукоізоляції.

Рекомендується для шумоізоляції внутрішніх перегородок, проте потребує паро- та гідроізоляції.

Не рекомендується для утеплення стіни та покрівлі – дорого, але неефективно.



Розробник: проф. каф. БТ КНУБА д.е.н. Шпакова Г.В.



# ВБ Спецкурс кафедри Будівельних технологій

## Різновиди напилюваної теплоізоляції:

Пінополіуретан з закритою чарункою при будь-якій його щільності не гігроскопічний.

Підрозділяється, в свою чергу, на такі види:

✓ середньої щільності – 28-32 кг/м<sup>3</sup>,

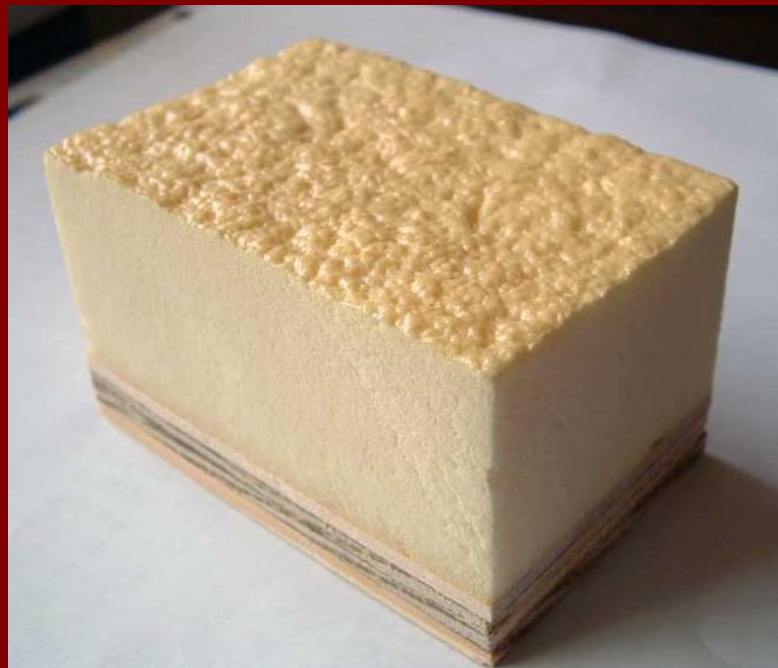
середня паропроникність – 0,05 %, теплопровідність – 0,02-0,028 Вт/м\*К.

Рекомендується для напилювання на стіни, стелю, покрівлі тільки в нежитлових будівлях.

✓ середньої щільності – 40-45 кг/м<sup>3</sup>, мають повільніше розширення в обсязі. Рекомендується для напилювання шаруватих конструкцій.

✓ високої щільності – 40-80 кг/м<sup>3</sup>, теплопровідність – 0,03-0,04 Вт/м\*К.

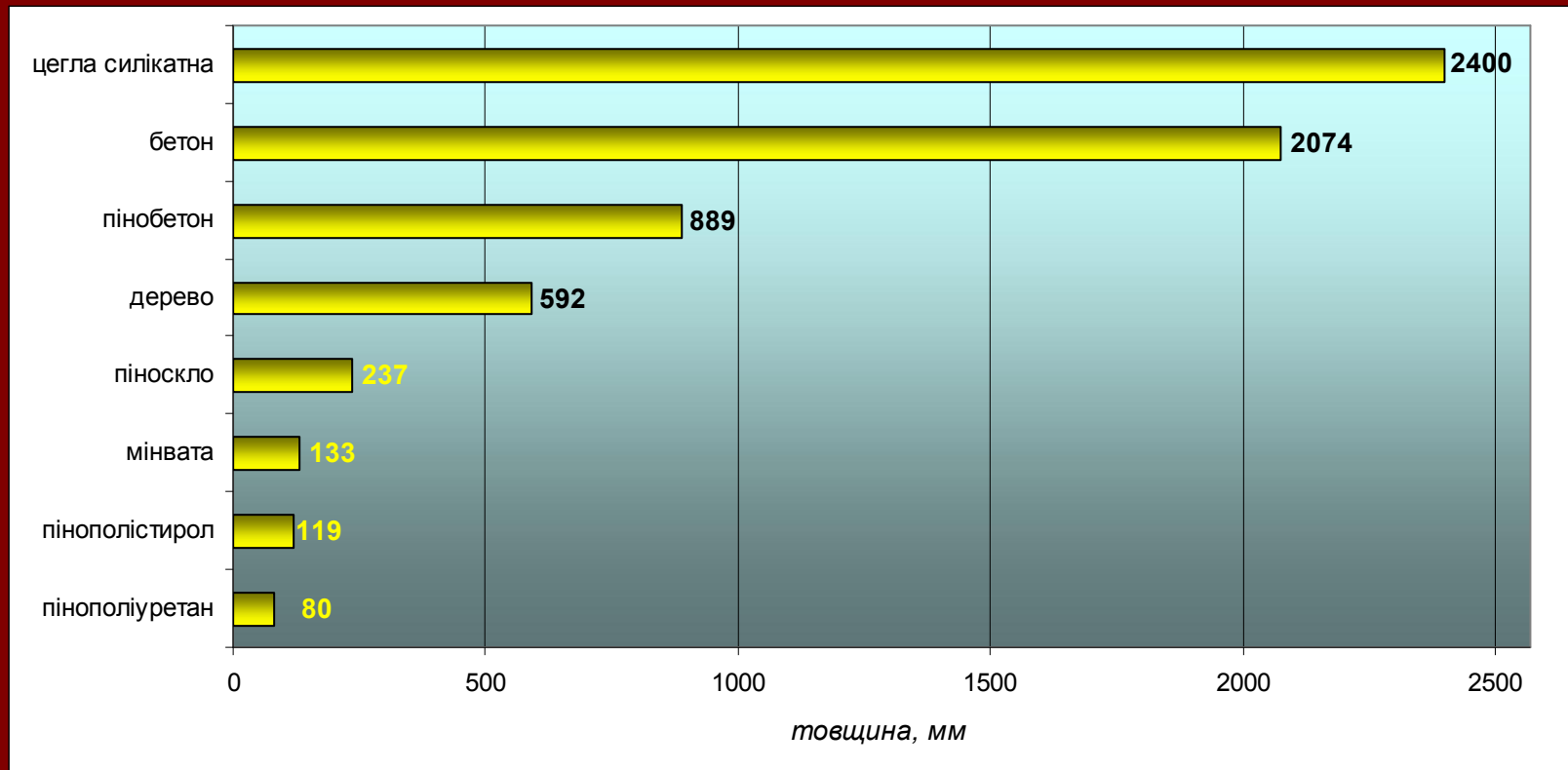
Рекомендується для напилювання механічно навантажених місць – стяжки, експлуатовані покрівлі.



# ВБ Спецкурс кафедри Будівельних технологій

## Порівняльні характеристики:

При однаковому показнику теплопровідності утеплювачі матимуть наступну товщину шарів:



Розробник: проф. каф. БТ КНУБА д.е.н. Шпакова Г.В.

## ВБ Спецкурс кафедри Будівельних технологій

### Властивості в порівнянні з мінеральною ватою:

<i>Показник</i>	<i>Од. вим.</i>	<i>Пінополіуретан</i>	<i>Мінеральна вата</i>
<i>Коефіцієнт теплопровідності</i>	<i>Вт/м* К</i>	<i>0,019-0,03</i>	<i>0,05-0,07</i>
<i>Термін служби</i>	<i>років</i>	<i>25-30 і більше</i>	<i>До 5</i>
<i>Структура(пористість)</i>		<i>Закрита</i>	<i>Відкрита</i>
<i>Стійкість до агресивного середовища і вологи</i>		<i>Стійкий</i>	<i>Насичується вологою, при цьому різко збільшується теплопровідність</i>
<i>Екологічна чистота</i>		<i>Дозволений до застосування</i>	<i>Алерген</i>
<i>Теплові втрати порівняно з нормативними показниками</i>		<i>У 1,7 рази нижче нормативних</i>	<i>Перевищує нормативні після 12 міс. експлуатації</i>



# ВБ Спецкурс кафедри Будівельних технологій

## Конструктивні переваги:

- невелика вага утеплювального шару за рахунок низької щільності речовини в поєднанні з теплоізоляційними здібностями, які забезпечуються великою кількістю повітря в ньому;
- поєднання теплоізоляційних якостей з вологостійкістю, що дозволяє використовувати матеріал без додаткового шару гідроізоляції;
- відсутня потреба в монтажі паропроникної мембрани за рахунок здатності матеріалу «дихати»;
- усунення конденсації водяної пари в стінах, збереження стін від появи цвілі і грибків;
- в результаті цього відсутня необхідність в спеціальному кріпленні ізоляції;
- створення шару, що захищає основу від корозії, що актуально при утепленні металоконструкцій і трубопроводів;
- використання в якості звукоізоляційного матеріалу;
- зменшене навантаження на несучі конструкції будівлі.

# ВБ Спецкурс кафедри Будівельних технологій

## Технологія виконання робіт:

Напилювана теплоізоляцію наноситься двома основними методами: шляхом заливки і напиленням.

Перший спосіб (заливка) найбільш ефективний при створенні тепло- і гідроізоляційного покриття різних виступів, при ремонті старих покрівель, для заповнення простору між стінами або шарами поверхонь. Для заливки компоненти змішують, максимально обмежують доступ повітря, потім виливають суміш на будь-яку поверхню або між поверхнями, що утеплюються.



Теплоізоляція в формі



Теплоізоляція "труба в трубі"

# ВБ Спецкурс кафедри Будівельних технологій

## Технологія виконання робіт:

Другий метод (напилення) передбачає використання спеціального обладнання: піногенератора, компресора, розпилювального пістолета. Спочатку компоненти в рівних пропорціях змішують під тиском, потім підігрівають до 45°C. Процес спінювання починається на поверхні, роль вспінювача грає вода. Піна швидко застигає і полімеризується, утворює моноліт. Така ізоляція більш надійна, а крім того, це хороший вид шумоізоляції. Застосовується на великих площах.



Розробник: проф. каф. БТ КНУБА д.е.н. Шпакова Г.В.



# ВБ Спецкурс кафедри Будівельних технологій

## Технологія виконання робіт:



Розробник: проф. каф. БТ КНУБА д.е.н. Шпакова Г.В.



## ВБ Спецкурс кафедри Будівельних технологій

### Технологія виконання робіт:

**Напилення** при використанні пінополіуретану, розфасованого в балони, не потрібне спеціальне обладнання. Таке фасування зручне в приватному будівництві через можливість закупівлі піни з чіткою градацією об'ємів. Процес нанесення нескладний:

1. поверхні, що не підлягають утепленню, захищаються;
2. з робочої поверхні видаляють бруд, пил, жирні плями, лід;
3. балони перед початком застосування тримають в приміщенні, щоб вони були кімнатної температури в межах + 18-35°C.

4. виконується напилення з рівномірним розпорощенням: між балоном і поверхнею дотримуються відстані в 0,3-0,45 м. Відстань і поверхня напилення прямо пропорційні один одному. Не варто відразу наносити товстий шар, оскільки його висота виросте вже через 0,3 год. Число шарів може бути яким завгодно.



Теплоізоляція в балонах Polynor →

# ВБ Спецкурс кафедри Будівельних технологій

## Технологічні переваги:

- поєднання теплоізоляційних якостей з вологостійкістю, що дозволяє використовувати матеріал без додаткового шару гідроізоляції;
- відсутня потреба в монтажі паропроникної мембрани за рахунок здатності матеріалу «дихати»;
- в результаті цього відсутня необхідність в спеціальному кріпленні ізоляції;
- створення шару, що захищає основу від корозії, що актуально при утепленні металоконструкцій і трубопроводів;
- не вимагає попереднього влаштування каркасу;
- теплоізоляційний шар цілісний, не має стиків;
- швидкість нанесення на поверхню, що захищається – продуктивність ланки виконавців до 1000 м<sup>2</sup> / зміну;
- технологія забезпечує найбільш стислі терміни робіт, простота процесу отримання на місці застосування;
- нанесене покриття не потребує оновлення і ремонту протягом усього терміну служби.

# ВБ Спецкурс кафедри Будівельних технологій

## Економічні переваги:

- ✓ зменшення витрат, пов'язаних з обігрівом і використанням теплової енергії (газу, мазуту і вугілля);
- ✓ зниження втрат тепла через стіни будівель - тепло акумулюється в стінах;
- ✓ ліквідація витоку тепла в будівлях через стики в блоках, тому що зовнішня теплоізоляція вкриває (ізолює) всі елементи конструкції - від підвальних стін до даху;
- ✓ зниження витрат, пов'язаних з будівництвом за рахунок зменшення товщини стін і застосування менших радіаторних батарей і обігрівальних котлів.

№	Найменування	Щільність , кг/м <sup>3</sup>	Товщина шару, мм	Ціна, грн./м <sup>2</sup>
1	Heatlok Soy	10-50	50	350-110
2	Екотермікс зовнішній (300)	35-40	25	470-650
			50	580-750
3	Екотермікс зовнішній (600)	9-18	100	580-650
			200	1150-1300
4	Поліпор (1 балон)	18-28	До 30	360-450

## ВБ Спецкурс кафедри Будівельних технологій

### Недоліки:

- *потрібно захищати від УФ променів шляхом фарбування або закриття огорожуючими конструкціями;*
- *для нанесення 2-компонентного складу матеріалу потрібне спеціальне обладнання, захисні засоби та спецодяг;*
- *вартість матеріалу відчутно вище, ніж рулонних або панельних утеплювачів;*
- *при горінні відбувається викид в атмосферу шкідливих речовин – чадний і вуглекислий газу.*



*Розробник: проф. каф. БТ КНУБА д.е.н. Шпакова Г.В.*



# ВБ Спецкурс кафедри Будівельних технологій

## Порада:

Використання напилюваної теплоізоляції доцільно за наступних умов:

- ✓ коли інші матеріали застосувати неможливо через наявність металоконструкцій і поверхонь складної конфігурації;
- ✓ при малих термінах, відведених на виконання робіт;
- ✓ при найвищих вимогах стосовно якості теплоізоляції;
- ✓ коли ціна не є головним критерієм при виборі.



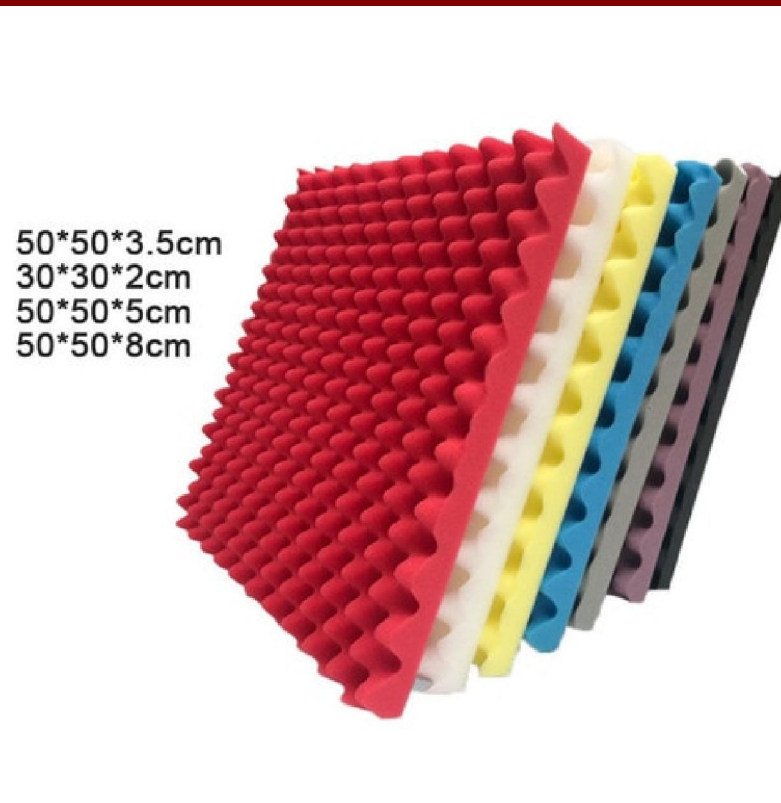
## ВБ Спецкурс кафедри Будівельних технологій

### Лекція 5. Технологія влаштування захисту несучих конструкцій від впливу зовнішнього середовища.

*Тема 4. Технологія влаштування звукоізоляційного захисту конструкцій.*

*Тема 5. Звукоізоляційні роботи. Види матеріалів. Класифікація технологій. Структура комплексного процесу. Інструменти та технічні засоби виконання.*

*Тема 6. Звукоізоляція підземних конструкцій, огорожуючих конструкцій, покрівель.*



Розробник: проф. каф. БТ КНУБА д.е.н. Шпакова Г.В.

*Будівельна акустика - наукова дисципліна, що вивчає питання захисту приміщень, будівель та територій населених місць від шуму архітектурно-планувальними та будівельно-акустичними (конструктивними) методами.*

*Будівельна акустика сприймається як галузь прикладної акустики, оскільки вона базується на теоретичних та експериментальних положеннях загальної акустики і як розділ будівельної фізики.*

*Ділиться на дві частини:*

- 1. Акустика приміщень.*
- 2. 2. Архітектурна акустика.*



*Розробник: проф. каф. БТ КНУБА д.е.н. Шпакова Г.В.*

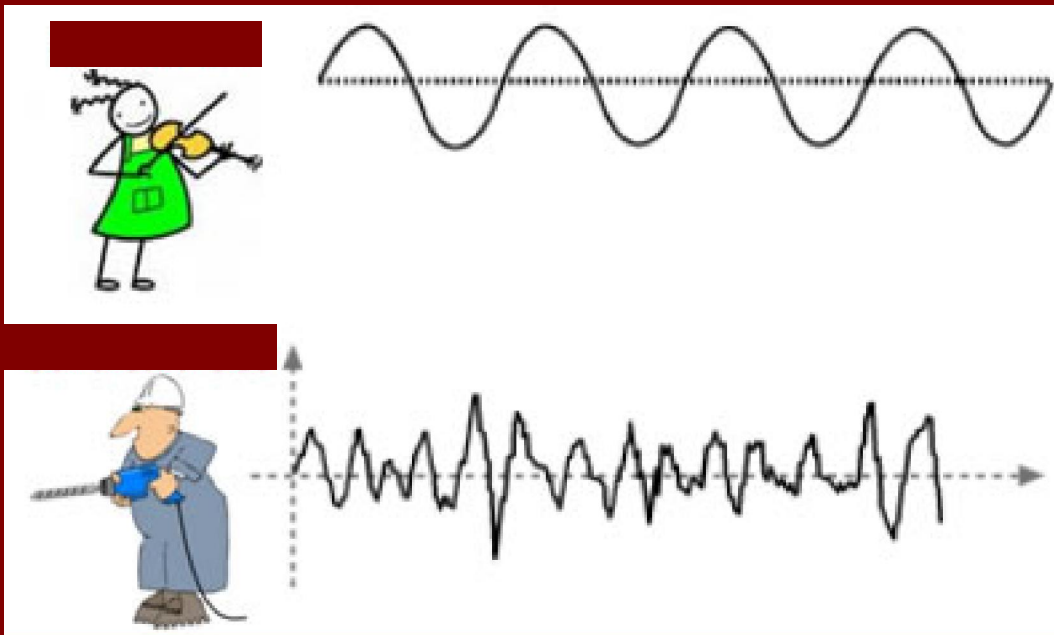


**Акустика приміщень** - розглядає раціональні (з погляду захисту від шуму) об'ємно-планувальні рішення будівель та приміщень; способи звукоізоляції; застосування конструкцій та пристроїв, що забезпечують ефективне зниження рівня шуму від технологічного, санітарно-технічного та інженерного обладнання, засобів транспорту, механізованого інструменту та побутових приладів; дослідження та розробка акустичних матеріалів. Архітектурна акустика – оптимальне планування мікрорайонів, житлових районів та територій промислових підприємств. Заходи щодо боротьби з шумом забезпечують покращення санітарно-гігієнічних умов життя населення, сприяють підвищенню продуктивності праці, експлуатаційних якостей та комфорту будівель.



Розробник: проф. каф. БТ КНУБА д.е.н. Шпакова Г.В.



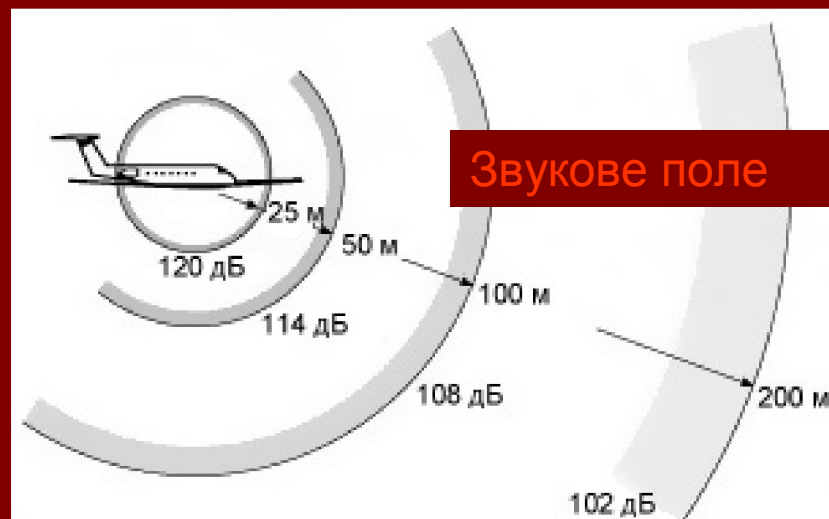


← а) гармонійні коливання (чистий тон) – розподілені за законом синусоїди;

← б) складний звук - складання коливань від кількох джерел із різними частотами

Фронт звукової хвилі – поверхня, що з'єднує точки, що знаходяться в одній фазі. У приміщенні – це площина, на відкритій місцевості – сфера чи півсфера.

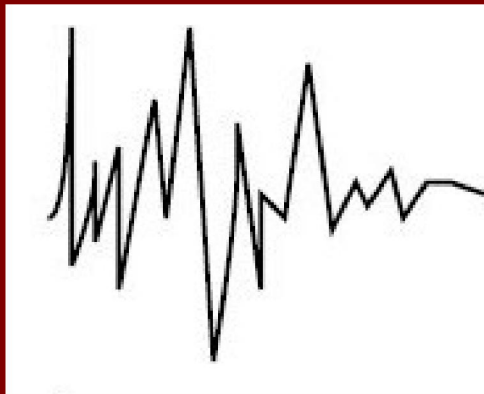
Приклад сферичного розповсюдження звуку в вільному полі →



Розробник: проф. каф. БТ КНУБА д.е.н. Шпакова Г.В.

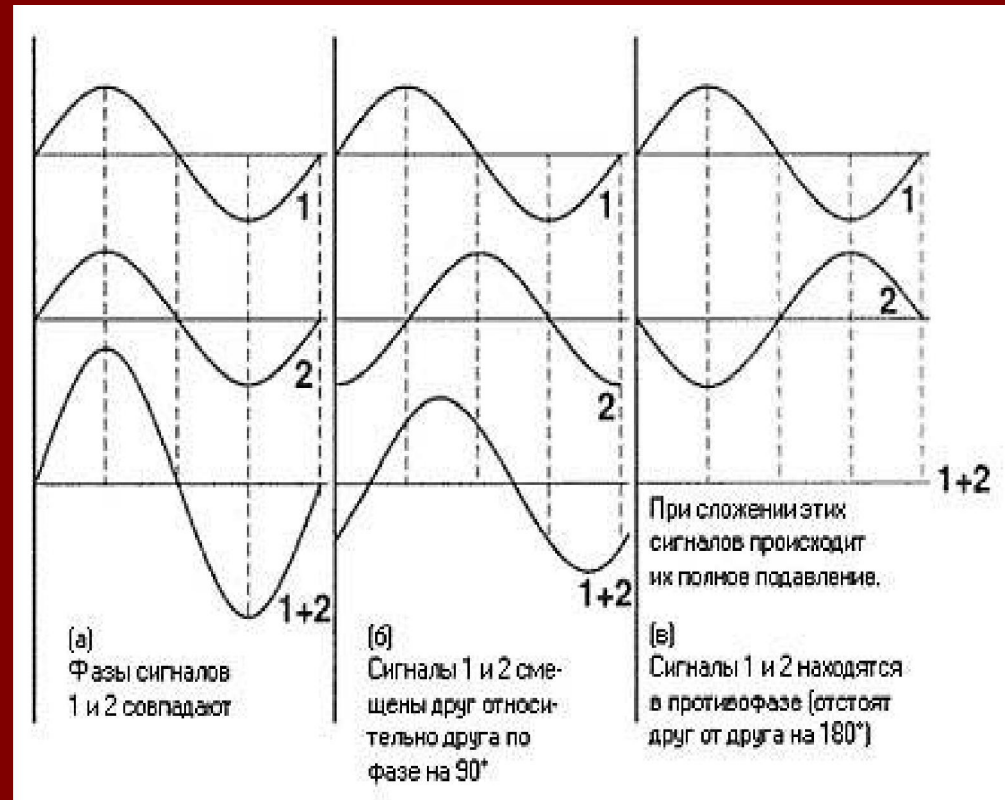
# Основні властивості хвильового руху в акустиці

**1. Суперпозиція** - складання звукових тисків від звуків: - прийшли від різних джерел; - мають різні частоти; - мають різні фази коливання.



↑ Складна звукова хвиля

Приводить до місцевого посилення (хвилі в одній фазі) або ослаблення звуку (хвилі в різних фазах)



**2. Резонанс** (фр. *resonance*, від латів. *resono* - відгукуюсь) - явище виникнення та посилення коливань будь-якого тіла або його частини під дією зовнішньої сили, що збуджує ці коливання, частота впливу якої збігається з власною резонансною частотою даного тіла.

**Власна резонансна частота** - це така частота коливань, з якою дане фізичне тіло почне коливатися, будучи виведеним зі стану спокою будь-якою зовнішньою збуджуючою силою, наприклад поштовхом (гойдалка, маятник годинника та ін.), ударом (ніжки камертону, корпус дзвона, струна) рояля), потоком повітря (труба органу, ротова порожнина людини, пляшка, якщо подути у її горличко тощо).

Власну резонансну частоту називають також **частотою вільних коливань**.

## **Три закони резонансу:**

### ***Перший Закон.***

*Резонатор є підсилювачем коливань збуджуючої сили, що впливає на нього. У цьому легко переконатися, приставивши камертон, що звучить, до корпусу резонатора: ледве чутний звук камертону зростає до такої сили, що стає чутним у великій аудиторії.*

### ***Другий закон.***

*Резонатор вибірково реагує на частоту збуджуючої сили, що впливає на нього: посилює тільки ті коливання, які відповідають його власній резонансній частоті. Максимальний підйом (пік) резонансних кривих - тільки в точці збігу частоти сили, що впливає, і власної резонансної частоти резонуючого тіла.*

### ***Третій закон.***

*Резонатор підсилює коливання, відповідні його частоті, не вимагаючи ніякої додаткової енергії.*



**3. Дифракція звуку** – огинання звуковий хвилею перешкоди, розміри якого можна порівняти чи менше довжини хвилі звуку (наприклад, будинок має звукову тінь, на відміну людини). Завдяки цьому явищу ми можемо чути звуки з-за кута, з-за стін та ін. Якщо перешкода виявляється набагато більшою за довжину хвилі, то звукова хвиля відбивається від неї.

**Чим нижча частота звуку, тим більша довжина хвилі.**

**Для низьких частот стіни не є серйозною перешкодою - якщо перешкода менша ніж довжина хвилі, то це рівносильно відсутності перешкоди (наприклад, за акустичною системою ви почуєте більше басів, ніж середніх і високих частот, у дворі чути тільки вантажівки на вулиці, але не чути мова та легкові машини).**

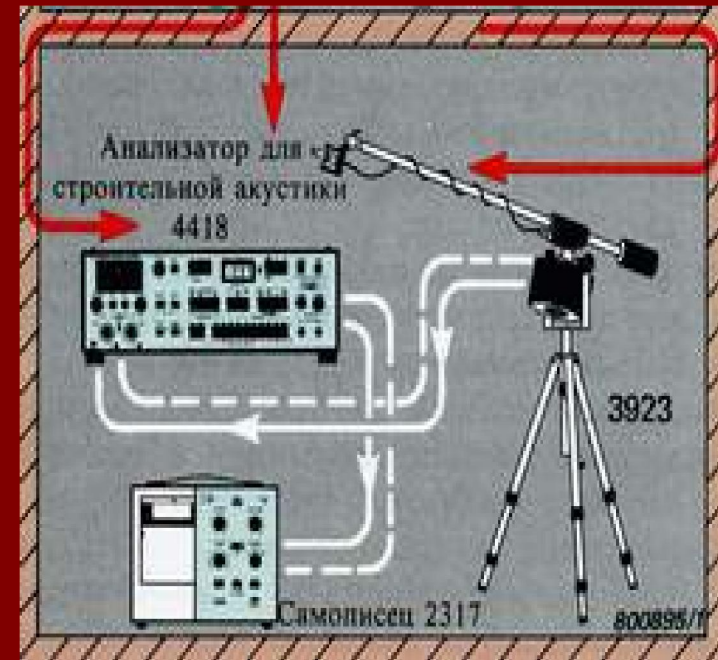
## Шкала шумів (рівні звуку, децибел)

Децибел, дБА	Характеристика	Джерело звуку	Будівельна норма для:
0	<b>Поріг чутності</b>		
5...15	Майже не чути	Шелест листя	
20...30	Тихо	Шепіт (з 1 м), цокання годинника	Житлове приміщення вночі з 23 до 7 години
35...45	Доволі чутно	Звичайна розмова	Житлове приміщення вдень, з 7 до 23 години
50...55	Чітко чутно	Розмова, друк. машинка	Офіс класу А
60...75	Шумно	Гучна розмова, крик	Контора, аудиторія
80...95	Дуже шумно	Голосний крик, вагон метро, мотоцикл, цех	
100...115	Вкрай шумно	Оркестр, грім, ковальський цех	100 - максимум для плеєра, 110 (125) - робоче місце
120...125	Майже нестерпно	Відбійний молоток	116...122 - спецсигнал
125...130	<b>Больовий поріг</b>	Літак на старті	
135...155	Контузія, травми	Реакт. літак, ракета	135 - повна заборона
160	Розрив барабанних перетинок, шок	Ударна хвиля, вибух	

*Нормування шуму в будівництві  
(встановлення граничних рівнів шуму,  
норм звукоізоляції для огорож та ін.)  
йде в октавних та третьоктавних  
смугах частот.*



*Для виміру фактичного рівня шуму використовуються побутові (діапазони вимірювання: 30-130 дБА, 31,5 Гц - 8 кГц, фільтри А та С) та промислові (інтегруючі) шумоміри з комплектом аналізаторів (фільтрів) для різних частот.*



*Розробник: проф. каф. БТ КНУБА д.е.н. Шпакова Г.В.*



## Варіанти звукопоглинаючих покриттів та конструкцій

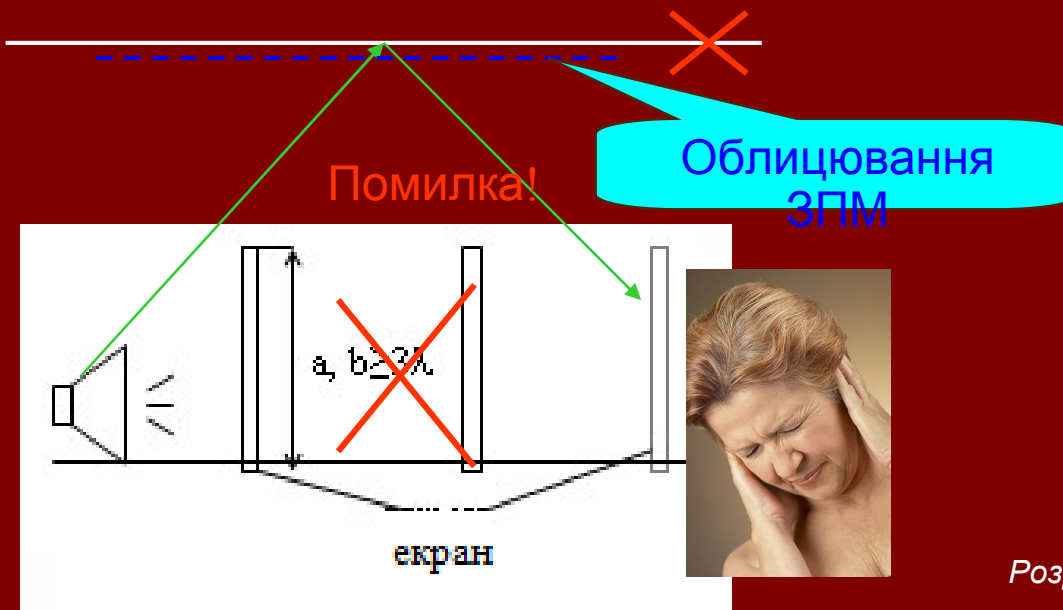


Розробник: проф. каф. БТ КНУБА д.е.н. Шпакова Г.В.



# Екранування шуму

Екранування – встановлення перешкоди між джерелом звуку та слухачем з метою створення звукової тіні. Екран встановлюється поруч із джерелом звуку або поруч із слухачем. Поблизу не повинно бути перешкод, від якого звук може відбитися.



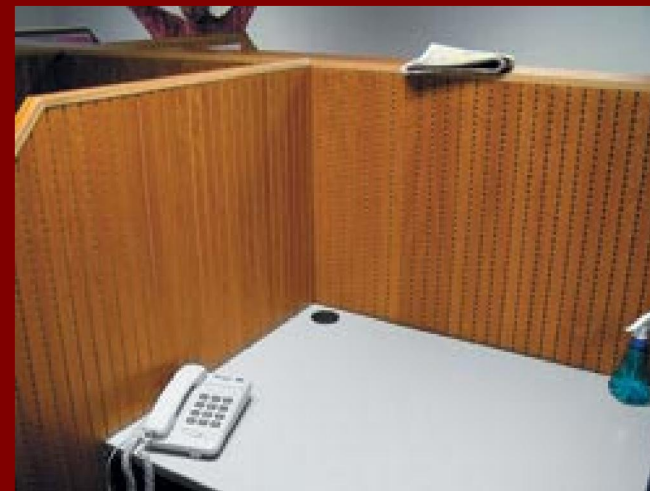
Розміри екрана - не менше 3-х довжин хвилі джерела та не менше розмірів джерела звуку.

Застосування екранів – будівля, насип, глухий паркан, щити та перегородки не до стелі; куліси у театрі.



← *Найбільший ефект – на відкритій місцевості (до 15-20 дБ).  
У приміщенні при високих стелях – до 5-7 дБ.*

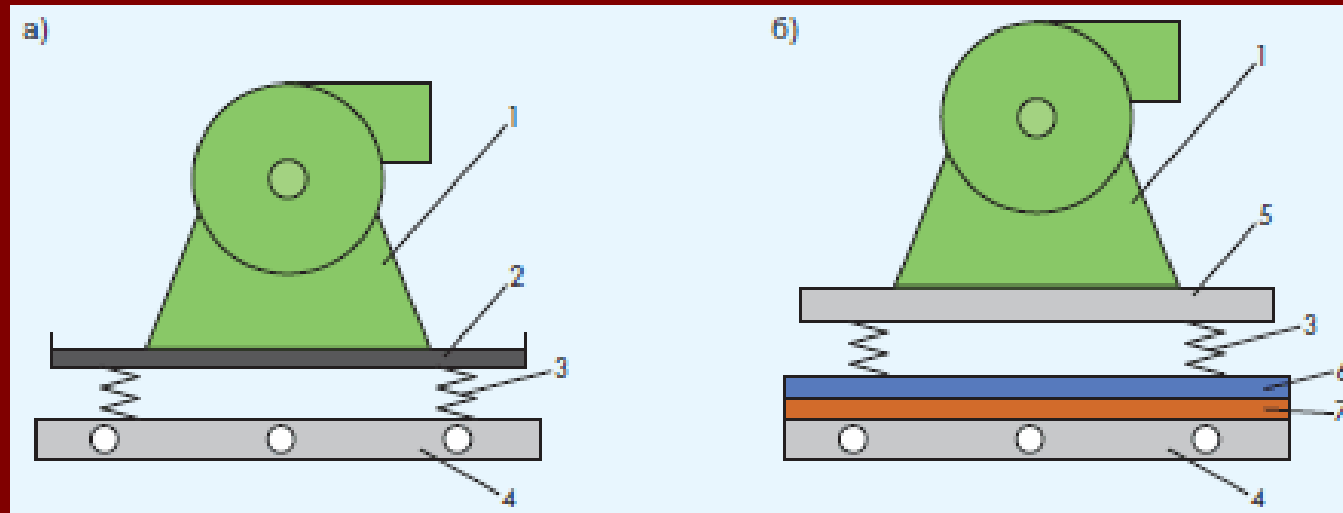
*При низькій стелі без звукопоглинаючого покриття екран неефективний. →*



*Розробник: проф. каф. БТ КНУБА д.е.н. Шпакова Г.В.*

# Віброізоляція

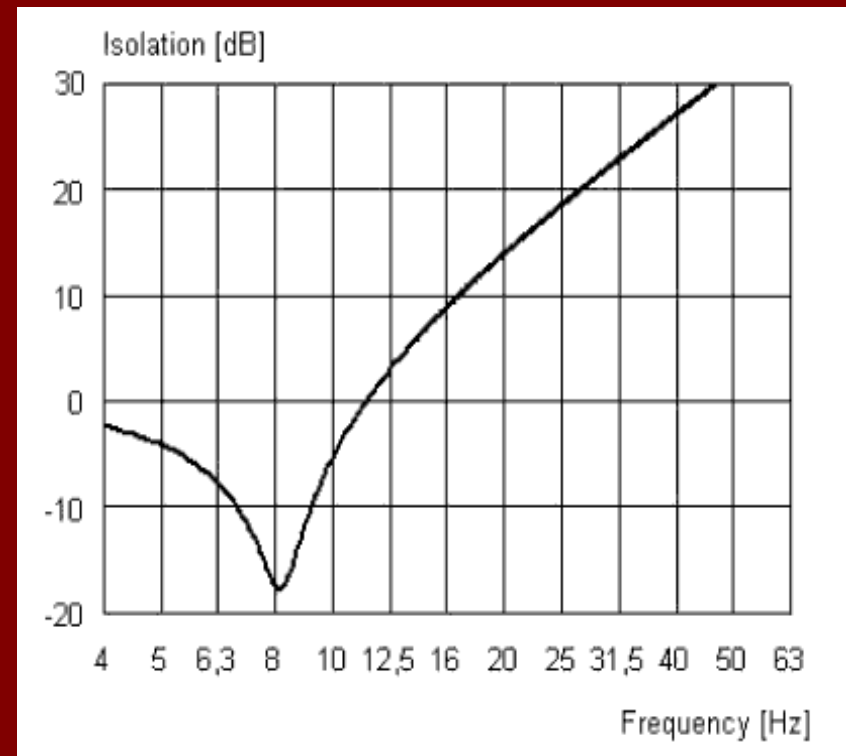
Віброізоляція – зниження коливань, що передаються від джерел на конструкції будівлі за допомогою пружних систем, що розміщуються між будівельними конструкціями та обладнанням - обмеження структурного шуму.



а) одноланкова віброізоляція (кріплення до сталевій рами на амортизаторах); б) дволанкова віброізоляція (кріплення до з/б плити на амортизаторах та підлозі на пружній основі); 1 – машина; 2 – сталева рама; 3 – амортизатори; 4 – несуча плита; 5 – залізобетонна плита; 6 – плита підлоги на пружній основі; 7 – пружна основа.

Найбільш важлива характеристика віброізованого устаткування - частота її власних коливань  $f_0$  (резонансна частота віброізольуючої основи).

При віброізоляції машини на частотах  $f \leq f_0$  коливання фундаменту не знижуються. В області частот  $0,7f_0 < f < 1,4 f_0$  вони підсилюються. При  $f \approx f_0$  настає резонанс - різке підсилення коливань. Тільки на частотах  $f \gg f_0$ , віброізолятори знижують коливання фундаменту.



*Дволанкова схема віброізоляції має більшу ефективність у порівнянні з одноланковою. Але тут дві резонансні частоти, отже діапазон частот, у якому віброізоляція негативна, розширюється.*



## Розмір віброізоляції:

$$R_v = 20 \lg \left| 1 - \left( \frac{f}{f_0} \right)^2 \right|, \quad \text{дБ}$$

Для підвищення віброізоляції необхідно знизувати  $f_0$ :

- збільшити масу;
- зменшити жорсткість.

*Віброізоляція не знижує шум у самому приміщенні, вона захищає сусідні приміщення, тому зазвичай її поєднують з іншими методами: застосування звукопоглинаючих покриттів на стінах; звукоізоляційні кожухи на машині; вібропоглинання чи віброгасіння.*

## Власна частота:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}};$$

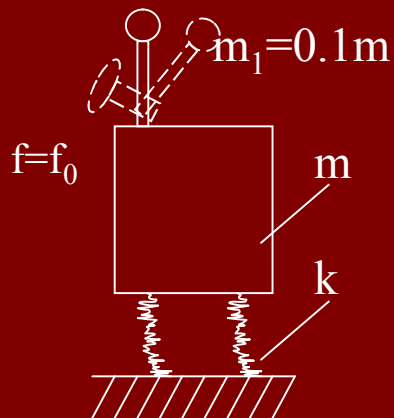
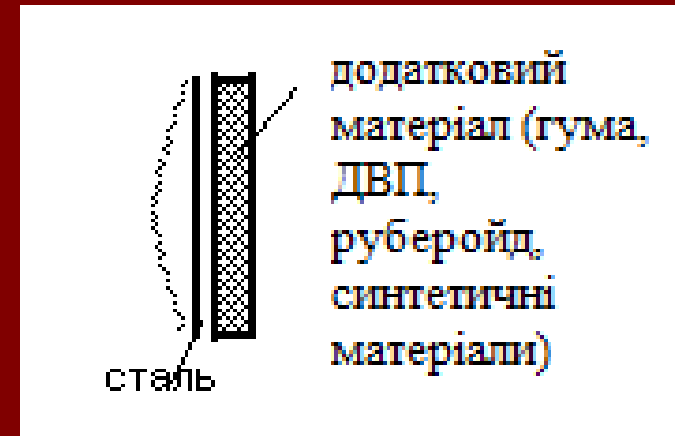
$$k = \frac{mg}{\Delta l}$$

- жорсткість пружного елемента (амортизатора)

*При  $f \geq (3...4) f_0$  величина віброізоляції 18...25 дБ.*

## Вібропоглинання та віброгасіння

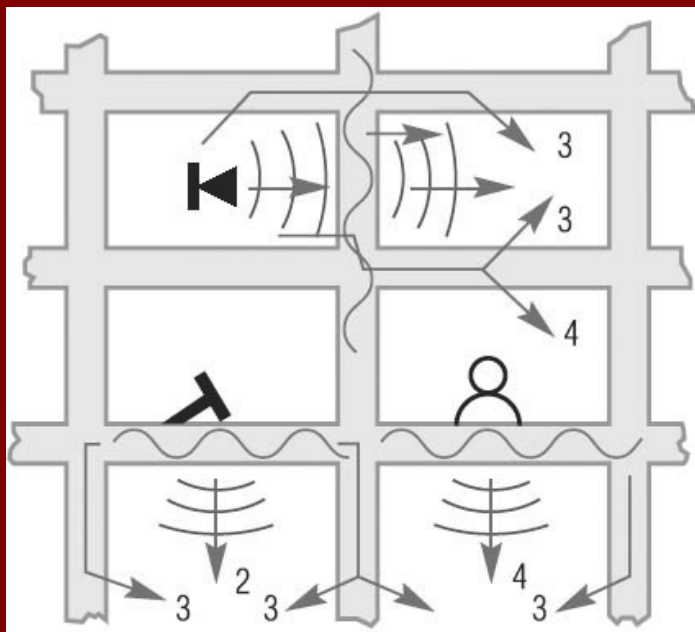
**Вібропоглинання** – спосіб захисту тонколистової конструкції. Застосовується у літаках, поїздах, автомобілях тощо. Ефективність – 15...25 дБ на резонансних частотах. →



**Віброгасіння** – приєднання до конструкції додаткової системи, що коливається (віброгасника) з власною частотою, приблизно рівною частоті, яку потрібно послабити : забирає енергію коливань на себе.

← Встановлюється у місцях найбільших коливань – зазвичай вимушене рішення.

## Поширення шуму в будівлях



### Джерела шуму:

зовнішні (транспорт, промисловість);  
внутрішні (інженерне та сантехнічне обладнання, музика, телевізор та ін.).

### Способи поширення шуму в будівлі:

- **повітряний** - по повітрю та через отвори в огорожі;
- **ударний (структурний)** – через коливання конструкції;
- **прямий (1, 2)** – через пори, нещільності у поєднаннях конструкцій, безпосередньо через огороження;
- **непрямий (обхідний - 3,4)** - через інші приміщення.

# Принципи боротьби із шумом

1. *Зменшення шуму, що розповсюджується у повітрі – планування, шумоізоляція, екранування, звукопоглинання.*
2. *Зменшення коливань у конструкціях по дорозі поширення шуму – віброізоляція, ізоляція ударного шуму, вібропоглинання, віброгасіння.*
3. *Відображення енергії коливань – ізоляція повітряного шуму, екранування, віброізоляція, віброізоляція ударного шуму.*
4. *Поглинання енергії звукових коливань і перетворення на тепло - звукопоглинання, вібропоглинання, віброгасіння.*
5. *Комбінація методів.*



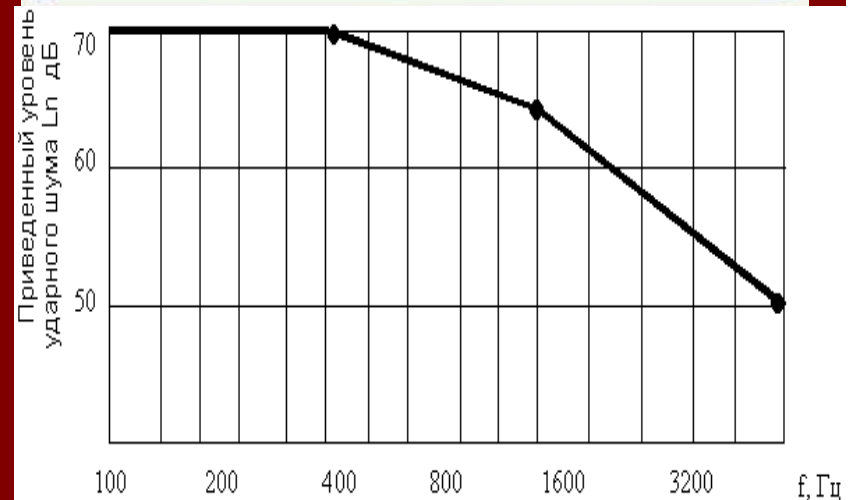
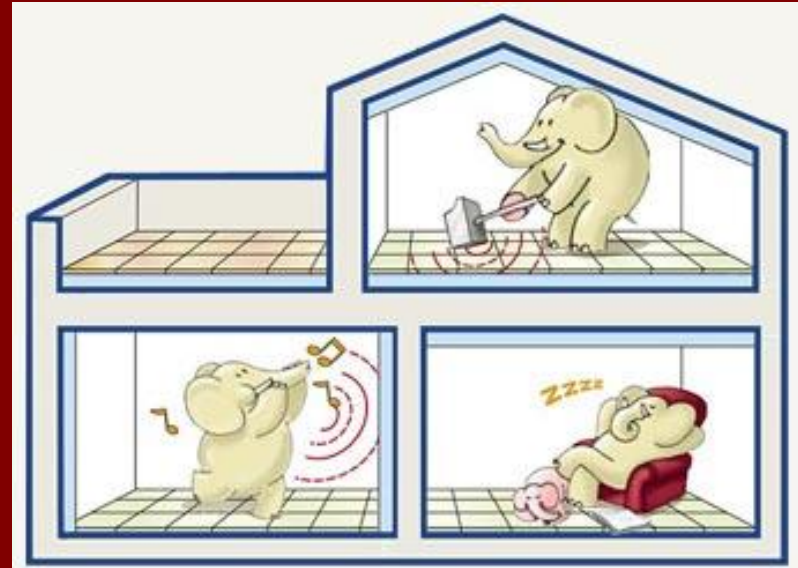
## Планувальні заходи

1. *Максимальне видалення джерела шуму від слухача - санітарно-технічне обладнання, ліфт, кухня, сходовий майданчик - далеко від спальних приміщень.*
2. *Угруповання джерел за рівнем шуму - у квартирі кухня та туалет поруч; сміттєпровід, ліфт, зливовий водосток в одній шахті; слабке джерело встановлюється поруч із більш гучним та ін;*
3. *Відділення шумної та тихої зон буферними нежитловими приміщеннями – коридори, кухні, комори, вбудовані шафи, в архітектурі – завод – сквер – житловий квартал;*
4. *Раціональна орієнтація приміщення чи будівлі щодо джерела шуму – вузькою стороною до джерела шуму, небажано під кутом 75°. Сумарний ефект до 15-20 дБА.*

## Звукоізоляція ударного шуму міжповерховими перекриттями

*Ударний шум виникає при механічному впливі на плиту перекриття (пересування предметів, стукіт об стіни та підлоги, пересування людей та домашніх тварин по квартирі).*

*Повітряні шуми – це гучна розмова, включений телевізор, гучна музика та інше. Звук із повітря потрапляє на перекриття, змушуючи його вагатися і передавати шум далі. Плити перекриття забезпечують норми ізоляції повітряного шуму, але не забезпечують норми щодо ізоляції ударного шуму.*



## Методи та способи звукоізоляції ударного шуму

1. Збільшення масивності конструкцій – зменшує амплітуду коливань перекриття → знижує рівень звукового випромінювання.

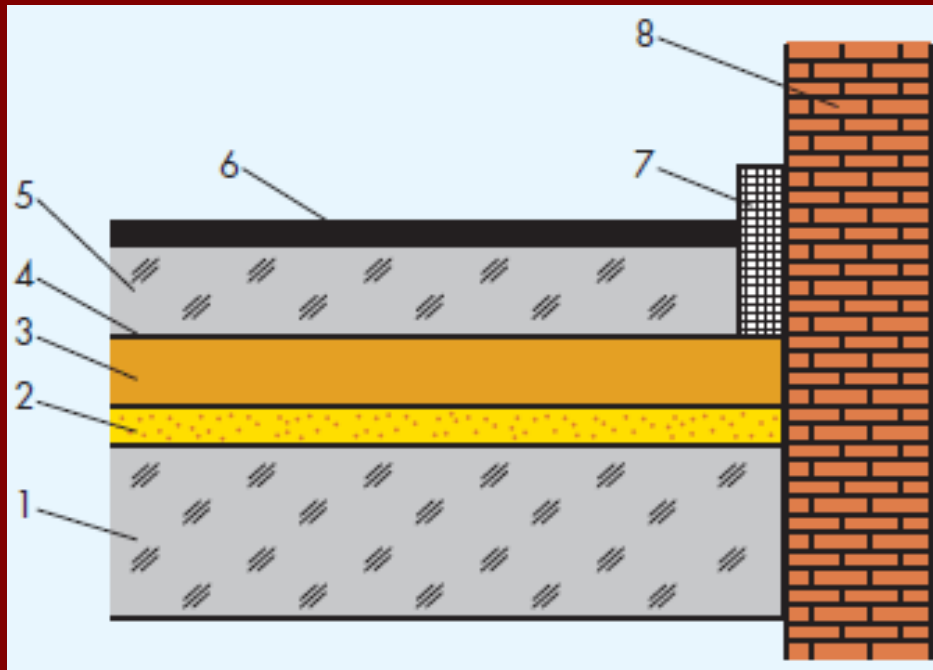


2. Розміщення між будівельною конструкцією та ударником пружних елементів, що амортизують удар:

а) з елементами, що безпосередньо сприймають удар - м'які підлоги - ковролін, лінолеум на м'якій основі, м'які плитки.

Ефект – 10 дБ на середній частоті, 20...30 дБ на високих частотах.

*б) з пружним елементом і масою, що сприймає удар: - підлога на пружній підставі (плаваюча підлога)*

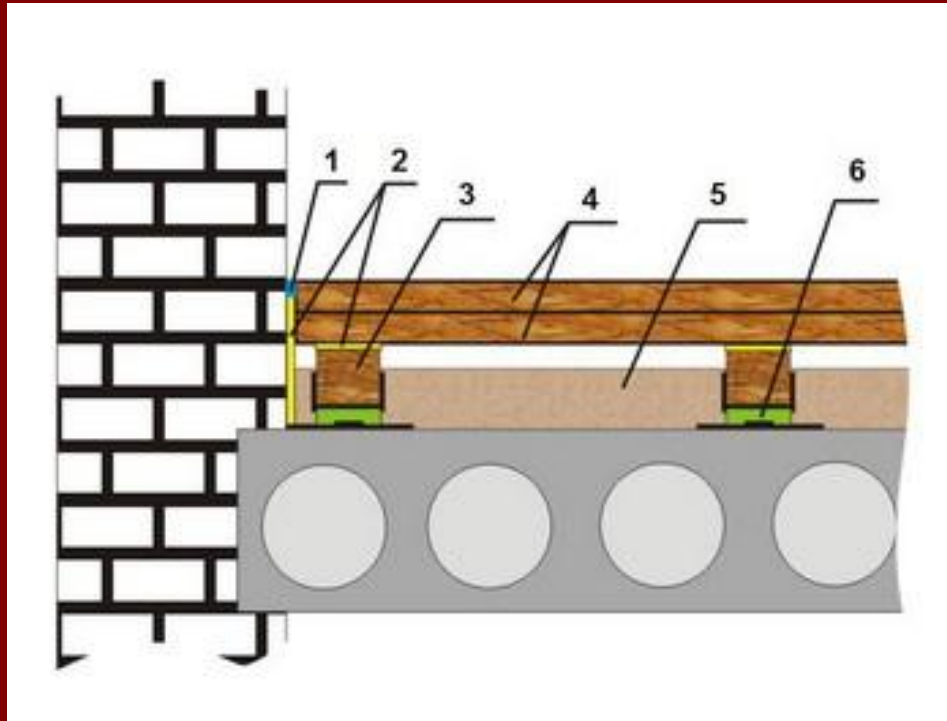


*1 – плита перекриття; 2 – стяжка; 3 - пружний шар (мінволокно, полімер, пісок, доменний шлак та ін); 4 – гідроізоляція; 5 – залізобетонна плита (армована стяжка/дубовий щит); 6 – чиста підлога; 7 – розділовий шов з ущільнювачем, покритим зверху мастикою, що не твердіє; 8 – конструкція будівлі.*

*Ефективність – до 30...40 дБ.*



*- підлога на лагах на пружних прокладках*

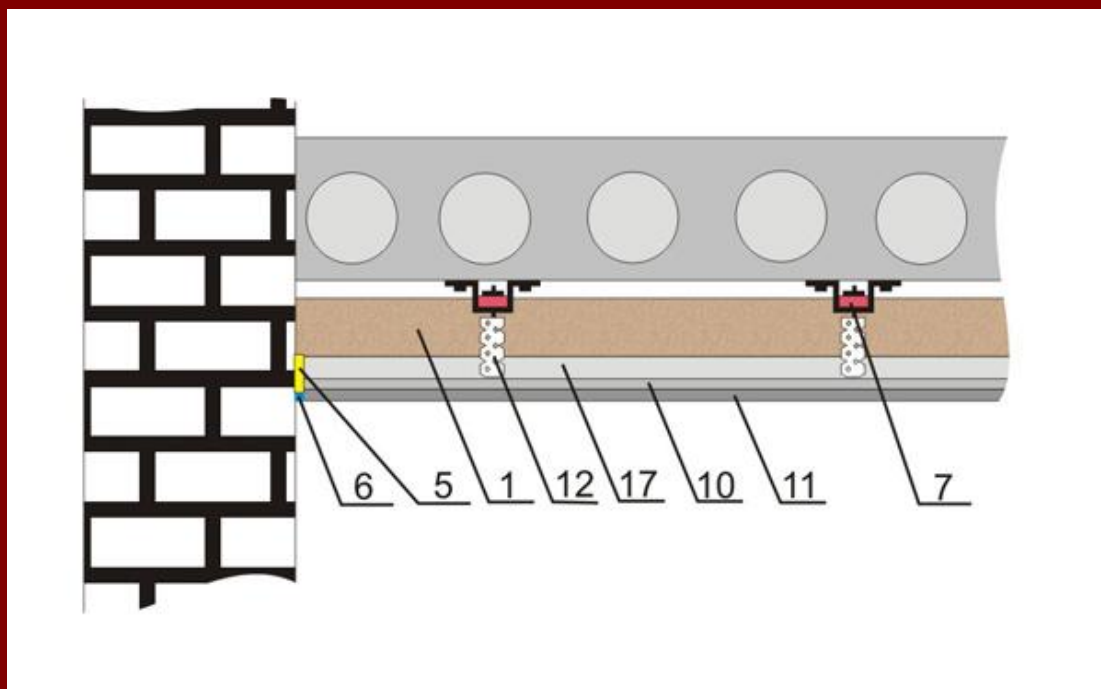


- 1 - герметик;*
- 2 - пружна прокладка;*
- 3 - дерев'яна лага;*
- 4 - настил підлоги з ДСП, ОСБ або фанери;*
- 5 - плити з акустичної мінеральної вати;*
- 6 - звукоізолююче кріплення*

*Використовується, коли здатність міжповерхового перекриття, що несе, не дозволяє виконати масивну конструкцію плаваючої підлоги з бетонною стяжкою.*

*Ефект - від 15 дБ до 25...30 дБ.*

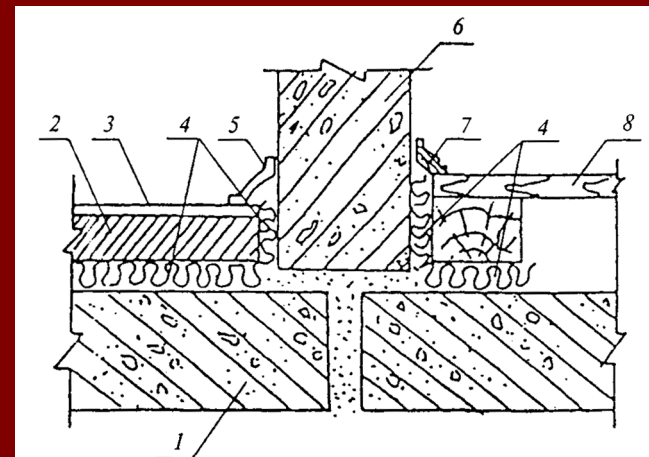
### 3. Акустична підвісна стеля на пружних зв'язках



1 - пористий звукопоглинач (мінвата); 5 - пружна прокладка по периметру плити (4 мм); 6 - нетвердіє герметик; 7 - звукоізолюючий стельовий підвіс; 10 - гіпсоволокнисті листи (ГВЛ) товщиною 10 мм; 11 - гіпсокартонні листи (ГКЛ) завтовшки 12,5 мм; 12 - пружний підвіс; 17 - каркас підвісної стелі у двох рівнях.

Ефективність - до 16...19 дБ за повітряним шумом, 10...12 дБ - по ударному шуму

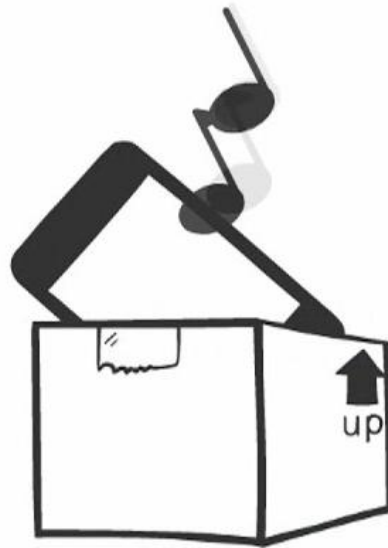
### 4. Конструктивні заходи →



Розробник: проф. каф. БТ КНУБА д.е.н. Шпакова Г.В.



**Який звукоізоляційний  
матеріал краще?**



# Матеріал «Акустична перегородка»



**KNAUF INSULATION**  
**ACOUSTIC**  
матеріал для звукоізоляції

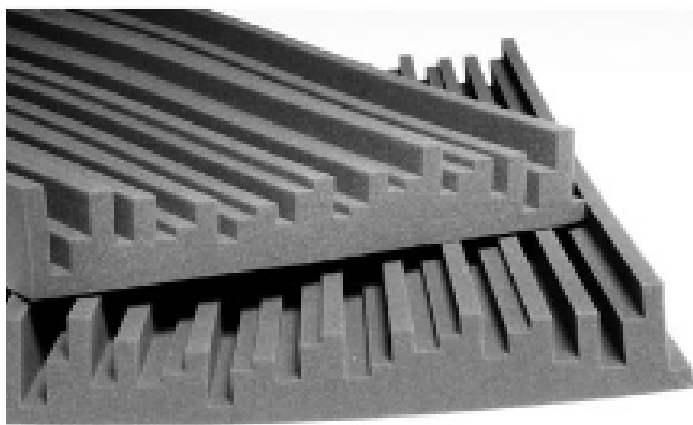
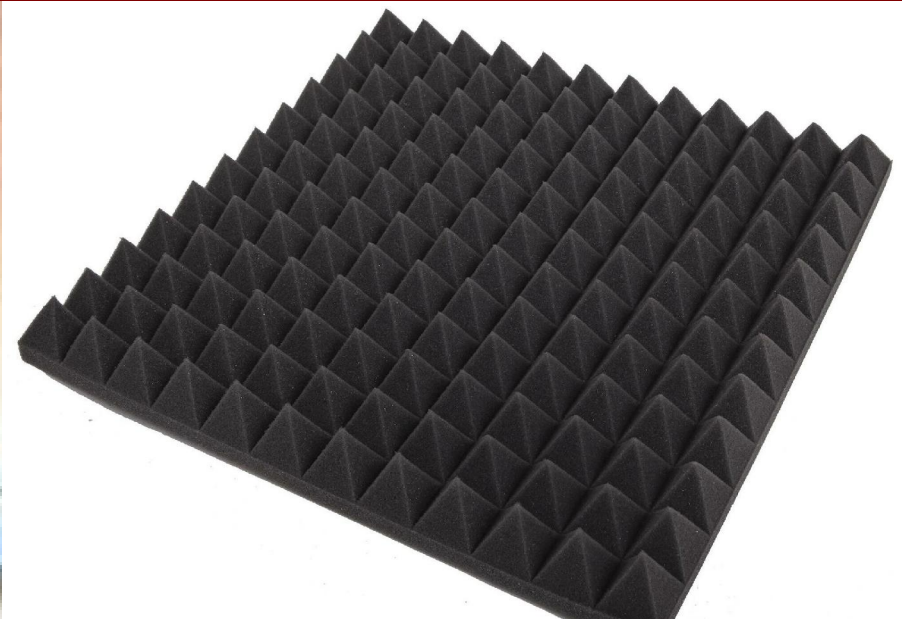
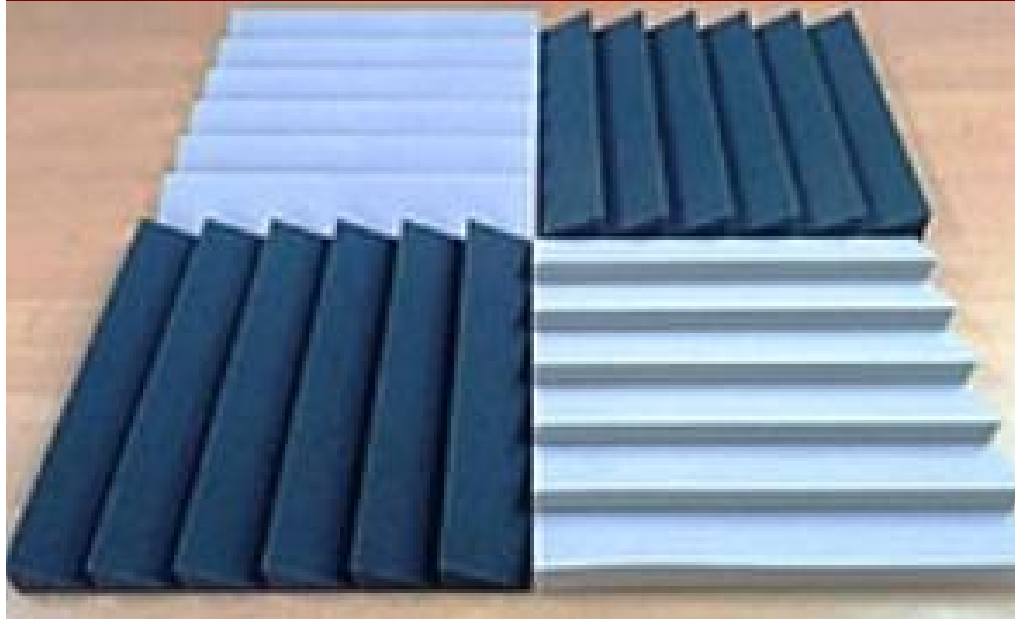
NEW

ЗВУКОІЗОЛЯЦІЯ

Розробник: проф. каф. БТ КНУБА д.е.н. Шпакова Г.В.

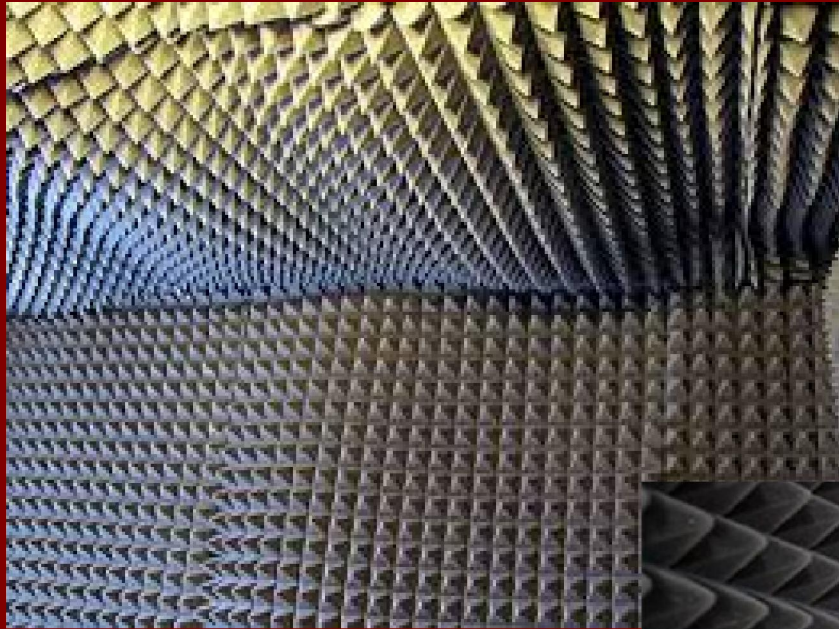


# «Акустичний поролон»



Розробник: проф. каф. БТ КНУБА д.е.н. Шпакова Г.В.

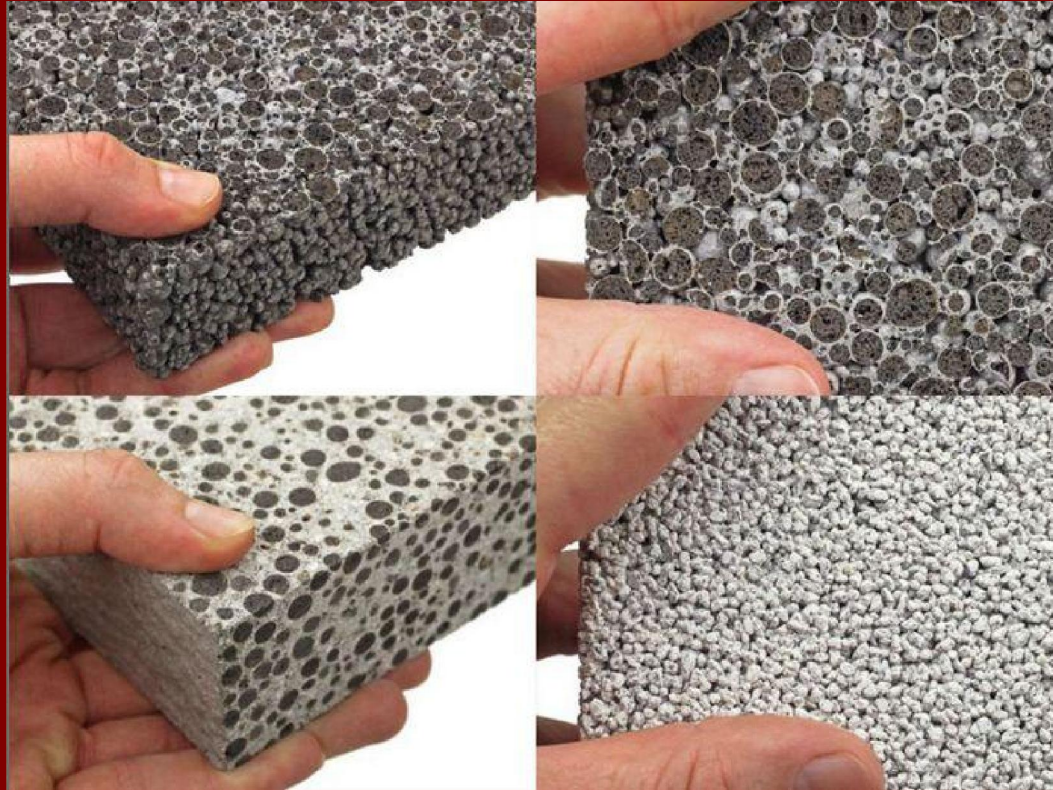
## *«Акустичний поролон»*



*Розробник: проф. каф. БТ КНУБА д.е.н. Шпакова Г.В.*



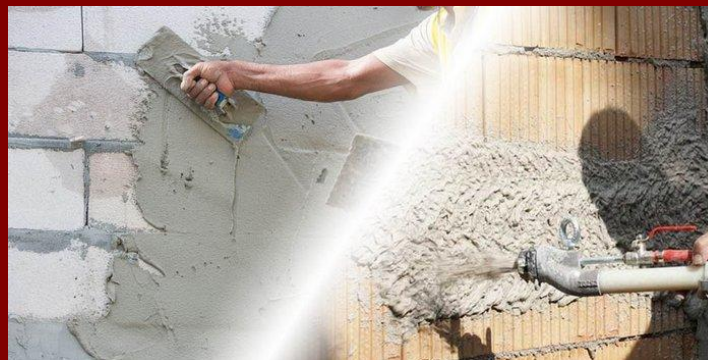
# Звукопоглинаючі штукатурки



↑ Механізоване нанесення



↑ Ручне нанесення



Розробник: проф. каф. БТ КНУБА д.е.н. Шпакова Г.В.