



Візуальне супроводження лекцій з дисципліни “ХОЛОДИЛЬНА ТЕХНІКА”

Тема 13

Ізоляція охолоджуваних приміщень

Лекція 17

Ізоляція охолоджуваних приміщень

1. Будівельні конструкції холодильників
2. Зовнішні захищаючі конструкції холодильника
3. Внутрішні захищаючі конструкції холодильника
4. Теплоізоляційні конструкції
5. Розрахунок товщини теплоізоляційної конструкції
6. Пароізоляція теплоізоляційних конструкцій

Кафедра
Холодильної
Торговельної
Техніки



1. Будівельні конструкції холодильників

Несучі конструкції сприймають корисні навантаження, а також власну масу конструкцій будівлі і передають їх на фундамент.

У **багатопверхових** холодильниках несучою конструкцією служить каркас, зовнішні стіни є самонесущими, тобто несуть навантаження від власної маси незалежні від каркаса. Каркаси будівель багатопверхових холодильників виконуються із збірних залізобетонних конструкцій з безбалочними перекриттями. Сітка колон 6×6 м, висота етажа 4,8 або 6 м, припустиме навантаження на поверх 20 або 30 кПа.

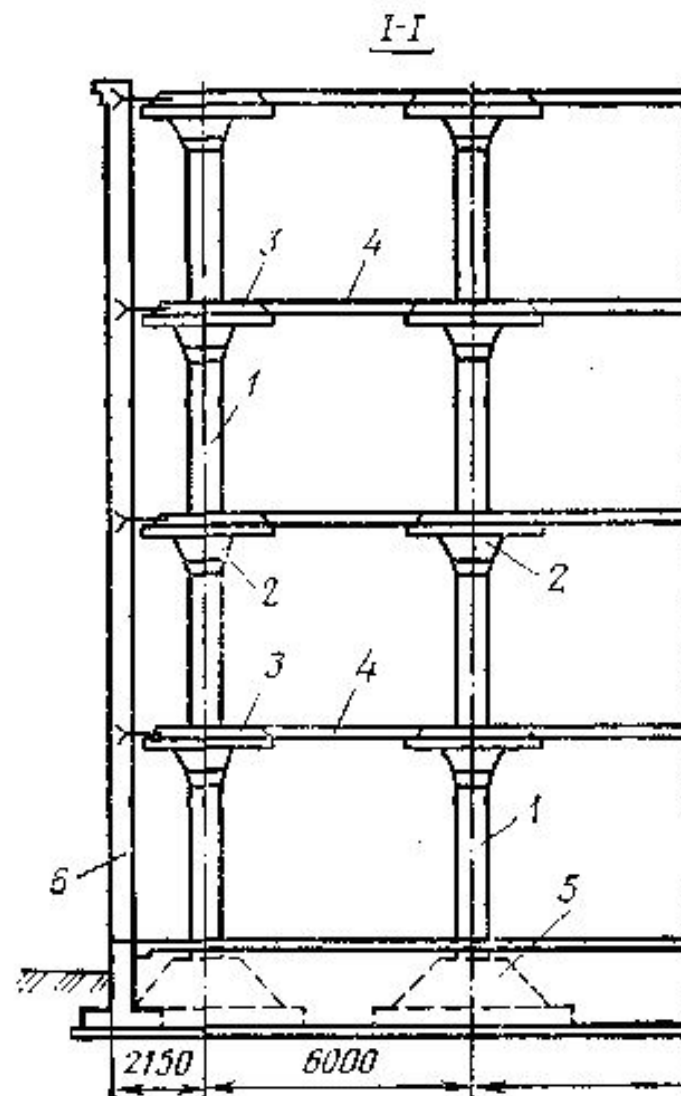
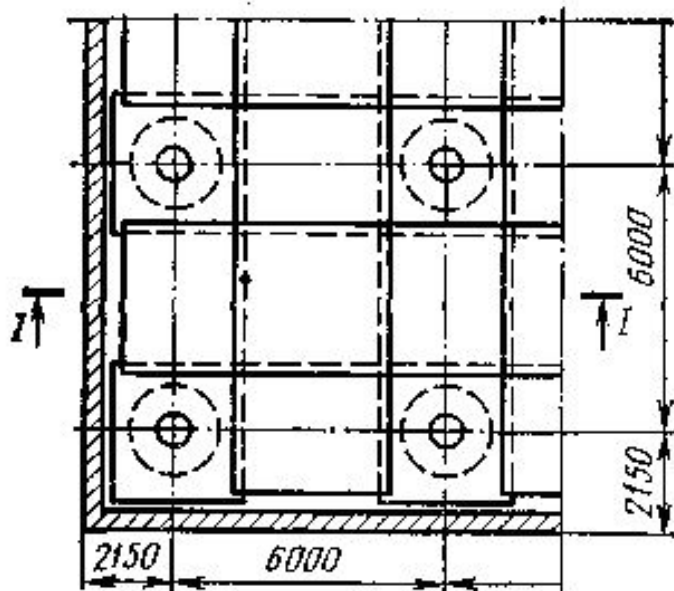
У **одноповерхових** холодильниках конструкція покриття спирається на колони, що передають всі навантаження через фундаменти на підставу. Висота приміщення 4,8 або 6 м, балки довжиною 12 м, плити 6 м, сітка колон 6×12 м.

При застосуванні “сандвіч” панелей сітка колон 6×24 (36) м.

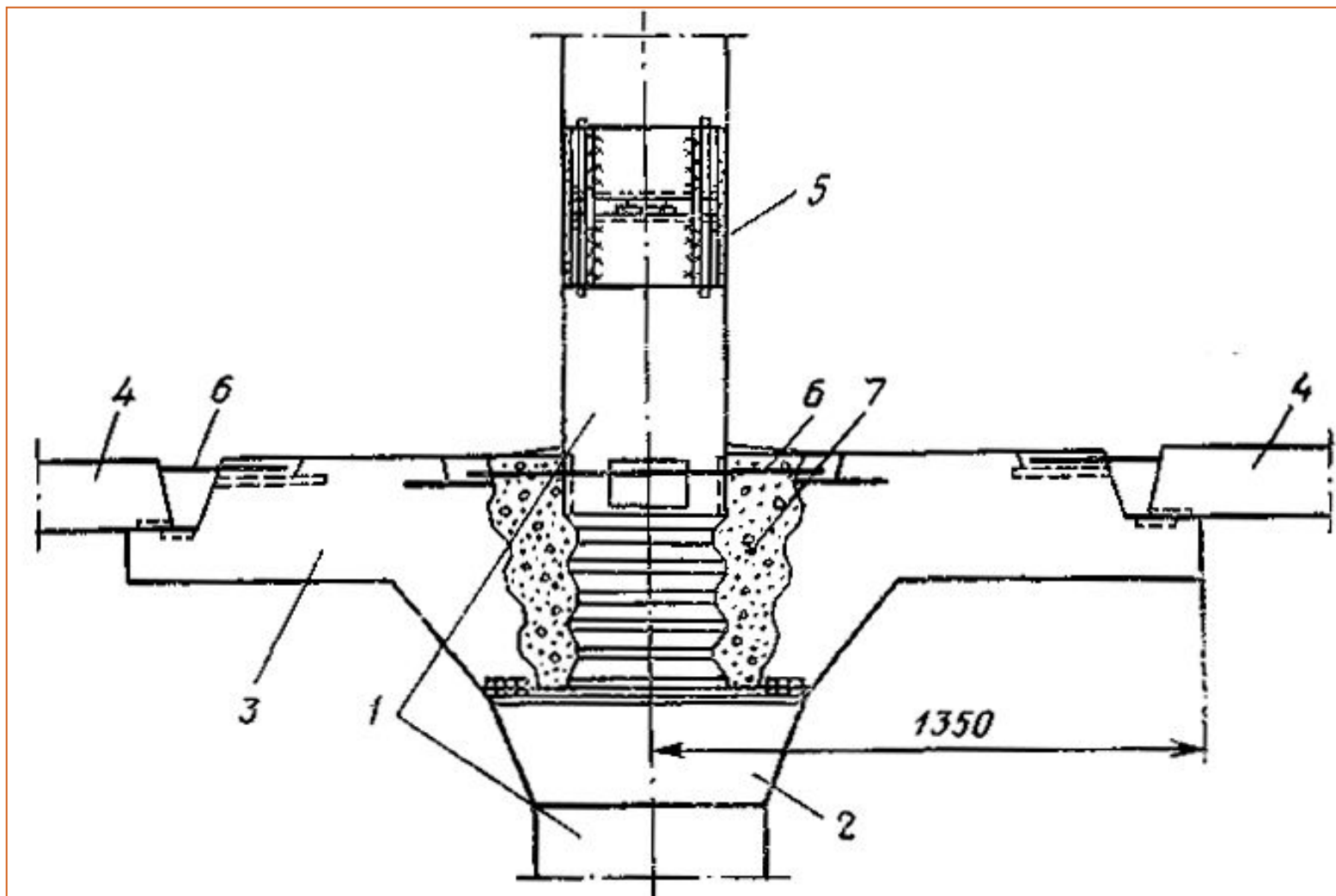
ЕЛЕМЕНТИ КОНСТРУКЦІЇ СПОРУДИ БАГАТОПОВЕРХОВОГО

ХОЛОДИЛЬНИКА

Фрагмент міжетажного
перекриття

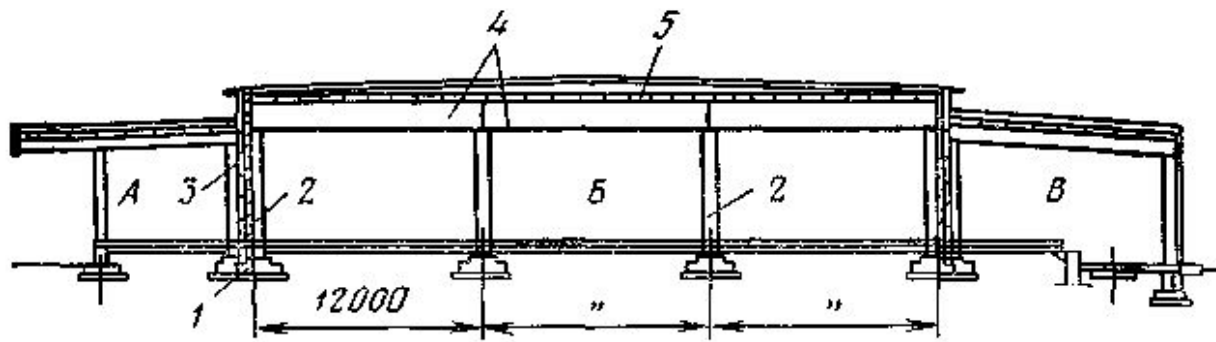


- 1 – колони;
- 2 – капітелі;
- 3 – надколонні плити;
- 4 – пролітні плити;
- 5 – фундамент;
- 6 – самонесуча зовнішня стіна



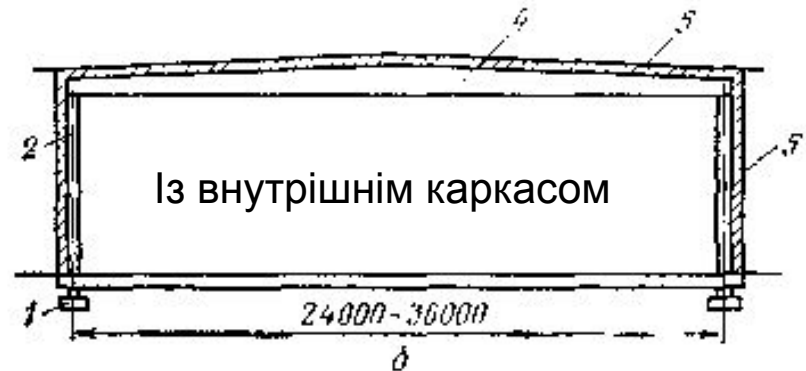
Вузол з'єднання колони з капітеллю та надколонною плитою

1- колона; 2- капітель; 3- надколонна плита; 4 – пролітна плита;
5- металеві анкери; 6- зварне з'єднання колони; 7- заповнення бетоном



Елементи конструкції споруди одноповерхового холодильника

А – автомобільна платформа; Б – холодильна камера; В – залізнична платформа;
 1- фундамент; 2- колони; 3- самонесуча зовнішня стіна; 4 – балки (ригелі); 5- плита перекриття



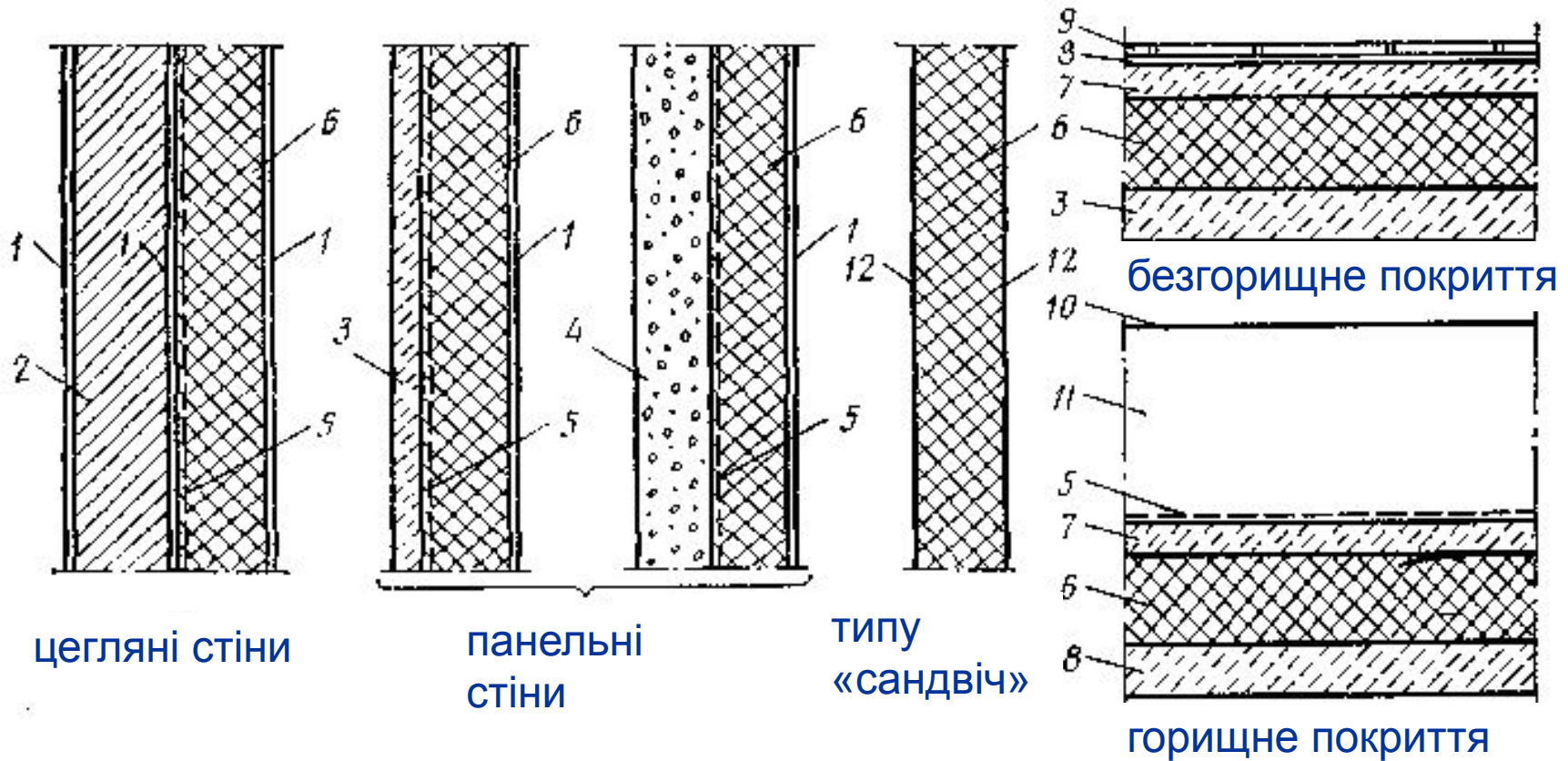
Схеми одноповерхових холодильників з об'легшених конструкцій

1- фундамент; 2- колона; 3- сталевая ферма; 4 – сталевая балка; 5- панелі типа “сандвіч”; 6 – кривля із гофрованого листа; 7 – екрани із гофрованого листа

2. ЗОВНІШНІ ЗАХИЩАЮЧІ КОНСТРУКЦІЇ ХОЛОДИЛЬНИКА

- ▣ **Середній шар стіни** – теплова ізоляція з ефективних і довговічних теплоізоляційних матеріалів.
- ▣ **Зовнішній шар** – несучий і захисно-декоративний, призначений для сприйняття навантаження власної маси всіх шарів стіни і вітрового навантаження, захисту теплової ізоляції від механічних пошкоджень і погодних чинників, а також створення архітектури фасадів будівлі. Між зовнішнім шаром і тепловою ізоляцією улаштовується **пароізоляція**, призначена для захисту теплової ізоляції від зволоження.
- ▣ **Внутрішній (захисний) шар** розташовують з боку приміщень холодильника, призначається для захисту ізоляції від руйнування при вантажних роботах на холодильнику і усунення контакту ізоляційних матеріалів з харчовими продуктами.

Зовнішні захищаючі конструкції холодильника



1 — штукатурка; 2 — цегляна кладка; 3 — залізобетонна панель; 4 — керамзітобетонна панель; 5 — пароізоляція; 6 — теплоізоляція; 7 — бетонне стягування; 8 — гідроізоляційний рулонний покрівельний килим; 9 — захисно-відбиваюче покриття гідроізоляції; 10 — крівля з оцинкованої сталі (хвилястого шиферу); 11 — грищне приміщення; 12 — металевий лист

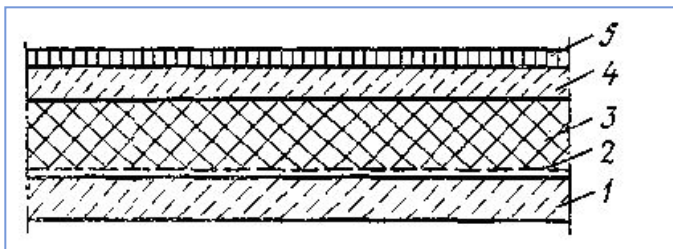
ПОКРИТТЯ ХОЛОДИЛЬНИКІВ НАЙЧАСТІШЕ СПОРУДЖУЮТЬ СУМІЩЕНИМИ БЕЗГОРИЩНИМИ.

- Вони складаються з трьох конструктивних елементів: **несучих конструкцій** (балок, ферм, плит), **теплоізоляції і плоскої крівлі** — гідроізоляції і підстави під неї.
- Ухил плоскої крівлі передбачається в межах 1—2 % створюється за рахунок відповідного ухилу несучих конструкцій покриття або змінної товщини теплоізоляції.
- **Гідроізоляція крівлі** здійснюється в результаті наклейки на підставу 4...5 шарів рулонних покрівельних матеріалів — руберойду підкладкового і покривного. Підставою під рулонний покрівельний килим є шар цементно-піщаного розчину завтовшки 20...50 мм, армований металевією сіткою.
- **Підвищення відбиваючої здатності крівлі** по відношенню до сонячної радіації, а також захист гідроізоляції від механічних пошкоджень і впливу погоди здійснюються укладанням поверх покрівельного килима світліших матеріалів – дрібного гравію (5...10 мм), цементних або азбестоцементних плиток, наклейки фольгоізола.

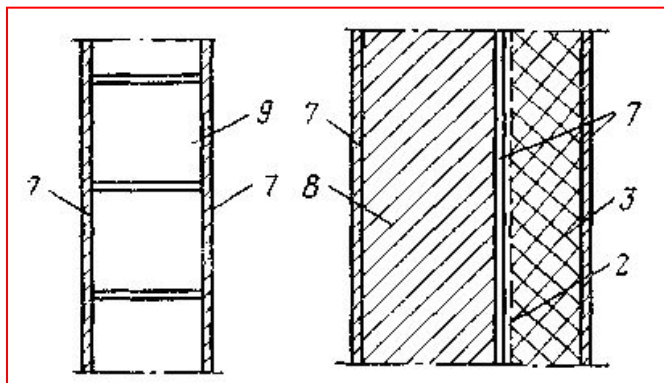
3. ВНУТРІШНІ ЗАХИЩАЮЧІ КОНСТРУКЦІЇ ХОЛОДИЛЬНИКА

- ▣ **Міжповерхові перекриття** багатоповерхових холодильників виконують тришаровими. Перекриття включає залізобетонні плити перекриття, теплову ізоляцію і конструкцію підлоги. Теплоізоляційну конструкцію захищають від зволоження пароізоляцією
- ▣ **Підлоги** холодильників повинні володіти достатньою механічною міцністю при низьких температурах по відношенню до дії навантажувачів і підлогових транспортних засобів, бути жиростійкими, мати мале пилевідділення і добре очищатися. Найбільш поширені підлоги: бетонні мозаїчні монолітні, з бетонних армованих мозаїчних, шлакосіталових і металевих плит, асфальтобетонні.
- ▣ Конструкція підлоги першого поверху в будівлях без підвалів залежить від того, яке рішення застосоване для захисту від промерзання ґрунту під холодильником. За відсутності підвалу захист від промерзання ґрунту здійснюється шляхом підведення теплоти до підстави: теплим повітрям, нагрітою рідиною і електрообігрівом.

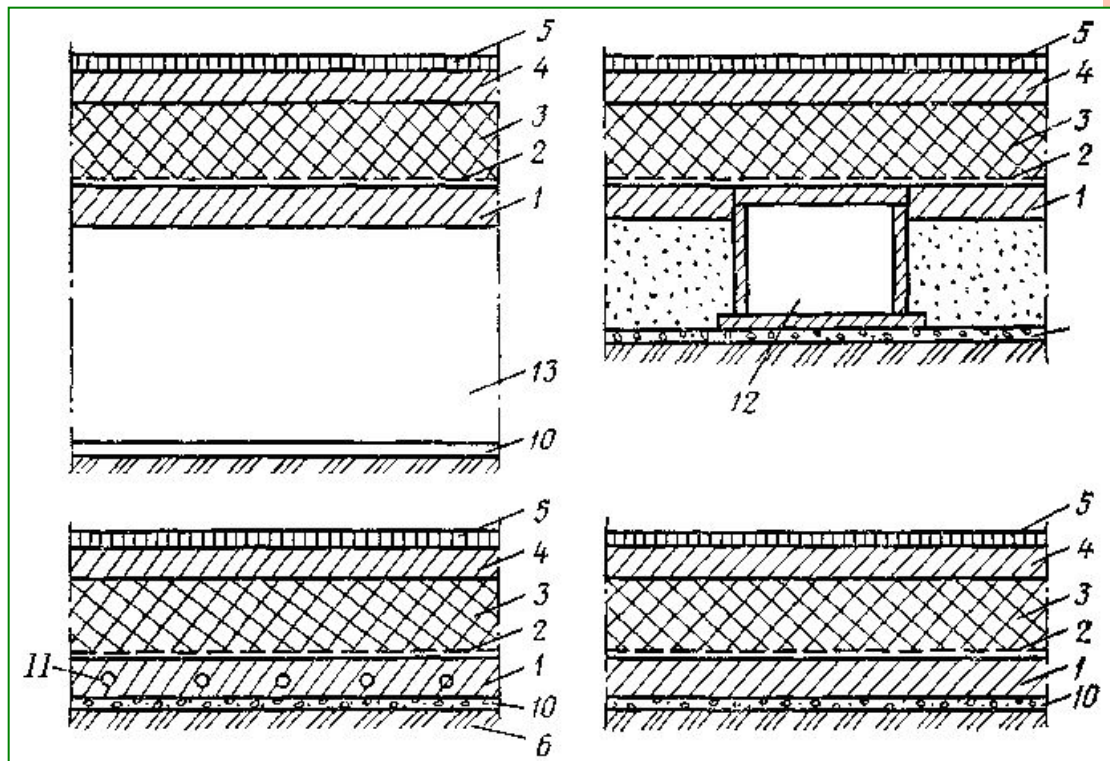
ВНУТРІШНІ ЗАХИЩАЮЧІ КОНСТРУКЦІЇ ХОЛОДИЛЬНИКА



міжповерхові перекриття



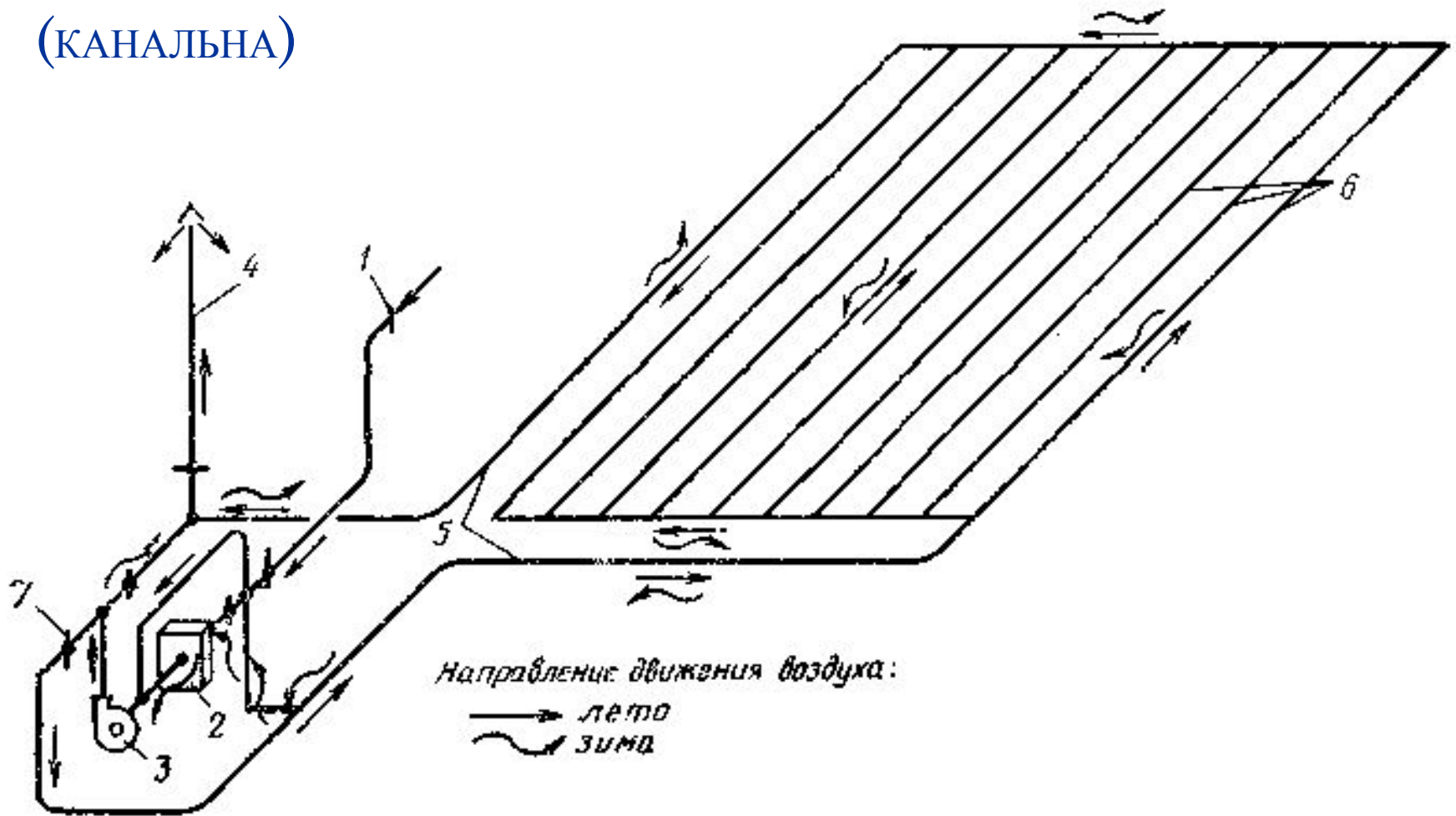
внутрішні стіни і перегородки



підлоги на ґрунті (першого і підвального поверхів)

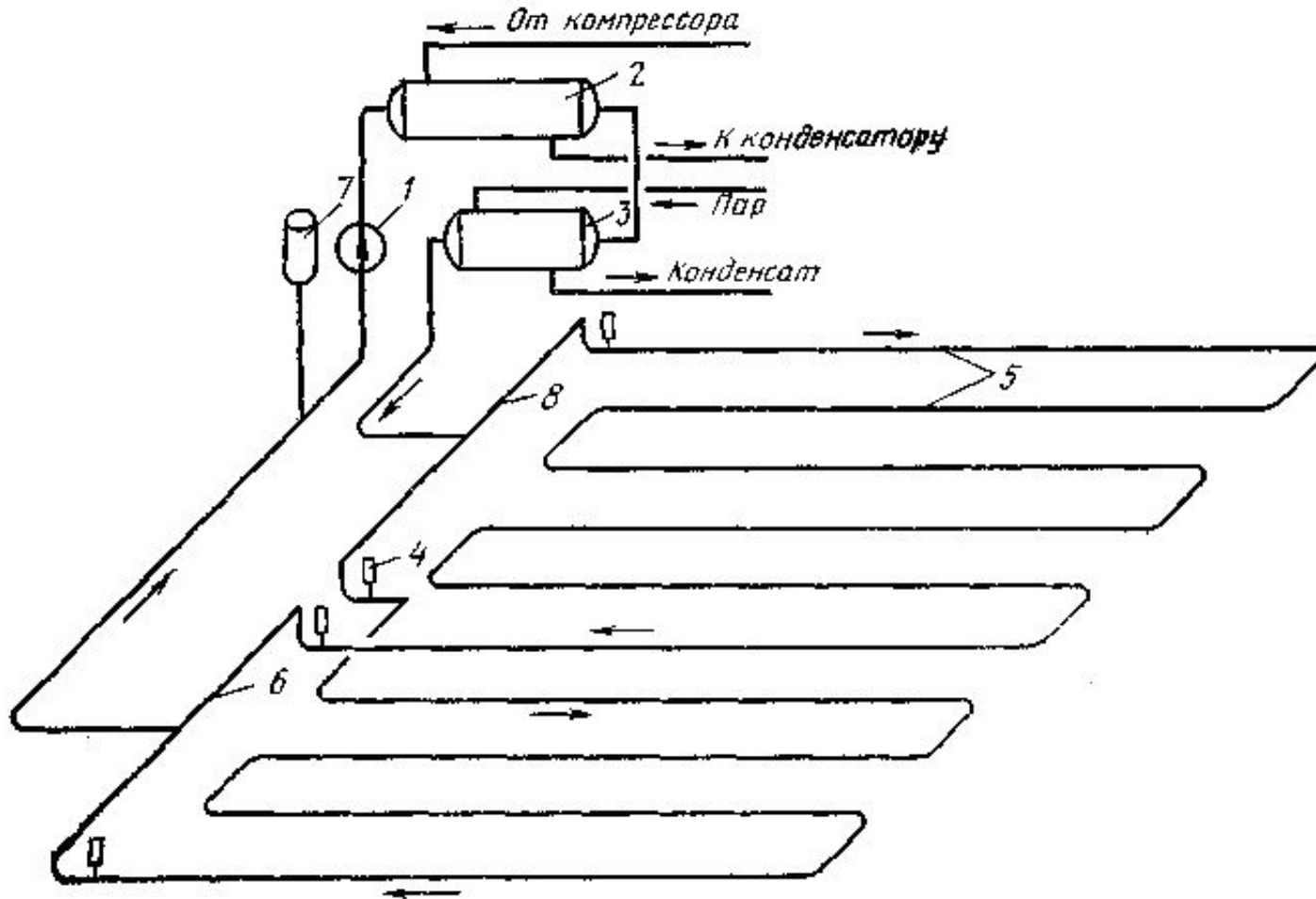
1 — залізобетонна плита (перекриття); 2 — пароізоляція (гідроізоляція); 3 — теплоізоляція; 4 — бетонне стягування; 5 — покриття «чистої» підлоги; 6 — ґрунт; 7 — штукатурка; 8 — цегляна кладка; 9 — блоки каменеводних теплоізоляційних матеріалів; 10 — бетонна підготовка; 11 — арматура або трубопровід системи обігріву ґрунту; 12 — повітряний канал; 13 — вентилязоване підпілля

СХЕМИ ОБІГРІВУ ПІДЛОГИ.ХОЛОДИЛЬНИКІВ: ПОВІТРЯНА (КАНАЛЬНА)



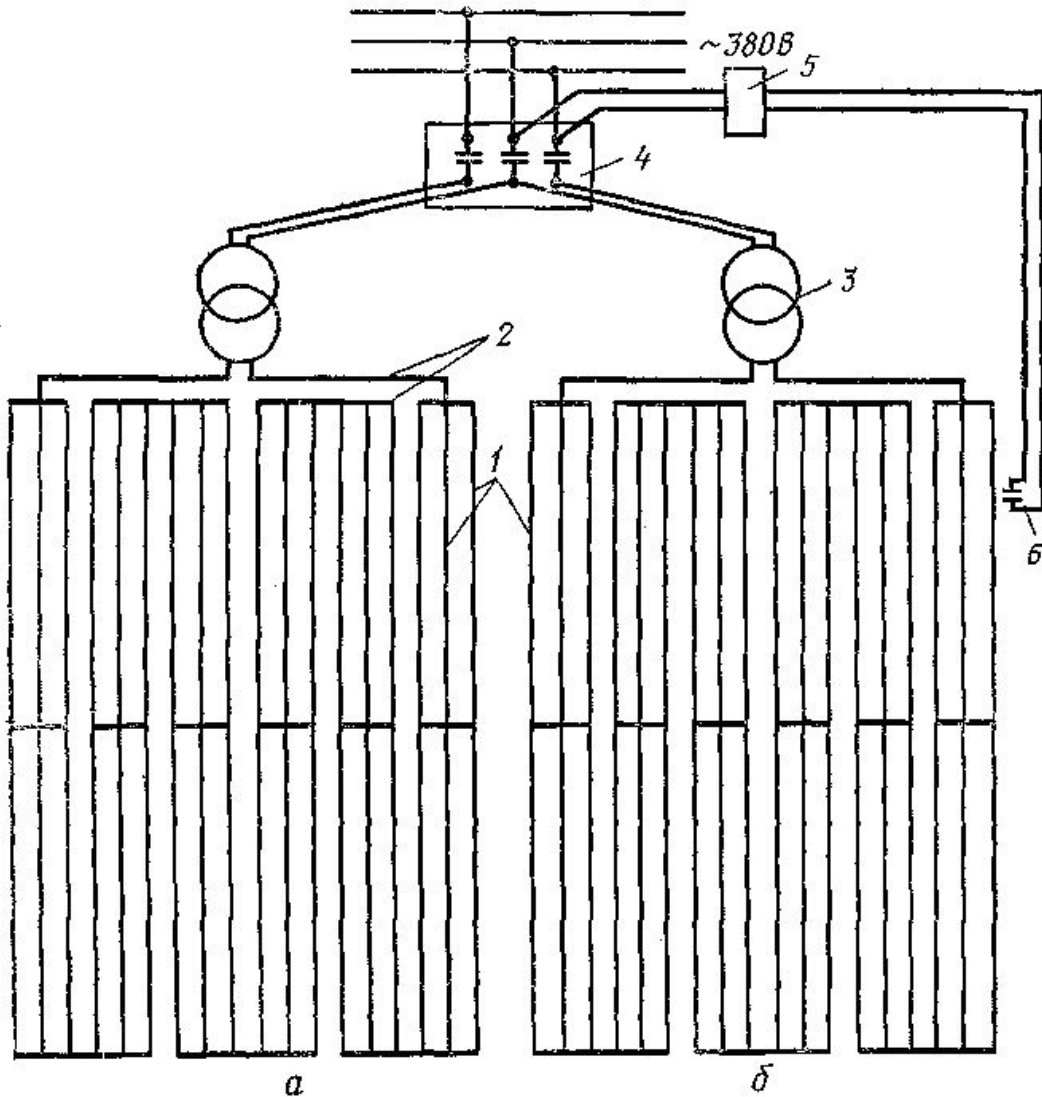
1 — повітрязібєрний пристєй; 2 — кєлєрифєр дєя пєдєгрєвє повітрєя; 3 — вєнтилєятор; 4 — вєтяжнєя шєхтєя; 5 — вєтяжний пєвєтрєпровєд; 6 — пєвєтрєяні кєнєлєи (шєнцє) сєстємє обєгрєвє грєнтєу; 7 — пєвєтрєяний клєпєн

СХЕМИ ОБІГРІВУ ПІДЛОГИ ХОЛОДИЛЬНИКІВ: РІДИННИЙ ОБІГРІВ



1 — насос; 2 — елементний конденсатор; 3 — паровий теплообмінник; 4 — термометр; 5 — трубопровід системи обігріву ґрунту; 6 — колектор повернення теплоносія; 7 — розширювальна судина; 8 — колектор подачі теплоносія

СХЕМИ ОБІГРІВУ ПІДЛОГИ ХОЛОДИЛЬНИКІВ: ЕЛЕКТРООБІГРІВ



а — перша ділянка
(камера);
б — друга ділянка
(камера);

1 — сталеві стрижні
(арматурний дрід);
2 — шини підведення
струму;
3 — знижувальний
трансформатор;
4 — магнітний пускач;
5 — пакетний вмикач;
6 — регулятор
температури

4. ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНІ КОНСТРУКЦІЇ

- ▣ **Ізоляційна конструкція** включає теплоізоляційні і допоміжні матеріали — кріпильні елементи і деталі.

- ▣ Вимоги до **теплоізоляційних матеріалів**:
 - Коефіцієнт теплопровідності 0,03...0,05 Вт/(м·К),
 - Об'ємна маса \square 30...250 кг/м³.
 - Мікропориста структура з об'ємом пір 90.98%,
 - Гідрофобність,
 - Міцність на вигин (не менше 150 кПа) і стиснення (до 40 кПа),
 - Морозостійкість,
 - Не вражатися гризунами і мікроорганізмами,
 - Не мати запахів і не виділяти шкідливих летючих компонентів,
 - Бути важкоспалимими або не горіти при знищенні полум'я.

ХАРАКТЕРИСТИКИ ОСНОВНИХ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

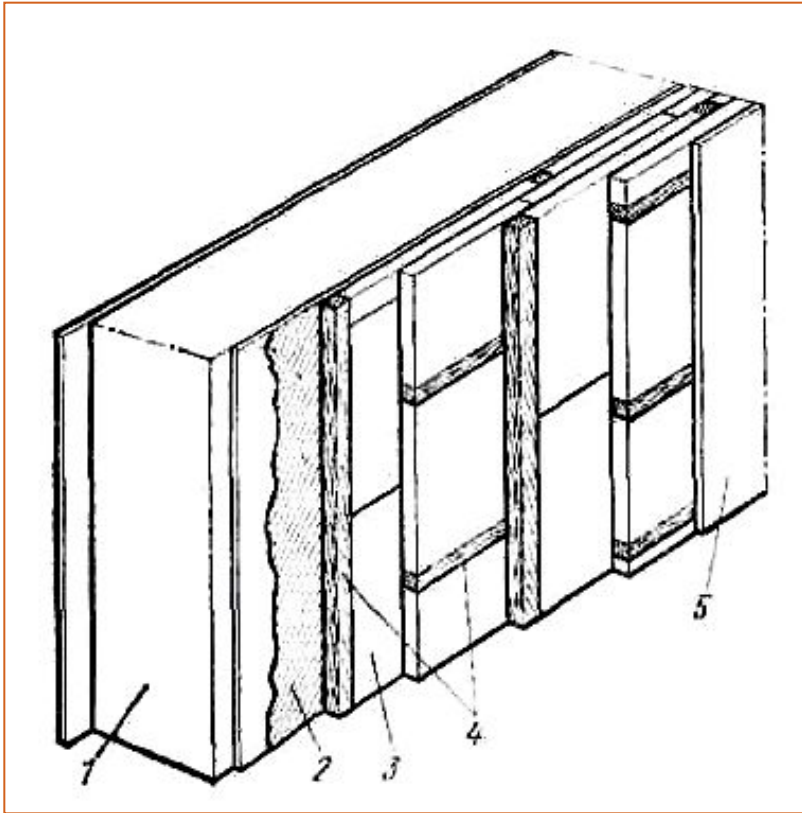
Матеріал	Об'ємна маса, кг/м ³	Коефіцієнт теплопровідності, Вт/(м·К)	Межа міцності на вигин, кПа
Пінополістирол	25...50	0,035...0,04	130...250
Пінополіуретан	20...80	0,020...0,04	70...190
Пінополівінілхлорід	60...120	0,04...0,055	200...350
Фенолово-резольний пінопласт	40...60	0,04...0,05	50...150
Жорстка мінеральна вата	250...300	0,065...0,075	110...160
Плити і блоки з комірчастого бетону	250...400	0,115...0,130	600...800
Перлітогелієві плити	200...250	0,065...0,07	170...200
Перлітоцементні плити	250...350	0,075...0,085	150...200
Асбовермікулітові плити	200...250	0,07...0,075	180...200
Гравій керамзитовий	300...500	0,20...0,35	...
Перліт спучений (щєбінь)	100...250	0,06...0,08	...

ОБЛАСТІ ВИКОРИСТАННЯ НАЙПОШИРЕНІШИХ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Теплоізоляційний матеріал	Область використання
Мінеральноватні плити	Теплоізоляція зовнішніх, внутрішніх стін і перегородок, покриття, перекриттів, підлоги, холодильних трубопроводів і апаратів
Пінополістирольні плити ПСБ-С Пінополіуретан	Теплоізоляція всіх захищаючих конструкцій холодильників, покриттів, перекриттів і підлоги першого поверху, холодильних трубопроводів і апаратів
Пінобетон	Перегородки і протипожежні пояси
Плити	Протипожежні пояси
перлітоцементні і перлітогеліві	Теплоізоляція покриття і підлоги у комбінованих теплоізоляційних конструкціях разом з ПСБ-С

Гравій керамзитовий

ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНА КОНСТРУКЦІЯ ЗОВНІШНІХ СТІН



Плити в суміжних шарах укладені із зсувом стиків та скріплені із стіною і між собою за допомогою дерев'яного рейкового каркаса і спеціальних клеїв.

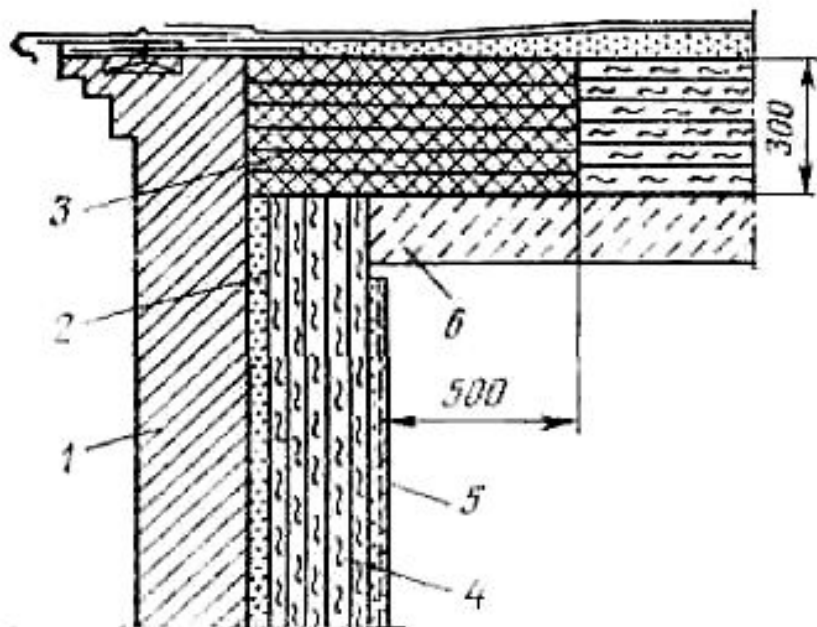
Каркас зроблений з вертикальних і горизонтальних рейок (50 × 50 мм).

1 — цегляна (бетонна) стіна; 2 - пароізоляція;
3 — теплоізоляція з плит; 4—рейковий
дерев'яний каркас; 5 — штукатурка з
металевої сітки для облицьовування
асбоцементними листами

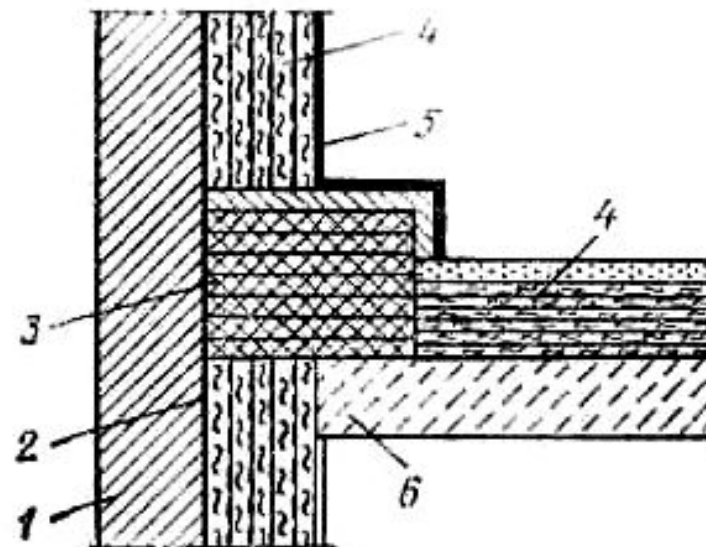
ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНІ КОНСТРУКЦІЯ ПОКРИТТЯ, МІЖПОВЕРХОВОГО ПЕРЕКРИТТЯ, ПІДЛОГИ, ВНУТРІШНІХ СТІН

- ▣ **Покриття** виконують із плиткових, блокових і засипних матеріалів: плита пінополістирола ПСБ-С, мінеральна пробка, засипні матеріали – керамзитовий гравій і перлітовий щебінь.
- ▣ **Міжповерхові перекриття** виконують з плиткових теплоізоляційних матеріалів з невеликою об'ємною масою і високою міцністю на стиснення: пінополістирол ПСБ-С.
- ▣ **Підлоги на ґрунті** теплоізолюють плитковими і засипними матеріалами: пінополістиролом ПСБ-С і керамзитовим гравієм. По торцях плити склеюють бітумною мастикою.
- ▣ **Внутрішні стіни** за теплоізоляційною конструкцією не відрізняються від зовнішніх стін.

ПРОТИПОЖЕЖНІ ПОЯСИ В МІСЦЯХ СПОЛУЧЕННЯ ПЕРЕКРИТТЯ І ЗОВНІШНІХ СТІН



покриття



міжповерхове перекриття

- 1 — цегляна (бетонна) стіна; 2 — пароізоляція;
- 3 — протипожежний пояс з матеріалів, що не згорають;
- 4 — теплоізоляція; 5 — штукатурка (асбоцементні листи);
- 6 — залізобетонна плита перекриття

5. РОЗРАХУНОК ТОВЩИНИ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНОЇ КОНСТРУКЦІЇ

Необхідну *товщину теплоізоляційної конструкції* огорож холодильників (у м) визначають на основі формули

$$\delta_{из} = \left[\frac{1}{K_{нор}} m_1 - \left(\frac{1}{\alpha_n} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_k} \right) \right] \lambda_{из} m_2 \quad (1)$$

де $K_{нор}$ — нормативний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м²·К);

m_1 — коефіцієнт теплоізоляційної конструкції для напилваних і заливальних конструкцій $m_1=1$; для ПСБ-С $m_1=1,05$; для мінеральної пробки і подібних матеріалів $m_1 = 1$,

α_n, α_k — коефіцієнти тепловіддачі огорожі, Вт/(м²·К);

δ_i и λ_i — товщина та коефіцієнти теплопровідності окремих шарів огорожі, м і Вт/(м·К);

$\lambda_{из}$ — коефіцієнт теплопровідності теплоізоляційного матеріалу, Вт/(м·К);

m_2 - коефіцієнт запасу, що враховує погіршення ізоляційних властивостей теплоізоляції в процесі експлуатації.

Після уточнення ізоляційної конструкції *дійсний коефіцієнт теплопередачі* огорожі визначають за формулою

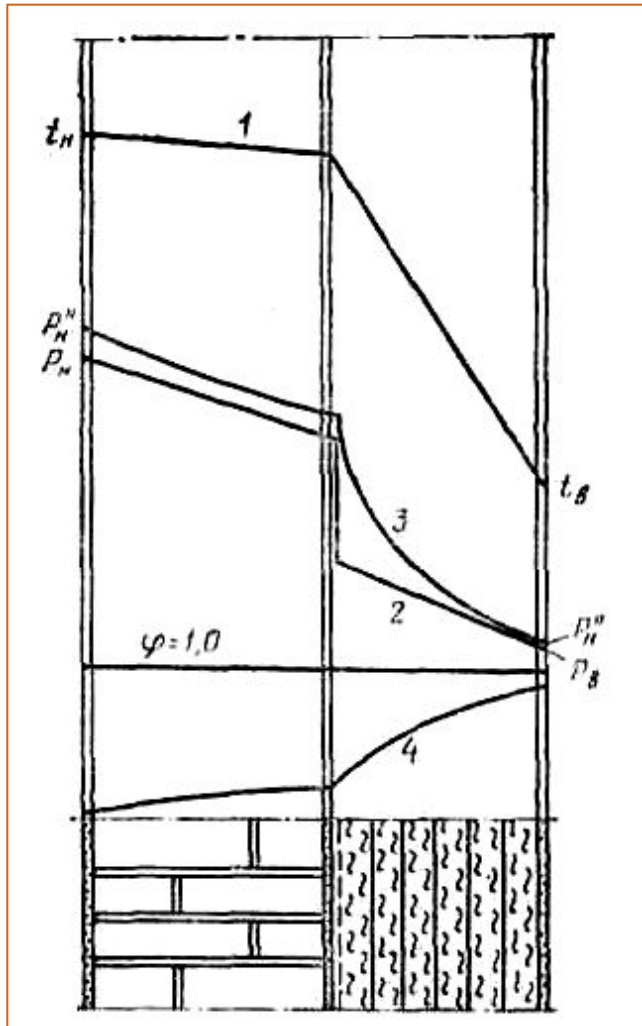
$$K_D = \left(\frac{1}{\alpha_n} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{\delta_{из}}{\lambda_{из} m_2} + \frac{1}{\alpha_k} \right)^{-1} \quad (2)$$

При цьому необхідно, щоб $K_D \leq K_{нор}$.

6. ПАРОІЗОЛЯЦІЯ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Пароізоляційні матеріали: *холодні і гарячі мастики*. Холодні застосовують без попереднього розігрівання, гарячі розігрівають до 160...200 °С. *Емульсії* застосовують при температурі 40...70 °С.. Їх напилують на поверхню спеціальними установками.

Рулонні матеріали (руберойд, ізол, фольгоізол) мають товщину 1,5...2,5 мм. Їх наклеюють на гарячих бітумних мастиках з одночасним накатанням важкими катками. Доцільна область застосування — горизонтальні поверхні.



Зміна параметрів вологого повітря в зовнішній стіні холодильника при наявності пароізоляції:

1 — температура; 2 — парціальний тиск водяної пари; 3 — тиск насичення водяної пари; 4 — відносна вологість повітря.

РОЗРАХУНОК ПАРОІЗОЛЯЦІЇ

Необхідний *опір паропроникненню* зовнішніх стін

$$R_{\text{ДИФ}}^{\text{нз}} \geq m_{\text{ми}} \left[R_{\text{ДИФ}}^{\text{ез}} \left(\frac{p_{\text{н}} - p_{\text{е}}}{p_{\text{н}}'' - p_{\text{е}}} \right) \right] - (R_{\text{ДИФ}}^{\text{ми}} + R_{\text{ДИФ}}^{\text{нз}}), \quad (3)$$

де $R_{\text{ДИФ}}^{\text{ез}}, R_{\text{ДИФ}}^{\text{ми}}, R_{\text{ДИФ}}^{\text{нз}}$ — опір паропроникненню відповідно внутрішнього захисного шару, теплоізоляційної конструкції і зовнішнього захисного шару, $(\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{МПа})/\text{кг}$;

$m_{\text{ми}}$ — коефіцієнт запасу, ($m_{\text{ми}} = 1,2 \dots 1,5$);

$p_{\text{н}}$ и $p_{\text{е}}$ - парціальний тиск водяної пари в повітрі із зовнішнього і внутрішнього боку огорож, Па;

$p_{\text{н}}''$ — парціальний тиск насиченої пари на межі теплоізоляційної конструкції і внутрішнього захисного шару, Па.

Опір паропроникненню окремих шарів знаходять по формулі

$$R_{\text{ДИФ}(i)} = \delta_i / \mu_i \quad (4)$$

де δ_i — товщина, м; μ_i — коефіцієнт паропроникнення, $\text{кг}/(\text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{МПа})$.