## 3.1. Енергоефективні конструкції оболонки будівель

### 3.1.1. Зовнішні стіни

Проектування теплоізоляційної оболонки будівлі повинне здійснюватися за рахунок влаштування конструкцій фасадної теплоізоляції. Згідно з ДБН В.2.6-33 [2] визначені чотири класи конструкцій фасадної теплоізоляції в залежності від типу опорядження (табл. 3.6.)

**Конструкції фасадної теплоізоляції з опорядженням штукатурками**

Загальний конструктивний принцип зовнішніх стін із фасадною теплоізоля- цією та опорядженням штукатуркою наведений на рис.3.3.-3.7 та у додатку В навчального посібника.

За типом опоряджувального шару конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням штукатуркою поділяються на наступні [1]:

– з тонкошаровими штукатурками;

– з товстошаровими штукатурками, у т.ч. “теплими” штукатурками;

– з опорядженням дрібнорозмірною плиткою (клінкерною, перлітобетон- ною).

– з мінераловатних (базальтових, скловолокнистих) плит густиною від 110 кг/м$^3$;

– з плит пінополістирольних згідно з ДСТУ Б В.2.7-8 марки за густиною не нижче ПСБ-С-25;

– з плит з екструдованого пінополістиролу густиною від 30 кг/м$^3$;

– з пінополіуретану;

– з блоків з легких бетонів.

За матеріалом стіни конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням штукатуркою поділяються на наступні:

– із цегли (керамічної, силікатної);

– із монолітного або збірного залізобетону, керамзитобетону, в т.ч. панельні будинки;

– з блоків з важких бетонів, у т.ч. пустотних;

– з блоків з легких конструктивних бетонів.

За сприйняттям стіною навантажень у конструктивній схемі будинку, зовнішні стіни поділяються на такі:несучі; самонесучі; навісні.

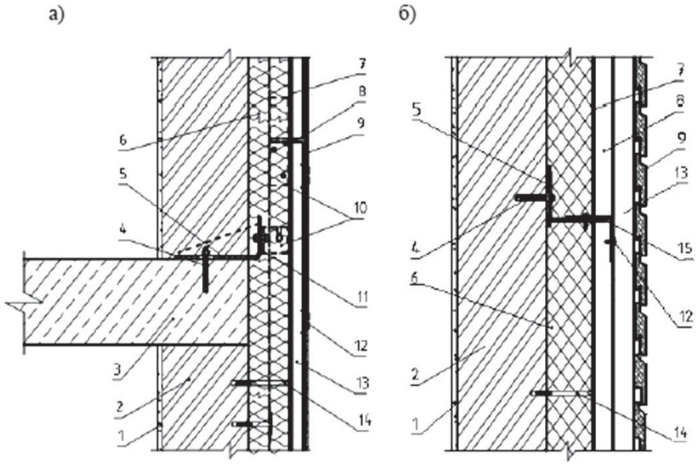


Рис. 3.3. Конструктивна схема зовнішньої стіни з фасадною суцільною теплоізоляцією з опорядженням масивними (а) та легкими тонкошаровими (б) штукатурками:
1 – несуча частина стіни, 2 – вирівнюючий штукатурний шар, 3 – клейовий шар, 4 – шар теплової ізоляції (утеплювач), 5 – захисний шар армований сіткою (5а – металевою), 6 – опоряджувальне покриття, 7 – фіксатор металевої сітки, 8 – елемент механічного кріплення утеплювача

**Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опоряджен- ням цеглою**

Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням цеглою наведений на рис.3.8 та у додатку В навчального посібника.

За типом опоряджувальної цегли зовнішні стіни поділяються на наступні [37]:

– з опорядженням силікатною цеглою;

– з опорядженням пресованим каменем;

– з опорядженням керамічною лицьовою цеглою.

За матеріалом теплоізоляційного шару конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням цеглою поділяються на наступні:

– з мінераловатних базальтових плит густиною від 45 кг/м$^3$, скловолокнистих;

– густиною від 30 кг/ м$^3$;

– з плит пінополістирольних

– з плит з екструдованого пінополістиролу густиною від 30 кг/м$^3$;

– з блоків або засипного матеріалу на основі легкого бетону.

За матеріалом стіни поділяються на:

– із цегли (керамічної, силікатної);

– з блоків з важких бетонів, у т.ч. пустотних;

– з блоків з легких конструктивних бетонів.

За сприйняттям стіною навантажень у конструктивній схемі будинку, зовнішні стіни поділяються на такі: несучі; самонесучі; навісні.

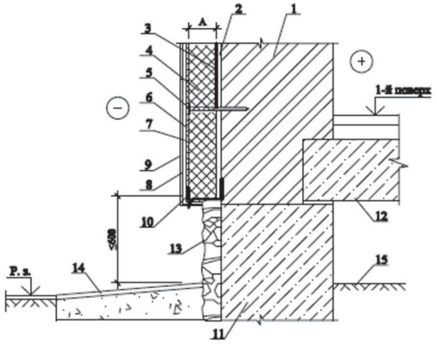


Рис. 3.4. Конструктивна схема примикання утеплювача до цоколя

1 – стіна, 2 – грунтовальний та вирівнювальний шар, 3 – клейова суміш, 4 – пінополістирольний утеплювач, 5 – механічно фіксуючий елемент, 6 – захисний шар із втопленою арматурно склосіткою, 7 – вирівнювальний шар (за потреби), 8 – адгезійний грунтувальний шар, 9 – декоративно-оздоблювальний шар, 10 – цокольний профіль з крапельником, 11 – цокольна частина стіни, 12 – плита перекриття, 13 – обличккування цоколя, 14 – вимощення, 15 – ґрунт підпілля.

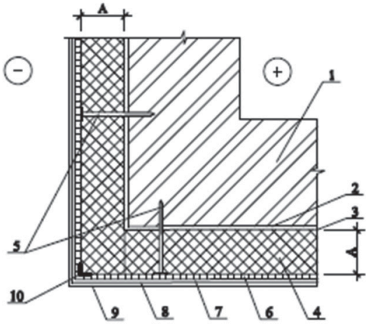


Рис. 3.5. Конструктивна схема влаштування теплоізоляції по зовнішніх кутах будівлі

1 – стіна, 2 – грунтовальний та вирівнювальний шар, 3 – клейова суміш, 4 – пінополістирольний утеплювач, 5 – механічно фіксуючий елемент, 6 – захисний шар із втопленою арматурно склосіткою, 7 – вирівнювальний шар (за потреби), 8 – адгезійний грунтувальний шар, 9 – декоративно-оздоблювальний шар,

10 – перфорований кутик.

Таблиця. 3.6.

Конструкцій фасадної теплоізоляції в залежності від типу опорядження

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Класи та підкласи збірних систем** | **Клас А** | Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням штукатуркою | А.1 З опорядженням тонкошаровими штукатурками<br>А.2 З опорядженням товстошаровими штукатурками<br>А.3 З опорядженням дрібнорозмірною плиткою |
| | **Клас Б** | Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням цеглою | Б.1 З опорядженням керамічною цеглою<br>Б.2 З опорядженням силікатною цеглою<br>Б.3 З опорядженням пресованим каменем |
| | **Клас В** | Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією з вентильованим повітряним прошарком та опорядженням індустріальними елементами | В.1 З опорядженням керамічними плитами<br>В.2 З опорядженням плитами з природного каменю<br>В.3 З опорядженням металевими дрібноштучними та крупнорозмірними панелями<br>В.4 З опорядженням плитами з цементно-волокнистих матеріалів<br>В.5 З опорядженням композитними алюмінієвими матеріалами<br>В.6 З опорядженням виробами із дрібнозернистого бетону<br>В.7 З опорядженням полімербетонними панелями<br>В.8 З опорядженням ламінованими панелями<br>В.9 З опорядженням керамогранітом<br>В.10 З опорядженням іншими індустріальними елементами |
| | **Клас Г** | Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опо- рядженням прозорими елементами | Г.1 З опорядженням склом будівельним<br>Г.2 З опорядженням склом загартованим будівельним<br>Г.3 З опорядженням склом з енергозберігаючим покриттям<br>Г.4 З опорядженням склом сонцезахисним<br>Г.5 З опорядженням склом фасадним з нанесеним емалевим покриттям<br>Г.6 З опорядженням склом візерунковим<br>Г.7 З опорядженням склом армованим<br>Г.8 З опорядженням ламінованим склом (триплексом)<br>Г.9 З опорядженням склом, забарвленим у масі<br>Г.10 З опорядженням гідрофобним склом<br>Г.11 З опорядженням іншими типами скла, що дозволені для застосування у будівництві |

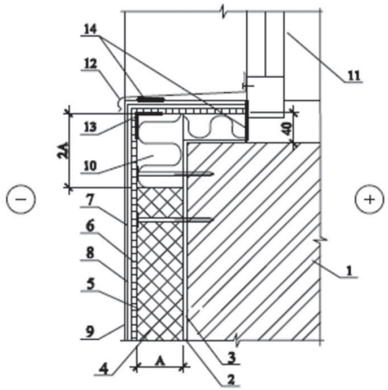


Рис. 3.6. Конструктивна схема влаштування теплоізоляції по підвіконному відкосу

1 – стіна, 2 – грунтовальний та вирівнювальний шар, 3 – клейова суміш, 4 – пінополістирольний утеплювач, 5 – механічно фіксуючий елемент, 6 – захисний шар із втопленою арматурно склосіткою, 7 – вирівнювальний шар (за потреби), 8 – адгезійний грунтувальний шар, 9 – декоративно-оздоблювальний шар, 10 – мінераловатний утеплювач, 11 – віконий блок, 12 – підвіконний злив, 13 – кутовий профіль з сіткою, 14 – ущільнюючий шнур з герметиком.

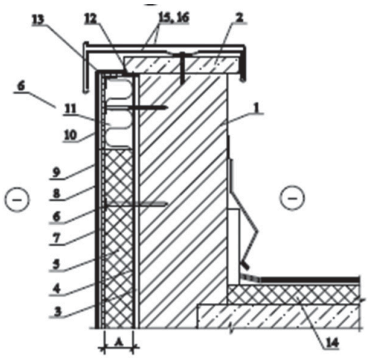


Рис. 3.7. Конструктивна схема влаштування теплоізоляції парапету

1 – стіна, 2 – карнизна плита,
3 – грунтовальний та вирівнювальний шар, 4 – клейова суміш,
5 – пінополістирольний утеплювач, 6 – механічно фіксуючий елемент,
7 – захисний шар із втопленою арматурно склосіткою, 8 – вирівнювальний шар (за потреби), 9 – адгезійний грунтувальний шар, 10 – декоративно-оздоблювальний шар, 11 – мінераловатний утеплювач, 12 – ущільнюючий шнур з герметиком,
13 – перфорований кутик, 14 – утеплювач покрівлі, 15 – кріпильний профіль, 16 – накриваючий профіль

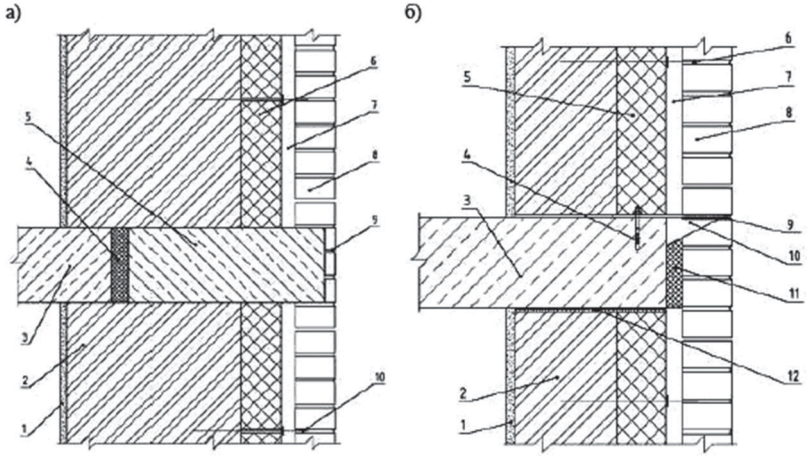


Рис. 3.8. Конструктивно-технологічна схема зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією з опорядженням цеглою з несучими (а) і самонесучими (б) зовнішніми стінами

1 – внутрішня штукатурка; 2 – несуща стіна; 3 – плита перекриття; 4а – додатковий теплоізоляційний вкладиш (4б – анкер клиновий); 5а – залізобетонний консольний пояс через 3-4 поверхи; 6, 5б – шар теплової ізоляції; 7 – повітряний вентильований прошарок; 8 – опоряджувальний шар із цегли або стінових дрібноштучних каменів з вентиляційними отворами у вертикальних швах; 9а – клінкерна фасадна цегла (9б – температурний компенсатор); 10а – металевий зв'язок із фіксатором теплоізоляційного шару (10б –дискретні кронштейни через три поверхи); 11 – теплоізоляційний вкладиш; 12 – компенсаційний шов

## Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією з вентильованим повітряним прошарком та опорядженням індустріальними елементами

Загальний конструктивний принцип зовнішніх стін із фасадною теплоізоля- цією з вентильованим повітряним прошарком та опорядженням індустріальни- миелементами наведений на рис. 3.9-3.13. та у додатку В навчального посібника.

Конструкції за типом індустріального опорядження поділяються на наступні [37]:

– з опорядженням керамічними плитами;
– з опорядженням виробами з природного або штучного каменю;
– з опорядженням металевими панелями;
– з опорядженням плитами з цементно-волокнистих матеріалів;

– з опорядженням алюмокомпозитними панелями;

– з опорядженням панелями зі склофібробетону;

– з опорядженням керамогранітом.

За типом та матеріалом теплоізоляційного шару зовнішні стіни поділяються на наступні:

- одношарова ізоляція
- з базальтових плит густиною від 70 кг/м$^3$;
- з скловолокнистих плит густиною від 20 кг/м$^3$ з використанням повітро-
- захисних мембранних плівок;
- двошарова ізоляція з мінераловатних (базальтових, скловолокнистих) плит
- густиною від 15 кг/м$^3$ – внутрішній шар та плит густиною відь75 кгм$^3$ – зовнішній шар.

Конструкція складається з несучих елементів каркаса, виконаних з пресова- них алюмінієвих профілів та / або профілів, гнутих з листової корозійностійкої сталі, алюмінію, а також утеплювача, кріпильних виробів та облицювальних панелей. В якості прикладу розглянемо систему U-Kon. Конструктивні вузли системі представлені у Додатку В.

Основними несучими елементами каркаса є кронштейни, які утримують вертикальні направляючі на необхідному вильоті від стіни, і самі направляючі, до яких кріпляться облицювальні панелі.

За типом перетину кронштейни можуть бути П-подібні і L-подібні. Модифікації систем по типу кронштейну приведені в Таблиця В.1.та В.2. Додатку В. навчального посібника.

У каркасній конструкції системи можна виділити наступні основні складові:

*Кріпильний блок* – складається з комбінації несучого і одного або декількох опорних вузлів.

*Несучий вузол* забезпечує жорстке кріплення кронштейна з направляючою та сприймає вітрові навантаження, навантаження від власної ваги елементів НФС та ін., передає їх на несучу конструкцію.

*Опорний вузол* забезпечує свободу термічних деформацій направляючої, сприймає тільки вітрові навантаження і передає їх на будівельну конструкцію.

*Направляюча* – забезпечує передачу навантажень від елементів облицювання до опорного блоку. Залежно від виду облицювання та способу кріплення, а також від значення прикладених навантажень, можуть застосовуватися направ- ляючі з різним поперечним перерізом та міцністю. Залежно від модифікації си- стеми по типу облицювання можуть застосовуватися вертикальні направляючі або комбінації вертикальних та допоміжних горизонтальних профілів.

*Блок кріплення облицювання* – різні кріпильні елементи, за допомогою яких здійснюється кріплення облицювальних панелей до направляючих профілів В цих системах розрізняють два види кріпильних блоків:

*Стандартний кріпильний блок* – включає в себе комбінацію одного несучо- го та одного або декількох опорних кронштейнів в межах однієї направляючої, утримує направляючий профіль незалежно від направляючих.

*Універсальний кріпильний блок* – включає в себе комбінацію несучого та опорного кронштейнів в межах однієї направляючої, але при цьому несучий і опорний вузли кріплення виконані в одному кронштейні. Модифікації кріпиль- них блоків в системах приведені в табл. 2.2. Система передбачає ряд допом- іжних профілів та деталей, які використовуються при виконанні примикань облицювання до віконних і дверних прорізів, парапетних і кутових елементів, різного роду з'єднань облицювання між собою.

Вузли конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією з вентильова- ним повітряним прошарком та опорядженням алюмокомпозитними панелями представлені у додатку.

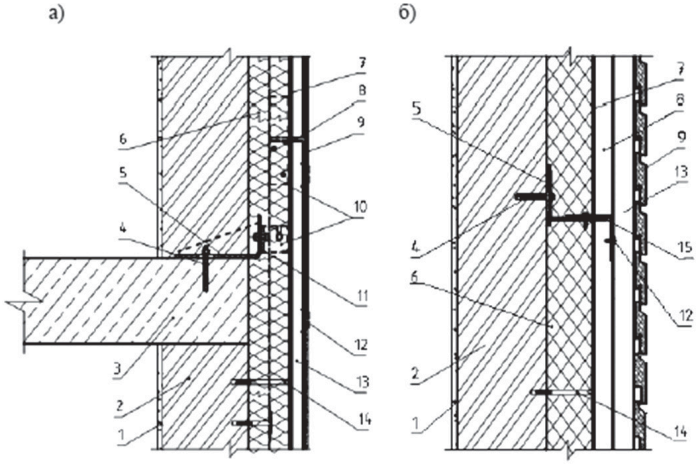


Рис. 3.9 – Конструктивні схеми зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією з вентильованим повітряним прошарком та опорядженням із непрозорих тонкостінних плитних елементів (а) або штучних елементів (б)

1 – внутрішня штукатурка, 2 – несуча частина стіни, 3 – плита перекриття, 4 – анкер клиновий, 5 – кронштейн, 6 –шар теплової ізоляції, 7 – вітрозахисна мембранна плівка, 8 – повітряний вентильований прошарок, 9 – індустріальні личкувальні елементи, 10 – з'єднувальні елементи, 11 – прокладка, 12 – клямер, 13 – стояк, 14 – елемент механічного кріплення утеплювача, 15 – ригель.

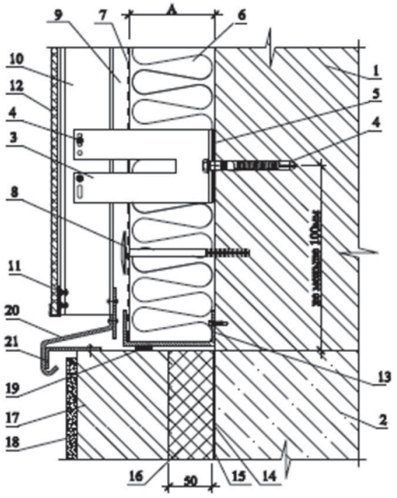


Рис. 3.10. Конструктивна схема влаштування теплоізоляції цоколя

1 – стіна, 2 – цоколь, 3 – кронштейн, 4 – кріпильні елементи, 5 – теплоізоляційна прокладка, 6 – утеплювач, 7 – мембранна плівка, 8 – механічно фіксуючий елемент, 9 – вентильований повітряний прошарок, 10 – елемент каркаса, 11 – клямер з підкладкою, 12 – личкувальні індустріальні елементи, 13 – цокольний профіль, 14 – гідроізоляція, 15 – бітумний клей, 16 – пінополістерол, 17 – оздоблювальний шар цоколя, 19 – герметик, 20 – злив, 21 – кріпильний профіль.

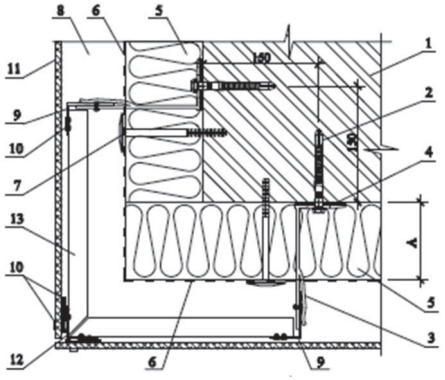


Рис. 3.11. Конструктивна схема влаштування теплоізоляції по зовнішніх кутах будівлі

1 – стіна, 2 – кріпильні елементи, 3 – кронштейн, 4 – теплоізоляційна прокладка, 5 – утеплювач, 6 – мембранна плівка, 7 – механічно фіксуючий елемент, 8 – вентильований повітряний прошарок, 9 – елемент каркаса, 10 – клямер з підкладкою, 11 – личкувальні індустріальні елементи, 12 – алюмінієвий кутик

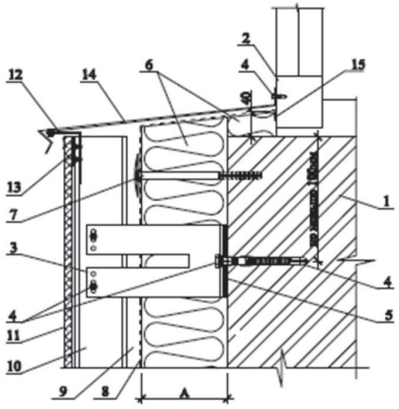


Рис. 3.12. Конструктивна схема влаштування теплоізоляції підвіконного підкосу

1 – стіна, 2 – віконний блок, 3 – кронштейн, 4 – кріпильні елементи, 5 – теплоізоляційна прокладка, 6 – утеплювач, 7 – механічно фіксуючий елемент, 8 – мембранна плівка, 9 – вентильований повітряний прошарок, 10 – елемент каркаса, 11 – личкувальні індустріальні елементи, 12 – обріз профілю каркаса, 13 – клямер з підкладкою, 14 – злив, 15 – герметик.

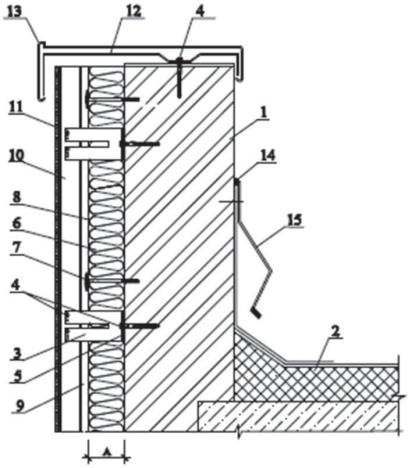


Рис. 3.13. Конструктивна схема влаштування теплоізоляції парапету

1 – стіна, 2 – покриття, 3 – кронштейн, 4 – кріпильні елементи, 5 – теплоізоляційна прокладка, 6 – утеплювач, 7 – механічно фіксуючий елемент, 8 – мембранна плівка, 9 – вентильований повітряний прошарок, 10 – елемент каркаса, 11 – личкувальні індустріальні елементи, 12 – кріпильний профіль, 13 – накриваючий профіль, 14 – герметик, 15 – злив.

**Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням прозорими елементами**

Конструкції стін з опорядженням прозорими індустріальними елементами, що в основному застосовуються у каркасних будинках, складаються зі світлопрозорих елементів, несучого каркасу, до складу якого входять стійки, ригелі, елементи кріплення, непрозорих елементів і підрозділяються на системи з суцільним світлопрозорим фасадом, в якому масивною теплоізоляцією захищені тільки елементи перекриття (рис.3.14 а.) та з комбінованим фасадом з світлопрозорими і непрозорими ділянками (рис. 3.14.б) [37].

За конструктивним рішенням та технологією зведення світлопрозорого оздоблювального захисного шару конструкції підрозділяються на наступні:

– стійко-ригельні;
– з структурним та напівструктурним заскленням;
– системи зі спайдерним заскленням;
– подвійні фасадні системи.

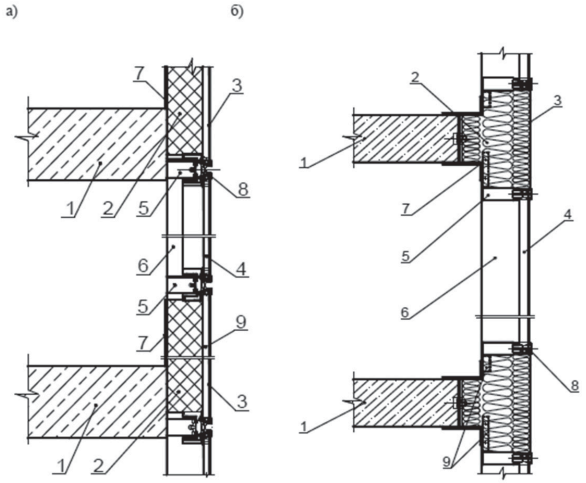


Рис.3.14 – Конструктивна схема зовнішніх стін з комбінованим світлопрозорим фасадом (а) та з суцільним світлопрозорим фасадом з термоізоляцією плит перекриттів (б)

1 – плита перекриття, 2 – утеплювач, 3 – личкувальний світлопрозорий шар, 4 – склопакети, 5 – елементи несучого каркасу (ригелі), 6 – елементи несучого каркасу (стійки), 7 – кронштейн, 8 – елемент кріплення світлопрозорого личкувального шару, 9 – з‘єднувальні елементи

За типом фасадної теплоізоляції зовнішні стіни поділяються на наступні:

– з комбінованим світлопрозорим фасадом;

– з суцільним світлопрозорим фасадом.

За матеріалом теплоізоляційного шару поділяються на наступні:

– з мінераловатних базальтових плит густиною від 45 кг/м$^3$, скловолокни- стих – густиною від 30 кг/м$^3$;

– з блоків з легких бетонів;

– зі склопакетів.

За сприйняттям стіною навантажень у конструктивній схемі будинку, зов- нішні стіни поділяються на такі: самонесучі; навісні.