

Міністерство освіти і науки України  
Запорізька державна інженерна академія

---



Н.О. Данкевич

# ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВНИЦТВА З УРАХУВАННЯМ КЛІМАТУ ЖАРКИХ КРАЇН

## КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

*для іноземних студентів ЗДІА  
спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»  
денної та заочної форми навчання*



Запоріжжя  
2018

Міністерство освіти і науки України

**Запорізька державна інженерна академія**

# **ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВНИЦТВА З УРАХУВАННЯМ КЛІМАТУ ЖАРКИХ КРАЇН**

## **КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ**

*для іноземних студентів ЗДІА  
спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»  
денної та заочної форми навчання*

*Рекомендовано до видання  
на засіданні кафедри ПЦБ  
протокол № 11 від 13.04.2018 р.*

**Технологія будівництва з урахуванням клімату жарких країн.**  
Конспект лекцій, для іноземних студентів які навчаються за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія» денної та заочної форми навчання /Укл.: Н.О. Данкевич - Запоріжжя: ЗДІА, 2018. - с.59

Конспект лекцій рекомендуються студентам усіх форм навчання і рівнів вищої освіти які навчаються за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія», слухачам курсів підвищення кваліфікації і перекваліфікації фахівців. Метою є надання студентам чітких уявлень про основні технологічні будівельні процеси, навчити студентів обґрунтуванню методів виконання процесів в умовах сухого жаркого клімату. В результаті вивчення дисципліни студент повинен оволодіти вмінням та знанням в проектуванні будівель, споруд, використовувати нормативно-технічну документацію, розробляти проекти.

Укладач: **Н.О. Данкевич, ст. викладач кафедри ПЦБ**

Відповідальний за випуск: **зав. кафедри ПЦБ,**  
**д.т.н, професор. І.А. Арутюнян**

## ЗМІСТ

	стр
ВСТУП.....	4
1. ПРИРОДНО-КЛІМАТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ, ЩО ВИЗНАЧАЮТЬ УМОВИ ПРОЕКТУВАННЯ, БУДІВНИЦТВА І ЕКСПЛУАТАЦІЇ БУДІВЕЛЬ В ЖАРКИХ РАЙОНАХ.....	5
1.1 Жаркий клімат, його види і характеристики.....	5
1.2 Сухий жаркий клімат.....	8
1.3 Природні чинники, що впливають на проектування житлових будівель.....	10
1.4 Заходи природного регулювання приміщень в умовах жаркого клімату.....	12
1.5 Вибір місця будівництва і умови розміщення будівель.....	13
1.6 Особливості конструктивних рішень.....	17
2. ОСОБЛИВОСТІ ВИКОНАННЯ БЕТОННИХ РОБІТ В УМОВАХ СУХОГО ЖАРКОГО КЛІМАТУ.....	24
2.1 Приготування та транспортування бетонної суміші.....	26
2.2 Укладання бетонної суміші.....	29
2.3 Догляд за бетоном.....	31
3. ОСОБЛИВОСТІ ВИКОНАННЯ МОНТАЖНИХ, КАМ'ЯНИХ ТА ОПОРЯДЖУВАЛЬНИХ РОБІТ В УМОВАХ СУХОГО ЖАРКОГО КЛІМАТУ.....	33
4. ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ БУДІВНИЦТВА З УРАХУВАННЯМ КЛІМАТИЧНИХ УМОВ.....	34
4.1 Технологія виконання кладки з натурального каменю черепашнику.....	35
4.2 Технологія монтажу сандвіч-панелей.....	39
4.3 Виконання бетонної підлоги методом вакуумування. Технологія TREMIX.....	43
4.4 Технологія улаштування інверсійних покрівель.....	49
4.5 Технологія улаштування вентильованої покрівлі.....	54
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	59

## ВСТУП

Умови праці, побуту і відпочинку людей значною мірою визначаються параметрами довкілля. Сучасна людина активно формує навколишній простір: будує житлові, громадські і промислові будівлі, тобто створює штучне кліматичне середовище, що забезпечує оптимальні умови його діяльності. Параметри штучного кліматичного середовища, необхідного для мешкання і роботи людини, практично мало змінюються при зміні місця будівництва будівлі. В той же час, параметри зовнішнього середовища можуть істотно відрізнятися по температурі, вологості, частоті і інтенсивності вітрів, опадів і так далі. Від правильного обліку при проектуванні і будівництві будівель кліматичних умов місця будівництва багато в чому залежать успіх створення комфортних для людини умов мешкання і витрати на їх підтримку.

Метою викладання дисципліни «Технологія будівництва з урахуванням клімату жарких країн» є надання студентам чітких уявлень про основні технологічні будівельні процеси, навчити студентів обґрунтуванню методів виконання процесів в умовах сухого жаркого клімату. В результаті вивчення дисципліни студент повинен оволодіти вмінням та знанням в проектуванні будівель, споруд, використовувати нормативно-технічну документацію, розробляти проекти.

Завданням дисципліни є дати достатні фундаментальні та прикладні знання для компетентного і відповідального вирішення таких задач: як проектування основних технологічних процесів з урахуванням технології і комплексної механізації загально-будівельних і спеціальних робіт, з особливостей виконання будівельних процесів, та необхідними матеріально-технічними ресурсами; розроблення технологічної документації на будівництво будівель і споруд.

# **1. ПРИРОДНО-КЛІМАТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ, ЩО ВИЗНАЧАЮТЬ УМОВИ ПРОЕКТУВАННЯ, БУДІВНИЦТВА І ЕКСПЛУАТАЦІЇ БУДІВЕЛЬ В ЖАРКИХ РАЙОНАХ**

## **1.1 Жаркий клімат, його види і характеристики**

Будівництво житлових будівель неможливе без урахування місцевих погодних і кліматичних умов. Як відомо, погодою називається стан атмосфери обумовлене фізичними процесами, що відбуваються в ній при взаємодії з поверхнею землі. Її характеризують стан і зміна температури, вологості і тиску повітря, вітер, хмарність, опади, грози, тумани і так далі. Погода може змінюватися періодично (за часом доби і сезонам року) і не періодично.

Багаторічний режим погоди, що спостерігається в тій або іншій місцевості, називається кліматом. Клімат залежить від географічних умов - широти місця, його висоти над рівнем моря, форми рельєфу і так далі

Множинність чинників, що впливають на формування клімату, і їх можливих поєднань визначає різноманіття кліматичних умов на землі.

Поняття «клімат» зв'язується зазвичай з великими територіями. У тих випадках, коли говорять про багаторічний режим погоди, характерний для більше обмежених територій або конкретних ділянок, застосовують терміни «мезоклімат» і «мікроклімат».

Найбільш простою класифікацією кліматів нашої планети є ділення кожного з її півкуль на жарку, помірну і холодну зони з відповідною печеною, помірним і холодним кліматом.

Точніший розподіл територій по кліматичних особливостях дає ряд робіт кліматологів і будівельників. Проте жодна із запропонованих ними класифікацій кліматів ще не отримала загального визнання.

Б.П. Алісов ділить кожну півкулю на чотири основні широтні пояси, а потім виділяє три перехідні пояси, залежних від сезонних змін клімату в

результаті зміни пір року. Крім того, в кожному поясі, окрім екваторіального, він виділяє чотири основні види клімату : океанічний, континентальний, західних і східних узбереж. У екваторіальному ж поясі виділені лише два види: континентальний і океанічний. Класифікація Б.П. Алісова якнайповніше і комплексно враховує усі чинники, що впливають на клімат.

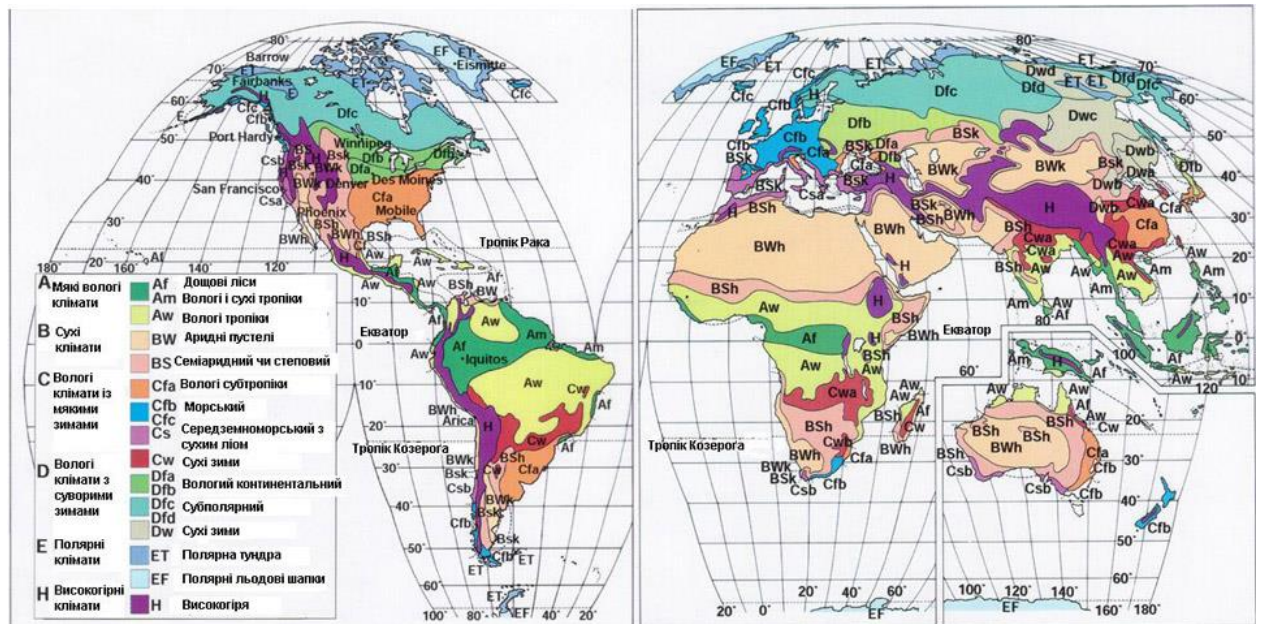


Рис. 1.1 - Класифікація кліматів Б.П. Алісова, побудована на генетичних принципах.

Жаркий клімат характерний для територій, прилеглих до екватора. Якщо відкинути традиційні і термінологічні відмінності різних класифікацій, то врешті-решт можна дійти висновку, що до районів жаркого клімату відносяться території і прилеглі до них райони з середньорічною температурою рівної або вище 20<sup>0</sup> С.

Характерними особливостями жаркого клімату є висока напруга сонячної радіації, високі температури, несприятливі умови вологості і вітрових, що негативно впливають на самопочуття людини і вимагають спеціальних заходів захисту його від цих несприятливих дій.

Жаркий клімат несприятливо впливає не тільки на людину, але і на матеріали і конструкції будівель, обладнання, механізми, майно. Таким чином, виникають не лише проблема захисту людини, але і ряд проблем

підвищення надійності, довговічності матеріалів, конструкцій і механізмів, створення необхідних умов їх експлуатації або зберігання.

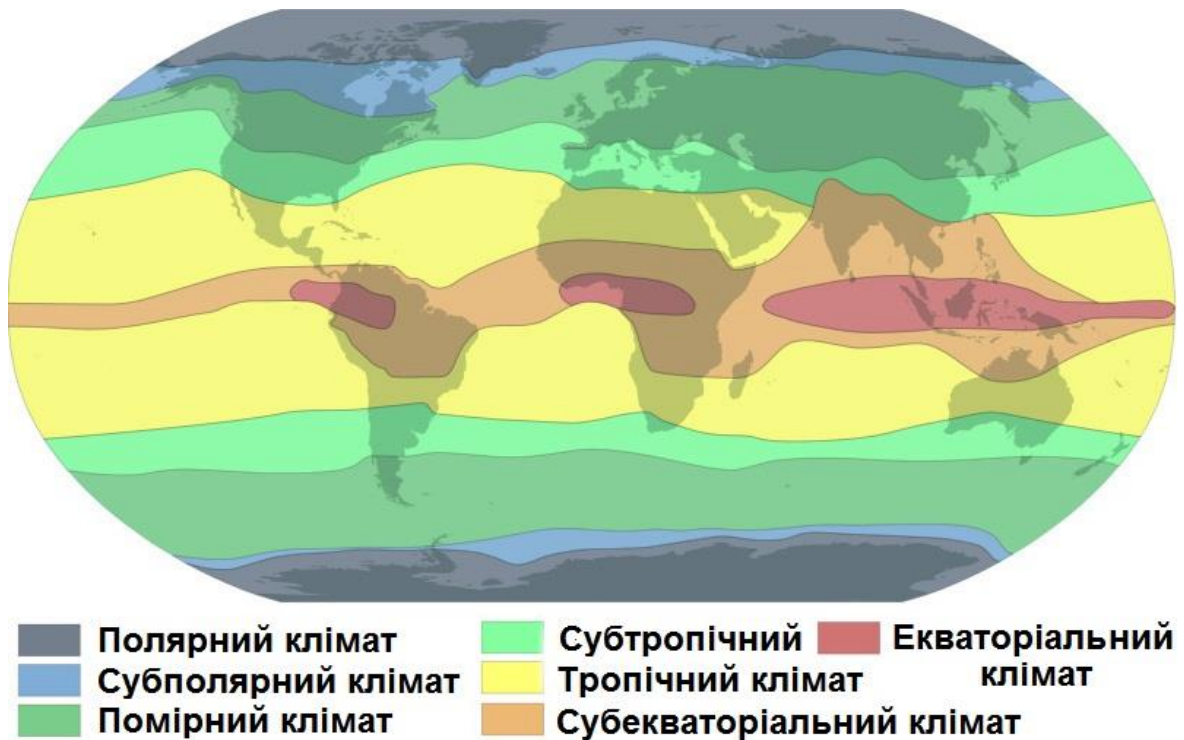


Рис. 1.2 – Кліматичні пояси

В межах зони жаркого клімату кліматичні умови можуть бути різноманітні із-за множинного характеру чинників і їх поєднань, що визначають клімат.

Проте в цьому різноманітті можна виділити два типи жаркого клімату, істотно відмінних по режиму вологості. При однаково високих температурах в одних районах відчувається надлишок вологи - відносна вологість повітря велика, часто випадають дощі, в інших районах при таких же високих температурах є нехватка вологи, відносна вологість повітря низька, опадів - мала кількість.

За цими ознаками жаркий клімат можна підрозділити на жаркий сухий і жаркий вологий.

Для будівельного проектування дуже важливо визначити, до якого типу жаркого клімату відноситься клімат району будівництва.



## 1.2 Сухий жаркий клімат

Райони з жарким сухим кліматом займають простори між 15 і 20°С північною і південною широт. До них відносяться південна частина Алжиру, Лівія, Єгипет, Судан, Малі, Нігер, Чад, Мавританія, Намібія, Ефіопія, Північний і Південний Йемен, Оман, Саудівська Аравія, Ірак, Іран, Пакистан, Афганістан, Монголія, внутрішні райони Австралії, південний захід Сполучених Штатів Америки, Еквадор, Чилі, Перу, Парагвай.

Найбільш характерні кліматичні показники районів жаркого сухого клімату наступні:

**Температура.** У літній період вдень може коливатися від 27 до 45°С, вночі від 15 до 24°С. Взимку температура вдень помірніше, вночі - нижча. Найяскравіше виражений клімат цього типу в Сахарі. Влітку температура в цьому районі досягає +70°С, взимку може опускатися до 0°С. Добова амплітуда температур може досягати 40°С (звичайна - 15-20°С).

**Радіація.** Сумарна сонячна радіація (пряма і розсіяна) складає за рік 6,7 - 106-8,3-106 Дж/м<sup>2</sup> (160 - 200 ккал/см<sup>2</sup>). Її величина зростає зі зменшенням широти і залежить від висоти над рівнем моря, а також від хмарності. Особливо велика роль прямої сонячної радіації. Розсіяна радіація збільшується при підвищенні запиленої повітря. Велику роль грає також радіація, відбита від землі.

**Вологість.** Відносна вологість в сухих жарких районах коливається в межах 15-55%, причому в літній період вона не перевищує 20%, а взимку - трохи вище 40%. Відомо, що людина відносно вологість нижче 30% переносить важко.

Хмарність, в цих районах, як правило, відсутній, що веде до перегрівання повітря вдень і до втрати тепла в результаті випромінювання - вночі.

**Опади.** Річні опади незначні, як правило, - менше 250 мм. В деяких районах (Сахара) дощі іноді не випадають впродовж декількох років. У Південній Америці є пустинні райони, де дощі не випадають десятиліттями.

**Вітри.** Вітри поривчасті і часті, в денний час сильніші, ніж вночі. Характерні сухі пилові вітри - пасати. (У Сахарі - харматтан, в Єгипті - хамсин і так далі). Такі вітри ведуть до різкого зниження вологості і підвищення температури повітря, забруднення його пилом і піском, утворення пилових бурь.

**Рослинність** - бідна, специфічна для посушливих районів. Недолік води, що висушують вітри, високі температури надзвичайно ускладнюють штучні посадки, озеленення територій.

**Геологічні умови.** Ґрунти - піщані, гравієво-піщані з включенням валунів, скелясті, зустрічаються також глинисті. У більшості районів небезпека промерзання відсутня, ґрунтові води розташовані глибоко, проте можливе набрякання ґрунтів. Лесові ґрунти схильні при замочуванні до просідання. Для багатьох районів жаркого сухого клімату властива підвищена сейсмічна активність.

Перелічені вище природно-кліматичні особливості районів з жарким сухим кліматом чинять специфічну негативну дію на самопочуття людини і вимагають спеціальних заходів по забезпеченню комфортних умов в приміщеннях будівель та.

Висока температура і низька вологість зовнішнього повітря, велика напруга сонячної радіації і яскраве сонячне світло, висушуючі вітри і пилові бурі вимагають закритого характеру режиму приміщень, надійного захисту людини від зовнішніх дій.

Важкі кліматичні умови викликають необхідність в додаткових витратах при будівництві будівель, тому дуже важливою є точна оцінка кліматичних умов району будівництва.

### **1.3 Природні чинники, що впливають на проектування житлових будівель**

Будівництво житлових та громадських будівель неможливе без урахування місцевих погодних і кліматичних умов. Як відомо, погодою називається стан атмосфери обумовлене фізичними процесами, що відбуваються в ній при взаємодії з поверхнею землі. Її характеризують стан і зміна температури, вологості і тиску повітря, вітер, хмарність, опади, грози, тумани і так далі. Погода може змінюватися періодично (за часом доби і сезонам року) і не періодично.

Сучасна людина активно формує навколишній простір: будує житлові, громадські і промислові будівлі, тобто створює штучне кліматичне середовище, що забезпечує оптимальні умови його діяльності.

Необхідною для мешкання і роботи людини, параметри штучного кліматичного середовища, практично мало змінюються при зміні місця будівництва будівлі. В той же час, параметри зовнішнього середовища можуть істотно відрізнятися по температурі, вологості, частоті і інтенсивності вітрів, опадів і так далі.

Успіх створення комфортних для людини умов мешкання і витрати на їх підтримку багато в чому залежать від правильного обліку при проектуванні і будівництві будівель кліматичних умов місця будівництва.

Труднощі, що виникають перед архітекторами і інженерами, що проектують будівлі для районів з жарким кліматом, не обмежуються тільки складнощами створення і підтримки комфортного мікроклімату приміщень.

Як правило, райони жаркого клімату мають і ряд інших особливостей, що вимагають до себе уваги проектувальників. Ці особливості в одних випадках тісно пов'язані з кліматом, в інших - цей зв'язок лише регіональний.

Так, прямим наслідком специфічних кліматичних умов є характерні для районів жаркого клімату часті і потужні урагани, шторми і зливи. Треба зважати на можливість великих вітрових навантажень і одноразове

випадання великої кількості опадів, що створюють як додаткові навантаження і дії на конструкції будівель, так і сприяючих розмиву і руйнуванню основи споруд. У тропічних районах велика кількість тепла і вологи створює сприятливе середовище для розвитку різних бактерій, грибків і комах, у тому числі і таких, які активно сприяють руйнуванню конструкційних матеріалів будівель.

Розмноження певних видів бактерій веде до різкого прискорення корозійних процесів в металах. Біологічна корозія виводить з ладу метал у декілька разів швидше, ніж звичайний процес корозії. Ця ж біологічна корозія небезпечна і для бетону і залізобетону: розмноження бактерій призводить до руйнування бетонних і залізобетонних конструкцій, втраті ними здатності.

Підвищена температура і вологість сприяють діяльності мікроскопічних клітин дереворуйнівних грибків. Підвищення вологості дерев'яних конструкцій понад 22% при високій вологості (80-100%) і температурі (5 - 40° C) повітря веде до розвитку процесів гниття деревини. Руйнування її відбувається за рахунок живлення грибків деревною клітковиною. Деревина темніє, покривається глибокими тріщинами, стає м'якою і крихкою, повністю втрачає свою міцність.

В деяких випадках грибків розвивається не лише на деревині, або тканині, але і на поверхні кам'яної кладки. Проникаючи в шви, тріщини і порожнечі, грибків вростає в кам'яну кладку, руйнує шви, використовуючи для свого живлення вологу, що міститься в кладці, і мінеральні речовини, що містяться у вапняному розчині (калій, кальцій, магній). Руйнівна діяльність грибків дуже ощутима.

Серед комах-шкідників, які вражають конструкційні матеріали будівель (жуки-точильники, вусані, довгоносики, терміти і так далі), найбільш грізними є терміти.

Терміти, або, як їх ще іноді називають, «білі мурашки», - загін комах, близький до тарганів і богомолам. Терміти живуть великими громадами в

гніздах. У тропічних районах термітники досягають висоти 15 метрів і 20-30 метрів в колі. Гнізда можуть також вигризатися в деревині, влаштовуватися на гілках і стволах дерев, під землею.

Основні райони мешкання термітів - тропіки, проте зустрічаються вони і в південній частині помірної зони земної кулі. Особливо поширені в східній півкулі, в Африці. Провінція держави Заїр Катанга вважається «термітним полюсом» світу. У СНД терміти зустрічаються на півдні європейської частини (Кавказ, Україна, Молдавія) і в Середній Азії.

Основною їжею термітів є целюлоза, що становить скелет рослин і дерев. Деякі види термітів поїдають також і корм тваринного походження - шкіру, шерсть, комах.

Живлячись деревиною, терміти вигризують в дерев'яних конструкціях складну систему ходів, внаслідок чого конструкції втрачають свою здатність, що несе. При облаштуванні гнізд мережа ходів, що прорізає товщу ґрунту, різко збільшує його водопроникність і зменшує здатність.

В результаті діяльності термітів рушаються удома, зведені з саману, дерева і цеглини (якщо кладка виконувалась на вапні), розсипається в прах меблі, сукні, взуття, книги, спустошуються склади, під'їдаються і засихають дикі і культурні дерева і злаки, руйнуються під натиском вод дерев'яні і ґрунтові гідротехнічні споруди - шлюзи, греблі; рушаються стіни зрошувальних каналів; різко знижується ефективність меліоративних споруд.

Об'єктами руйнівної діяльності термітів, окрім дерева, тканини і паперу, ґрунту, можуть бути також олово, свинець, кістка, деякі види пластмас, гума і так далі.

#### **1.4 Заходи природного регулювання приміщень в умовах жаркого клімату**

Завдання при проектуванні будівлі для жаркого сухого клімату - максимально понизити можливість руху зовнішнього гарячого, сухого

повітря через будівлю і тим самим зберегти температуру ізолюваного, затіненого приміщення.

В той же час, як в одному, так і в іншому випадку, ведеться боротьба з перегріванням від дії прямих сонячних променів і радіації навколишніх предметів і поверхонь. Таким чином, конкретні засоби природного регулювання мікроклімату для кожного з кліматів мають бути різні, іноді, навіть, протилежні.

Слід відразу обмовитися, що кожен із засобів природного регулювання є органічною частиною відповідного етапу проектування житлової будівлі - не замінюючи, а доповнюючи і коригуючи його.

### **1.5 Вибір місця будівництва і умови розміщення будівель**

При виборі ділянки будівництва слід використати усі природні можливості зниження температури, зменшення напруженості радіації, в сухому жаркому кліматі - зменшення рухливості, в жаркому вологому - збільшення рухливості повітря.

У гористій місцевості зниження температури може бути досягнуте за рахунок вибору ділянки для будівництва на більш високій відмітці. Як відомо, пониження температури в горах складає, приблизно,  $0,5^{\circ}\text{C}$  на кожному 100 м підйому.

По можливості ділянку слід вибирати поблизу відкритих водних поверхонь річок, озер, морів і океанів. Температура тут нижче, крім того, водні поверхні сприяють руху повітря.

Впливати на температурний режим буде також пустинна або, навпаки, покрита рослинністю територія навколо ділянки.

З точки зору температурного режиму ділянки важливою є його експозиція і кут нахилу поверхні. Це не має такого значення на екваторі, де сонце стоїть в зеніті, проте у міру видалення від нього ці властивості ділянки придбавають певне значення і мають бути використані.

Відомо, що кількість сонячної радіації, яку отримує поверхня землі, залежить від географічної широти місцевості, пори року, кута нахилу сонячних променів до горизонту, прозорості атмосфери і від орієнтації поверхні даної ділянки Землі і кута його нахилу до горизонту.

Ділянки поверхні які розташовані поруч, але мають різну орієнтацію і кут нахилу до горизонту, отримуватимуть різну дозу сумарної сонячної радіації і по-різному прогріватися.

Дуже важливі вітрові умови на ділянці. У жаркому сухому районі ділянку слід вибирати там, де рухливість повітря найменша, а вітри і повітряні течії сприяють охолодженню повітря над ділянкою. Для захисту від жарких запорошених вітрів слід використати підвищення рельєфу, а будівлі розміщувати в знижених місцях, з тим, щоб вони охолоджувалися в нічний час прохолодним повітрям, зосереджуються в долинних і низинних ділянках. У жарких вологих районах при виборі ділянки слід потурбуватися про найкращі умови провітрювання. Швидкість вітру підвищується на відкритих, піднесених місцях. У низинах, за перешкодами - вона зменшується. Отже, ділянку слід вибирати на навітряних схилах, близь гребенів пагорбів або на височинах, що добре продуваються пануючими вітрами. В той же час, мають бути враховані циркуляції повітряних мас місцевого характеру (бризи, гірничо-долинні вітри), обумовлені рельєфом, наявністю водойм, рослинністю і так далі і здатні вплинути на мікроклімат приміщень розміщених на ділянках житлових будівель.

У жаркому кліматі в житлових районах слід скорочувати радіуси пішохідної доступності установ обслуговування, розміщувати їх у будівлях, що окремо стоять, не включати їх в перші поверхи житлових будівель (особливо продовольчі магазини і подібні до них). Слід передбачати спорудження літнього типу (кінотеатри, їдальні і так далі) на відкритому повітрі або трансформацію конструкцій закритих приміщень, збільшення їх площ за рахунок озеленіння майданчиків.

У районах сухого жаркого клімату будівлі слід розташовувати так, щоб використати сприятливі прохолодні повітряні течії. Щільність забудови, має бути високою, щоб використовувався ефект взаємного затінювання будівель. Для цих районів звичайне компактне розміщення, блокування будівель, що дозволяє максимально зберегти приміщення від проникнення в них сухого гарячого зовнішнього повітря, зменшити інтенсивність його руху, скоротити площі захисних конструкцій, опромінюються сонцем. Особливим завданням при розміщенні будівель в жаркому сухому кліматі являється захист від пилових бурь.

Під час пилових бурь утворюються піщані наноси у будівель і на будівлях. Наноси на будівлях створюють додаткові навантаження на перекриття, удари піщаних часток по поверхнях конструкцій, що захищають, руйнують зовнішню обробку і частини будівель, що виступають, ушкоджують шибки. Дрібний пил, проникаючий в приміщення, забруднює повітря, створює дискомфортні умови проживання. Щільна компактна забудова зменшує площі наносів біля будівель. Окрему будівлю слід розміщувати широкою стороною до напрямку вітру - тоді наноси будуть менше.

Звідси прагнення проектувальників винести будівлі на височини, підняти їх на стовпи, збільшити їх поверховість і так далі. Повітряні потоки, що омивають будівлю, не повинні зустрічати на своєму шляху різні перешкоди. Як показують дослідження, за будівлею, розташованою фронтом до напрямку повітряного потоку, утворюється зона вітрової тіні.

Необхідно, щоб розміщені рядом будівлі не потрапляли в цю зону вітрової тіні. Найбільш ефективно в цьому сенсі розставляння будівель на ділянці в шаховому порядку на відстані 2-2,5 висот будівлі один від одного.

Перешкодою для вільного провітрювання приміщень можуть стати також дерева і інші зелені насадження, розташовані на ділянці без урахування утворюваних ними вітрових тіней. Правильно ж розташовані



зелені насадження можуть направляти повітряні потоки через віконні і дверні отвори, покращуючи умови природної вентиляції приміщень.

Оптимальна орієнтація будівель визначається, з одного боку, вимогами захисту приміщень будівлі від прямих сонячних променів, а з іншою, - вимогами створення необхідного вітрового режиму залежно від типу клімату: або захисту від вітру, або оптимальних умов інтенсивного провітрювання.

Орієнтація за сонцем для обох типів клімату буде оптимальною у тому випадку, якщо нагрів поверхонь будівлі, що захищають, буде мінімальним.

При будівництві на вільних ділянках зазвичай (якщо немає інших обмежень) будівлі слід розташовувати по осі схід-захід з тим, щоб їх довгі сторони отримали максимальну можливість затінювання.

Захищаючи приміщення від перегрівання, слід в той же час зберігати необхідні умови інсоляції, враховуючи властивості сонячних променів.

Орієнтація за вітром, як вже було сказано вище, вирішується по-різному, залежно від типу жаркого клімату і місцевих умов. У сухому жаркому кліматі орієнтація будівель повинна забезпечити захист приміщень від проникнення в них гарячих мас повітря, піску і пилу, максимально понизити інтенсивність руху повітря в приміщеннях.

У вологому жаркому кліматі орієнтація будівлі повинна створювати оптимальні умови для інтенсивного руху мас повітря через приміщення. Для цього фронт будівлі має бути звернений перпендикулярно до напрямку пануючих вітрів, з тим, щоб максимально використати можливості провітрювання приміщень.

У вологому жаркому кліматі орієнтація за вітром є переважною по відношенню до орієнтації за сонцем. Відхилення будівлі від оптимальної орієнтації за вітром не повинне перевищувати 30°. За межами цього швидкість потоку повітря, у будівлі різко знижується. Проте при частих штормах і зливах, при ураганних вітрах, коли будівлі піддаються інтенсивній дії і вітру, і вологи, слід застосовувати такі розміщення і орієнтацію будівель, які максимально понизили б дію вологи і сильного вітру. Будівлі слід

розміщувати торцями до пануючого напрямку вітру. Бажано, щоб в цих торцях не було віконних і дверних отворів. Стіни, що виходять у бік дії вітру і дощу, слід спеціально посилювати гідроізоляційним шаром, або влаштовувати водовідбійні екрани. В цьому випадку небезпека намокання стін різко зменшується.

## **1.6 Особливості конструктивних рішень**

Жаркий клімат несприятливо впливає не лише на людину, але і на матеріали і конструкції будівель, обладнання, механізми, майно. Таким чином, виникають не лише проблема захисту людини, але і ряд проблем підвищення надійності, довговічності матеріалів, конструкції і механізмів, створення необхідних умов їх експлуатації або зберігання. У жарких сухих районах доцільно використати захисні конструкції, з матеріалів, що мають малу теплопровідність і високу теплостійкість. Також використовують будівлі із заглибленими (цокольними) поверхами. Для підвищення тепловіддачі конструкції в зовнішнє середовище поверхню огороження збільшують, роблячи її хвилястою і шорсткою. Для забезпечення відповідних теплоізоляційних якостей замість збільшення теплоізоляційного шару прибігають до облаштування захисних екранів, вентильованих стін і покриттів, водоналивних дахів, сонцезахисних пристроїв.

Розглянемо деякі варіанти можливих рішень конструктивних елементів будівель для жаркого південного сухого клімату.

**Фундаменти.** Для сухого жаркого клімату характерні стрічкові фундаменти з розвиненими підвальними і напівпідвальними приміщеннями, оскільки заглиблення будівель сприяє захисту приміщень від перегрівання і від сухих жарких вітрів, оскільки в заглиблені частини будівлі з ґрунту поступає деяка кількість вологи і прохолоди, що сприяє захисту приміщень від сухості і перегрівання. По глибині закладання: мілкого закладання та глибокого закладання.

Вибір глибини закладання фундаменту залежить від здатності ґрунту і передбачуваних проектних навантажень на нього. Наприклад, для того, щоб поставити дерев'яний будинок, облаштування фундаменту не має бути глибоким, а у разі зведення важкого монолітного будинку, буде доцільним облаштування фундаменту, що спирається на щільніші шари ґрунту.

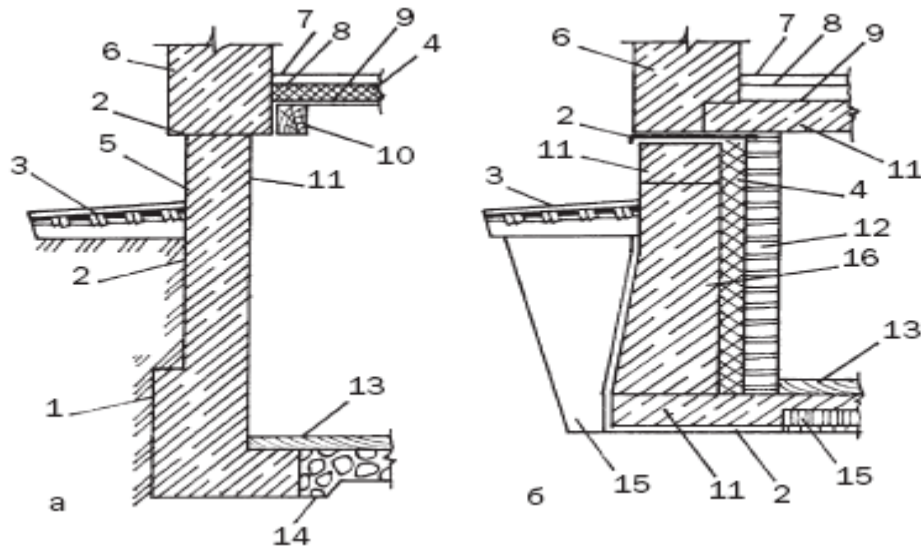


Рис. 1.3 Конструктивні елементи підвалу: а - в сухому ґрунті; б - в рухливих перенасичених вологою ґрунтах; 1 - насипний ґрунт; 2 - гідроізоляція; 3 - вимощення; 4 - утеплювач; 5 - азбоцементний лист; 6 - зовнішня стіна; 7 - чисту підлогу; 8 - пароізоляція; 9 - чорну підлогу; 10 - балка цоколя; 11 - залізобетон; 12 - цегла; 13 - верхнє покриття підлоги; 14 - щебінь; 15 - шар жирної глини; 16 - бетон

Стрічковий фундамент припускає облаштування цокольного поверху або підвалу. У разі наявності підвалу верхні шари ґрунту, що знаходяться усередині фундаменту, між його стін, знімаються. І відповідно, якщо цокольний поверх не планується - ґрунт можна не чіпати, і таким чином скоротити кількість земляних робіт.

Для того, щоб уникнути надмірного тиску ваги будови на фундамент, ширина його стінок не має бути вужче ширина стін будівлі, як правило, для стійкішого положення будівлі ширина стінок фундаменту має бути більше ширини стін будівлі мінімум на 10 см так само для стійкішого положення

усієї будови стрічковий фундамент роблять таким, що розширюється до основи, тобто його поперечний переріз виглядає у вигляді трапеції, що розходиться до основи. Так само можливо і облаштування стрічкового фундаменту з поперечним перерізом у вигляді прямокутника.

Умови сухого і жаркого клімату характеризуються відносною вологістю повітря менше 50 % відсотків і температурою понад 25<sup>0</sup>С. Основна проблема за таких погодних умов - різке обезводнення бетону (особливо його поверхневого шару) в початковий період витримки, зухвале порушення щільності структури. Крім того, під впливом прямих сонячних променів велика вірогідність появи у бетоні термонапружених зон, що роблять деструктивний вплив на формування міцних характеристик конструкції.

До переваг стрічкового фундаменту можливо віднести:

- висока стійкість і надійність (порівняно із стовпчастими фундаментами);
- змога побудувати підвал.

До недоліків стрічкового фундаменту можливо віднести:

- не є універсальним;
- обмеження, пов'язане з пучіністим ґрунтом, проте якщо глибина промерзання не велика - обмеження не дійсне;
- залежить від розмірів будинків, оскільки стрічку у великих об'ємах зробити складно;
- несумісність з дерев'яними будовами, оскільки у зв'язку з недостатньою вентиляцією підвищується вологість.

Для отримання якісного бетону в умовах сухого і жаркого клімату необхідно дотримуватися вимог технології укладання.

**Стіни.** В сухому жаркому кліматі огорожувальні конструкції слід виконувати у вигляді масивних стін, що мають хороші теплозахисні якості, високу теплостійкість, тобто здатністю зберігати на внутрішній поверхні стін приблизно постійну температуру протягом доби, що забезпечує пом'якшення

дії на внутрішній мікроклімат приміщень різких добових температурних перепадів зовнішнього повітря.

У жаркому сухому кліматі стіни повинні надійно захищати приміщення від гарячих потоків повітря, пилу, піску, яскравого денного світла і, найголовніше, від теплової дії сонця. Для зовнішньої поверхні переважні світлі тони, що відбивають сонячні промені. Білий світ має високий коефіцієнт відображення: 79% сонячних променів відбиває і тільки 21% поглинає. Найважливіший захід - застосування конструкції стін і покриттів, що виключають перегрівання будівель літом. Чим важче стіна, тим краще вона акумулює тепло і захищає від перегрівання вдень, і тим краще вночі зберігає тепло. Проте цей витратний, тому часто застосовують багат шарові стіни.

Застосовують, наприклад, шаруваті конструкції стін і покриттів з продухами, розташованими за тепловідбивними екранами. У продухах забезпечують рух зовнішнього повітря, що сприяє охолодження конструкцій в умовах літнього перегрівання. Вентиляційні порожнини можуть бути влаштовані у вигляді щілин або каналів з мінімальною шириною 2см, розташованих на відстані не більше 15.30 см

Вентильовані захисні конструкції, у вигляді багат шарових стін з екранами або стін з повітряними прошарками виконують методом по елементної зборки або типу «сандвіч». Екрани можуть бути з залізобетонних плит або листових матеріалів: анодованого алюмінію, нержавіючої сталі, загартованого кольорового скла, склопластиків або кольорових азбестоцементних листах.

Для багат шарових стін використовують ефективні теплоізоляційні матеріали. Товщина теплоізоляції захисних зовнішніх, конструкцій для будівель, що проектується в південних районах з сухим жарким кліматом, зазвичай призначається з умов експлуатації в зимовий період. При середньомісячній температурі зовнішнього повітря в липні 20 градусів і більше відповідно до вимог нормативних документів має бути проведена

перевірка теплостійкості конструкції для літніх умов. Товщину теплоізоляційного шару можна збільшувати до 1,5 разів. Це дозволяє отримати досить легку конструкцію стіни, що забезпечує теплозахисні якості і теплостійкість стіни. Внутрішні шари таких стін слід виконувати з щільніших теплостійких матеріалів, зовнішні з менш щільних, пористих, з малим теплоусвоєнням.

Матеріал, конструкції і товщина стіни, мають велике значення в південних районах при великих добових перепадах температур. У зв'язку з цим природно-кам'яні матеріали отримали найбільше поширення і застосування при будівництві будівель в південних районах. Найбільш відомим і практичним природним матеріалом є вапняк - черепашник. У назві черепашнику відбита його конструктивна суть: усі вапняки - органічного походження, а черепашник - пористий вапняк - складається в основному з раковин молюсків і інших морських організмів. Процес його формування займав не один мільйон років.

Основні плюси і достоїнства черепашнику: низька теплопровідність, висока паропроникливість, хороші звукоізоляційні властивості, екологічність. Завдяки пористій структурі камінь вільно "дихає" і зайва волога просто витісняється, не руйнуючи його. У будинку з черепашника завжди сухо, оскільки волога, що утворилася усередині, проходить крізь стіни, а самі вони, якщо намокнуть, швидко висихають. Влітку в такому будинку прохолодно, а взимку тепло. Матеріал не гниє і не горить, проте під впливом високої температури вигорає і руйнується. До його переваг також можна віднести і невисоку ціну.

Стіни також можна зводити з саманових блоків (саману). Для виготовлення саману використовують глину і органічні добавки - січення соломи (у переводі з тюркського саман - "солома"). Це прекрасний, теплий, екологічно чистий матеріал. У південних районах західних країн він має великий попит. Там такі будинки коштують чималих грошей, як вдома і дахи з очерету - натурального матеріалу.

**Вікна.** В сухому жаркому кліматі мають бути мінімальних розмірів, що задовольняють вимогам освітленості. Віконні отвори повинні влаштовуватися на менш опромінюваних сторонах будівлі, на затінених ділянках.

Основна кількість теплової енергії проникає у будівлю через світлові отвори. Кількість теплоти, проникаючого в приміщення через  $1\text{м}^2$  світлопрорізу, в 20 разів більше, ніж через не світлопрозору конструкцію стіни. Кількість сонячного тепла, що поступає в приміщення, залежатиме від інтенсивності сонячної радіації і коефіцієнта пропускання скла. Необхідно використати теплозахисне скло: ставить, термолюкс, склопрофіт і так далі.

Теплопоглинаюче скло і вироби з нього завдяки збільшеному змісту оксиду заліза мають високий опір теплопередачі, поглинають інфрачервоні теплові промені. В той же час вони на 30% знижують тепловий потік, забезпечуючи в той же час хорошу видимість у приміщенні. Тепловідбивне скло отримують при нанесенні на його поверхню покриттів, найчастіше металевих. Таке скло відбиває не лише інфрачервону, але і інші частини спектру.

**Підлога.** В якості матеріалу для підлоги використовують плитку яку укладають на піщану основу. Дуже поширена бетонна (мозаїчні) підлога. Підлога малоповерхових будівель і перших поверхів багатоповерхових в жаркому сухому кліматі укладають безпосередньо по ґрунту, щоб використати знижену в порівнянні із зовнішньою температуру ґрунту під будівлею для охолодження приміщень.

**Покриття.** Покриття в жаркому кліматі піддаються сильній тепловій дії. Вони піддаються сонячній радіації майже так само, як і усі стіни будівлі разом узяті. Таким чином, конструкції покриттів грають велику роль в створенні оптимального мікроклімату приміщень. У жаркому сухому кліматі найбільш поширеною конструкцією є плоскі (зазвичай їх використовують для відпочинку і нічного сну), а також купольні і склепінчасті, дозволяючи різко понизити ефект сонячного опромінення і підвищити ефект

охолодження при обмиванні повітрям за рахунок розвиненої поверхні покриття.

Плоска конструкція покрівлі досить дорога, оскільки вимагає високоякісних матеріалів і кваліфікованого, якісного виконання. Плоска покрівля повинна мати ухил для видалення дощових вод і температурні шви. Огородження плоского покриття не повинне ускладнювати конструкції покрівлі і заважати вентиляції простору покриття.

Найбільш вдалим рішенням плоского покриття є залізобетонна монолітна плита завтовшки більше 10см, по якій укладений гідроізоляційний килим з армоцементним захисним шаром. В якості протирадіаційного захисту можуть бути використані бетонні плити, що укладаються на кутові потовщення самих плиток або на спеціально встановлені для цих цілей бетонні стовпчики.

Вентильований повітряний прошарок між залізобетонною плитою і бетонними плитками різко знижує теплову напругу і температуру нижньої поверхні покриття. Часто використовують вентильовані подвійні дахи, не виключені «важкі» дахи з ґрунту, зрошувані дахи, дахи-ванни.

Зрошувані дахи охолоджуються водою, розбризкуючи її по поверхні покрівлі. Це дозволяє понизити температуру на 20-30 градусів. Проте це вимагає великої кількості води і спеціальних пристроїв.

Останнім часом в тропічних країнах широкої поширення отримали так звані подвійні покриття, придатні в жаркому сухому і вологих кліматах. Верхня оболонка подвійного покриття затінює нижню і сприймає радіаційну теплоту. Простір між двома оболонками, омиваний потоками вільно циркулюючого повітря, яке відносить з собою надлишок теплоти, захищає нижню оболонку від перегрівання.

**Сонцезахисні пристосування.** Їх називають постійними (стаціонарними), якщо вони є органічною частиною будівлі; якщо ж вони предмет устаткування - тимчасовими (рухливими). До них можуть бути віднесені жалюзі, маркізи і так далі.



- *Горизонтальні стаціонарні сонцезахисні пристосування* (карнизи, козирки, екрани) захищають від сонця яке високо стоїть, при південній і близькій до неї орієнтації приміщень. Правильно запроектовані, вони добре захищають від дощу і не заважають провітрюванню. При необхідності змінювати міру затінювання горизонтальні сонцезахисні пристосування можна застосовувати регульовані - у вигляді поворотних щитів або пластинок (жалюзі), що виконуються з дерева, металу, пластмас та інших матеріалів.

- *Вертикальні стаціонарні сонцезахисні пристосування* захищають приміщення від променів сонця, яке низько стоїть із заходу і сходу. Як правило, їх використовують для захисту лоджій, галерей, сходових клітин, кухонь і санітарних вузлів. Зручніші в експлуатації регульовані вертикальні сонцезахисні пристосування.

- *Комірчасті сонцезахисні пристосування* сполучають в собі якості сонцезахисних пристосувань перших двох видів і дають найбільший коефіцієнт затінювання.

Сонцезахисні пристосування мають бути запроектовані так, щоб вони менше акумулювали і не передавали сонячне тепло в приміщення, не перешкоджали вільній циркуляції повітря біля стін. Цього можна добитися, проектуючи сонцезахисні пристосування легкими, ажурними, розміщуючи їх на деякій відстані від стін.

## **2. ОСОБЛИВОСТІ ВИКОНАННЯ БЕТОННИХ РОБІТ В УМОВАХ СУХОГО ЖАРКОГО КЛІМАТУ.**

Жарка суха погода викликає появи ряду чинників, які суттєво ускладнюють технологію бетонних робіт, а саме: підвищену температуру бетонної суміші, яка збільшує водопотреби для забезпечення її відпускнуї рухливості і витрати цементу для отримання необхідної міцності бетону; швидку втрату бетонною сумішшю рухливості в процесі її транспортування

або витримки до укладання внаслідок прискореного тужавлення, що призводить до порушення прийнятих умов при транспортування і укладання бетонної суміші, а також обробки поверхонь конструкцій; інтенсивне обезводнення бетону і зниження внаслідок цього його міцності, довговічності, а також погіршення інших фізико-хімічних якостей.

Швидкість випару води з бетонної суміші і укладеного бетону значною мірою залежить від режиму температурної вологості довкілля.

Дуже важливим чинником, характерним для процесу бетонування в жарку суху погоду, є значна пластична (початкова) усадка бетону, що призводить до раннього розтріскування бетонних і особливо залізобетонних конструкцій і споруд, погіршення фізико-механічних властивостей бетону і різкого зниження його довговічності.

Пластична усадка протікає упродовж перших декількох часів після укладання в період формування структури бетону і переходу його з пластичного в напівпластичний і напівтвердий стан. Головна причина цього явища - швидке обезводнення бетону внаслідок випару води. Пластична усадка бетону в жарку і суху погоду підвищує у декілька разів подальшу усадку вологості затверділого бетону, що має місце в усіх бетонах, укладених за будь-яких кліматичних умов. Особливістю районів з жарким сухим кліматом є значний перепад між денною і нічною температурами (властивий місцевостям з континентальним кліматом), що доходить до 45 градусів і більше. У ранні весняний і весняний періоди можливі нічні заморозки, що призводять до замерзання поверхневих шарів бетону. Що відбувається при цьому поперемінно замерзання і відтаювання поверхні бетону ще більше погіршує умови витримки залізобетонних конструкцій.

При виборі цементу слід мати на увазі, що найбільш ефективними є високоактивні швидкотвердіючі портландцементи. Широке застосування вказаних портландцементів стримується їх дефіцитністю і високою вартістю. Тому в умовах жаркого сухого клімату, як правило, доцільніше введення до складу бетону хімічних добавок, які підвищують рухливість і легке

укладання бетонної суміші (пластифікуючі добавки) і прискорюють твердіння бетону.

## 2.1 Приготування та транспортування бетонної суміші

Бетонну суміш слід готувати відповідно до положень і правил згідно нормативного законодавства на бетонні та залізобетонні монолітні конструкції.

Температура бетонної суміші при бетонуванні конструкцій з  $M_{\text{п}} > 3 \text{ м}^{-1}$  у момент відправки її з бетонозмішувального вузла не повинна перевищувати  $30\text{--}35^{\circ}\text{C}$ . Проте слід мати на увазі, що при температурі суміші вище  $25^{\circ}\text{C}$  можуть виникнути ускладнення при укладанні і ущільненні бетону. Транспортувати бетонної суміші температурою вище  $35^{\circ}\text{C}$  не допускається.

При бетонуванні масивних конструкцій (у тому числі гідротехнічних) з  $M_{\text{п}} \leq 3 \text{ м}^{-1}$  температура бетонної суміші має бути можливо низькою і не повинна перевищувати  $20^{\circ}\text{C}$ . При призначенні заходів по охолодженню компонентів бетону розрахунок температури свіжоприготовленої суміші  $T_{\text{с}}^{\circ}\text{C}$ , рекомендується робити за формулою:

$$T_{\text{с}} = \frac{0,2(t_{\text{ц}}Ц + t_{\text{п}}П + t_{\text{к}}К) + t_{\text{п}}B_{\text{п}} + t_{\text{к}}B_{\text{к}} + t_{\text{в}}В}{0,2(Ц + П + К) + B_{\text{п}} + B_{\text{пк}} + В} \quad (2.1)$$

де 0,2 - питома теплоємність сухих компонентів бетону;

$t_{\text{ц}}$ ,  $t_{\text{п}}$ ,  $t_{\text{к}}$ ,  $t_{\text{в}}$  температура цементу, піску, великого заповнювача і води,  $^{\circ}\text{C}$ ;

Ц, П, К, В - витрата цементу, піску, великого заповнювача і води в кг на  $1 \text{ м}^3$  бетону або на один заміс;

$B_{\text{п}}$ ,  $B_{\text{к}}$  - зміст вологи в піску і у великому заповнювачі, кг.

З формули (2.1) виходить, що для зниження температури свіжовиготовленої бетонної суміші звичайного складу на  $1^{\circ}\text{C}$  необхідно або понизити температуру цементу на  $8\text{--}10^{\circ}\text{C}$ , або води приблизно на  $4^{\circ}\text{C}$ , або

заповнювачів на 1,6 - 1,8°C. Тому для зниження температури бетонної суміші доцільне охолодження в першу чергу заповнювачів і води затворення.

Заповнювачі, щоб уникнути їх нагріву рекомендується зберігати в критих складах або в штабелях, захищених від дії прямих сонячних променів, у бункерах, що мають зовнішній теплоізоляційний захист і забарвлених у світлі тони, або розташованих в закритих приміщеннях. При неможливості використання цього способу великий заповнювач безпосередньо перед застосуванням (не більше ніж за 10 мін) допускається зволожувати холодною водою. Для зниження температури свіжовиготовленої бетонної суміші для її тужавлення слід застосовувати воду з можливо нижчою температурою. Рекомендується для цього використати воду з прохолодних джерел і вживати заходи але захисту її від нагрівання шляхом теплоізоляції труб і захисту резервуарів.

Трубопроводи і резервуари для води повинні знаходитися не менше 0,4 м від поверхні ґрунту або мають бути теплоізольовані. Для тимчасових установок допускається затінювання резервуарів із забарвленням їх у світлі тони світловідображаючими фарбами (наприклад, білою, алюмінієвою та ін.).

Автоцистерни по доставці води до бетонозмішувальних вузлів мають бути теплоізольовані і забарвлені світловідображаючими фарбами.

Температуру води доцільно знижувати охолодженням в спеціальних установках або додаванням в неї подрібненого льоду. Застосування подрібненого або струганого льоду як частини води затворення - дуже ефективний спосіб зниження температури бетонної суміші, хоча і вимагає додаткового устаткування і витрат. При цьому перемішування води в змішувачі слід продовжувати до повного танення льоду.

Тривалість перемішування бетонної суміші в змішувачі встановлюється будівельною лабораторією досвідченим шляхом з урахуванням якості заповнювачів, складу суміші, місткості змішувача, погодних умов і інших чинників. При цьому необхідно, щоб час перемішування бетонної суміші був мінімально допустимим, оскільки в

процесі перемішування суміш нагрівається від середовища і змішувача. Після закінчення роботи бетонозмішувача, а також перед кожною перервою в роботі тривалістю більше 30 мін барабан бетонозмішувача має бути звільнений від залишків бетону і промитий водою з додаванням великого заповнювача. Вибір способу і засобів транспортування бетонної суміші виконується з урахуванням умов виробництва бетонних робіт: темпів бетонування, об'ємів бетону, місце розташування будівельного майданчика і доступності об'єктів бетонування, складу бетонної суміші і виду цементу, тривалості транспортування і укладання бетонної суміші, погодних умов та інших чинників.

В процесі транспортування бетонної суміші або втримання її до укладання за рахунок прискорення гідратації і тужавлення цементу, пов'язаного з її підвищеною температурою, а також за рахунок інтенсивного випару води затворення, відбувається швидка втрата бетонною сумішшю рухливості в часі. У зв'язку з цим період часу від завершення приготування суміші до її укладання має бути по можливості мінімальним. При бетонуванні в жарку і суху погоду особливу увагу слід приділяти питанням організації виробництва бетонних робіт, що передбачає чітку роботу транспорту, що погоджена з темпами укладання бетону і виключає затримки при доставці бетонної суміші.

Транспортування, подання і розподіл бетонної суміші мають бути організовані так, щоб бетонна суміш на місці укладання мала рухливість, що відповідає вимогам нормативної бази.

Рекомендуються наступні основні методи забезпечення потрібної на місці укладання рухливості бетонної суміші при її транспортуванні:

- доставка товарної бетонної суміші в автобетонозмішувачах з перемішуванням її в дорозі;
- приготування бетонної суміші в автобетонозмішувачах в дорозі або біля місця укладання шляхом перемішування дозованих компонентів бетону з водою;

- роздільна доставка дозованих цементу і інших твердих компонентів в спеціальних контейнерах із затвореною водою у бетонозмішувачах біля місця укладання;
- застосування різних добавок, що пластифікують і консервують консистенцію бетонної суміші;
- приготування і транспортування бетонної суміші зі зниженою температурою.

Максимально допустима тривалість транспортування і укладання готової бетонної суміші може бути значно збільшена введенням у бетонну суміш поверхнево активних добавок: що пластифікують, консервують консистенцію або уповільнюють тверднення бетону. Біля місця укладання бетонної суміші повинен здійснюватися систематичний контроль її рухливості. За наявності відхилень від заданої рухливості бетонної суміші або порушенні її однорідності слід вжити заходи по поліпшенню умов транспортування або коригуванню складу бетонної суміші.

## **2.2 Укладання бетонної суміші**

Температура бетонної суміші у момент укладання її в звичайні конструкції не повинна перевищувати, як правило, 30-35°C.

При укладанні суміші в масивні конструкції температура її має бути можливо нижчою і не перевищувати 20°C. Перед укладанням бетонної суміші рекомендується:

- а) захистити місце укладання від сонячних променів шляхом облаштування навісів або встановлення пересувних щитів;
- б) опалубку, арматуру і основу охолодити розбризуванням холодної води.

Категорично забороняється відновлювати рухливість товарної бетонної суміші до необхідної консистенції добавкою води при її укладанні на будівельному майданчику.

При перевищенні температури бетонної суміші при укладанні  $+ 25^{\circ}\text{C}$  необхідно вжити заходи по негайному укладанню її в опалубку.

Будь-які затримки організаційного характеру і простої устаткування при укладанні бетонної суміші сприяють зниженню її рухливості і приводять до неякісного ущільнення суміші, що негативно позначається на якості укладеного бетону і довговічності конструкції або споруди.

У жарку і суху погоду внаслідок швидкої втрати бетонною сумішшю рухливості в процесі її укладання і ущільнення напруженість роботи вібраторів і вібраційного устаткування значно зростає, що вимагає додаткового устаткування.

Необхідно прагнути укласти черговий об'єм бетону так, щоб він мав найменшу відкриту поверхню.

Для усунення інтенсивного обезводнення бетону опалубку рекомендується робити водонепроникною.

При появі на поверхні бетону незабаром після укладання тріщин (внаслідок протікання) допускається не пізніше ніж через 1 годину після завершення укладання бетону (до початку схоплювання цементу) з дозволу керівництва будівництва і під контролем будівельної лабораторії робити повторну поверхневу вібрацію укладеного бетону, що усуває наявні тріщини і частково застережливу появу нових.

У дуже жаркі дні (денна температура понад  $42-45^{\circ}\text{C}$ ) рекомендується роботи по бетонуванню робити у кінці другої половини дня і вночі, що дозволить значно поліпшити умови укладання бетону.

## 2.3 Догляд за бетоном

Догляд за свіжоукладеним бетоном в жарку і суху погоду є відповідальним технологічним заходом, що забезпечує сприятливі умови температурної вологості тверднення бетону і зростанню його міцності, а також що запобігає значним температурно-осадочним деформаціям і утворенню тріщин.

Правильний догляд значною мірою визначає якість бетону і довговічність конструкцій і споруд. Склад заходів по догляду за бетоном, порядок і терміни їх проведення і контролю за їх виконанням повинні встановлюватися лабораторією, виходячи з необхідності забезпечення бетону безперервного режиму вологості, і затверджуватися керівництвом будівництва.

Догляд за бетоном має бути організований так, щоб виключити впродовж необхідного періоду часу втрати ним вологи і повністю забезпечити процес гідратації і тверднення до отримання потенційно можливої міцності бетону.

Найбільш поширеним видом догляду за бетоном є безперервний вологісний догляд - покриття відкритих поверхонь конструкцій і споруд вологоємкими матеріалами (мішковиною, рогожею, солом'яними матами, шаром піску, тирси і т. п.), який знаходяться увесь необхідний період часу у безпосередньому контакті з поверхнею бетону і постійно підтримує у вологому стані. Догляд вологості за бетоном ділиться на два періоди: початковий (попередній) і подальший (основний).

*Початковий догляд*, що починається відразу після закінчення укладання бетонної суміші, полягає у захисті свіжоукладеного бетону від прямої сонячної радіації і шкідливої дії вітру ретельним укриттям його вологонепроникними (поліетиленовою плівкою, брезентом і т. п.) або



вологоємкими матеріалами (мішковиною, солом'яними матами і т. п.), підтримуваними у вологому стані, і т. п.

Впродовж початкового періоду безпосередній контакт бетону який набуває міцності з водою не допускається.

Тривалість початкового догляду визначається часом, впродовж якого бетон набуває початкову міцність не менше 0,5МПа, і залежить від виду і активності цементу, складу бетону, температури довкілля і інших чинників.

*Подальший догляд*, що настає після завершення початкового догляду, полягає в забезпеченні бетону сприятливих умов тверднення різними способами, з які є найбільш ефективними:

- улаштування і систематичне зволоження вологоємкого покриття (мішковини, рогожі, солом'яних матів, шару піску, тирси і т. п.) конструкцій і споруд;
- витримка відкритих горизонтальних поверхонь бетону під шаром води (метод покриваючих водних басейнів);
- безперервне, тонкодисперсне розпилювання вологи по поверхні конструкцій, забезпечуване різними зволожуючими пристроями.

Подальший догляд здійснюється, як правило, до досягнення бетоном 70% проектної міцності, а тривалість цього догляду призначається лабораторією з урахуванням місцевих матеріалів і умов.

Величина відносної міцності бетону, при якій може бути припинене догляд за ним, залежить від складу бетону, водоцементного відношення, виду і активності цементу, виду заповнювача, умов температурної вологості тверднення і інших чинників. Орієнтовні терміни набування бетоном необхідної міцності залежно від марки застосованого цементу і температури тверднення бетону рекомендується приймати відповідно нормативних документів і надалі уточнювати в процесі поточного контролю якості бетону.

### **3. ОСОБЛИВОСТІ ВИКОНАННЯ МОНТАЖНИХ, КАМ'ЯНИХ ТА ОПОРЯДЖУВАЛЬНИХ РОБІТ В УМОВАХ СУХОГО ЖАРКОГО КЛІМАТУ**

*Монтажні роботи.* В умовах жаркого клімату монтаж будівельних конструкцій значно ускладнюється в порівнянні із звичайними умовами. Висока температура зовнішнього повітря в середині дня примушує переривати робочу зміну на декілька годин, щоб зберегти продуктивність праці виконавців. Окрім цього, монтажникам надається право на додаткові перерви впродовж напівзмін.

У технології ряду робіт з'являються додаткові операції і навіть мокрі процеси по остаточному закріпленню конструкцій. Значно збільшується трудомісткість догляду за бетоном або розчином, які необхідно оберегти від пересихання.

Складний комплексний процес демонтажу будівельних конструкцій в умовах жаркого клімату так само, як і монтаж, придбаває специфічні особливості. Вони пов'язані з появою ряду додаткових робіт із створення умов продуктивної праці для виконавців і забезпечення максимальної поєднування посилення конструкцій, що зберігаються, демонтажу старих і монтажу нових. При цьому необхідно створити також умови для максимального поєднання функціонування об'єктів, що реконструюються, і діяльності будівельників.

*Кам'яна кладка.* Особлива увага при виконанні кам'яної кладки в умовах сухого жаркого клімату приділяють збереженню рухливості розчину до його укладання в конструкцію. З цією метою оберігають розчин від втрати вологи, розшаровування і розігрівання сонячними променями в процесі транспортування розчину і самого процесу кладки. В умовах сухого й жаркого клімату рухливість розчину - 12-14 см. Для підвищення рухливості і водоутримуючої здатності розчину в них вводять пластифікуючі добавки (глину, вапно, милонафт, сульфітно-спиртову барду - ССБ та інше).

Керамічну цеглу перед укладанням в конструкцію необхідно рясно змочувати або занурювати у воду на якийсь час для оптимального зволоження. При перервах в кам'яній кладці не можна залишати шар розчину на свіжовикладеній кладці, продовження кладки після перерви необхідно розпочинати з щедрого змочування поверхні кладки водою. Для захисту кладки від передчасного випару вологи з розчину викладену частину конструкції накривають вологоємкими матеріалами, періодично зволожують, при нагоді додатково влаштовують сонцезахисні покриття.

*Опоряджувальні роботи.* Технологія виконання опоряджувальних робіт має ряд особливостей, які пов'язані з негативною дією на опоряджувальні покриття високої температури та сонячної радіації.

Так монолітні бетонні підлоги бажано виконувати з використанням вакуумування бетону (цементно-піщаного розчину), опоряджування фасадних поверхонь не приводити, якщо температура повітря дуже висока; приміщення, в яких проводять шпалерні роботи, слід ізолювати від зовнішнього середовища, під час виконання робіт з використанням цементного розчину в останній треба додавати пластифікатори; керамічні облицювальні матеріали та поверхню, що підлягає облицюванню, треба старанно зволожувати.

#### **4. ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ БУДІВНИУТВА З УРАХУВАННЯМ КЛІМАТИЧНИХ УМОВ.**

Інноваційні технології - це засоби і методи, призначені для послідовного здійснення нововведення. Іншими словами, інновації - двигун прогресу. Без них не обходиться жодна реформа або важливе виробниче рішення, адже для втілення нової ідеї в життя потрібні унікальні розробки і модифіковане обладнання. Особливо важливо впровадження сучасних

систем в період економічного зростання, коли підприємства розширюють виробництво і потребують якісної техніки.

На сьогоднішній день впровадження інновацій широко поширене і в сфері будівництва, важкої промисловості, і в сфері товарів і послуг. Остання користується популярністю у всіх верств населення: попит на загальноживані товари стабільний, а на послуги постійно зростає. Таким чином, інноваційні технології в будівництві - області, актуальної в усі часи, - відіграють одну з провідних ролей на всьому економічному терені.

Технології сучасного будівництва активно розвиваються і переслідують певні цілі і завдання. До таких належать економія ресурсів, екологічність, зовнішнє відповідність тимчасовому проміжку, довговічність і багато інших. Вони визначають якість створюваного продукту і підвищують престиж замовника. Крім перелічених, існує й інший, не менш важливий чинник, який допомагає впроваджувати інноваційні технології.

Впровадження інноваційних технологій в будівництві велике. Вони значно скорочують витрати і час на зведення споруди, збільшують термін служби споруди, що забезпечують зовнішнє відповідність часу. Модифіковані матеріали, призначені для будівництва будинків, покращують якість життя власників. Всі інноваційні технології розробляються з урахуванням негативного впливу зовнішніх факторів; вони стають екологічними і безпечними.

#### **4.1 Технологія виконання кладки з натурального каменю черепашнику**

Натуральний камінь черепашник в сучасному будівництві є обґрунтованою альтернативою іншим природним матеріалам для зведення несучих і не несучих стін, а також їх облицювання. Його застосування в якості облицювального матеріалу доцільно при скромному бюджеті, однак, хоч вартість дуже низька, декоративні властивості каменю черепашнику

припадають до душі багатьом. Варто відзначити його екологічність і навіть благотворний вплив на людину: матеріал складається з панцирів морських мешканців-моллюсків, які багаті на солі, кальцій і йод. У цьому черепашник перевершує більшість інших натуральних каменів, навіть дорогих напівкоштовних порід.

*Підготовчі роботи* До початку виконання робіт, потрібно зробити сортування блоків за розмірами, так як габарити 380x180x180 чисто умовні, вони можуть змінюватися в більшу або меншу сторону на 10 мм, у гіршому випадку – 20 мм. Якщо солідна частина блоків має розмір, наприклад, 370x170x170, то є сенс налаштувати верстак, щоб різав всі блоки під цей розмір.



Рис. 4.1 - Види марок черепашнику

*Очищення блоків черепашнику* проводиться при будь-яких розкладах, бажано перед його укладанням. Для початку блок ретельно обробляється віником, з нього вибирається пісок і залишки пилу після обробки вищеописаними способами. Перед укладанням проводиться вологе прибирання торцевих граней (на які укладають) за допомогою шланга, або блок повністю занурюють в ємність з водою. Цим досягається вимивання з пір залишкового піску і пилу, а також матеріал черепашник набирає воду. Мочити камінь перед укладанням **ОБОВ'ЯЗКОВО**, якщо цього не зробити, він миттю витягне воду з шару розчину, перетворивши його в пісок.

Якщо камінь попсований, або зовсім незадовільної якості спочатку, його можна спробувати відновити за допомогою зміцнюючих просочень

глибокого проникнення. З такого каменю краще не будувати, та й просочення не обійдуться набагато дешевше, ніж купити новий матеріал.

*Укладання першого ряду блоків* черепашнику починається не з формування кутів, а з визначення осі симетрії для того, щоб з обох кутів стіни вони були симетрично розташовані. Для цього викладається ряд на суху, потім робиться необхідне коригування. Перший ряд укладається на фундамент, буває, доводиться доливати, якщо не вистачає ширини. Обов'язково потрібно укласти гідроізоляцію, перестрахуватися і покласти в два шари не буде зайвим. Першим ділом викладаються кутові блоки і за допомогою водного/лазерного рівня, а ще краще – нівеліра, їх коригують так, щоб їх верхні грані були на одному рівні горизонталі. Далі між ними натягається «причалка» – нитка по зовнішньому верхньому куту блоку. По ній викладають перший ряд, який повинен мати ідеальний рівень і прямолінійність.



Рис. 4.2 - Укладання першого, другого та наступних рядів кладки

*Укладання другого і наступних рядів* також проводиться по причалюванню, але існують способи, якими облицювання будинку черепашником виконується легше і швидше, при цьому шви виходять ідеально однакової товщини. Для цього можна взяти металевий квадрат або куточок товщиною в шов, укласти його на перший ряд впритул до зовнішнього кута. Особливо зручно, якщо він має велику довжину, так як можна використовувати замість причалки. Крім того, при укладанні розчину він служить направляючою, з якої виходить ідеально рівний і рівномірний

шар. Працювати краще всього в парі: перший накладає розчин по рейці на ділянку, що дорівнює 2-м блокам, пересуваючи її на наступний відрізок стіни і продовжуючи робочу операцію. Другий працівник укладає блоки і пересувається на наступний відрізок, де перший закінчив наносити розчин. **ВАЖЛИВО:** на бічну грань блоку перед укладанням наноситься розчин під рейку, щоб не забруднити блок і досягти рівномірного нанесення для однакової товщини вертикальних швів

*Обробка швів лицьовальної кладки з черепашнику* проводиться для покращення естетичного вигляду, а також запобігання попадання вологи всередину каменя. Робота виконується високоміцним еластичним розчином, на основі білого цементу з домішкою вапна, і пластифікаторів, можливо з додаванням барвника. У випадку, якщо виконаний фасад з черепашнику, розчин наносять в шов за допомогою «кондитерського шприца», щоб не забруднити лицьову поверхню. Для розрівнювання розчину і надання шву тієї чи іншої форми, користуються інструментом – розшивкою.

Цей процес може виконуватися під час кладки, це сприяє кращому зчепленню свіжого шару розчину з затирочним декоративним. Крім того, багато знаходять привабливим заглиблений шов, в якому проглядається кладочний шар, акуратно виконаний під рейку під час кладки (тобто, обробку швів лицьовальної кладки ракушняка взагалі не виконують).



Рис. 4.3 - Обробка швів та оздоблення фасаду

*Обробка облицьованого фасаду каменем черепашником* в помірному і субтропічному кліматі необхідна для запобігання його руйнування вологою і



перепадами температур. Як мінімум, застосовують спеціальне просочення - гідрофобізатор, який створює на поверхні невидиму, герметичну від вологи плівку. Але найкращим варіантом захистити камінь ракушняк є фасадний лак. Виробники дають різну гарантію, але як правило, не менше 10 років; при використанні високоякісних матеріалів - до 50 років. Будь то гідрофобізуюча пропитка або лак, робота по нанесенню на поверхню черепашнику повинна проводитися за допомогою фарборозпилювача. Це ідеальний інструмент для нанесення ЛФМ (лакофарбових матеріалів) на пористі поверхні. При використанні низкопористого каменю, можна скористатися щіткою-макловицею.

#### 4.2 Технологія монтажу сандвіч-панелей

*Сендвич-панелі* (англ. sandwich - багатошаровий бутерброд) - будівельний матеріал, що має тришарову структуру, що складається з двох листів жорсткого матеріалу (метал, ПВХ, ДВП, магнезитова плита) і шару утеплювача між ними. Усі деталі сендвич-панелей склеюються між собою за допомогою гарячого або холодного пресування. Залежно від призначення виділяються покрівельні і стінні панелі.

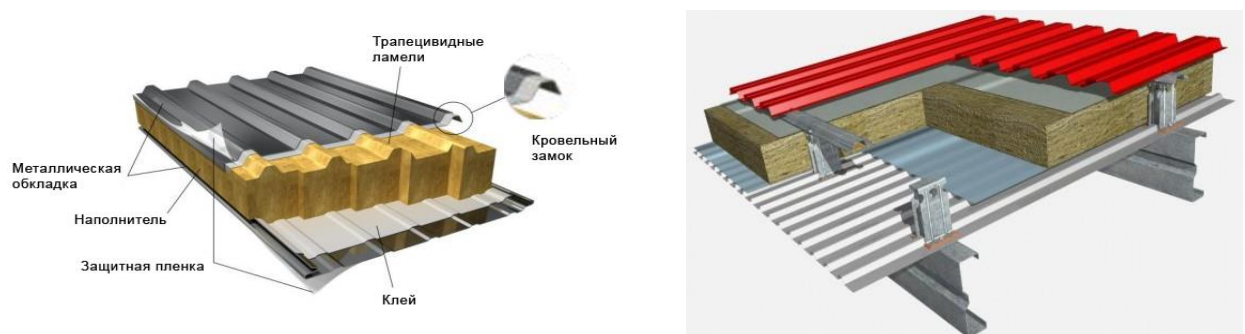


Рис.4.4 – Конструктивне рішення Сендвіч-панелі

У житловому будівництві сендвич-панелі застосовуються для будівництва швидкозбірних каркасних будинків. У будівництві використовується структурно-ізолювана панель (СИП, від англійського SIP, Structural Insulated Panel), яка складається з двох орієнтовано-стружкових



плит (ОСП або OSB), між якими під тиском приклеюється шар твердого утеплювача (пінополістиролу), або під тиском закачується пінополіуретан (PUR).

*Підготовчі роботи.* Перед початком монтажних робіт необхідно отримати якісну проектну та монтажних документацію, яка містить:

- схеми розкладки стінових та покрівельних сендвіч-панелей, а також специфікації цих панелей з позначенням їх типу, товщини, довжини, профілювання, назви виробника та кількості;
- опис способу кріплення панелей до несучої конструкції із зазначенням типу, розміщення і кількості з'єднувальних елементів деталізовані креслення окремих вузлів кріплення панелей до несучих конструкцій, включаючи технічні вказівки щодо монтажу;
- креслення і специфікації фасонних, архітектурних і оздоблювальних елементів;
- інформацію щодо витрати ущільнюючих та гідро ізоляційних матеріалів;
- інструкції по монтажу та монтажні схеми;
- інструкції по техніці безпеки з проведення монтажних робіт.

*Настилення та монтаж покрівельних панелей.* У разі настилки покрівельних панелей на високі дахи доцільно застосовувати підйомний кран. Окремі панелі можна піднімати по одній або пакетом попередньо уклавши їх на жорсткий цільний піддон, який забезпечує їх доставку неушкодженими до місця монтажу. Перед настиленням панелей на опорні елементи металокаркасу рекомендується наклеїти ПВХ плівку з метою недопущення можливого проникнення атмосферної вологи всередину приміщення. Панелі починають монтуватися з краю конструкції від нижньої панелі до верхньої і далі до коника даху внахлист - так щоб «нахлист» лягав зверху на попередню панель. Потім укладається наступний ряд і порядок укладання повторюється, поки не буде укритий один скат даху, потім в такому ж порядку укладаються панелі на другому схилі даху. Кріпляться

панелі до металокаркасу за допомогою гвинтів самонарізів з гумовими прокладками (водовідштовхувальними). Самонарізи вкручуються в такому ж порядку, як і укладаються панелі - починаючи від нижніх точок кріплення до верхніх - гребневим кріпленням. Для забезпечення поздовжньої жорсткості з'єднання панелей між сусідніми рядами, в гребені суміжних панелей вкручуються додатково короткі самонарізи з кроком 300 ... 600 мм.

*Настилання та монтаж стінових панелей.* При монтажі довгих панелей найбільш доцільне застосування підйомного крану. Підйом і встановлення панелей здійснюється за допомогою спеціального пристосування:



Рис 4.5 – Підйом сендвич-панелей.

Панелі довжиною до 5 - 6 метрів встановлюються без допомоги крану силами бригади монтажників, так як вага однієї такої панелі не перевищує 100 кг і її легко можна переміщати по будмайданчику. Панелі можна піднімати безпосередньо з стопки, зсунувши її попередньо на необхідну для підйому відстань. Під час монтажу перша панель повинна бути встановлена строго вертикально для уникнення зміщення кромки наступних панелей. Панелі з'єднуються в шпунт і в паз, що значно прискорює їх монтаж на будмайданчику. Саморізами закручуються по мірі установки і вирівнювання кожної з панелей.

*Кріплення панелей до несучої конструкції.* Для кріплення панелей до конструкції необхідно застосовувати спеціальні гвинти саморізи діаметром не менше 4,6 мм. Довжина гвинтів залежить від товщини панелі і товщини елементів несучої конструкції. Застосування зазначених гвинтів саморізів

дозволяє значно спростити і прискорити монтаж панелей, забезпечуючи постійне міцне з'єднання панелей між собою і з елементами конструкції.

Після настилання і закріплення коникових покрівельних панелей необхідно заповнити вільний простір що утворився елементами утеплювача і поліуретановою піною.

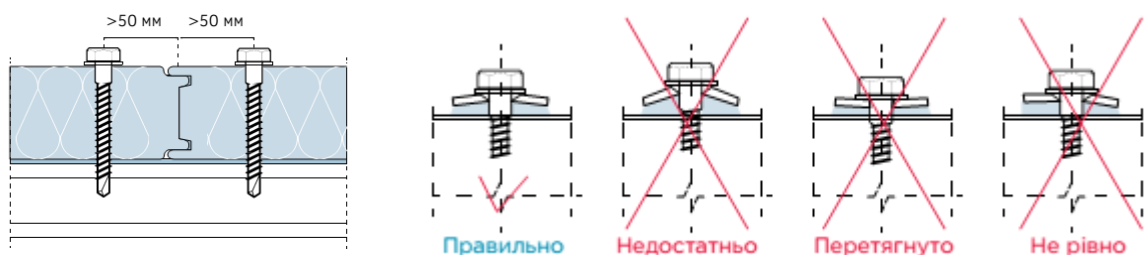


Рис 4.6 - Кріплення панелей до конструкції саморізами.

Після тужавіння піни всілякі виступаючі підтікання видаляються, а саме місце стику панелей закривається кониковою планкою, яка кріпиться до гребенів панелей порожнистими заклепками. Можливий варіант кріплення коникової планки зображений на рис. 4.6.

Після встановлення панелей для відводу води, впливу вітру, маскування різаних країв панелей застосовуються так звані нащільники або відливи. Їх розробляють виходячи з конкретної конфігурації того місця, де їх встановлюють, кріпляться вони порожнистими заклепками за допомогою спеціального «пістолета».

Основні інструменти необхідні для монтажу панелей

- |  |                                   |
|--|-----------------------------------|
| 1. Електродріль                                  | 6. Заклепувальний пістолет        |
| 2. Шуруповерт для вкручування саморізних гвинтів | 7. Рулетки на 5 і 10 м            |
| 3. Рівень водяний                                | 8. Вижимний пристрій для силікону |
| 4. Ножиці ручні для різання металу               | 9. Набір свердел                  |
| 5. Електролобзик з пилкою для металу             | 10. Подовжувачі електричні 220 В  |
|  | 11. Драхбини розсувні             |

### **4.3 Виконання бетонної підлоги методом вакуумування. Технологія TREMIX**

Сутність процесу вакуумування бетону полягає в тому, за рахунок різниці тисків, що створюється в бетоні вакуумуванням, відсмоктується повітря і надлишкова вода (необхідна для легкого укладання і зайва для твердіння) з одночасним ущільненням бетону.

Вакуумування відрізняється тим що, ущільнення бетону при вакуумуванні походить від внутрішнього розрідження, створюваного в порах бетонної суміші, заповнених повітрям. При цьому з свіжоукладеної бетонної суміші видаляється в короткий термін значне кількість повітря і частина вільної води, а їх місце займають тверді частинки ущільнюваного бетону. Зважаючи на великий дисперсності частинок цементу капілярний тиск, збільшуючись при вакуумуванні, також сприяє зближенню твердих частинок між собою і додаткове ущільнення свіжоукладеного бетону.

Таким чином, в результаті укладання бетону вакуумуванням підвищується щільність, міцність, прискорюється твердіння і поліпшуються інші важливі технічні властивості бетону.

**Технологія «TREMIX»**, розроблена шведською фірмою **«TREMIX AB»**, по праву можна назвати системою улаштування бетонних підлог, оскільки усі використані матеріали, засоби праці, устаткування, машини, черговість і час окремих операцій утворюють єдине ціле.

Ця технологія дозволяє істотно збільшити темпи будівництва за рахунок:

- скорочення ряду стандартних операцій, таких як огороження ділянок бетонування, очисних робіт і тому подібне;
- скорочення проміжку часу витримки свіжоукладеної бетонної суміші до процесу механізованої обробки;
- скорочення термінів набору бетоном 70% - ої міцності (в 4 рази);

- збільшення швидкості виконання частини операцій за рахунок механізації.

Помітне скорочення термінів тверднення бетону при низькій температурі навколишнього повітря (у тому числі термінів його прогрівання) і термінів відходу за бетоном в умовах жаркого клімату.

Це забезпечується наступними технічними рішеннями:

- використання направляючих закладних (металевих і бетонних рейок-форм);
- віброущільнення бетонної суміші (глибинна і поверхнева);
- вакуумування свіжоукладеної бетонної суміші;
- механізованою обробкою поверхні бетону (розрівнюванням і загладжуванням) після його вакуумування.

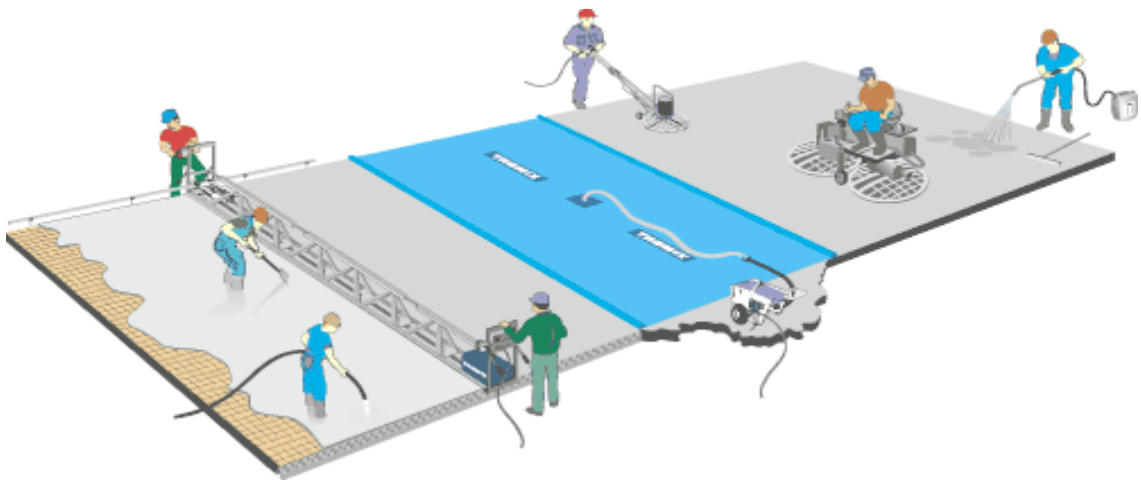


Рис. 4.7 – Технологічна схема влаштування підлоги з вакуум-бетону.

Виконана належним чином вакуум-бетону дозволяє понизити водоцементне відношення бетонної суміші на 15-30%. Це сприяє збільшенню міцності бетону на стискування в період тверднення в середньому на 100-150 кг/см<sup>2</sup> (20-40%). Час виконання робіт - 1-1,5 хвилин для кожних 10мм товщини бетонної стяжки. Отже, шар завтовшки 150 мм повинен піддаватися вакуумній обробці щонайменше 15 хвилин. Якщо у кінці цього періоду поверхня ще не досить ущільнена, то слід звернути увагу:

- на можливі пропуски повітря;
- на пропускну спроможність фільтру (можливо, він забився);

- на недостатньо щільне перекриття фільтрів;
- на занадто велику кількість тонкозернистого матеріалу у бетоні (в цьому випадку слід збільшити час вакуумування).

Вакуумування бетону суттєво знижує вірогідність появи тріщин у бетоні, оскільки бетон після вакуумування практично не дає усадки. Під час вакуумної обробки бетон втрачає деяку частину свого об'єму внаслідок відсмоктування води. Тонший шар бетону дає пропорційно більшу усадку, чим товщий шар. При цьому усадка бетону складає в середньому:

1. 2 мм для шару завтовшки 100 мм
2. 3 мм для шару завтовшки 200 мм
3. 4 мм для шару завтовшки 300 мм.

Завдяки глибинному віброущільненню з бетонної суміші видаляються бульбашки повітря, ліквідовуються пори і порожнечі в тілі бетону, упорядковується і зміцнюється каркас суміші, виводиться на поверхню зайва волога.

Поверхнєве віброущільнення дозволяє вирівняти поверхню і підготувати її до остаточної механізованої обробки.

В результаті ущільнення і вакуумування досягається велика щільність бетонної суміші. Завдяки мінімальній пористості бетону збільшується на 50% і більше міцність на стискування, причому показники міцності максимальні у верхньому шарі плити, які піддаються найбільшим діям. Саме ця властивість є відмінною рисою технології. Міцність на стискування звичайного бетону в поверхневому шарі складає приблизно 85% від середньої міцності, а вакуум - бетону - 145%. (т.е. на 70% вище).. Крім того, завдяки мінімізації пористості, знижується водопроникність бетону, збільшується ударна міцність і опір сколу, зростає стійкість до динамічних і вібраційних навантажень, збільшується стійкість до дії агресивних середовищ і різких температурних перепадів.

В результаті швидкого тверднення бетону ходити по підлозі можна через півгодини після вакуумування, асфальтування по укладеному бетону

можна виконувати вже через добу, 70-процентна міцність досягається за 7 днів (в порівнянні з 28 днями при звичайному методі бетонування).

Наявність таких властивостей підлог означає, що армування бетонованої підлоги потрібно не завжди. Необхідність армування визначається у кожному конкретному випадку залежно від вимог. При цьому суттєве значення має правильне розташування арматури, яке може вплинути на залишкову деформацію поверхні підлогу.

Виходячи з багаторічного досвіду, фірма «TREMIX AB» дійшла висновку, що для спорудження високоякісних підлог на ґрунті досить мати три типи підлог.

В результаті були розроблені технології спорудження підлог :

- підлога 50 - не армований, для виробничих приміщень з невеликими навантаженнями;
- підлога 100 - з одинарним армуванням для виробничих приміщень з середніми навантаженнями;
- підлога 200 - з подвійним армуванням для виробничих приміщень у важкій промисловості.

Після того, як бетон укладений і заздалегідь оброблений, здійснюється фінішна обробка поверхні характер якої залежить від необхідного результату. Використовуються наступні типи обробки: затірка, затірка лопатями, шліфівка.

Використання затіркової машини є найбільш ефективним методом улаштування підлог, оскільки їх поверхня виходить настільки твердою, що важко піддається обробці вручну.

Одним з найважливіших процесів є витримування бетону, що має первинне значення для забезпечення міцності і зносостійкості (захист при твердненні). Виконання умов для нормального його здійснення зменшує ризик утворення тріщин і підйому країв. Його суть зводиться до зволоження свіжоукладеного бетону, що слід починати відразу після чистої обробки і проводити не менше семи днів (для броньованих підлог не менше 14 днів).

При цьому не слід проводити поливання підлог з гідроізоляційним шаром. З багатьох різних способів витримки бетону із зволоженням два є найбільш поширеними.

*Укриття плівкою або картоном.* Використовуване укриття повинне мати вологопроникну не вище  $0,1 \text{ м}^2/\text{година мм}$ . Воно має бути укладене внахлест не менше чим на 150мм. В місцях з інтенсивним дорожнім рухом (проїзди і т. п.) укриття має бути захищене щитами з волокнистого картону. При цьому бажано залишити укриття на триваліший термін. Особливу увагу слід приділити зволоженню бетону в тих місцях, де може статися його передчасне висихання (наприклад, у вікон або дверей, поряд з радіаторами або трубами з гарячою водою і тому подібне).

*Витримування бетону в оболонці.* Оболонка для витримки бетону має бути зроблена з матеріалу, що не допускає випару води і придатного для використання при температурах нижче  $0^\circ\text{C}$ . Це має бути матеріал, що не утрудняє подальшу обробку поверхні, зчеплення з нею і т. п. Оболонка повинна накладатися відразу після випару води з поверхні, але до того, як поверхня висохла. На поверхні бетонної підлоги існує шар дрібнозернистого заповнювача, що має меншу зносостійкість в порівнянні з усією товщиною бетону. Якщо поверхневий шар в 0,5 мм видалити шліфуванням, то можна добитися значного підвищення зносостійкості і зменшити тенденцію до пилеобразованню. Механічне шліфування забезпечує отримання прекрасних результатів при необхідності фарбування або отримання фактури. Поверхневий шар, що видаляється при цьому, є найбільш слабкою ланкою бетонної поверхні.

Дуже популярним стало так зване *об'ємне армування бетону*. Найчастіше згадувана характеристика бетону - межа міцності на стискування. Проте, хоча межа міцності на стискування і є важливою структурною характеристикою, в порівнянні з характеристиками міцності на розрив і вигин, він найменше впливає на полімерне покриття, нанесене на бетон. Зазвичай міцність на розрив складає близько 10% міцності на



стискування. Саме мала міцність на розрив є головною причиною утворення тріщин під час висихання звичайного бетону. Низька міцність бетону на вигин, у свою чергу, призводить до утворення тріщин у бетоні під впливом механічних навантажень. Зважаючи на низьку міцність на розрив і вигин бетон необхідно армувати. Найчастіше застосовується сталеве армування. Застосовується також об'ємне армування волокнами, що додаються у бетон перед укладанням. Полімерні волокна (фібра) зазвичай мають діаметр декілька мікрон і довжина від 19 до 58мм. Використовується також металева стружка завтовшки декілька міліметрів і приблизно такої ж довжини як полімерних волокон.

Останніми роками все частіше в специфікації по улаштуванню підлог включають застосування так званого цементу армованого скловолокнистою фіброю (Glass Fiber Reinforced Cement - GFRC). Наприклад, скляні волокна Cem - FIL виготовляють із спеціально розробленої суміші, що містить оптимальну кількість двоокису цирконію ( $ZrO_2$ ). Волокна характеризує виняткова стійкість на вплив саме лужного середовища, що утворюється в процесі гідратації цементу. Завдяки високому модулю еластичності і міцності на розтягування, волокна Cem - FIL є ефективним армуючим матеріалом, вживаним у бетонах, будівельних розчинах і ремонтних складових.

Конструкції, виготовлені з бетону з фрагментарними армуючими елементами, мають рівну міцність на розтягування на всіх напрямках на відміну від ортотропних залізобетонних конструкцій. Там, де це технічно допустимо, заміна традиційної металевої арматури полімерними волокнами призводить до економії металу і зниження ваги армованого бетону.

У системі TREMIX, у випадках, коли до поверхні підлоги пред'являються особливі вимоги по твердості і зносостійкості, в технологічний процес (між операціями розрівнювання і загладжування) може бути включений метод покриття підлоги спеціальним гранульованим матеріалом Topping T 6000 фірм «TREMIX AB», який створює надійний зносостійкий шар завтовшки декілька міліметрів. Topping T 6000 ідеально

підходить для виконання покриттів підлоги на таких об'єктах, як паркінг, товарні склади, виробничі цехи, майстерні, де поверхня підлоги піддається значним навантаженням.

#### 4.4 Технологія улаштування інверсійних покрівель.

Свою назву інверсійна покрівля дістала від латинського слова *inversio* - перевертання, перестановка, оскільки її конструкція перевернута в порівнянні з традиційною покрівлею. Гідроізоляційний шар розташовується під шаром утеплювача безпосередньо на поверхні залізобетонного покриття (основи покрівлі), виконуючи одночасно роль пароізоляції.

Конструктивно традиційний плоский дах, що часто іменується "м'якою" покрівлею, захищений від дії атмосферних опадів гідроізоляційним килимом на основі рулонних матеріалів які містять бітум (рис. 4.8).

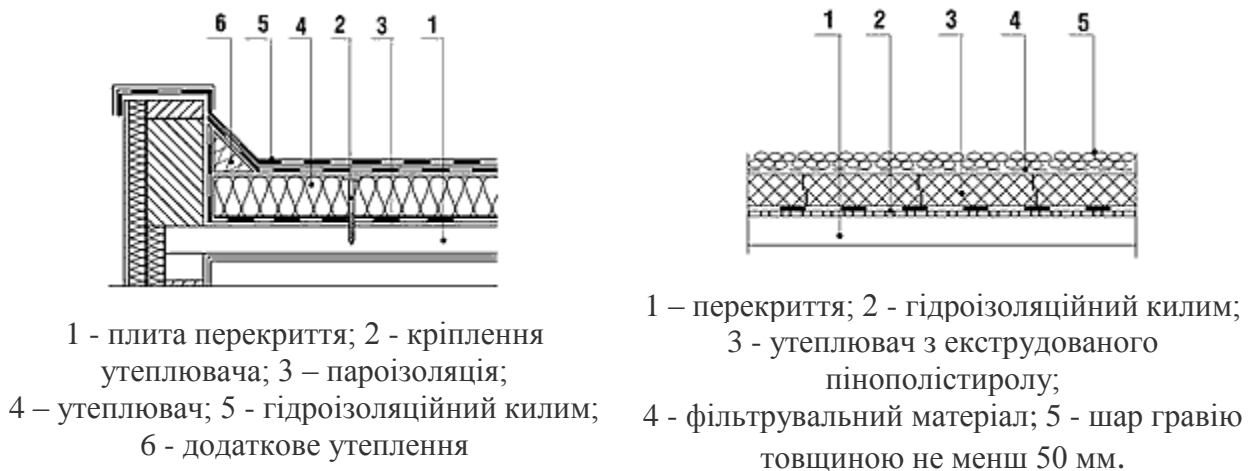


Рис. 4.8 – Конструктивне рішення плоскої інверсійної покрівлі

Інверсійна покрівля дозволяє оберегти гідроізоляційний шар від руйнівної дії ультрафіолетових променів, різких перепадів температури, циклів заморожування і відтавання, а також механічних ушкоджень, що забезпечує збільшення терміну служби інверсійного даху у порівнянні з традиційною "м'якою" покрівлею.

Типова конструкція інверсійної покрівлі наступна:

- □гідроізоляційний шар (прямо на основі);
- □теплоізоляційні плити;
- □геотекстильне покриття;
- □дренуючий шар;
- □захисний верхній шар.

В якості верхнього шару, що служить для захисту покрівлі від вітрової дії, застосовують насипний шар з гравію або гальки. Цей шар значною мірою знижує дію озону і УФ-випромювання і є необхідною умовою для протипожежної безпеки.

Для гідроізоляційного шару використовують бітумно-полімерні матеріали компанії "Техноніколь" (Техноеласт, Уніфлекс, Бар'єр ОС, Линокром), мембрани Logicroof, Alkorplan, Белаплан, Fatrafol, Protan.

Для теплоізоляційного шару в інверсійній плоскій покрівлі застосовують матеріали з екструдованого полістиролу (Styrofoam, Пеноплекс), оскільки ці матеріали відрізняє низька теплопровідність, мінімальне водопоглинання і дуже висока механічна міцність. Також цей матеріал хімічно стійок до більшості речовин, таких як: бітумні суміші, цемент, штукатурка, безводий гіпс, спирти, кислоти і луги. Цей утеплювач не містить корозійних компонентів, не піддається гниттю, не пахне.

Для облаштування баласту на інверсійних покрівлях застосовують гравій з фракцій 5×20, гравій насипають на геотекстиль, після чого для пересування людей по покрівлі укладають доріжки з тротуарної плитки.

Перевагою інверсійної покрівлі є можливість швидкого виконання робіт за будь-якої погоди. Порівняно з традиційною покрівлею очевидні наступні позитивні моменти:

- плити екструдованого пенополістерола (ЕППС) не фіксуються жорстко на геомембрані (вільне укладання), тим самим не руйнують її в області фіксації;

- гідроізоляція, знаходячись під шаром теплоізоляційного матеріалу, виконує функції пароізоляції, що знижує ризик внутрішньої конденсації вологи і зменшує кошторисну вартість конструкції;
- шар теплоізоляції і шар гравію надійно захищають гідроізоляційну мембрану від будь-яких механічних дій при подальшій експлуатації;
- при демонтажі покрівельного перекриття плити теплоізоляційного матеріалу можуть бути використані повторно;
- при виявленні можливих протікань місця порушення гідроізоляції легко знаходяться і ремонтуються.

Усі достоїнства технології будівництва інверсійної експлуатованою покрівлі повністю реалізуються при улаштуванні на ній зеленого даху (рис . 4.9). Гідроізоляційний шар експлуатованого зеленого даху з рулонних матеріалів, що наплавляються, на покрівлях не має бути схильний до дії коренів рослин.



Рис. 4.9 – Конструкція зеленої покрівлі.

Ухили покриття зеленого даху і отвору для стоку води повинні виключити постійне скупчення води в дренажному шарі експлуатованої покрівлі.

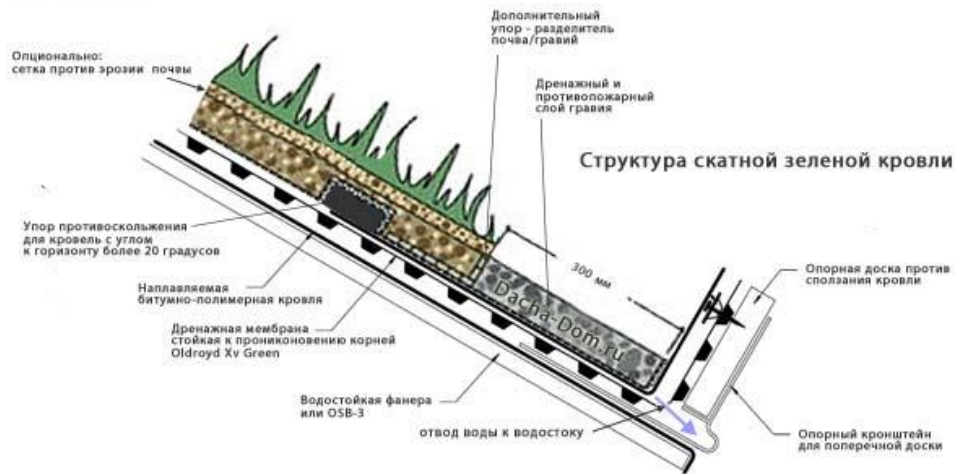


Рис. 4.10 – Скатна зелена покрівля

Найпростіший дренажний шар - з гравію, але для найкращого зростання рослин краще застосовувати матеріали, які здатні акумулювати в собі вологу, а потім поступово віддавати її рослинам. Інша особливість зелених покрівель - необхідність захисту утеплювача і гідроізоляційного килима від коренів рослин, для чого використовується спеціальний протикореневий матеріал.

У тому випадку, якщо інверсійну покрівлю роблять експлуатованою, передбачається захисне покриття з тротуарних плит.

В сучасних мегаполісах вартість землі під застрійку неухильно зростає, ось чому при будівництві будівель архітектори намагаються максимально задіяти всі наявні площі. Експлуатована покрівля покликана не тільки захищати будівлю від холоду, негоди і спеки, але також дозволяє використовувати свою поверхню в різних цілях. Як правило, для цих цілей краще всього підходить плоский дах – її зручно використовувати в якості відкритої майданчики на свіжому повітрі протягом усього року.

Як і будь-яке рішення, інверсійний і традиційний спосіб облаштування експлуатованої покрівлі мають переваги і недоліки.

До переваг інверсійної покрівлі відносяться:

- гідроізоляція захищена теплоізоляцією від перепаду температур - матеріал не «старіє» - довший термін служби покрівлі без проміжних ремонтів;

- теплоізоляційний шар розподіляє навантаження по усій площі гідроізоляції - гідроізоляція схильна до менших навантажень, термін служби не скорочується;
- при використанні екструдированого пінополістиролу (ЕППС) як теплоізоляційний шар - вартість покрівлі - нижче, ніж при використанні мінеральної вати;
- швидша реконструкція покрівлі. Для заміни або збільшення шару теплоізоляції не треба демонтувати гідроізоляцію.



Рис. 4.11 – Експлуатована покрівля

До недоліків інверсійної покрівлі відносяться:

- в якості теплоізоляції можливе використання матеріалів із закритою комірчастою структурою для запобігання їх намоканню. Ватні теплоізоляційні матеріали використати в таких типах покрівлі не можна;
- використання воронок для відведення води складнішої конструкції - більше вартість, складність монтажу;
- необхідно захищати ЕППС від точкових навантажень (це навантаження на невелику одиницю площі - «каблук на підлогу»).

– до недоліків інверсійних покрівель можна було б віднести горючість ЕППС, але в конструкціях експлуатованих покрівель матеріал захищений негорючою основою - стягування, бетон, ґрунт.

#### **4.5 Технологія улаштування вентиляованої покрівлі**

При постійних коливаннях добової температури на деяких частинах покрівельного покриття утворюється конденсат. Особливо часто це трапляється коли внутрішнє приміщення прогрівається, і різниця між температурами всередині і зовні будівлі виявляється великий.

Найбільше навантаження зазнає утеплювач. Його нижні і верхні кромки відчують температури, що відрізняються десятками градусів. Також джерелом вологи може вважатися дощова вода, під дією вітру змінює свій напрямок на горизонтальне і забивається в щілини. Все це негативно впливає на конструкцію покрівлі.

З такими явищами відмінно допоможе впоратися вентиляована покрівля. Взимку вона допоможе зменшити витрати, які йдуть на опалення будівлі, і оптимізує тепловтрати. У літній період така конструкція буде прекрасно протистояти спеці, так як тепле повітря, що надходить всередину даху, прагне піднятися вгору і понести з собою тепло, яке отримав від покрівельних покриттів і випаровує вологу, що з'являється в утеплювачі.

Конструкція вентиляованої покрівлі розроблена досить давно, її висока ефективність доведена багаторічною практикою. Популярність цієї технології обумовлена такими перевагами: висока міра захисту усіх шарів покрівельного пирога від намокання; відсутність здуття покриття даху; можливість застосування органічних утеплювачів; економічність за рахунок можливості монтажу поверх старого даху. Якщо вентиляована покрівля зводиться поверх старої конструкції, то остання «повертається до життя»: дерев'яні елементи знову стають сухими, віддаляється волога з матеріалів покрівельного пирога. В результаті дах виходить як би подвійним,



збільшується її стійкість до несприятливих погодних умов, а увесь будинок стає по-справжньому теплим і затишним.

Облаштування вентилярованої покрівлі передбачає циркуляцію повітря : між шарами утеплювача і гідроізоляції; між гідроізоляцією і покрівельним матеріалом; у горищному просторі (як частину загальної вентиляції будинку). Таким чином, уся конструкція покрівлі дуже добре продувається, в силу чого не лише вдається позбавитися від зайвої вологи, але і підтримувати оптимальний температурний режим. При цьому визначальну роль грає грамотний монтаж обрешетування.

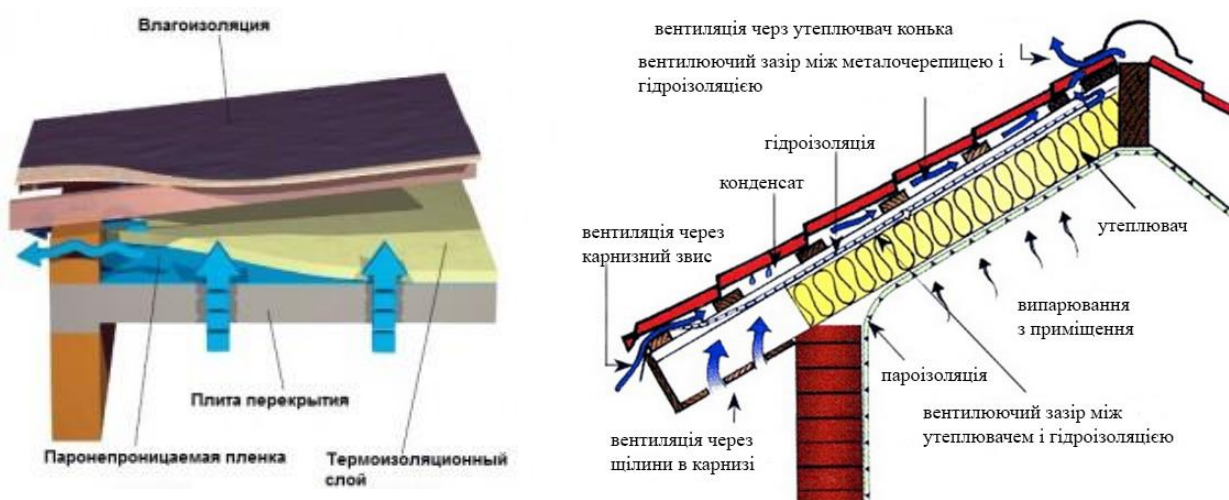


Рис. 4.12 – Схема улаштування вентилярованої покрівлі

Конструкція вентилярованої покрівлі має ряд різновидів, які пов'язані з призначенням будови. Для гаражів або господарських будівель застосовують неутеплений варіант, який складається з наступних компонентів : кроквяна система; обрешетування з дерев'яних рейок; гідроізоляція; покрівельне покриття. В якості гідроізоляції використовують поліетиленову плівку, яку кріплять до кроквяних ніг на рейках.

Для опалюваних будівель в конструкцію даху додають плитковий утеплювач і антиконденсатну плівку, яка захищає дерев'яні елементи від вологи, що конденсується. В цілому порядок шарів в такій покрівлі виглядає таким чином: два шари плівки, що ламінує; нетканий матеріал зі здатністю поглинати вологу; тканина з поліпропілену. Важливою частиною покрівлі



цього типу є віддушини, що знаходяться в нижній частині карнизів, а також вентильований коник.

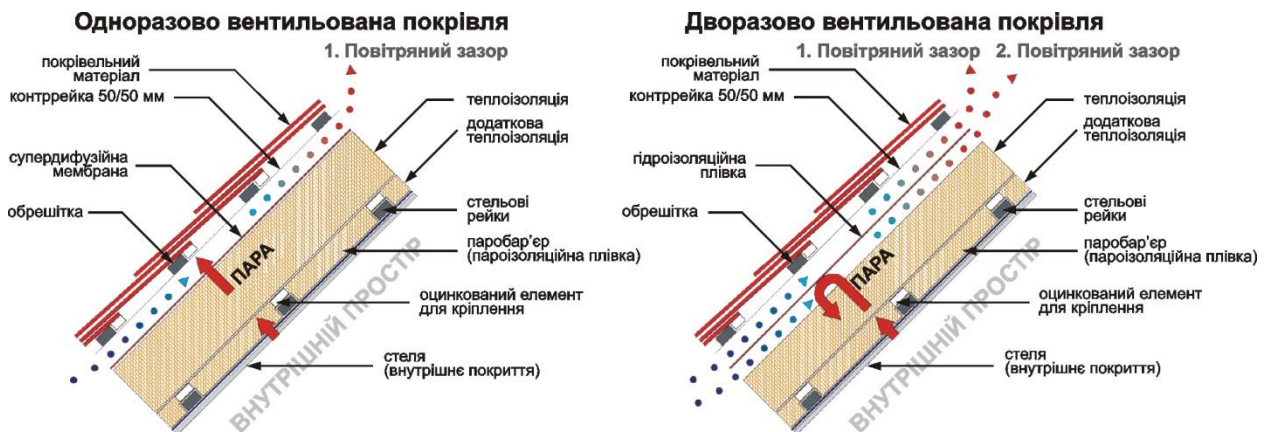


Рис. 4.13 – Конструкція вентильованої покрівлі для скатного даху.

Плоска вентильована покрівля. Такі дахи почали споруджувати в 80-х роках минулого століття. Саме у цей період з'явилася можливість облаштування теплоізолятора з вентиляційними каналами, що дозволяють видаляти надлишки вологи. Найбільше поширення даху цього виду отримали при будівництві багатоквартирних будинків.

Конструкція покрівлі складається з таких шарів: залізобетонна плита перекриття, що одночасно є основою для покрівельного пирога; пароізоляція; плитковий теплоізолятор з мінеральної вати, усередині якого знаходиться оголовок аератора, - вентиляційної труби (по цій трубі і відводяться надлишки вологи); стягування з цементно-піщаного розчину; гідроізоляція на основі бітумних матеріалів; поліуретан; шар мастики на основі поліуретану; покрівельний матеріал. Конструкцію даху доповнюють бічні парапети, які відокремлені від покрівельного пирога насипним або напилюваним матеріалом. У сучасному будівництві цю роль грає пенополиуретан, що забезпечує високу ізоляцію і герметизацію. Він же використовується для ізоляції виводів аераторів. Перевагою плоского даху є дешевизна і можливість швидкого монтажу. Недоліки: необхідність частих ремонтів і погана теплоізоляція. Скатні дахи Конструкція цього виду покрівлі забезпечує відмінну циркуляцію повітря, яке проникає в підпокрівельний простір через нижні звиси, а виходить через коник. Таким чином вдається

уникнути накопичення вогкості, що викликає гниття або появу грибка на деталях кровляної системи і матеріалах покрівельного пирога. В деяких випадках потрібно облаштування примусової вентиляції. З цією метою на даху встановлюють вентилятори. Як покриття застосовують переважно легкі матеріали, що мають хвилясту поверхню.

Скатна покрівля може бути як холодною, так і утепленою. Відмінність цих двох варіантів полягає в наявності утеплюючого шару. В якості ізолятора зазвичай застосовують мінераловатні плити. Утеплення за допомогою цього матеріалу забезпечує наступні переваги: простота монтажу; ізольоване покриття; відсутність «містків» холоду.

Монтаж вентильованої покрівлі Перелік операцій по монтажу покрівлі виглядає таким чином:

Підготовка основи. На цьому етапі виконуються роботи по вирівнюванню поверхні, усуваються тріщини, сколи і вибоїни. Краще всього для цієї мети підходить облаштування стягування з цементно-піщаного розчину або асфальтування плит перекриття. В результаті повинна вийти гладка поверхня з ухилом в 2-3 градуси.

Укладання пароізоляційної плівки і утеплювача. Ці шари необхідно укладати суцільним масивом, не допускається наявність тріщин або розривів. Монтаж гідроізолюючого шару і цементно-піщаного стягування.

Укладання покрівельного покриття. Для плоских покрівель як покриття застосовують рулонні матеріали, що наплавляються. При монтажі бітум, що входить до складу покриття, розплавляють за допомогою газового пальника, після чого полотно покриття міцно приклеюється до основи. Рулони укладають в поперечному по відношенню до ухилу напрямі з нахльостуванням 80 - 100 мм. По ходу монтажу необхідно чітко позначити виходи вентиляційних каналів для подальшої їх ізоляції.

При влаштуванні вентильованого покрівлі, необхідно пам'ятати про правила покрівельника: пар незмінно піднімається вгору, а вода може стікати

тільки вниз. Потрібно звернути увагу на наступні моменти, які необхідно враховувати при проектуванні і роботі:

1. Недостатньо укласти матеріали для пароізоляційних і гідроізоляційних робіт просто внахлест. Місця їх стиків проклеюють ще спеціальною стрічкою.

2. Якщо тиск пари буде великим, що відбувається за відсутності всередині приміщення необхідної вентиляції, то навіть проклейка не допоможе.

3. Думка про те, що стіни повинні «дихати», є не зовсім правильним. Волога, яка проникає в зовнішній шар стін при мінусових температурах, замерзає, що призводить до розшарування матеріалу і його подальшого руйнування. Також волога через стіни проникає в покрівлю.

Теплоізоляційні властивості утеплювача і довговічність конструкцій даху безпосередньо залежать від наявності в них вологи. Тому вентильована покрівля і конструкція вентиляції приміщень економічно вигідна навіть у тому випадку, коли необхідно встановити примусовий повітрообмін.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бадьин Г. М. "Строительство и реконструкция малоэтажного энергоэффективного дома". — СПб.: БХВ-Петербург, 2011. — 432 с.
2. Нові технології ізоляційних і оздоблювальних робіт в будівництві для студ. за фахом ПЦБ та МБГ ЗДІА : навч. посібник / С. Ф. Притула, М. Д. Терех ; ЗДІА. - Запоріжжя : ЗДІА, 2000. - 77 с.
3. Савйовський, В. В. Реконструкція будівель і споруд: навч. посібник / В. В. Савйовський. - К. : Ліра-К, 2018. - 320 с.
4. Современные технологии строительства и реконструкции зданий / Г.М.Бадьин, С.А. Сычев. — СПб:БХВ-Петербург, 2013 — 288с.
5. Современные технологии в строительстве: учебник для студ.высш.учеб.заведен./под ред. А.И. Меньлюка.-К.:Освіта України, 2010.-549 с.
6. Технологія будівельного виробництва: Підручник / В.К. Черненко, М.Г. Єрмоленко, Г.М. Батура та ін.; За ред. В.К. Чернетка, М.Г. Ярмоленка. — К.: Вища шк., 2002. — 430 с
7. Технологія будівельного виробництва практикум. Навч. посібник для вчз / ред. М. Г. Ярмоленко. - К. : Вища школа, 2007. - 207 с. : іл.  
Технология строительных процессов и возведения зданий: Современные прогрессивные методы : учеб. пособие / Ю. А. Вильман. - 2-е изд., доп. и перераб. - М. : АСВ, 2011. - 336 с. : ил.