**Лекція №2**

**ТЕМА:** ВЛАСТИВОСТІ АРХІТЕКТУРНО-ДИЗАЙНЕРСЬКИХ ТА БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

**План:**

1. Фізичні властивості матеріалів.

2. Механічні властивості матеріалів.

3. Хімічні й технологічні властивості матеріалів.

**1. Фізичні властивості матеріалів**

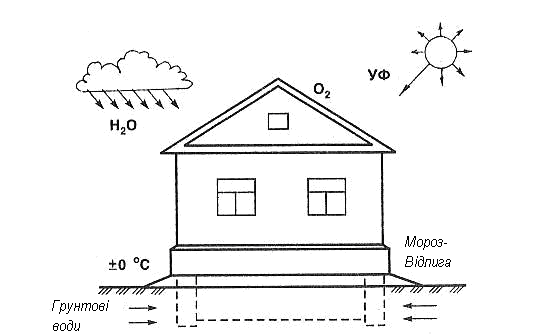


Рис. 1. - Вплив зовнішнього середовища на конструкції будівель.

Щоб будівля або споруда була міцною та довговічною, необхідно знати агресивні дії зовнішнього середовища, в якому буде працювати кожна конструкція (рис. 1.). Тому важливо знати, які властивості має той чи інший матеріал. Фізичні властивості матеріалу характеризують його реакцію на фізичні процеси навколишнього середовища і визначаються параметрами стану матеріалу. До параметрів стану матеріалу відносять такі технічні характеристики: істинна густина Матеріал Густина, кг/м3 Пористість, % середня істинна:

Граніт 2600…2700 - 2700…2800, 0…24;

Важкий бетон 2200…2500 - 2600…2700, 2…25;

Керамічна цегла 1400…1800 - 2500…2600, 25…35;

Деревина 400…800 - 1500…1550, 45…70;

Пінопласт 15…100 - 950…1200 90…98.

**Гігроскопічність** – здатність матеріалів поглинати вологу з повітря. Залежить від хімічного складу матеріалу і характеру його пористості.

**Вологість** матеріалу визначається вмістом вологи, віднесеної до маси матеріалу в сухому стані; залежить як від властивостей самого матеріалу, так і від навколишнього середовища. Вологість впливає на теплопровідність, стійкість до гниття і т.п.

**Водопоглинення** – здатність матеріалу всмоктувати й утримувати воду. Розрізняють водопоглинання за масою і об’ємом: Wm = [(m1 – m)/m]·100 %; Wv = [(m1 – m)/v]·100 %, де m1 - маса зразка, насиченого водою; m - маса сухого зразка. Водопроникність – це властивість матеріалу пропускати воду під тиском.

**Водопроникність** характеризується коефіцієнтом фільтрації Кф (м/г): Кф = Vв·a/(S(р1-р)t), де Vв – кількість води (м3), що проходить через стінку площею S = 1 м2, товщиною а = 1 м, за час t = 1 год при різниці гідростатичного тиску на межах стінки р1-р = 1 м вод. ст. Коефіцієнт розм'якшення – Кр – відношення міцності матеріалу, насиченого водою Rв, до міцності сухого матеріалу Rс: Кр = Rв/Rс. Коефіцієнт розм'якшення характеризує водостійкість матеріалу, він змінюється від 0 (розмокла глина) до 1 (метали). Якщо коефіцієнт розм'якшення менше 0,8, то матеріали не застосовують у будівельних конструкціях, що знаходяться у воді. Морозостійкість – властивість насиченого водою матеріалу витримувати поперемінно заморожування і відтавання.

**Морозостійкість** матеріалу кількісно оцінюється циклами і відповідно маркою за морозостійкістю. За марку матеріалу по морозостійкості приймають найбільше число циклів поперемінно заморожування і відтавання, що витримують зразки матеріалу без зниження міцності на стиск більше 15 %, втрати маси більше 5 %.

**Теплопровідність** – властивість матеріалу передавати тепло від однієї поверхні до іншої. Характеристикою теплопровідності є коефіцієнт теплопровідності λ (Вт/м·оС). На практиці зручно судити про теплопровідність за густиною матеріалу. Зазначена залежність виражається формулою В.П. Некрасова: λ =1,16 , де d – відносна густина матеріалу.

**Теплоємність** – здатність матеріалу акумулювати тепло при нагріванні і виділяти тепло при остиганні; Вогнестійкість – властивість матеріалу витримувати тривалий вплив високої температури (від 1580 оС), не розм'якшуючись і не деформуючись.

**Вогнестійкість** – властивість матеріалу чинити опір дії вогню при пожежі протягом певного часу, залежить від здатності матеріалу спалахувати і горіти. Неспалювані матеріали – це бетони, інші матеріали на основі мінеральних в'яжучих, цегла, сталь та ін. Важкоспалювані під впливом вогню чи високої температури жевріють, але після припинення горіння і тління їх дія припиняється.

**2. Механічні властивості матеріалів**

Будівельні матеріали і конструкції у процесі експлуатації піддаються різним зовнішнім силам – навантаженням, що викликають у них деформації і внутрішні напруження. **Навантаження** можуть бути: статичними (діють постійно), динамічними (прикладаються раптово і викликають сили інерції).

Під діями зовнішніх сил будівельні конструкції деформуються і змінюють форму та розміри, при цьому реагують після зняття навантаження по-різному, виявляючи властивості пружності й пластичності.

**Пружність** – властивість матеріалу самостійно відновлювати первісну форму і розміри після припинення дії зовнішніх сил.

**Пластичність** – властивість матеріалу без руйнування змінювати свої розміри чи форму під дією зовнішніх сил, не руйнуючись, причому після припинення дії сили матеріал не може самостійно відновити розміри і форму.

**Крихкість** – здатність матеріалу руйнуватися без утворення помітних залишкових деформацій.

**Дисперсність** – характеристика розмірів твердих часток і крапель рідини. Багато будівельних матеріалів (гіпс, цемент, пігменти й ін.) перебувають у тонкороздрібному стані й мають велику сумарну поверхню часток. Величина, що характеризує ступінь роздрібності, називається питомою поверхнею Sуд - поверхня одиниці об'єму (см2 /см3 або маси (см2/г) матеріалу.

**Адгезія** - властивість одного матеріалу зчіплюватися з поверхнею іншого. Адгезія двох різних матеріалів залежить від природи матеріалу, форми й стану поверхні, умов контакту тощо.

**Тиксотропія** - здатність пластично-в'язких сумішей зворотно відновлювати свою структуру, зруйновану механічними впливами. Фізичний зміст тиксотропії - руйнування структурних зв'язків усередині пластичного-грузлого матеріалу, при цьому матеріал втрачає структурну міцність і перетворюється на в'язку рідину; коли закінчується механічний вплив, матеріал знову набирає структурну міцність. Це явище використовують при віброущільненні бетонних і розчинних сумішей, при нанесенні фарбувальних складів.

Механічні властивості матеріалу характеризуються діаграмою деформацій, побудованою на підставі результатів випробування в координатах "напруга-відносна деформація" (σ-ε).

**Модуль пружності** визначає тангенс кута нахилу похідній dσ/dε до осі деформацій. У будівництві та дизайні використовуються криві σ- ε для будівельних матеріалів пружних, пластичних, крихких і еластомерів. Скло деформується як пружний крихкий матеріал.

Полікристалічні ізотропні матеріали (метали, кристалічні полімери й ін.) зберігають пружність при значних навантаженнях; для багатьох з них характерне пластичне руйнування, відзначене площадкою плинності В на діаграмі σ- ε.

При крихкому руйнуванні пластичні деформації незначні. Нелінійне співвідношення між напругою й деформацією деяких матеріалів проявляється при відносно невисоких напругах. Так, у матеріалів з конгломератною будовою (бетонів різного виду) воно виразно спостерігається вже при напругах, більших 0,2 межі міцності. Пружна деформація еластомерів (каучуків) може перевищувати 100 %. Спочатку для розпрямлення ланцюгів молекул еластомеру потрібна низька напруга.

В міру розпрямлення ланцюгів молекул опір подальшому деформуванню зростає, тому що збільшення деформацій викликає розрив зв'язків вже розпрямлених молекул. Створені для кожного матеріалу діаграми деформацій дозволяють визначити модуль пружності й установити його зміну залежно від рівня напруженого стану.

Модуль пружності Е являє собою міру твердості матеріалу і пов'язує пружну деформацію і одноосьове напруження відповідно до закону Гука: ε = σ⁄Е, де σ – відносна деформація матеріалу, рівна відношенню абсолютної деформації Е до первісного лінійного розміру L. σ – напруження при одноосьовому розтяганні стиску, встановлюване за формулою σ = Р/F, де Р – діюча сила; F- площа поперечного перерізу матеріалу; Модуль пружності Е за допомогою коефіцієнта Пуассона пов'язаний з іншими характеристиками матеріалу. Так, об'ємний модуль пружності (всебічного стиску) пов'язаний з модулем пружності наступною залежністю: К = Е/[3(1-2μ)] , де μ – коефіцієнт Пуассона (поперечного стиску), встановлюваний за формулою μ = - εx / εy ;

**Одноосьове розтягнення** εz викличе подовження по цій осі +εz і відповідно стиск у побічних напрямках – εx εy , які у випадку ізотропності матеріалу є рівними.

**Міцність** – здатність матеріалу опиратися без руйнування внутрішнім  напруженням, що  виникають під впливом зовнішнього навантаження. Міцність є основною властивістю більшості будівельних матеріалів, одним з найважливіших показників якості конструкційних матеріалів. Від значення міцності залежить величина навантаження, що може сприймати даний матеріал при заданому перетині, працюючи в конструкції.

Міцність матеріалу оцінюють межею міцності R, напругою відповідно навантаженню, яке викликало напругу. Залежно від міцності будівельні матеріали поділяють на марки. Єдина шкала марок охоплює все будівництво. Найчастіше під маркою розуміють межу міцності при стиску, тому що саме цей вид навантаження зазнають більшість конструкційних матеріалів, які працюють у спорудах.

*Межа міцності деяких будівельних матеріалів* (Матеріал - Межа міцності, МПа на стиск, на розтяг на вигин):

- Граніт 137...176.

- Цегла керамічна 7,5...30, 1,7...45.

- Бетон на цементній основі 10...60, 2...12.

- Плити гіпсокартонні 18...50, 3...7.

- Смерека (уздовж волокон) 30...45, 115...80.

- Дуб(уздовж волокон) 40...50, 175...90.

- Сталь вуглецева Ст3 359...450, 350...450.

Для оцінки ефективності матеріалу в будівництві використовується коефіцієнт конструктивної якості (питома міцність), що розраховується як показник міцності, віднесений до відносної густини матеріалу: Rу = R/d, де d – відносна густина матеріалу, що є безрозмірною величиною.

Найбільш конструктивними й ефективними в будівництві вважаються матеріали, які мають високу міцність при малій власній густині. Далі наведені значення Rу для деяких матеріалів:

- склопластик – 450/2 = 225 МПа;

- сталь – 390/7,85 = 51 Мпа;

- важкий бетон – 40/2,4 = 16,6 МПа;

- легкий бетон – 10/0,8 = 12,5 МПа;

- керамічна цегла – 10/1, 8 = 5,56 МПа.

**Твердість** – властивість матеріалу чинити опір проникненню в нього іншого більш твердого матеріалу. Твердість кам'яних матеріалів природного походження оцінюється за шкалою Мооса, складеною з 10 мінералів з умовним показником твердості від 1 до 10 (найм’якіший тальк – 1, найтвердіший алмаз – 10). Твердість металів, бетону, пластмас визначають вдавленням у випробуваний зразок сталевої кульки. У результаті випробувань обчислюють число твердості НВ = Р/F, де F – площа поверхні відбитка.

**Стиранність** – властивість матеріалу чинити опір стиранню. Стиранність оцінюють втратою первісної маси зразка матеріалу, віднесеної до площі поверхні стирання: І = (m1 - m2)/F, де m1 і m2 - маса зразка до і після стирання. Зазначена властивість є одним з основних показників якості матеріалів, що застосовуються для дорожнього будівництва, влаштування підлог, сходів, тощо. Ударна в'язкість – властивість матеріалу чинити опір ударним навантаженням. Даний вид навантаження, на відміну від розглянутих вище, має короткочасний, миттєвий характер. Характеристикою цієї властивості є робота, витрачена на руйнування стандартного зразка, віднесена до одиниці його об'єму: Ауд. = m (1 + 2 + 3 +…+ n)/V·10, де m – маса вантажу копра, кг; V – об'єм зразка, см3; (1+2+3+…+n) – шлях, пройдений вантажем копра для руйнування зразка.

**Знос** – властивість матеріалу чинити опір одночасному впливу зношуючих і ударних навантажень. Показником зносу служить втрата маси зразка матеріалу у % від початкової.

**Довговічність** – властивість виробу зберігати працездатність до граничного стану з необхідними перервами на ремонт. Граничний стан визначають руйнуванням виробу, вимогами безпеки або виходячи з економічних міркувань. Надійність – загальна властивість, що характеризує прояв всіх інших властивостей виробу в процесі експлуатації. Надійність включає: довговічність, безвідмовність, ремонтопридатність і бережливість.

**3. Хімічні й технологічні властивості матеріалів**

Хімічні властивості матеріалу визначають його здатність вступати в хімічну взаємодію з речовинами навколишнього середовища, при якому утворюються нові речовини або сполуки. До хімічних властивостей відносять: корозійну стійкість, розчинення, адгезію, горючість, токсичність, дисперсність. Технологічні властивості матеріалу характеризують реакцію матеріалу на різні технологічні процеси, що змінюють стан матеріалу, структуру його поверхні, що додає потрібну форму і розміри. Такі технологічні властивості, як здатність до подрібнювання, розпилу, шліфування, цвяхомість мають важливе практичне значення, тому що від них залежать якість і вартість готових виробів і конструкцій.