ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА"
Кафедра розробки родовищ корисних копалин
ім. проф. Бакка М.Т.

БУДІВЕЛЬНЕ МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО

Лектор к.т.н., доцент
Павлов Євген Євгенійович

Зміст дисципліни

1. Класифікація та основні властивості будівельних матеріалів
2. Будівельні матеріали з деревини
3. Природні кам'яні матеріали
4. Керамічні матеріали
5. Метали в будівництві
6. Мінеральні в’яжучі речовини
7. Бетони
8. Збірні залізобетонні будівельні вироби
9. Будівельні розчини
10. Штучні кам'яні матеріали і вироби на основі мінеральних в’яжучих речовин
11. Бітумні і дьогтьові в’яжучі матеріали на їх основі
12. Матеріали з промислових відходів

Рекомендована література

1. Кривенко П.В., Пушкарьова К.К. Будівельне матеріалознавство. К.: ТОВ УАВК « Екс Об». 2004. 704 с.
2. Захарченко П.В., Долгий Е.М. Сучасні композиційні будівельно–оздоблювальні матеріали. К.: КНУБА. 2005. 512 с.
3. Рыбьев И.А. Строительное материаловедение. М. : Высшая школа. 2004. 701с
4. Микульский В.Г., Куприянов В.Н., Сахаров Г.П. Строительные материалы. М: Изд-во АСВ. 2000. 536 с.
5. Попов К.Н., Каддо М.Б. Строительные материалы и изделия . М.: Высш. шк. 2002. 367 с.

КЛАСИФІКАЦІЯ ТА ОСНОВНІ ВЛАСТИВОСТІ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Тема 1

Класифікація та основні вимоги до будівельних матеріалів

ЗА ПРИЗНАЧЕННЯМ будівельні матеріали ділять на такі групи:

- ***конструкційні***, які сприймають та передають навантаження у різних конструкціях;
- ***теплоізоляційні***, основне призначення яких - звести до мінімуму перенесення теплоти через будівельну конструкцію і тим самим забезпечити необхідний тепловий режим приміщення за мінімальних витрат енергії;
- ***акустичні (звукопоглинаючі та звукоізоляційні)*** – для зниження рівня «шумового забруднення» приміщення;
- **гідроізоляційні та покрівельні** - для створення водонепроникних шарів на покрівлях, підземних спорудах та інших конструкціях, які необхідно захищати від впливу води або водяної пари;
- ***герметизуючі*** - для закладення стиків у збірних конструкціях різних гірничо-технічних споруд;
- ***оздоблювальні*** – для покращення декоративних якостей будівельних конструкцій, а також для захисту конструкційних, теплоізоляційних та інших матеріалів від зовнішніх впливів;
- ***спеціального призначення*** (вогнетривкі або кислототривкі та ін.), що застосовуються при зведенні спеціальних підземних споруд.

ВЛАСТИВОСТІ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Залежно від хімічного складу будівельні матеріали прийнято ділити на:

- •органічні (деревина, бітум, пластмаси);
- • мінеральні (природний камінь, бетон, кераміка тощо);
- •металеві (сталь, чавун, кольорові метали).

ПОХОДЖЕННЯ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

За способом виготовлення матеріали поділяють на:

- природні (деревина, природне каміння), які піддають тільки механічній обробці;
- безвипалювальні – матеріали, які твердіють у звичайних умовах, а також матеріали автоклавної обробки;
- отримані за допомогою теплової обробки та при випалюванні зі спіканням (кераміка, мінеральні в'яжучі);
- отримані плавленням – скло, метали.

БУДІВЛЯ ТА СКЛАД МАТЕРІАЛІВ

Будову матеріалу вивчають на трьох рівнях:

1. Макроструктура матеріалу – будова, видима неозброєним оком.

2. Мікроструктура матеріалу – будова, видима в оптичний мікроскоп.

3. Внутрішня будова речовин, що складають матеріал на молекулярно-іонному рівні (вивчається з використанням ІЧ-скопії, диференційно-термічного і рентгено - структурного методів аналізу).

- Макроструктура твердих будівельних матеріалів може бути: конгломератною, ячеїстою, дрібнопористою, волокнистою, шаруватою, пухкозернистою.
- Мікроструктура речовин, що складають матеріал, може бути кристалічною і аморфною. Кристалічна й аморфна форми нерідко є різними станами тієї самої речовини. Найбільш стійкою є кристалічна форма.
- Внутрішня будівля визначає механічну міцність, твердість, тугоплавкість і т.д. Розрізняють за характером зв'язку між частками (ковалентна, іонна).

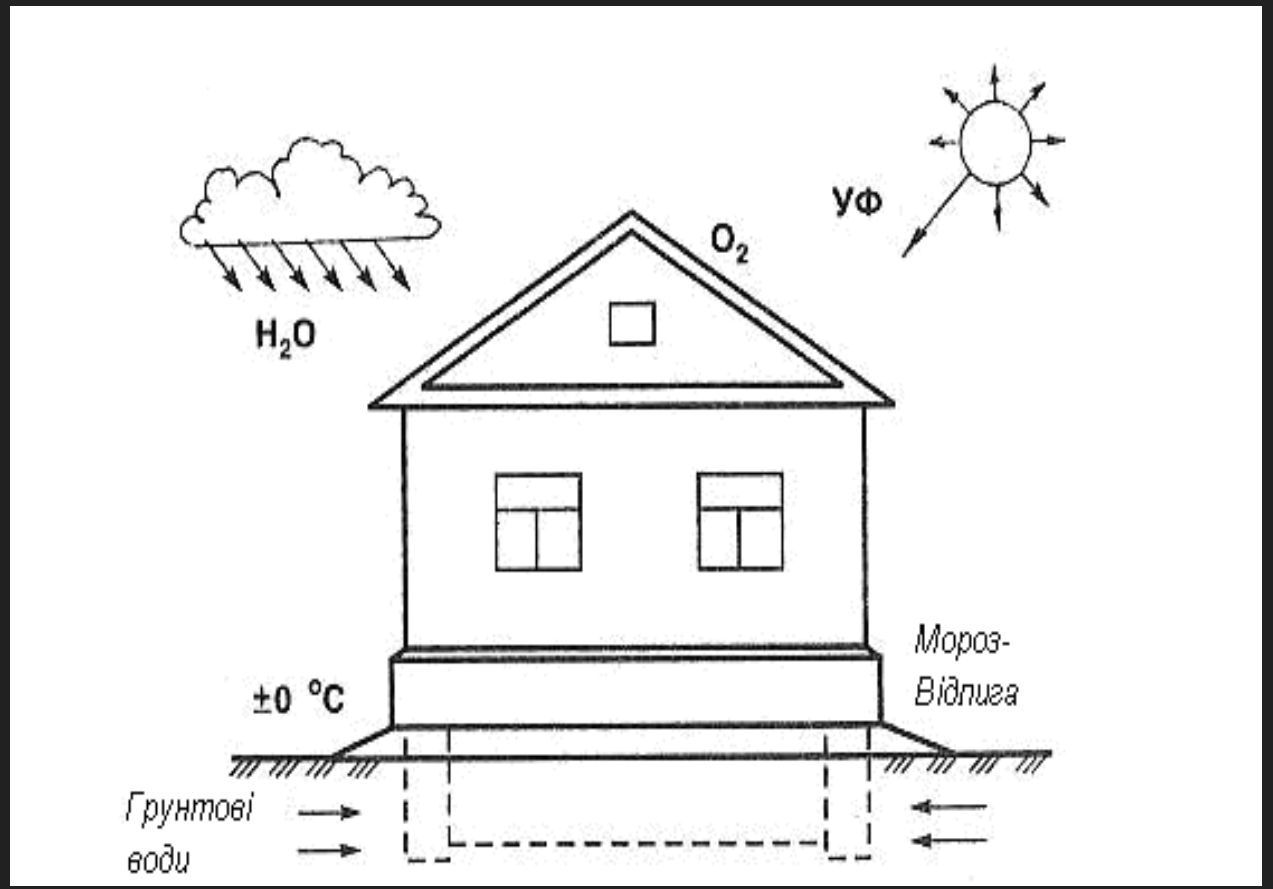
СКЛАД МАТЕРІАЛІВ

Будівельні матеріали характеризуються хімічним, мінеральним і фазовим складом.

- Хімічний склад дозволяє судити про ряд властивостей матеріалу: вогнестійкості, біостійкості та інших технічних характеристиках. Виражається процентним вмістом основних і кислотних оксидів.
- Мінеральний склад показує, які мінерали й у якій кількості містяться в матеріалі. Мінерали являють собою зв'язані основні й кислотні оксиди.
- Фазовий склад матеріалу і фазові переходи води, що знаходяться в його порах, впливають на властивості й поведінку матеріалу при експлуатації. З погляду фазової будови в матеріалі виділяють тверді речовини, що утворюють стінки пор (каркас) і пори, заповнені повітрям чи водою.

ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МАТЕРІАЛІВ

- Щоб будівля або споруда була міцною та довговічною, необхідно знати агресивні дії зовнішнього середовища, в якому буде працювати кожна конструкція. Тому **важливо** знати, які властивості має той чи інший матеріал



ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МАТЕРІАЛІВ

- ***Істинна щільність*** ρ (г/см^3, кг/м^3) **–** маса одиниці об'єму абсолютно щільного матеріалу. Якщо маса матеріалу m, а його обсяг V_a – його обсяг у щільному стані, то
  ρ = m/Va;
- ***Середня щільність*** ρ**o** (г/см^3, кг/м^3) – маса одиниці об'єму матеріалу в природному стані (з порами і дефектами):
  ρo = m/V;
- ***Насипна щільність*** $\rho_н$ (г/см^3,кг/м^3) – маса одиниці об'єму пухко насипаних зернистих чи волокнистих матеріалів (цемент, пісок, щебінь і т.д.). Якщо маса матеріалу m , а $V_н$ – його обсяг у пухко насипному стані, то
  ρн = m/Vн;

ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МАТЕРІАЛІВ

- ***пористість*** **П** – є ступінь заповнення матеріалу порами.

  Пористість виражають у % чи частках одиниці.
  При експериментально-розрахунковому методі визначення пористості використовують значення істинної й середньої пористості:
  П=(1 – ρо/ρ)100%.
  Значення пористості будівельних матеріалів коливається від 0 до 98 %.
  Наприклад, пористість важкого бетону – 10 %; цегли звичайної – 32 %; природних кам'яних матеріалів магматичного походження – 1,4 %; спінених полімерів – 98 %

ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МАТЕРІАЛІВ

Матеріал	Щільність, кг/м³		Пористість, %
	середня	істинна	
Граніт	2600…2700	2700…2800	0…2
Важкий бетон	2200…2500	2600…2700	2…25
Цегла	1400…1800	2500…2600	25…35
Деревина	400…800	1500…1550	45…70
Пінопласт	15…100	950…1200	90…98

ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МАТЕРІАЛІВ

- ***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.д.

$$W_m = [(m_1 - m_2)/m_2] \cdot 100\ \%$$

ДЕ: m1 - маса матеріалу у природно вологому стані, г;
m2 - маса матеріалу, висушеного до постійної маси;

ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МАТЕРІАЛІВ

- ***Водопоглинення*** – здатність матеріалу всмоктувати й утримувати воду. Розрізняють водопоглинання за масою і об’ємом :

$$W_m = [(m_1 - m)/m] \cdot 100\%;$$

$$W_v = [(m_1 - m)/v] \cdot 100\%,$$

де m_1 – маса зразка, насиченого водою;
m – маса сухого зразка.

ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МАТЕРІАЛІВ

- ***Водопроникність*** – це властивість матеріалу пропускати воду під тиском. Водопроникність характеризується коефіцієнтом фільтрації **Кф *(м/г):***
  Кф = Vв · a/(S(p1-p)t),
  де Vв – кількість води ($м^3$), що проходить через стінку площею S = 1 $м^2$, товщиною а = 1 м, за час t = 1 год. при різниці гідростатичного тиску на межах стінки p_{1-p}=1 м вод. ст.

- ***Коефіцієнт розм'якшення*** **– Кр** – відношення міцності матеріалу, насиченого водою $R_в$, до міцності сухого матеріалу R_c:
  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.

ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МАТЕРІАЛІВ

- ***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 %;
- Теплове розширення – властивість матеріалу розширюватися при нагріванні та стискатися при охолодженні – характеризується температурними коефіцієнтами об'ємного (КОТР) та лінійного (КЛТР) розширення

ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МАТЕРІАЛІВ

- ***Теплопровідність*** – властивість матеріалу передавати тепло від однієї поверхні до іншої. Характеристикою теплопровідності є коефіцієнт теплопровідності **λ** (Вт/м ^{o}C) На практиці зручно судити про теплопровідність за щільністю матеріалу.
  Зазначена залежність виражається формулою В.П. Некрасова:

$$\lambda = 1,16\sqrt{0,0196 + 0,22 \cdot d^2} - 0.16,$$

де d – відносна щільність матеріалу.

- ***Теплоємність*** – здатність матеріалу акумулювати тепло при нагріванні і виділяти тепло при остиганні

ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МАТЕРІАЛІВ

- ***Вогнестійкість*** – здатність матеріалу витримувати без руйнування вплив вогню та води в умовах пожежі. Руйнування матеріалу в таких умовах може статися через те, що він згорить, розтріскається, повністю втратить міцність. За ступенем вогнестійкості розрізняють вогнетривкі, важкоспалювані і горючі матеріали:
- ***вогнетривкі*** під дією вогню або високої температури не горять і не обвуглюються. До таких матеріалів відносяться бетон, цегла та ін. Однак деякі вогнетривкі матеріали (скло, азбестоцемент, мармур) при різкому нагріванні руйнуються, а інші конструкції при сильному нагріванні втрачають міцність і деформуються.
- ***важкоспалювані*** матеріали під дією вогню повільно спалахують і після видалення вогню їх горіння і тління припиняються. До цих матеріалів відносяться фіброліт, просочена антипіренами деревина, асфальтобетон.
- ***горючі*** під дією вогню або високої температури горять і продовжують горіти після видалення джерела вогню

ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МАТЕРІАЛІВ

- Акустичні властивості матеріалів - це властивості, пов'язані із взаємодією матеріалу та звуку.
- Звук, або звукові хвилі, - це механічні коливання, що поширюються в твердих, рідких та газоподібних середовищах.
- Звукопровідність залежить від маси матеріалу та його будови. Матеріал тим менше проводить звук, що більше його маса; якщо маса матеріалу велика, енергії звукових хвиль не вистачає, щоб пройти крізь нього, так як для цього треба змусити матеріал вагатися. Погано проводять звук пористі та волокнисті матеріали, так як звукова енергія поглинається та розсіюється розвиненою поверхнею матеріалу, переходячи при цьому в теплову енергію.
- Звуковбирання залежить від характеру поверхні матеріалу. Матеріали з гладкою поверхнею відображають більшу частину падаючого на них звуку (ефект дзеркала), тому в приміщенні з гладкими стінами звук, багаторазово відбиваючись від них, створює постійний шум. Якщо поверхня матеріалу має відкриту пористість, то звукові коливання, входячи в пори, поглинаються матеріалом, а не відображаються. Так, м'які меблі, килими заглушають звук.

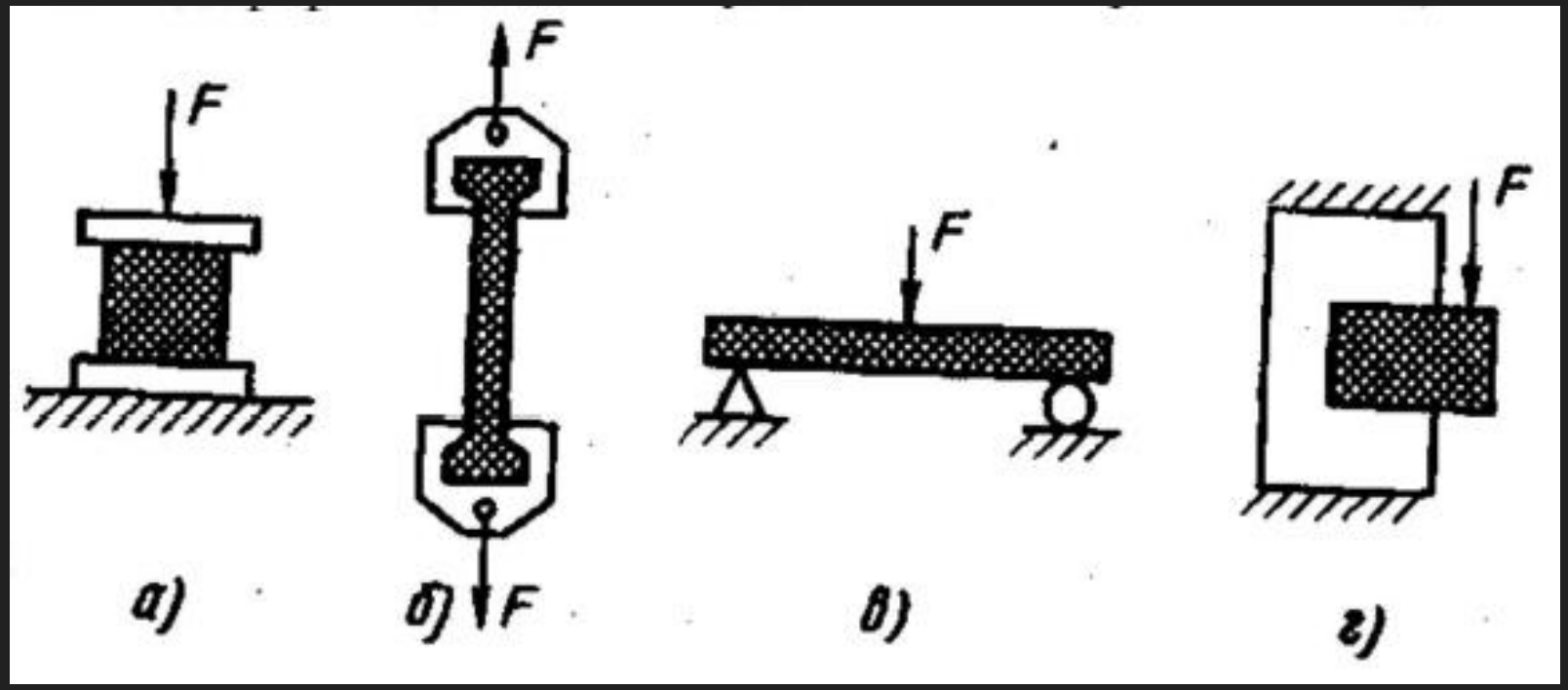
МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МАТЕРІАЛІВ

- Пружність – властивість матеріалу мимовільно відновлювати первісну форму і розміри після припинення дії зовнішніх сил.
- Пластичність – властивості матеріалу змінювати форму чи розміри під дією зовнішніх сил, не руйнуючи, причому після припинення дії сили матеріал не може мимовільно відновити розміри і форму.
- Крихкість – здатність матеріалу руйнуватися без утворення помітних залишкових деформацій.
- Основними характеристиками деформаційних властивостей будівельного матеріалу є: модуль пружності, коефіцієнт Пуассона, модуль зрушення, об'ємний модуль пружності, граничні деформації, повзучість.
- Модуль пружності E являє собою міру твердості матеріалу і зв'язує пружну деформацію і одноосьове напруження відповідно до закону Гука.

МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МАТЕРІАЛІВ

Міцність – здатність матеріалу опиратися, не руйнуючи, внутрішнім напруженням, що виникають під дією зовнішнього навантаження.

Розрізняють міцність при стисканні (А), розтягуванні (Б), згинанні (В), зрізі (г)



МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МАТЕРІАЛІВ

Матеріал	Межа міцності, МПа		
	на стиск	на розтяження	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
Сосна (уздовж волокон)	30...45	115	80
Дуб (уздовж волокон)	40...50	175	90
Сталь вуглецева Ст3	359...450	350...450	

МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МАТЕРІАЛІВ

- Для оцінки ефективності матеріалу в будівництві використовується ***коефіцієнт конструктивної якості*** (питома міцність), що розраховується як показник міцності, віднесений до відносної щільності матеріалу:

$$Ry = \frac{R}{d},$$

$$Ry.д. = \frac{130}{700} = 0{,}18$$

$$Ry.б. = \frac{120}{450} = 0{,}27$$

де d – відносна щільність матеріалу, що є безрозмірною величиною.

МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МАТЕРІАЛІВ

- Твердість – властивість матеріалу пручатися проникненню в нього іншого більш твердого матеріалу.
- Твердість кам'яних матеріалів природного походження оцінюється за шкалою Маоса, складеною з 10 мінералів з умовним показником твердості від 1 до 10 (самий м'який тальк – 1, самий твердий алмаз – 10). Твердість металів, бетону, пластмас визначають вдавленням у випробуваний зразок сталевої кульки. У результаті випробуванні обчислюють число твердості

$$HB = P/F,$$

де F – площа поверхні відбитка.

1) тальк; 2) гіпс; 3) вапняний шпат; 4) плавиковий шпат; 5) апатит; 6) польовий шпат, 7) кварц, 8) топаз, 9) корунд, 10) алмаз.

МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МАТЕРІАЛІВ

- за методом Брінелля застосовується гідравлічний прес Брінелля, дія якого заснована на втисканні сталевої кульки поверхневий шар випробуваного матеріалу під певним навантаженням (від 10 до 30 секунд). По діаметру відбитка розраховують число твердості НВ (за Брінеллем) або HR (за Роквеллом);

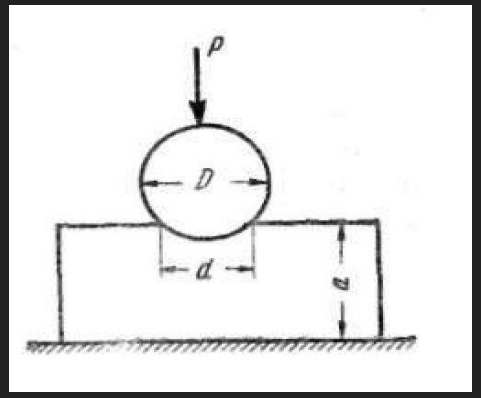
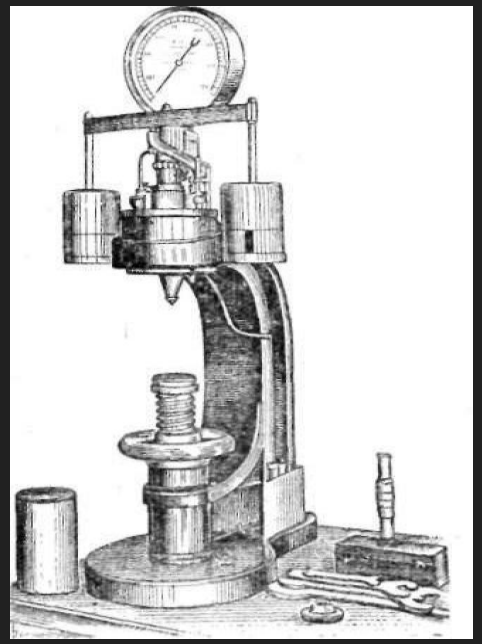


Схема впровадження сталевої кульки в випробуваний метал по Брінеллю



Прес Брінелля

Прилад для визначення твердості

МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МАТЕРІАЛІВ

- Стиранність – властивість матеріалу пручатися стиранням впливам.
- Стиранність оцінюють втратою первісної маси зразка матеріалу, віднесеної до площі поверхні стирання:

$$I = (m1 - m2)/F,$$

де m1 і m2 – маса зразка до і після стирання;

Зазначена властивість є одним з основних показників якості матеріалів, застосовуваних для дорожнього будівництва, влаштування підлог, сходів.

МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МАТЕРІАЛІВ

- Ударна в'язкість – властивість матеріалу пручатися 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:

$$Ауд = m\ (1 + 2 + 3 + n)/V \cdot 10^3$$

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 пручатися одночасному впливу зношуючих і ударних навантажень. Показником зносу служить утрата маси зразка матеріалу в % від початкової.

ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МАТЕРІАЛІВ

- Хімічні властивості матеріалу визначають його здатність вступати в хімічну взаємодію з речовинами навколишнього середовища, при якому утворюються нові речовини. До хімічних властивостей відносять: корозійну стійкість, розчинення, адгезію, горючість, токсичність, дисперсність.
- Корозія – руйнація твердих тіл, що викликається хімічними та електрохімічними процесами, що протікають у них при взаємодії із зовнішнім середовищем;
- Біокорозія - руйнування матеріалу під впливом живих організмів (грибів, бактерій);
- Старіння - зміна структури та хімічного складу пластмас під впливом зовнішнього середовища (сонячне опромінення, кисень повітря, підвищені температури)
- Технологічні властивості матеріалу характеризують відношення матеріалу до різних технологічних процесів, що змінюють стан матеріалу, структуру його поверхні, що додає потрібну форму і розміри. Такі технологічні властивості як подрібнюваність, розпилюваність, шліфованість, гвоздимість мають важливе практичне значення, тому що від них залежать якість і вартість готових виробів і конструкцій.

Стандартизація будівельних матеріалів (На самостійне опрацювання)

- Стандартизація – система єдиних загальноприйнятих нормативів за типами, параметрами, розмірами і якістю виробів, за величинами вимірів показників, методами випробування, контролю, правилами пакування, маркування і зберігання продукції. Стандартизація сприяє встановленню певного граничного рівня якості готової продукції.
- Стандарт – нормативно-технічний документ, що встановлює певний комплекс норм, правил і вимог до об'єкта стандартизації і затверджений у встановленому порядку.
- В Україні діє державна система стандартизації.
- Основні вимоги до якості матеріалів, виробів і готових конструкцій масового застосування встановлюються Державними стандартами України (ДСТУ), галузевими стандартами (ГСТ), технічними умовами (ТУ).
- ДСТУ і ТУ розробляються на основі новітніх досягнень науки і техніки і містять: точне визначення матеріалу, класифікацію за марками й сортами, технічні умови на виготовлення, методи випробування, умови зберігання і транспортування.
- ДСТУ і ТУ – документи, які встановлюють, що даний матеріал чи виріб схвалені для виробництва і застосування при визначеній його якості. ДСТУ і ТУ мають силу закону.

Стандартизація будівельних матеріалів (на самостійне опрацювання)

- Основні положення будівельного проектування і виробництва будівельних робіт регламентуються Будівельними нормами і правилами (БНІП) і Державними будівельними нормами України (ДБН).
- У їх документах вимоги до властивостей матеріалів виражені у вигляді марок на ці матеріали.
- Марка будівельного матеріалу – умовний показник, установлюваний за найголовнішими експлуатаційними характеристиками чи комплексом найголовніших властивостей матеріалу. Так, існують марки за міцністю, щільністю, морозостійкістю, вогнетривкістю.
- Той самий матеріал має кілька марок за різними властивостями. Так, для цегли, основними показниками якості є міцність на стиск і вигин, а також морозостійкість. Наприклад, ДСТУ встановлені такі марки керамічної цегли за міцністю на стиск і вигин: М75-М300. Цифра вказує мінімально допустиму межу міцності матеріалу, виражену в кгс/см2.