



Гірничче  
матеріалознавство



The background features several overlapping hexagonal shapes. Some are filled with a colorful, abstract pattern of dots and lines, resembling a network or molecular structure. One hexagon is empty with a dark outline. The bottom of the page has a grey, brushed-metal texture.







# Силабус ДИСЦИПЛІНИ



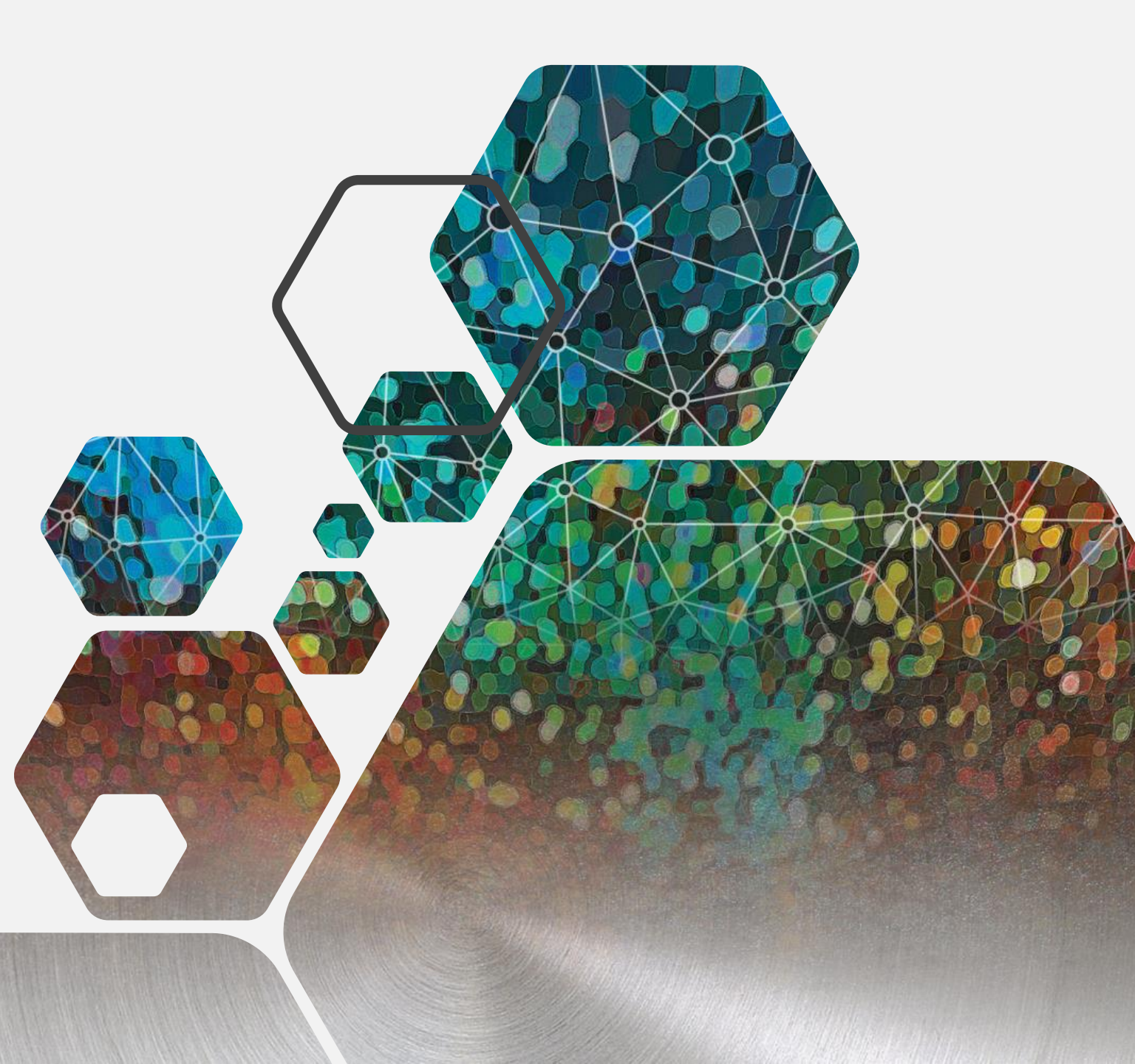
# Зміст курсу практичних занять

№	Назва теми	Зміст заняття
1	Силабус. Фізичні властивості матеріалів та їх характеристики	Класифікація та визначення основних фізичних властивостей
2	Методика визначення та розрахунок фізичних властивостей матеріалів	Методи визначення властивостей матеріалів та розрахунок фізичних властивостей
3	Матеріали та вироби з деревини	Загальні відомості та властивості деревини, типи лісоматеріалів та виробів з деревини, застосування лісоматеріалів в гірничій промисловості
4	Природні кам'яні матеріали (магматичні і метаморфічні)	Загальна характеристика будівельних матеріалів магматичного і метаморфічного походження
5	Природні кам'яні матеріали (осадові)	Загальна характеристика та ключові особливості кам'яних матеріалів осадового походження
6	Загальні відомості про керамичні матеріали та особливості їх виготовлення	Загальні відомості про керамічні вироби та вимоги галузі до якості керамічної сировини
7	Керамічні матеріали та вироби (матеріали для кріплення гірничих виробок)	Характеристика керамічних виробів та наведення прикладів застосування керамічних виробів у гірничовидобувній галузі і розв'язок тематичних задач
8	Мінеральні в'язучі речовини	Загальні відомості про повітряні, гіпсові гідравлічні в'язучі речовини, вапно, портландцементи та типи цементів, розв'язок тематичних задач
9	Бетони, залізобетони та їх властивості	Загальні відомості та властивості бетонів і бетонних виробів, класифікація бетонів, характеристика важких, легких, газо-, піно- та залізобетонів, поняття будівельний розчин
10	Бетони і залізобетони для кріплення гірничих виробок	В'язучі речовини та розчини, що застосовуються у гірництві, бетони і залізобетони для кріплення гірничих виробок
11	Заповнювачі для бетону	Загальна характеристика та типи заповнювачів для бетону, добавки та стабілізатори для керування якістю бетону
12	Органічні в'язучі матеріали, гуми та полімери в гірничій промисловості	Бітуми, дьогті, асфальт, матеріали та вироби з пластмас, полімери в гірництві, загальна характеристика та область застосування гумових матеріалів
13	Залізо та сплави на його основі (сталі, чавуни)	Структура сталі, класифікація сталей, маркування сталей за хімічним складом, конструкційні сплави та сталі, інструментальні сталі та сплави, чавуни
14	Титани, тугоплавкі метали та сплави на їх основі	Титани, тугоплавкі метали та сплави на їх основі
15	Кольорові метали та сплави на їх основі	Мідь, латунь, бронза, алюмінієві сплави, антифрикційні сплави та порошкові металеві матеріали
16	Обробка та експлуатація металів. Метали для кріплення гірничих виробок	Характеристика способів обробки, зварювання та захисту металів, застосування металевих виробів для кріплення гірничих виробок, розрахункова робота з визначення внутрішніх навантажень прокатного виробу за допомогою AutoDESK INVENTOR

# Список рекомендованої літератури

- 
- Боброва Т.Б. Навчальний посібник «Основи матеріалознавства». / Т.Б. Боброва, С.М. Високос, Ю.Ю. Глушко, М.В. Пеховка, В.О. Сашко, Т.М. Терещенко. – Київ: Ресурсний центр ГУРТ, 2019. – 104 с.
- 
- Бузило В.І. Навчальний посібник «Матеріалознавство». / В.І. Бузило, В.П. Сердюк, А.В. Яворський, О.А. Гайдан. Дніпро: НТУ «ДП», 2021. – 243 с.
- 
- Гарнець В.М. Підручник «Конструкційне матеріалознавство». / В.М. Гарнець, В.М. Коваленко. – Київ: Видавництво «Либідь», 2007. – 383 с.
- 
- Пащенко Т.М. Підручник «Будівельне матеріалознавство». / Т.М. Пащенко, З.І. Світа. Київ, 2013. – 330 с.
- 
- Duggal S.K. «Building materials» (Third revised edition). / S.K. Duggal. Published by New Age International, 2008. – 544 p.
- 
- Методичні вказівки для самостійного вивчення дисципліни «Гірниче матеріалознавство» для студентів за напрямом підготовки: 6.050301 «Гірництво»: Камських О.В., Камських Т.Є.,– Житомир: ЖДТУ, 2015. – 54 с.



The background features several overlapping hexagonal shapes. The top-left hexagon is filled with a blue and green network pattern of interconnected nodes and lines. Below it, a smaller hexagon is partially visible. To the left, another hexagon contains a similar network pattern in shades of blue and purple. Below that, a hexagon is filled with a brown and orange network pattern. At the bottom left, a large hexagon is filled with a green and yellow network pattern. The bottom of the slide shows a metallic, brushed metal texture. A dark grey speech bubble with a yellow corner is positioned on the right side, containing the main text.

**Основні  
властивості  
матеріалів.  
Методика їх  
визначення.**

# Класифікація матеріалів



**Метали** діляться на чорні, кольорові і твердосплавні. Чорні – це метали і сплави на основі заліза (чавуни, сталі). Іноді до них відносять марганець, нікель. Кольорові – всі інші метали та сплави на їх основі. До твердосплавних відносять такі метали як вольфрам, титан, тантал та інші, а також сплави на їх основі.

**Неметали** поділяються на природні та штучні. Природні – матеріали, одержувані з магматичних, осадових та метаморфізованих гірських порід, а також деревина. Штучні – матеріали, одержувані шляхом певної технологічної переробки природних, а також пластичні маси (скло, гума, лаки, фарби, клей, герметики і т.д.).

**Композити** – штучні матеріали, отримані з двох і більше компонентів. Це азбоцементні вироби, фібробетон, склопластики, бетонополімери та ін.

# Фізичні властивості матеріалів (маса та густина)

Маса речовини розглядається як міра її кількості. Таким чином, для однорідної системи маса характеризує число структурних елементів (атомів, іонів, молекул та ін.), що містяться в термодинамічній системі. **Густина** – міра кількості речовини в одиниці об'єму кг/м.куб:

$$\rho = m/V.$$

Густина, може розглядатися як *теоретична* або *справжня*. Густину, близьку до теоретичної мають, як правило, метали, рідини, деякі полімери та ін. Для неоднорідних речовин використовують поняття «*об'ємна густина*».

**Об'ємна або середня густина** – величина, що визначається відношенням маси неоднорідної речовини до всього займаного нею об'єму, включаючи пори та порожнини. Об'ємну густину  $\rho_{сер}$  обчислюють за формулою:

$$\rho_{сер} = m/V_n,$$

де  $V_n$  – обсяг речовини в природному стані.

Для інженерних розрахунків використовуються поняття «*відносна густина*» та «*насипна густина*».

**Відносна густина** являє собою відношення густини речовини  $\rho$  до густини еталонної речовини  $\rho_{ет}$  при певних зовнішніх умовах:

$$P_{від} = \rho / \rho_{ет}$$

Густина твердих і рідких матеріалів зазвичай порівнюють з густиною води при температурі 4°C (1000 кг/м<sup>3</sup>). Насипна густина  $\rho_n$  – маса одиниці об'єму вільно насипаних дисперсних матеріалів (наприклад, цемент, пісок, мінеральна вата та ін.)



# Фізичні властивості матеріалів (маса та густина)

## Густини деяких матеріалів

Матеріали	$\rho_{\text{іст}}$ , г/см.куб	$\rho_{\text{сер}}$ , г/см.куб	Матеріали	$\rho_{\text{іст}}$ , г/см.куб	$\rho_{\text{сер}}$ , г/см.куб
Алюміній	2,7	2,69	Вініпласт	1,5...1,6	1,38...1,45
Вольфрам	19,1	19	Капрон	1,3...1,4	1,1...1,2
Графіт	2,2...2,3	1,9...2,3	Пінопласт	–	0,2...0,4
Залізо	7,8...7,9	7,8	Склопластик	–	1,65...1,78
Золото	19,35	19,30	Бетон	2,5...2,6	2,4...2,6
Мідь	8,93	8,90	Граніт, Базальт	2,7...3,0	2,7
Свинець	11,34	11,34			
Срібло	10,7	10,5	Пісковики	2,6...2,7	2,4
Бронза	–	7,9...9,1	Цегла червона (керамічна)	2,6...2,7	1,6...1,9
Латунь	–	8,2...8,8			
Дуб	1,55...1,6	0,6...0,8			
Модрина	1,55...1,6	0,67	Цегла силікатна	2,6...2,7	1
Ялина	1,5...1,6	0,44...0,6			
Сосна	1,53...1,6	0,4...0,6	Пісок	2,5...2,6	1,5...1,7
Скло	2,65	2,65	Шифер	–	1,6...1,8
Гума	–	1,2	Папір	–	0,7...1

# Фізичні властивості матеріалів (пористість)

**Пористість** – ступінь заповнення обсягу матеріалу порами. За значенням пористість може виражатися в частках одиниці та в відсотках і визначається за формулою:

$$P = 1 - \frac{\rho_{\text{сер}}}{\rho_{\text{іст}}} \quad \text{або} \quad P = \left(1 - \frac{\rho_{\text{сер}}}{\rho_{\text{іст}}}\right) \cdot 100\%$$

Експериментально пористість визначається заміщенням порового простору в матеріалі об'ємом рідкого гелію, який має високу проникаючу здатність, а також водою або гасом. Пори є осередки, які не заповнені структурним матеріалом. За величиною вони можуть бути від мільйонних часток міліметра до декількох міліметрів.

Великі пори, наприклад, між зернами сипучих матеріалів, в пустотілих цеглинах, панелях з залізобетону називають пустотами. Пори зазвичай заповнені повітрям або водою.

## Пористості деяких матеріалів

Найменування матеріалу	Пористість, %
Бетон: важкий	до 10
легкий	61,5
Цегла: звичайна	32
силікатна	5...10
Природний камінь граніт	1,4
Скло віконне	0
Пінопласт	98
Соснові дошки	67

Пористість матеріалів коливається в широких межах 0,2...1,8% – у граніту і мармуру; до 75...85% теплоізоляційних матеріалах і понад 90% у пінопластів і мінеральної вати.

Від величини пористості та її характеру залежать найважливіші властивості матеріалів: густина, міцність, довговічність, теплопровідність, водопоглинання, водонепроникність та ін.

# Температурні властивості матеріалів

**Температура** – фізична величина, що характеризує стан термодинамічної рівноваги системи.

**Температура склування  $T_{ск}$**  – температура оборотного рівноважного фазового переходу речовини в склоподібний стан з переохолодженого розплаву при постійному зовнішньому тиску.

**Температура кипіння  $T_{кип}$**  – температура рівноважного переходу рідини у пару при постійному зовнішньому тиску. Температура кипіння підвищується зі збільшенням зовнішнього тиску та концентрації розчиненої речовини.

**Температура розкладання** – мінімальна температура оточуючого зразок повітря, при якій із зразку в результаті розкладання виділяється помітна кількість газу.

**Температура займання** – мінімальна температура оточуючого зразок повітря, при якій виділяється достатня кількість горючих газів, здатних спалахнути від внесеного полум'я.

**Температура загоряння** – мінімальна температура оточуючого зразок повітря, при якій за відсутності зовнішнього джерела запалювання виникає самозаймання.



# Теплові властивості матеріалів

**Теплопровідність** – здатність матеріалу передавати через свою товщину тепловий потік, що виникає внаслідок різниці температур на протилежних поверхнях. Теплопровідність характеризується коеф. теплопровідності.

**Коефіцієнт теплопровідності  $\lambda$**  – відношення добутку кількості теплоти  $Q$ , що проходить через пластинку матеріалу, на товщину пластинки  $h$  до площі пластинки  $S$ , помноженої на різницю температур на її сторонах  $(T_1 - T_2)$ , Вт/(м·К):

$$\lambda = Q \cdot h / S \cdot (T_1 - T_2).$$

Теплопровідність матеріалу залежить від його будови, пористості та характеру пір, від вологості та температури, при якій відбувається передача теплоти. Теплопровідність однорідного матеріалу залежить від густоти (зі зменшенням густоти зменшується теплопровідність).

## Теплопровідність деяких матеріалів

Матеріал	Коеф. теплопров. $\lambda$ , Вт/м·°С	Матеріал	Коеф. теплопров. $\lambda$ , Вт/м·°С	Матеріал	Коеф. теплопров. $\lambda$ , Вт/м·°С
Алюміній	230	Ялина	0,15	Дюралюміній	160
Залізо	80	Сосна	0,23	Латунь	110
Золото	317	Пінопласт	0,04...0,05	Сталь	52
Мідь	401	Полістирол	0,082	Скло	1,15
Свинець	35	Склопластик	0,3	Цегла червона	0,81...0,87
Срібло	430	Бетон на гравій	1,7	Шифер	0,35
Бронза	135	Граніт, базальт	3,5	Гума	0,15

**Теплове розширення** – здатність матеріалу до зміни форми та розмірів при його нагріванні. Тверді тіла розширюються при нагріванні в усіх напрямках.

**Коефіцієнт лінійного розширення твердих тіл  $\alpha$**  – величина зміни лінійного розміру матеріалу при зміні температури на 1 °С, К:

$$\alpha = \Delta l / (l_1 \Delta T).$$

# Взаємодія матеріалів з водою

**Водопоглинання (водонасичення)** – властивість матеріалу при безпосередньому зіткненні з водою вбирати і утримувати її в своїх порах. Водопоглинання залежить від наявності в матеріалі відкритої пористості та водорозчинних речовин.

Водопоглинання визначають щодо обсягу або маси матеріалу. Так, водопоглинання за об'ємом  $W_0$  – ступінь заповнення обсягу матеріалу водою, частки од.:

$$W_0 = (V_v - V_c) V_n,$$

де  $V_v$  і  $V_c$  – обсяги зразків матеріалу, відповідно насиченого водою і в сухому стані, см<sup>3</sup>;  $V_n$  – обсяг речовини в природному стані, см.куб.

Зазвичай водопоглинання за об'ємом менше пористості даного матеріалу, так як вода не проникає в дуже дрібні пори, а в дуже великих порах – не утримується.

Водопоглинання щільних матеріалів (сталь, скло, бітум) дорівнює нулю. Пористі матеріали тривалий час не можуть знаходитися в абсолютно сухому або водонасиченому станах, вони набувають певної вологості, що залежить від температури та відносної вологості навколишнього повітря.

**Гігроскопічність** – властивість матеріалу поглинати вологу з навколишнього середовища (зазвичай пари води з повітря). Матеріали, що енергійно поглинають молекули води, називають гідрофільними, а матеріали, що відталкують ці молекули – гідрофобними.

**Гідрофільність** – здатність речовини (матеріалу) намокати водою. До гідрофільних матеріалів відносяться, наприклад, глини, силікати.

**Гідрофобність** – нездатність речовини (матеріалу) намокати водою. До гідрофобних матеріалів відносяться, наприклад, багато металів, жири, воски, деякі полімери.

# Звукові властивості матеріалів

**Звукопоглинання** – властивість матеріалу поглинати звук. Воно залежить від пористості матеріалу, його товщини, стану поверхні, а також від частоти звукового тону, що вимірюється кількістю коливань в секунду. Звукопоглинання матеріалу оцінюється коефіцієнтом звукопоглинання.

**Коефіцієнт звукопоглинання** – відношення кількості поглинутої звукової енергії до загальної кількості звукової енергії, що падає на матеріал в одиницю часу. Звуковбирними матеріалами прийнято називати такі, коефіцієнт звукопоглинання яких на середніх частотах понад 0,2. Коефіцієнт звукопоглинання залежить від пористості матеріалу. Чим більше відкритих пір (типу стаканчиків) тим коефіцієнт звукопоглинання вище.

**Звукопроникність** – здатність матеріалу пропускати через свою товщу звукову енергію. Властивість матеріалу, зворотня від звукопроникності, називається звукоізоляцією.



# Механічні властивості матеріалів

Механічні властивості проявляються як здатність матеріалу чинити опір усім видам зовнішніх механічних впливів.

Механічні дії характеризують по *напрямку*, *тривалості* та *області дії*. За напрямком механічні дії можна розглядати як *лінійні* (розтягнення і стиснення) та *кутові* (вигин, кручення). За тривалістю їх поділяють на *статичні* та *динамічні впливи*. По області дії – на *об'ємні* та *поверхневі впливи*.

Механічні властивості визначають зміну форми, розмірів та сплошності речовин і матеріалів при механічних впливах, а отже, і результат практично будь-якого механічного впливу на речовини та матеріали, що виникає при їх виробництві та експлуатації (використанні).

До основних механічних властивостей речовин та матеріалів відносяться *пружність*, *жорсткість*, *еластичність*, *пластичність*, *міцність*, *крихкість*, *в'язкість* та *твердість*.

**Пружність** – властивість матеріалів мимовільно відновлювати свої форму і об'єм (тверді речовини) або тільки об'єм (рідини і газу) при припиненні зовнішніх впливів. Пружність обумовлена взаємодією між атомами (молекулами) речовини та їх тепловим рухом.

**Модуль пружності** (модуль Юнга) характеризує міру жорсткості матеріалів, тобто його здатність чинити опір пружній зміні форми та розмірів при додатку до нього зовнішніх сил. Модуль пружності  $E$  пов'язує пружну відносну деформацію  $\varepsilon$  та одновісну напругу  $\sigma$  співвідношенням, що виражає закон Гука:

$$\varepsilon = \sigma/E$$

# Механічні властивості матеріалів

**Еластичність** – здатність матеріалу або виробу зазнавати значних змін розмірів і форми без руйнування при порівняно невеликій діючій силі.

**Жорсткість** – здатність матеріалу або виробу до меншої зміни розмірів і форми при заданому типі навантаження: чим більше жорсткість, тим менше зміни.

**Пластичність** – здатність твердих матеріалів зберігати зміненими форму та об'єм без мікроскопічних порушень суцільності після зняття механічних навантажень, які викликали ці зміни.

Пластичність визначає можливість технологічних операцій обробки матеріалів тиском. Облік пластичності дозволяє визначати запаси міцності, здатності до деформації та стійкості, розширює можливості створення конструкцій мінімальної ваги.

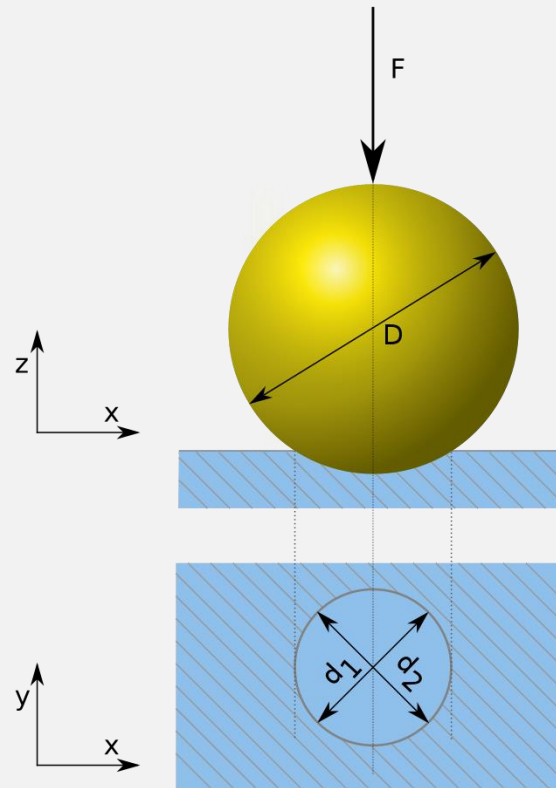
**Механічна міцність** твердих речовин – властивість чинити опір руйнуванню (поділу на частини), а також незворотній зміні форми при механічних впливах.

**Крихкість** – властивість твердих речовин руйнуватися при механічних впливах без істотних попередніх змін форми та об'єму.

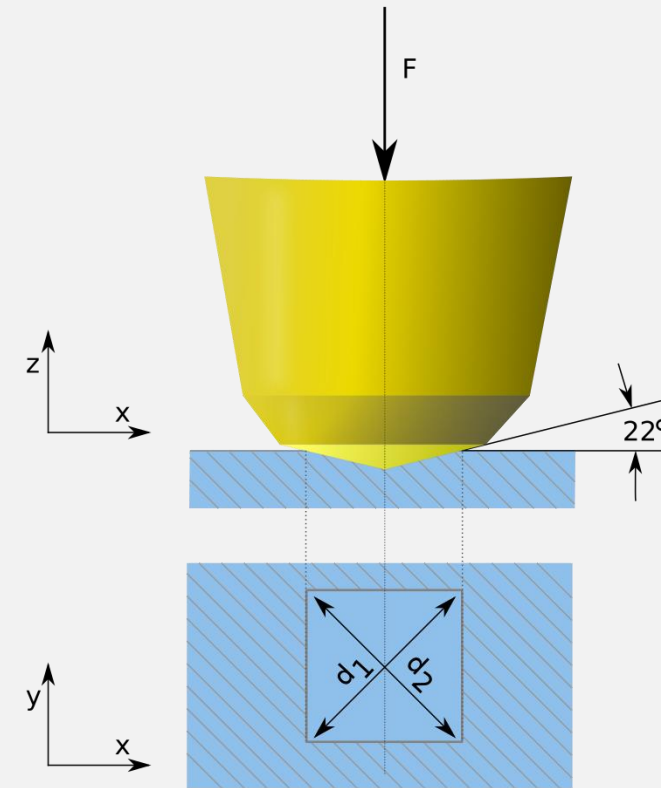
**В'язкість** (внутрішнє тертя) – здатність матеріалів чинити опір дії зовнішніх сил, що викликає: в твердих речовинах – поширення вже наявної гострої тріщини (руйнування); в рідинах й газах – перебіг.

# Механічні властивості матеріалів

**Твердість** – властивість матеріалів чинити опір контактному впливу в поверхневому шарі (вдавленню або дряпанню). Особливість цієї властивості полягає в тому, що вона реалізується тільки в невеликому обсязі речовини. Твердість – складна властивість матеріалу, що відбиває одночасно його міцність та пластичність.



Визначення твердості способом Брінелля



Визначення твердості способом Віккерса

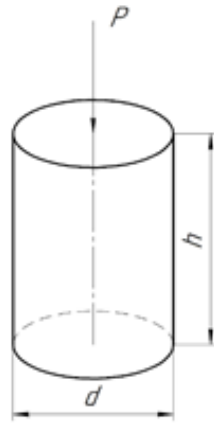
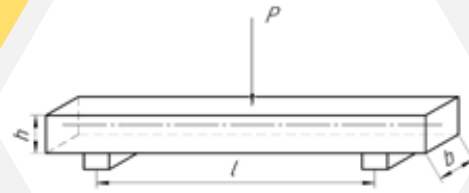


# Механічні властивості матеріалів

$$R_{зг} = \frac{3P_{зг} l}{2bh^2}$$

Межа  
міцності  
на згин

**Межа міцності (тимчасовий опір)  $\sigma_m$**  – величина напруження, відповідного найбільшому навантаженню, що приводить до руйнування зразка. Значення межі міцності, істотно залежить від характеру та параметрів деформації, а також від температури, тиску, наявності хімічно агресивного середовища. Однак для практики важливо, що існує майже постійне граничне значення напруги  $\sigma_n$ , вище якого зразок руйнується практично миттєво.



$$R_{ст} = \frac{4P_{ст}}{\pi d^2}$$

Межа  
міцності  
на стиск



Межа  
міцності  
на розтяг

$$R_{роз} = \frac{P_{роз}}{a^2}$$

# Технологічні властивості матеріалів



Технологічні властивості матеріалів визначають можливість виготовлення продукції при використанні цього матеріалу. При цьому матеріал повинен задовольняти вимогам мінімальної трудомісткості при виготовленні. До технологічних властивостей матеріалів відносять властивості, що визначають можливості їх лиття, оброблюваність тиском та різанням, зварюваність, сприйнятливості до зміцнення, загартування та ін.

○ Зварювання ○○ Різання ○○○ Лиття ○○○ Гартування ○○○ Обробка тиском

# Технологічні властивості матеріалів

**Ливарні властивості** визначаються сукупністю показників, що включають у себе: температури плавлення, кипіння, заливки та кристалізації; гуснину та вологоплинність розплаву; ливарну усадку та ін. Ливарна усадка – це типова технологічна властивість.

**Оброблюваність тиском** в гарячому та холодному стані оцінюють: різними технологічними пробами (на осадку, вигин, витяжку сферичної лунки та ін.); характеристиками пластичності, твердості та зміцнення матеріалу при температурі обробки. Серед характеристик оброблюваності тиском використовують, наприклад, гнучкість.

**Гнучкість** – здатність металів і сплавів піддаватися куванню і інших видів обробки тиском (прокатці, волочінню, пресуванню, штампуванню). Характеризується пластичністю та опором деформації.

**Середньомірна різальна здатність металів та сплавів** єдиним показником загального ряду при різних на заданих режимах різання з забезпеченням необхідних параметрів шорсткості поверхні та виражається у відсотках від оброблюваності стандартного матеріалу.

**Зварюваність** – здатність матеріалу утворювати нероз'ємні з'єднання з необхідними механічними характеристиками. Для технологічної оцінки зварюваності визначають структуру, механічні властивості та схильність до утворення тріщин матеріалу шву та навколошовної зони.



# Технологічні властивості матеріалів



**Оброблюваність каменю** оцінюється їх піддатливістю до механічних, термічних, електричних та інших впливів для додання їм необхідної форми, розмірів та фактури. У якості показника оброблюваності каменю використовують коефіцієнт оброблюваності, що є відношенням трудовитрат при обробці одиниці продукції з даного виду каменю до аналогічного показника, що відповідає еталонному матеріалу.

Залежно від виду впливу виділяють конкретні характеристики оброблюваності: пилімість, полірованість, стираність, шліфуємість та ін. Загальноприйнятого методу оцінки оброблюваності каменю не існує.

# Експлуатаційні властивості матеріалів

Експлуатаційні властивості матеріалів визначають можливість їх використання при максимальній працездатності в умовах експлуатації або споживання.

Перелік та величина експлуатаційних властивостей в обов'язковому порядку встановлюються в державних стандартах, що створює законодавчі основи гарантії якості та безпеки використовуваних речовин та матеріалів. Для кожного матеріалу перелік експлуатаційних властивостей, називається *номенклатурою показників якості*, встановлюється в стандартах державної системи «Система показників якості». Показниками якості можуть бути як показники фізичних властивостей, величина яких визначена в стандартних умовах, так і специфічні показники, що визначають можливість максимальної працездатності матеріалу в умовах експлуатації або споживання.

**Надійність** – властивість об'єкта зберігати у часі й в установлених межах значення всіх параметрів, що характеризують здатність виконувати необхідні функції в заданих режимах й умовах застосування, технічного обслуговування, ремонту, зберігання і транспортування. До групи показників надійності входять такі характеристики, як *довговічність, збереженість, безвідмовність, ремонтпридатність* та ін.

**Довговічність** – властивість матеріалу зберігати працездатність до граничного стану, яке визначається ступенем руйнування, вимогами безпеки або економічними міркуваннями.

**Атмосферостійкість** – здатність матеріалу чинити опір руйнуючій дії сонячних променів, дощу, морозу, снігу, вітру та інших атмосферних факторів, наприклад газів і пилу, що забруднюють нижні шари атмосфери.

# Експлуатаційні властивості матеріалів

**Світлостійкість** – здатність матеріалу зберігати свої фізико-хімічні властивості під дією світлових променів.

**Хімічна стійкість** – здатність матеріалу чинити опір дії кислот, лугів, газів та розчинів солей.

**Радіаційна стійкість** – властивість матеріалу зберігати свої структуру і властивості після впливу іонізуючих випромінювань.

**Водостійкість** – здатність матеріалів зберігати необхідні властивості міцності при дії води. Водостійкість матеріалу характеризується коефіцієнтом розм'якшення.

**Коефіцієнт розм'якшення  $k_r$**  – відношення міцності матеріалу, насиченого водою, до міцності сухого матеріалу. Матеріали, у яких коефіцієнт розм'якшення більше 0,75, називаються водостійкими.

**Вогнестійкість** – здатність матеріалів зберігати необхідні експлуатаційні властивості при дії високих температур, полум'я та води в умовах пожежі протягом певного часу. Вона залежить від згоряння матеріалу, тобто від його здатності запалюватися та горіти.

**Термостійкість** – здатність крихких матеріалів протистояти, не руйнуючись, термічним напруженням. Термостійкість визначається перепадом температур при загартуванні до кімнатної температури, при якому ще не настає руйнування матеріалу, або кількістю теплосмін (циклів нагріву й охолодження), що витримуються таким зразком (виробом), до появи тріщин.

**Вогнетривкість** – здатність деяких матеріалів (головним чином, вогнетривів) протистояти, не розплавляючись та не деформуючись, впливу високих температур (від 1580 °С та вище).

# Експлуатаційні властивості матеріалів

**Морозостійкість** – властивість насиченого водою матеріалу витримувати багаторазову кількість циклів поперемінного заморожування та відтавання без помітних ознак руйнування та без значного зниження міцності. Морозостійкість матеріалу кількісно оцінюється маркою по морозостійкості (наприклад, F50). За марку матеріалу по морозостійкості приймають найбільшу кількість циклів поперемінного заморожування та відтавання, яку витримують зразки матеріалу без зниження міцності на стиск більше 15 %

**Холодостійкість** – здатність високополімерних матеріалів чинити опір низьким температурам. За холодостійкість приймається негативна температура, при якій після встановленого часу витримки на зразках матеріалу з'являються ознаки їх механічного руйнування (тріщини та ін.).

**Стирання** оцінюють втратою первісної маси зразка, віднесеної до площі поверхні стирання  $F$ .