

**Будівельне  
матеріалознавство**



# Загальні відомості про кам'яні матеріали

# Визначення поняття кам'яний матеріал

*Природними кам'яними матеріалами* називають матеріали і вироби, які одержують механічною обробкою (подрібненням, розколюванням, розпилюванням тощо) гірських порід, не змінюючи їхньої природної структури та властивостей.

*Гірські породи* - це природні мінеральні утворення, які сформувались внаслідок геологічних процесів у земній корі, відрізняються ступенем щільності, складаються з одного або кількох мінералів, характеризуються відносно сталим мінералогічним складом, певними будовою та властивостями і мають досить великі площі залягання.



# Класифікація кам'яних матеріалів за генезисом:

## Магматичні

Утворені в результаті охолодження і кристалізації магми

## Метаморфічні

Утворені в результаті перекристалізації порід під дією геологічних процесів

## Осадкові

Утворюються в поверхневих шарах земної кори з продуктів вивітрювання і руйнування інших типів гірських порід

# Класифікація кам'яних матеріалів за твердістю:

Тверді (твердість 6-7)



Кварцит

Граніт

Сієніт

Діорит

Габро

Середні (твердість 4-5)



Мармур

Щільні вапняки

Доломіти

Туфи

М'які (твердість 2-3)



Гіпс

Ангідрит

Вапняк-черепашник

# Класифікація кам'яних матеріалів

Природні кам'яні матеріали і вироби класифікують за різними ознаками, наприклад:

- за середньою густиною: важкі ( $\rho > 1800$  кг/м.куб) та легкі ( $\rho < 1800$  кг/м.куб);
- за міцністю при стиску (кгс/см.кв): марки: М4; М7; М10; М15; М25; М35; М50; М75; М100; М125; М150; М200; М300; М400; М500; М600; М800, М1000 (відповідно у МПа від 0,4 до 100), причому легкі кам'яні матеріали мають марки до 200, а важкі - від 100 і вище;
- за морозостійкістю на марки: F10; F15; F25; F50; F100; F200; F300; F500;
- за коефіцієнтом розм'якшення.



# Магматичні породи

# Утворення магматичних порід



**Інфузивні породи** утворилися в результаті повільного і рівномірного охолодження магми під великим тиском. Такі умови могли виникнути в природі тоді, коли магма холола і залишалася на великій глибині в земній корі. Ці умови сприяли утворенню в цій породі мінералів з зернисто-кристалічної структурою, міцно зрослися між собою без всякої цементуючої речовини (гранітна будова). Характерним для цих порід є масивність залягання, висока щільність, а отже, велика міцність при стисненні, мале водопоглинання, значна морозостійкість і висока теплопровідність.

**Ефузивні породи** утворюються в результаті менш рівномірного і більш швидкого охолодження магми при відносно швидкому і нерівномірному скиданні тиску або навіть при атмосферному тиску. Такі умови могли виникнути в разі, коли магма застигає, вилившись у вигляді лави на поверхню землі або близько до поверхні. У цих умовах охолодження великі кристалічні зерна не встигали утворитися і виникали інші генетичні структури: прихованокристалічна, аморфна, порфірова. Для порфірової структури характерно неоднорідна будова, коли в аморфну або дрібнокристалічну масу включені великі кристалічні сполуки – «вкраплення», що утворилися в магмі ще в глибинних шарах під час її підняття до поверхні землі.



# Основні магматичні породи

## Характеристика найбільш поширених магматичних порід

Характеристика за вмістом SiO <sub>2</sub> , %	Породи		Важливіші породоутворюючі мінерали	Середня густина, кг/м.куб	Межа міцності при стисненні, МПа
	Інтрузивні	Ефузивні			
Кислі (65...76)	Граніт	Кварцовий порфір, ліпарит	Кварц, польові шпати, слюда	2600-2800	100-250
Середні (52...65)	Сієніт	Безкварцевий порфір, трахіт	Польові шпати, слюда	2600-2800	100-280
	Діоріт	Андезіт, порфіріт	Польові шпати, темнозбарвлені мінерали	2800-3000	150-300
Основні (<52)	Габро, лабрадорит	Діабаз, базальт	Темнозбарвлені мінерали, польові шпати	2900-3300	200-500

Більшість магматичних порід, що застосовуються в якості матеріалів, містять хімічні сполуки трьох типів: кремнезем, силікати і алюмосилікати у вигляді породоутворюючих мінералів (кварц, польові шпати, слюда і залізисто-магнезіальні мінерали). Кожен мінерал крім хімічного складу характеризується певними і різними фізичними властивостями (щільністю, твердістю, міцністю, стійкістю, наявністю спайності, блиску, кольору та ін.). Тому переважання в породі тих чи інших мінералів, їх розміри і розташування відображаються на властивостях кам'яного матеріалу.

# Породотворні мінерали

**Кварц** – діоксид кремнію ( $\text{SiO}_2$ ) в кристалічній формі. Він відрізняється високою щільністю – близько 2650 кг/м.куб, твердістю – 7, міцністю при стисканні – до 2000 МПа і стійкістю.

При вивітрюванні магматичних порід стійкі зерна кварцу не руйнуються і утворюють піски. Кварц має недосконалою спайність, має різне забарвлення (безбарвну, жовту, молочну) і скляний блиск. При звичайній температурі кварц не взаємодіє з кислотами (крім плавикової і гарячої фосфорної) і лугами. При підвищених температурах в середовищі насиченої пари кварц взаємодіє з лугами, наприклад з  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , утворюючи гідросилікати. При нагріванні до 575 і 870 °С він переходить в інші кристалічні форми, стрибкоподібно збільшуючись в обсязі. Плавиться кварц при 1710 °С і при швидкому охолодженні розплав дає кварцеве скло.



# Породотворні мінерали



*Польові шпати* – алюмосилікати, що утворилися в результаті взаємодії оксидів кремнію і алюмінію з оксидами лужних металів.

Характерна особливість польового шпату – яскраво виражена спайність у двох напрямках. Найбільш поширеними різновидами польового шпату є: ортоклаз (що прямо розколюється) і плагіоклази, (що косо розколюються) у вигляді альбіту і анортиту і їх суміші.

Польові шпати входять до складу більшості магматичних (до 2/3 їх маси), багатьох метаморфічних і деяких осадових гірських порід. Вони мають різне забарвлення від білого і сірого до рожевого і темно-червоного кольорів, щільність 2500...2760 кг/м.куб, твердість 6, межа міцності при стисненні до 170 МПа, температуру плавлення 1170...1550 °С. Стійкість польового шпату значно нижче, ніж кварцу. Під впливом багаторазових різких змін температури і впливу води і вуглекислоти польові шпати руйнуються (вивітрюються).



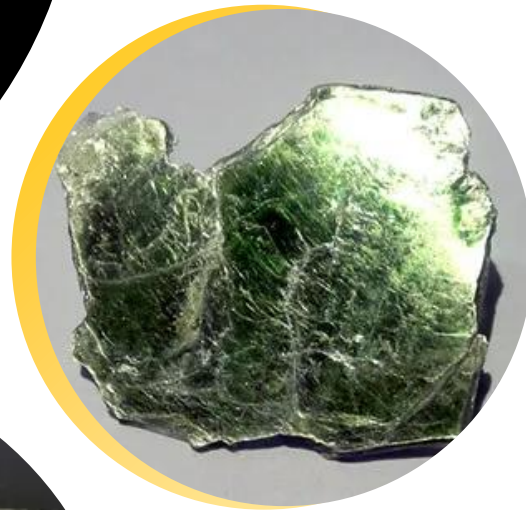
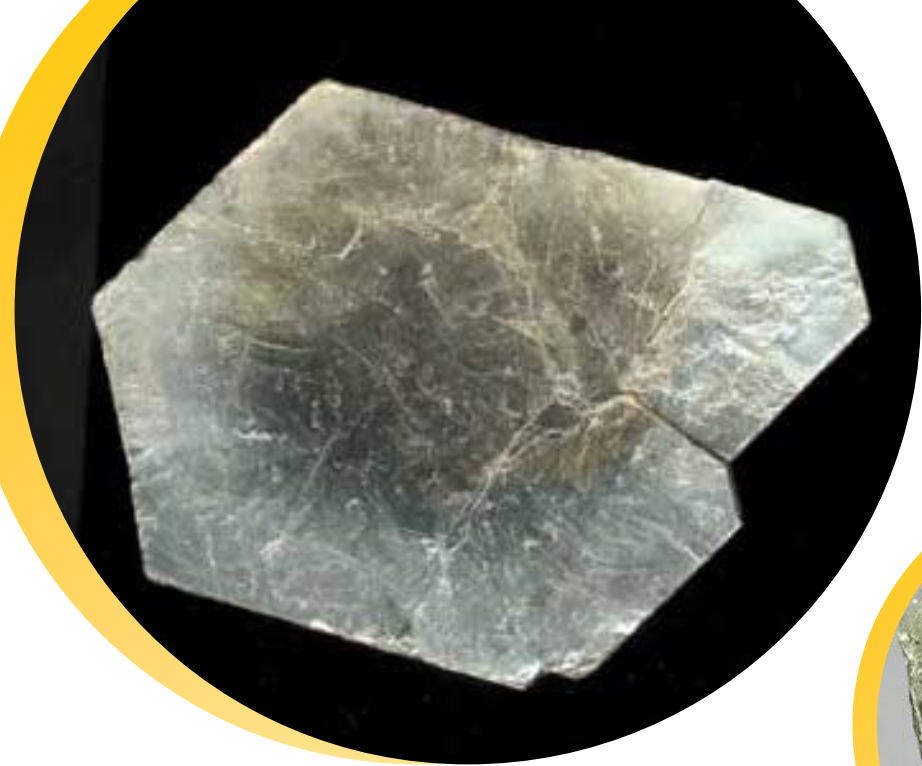
# Породотворні мінерали

*Слюди* – мінерали з досить досконалою спайністю в одному напрямку, які здатні розщеплюватися на найтонші пружні пластинки. За хімічним складом вони представляють собою водні алюмосилікати складного складу.

Найбільш часто в складі гірських порід присутні два різновиди слюди – *мусковіт* (світла алюмінева слюда) і *біотит* (залізо-магnezіальна слюда темного коліру).

Густина слюд 2760...3200 кг/м.куб, міцність 2...3, стійкість біотіту менше, ніж мусковіту.

При вивітрюванні біотит переходить в гідратований різновид слюди – вермикуліт. Присутність слюд в гірських породах знижує міцність і стійкість породи, ускладнює її шліфування й полірування.



# Породотворні мінерали



*Залізисто-магнезійні мінерали* за їх темний колір (від темно-зеленого до чорного) називають темнозбарвленими мінералами.

За хімічним складом вони представляють собою залізисто-магнезійні силікати. Серед мінералів цієї групи найбільш поширеними породоутворючими мінералами є амфіболи (частіше рогові обманки), піроксени (наприклад, авгіти) і олівіни.

Мінерали цієї групи відрізняються великою щільністю 3000...3600 кг/м.куб, твердістю 5,5...7,5, високою ударною в'язкістю, підвищеною стійкістю проти вивітрювання (крім олівіну). Ці ж властивості вони надають і їх гірських порід, що вміщують.

# Граніт

*Граніт* і близькі до нього перехідні породи (гранітоїди) складаються з кварцу, польового шпату, слюди, іноді рогової обманки або авгіту. Це найпоширеніші з усіх магматичних порід.

Колір породи визначається кольором польового шпату (від сірого до червоного різних відтінків). Маючи високі показники щільності і міцності при стисненні, граніт є слабким, оскільки його міцність при розтягуванні в 40...60 разів менше міцності при стисненні. У граніту мале водопоглинання – менше 1%, висока морозостійкість – більше 200 циклів, хороший опір стиранню, висока теплопровідність. Граніти добре обробляються (обтесуються, шліфуються і поліруються). Найбільш високими показниками властивостей володіють дрібнозернисті граніти.

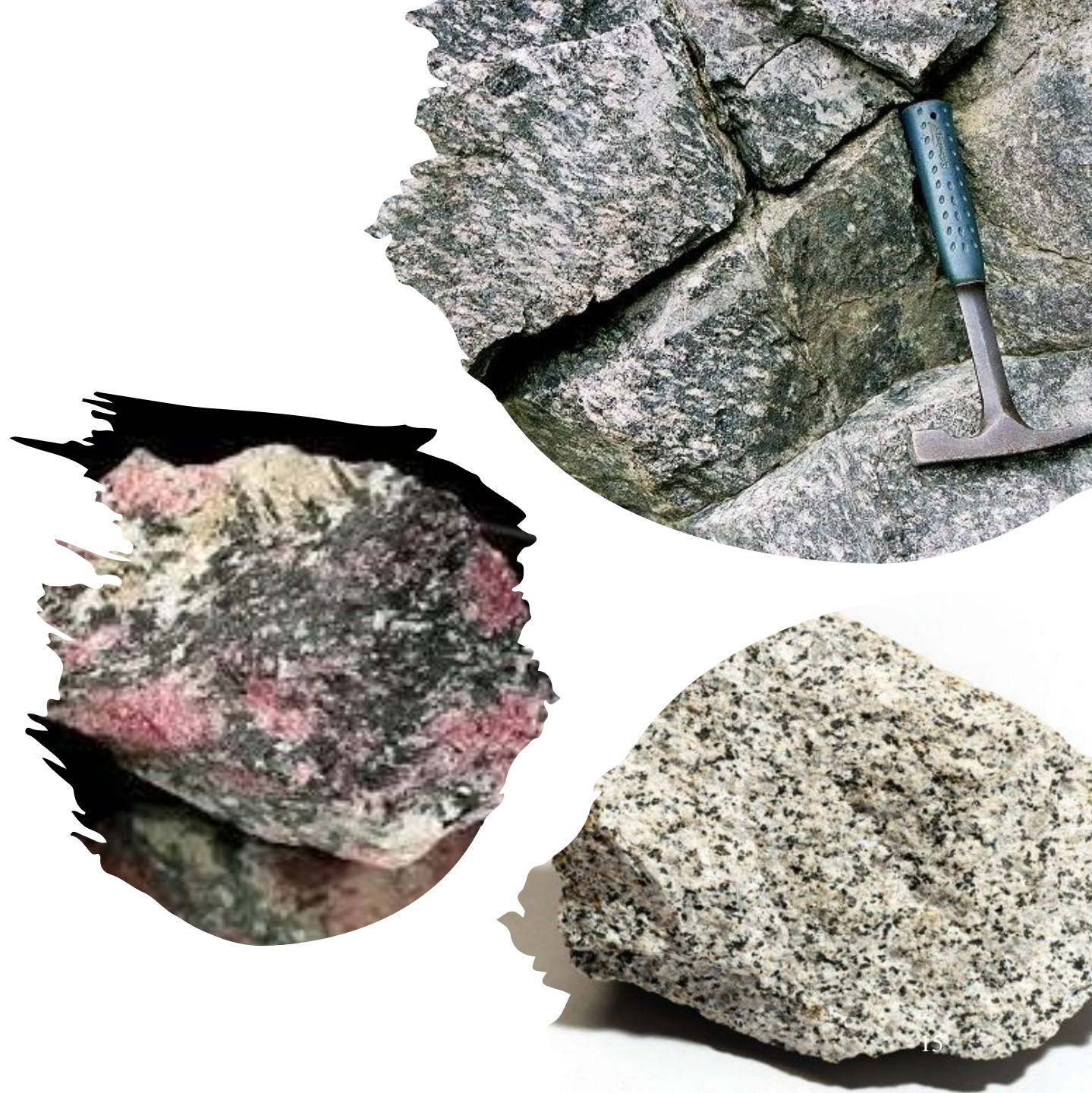
Граніт використовують для облицювання монументальних будівель і гідротехнічних споруд, плит для підлог, сходинок, матеріалів для доріг, крупний заповнювач для бетонів, бутового каменю і т.п.



# Сієніт

*Сієніт* на відміну від граніту не містить кварцу, а складається в основному з польового шпату і темнопофарбованих мінералів (до 15%). За зовнішнім виглядом сієніт схожий на граніт, але в ньому виражена середньозерниста структура, а забарвлення темніше.

Властивості сієніту близькі до властивостей граніту, але він менш стійкий до вивітрювання і легше обробляється.



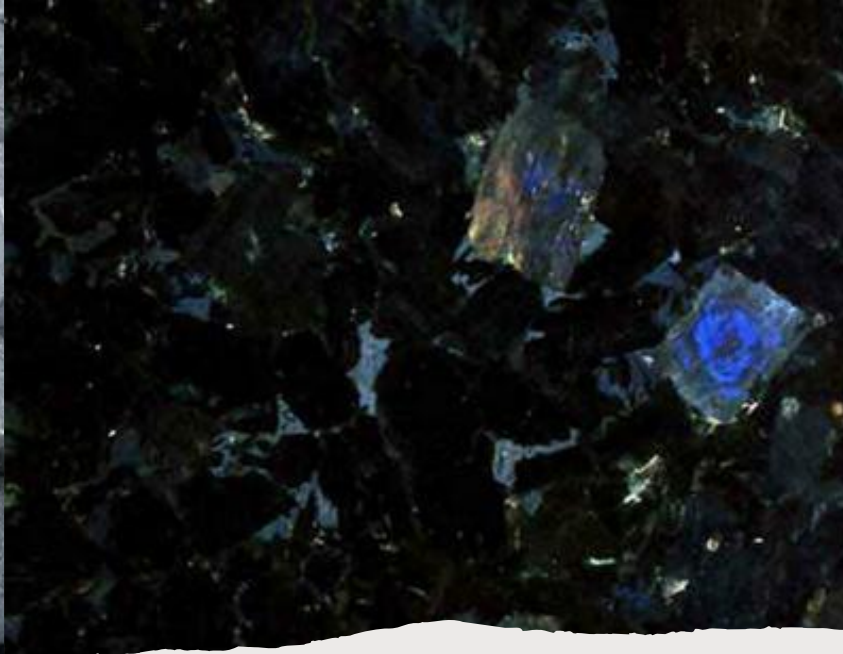
# Діорит

*Діорит* приблизно на 3/4 складається з польового шпату і до 25% темноколірних мінералів.

Діорит характеризується дрібно і середньозернистою будовою і сіро-зеленим або темно-зеленим кольором. За властивостями діорит не поступається гранітам, володіє високою ударною в'язкістю і добре полірується. Найчастіше діорит застосовують при облицювальних роботах і в дорожньому будівництві.







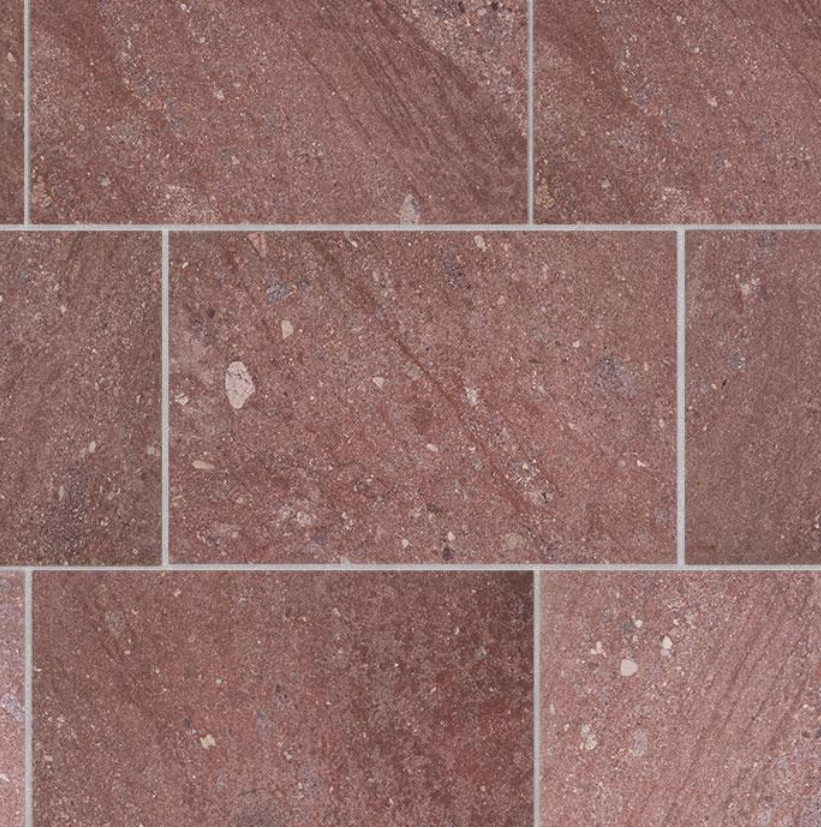
# Габро

*Габро* складається переважно з польового шпату (до 50%) і темноколірних мінералів, частіше авгіту, а також рогової обманки, олівіну.

Габро є полікристалічною породою від темно-сірого до чорного кольору. Габро, що складається з вапняно натрієвого плагіоклазу – лабрадора, називається лабрадоритом.

Характерною особливістю цієї породи є іризація лабрадору (синього, блакитного, золотистого кольорів) на площинах спайності або поверхні полірованої породи.

Габро застосовують у вигляді штучних виробів для облицювання, дорожніх покриттів, щебеню для бетонів і інших цілей.



## Порфіри

*Порфіри* – гірські породи ефузивного походження, близькі за хімічним складом до гранітів (кварцовий порфір), сієнітів (безкварцевий порфір), діоритів (порфірит) і характеризуються порфіровою структурою.

Внаслідок неоднорідної будови порфіри менш стійкі до вивітрювання, менш стійкі до стирання, ніж глибинні породи. Інші властивості порфірів близькі до властивостей інтрузивних порід.

# Трахіт



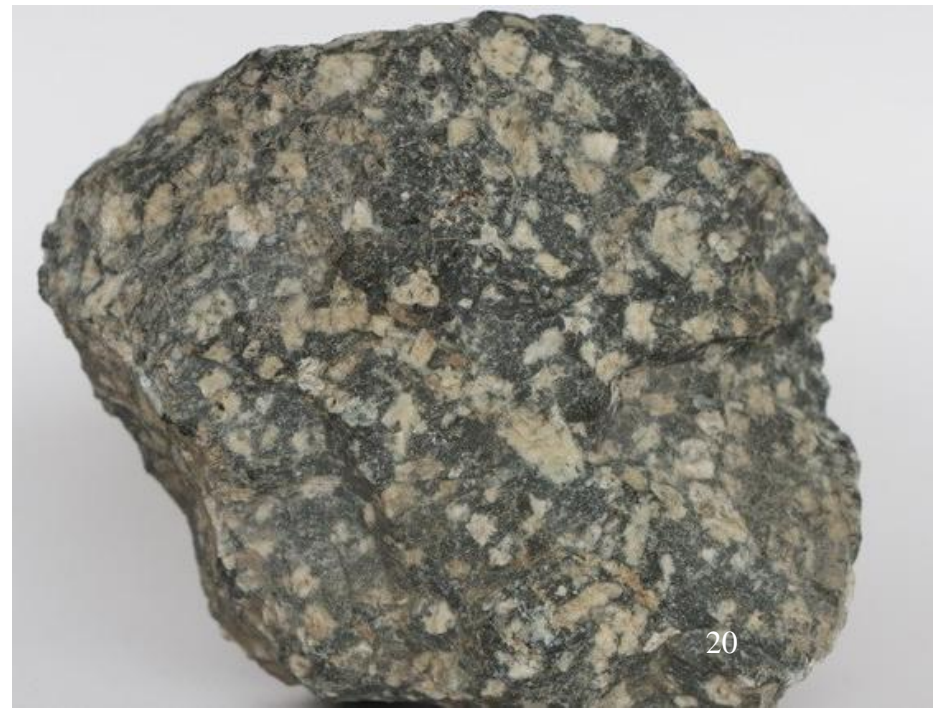
*Трахіт* – порода ефузивного походження, має схожий до сіеніту мінеральний склад, але більш пориста, так як твердне на поверхні землі.

Його застосовують як стінний матеріал, або в якості щебеню для бетонів. Окремі різновини трахіту (бештауніт) використовують як заповнювач в кислотостійких бетонах.



## Андезит

*Андезит* – аналог діориту, але відрізняється від них порфіровою структурою. Щільні андезити застосовують у вигляді кислототривких плит і або ж виробництва щебеню для кислотостійкого бетону.



# Діабаз

*Діабаз* за мінеральним складом аналогічний габро. Зabarвлення – від темно-зеленого до чорного. Структура кристалічна з зернами різної крупності, іноді порфірова. Діабаз, особливо дрібнозернисті, мають високу міцність до 450 МПа, велику ударну в'язкість і малу стираниість, здатні розколюватися на шматки порівняно правильної форми.

Використовують діабаз для виготовлення дорожніх матеріалів (бруківки, шашки, бортового каменю), щебеню для бетону, іноді для облицювальних робіт, а також в якості сировини для кам'яного литва і кислототривких виробів.



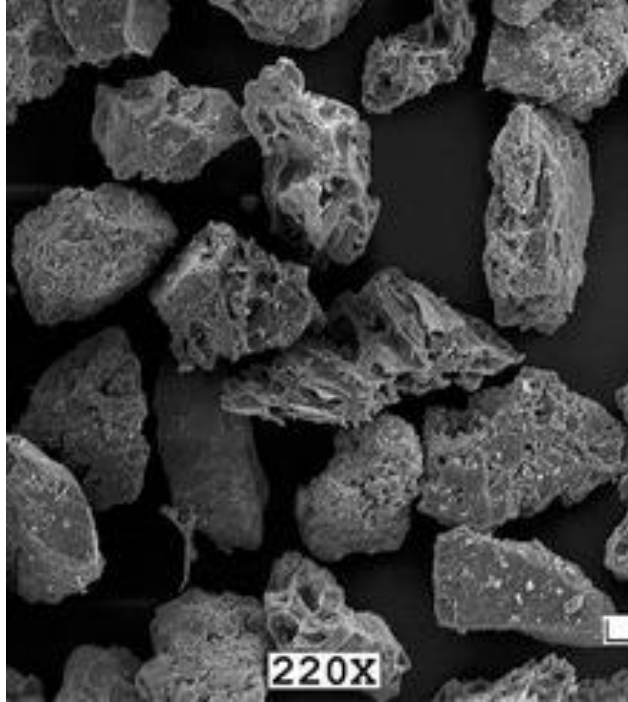
# Базальт

*Базальт* (як і діабаз, аналог габро) являє собою щільну важку породу, що має прихованокрісталічну або скловидну, а іноді порфірову будову.

Базальт має темно-сірий або майже чорний колір, характеризується високою міцністю до 500 МПа. Внаслідок наявності в скловатій масі тріщин і пір, що виникли при охолодженні магми, або при порфіровій структурі міцність базальтів може різко коливатися, іноді знижуючись до 100 МПа. Велика твердість і крихкість базальтів ускладнює їх обробку.

Їх широко використовують як дорожній матеріал, як щебень для бетону, для кислотостійких матеріалів, а також кам'яного лиття та виробництва мінеральної вати.





# Вулканічний попіл

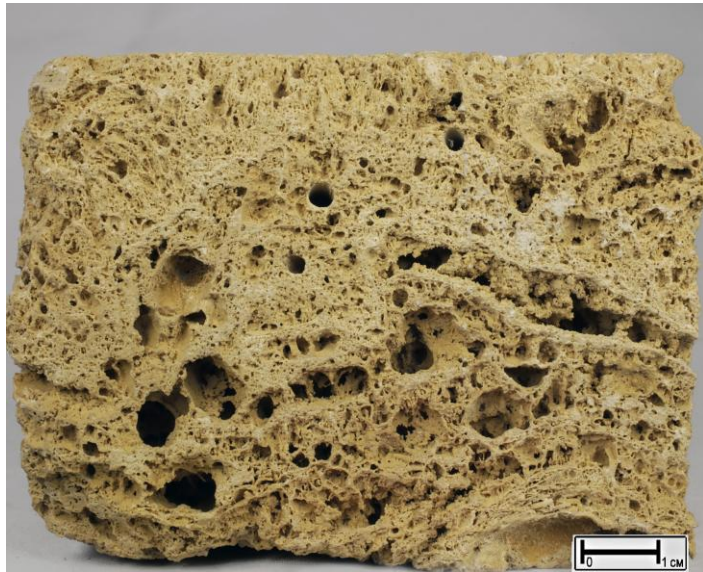
Порошкоподібні частки (до 1 мм) називають *вулканічними попелами*, розміром до 5 мм – вулканічними пісками, а від 5 до 30 мм (рідше більше) – пемзою.

Ці породи мають пористу будову, невелику густину і малу теплопровідність – 0,13...0,23 Вт/(м·К), міцність при стисненні – 2...3 МПа.

Пемзу і пемзові піски використовують як заповнювач в легких бетонах, при виробництві тепло- і звукоізоляційних матеріалів і в якості абразивного матеріалу.

Так як ці породи складаються з аморфного кремнезему і вулканічного скла, то в тонкоподрібненому вигляді їх використовують в якості активних добавок до мінеральних в'язких речовин.





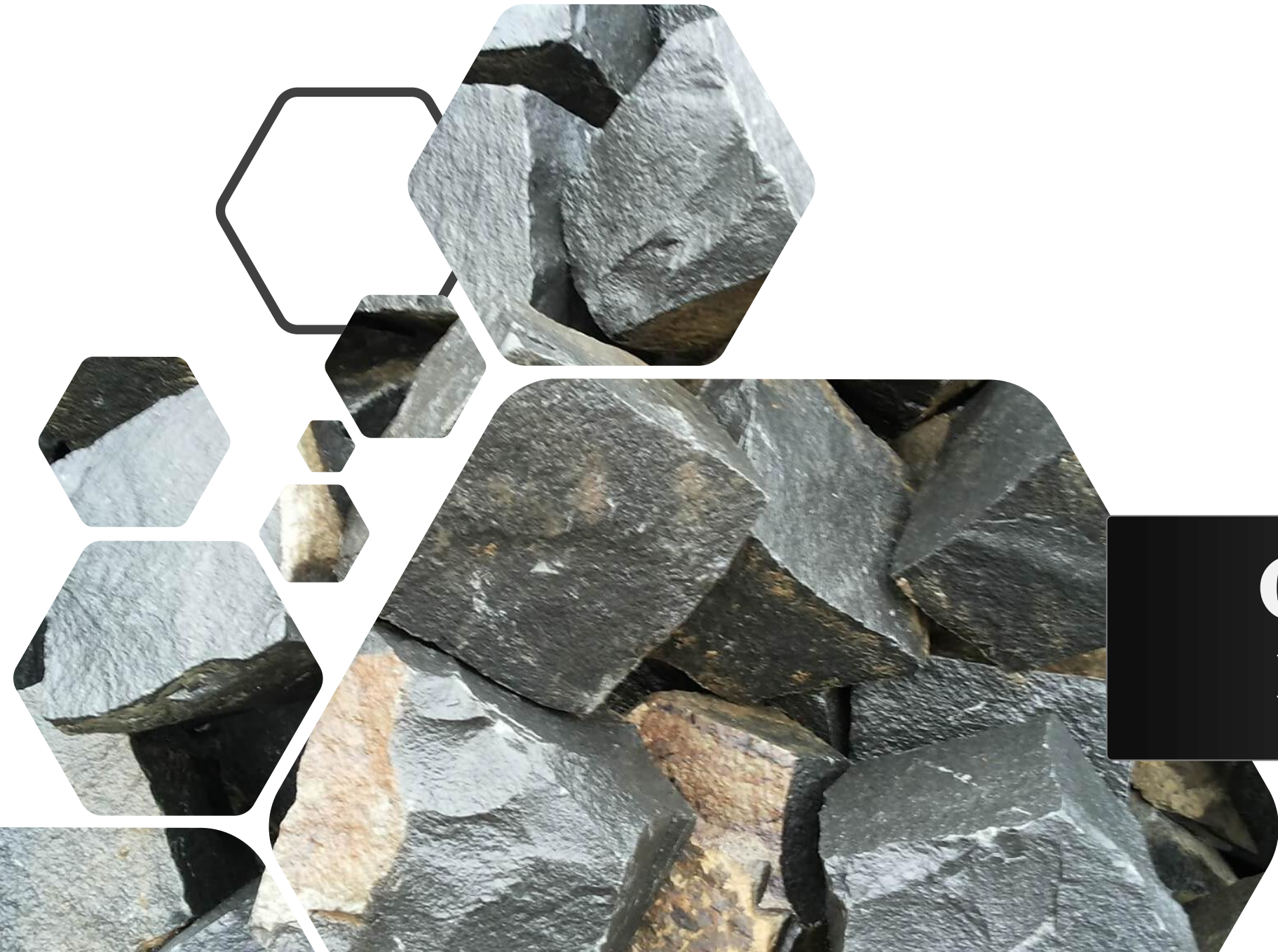
## Вулканічний туф

*Вулканічні туфи* є результатом ущільнення, спікання або цементації природними цементами вулканічного попелу.

Більшість вулканічних туфів має пористу будову, невелику щільність і малу теплопровідність. Ці породи мають різноманітне забарвлення і легко піддаються технологічній обробці.

Туфи застосовують для кладки стін у вигляді пиляних каменів правильної форми і буту, а в подрібненому вигляді – в якості наповнювачів для легких бетонів.





# Осадові породи

# Класифікація осадових гірських порід

**Механічні відкладення** (пухкі і цементовані) утворилися в результаті руйнування інших порід під впливом процесу вивітрювання (дія води, вітру, коливань температури, заморожування і відтавання і інших атмосферних чинників). В результаті навіть найміцніші масивні магматичні породи руйнуються, утворюючи уламки різних розмірів: брили, шматки і більш дрібні частинки.

**Хімічні осади** утворилися в результаті випадання в осад речовин, які перейшли до складу водних розчинів в процесі руйнування гірських порід. Вони є наслідком зміни умов середовища, взаємодії розчинів різного складу і випаровування (гіпс, ангідрит, магнезит, доломіт, вапняні туфи).

**Орґаногенні відкладення** – породи, що утворюються в результаті відкладення відмираючого рослинного світу і дрібних тваринних організмів водних басейнів. Більшість морських організмів при житті витягують з води солі кальцію, розчинений кремнезем для побудови своїх скелетів, раковин, панцирів, стебел. Після відмирання, осідаючи на дно і ущільнюючись, вони утворюють пластові відкладення орґаногенних порід.

# Типи осадових порід за грануломе- тричним складом

*Валуни* (понад 300 мм)

*Уламкові шматки* (150...300 мм)

*Гравій* – обкачані зерна розміром 5...150 мм

*Природний щебінь (жорства)* – гострокутний гравій

*Піски* – сипка суміш частинок розміром 0,16...5 мм

Пилуваті частинки (до 0,1 мм)

Глини, що мають розмір частинок до 0,005 мм

**Пісковик** – щільна порода, складена із зерен піску, скріплених вапном, глиною та іншими в'язучими. Колір сірий, жовтий;  $\rho_m = 2500...2600 \text{ кг/м}^3$ ,  $R_{ct} = 150...250 \text{ МПа}$ . Його застосовують, для зведення фундаментів, стін неопалюваних будівель, облицювання стін, підлог, виготовлення тротуарних плит.



**Конгломерат** – це зцементовані зерна гравію, а **брекчія** – зцементовані зерна природного щебеню. Міцність залежить від порід, з яких вони складаються. Використовують як бутовий камінь, щебінь для бетону.



**Вапняки** складаються з кальциту; колір в основному білий, але від домішок, які входять до його складу, можуть мати різні відтінки;  $\rho_m = 1800...2600 \text{ кг/м}^3$ ,  $R_{ct} = 10...150 \text{ МПа}$ . Якщо у вапняку багато глини, то його називають *мергелем*. Використовують як сировину для виготовлення вапна і цементу, бутового каменю, щебеню та облицювальних плит.



**Доломіт і магнезит** складаються з однойменних мінералів, застосовуються для виготовлення в'язучих і вогнетривких матеріалів.

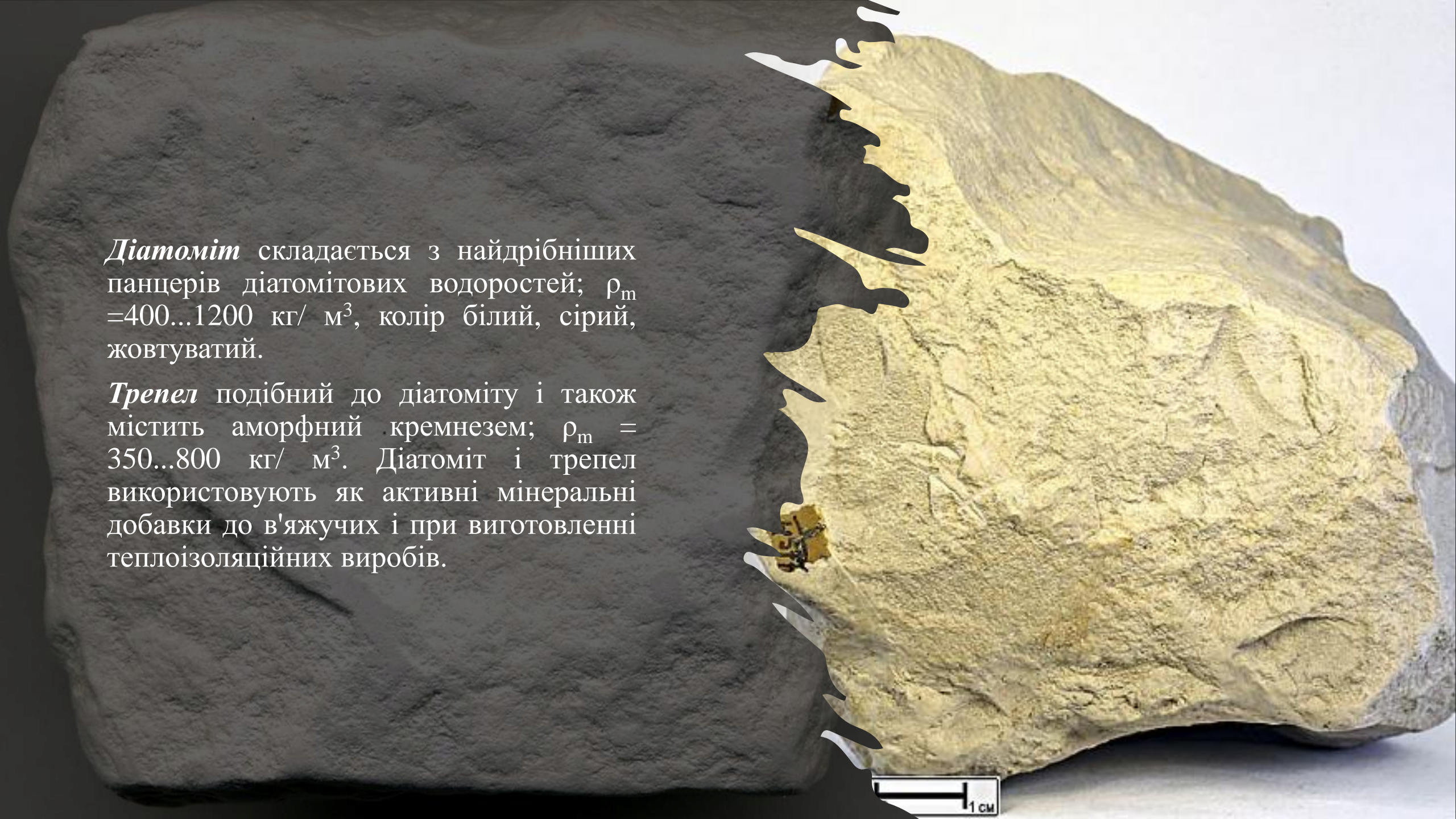


***Гіпсовий камінь*** складається з мінералу гіпсу. М'яка гірська порода;  $\rho_m = 2000...2300 \text{ кг/м}^3$ ,  $R_{ст} = 30 \text{ МПа}$ . Колір білий. Використовують для виробництва в'язучих речовин.





*Ангідрит* складається з  
однойменного мінералу, колір  
білий: з відтінками сірого.  
Використовують для виготовлення  
в'язучих речовин та  
облицювальних плит.



*Діатоміт* складається з найдрібніших панцерів діатомітових водоростей;  $\rho_m = 400 \dots 1200 \text{ кг/ м}^3$ , колір білий, сірий, жовтуватий.

*Трепел* подібний до діатоміту і також містить аморфний кремнезем;  $\rho_m = 350 \dots 800 \text{ кг/ м}^3$ . Діатоміт і трепел використовують як активні мінеральні добавки до в'язучих і при виготовленні теплоізоляційних виробів.



**Опока** утворилась  
внаслідок цементування  
трепелів і діатомітів;  $\rho_m$   
= 600...1800 кг/ м<sup>3</sup>,  $R_{ct}$  =  
5...15 МПа.

Використовують для  
виготовлення стінових  
матеріалів і щебеню для  
легких бетонів.



# УМ



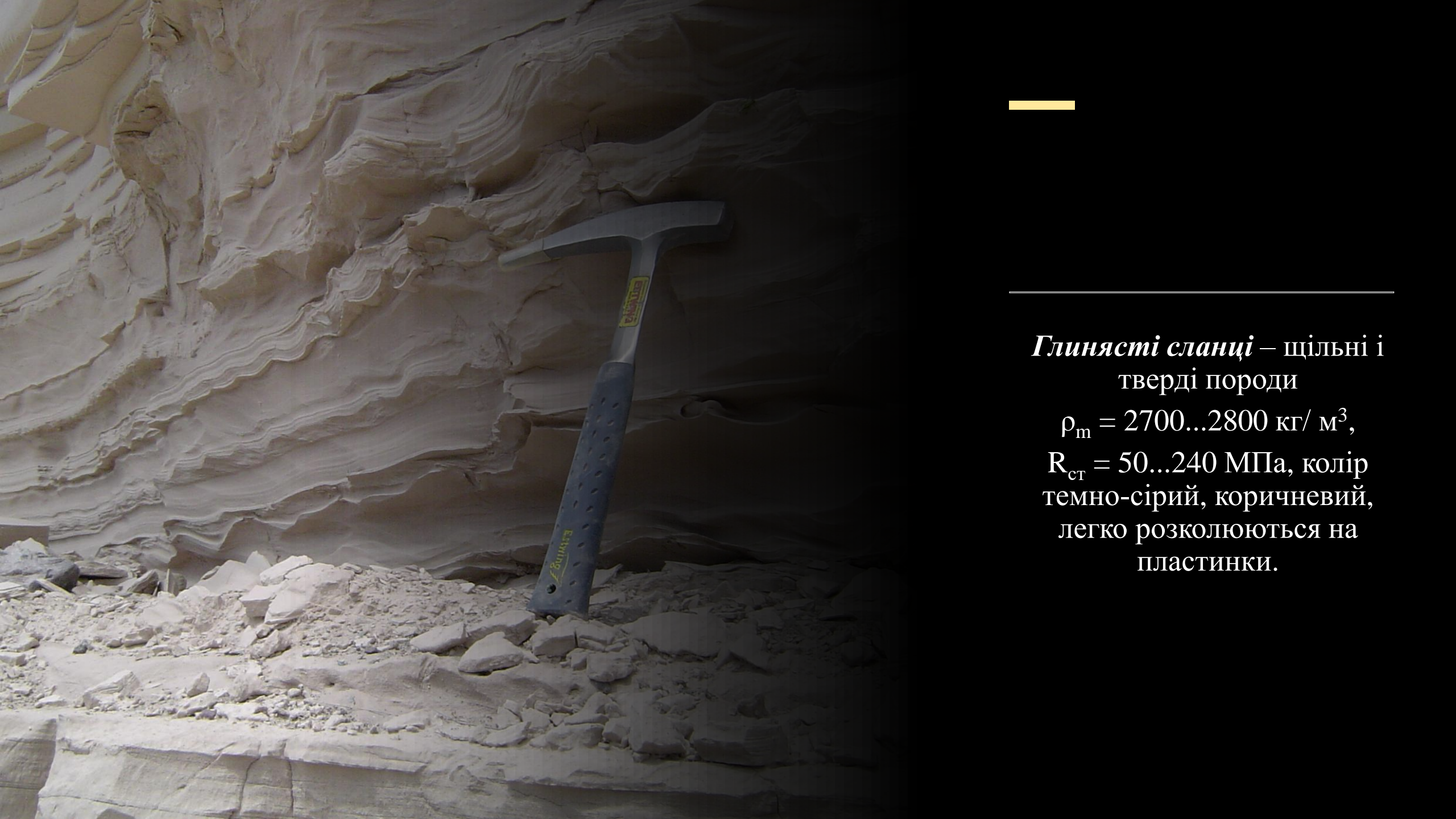
**Крейда** – біла м'яка вапнякова порода, морський осад з черепашок та інших найпростіших тварин, на 90...98 % складається з  $\text{CaCO}_3$ . Використовують для виробництва цементу, вапна, скла, приготування фарб, замазок тощо.

***Вапняк-черепашиник***  
складається з черепашок,  
панцерів молюсків,  
зцементованих вапном з  
домішками глини, кремнезему;  
 $\rho_m = 800 \dots 1800 \text{ кг/м}^3$ ,  $R_{ct} =$   
 $0,4 \dots 15 \text{ МПа}$ . Використовують  
для виготовлення каменів і  
великих блоків для стін.





# Метаморфічні породи



---

*Глинясті сланці* – щільні і  
тверді породи

$\rho_m = 2700 \dots 2800 \text{ кг/ м}^3$ ,  
 $R_{ct} = 50 \dots 240 \text{ МПа}$ , колір  
темно-сірий, коричневий,  
легко розколюються на  
пластинки.



---

**Кварцит** – перекристалізований пісковик, колір білий, червоний, темновишневий;  $\rho_m = 2650$  кг/м<sup>3</sup>,  $R_{ст} = 100...500$  МПа, довговічний, морозостійкий.

Використовують для облицювання та як бутовий камінь, щебінь і сировину для вогнетривких виробів.

*Мармур* утворився з вапняків внаслідок їхньої перекристалізації; складається з кальциту;  $\rho_m = 2800 \text{ кг/м}^3$ ,  $R_{ct} = 50\text{...}300 \text{ МПа}$ . Використовують у вигляді облицювальних плит, але слід враховувати, що при експлуатації він може інтенсивно кородувати під дією кислот.

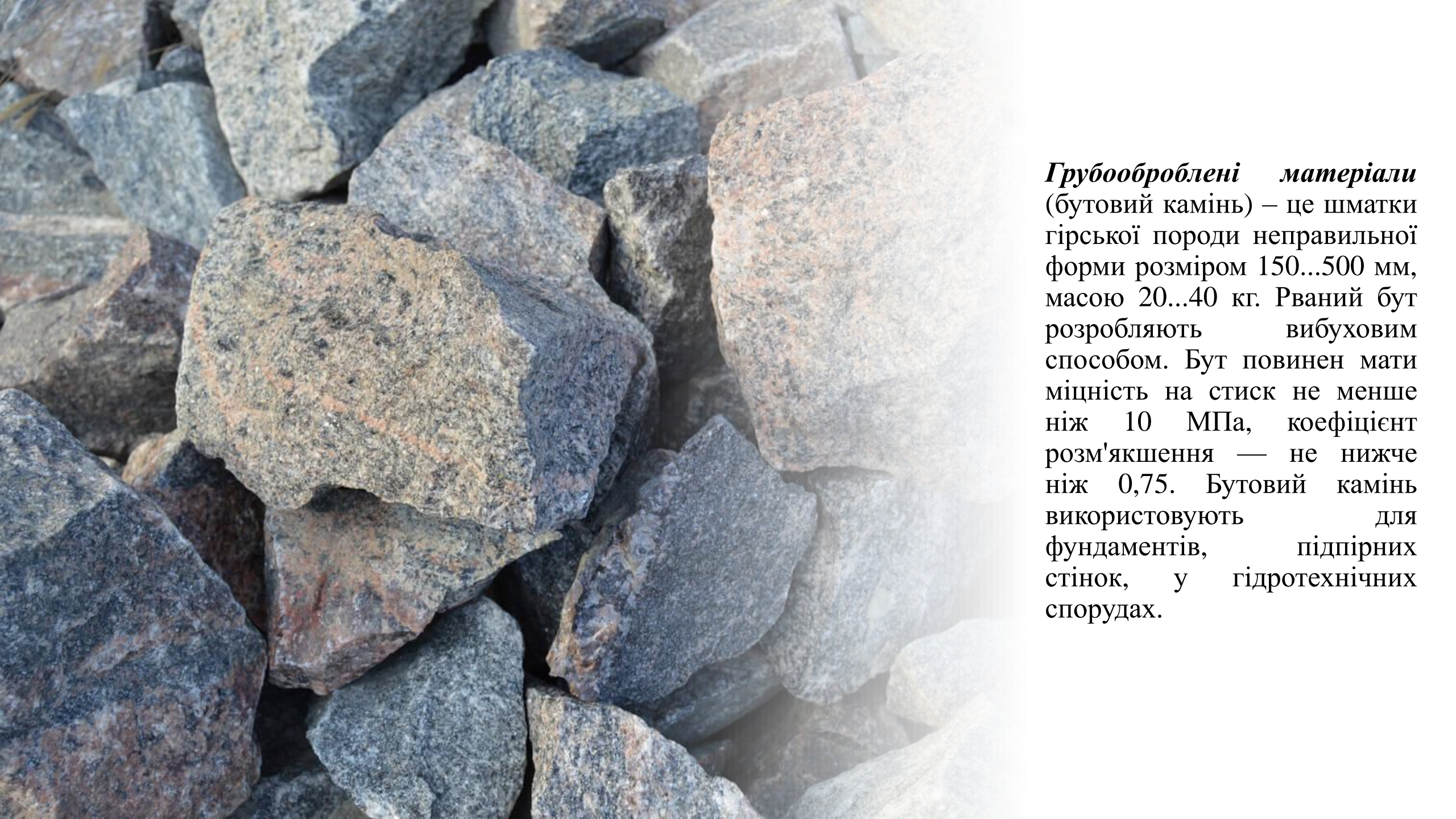
STONEMART  
ГРАНИТА И МРАМОРА

STONEM  
ВИБІР ІЗ ГРАНИТА



# Матеріали та вироби з природного каменю





**Грубооброблені матеріали** (бутовий камінь) – це шматки гірської породи неправильної форми розміром 150...500 мм, масою 20...40 кг. Рваний бут розробляють вибуховим способом. Бут повинен мати міцність на стиск не менше ніж 10 МПа, коефіцієнт розм'якшення — не нижче ніж 0,75. Бутовий камінь використовують для фундаментів, підпірних стінок, у гідротехнічних спорудах.

*Каміння та блоки для стін*  
виготовляють розпилюванням пористих гірських порід. Основні розміри каменів: 490×240×188, 390×190×188 мм, габаритні розміри блоків – 1000...3000 мм. Гірські породи для стінових блоків повинні мати міцність на стиск не нижче ніж 25 МПа, морозостійкість – не нижче 15 циклів, коефіцієнт розм'якшення – не нижче 0,6.



***Облицювальні камені і плити*** виготовляють з блоків розколюванням їх з наступною механічною обробкою. Плити бувають пиляними і тесаними, товщина їх 6...140 мм, довжина – 300...2500, ширина – 200...1200 мм.



езіт

*Плити для дорожнього і гідротехнічного будівництва: брущатка, колотий і булижний камінь, бортові камені. Виготовляють з міцних, щільних і твердих гірських порід, міцність на стиск має бути більше ніж 100 МПа, морозостійкість – не менше 100 циклів.*



tel=+38093-4440000 ua

*Хімічно стійкими та жаростійкими матеріалами і виробами (плити, бруски, різні фасонні вироби) футерують апарати та установки, які зазнають дії кислот, лугів, солей, газів, високих температур і тисків. Для захисту від кислот використовують граніт, сієніт, базальт, андезит, кварцит, діорит, діабаз. Для жаростійких виробів використовують базальт, діабаз, туф; для захисту від дії лугів – вапняки, доломіти, мармури, магнезити.*



# Застосування гірських порід

КОНСТРУКТИВНІ ЕЛЕМЕНТИ	МАТЕРІАЛИ ТА ВИРОБИ З ПРИРОДНОГО КАМЕНЮ	РЕКОМЕНДОВАНІ ГІРСЬКІ ПОРОДИ
Фундаменти	Бутовий камінь, пиляне і колоте каміння	Магматичні гірські породи
Зовнішнє облицювання	Стінове каміння, блоки	Вапняк, доломіт, пісковик туф, гіпсовий камінь
Внутрішнє облицювання	Облицювальні плити, каміння, профільні елементи	Граніт, сієніт, габро, діорит, лабрадорит, кварцит, туф, пісковик, мрамур, вапняк, ангідрит, гіпсовий камінь, травертин, туф, брекчія, конгломерат
Сходи, площадки, підлоги, дорожні покриття, гідротехнічні споруди	Облицювальні плити, профільні елементи	Граніт, сієніт, діорит, габро, базальт, пісковик, щільний вапняк, діабаз, доломіт
Внутрішні сходи, площадки, підлоги	Східці, плити, блоки, бортове каміння, брушатка, булижний камінь, щебінь, пісок, валуни	Мрамур, лабрадорит, граніт
Кислототривкі облицювання, кладки	Східці, плити	Кварцит, трахіт, ковик, базальт, діабаз, граніт андезит, піс
Лугостійкі облицювання, кладки	Плити, каміння, фасонні вироби, блоки, щебінь	Вапняк, доломіт, магнезит, пісковик
Жаростійкі облицювання, кладки	Те саме	Базальт, діабаз, вулканічний туф