

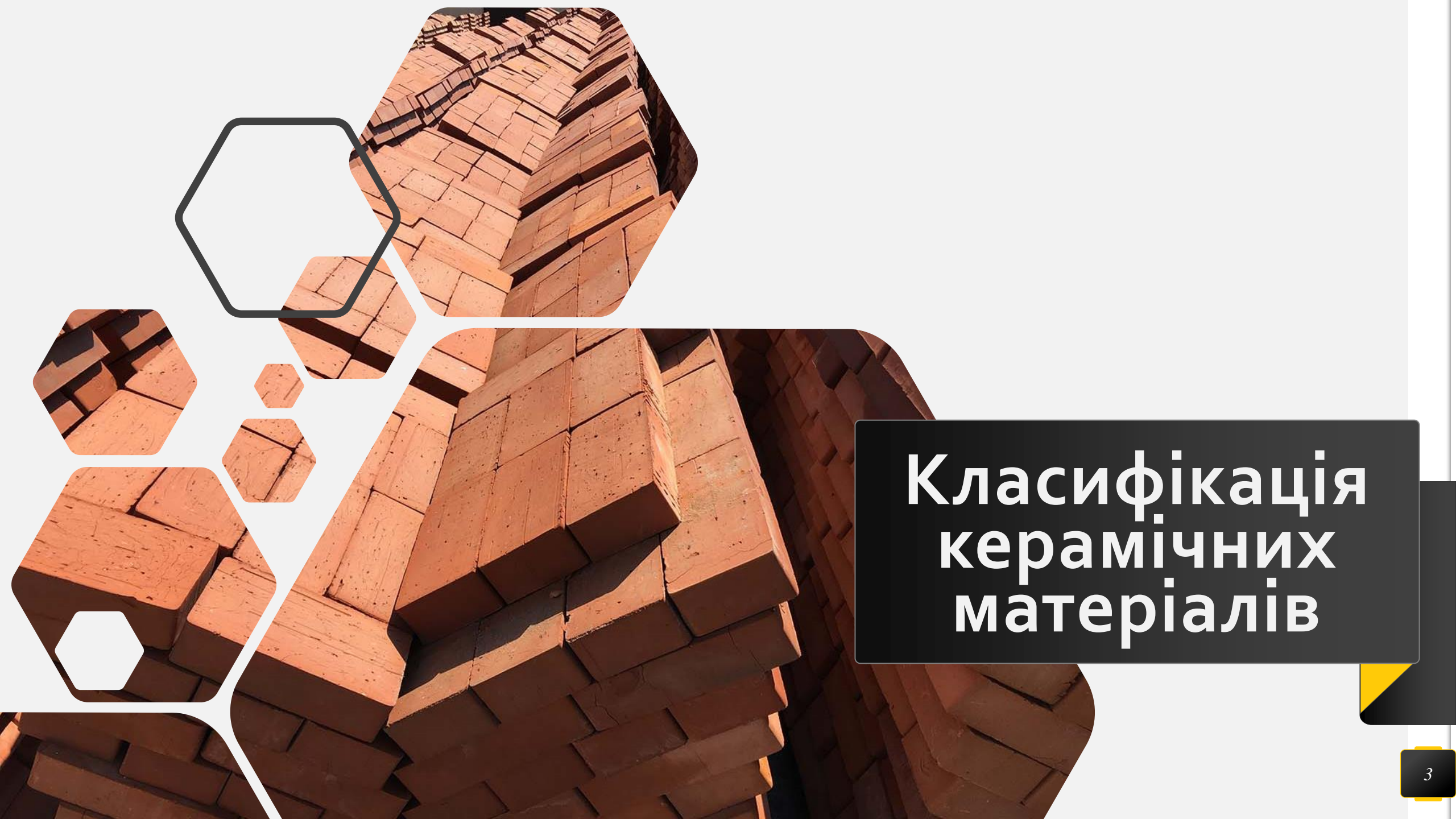


Гірниче  
матеріалознавство

# Рефлексія

1. Що таке конгломерат, та чим він відрізняється від брекчії?
2. Як утворюється, для чого використовується та які властивості має опока?
3. Як утворюється, для чого використовується та які властивості має мармур?
4. Назвати та коротко описати способи захисту кам'яних матеріалів.
5. Як утворюються та які властивості мають глинисті сланці?
6. Як утворюється, для чого використовується та які властивості має гіпс?
7. Як утворюється, для чого використовується та які властивості має вапняк?
8. Навести загальні відомості про такий природній кам'яний матеріал як бутовий камінь.
9. Навести загальні відомості про такий природній кам'яний матеріал як облицювальні камені і плити.
10. Навести та коротко охарактеризувати основні типи осадових порід за походженням.
11. Як утворюється, для чого використовується та які властивості має пісковик?
12. Навести загальні відомості про хімічно та жаростійкі матеріали і вироби з природного каменю.





# Класифікація керамічних матеріалів

# Класифікація керамічних матеріалів

Керамічні матеріали і вироби класифікують за різними ознаками. Загальна класифікація будівельних керамічних матеріалів і виробів *за призначенням* наведена в таблиці.

Призначення кераміки	Структура черепка	Вид кераміки	Матеріали і вироби	Сировина
Стінова	Пориста, пустотіла	Теракота	Цегла, камені, блоки, панелі	Глина, пісок, домішки
Облицювальна фасадна	Пориста	Теракота, фаянс, глазурована, ангобована	Плитки, цегла, килимова кераміка	Глина, пісок, польовий шпат, каолін
Облицювальна внутрішня	Пориста	Фаянс, глазурована	Плитки, фасонні деталі	Те саме
Покрівельна	Пориста	Теракота	Черепиця	Глина, пісок
Для пере криттів	Пориста, порожниста	Теракота	Камені, блоки	Те саме
Теплоізоляційна	Пориста, порожниста	Порожниста	Керамзит, цегла, плити, аглопорит	Легкоплавка глина, трепел, діатоміт
Вогнетривка	Пориста, щільна	Кремнеземисто-магнезіальна	Цегла, камені	Вогнетривка глина, шамот, каолін, кварцит, доломіт, магнезит
Кислотостійка	Щільна	Порцеляна, фаянс	Цегла, плитки, труби, фасонні вироби	Вогнетривка глина, кварц, польовий шпат, шамот
Дорожня	Щільна	Щільна	Цегла (клінкер)	Тугоплавкі глини
Санітарно технічні вироби	Пориста, щільна	Фаянс, груба порцеляна	Умивальники, унітази, ванни	Глина, каолін, пісок
Труби	Пориста, щільна	Теракота	Дренажні труби каналізаційні труби	Глина, пісок, шамот, каолін, вогнетривка глина, пісок
Декоративна	Пориста, щільна	Фаянс, порцеляна, майоліка, теракота	Декоративні деталі	Глина, каолін, пісок, польовий шпат.

*За видом поверхні* керамічні матеріали та вироби поділяються на: глазуровані і неглазуровані; однокольорові, багатокольорові і з малюнком; з гладенькою поверхнею та рельєфні.

*За структурою черепка* керамічні матеріали і вироби поділяються на дві групи: пористі, що поглинають понад 5 % води, та щільні – менше 5 %. До пористих відносяться стінові вироби, черепиця, облицювальні плитки для стін, заповнювачі для легких бетонів, теплоізоляційні вироби, фаянсові санітарно-технічні вироби тощо. В середньому вони мають водопоглинання за масою 8...20 %, або 14...36 % за об'ємом. На зломі вони мають землистий вигляд, шорстку поверхню, при ударі видають глухий звук. Щільні, це – плитки для підлог, клінкерна цегла, порцелянові санітарно-технічні вироби. Вони мають блискучий злом, гладеньку поверхню, при ударі видають чистий дзвінкий звук.

*За будовою черепка*, що характеризує його текстуру, розрізняють грубу (неоднорідну крупнозернисту) та тонку (однорідну дрібнозернисту) кераміку. Більшість будівельних керамічних матеріалів (цегла, камені, черепиця) відносять до грубої пористої кераміки з водопоглинанням 5...15 %. Дорожню та кислототривку цеглу, каналізаційні труби можна віднести до грубої щільної кераміки з водопоглинанням не вище 10 %. За тонку пористу кераміку вважають вироби із фаянсу, за тонку щільну – вироби з порцеляни і деякі вогнетривкі, кислототривкі і електроізоляційні керамічні матеріали.

*За способом формування* керамічні матеріали поділяються на матеріали, одержані пластичним формуванням, напівсухим пресуванням або клінкерним способом.





# Сировина для виготовлення керамічних матеріалів

# Головною сировиною для виготовлення кераміки є різні глинясті гірські породи.

Чим більша кількість в глині частинок розміром менш як 0,005 мм, тим вища пластичність і тим більше потрібно води для формування глиняного тіста, що спричинює значну усадку при сушінні і випалюванні.

*Усадкою* називають зменшення лінійних розмірів та об'єму в процесі сушіння та випалювання. Повітряна усадка коливається у межах 2...12 %, вогнева становить 2...8 %.

За *вогнетривкістю* глини поділяють на. *вогнетривкі* з температурою плавлення понад 1580 °С, *тугоплавкі* – 1350...1580 °С, *легкоплавкі* – менше 1350 С.

Ще однією характерною властивістю глин є здатність переходити в каменеподібний стан. Колір глиняного черепка залежить від складу і кількості оксидів у глині.



Щоб поліпшити технологічні властивості формувальних мас і надати певних властивостей виробам, до глин вводять різні добавки:

спіснювачі

пороутворювачі

плавні

пластифікатори

**Спіснювальні добавки** вводять у керамічну масу, щоб знизити пластичність і зменшити усадку. Для цього використовують шлак, золу, шамот, пісок, дегідратовану глину.

**Плавні** знижують температуру випалювання й спікання глини. Це польові шпати, доломіт, магнезит тощо.


**Пороутворювальні добавки** вводять, щоб одержати легкі вироби. Такими добавками є магнезит, крейда, доломіт, тирса, вугілля, торф, лігнін.

**Пластифікуючі добавки** сприяють підвищенню пластичності, до них належать високопластичні глини, бентоніти, поверхнево-активні речовини, сульфітно-спиртова барда.

Щоб поліпшити декоративний вигляд і стійкість до зовнішніх впливів, поверхню керамічних виробів покривають глазур'ю чи ангобом.

**Глазур** – це склоподібне покриття, завтовшки 0,1...0,2 мм, виготовлене з кварцового піску, каоліну, польового шпату, доломіту, магнезиту, оксидів металів, нанесене на поверхню виробу і закріплене випалюванням. Глазурі бувають прозорі і глухі (емалі), безбарвні і забарвлені, глясові і матові, тугоплавкі і легкоплавкі.

**Ангоб** виготовляють з білої або кольорової глини, наносять на поверхню виробу тонким шаром 0,25...0,4 мм завтовшки і випалюють. Забарвлена поверхня стає матовою.



# Виготовлення керамічних матеріалів

Виокремлюють три основних способи виготовлення керамічних виробів: напівсухий спосіб формування; пластичний спосіб формування; мокрий спосіб.

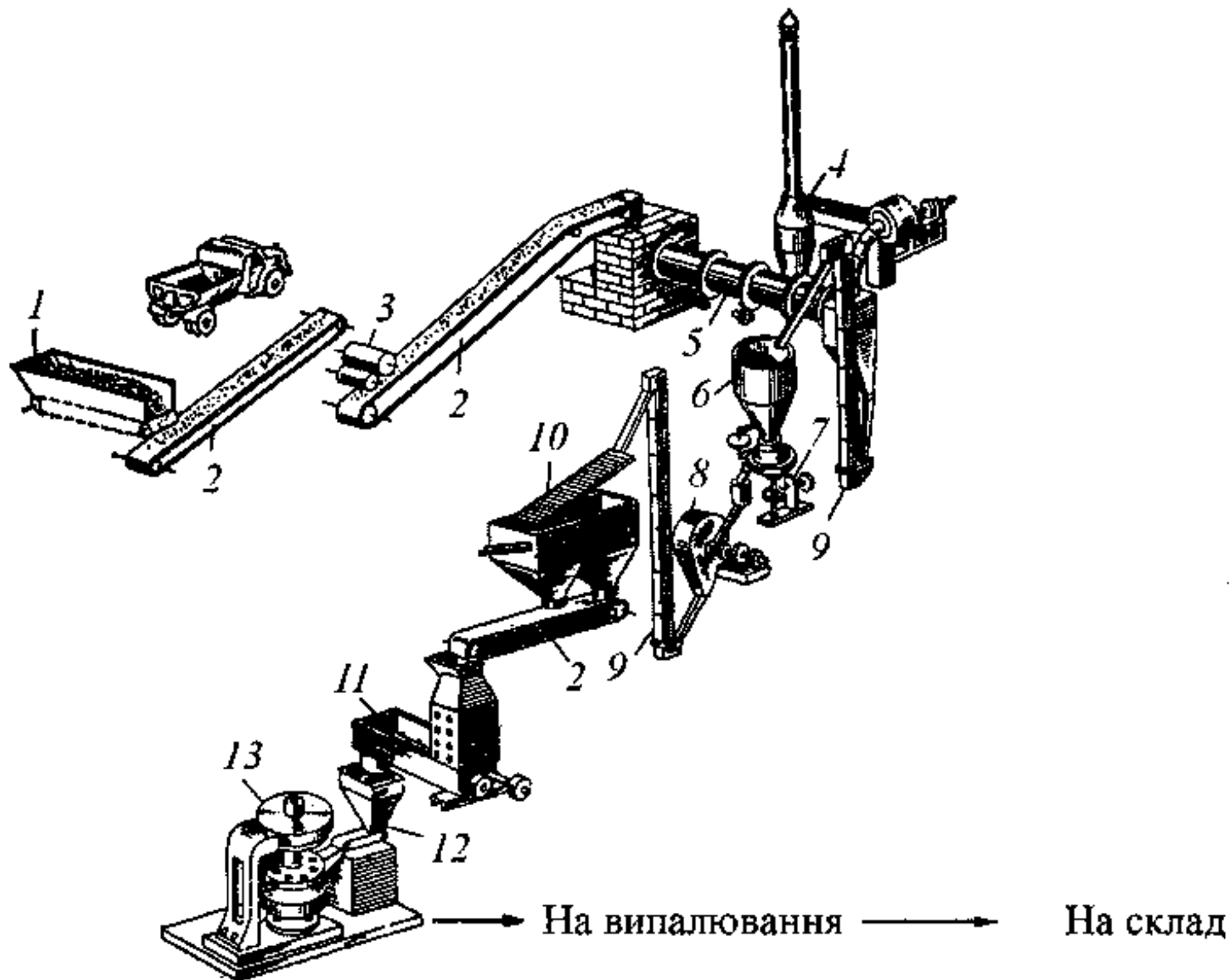
Застосовуючи *напівсухий спосіб формування*, глину подрібнюють у млинах; підсушують у сушильних барабанах і перемішують у глинозмішувачах, зволожуючи паром до вологості 8...12 %. Кожний виріб формують окремо на пресах під тиском 15...40 МПа. Вироби мають чітку форму, точні розміри.

При *пластичному способі формування* глину змішують з водою до вологості 18...25 % в глинозмішувачах. Вироби формують на стрічкових пресах, де за допомогою шнека маса остаточно гомогенізується і видавлюється через мундштук у вигляді бруса. Брус розрізають сталевією струною на окремі вироби.

При *мокрому способі* сировинні матеріали спочатку подрібнюють, а потім змішують з водою до вологості 45...60 %. Рідку глиняну масу виливають у форми. Цим способом виготовляють фаянс, мозаїчну плитку, плитку для внутрішнього оздоблення стін.

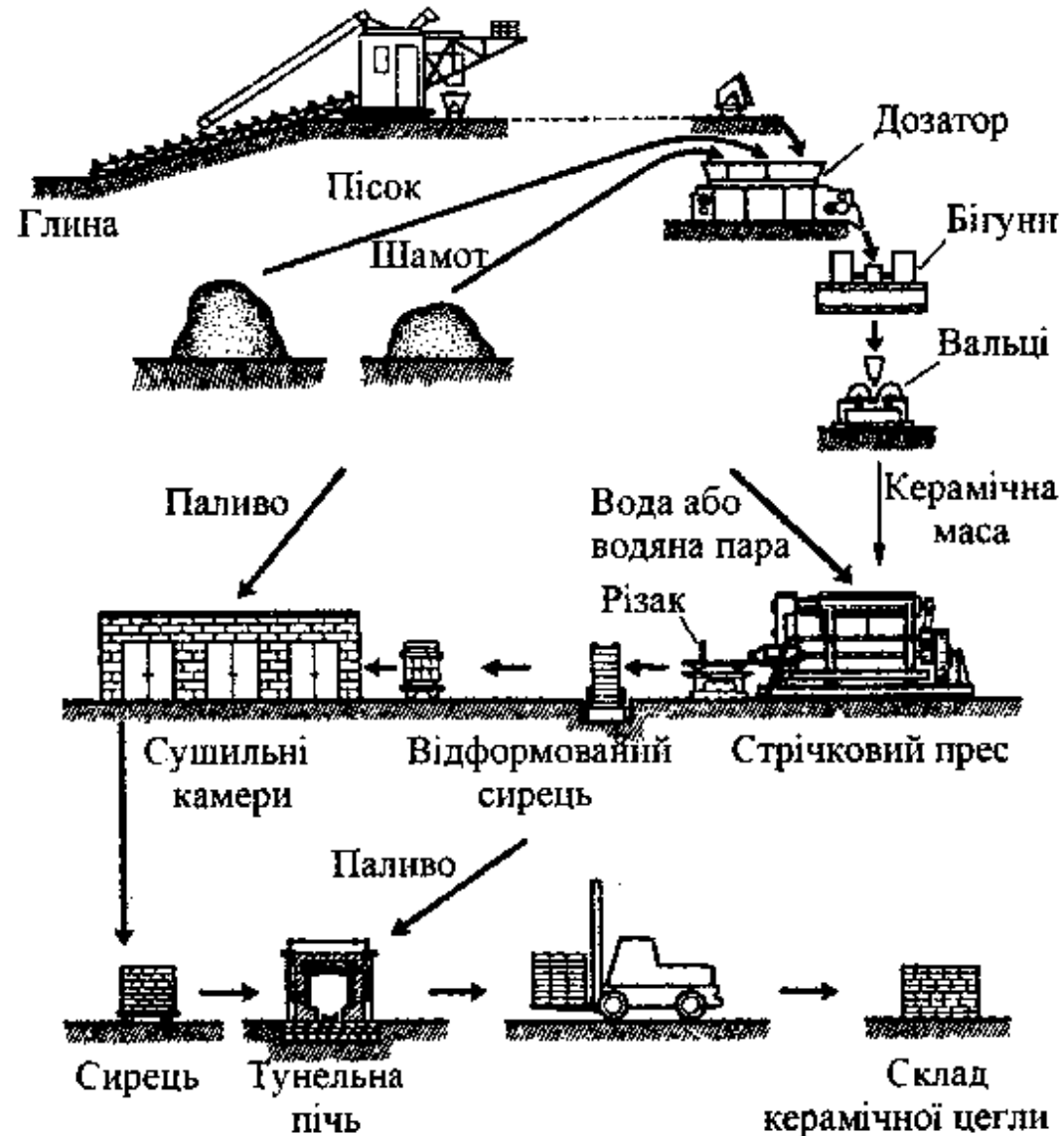


## Технологічна схема виробництва керамічних матеріалів напівсухим способом формування



Технологічна схема виробництва цегли методом напівсухого пресування: 1 – ящикований подавач; 2 – стрічкові конвеєри; 3 – дезінтеграторні вальці; 4 – циклон; 5 – сушильний барабан; 6 – бункер; 7 – тарілчастий живильник; 8 – дезінтегратор; 9 – елеватори; 10 – грохот; 11 – глинозмішувач з парозволожувачем; 12 – живильник; 13 – прес

*Технологічна схема виробництва керамічних матеріалів при застосуванні пластичного способу формування*



*Сушіння виробів* може бути штучним і природним. Природне сушіння в сушильних сараях дешевше, але довготривале (10...15 діб), залежить від температури і вологості навколишнього повітря. Штучне сушіння виконують у тунельних сушарках, де керамічні вироби сохнуть від 16 годин до трьох діб.

Випалювання здійснюється в тунельних чи кільцевих печах. Температура випалювання 900...1100 °С. Після випалювання вироби сортують. Якість виробів установлюють згідно з стандартом за формою, розмірами, зовнішнім виглядом, ступенем випалювання, дефектами.



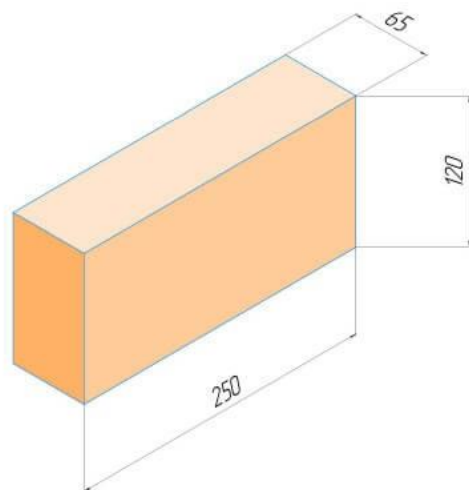


# Стінові керамічні матеріали

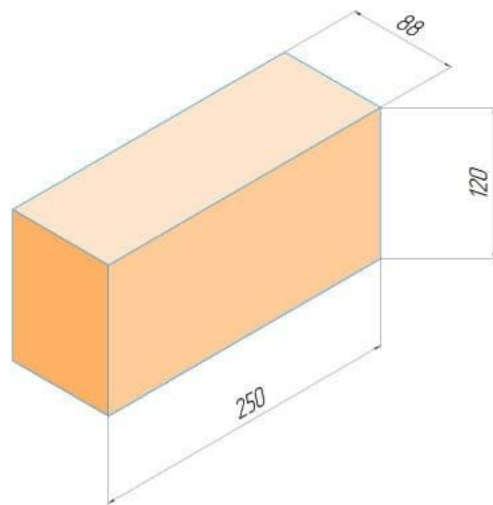


Найпоширеніший матеріал з кераміки — керамічна цегла і каміння. Вироби згідно ДСТУ Б В.2.7-61-97 «Цегла та камені керамічні рядові і лицьові» класифікуються за такими ознаками: призначенням (рядові, лицьові), міцністю (маркою), розмірами, середньою густиною (звичайні, умовно ефективні, ефективні), морозостійкістю (марки F-15, F-25, F-35 та F-50), радіоактивністю.

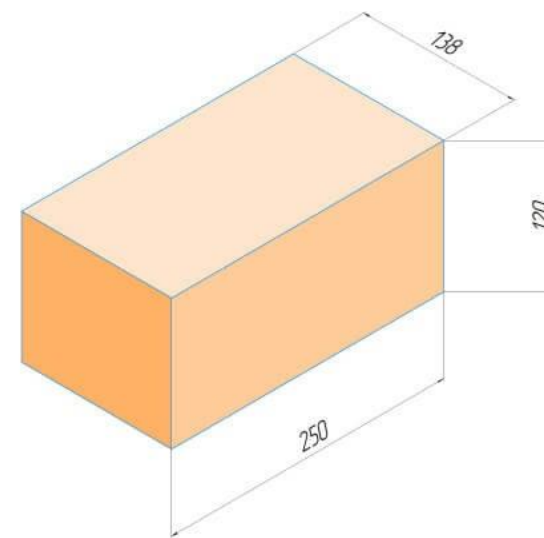
Цегла має розміри 250×120×65 мм (одинарна) ті 250×120×88 мм (модульна). За нормативами цегла може мати відхилення від розмірів по довжині  $\pm 5$  мм, по ширині  $\pm 4$  мм, по товщині  $\pm 3$  мм.



Одинарна



Збільшена в півтора рази



Подвійна

Середня щільність – 1600...1900 кг/м<sup>3</sup>, теплопровідність – 0,71...0,82 Вт/(м·К), маса – не більше ніж 4 кг. Виготовляють цеглу пластичним та напівсухим способами. Водопоглинання цегли має бути не менш як 8 % інакше цегла буде щільною і матиме велику теплопровідність. Морозостійкість – не менше ніж 15 циклів.



## *Вимоги до міцності цегли*

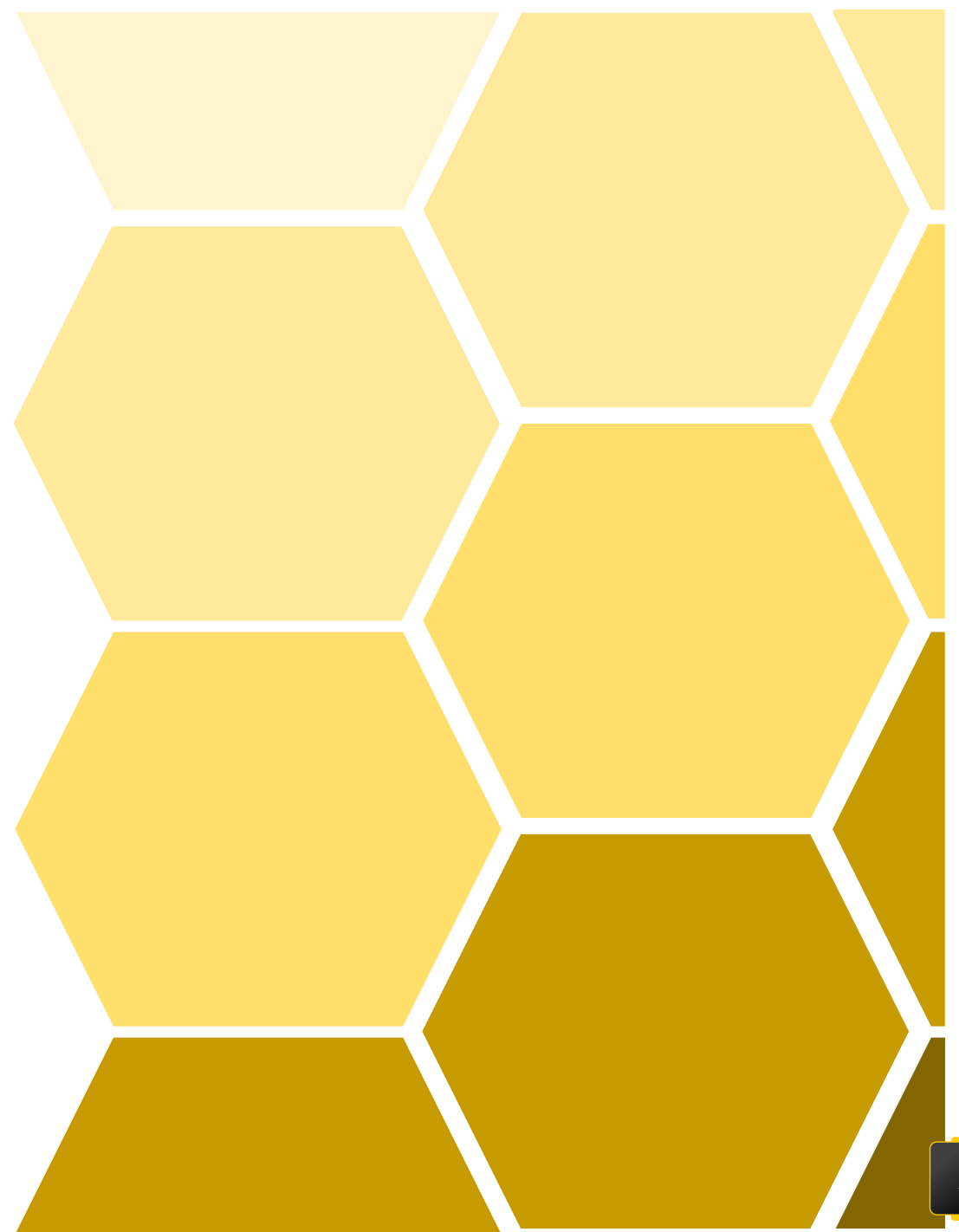
Марка цегли	Міцність, МПа							
	на стиск		на згин					
	середня	мінімальна	при пластичному формуванні		при напівсухому пресуванні		модульна цегла	
			середня	мінімальна	середня	мінімальна	середня	мінімальна
300	30	25	4,4	2,2	3,4	1,7	2,9	1,5
250	25	20	3,9	2,0	2,9	1,5	2,5	1,3
200	20	17,5	3,4	1,7	2,5	1,3	2,3	1,1
175	17,5	15	3,1	1,5	2,3	1,1	2,1	1,0
150	15	12,5	2,8	1,4	2,1	1,0	1,8	0,9
125	12,5	10	2,5	1,2	1,9	0,9	1,6	0,8
100	10	7,5	2,3	1,1	1,6	0,8	1,4	0,7
75	7,5	5,0	1,8	0,9	1,4	0,7	1,2	0,6

## Маркування цегли

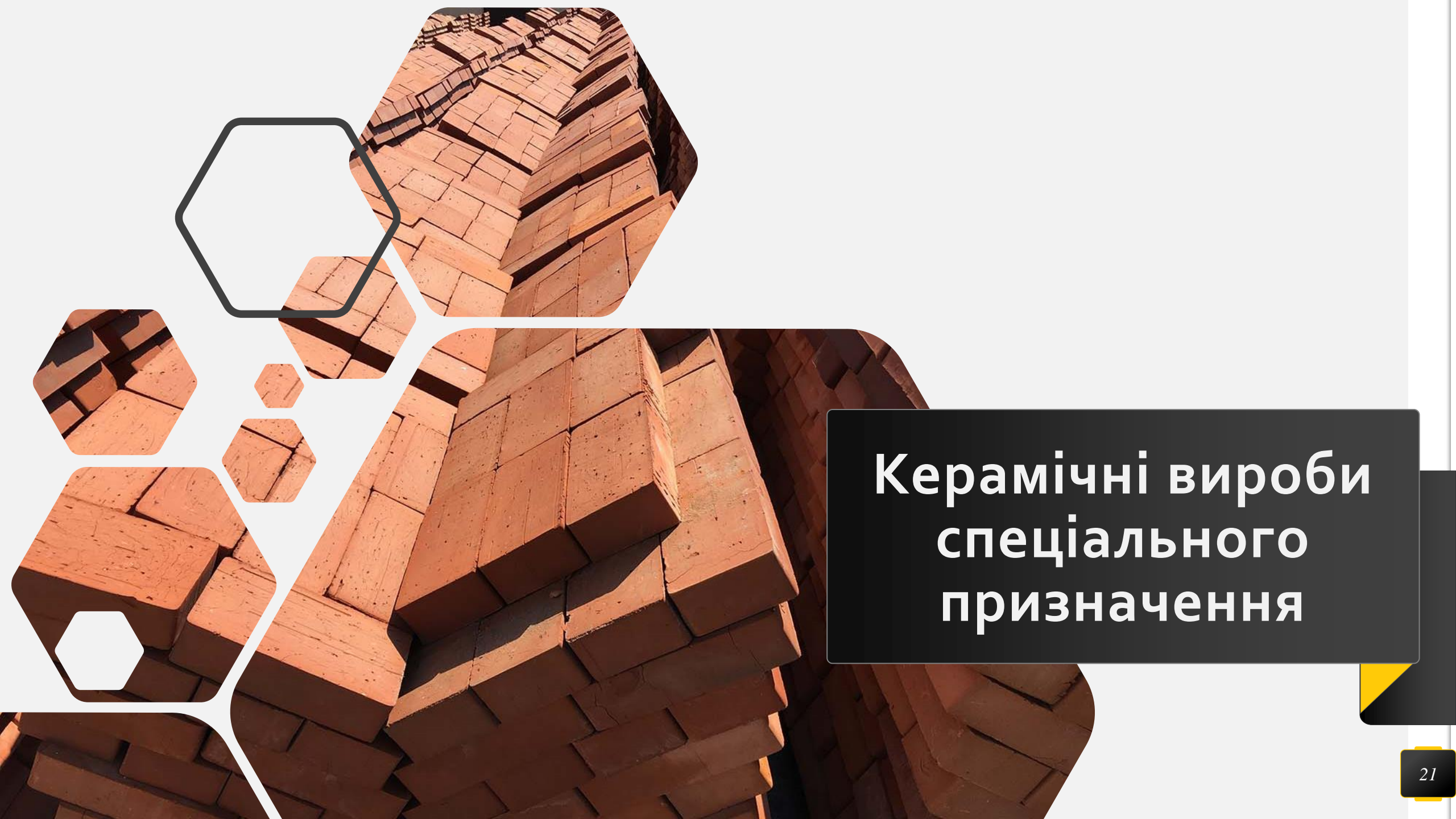
Умовні позначення стінових керамічних виробів згідно з ДСТУ Б В.2.7-61-97.

<u>X</u>	<u>X</u>	<u>X</u> – <u>У</u>	<u>У</u>	<u>У</u>	<u>У</u>	ДСТУ Б В.2.7-61-97
┌	┌	┌	┌	┌	┌	матеріал (К – керамічний)
└	└	└	└	└	└	вид виробів (Р – рядові, Л – лицьові)
└	└	└	└	└	└	порожнистість цегли (Пв – повнотіла, Пр – порожниста)
└	└	└	└	└	└	тип виробів (згідно таблиць ДСТУ)
└	└	└	└	└	└	марка за міцністю
└	└	└	└	└	└	середня густина
└	└	└	└	└	└	марка за морозостійкістю

Наприклад: цегла КРПв – 1/100/1650/15 ДСТУ Б В.2.7-61-97 – цегла керамічна рядова повнотіла марки за міцністю 100, густиною 1650 кг/м<sup>3</sup>, марки за морозостійкістю F15.







# Керамічні вироби спеціального призначення

*Дренажні труби* – вироби циліндричної, шести- і восьмигранної форми з внутрішнім діаметром 25...250 мм, 333...500 мм завдовжки, їх використовують у меліорації та осушенні ґрунтових основ, споруд. Дренажні труби виготовляють пластичним формуванням у горизонтальних стрічкових або у вертикальних пресах з високопластичних цегельних глин.

Вони можуть бути неглазурованими без розтрубів або глазурованими з розтрубами та перфорацією на стінках. Частіше виготовляють безрозтрубні труби, які з'єднують між собою керамічними муфтами. Вода у дренажні труби надходить крізь стики і отвори в стінках труб. Водопоглинання черепка становить не більш як 15 %, морозостійкість не нижча 15 циклів.



**Цегла для дорожніх покриттів** (клінкерна) – це штучне каміння розмірами 220×110×65 мм і 220×110×78 мм, яке виготовляють формуванням і наступним випалюванням до повного спікання. Як сировину застосовують тугоплавкі глини з великим інтервалом температур між початком спікання й початком деформування (80...100 °С).

Марки цегли 1000, 600 і 400, відповідно морозостійкість F100, F50 і F30, водопоглинання не більш як 2, 4, 6 %, опір стиранню (коефіцієнт зношування) не менш як 14, 16 і 18 %, випробування на удар (кількість ударів) не менше ніж 8, 12, 16. Її застосовують для влаштування підлог промислових, будівель, мостових опор, дорожніх покриттів.





**Каналізаційні труби** виготовляють з тугоплавких або вогнетривких глин із спіснюючими добавками (тонкомеленим шамотом або піском) чи без них, циліндричної форми з розтрубом на одному кінці. Сировинну масу готують пластичним способом. Труби формують у вертикальних трубних пресах, покривають із середини і ззовні кислотостійкою поливою й випалюють при температурі 1250..1300 °С, їх виготовляють діаметром 150...600 мм і 1000...1500 мм завдовжки. Вони мають бути водонепроникними і витримувати внутрішній гідравлічний тиск не менш як 0,15 МПа.

Водопоглинання труб не повинно перевищувати 8 %. Кислотостійкість труб становить не менш як 93 %. Труби призначені для будівництва безнапірних мереж каналізації, якими транспортуються промислові, побутові та дощові неагресивні й агресивні стічні води.





**Кислототривкі вироби** — цегла, плитки, труби для футеровки резервуарів, печей, настилу підлог у цехах з агресивним середовищем. Кислототривкі керамічні вироби виготовляють з пластичних глин без домішок карбонатів, сірчаного колчедану, гіпсу, які зменшують хімічну стійкість.

**Кислототривка цегла** міцністю 15...25 МПа, кислотостійкістю 92...96 %, водопоглинанням 8...12 %, термостійкістю не менше двох тепло змін; **плитки кислототривкі (К)** і **термокислототривкі (ТК)** міцністю 30 МПа, кислотостійкістю 96...98 %, водопоглинанням 6...9 %; труби та фасонні частини до них міцністю 30...40 МПа, кислотостійкістю 97...98 %, водопоглинанням 3...5 %. Кислототривка цегла та плитки призначені для футерування башт, резервуарів і печей на хімічних заводах, для опорядження підлог у цехах з агресивними середовищами. Керамічні кислототривкі труби застосовують для перекачування неорганічних і органічних кислот та газів під тиском до 0,3 МПа.



*Вогнетривкі* вироби – це кремнеземисті, алюмосилікатні, магнезіальні та хромисті керамічні вироби, що експлуатуються при високих температурах.

*Вогнетривкі* вироби поділяють на просто вогнетривкі (1580...1770 °С), високовогнетривкі (1700...2000 °С), найвищої вогнетривкості (понад 2000 °С).

З вогнетривких матеріалів найширше застосовують кремнеземисті та алюмосилікатні, а також магнезіальні та хромисті.

*Кремнеземисті* (динасові) мають вогнетривкість 1670..1790 °С, але невисоку термічну стійкість і при швидкому нагріванні втрачають міцність, розтріскуються й руйнуються, виготовляються із кварцитів або піску з глиною. Застосовують їх для кладки склепінь металургійних і скловарних печей.

*Алюмосилікатні вироби* виготовляють із вогнетривких глин, шамоту; вогнетривкість – 1590...1730 °С, поділяють на три групи:

1) напівкислі з вмістом  $\text{SiO}_2$  понад 65 % і  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – не менш як 28 % та вогнетривкістю 1610...1710 °С, застосовують для футерування печей, вагранок, димарів.

2) шамотні матеріали з вмістом  $\text{Al}_2\text{O}_3$  30...45 % мають високу термічну стійкість і міцність, їх вогнетривкість 1580..1730 °С, застосовують їх для футерування обертових печей, димоходів тощо.

3) високоглиноземисті матеріали з вмістом  $\text{Al}_2\text{O}_3$  понад 45 % мають вогнетривкість 1820...1860 °С, використовують їх у скловарній промисловості, для укладання доменних печей тощо, магнезіальні вироби складаються в основному з периклазу  $\text{MgO}$  – 80...85 %, їх вогнетривкість досягає 2000 °С.

**Теплоізоляційні** пористі керамічні заповнювачі для бетонів – керамзит і аглопорит.

**Керамзит** – гравій, що утворився при випалюванні легкоплавких глин, які спучуються при нагріванні до 1300 °С. Залежно від насипної щільності керамзит поділяють на марки: 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550, 600, 700, 800.

**Аглопорит** – пористий щебеновидний кусковий матеріал, який виготовляють спіканням суміші глини і вугілля. Насипна щільність – 300...1000 кг/м<sup>3</sup>.

