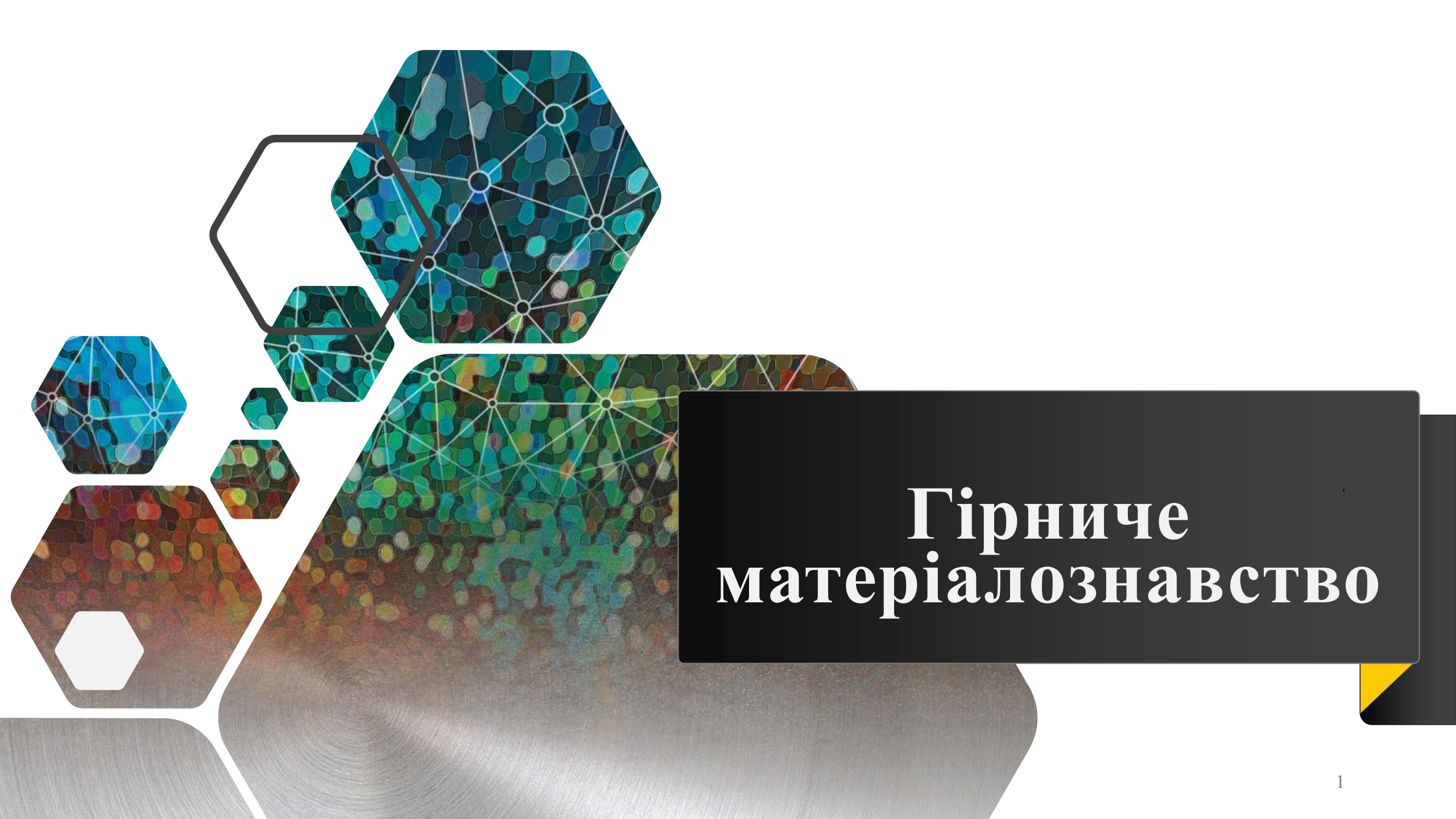


The background features several overlapping hexagonal shapes. Some are filled with colorful, abstract patterns resembling mineral grains or microscopic structures in shades of blue, green, and brown. Others are empty or have a white hexagonal cutout. A dark gray rectangular box with a yellow corner tab is positioned on the right side, containing the title text.

Гірничче матеріалознавство



Визначення та класифікація в'язучих речовин



+



Неорганічними в'язучими речовинами називають порошкоподібні матеріали, які при змішуванні з водою утворюють пластично-в'язке тісто, здатне внаслідок фізико-хімічних процесів самочинно тверднути й переходити в каменеподібний стан. Виняток становлять магнезіальні та шлаколузні в'язучі, а також кислототривкий цемент, які замішують водними розчинами деяких солей та інших сполук.

Затверділе в'язуче скріплює між собою неорганічні (мінеральні) або органічні заповнювачі, утворюючи моноліт – штучний конгломерат. На цьому ґрунтується виробництво будівельних розчинів, бетонів, виготовлення різних безвипалювальних штучних матеріалів та виробів.

Класифікація мінеральних в'язучих

Мінеральні в'язучі згідно
ДСТУ Б В.2.7-91-99
класифікуються за такими
ознаками: визначальними
фізико-механічними
властивостями; умовами і
механізмом тверднення;
хімічною природою
визначальних сполук; вмістом
інгредієнтів.



Класифікація за визначальними фізико-механічними властивостями

- За міцністю на стиск
- За швидкістю тужавлення
- За швидкістю тверднення
- За спеціальними властивостями

Класифікація за умовами і механізмом тверднення

- Гідраційно-конденсаційні
- Контактно-конденсаційні
- Коагуляційні
- Поліконденсаційні

Класифікація мінеральних в'язучих

За хімічною природою визначальних сполук

- Лужноземельні
- Магnezіальні
- Лужні
- Алюмосилікатні
- Кислотно-основні
- Елементні

За вмістом складових компонентів

- Однокомпонентні
- Двокомпонентні
- Багатокомпонентні

Індекс групи	Характеристика групи за міцністю при стиску	Граничні значення міцності, МПа	Характерні представники групи
M1	Маломіцні	до 10	Вапно повітряне, вапно гідравлічне, гіпс будівельний, глини
M2	Пониженої міцності	понад 10 до 30 включно	Романцемент, гіпс високоміцний, композиційні цементи
M3	Середньої міцності	понад 30 до 50 включно	Портландцемент з добавками, пуцолановий цемент, шлакопортландцемент, ґрунтоцементи
M4	Високоміцні	понад 50 до 100 включно	Портландцемент високоміцний, шлаколужне в'язуче, глиноземистий цемент
M5	Надміцні	понад 100	Шлаколужне в'язуче, контактено конденсаційні в'язучі

Групи в'язучих за міцністю при стиску

Групи в'яжучих за швидкістю тужавлення

Однією з унікальних властивостей саме мінеральних в'яжучих є такий параметр як тужавлення – процес перетворення рідкої маси в тверду. За швидкістю тужавлення мінеральні в'яжучі діляться на чотири групи:

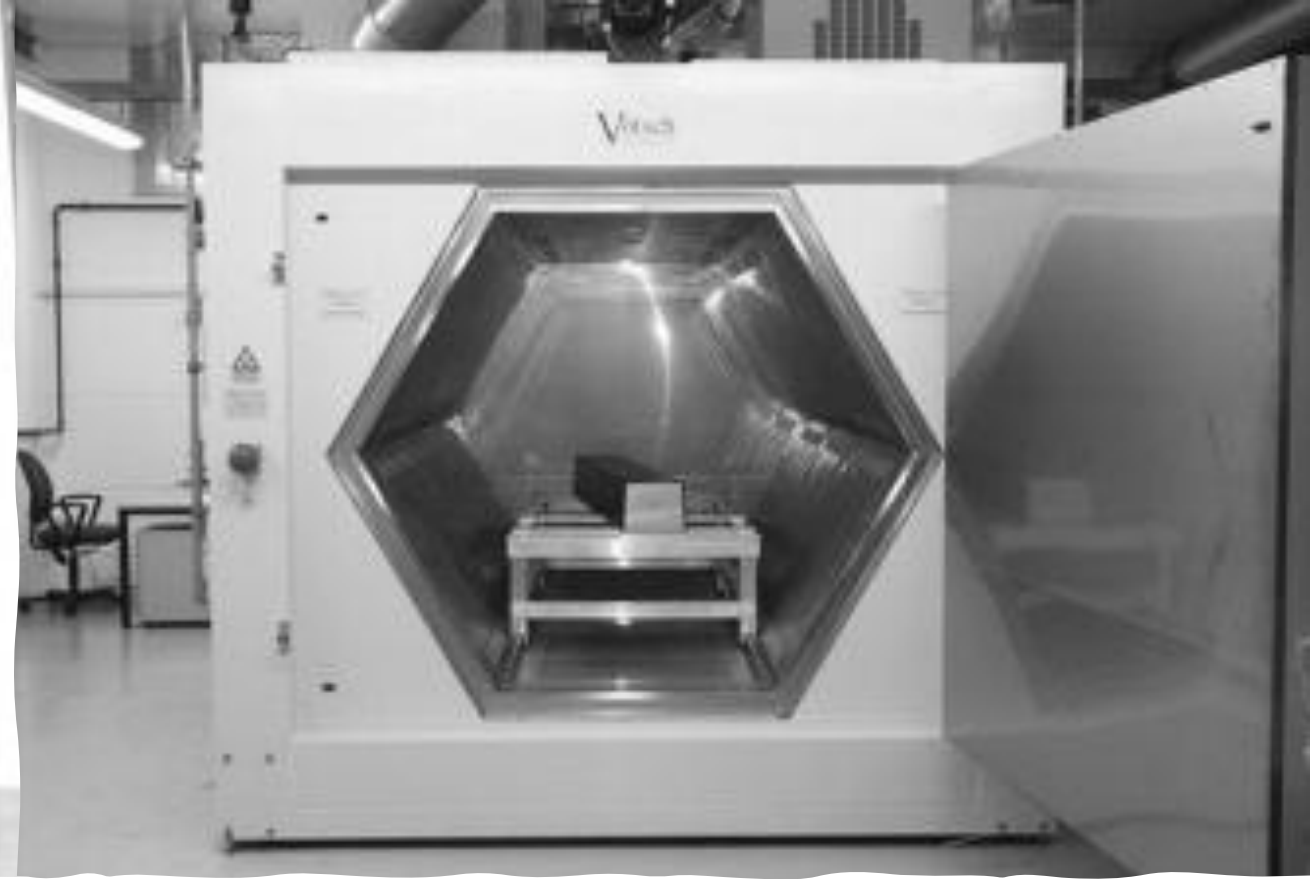
Індекс групи	Характеристика групи за швидкістю тужавлення	Нормативний термін початку тужавлення	Характерні представники групи
ТЖ1	Повільно-тужавіючі	не раніше 2 год.	Вапно повітряне гашене, вапно гідравлічне, глини, романцемент
ТЖ2	Нормально тужавіючі	не раніше 45 хв. і не пізніше 2 год.	Портландцемент, портландцемент з добавками, пуцолановий цемент, шлакопортландцемент
ТЖ3	Швидко-тужавіючі	не раніше 15 хв. і не пізніше 45 хв.	Ангідритовий цемент, глиноземистий цемент, шлаколужні в'яжучі, розчинне скло
ТЖ4	Найшвидко-тужавіючі	не пізніше 15 хв.	Гіпс будівельний, розширювальні цементи, напружуючий цемент

Повітряні в'язучі речовини можуть тверднути й тривалий час зберігати міцність лише на повітрі, а тому їх застосовують у надземних спорудах, які не зазнають впливу води. До них належать гіпсові в'язучі матеріали, магнезіальні, рідке (розчинне) скло, а також повітряне будівельне вапно.





Гідравлічні в'язучі тверднуть і зберігають міцність, а іноді й підвищують її в часі не лише на повітрі, а й у воді. Їх застосовують у наземних, підземних, гідротехнічних та інших спорудах, які зазнають впливу води. До гідравлічних в'язучих належать гідравлічне вапно, портландцементи, спеціальні цементи тощо.



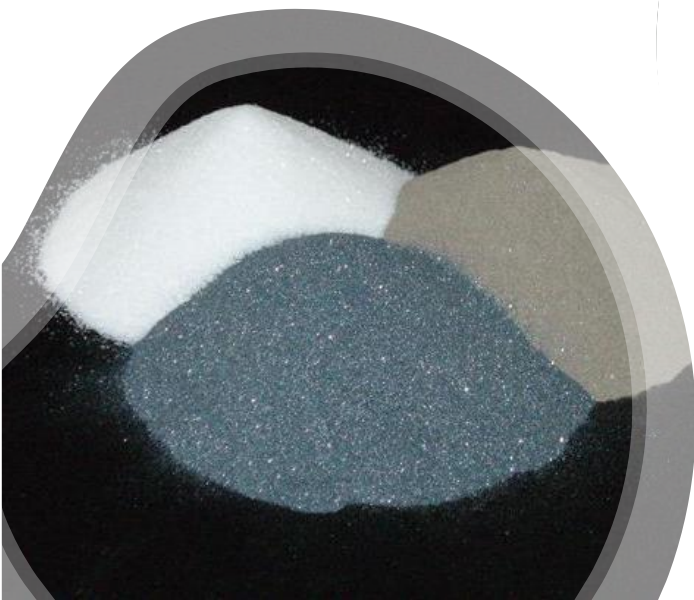
В'яжучі автоклавного твердіння – це речовини, здатні тверднути й утворювати міцний цементний камінь у автоклавах при підвищених температурі, тиску та вологості. До таких в'яжучих належать вапняно-кремнеземисті, вапняно-зольні, вапняно-шлакові в'яжучі, нефеліновий цемент.

Сировиною для виробництва мінеральних в'язучих є гірські породи та побічні продукти промисловості. З гірських порід застосовують: сульфатні – гіпс, ангідрит; карбонатні – вапняк, крейду, вапнякові туфи, вапняк-черепашник, мармур, доломіти, доломітизовані вапняки, магнезит; алюмосилікатні – нефеліни, глини, глинясті сланці; високо глиноземисті боксити, корунди; кремнеземисті – кварцовий пісок, траси, вулканічний попіл, діатоміт, трепел, опоку.





Виробництво цементу



Виробництво цементу складається з таких операцій: видобування сировини, приготування суміші, випалювання до спікання в клінкер, охолодження і розмелювання клінкеру з гіпсом і мінеральними добавками, приймання та зберігання цементу.

За способом підготовки сировинної суміші цемент виробляються трьома способами: мокрим, сухим та комбінованим.



Мокрий спосіб полягає в тому, що м'які гірські породи подрібнюють і змішують з великою кількістю води (36...42 %) у вигляді шламу. Шлам готують у кульовому млині, куди подають подрібнений і дозований вапняк і водну суспензію глини. Із млинів шлам подають у шлам-басейн, де коригують його склад і забезпечують однорідність. Далі шлам надходить в обертову піч – металевий циліндр діаметром 5...7 і 60...230 м завдовжки всередині футерований вогнетривким матеріалом. Піч обертається, і шлам рухається вниз, де його зустрічає факел палива.

При температурі 500...750 °С згоряють органічні речовини і починається дегідратація, утворюються грудки, які потім розпадаються у порошок. При температурі вище 750...800 °С окремі частинки порошку зчіплюються в гранули. При температурі 900...1000 °С виділяються оксиди кальцію, які вступають у реакції з глиноземом, оксидом заліза і кремнеземом. При температурі 1200...1250 °С утворюються основні мінерали цементного клінкеру: двокальцієвий силікат $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ (беліт), трикальцієвий силікат $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ (аліт), трикальцієвий алюмінат $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$, чотирикальцієвий алюмоферит $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$. Скорочений умовний запис цих мінералів відповідно такий: C_2S , C_3S , C_3A , C_3AF . Вміст цих мінералів у портландцементному клінкері: C_2S – 45...60, C_3S – 20...30, C_3A – 4...34, C_3AF – 10...18 %.



Клінкер – гранули сіро-зеленого кольору розміром 15...25 мм – направляється з печі в холодильник, а потім на склад, де його витримують один-два тижні; за цей час вільний оксид кальцію гаситься вологою повітря. Клінкер подрібнюють в кульових млинах, при необхідності додаючи гіпсовий камінь (2...5 %) для регулювання строків тужавіння, а іноді й добавки. Із млинів цемент подають у силоси, звідки відвантажують замовникам.





Властивості портландцементів



Міцність зростає дуже швидко протягом першого тижня, а потім до 28 діб інтенсивність процесу уповільнюється. Дуже повільне зростання міцності після 28 діб може продовжуватися багато років у вологому і теплому середовищі.

Твердіння цементу при мінусових температурах уповільнюється чи повністю зупиняється, після відтавання цемент продовжує набирати міцність.

Вимоги до міцності цементу згідно ДСТУ Б В.2.7-46-96

«Цементи загально будівельного призначення»

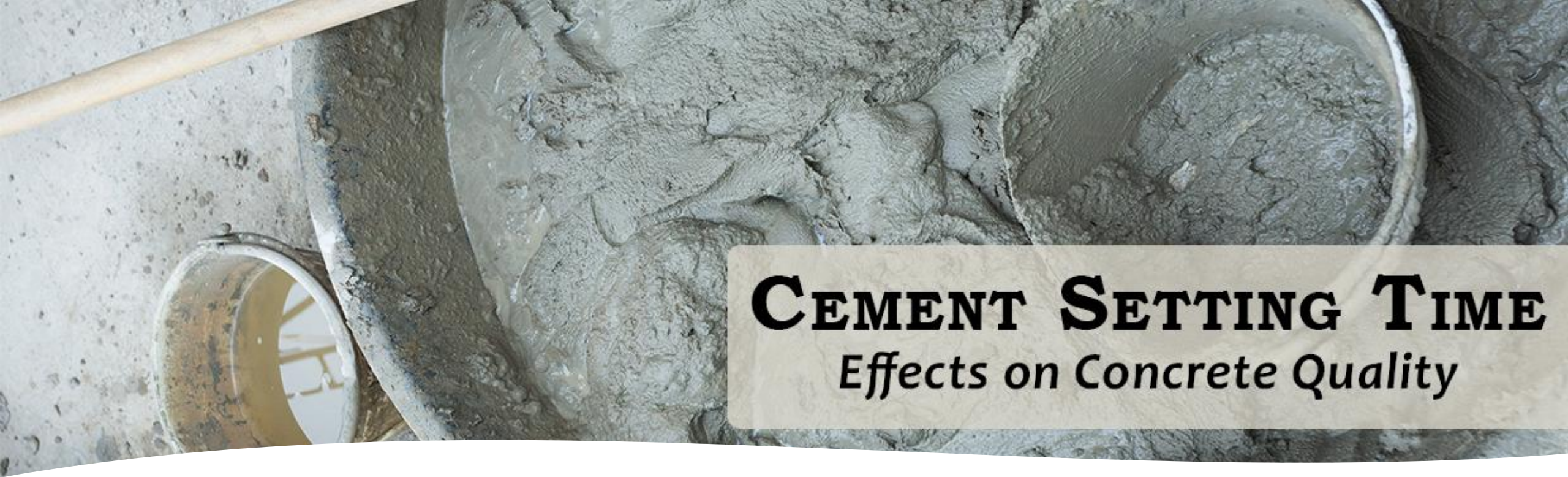
Марка цементу	Міцність при стиску, Н/мм ²		
	2 доби	7 діб	28 діб
300	-	25	30
400	-	20	40
400P	15	-	40
500	15	-	50
500P	25	-	50
550	20	-	55
600	25	-	60
Примітка. P позначено вид цементу з високою міцністю в ранньому віці.			

Насипна (середня) щільність

портландцементу в сипкому стані –
1000...1100, а в ущільненому – 1400...1700
кг/м³. Істинна щільність – 3,05...3,15 г/см³.

Водопотреба портландцементу – це мінімальна кількість води, потрібна для приготування цементного тіста заданої густоти (в'язкості). Водопотребу називають ще нормальною густотою і визначають за допомогою приладу Віка. Нормальна густота становить 24...27 % і залежить від мінерального складу клінкеру, природи і кількості добавки, тонкості помелу.





CEMENT SETTING TIME

Effects on Concrete Quality

Строки тужавіння цементу – це час, протягом якого цементне тісто нормальної густоти втрачає свою пластичність, але ще не має помітної міцності. Визначають умовний початок тужавіння (початок втрати пластичності) і кінець тужавіння (повна втрата пластичності). Строки тужавіння цементу визначають приладом Віка за глибиною занурення голки в тісто нормальної густоти. Для портландцементу початок тужавіння має наступити не раніше як за 45 хв., а кінець – не пізніше як через 10 год. Іноді для регулювання строків тужавіння портландцементів застосовують добавки – сповільнювачі і прискорювачі тужавіння.

The background features a cluster of hexagonal shapes on the left side. Some hexagons contain close-up images of grey cement powder, while others are empty or have a dark outline. A large, semi-transparent hexagon in the center also displays a close-up of the cement texture. On the right, a dark grey horizontal bar with a yellow triangle at its bottom right corner contains the title text.

Спеціальні цементи



Глиноземистий цемент – швидкотверднуча гідралічна в'язуча речовина, яка складається з низько основних алюмінатів кальцію. Сировиною для цього цементу є вапняки і боксити.

Тепловиділення глиноземистого цементу в 1,5 рази вище, ніж портландцементу, тому його можна застосовувати для зимового бетонування; не рекомендується для бетонування масивних конструкцій у літній період, а також конструкцій, що піддають тепловологісній і тепловій обробці. Колір цього цементу – від сірозеленого до чорного, середня щільність у сипкому стані – $1000...1300 \text{ кг/м}^3$, водопотреба – 23...28 %. строки, тужавіння — початок не раніше як за 30 хв. І кінець не пізніше як за 12 год. після початку замішування. За строками тужавіння глиноземистий цемент дуже зручний для виготовлення виробів, тому що він є швидкотужавіючим.



Водонепроникний розширний цемент – швидкотужавіюча та швидкотверднуча гідравлічна в'язуча речовина, яку одержують помелом 70...76 % глиноземистого цементу, 20...22 % напівводного гіпсу і 10..11 % високоосновного алюмінату кальцію.

Початок тужавіння – не раніше як за 4 хв., кінець – не пізніше як за 10 хв. з початку замішування водою.

Розширюється цемент у межах 4...5 % внаслідок утворення гідросульфалюмінату кальцію.

Використовують такий цемент для гідроізоляції тунелів, стовбурів шахт, у підземному та підводному бетонуванні, при створенні водонепроникних швів, але в усіх випадках умов експлуатації температура має бути вищою за 0°C, тому що такий цемент має знижену морозостійкість.



Водонепроникний безусадочний цемент –

швидкотужавіюча та швидкотверднуча речовина, яку одержують змішуванням глиноземистого цементу, напівводного гіпсу і гашеного ванна. Початок тужавіння – не раніше як за 1 хв., а кінець – не пізніше як за 5 хв. Використовують для гідроізоляції підземних споруд.

Гіпсоглиноземистий розширний цемент одержують помелом чи змішуванням після попереднього подрібнення високоглиноземистого шлаку чи клінкеру (70 %) і природного двоводного гіпсу (30 %). Початок тужавіння – не раніше як за 20 хв., кінець – не пізніше як за 4 год. Розширення, яке відбувається тільки у воді, – 0,1...0,7 % через три доби і не більше ніж 1 % через 28 діб. Міцність зразків на стиск через три доби – не менше ніж 30 МПа.

Застосовують цей цемент для виготовлення водонепроникних розчинів і бетонів, для гідроізоляції підвалів, шахт, труб, для замонолічування стиків.

**Транспортування та
зберігання мінеральних
в'язучих**



Вироблений на заводі цемент відвантажують для транспортування до місця застосування партіями, розмір яких залежить від потужності заводу. Для транспортування насипом використовують пневмотранспорт, вагоницементовози, цистерни, контейнери, авто цементовози; їх також упаковують і транспортують у паперових, мішках. На цемент видається паспорт за номером, де зазначено назву заводу, дату відвантаження, номер партії, кількість вагонів, назву цементу, нормальну густоту, активність.



Цемент зберігають окремо за марками і видами в закритих складах, силосних бункерах. Змішувати цемент різних видів і марок забороняється. Під час транспортування і зберігання цемент потрібно захищати від дії вологи. Якщо потрібно визначити якість цементу, відбирають пробу масою 20 кг і направляють в лабораторію для випробування.

The background of the slide features a grey, cracked concrete texture. Several hexagonal shapes are overlaid on this texture. One hexagon in the upper left is an empty outline. Other hexagons of various sizes are filled with the same concrete texture. A large, irregular shape in the lower center also has the concrete texture. On the right side, there is a dark grey rectangular box with a yellow triangle at its bottom right corner.

Загальні відомості про бетони



Бетон – це штучний каменеподібний матеріал, результат тверднення раціонально дібраної суміші в'язучого, заповнювачів, води і, у разі потреби, спеціальних добавок. До затвердіння цю суміш називають бетонною.

Змінюючи склад бетонної суміші, можна в період формування надавати виробам і конструкціям практично будь – якої конфігурації та розмірів, а після затвердіння одержувати задані в широкому діапазоні властивості щодо міцності, щільності, теплопровідності.

Бетони класифікують за такими ознаками



за основним призначенням

- конструкційні
- жаростійка
- хімічностійкі
- дорожні
- гідротехнічні
- декоративні
- радіаційно-захисні
- теплоізолюючі

за видом в'язучого

- гіпсові
- вапнякові
- шлакові
- спеціальні

за структурою

- щільні
- пористі
- ніздрюваті
- крупно-пористі

за розмірами заповнювача

- крупнозернистий із заповнювачем найбільшою крупністю від 10 до 150 мм
- дрібнозернистий – із заповнювачем найбільшою крупністю 10 мм



The background of the slide features a grey, cracked concrete texture. Several hexagonal shapes are overlaid on this texture. One hexagon in the upper left is an empty black outline. Other hexagons of various sizes are filled with the same concrete texture. A large, dark grey rectangular box with a yellow triangle at its bottom right corner is positioned on the right side of the slide.

Важкі бетони

Вибір цементу залежить від умов експлуатації конструкції та заданої міцності бетону. Марку цементу вибирають так, щоб витрата його була раціональна. Така умова виконуватиметься, коли марка цементу в 1,1...1,5 рази більша за марку бетону. Із зменшенням відношення марок цементу і бетону збільшується витрата цементу, зростає можливість усадочних деформацій, знижується тріщиностійкість виробів. У разі збільшення цього відношення знижується щільність бетону, підвищується можливість розшарування бетонної суміші.

Марка бетону	100	200	250	300	400	500	600
Марка цементу	300	300, 400	400	400, 500	500, 600	600	600 і більше



Вода для приготування бетонної суміші, промивання заповнювачів та зволоження бетону повинна бути без шкідливих домішок, які перешкоджають нормальному твердінню цементу і можуть викликати корозію цементного каменю. Тому без попередньої перевірки для бетону придатна лише питна вода.

Річкову, озерну та воду із штучних водойм перевіряють хімічним аналізом та порівняльним випробуванням зразків бетонів, виготовлених на такій та питній воді.

Заповнювачі важкого бетону – це сипкі суміші мінеральних частинок природного чи штучного походження певного гранулометричного складу. За розмірами частинок заповнювачі поділяють на дрібні (піски) крупністю від 0.16 до 5 мм та крупкі (щебінь, гравій) розміром від 5 до 70 мм.

Іноді для бетонування особливо масивних конструкцій застосовують крупний заповнювач розміром до 150 мм і більше.





Бетонна суміш – це раціонально підібрана і ретельно перемішана суміш цементу, води, заповнювачів та в деяких випадках добавок. Мірою консистенції бетонної суміші є її легкоукладальність – здатність бетонної суміші заповнювати форму чи опалубку з найменшими затратами зовнішньої енергії.

Рухливість суміші – це здатність укладатися під дією власної ваги, її оцінюють у сантиметрах осадки конуса (ОК). Стандартний конус 300 мм заввишки, діаметром верхньої основи 100 мм, нижньої – 200 мм заповнюють бетонною сумішшю, ущільнюючи під час укладання. Потім форму знімають і ставлять поряд з бетонним конусом, який під дією власної ваги осідає. Величину осадки конуса вимірюють лінійкою.

Класифікація піску за крупністю

Якщо пісок дуже дрібний, його збагачують крупнішими фракціями з подрібнених гірських порід або збільшують кількість цементу у складі бетону.

Якщо пісок підвищеної крупності, його подрібнюють, бо перевитрачається цемент для заповнювання міжзернової пустотності. У кожному випадку рішення приймається після техніко-економічних обґрунтувань.

Група піску	Мк	Повний залишок на ситі 0,63 мм, %
Підвищеної крупності	3,0...3,5	65...75
Крупний	2,5...3,0	45...65
Середній	2,0...2,5	30...45
Дрібний	1,5...2,0	10...30
Дуже дрібний	1,0...1,5	до 10