

## Класифікація та сфери застосування полімерв'язучих речовин. Сутність поняття адгезії

В'язучими речовинами називають порошкоподібні матеріали, які при змішуванні з водою утворюють пластичну та в'язку сполуку, яка здатна внаслідок фізико-хімічних процесів самочинно тверднути й переходити в каменеподібний стан. Затверділі в'язучі речовини скріплюють між собою заповнювачі, утворюючи штучний будівельний конгломерат. Згідно з ДСТУ Б В.2.7-91-99, в'язучі речовини класифікуються за такими ознаками: визначальними фізико-механічними властивостями; умовами і механізмом тверднення; хімічною природою визначальних сполук; вмістом інгредієнтів (Рис. 1).

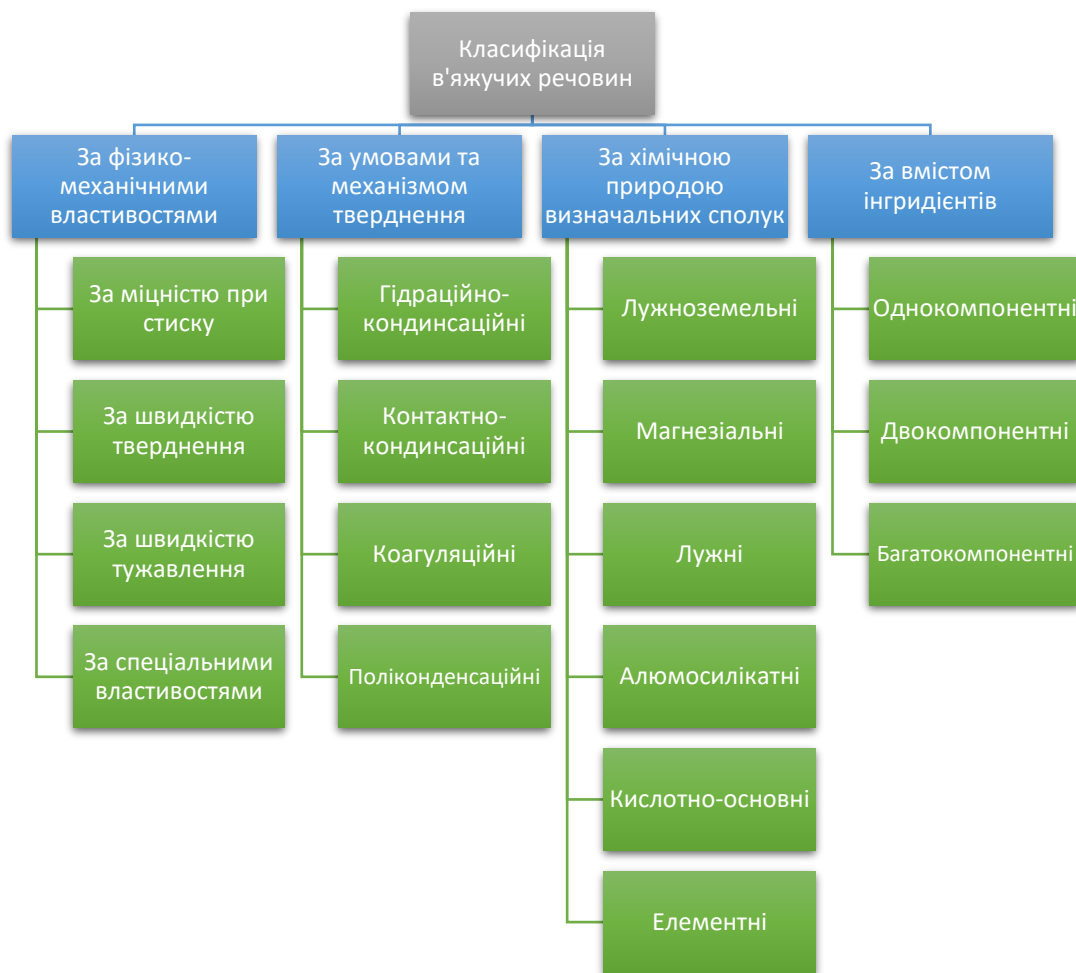


Рис. 1. Класифікація в'язучих речовин

## Портландцементи

Портландцемент – це гідралічна в'язуча речовина, одержана тонким подрібненням цементного клінкеру з гіпсом та іншими добавками. Клінкер – спечений продукт, результат випалювання до спікання при температурі 1450...1500 °С однорідної суміші вапняку і глини або природних мергелів з глинястими домішками більше 20 %. Загалом, 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.

При змішуванні портландцементу з водою спочатку утворюється пластичне тісто, яке поступово переходить у каменеподібний стан. Розрізняють три періоди твердіння портландцементу. У перший період взаємодії цементу з водою, клінкерні мінерали з поверхні зерен частково розчиняються, мінерали взаємодіють з водою і утворюють перенасичену нестійку систему (реакції гідратації). У другому періоді у перенасиченому розчині проходять реакції гідратації клінкерних мінералів, внаслідок чого виникають гідратні новоутворення в колоїдному стані. У цей період цемент починає тужавіти. У третьому періоді колоїдні частинки перекристалізуються, що супроводжується зростанням міцності цементного каменю.

Міцність таких цементних розчинів зростає дуже швидко **протягом першого тижня**, а впродовж наступних **28 діб** інтенсивність процесу уповільнюється. Також, надзвичайно повільне зростання міцності відбувається **і після 28 діб**. Цей процес може продовжуватися **багато років у вологому і теплому середовищі**. Проте, твердіння цементу **при мінусових температурах уповільнюється**, або повністю зупиняється, після відтавання цемент продовжує набирати міцність.

Насипна (середня) щільність портландцементу в сипкому стані становить 1000-1100 кг/м<sup>3</sup>, а в ущільненому 1400-1700 кг/м<sup>3</sup>. Істинна щільність при цьому складає 3,05-3,15 г/см<sup>3</sup>. **Водопотреба портландцементу** – це мінімальна кількість води, потрібна для приготування цементного тіста заданої густоти (в'язкості). Водопотребу називають ще нормальною густиною і визначають за допомогою

приладу Віка. Нормальна густина становить 24-27 % і залежить від мінерального складу клінкеру, природи і кількості добавок, тонкості помелу.

Міцність портландцементу характеризують його маркою, яку встановлюють за міцністю на вигин зразків-балок розміром 40×40×160 мм і на стиск половинок цих балок. Протягом першої доби зразки зберігають у формах, поміщених до камери з вологим повітрям, а потім без форм, ще 27 діб у ванні з водою (при температурі  $t = 20 \pm 2$  °С), після чого випробовують. Значення границі міцності на стиск зразків називають активністю цементу, а округлене в бік зменшення значення активності маркою цементу. Основні вимоги до маркування цементу наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Вимоги до міцності цементу згідно ДСТУ Б В.2.7-46-96 «Цементи загального будівельного призначення»

Марка цементу	Значення міцності при стиску (Н/мм <sup>2</sup> ) через		
	2 доби	7 діб	28 діб
300	-	25	30
400	-	20	40
500	15	-	50
550	20	-	55
600	50	-	60

**Швидкотверднучий портландцемент (ШТЦ)** має збільшену тонкість помелу клінкеру. Під час помелу до ШТЦ додають не більше ніж 15% доменних гранульованих шлаків або до 10 % активних мінеральних добавок. Від звичайного портландцементу ШТЦ відрізняється більш швидким зростанням міцності в початковий період твердіння. Через 3 доби твердіння його міцність на стиск досягає 25-28 МПа. Застосування ШТЦ у будівництві дає змогу значно скоротити або повністю виключити теплову обробку виробів, прискорити темпи будівництва і, враховуючи підвищене тепловиділення, виконувати бетонні роботи на морозі. Однак ШТЦ не можна застосовувати для виготовлення масивних конструкцій через підвищене тепловиділення, крім того, ШТЦ може зазнавати сульфатоалюмінатної корозії через.

**Особливошвидкотверднучий портландцемент (ОШТЦ)** виготовляють марок 600 і 700. Уже через одну добу твердіння він має границю міцності на стиск

25 МПа, а через три доби – 40 МПа. Одержують такий цемент високою тонкістю помелу. Застосовують для виготовлення високоміцних бетонних і залізобетонних виробів з метою скорочення строків.

**Надшвидкотверднучий цемент (НШТЦ)** виробляють із сировини, що містить галогени (наприклад, фторид чи хлорид кальцію) та велику кількість алюмінатів. Він без теплової обробки дуже швидко твердне, що дає змогу знімати опалубку всього через 14 годин. Використовуючи, такий цемент, треба враховувати, що він має знижену морозостійкість і сталеві арматури в ньому зазнає корозії.

**Пластифікований портландцемент** одержують в результаті тонкого подрібнення портландцементного клінкеру з 3-5% двоводного гіпсу і 0,15-0,25% пластифікуючої добавки. Бетонні та розчинові суміші з нього мають підвищену рухливість, знижену водопотребу, а бетони і розчини підвищені щільність та морозостійкість.

**Гідрофобний портландцемент** одержують подрібненням портландцементного клінкеру з 3-5% двоводного гіпсу і 0,08-0,25% гідрофобізуючих добавок. Ці добавки утворюють на зернах цементу плівки, які не пропускають вологи до них. Такий цемент можна довго зберігати та перевозити в умовах підвищеної вологості.

**Сульфатостійкий портландцемент** виготовляється в результаті тонкого помелу портландцементного клінкеру. До такого цементу не вводять мінеральних домішок. Його склад зменшує можливість утворення в бетоні під дією сульфатних вод гідросульфоалюмінату кальцію. Застосовується такий цемент для приготування бетонів, що працюватимуть у морській воді, та бетонів підвищеної морозостійкості.

**Білий портландцемент декоративного призначення** одержують із чистих вапняків, каолінових глин, мармурів. Мінералогічний склад клінкеру чітко обмежений. Білий портландцемент дещо сповільнено твердне в початкові строки.

**Пуцолановий портландцемент** одержують спільним помелом клінкеру, двоводного гіпсу (3-5%) і активної мінеральної добавки у вигляді гірських порід осадового походження (20-30%) або вулканічного попелу, туфу, чи паливної золи (25-40 %). Ці добавки істотно підвищують стійкість цементу проти вилуджування.

Пуцолановий портландцемент серед інших має порівняно невелике тепловиділення, що дає змогу виготовляти з нього масивні бетонні конструкції. Проте слід враховувати, що конструкції, які експлуатуються в повітряно-сухих умовах, дають велику усадку і частково втрачають міцність, тому їх краще використовувати у підземних та підводних частинах споруд. Крім того, бетони на пуцолановому портландцементі мають низьку морозостійкість і тверднуть повільніше, ніж на звичайному.

**Шлакопортландцемент** отримують в результаті помелу портландцементного клінкеру та 21-80% гранульованого доменного портландцементу електротермофосфорного шлаку з 3,5% гіпсу. Іноді шлак (до 10%) замінюють трепелом чи іншою активною мінеральною добавкою. Шлакопортландцемент під час твердіння виділяє теплоти у 2-2,5 рази менше, ніж звичайний, тому є сенс використовувати його для бетонування масивних конструкцій. На відміну від пуцолановою шлакопортландцемент має меншу водопотребу, вищу повітро- і морозостійкість, а тому його можна використовувати для зведення наземних, підземних і підводних частин споруд. Він на 15-20 % дешевший, ніж звичайний, але недоліком його є повільне твердіння у початковий період і особливо при мінусових температурах.

**Сульфатостійкий шлакопортландцемент** застосовують для виготовлення конструкцій, що зазнають дії сульфатної агресії.

**Водонепроникний розширний цемент** – швидкоотжувача та швидкоотвердіюча гідравлічна в'язуча речовина, яку одержують помелом 70-76 % глиноземистого цементу, 20-22 % напівводного гіпсу і 10-11 % високоосновного алюмінату кальцію. Початок отжування цього цементу настає не раніше як за 4 хвилини, а кінець – не пізніше як за 10 хвилин з початку змішування водою. Розширюється цемент у межах 4-5 %. 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** – швидкоотжувача та швидкоотверднуча речовина, яку одержують змішуванням глиноземистого цементу,

напівводного гіпсу і гашеного ванна. Початок тужавіння настає не раніше як за 1 хвилину а кінець – не пізніше як за 5 хвилин. Використовують цей цемент переважно для гідроізоляції підземних споруд.

### **Адгезійні властивості в'язучих речовин**

Адгезія, це параметр який характеризує кріпильні властивості в'язучих сумішей. З фізичної точки зору, це максимально можливе зусилля, яке може бути прикладене до елемента з певною площею, при перевищенні якого, зразок відірветься від основи до якої він прикріплений. Іншими словами, ця величина показує, яке зусилля необхідно прикласти до елемента облицювання, щоб відірвати його від основи до якої він прикріплений. Адгезія вимірюється як Н/мм<sup>2</sup>.

Адгезію ділять на два види, а саме фізичну і хімічну (у першому випадку зв'язок виникає за взаємодії молекул матеріалів, у другому – причиною виникнення зв'язку є хімічна взаємодія речовин).

Адгезійні властивості – це одна з основних характеристик для будь-якого покриття, як декоративного так і захисного. Саме від них залежить міцність і надійність з'єднання, можливість склеювання тих чи інших типів матеріалів, комфортність або трудомісткість при проведенні роботи.

Адгезійні властивості матеріалів можна як поліпшити, так і погіршити. Це величина непостійна. Наприклад, до фіксуєчих сумішей, які наносяться на поверхню, можуть додаватися різні домішки, які підвищують здатність до проникнення і прилипання. Можуть використовуватися матеріали, які виступають у ролі проміжного шару, наприклад спеціальні ґрунтовки, або контактні рідини. Також, для покращення адгезійних властивостей рекомендується знежирювати поверхні, до яких кріпитиметься матеріал.

Для поліпшення адгезії використовують цілий комплекс заходів, покликаних впливати на фізичні і хімічні властивості матеріалу. Існує три основних способи обробки поверхні, які покращують адгезійну міцність:

- механічний - це може бути обробка поверхні абразивом для додання шорсткості, нанесення насічок, а також очищення від пилу і будь-яких забруднень;

- хімічний – базується на додаванні спеціальних добавок і пластифікаторів до складу фіксаційної суміші;
- фізико-хімічний - обробка ґрунтувальними складами, а також шпаклювання.

Адгезійні властивості можуть погіршитися під час схоплювання і висихання матеріалів. При переході з рідкого у твердий стан можуть змінитися хімічні і фізичні властивості речовин. Наприклад, велика кількість розчинів мають доволі велике значення усадки. В результаті цього зменшується площа взаємодії розчину з основою. Тоді з'являються напруги розтягу, які в подальшому будуть призводити до утворення тріщин. В результаті зчеплення матеріалів стає менш міцним та ненадійним.



Рис.2. Адгезіометр в різних конструкційних виконаннях

Для вимірювання величини адгезії покриттів будь-якого типу використовують прилад адгезіометр. Адгезіометр використовує принципи, що реалізується на базі нормального розриву двох плоско-паралельних поверхонь, між якими перебуває продукт. Прилад працює наступним чином: для закріплення зразка служать затискачі. Гайка, на якій закріплена тензOMETрична балка, утворює із ходовим гвинтом різьбове сполучення. При обертанні ходового гвинта у ту або іншу сторону гайка із закріпленою тензOMETричною балкою переміщається вгору або вниз. Обертання гвинта здійснюється вручну рукояткою. До тензOMETричної балки кріпиться пластина, яка повинна контактувати з продуктом, що досліджується. Пластини виготовляються з вуглецевої та нержавіючої сталі. Перед

контактом пластини з продуктом вона повинна бути ретельно очищена, знежирена та просушена. У якості вимірювальної апаратури використовується тензометричний підсилювач та гальванометр, в сучасних приладах це замінюється електронним динамометром. Після з'єднання диску з поверхнею, гвинт починають рівномірно прокручувати до тих пір, поки диск не відірветься від поверхні, при цьому, на динамометрі фіксують максимальне значення зусилля. Власне, безпосереднє значення адгезії знаходять за формулою:

$$f = \frac{4F}{\pi d_s^2} \quad (1)$$

де  $F$  – максимальне зусилля (Н);

$d_s$  – діаметр дослідного диску (мм).