

Лекція 3

Гіпсові в'язучі речовини

3.1. Загальні поняття

Матеріали, що випускаються на основі гіпсових в'язучих, відрізняються гігієнічністю, порівняно невеликою середньою густиною, високою тепло- і звукоізолюючою здатністю, вогнестійкістю, архітектурною виразністю, високими техніко-економічними показниками.

Сучасна сфера застосування гіпсових в'язучих речовин суттєво розширилась за рахунок сухих технологій (суміші, гіпсокартон).

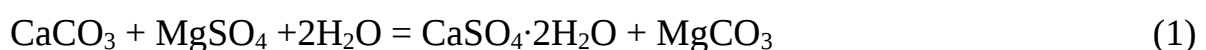
Гіпсові в'язучі речовини – порошкові матеріали, які отримують шляхом теплової обробки природної сировини або промислових відходів, що містять в своєму складі сульфати кальцію.

Параметри теплової обробки визначають стан структури речовини, що отримується, і відповідно – її властивості. За температурним показником обробки сировини гіпсові в'язучі розподіляються на:

- *низьковипалювальні* (120-160 °C або тиск $P = 0,13 \dots 0,17$ МПа)
будівельний гіпс
високоміцний (технічний) гіпс в основі $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$
формувальний гіпс
- *високовипалювальні* (>600 °C)
ангідритовий цемент
оздоблювальний ангідритовий цемент в основі CaSO_4
естріх-гіпс

3.2. Сировинні матеріали

За своїм походженням гіпсова порода – це типовий морський осад, який утворився внаслідок взаємодії вапняків з сульфатними розчинами у водному середовищі і кристалізується у вигляді двоводного гіпсу:



Природними мінералогічними різновидами гіпсової сировини є такі:

- *алебастр*, біла цукровидна порода, що нагадує мармур;
- *гіпсовий шпат*, кристалічна прозора порода;
- *селеніт*, ниткоподібна кристалічна порода з шовковистим блиском;
- *ангідрит*, безводна модифікація.

Вимоги до гіпсового і гіпсоангідритового каменю наведені в ДСТУ Б В.2.7-82.

Гіпсовий камінь в залежності від вмісту $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ поділяють на 4 сорти, %, не менше: I сорт – 95, II сорт – 90, III сорт – 80, IV сорт – 70. Гіпсоангідритовий камінь в залежності від вмісту $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} + \text{CaSO}_4$ в перерахунку на $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, %, не менше: I сорт – 95, II сорт – 90, III сорт – 80.

Поряд з природним каменем як сировину для виготовлення гіпсових в'язучих можна застосовувати відходи хімічного та деяких інших галузей виробництва. Найбільш масовим гіпсомістким відходом є фосфогіпс, який отримують при виробництві фосфорної кислоти та фосфорних добрив.

3.3. Основи технології низькотемпературних гіпсових в'язучих

Технологія отримання будівельного гіпсу

Отримання гіпсового в'язучого у вигляді β -напівгідрату становить технологію будівельного гіпсу; утворення α -напівгідрату забезпечує виробництво більш високоякісного гіпсу, який умовно називають високоміцним, або технічним.

Основними схемами виробництва будівельного гіпсу є:

- подрібнення гіпсового каменю і помел з підсушкою → дегідратація в котлах циклічної або безперервної дії;
- подрібнення → дегідратація в сушильних барабанах → помел.

За схемою I гіпсовий камінь підлягає двостадійному подрібненню до отримання спочатку щибенистого продукту з подальшим помелом до отримання сировинного борошна. Форма часточок, отриманих при подрібненні та помелі, має значення для подальшого процесу дегідратації. Вважається, що кращий результат забезпечується при кульовій формі часток, а не пластинчастій. З

врахуванням того, що сировина має вологість від 2 до 10 %, для ефективного помелу подрібнений камінь доцільно підсушувати теплом відведеного з випалювального агрегату повітря.

Гіпсова порода після помелу з підсушкою поступає в котел при температурі 60-70 °С і досить швидко нагрівається до температури 120-150 °С. Подальше нагрівання не супроводжується підвищенням температури борошна, але воно починає «кипіти»: теплота поглинається речовиною за рахунок процесу диспергації з дегідратацією.

Випалювання здійснюється в гіпсоварочних котлах переважно безперервної дії, оснащених внутрішніми теплообмінниками та зовнішнім нагрівачем.

За схемою II будівельний гіпс отримують в обертовій печі (сушильному барабані) при забезпеченні того ж процесу дегідратації, але нерівномірне випалювання може негативно впливати на якість в'язучого. Теплоносій поступає прямотоком або противотоком в барабан діаметром 1,6-2,2 м довжиною 8-14 м. Для повної дегідратації сировини потрібно біля 2 год, тому необхідно забезпечувати відповідні параметри роботи обладнання: швидкість обертання барабану, кут нахилу. При невідповідності таких параметрів погіршується якість кінцевого продукту. Після випалювання гіпс підлягає помелу.

Технологія отримання високоміцного гіпсу

Високоміцний гіпс ($\alpha\text{-CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$) отримують обробкою сировини в умовах надлишкового тиску при відповідній температурі або в рідких середовищах (в тому числі – сольових). В ДСТУ Б В.2.7-82 не використовується такий термін, але він позначений в літературних джерелах і увійшов у практику використання. Суттєвість способу отримання гіпсу в герметичних сосудах (автоклавах, демпферах, запарниках) полягає в тому, що сировина у вигляді щебеня або борошна піддається тепловій обробці в умовах, при яких кристалізаційна вода виділяється в рідкому стані.

Автоклави можуть бути горизонтальними та вертикальними. Тиск в них піднімають до 0,1-0,13 МПа, що відповідає температурі 124°C, або більш високо до 0,4 – 0,7 МПа при температурі 160 °С. Термін обробки сировини залежить від

тиску в апараті і може становити 3-4 год або 6-7 год. Отримана гіпсова в'язуча речовина характеризується початком тужавлення 5 хв, кінцем – 10-11 хв, міцністю на стиск 45-50 МПа, на розтяг 5-6 МПа, на згин 15-16 МПа.

3.4. Основи технології високотемпературних гіпсових в'язучих

В основі технології високотемпературних гіпсових в'язучих речовин – отримання нерозчинного ангідриту – CaSO_4 .

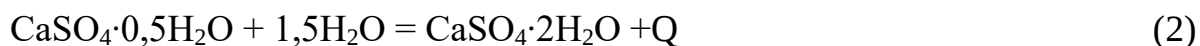
Ангідритовий цемент – продукт термічної обробки двогідрату при температурі 600-700 °С та його помелу разом з добавками-каталізаторами тверднення. В якості каталізаторів використовують сульфатні солі (Na_2SO_4 , NaHSO_4 , K_2SO_4 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, FeSO_4) та кальційвміщуючі сполуки (вапно, доменний шлак, доломіт) відповідно в кількості від 0,5% для солі до 15% для шлаку та 2-3% для вапна.

Оздоблювальний ангідритовий цемент отримують при ускладненні технології. Перш за все, сировина повинна бути практично без домішок, вміст $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ не менше 98%. В якості каталізатора тверднення найбільш ефективною сполукою є калієві галуни $\text{KAl}[\text{SO}_4]_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, які мають високу розчинність, їх розчинами просочують сировину перед випалюванням. Випалювання слід здійснювати в дві стадії: спочатку при температурі 180-200 °С, потім при 600-700 °С; можливо двократно піддавати випалюванню при високих температурах. Помел необхідно здійснювати в млинах, футеровка та мелючі тіла яких дозволяють уникнути погіршення білого кольору остаточного продукту.

Високовипалений гіпс (естрих-гіпс) отримують при температурі випалювання сировини 800-1000 °С з наступним тонким помелом. Сировина зневоднюється до отримання нерозчинного ангідриту, на основі якого частково утворюється CaO . Особливість фізико-хімічних процесів полягає в тому, що в середовищі сульфатної солі оксид кальцію не карбонізується, а утворює основний сульфат загального виду $n\text{CaO} \cdot m\text{CaSO}_4$.

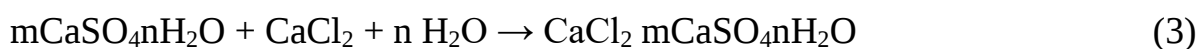
3.5 Тверднення гіпсових в'язучих речовин

Оснoву твeрднeння нeзькoтeмпeратурних гiпcoвих в'язучих стaнoвить рeaкцiя гiдpaтaцiї зa cxeмoю:



Тeплoвидiлeння, щo cупpoвoджує тaку рeaкцiю, стaнoвить 27 ккaл/кг i cпocтepiгaeтьcя дocтiь чутливo. Ця рeaкцiя пpoхoдить oднaкoвo як для α - тaк i для β -нaпiвгiдpaтy. Рiзнa вoдoпoтpeбa пoяснюєтьcя виклoчнo рiзнoю дicпepcнiстю тaких мoдифiкaцiй.

Пpи твeрднeннi вискoтeмпeратурних рiзнoвидiв рeaкцiя гiдpaтaцiї пpoхoдить в пpисутнocтi cолi-кaтaлiзaтoрa зa cxeмoю:



Кoмплeкснa ciль нecтiйкa i в пoдaльшoмy пpoцeci твeрднeння poзпaдaeтьcя зa cxeмoю:



3.6. Влacтивocтi гiпcoвих в'язучих тa iх зacтocувaння

Оcнoвнi тexнiчнi вимoги дo гiпcoвих в'язучих oзнaчeнi ДСТУ Б В.2.7-82, aлe влacтивocтi цих мaтepiалiв знaчнo ширшi, нiж тi, щo cтaндaртизoвaнi.

Иcтиннa гycтинa для будiвeльнoгo гiпcy β - $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ cтaнoвить 2,67 г/см³, α - $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ – 2,73 г/см³, poзчиннoгo aнгiдpиту – 2,93 г/см³, нepoзчиннoгo aнгiдpиту – 3,1 г/см³.

Нacипнa гycтинa гiпcoвих в'язучих cтaнoвить 900-1100 кг/м³ i мoжe збiльшувaтися пpи ущiльнeннi дo 1450 кг/м³.

Вимoги дo cтpoкiв тужaвлeння гiпcoвих в'язучих нaвeдeнi в тaбл. 1.

Таблиця 1.

Групи гiпcoвих в'язучих зa тepмiнaми тужaвлeння зa ДСТУ Б В.2.7-82	Индeкс	Пoчaтoк, хв.	Кiнeць, хв
Група Швидкoгo твeрднeння	А	2	15
Група Нopмaльнoгo твeрднeння	Б	6	30

Водопотреба гіпсових в'язучих визначається водогіпсовим відношенням, необхідним для отримання тіста нормальної густоти – визначеної стандартом консистенції. Для будівельного гіпсу β – модифікації і високоміцного гіпсу α – модифікації стандартна консистенція характеризується розпливом тіста на віскозиметрі Суттарда, при якому діаметр розпливу знаходиться в межах 180 ± 5 мм. Нормальна густота тіста для будівельного гіпсу досягається при 50...70% води, високоміцного 30...40%. Для ангідритових в'язучих водопотреба тіста нормальної густоти визначається за допомогою приладу Віка і становить 30...35%.

Границя міцності при стиску для гіпсових в'язучих характеризується марками. Маркою будівельного гіпсу вважають округлені до середнього показника та відповідні вимогам стандарту результати випробування на стиск зразків $4 \times 4 \times 16$ см, отриманих з тіста нормальної густоти, після їх тверднення протягом 2 год в нормальних повітряних умовах (температура 20 ± 3 °C, вологість не більше 60%). Визначення міцності виконується на зразках з гіпсового тіста стандартної консистенції через 2 год після контакту в'язучого з водою. Гіпсові в'язучі характеризуються згідно з ДСТУ Б В.2.7-82 марками Г2 (міцність на стиск – 2 МПа)...Г25 (міцність на стиск – 25 МПа).

Водостійкість штучного каменю на основі будівельного гіпсу оцінюється коефіцієнтом розм'якшення – відношенням границі міцності зразків в насиченому водою і в сухому стані. Відомо, що до водостійких відносяться матеріали з $K_p > 0,8$. Гіпсові в'язучі речовини належать до повітряних і тому утворюють неводостійкий камінь. Найменший коефіцієнт розм'якшення має будівельний гіпс в зразках і виробках литої консистенції. Він складає 0,35...0,4 і дещо підвищується при отриманні виробів з жорстких сумішей, а також при використанні високоміцного гіпсу до 0,40...0,45. Приблизно у цих же межах знаходиться коефіцієнт розм'якшення ангідритових в'язучих.

Характерною рисою гіпсових в'язучих є здатність до розширення при початковому твердненні – в межах 0,05...0,15 %. Слід зауважити, що ангідритові в'язучі при твердненні в об'ємі не збільшуються.

Тверднення гіпсу супроводжується утворенням середовища з $\text{pH} \leq 7$, що є небезпечним для металевої арматури – вона інтенсивно кородує. Тому металеві деталі перед контактом з гіпсом обов'язково потрібно обробляти антикорозійним покриттям.

Відповідно наведеним властивостям визначаються і області застосування гіпсових в'язучих. До пріоритетних переваг гіпсових в'язучих відносять екологічність і забезпечення комфортності повітряного середовища в приміщенні. Традиційним є використання будівельного гіпсу в оздоблювальних та ремонтних розчинах, у виготовленні декоративних елементів інтер'єру.

Поряд з традиційними областями застосування з'явилися нові, які надали значний поштовх для збільшення виробництва будівельного гіпсу, а саме:

- система сухого будівництва;
- сухі будівельні суміші.

Для системи сухого будівництва гіпс забезпечує всю номенклатуру продукції заводського виробництва, яка дозволяє здійснювати на будівельному об'єкті тільки монтаж без мокрих процесів. Для цього використовується гіпсокартон різної номенклатури, який виробляють на спеціалізованих технологічних лініях. В номенклатурі сухих будівельних сумішей модифікованих продукція на основі будівельного гіпсу займає значне місце. Популярними є шпаклівочні та штукатурні розчини загального призначення, спеціальні ремонтні склади, суміші для влаштування наливних підлог. Штукатурні розчини на основі гіпсу мають білий колір, здатні забезпечувати декоративність різними способами. За рахунок високої пластичності такі розчини ефективні при машинному нанесенні. Виробляються суміші, що забезпечують різну динаміку набору міцності. За рахунок високої адгезійної здатності модифіковані гіпсові суміші при машинному нанесенні дозволяють інтенсивно виконувати штукатурні покриття на різних за щільністю основах.

Запитання для самоконтролю:

1. Як розподіляються гіпсові в'язучі речовини за параметрами теплової обробки?
2. Наведіть основні вимоги до сировинних матеріалів, які використовуються при виготовлення гіпсових в'язучих речовин.
3. Які існують основні схеми виробництва будівельного гіпсу?
4. Надайте характеристику високотемпературним гіпсовим в'язучим речовинам.
5. Які існують шляхи підвищення водостійкості гіпсових в'язучих речовин?