

LIANȚI MINERALI

LIANȚI HIDRAULICI UNITARI

Cimentul Portland. Se obține prin arderea până la clincherizare (1450 °C) a unui amestec de materii prime care conțin carbonat de calciu (calcar) și argilă, sau a marnelor calcaroase de o anumită compoziție chimică, urmată de măcinarea fină a clincherului obținut cu un adaos de 3% -5% ghips, pentru reglarea timpului de priză.

Principalele materii prime folosite la fabricarea cimentului Portland sunt prezentate în tabelul 1.

Tabelul 1. Materii prime pentru fabricarea cimentului Portland

Roca	CaCO ₃ , %	Argila, %
Calcar	95 – 100	5 – 0
Calcar marnos	90 – 95	10 – 5
Marnă calcaroasă	75 – 90	25 – 10
Marnă	40 – 75	60 – 25
Marnă argiloasă	20 – 40	80 – 60
Argilă marnoasă	5 – 20	95 – 80
Argilă	0 – 5	100 – 95

Reacțiile chimice care au loc, în timpul arderii amestecului de calcar și argilă, între oxizi componenți ai amestecului conduc la formarea următorilor componenți mineralogici: alitul (C₃S), belitul (C₂S), celitul I (C₄AF) și celitul II (C₃A). Acești componenți sunt legați între ei prin intermediul unei cantități oarecare de fază sticloasă:

Alături de cei patru componenți mineralogici în cimentul Portland se mai găsesc: CaO și MgO liberi. Acești oxizi, găsindu-se în stare supraarsă, provoacă expansiunea cimentului întărit. De aceea conținutul lor este limitat standarde.

Compoziția mineralogică a cimentului Portland este funcție de compoziția chimică a materiilor prime utilizate, de temperatura de ardere și de viteza de răcire a clincherului, putând varia în limite foarte largi. În compoziția cimentului Portland predomină silicații de calciu și anume:

$$\%C_3S + \%C_2S=75\%$$

$$\%C_3A + \% C_4AF=25\%$$

În cazul când Al₂O₃ din materia primă este insuficient, la ardere, în locul componentului C₃A se formează C₂F, fiind valabilă relația:

$$\%C_2F+ \% C_4AF=25\%$$

Se deosebesc, în funcție de proporțiile componentelor mineralogici din cimentul Portland, mai multe tipuri, denumite după componentul mineralogic care predomină în suma silicaților, respectiv în cea a aluminaților de calciu (fig. 1).

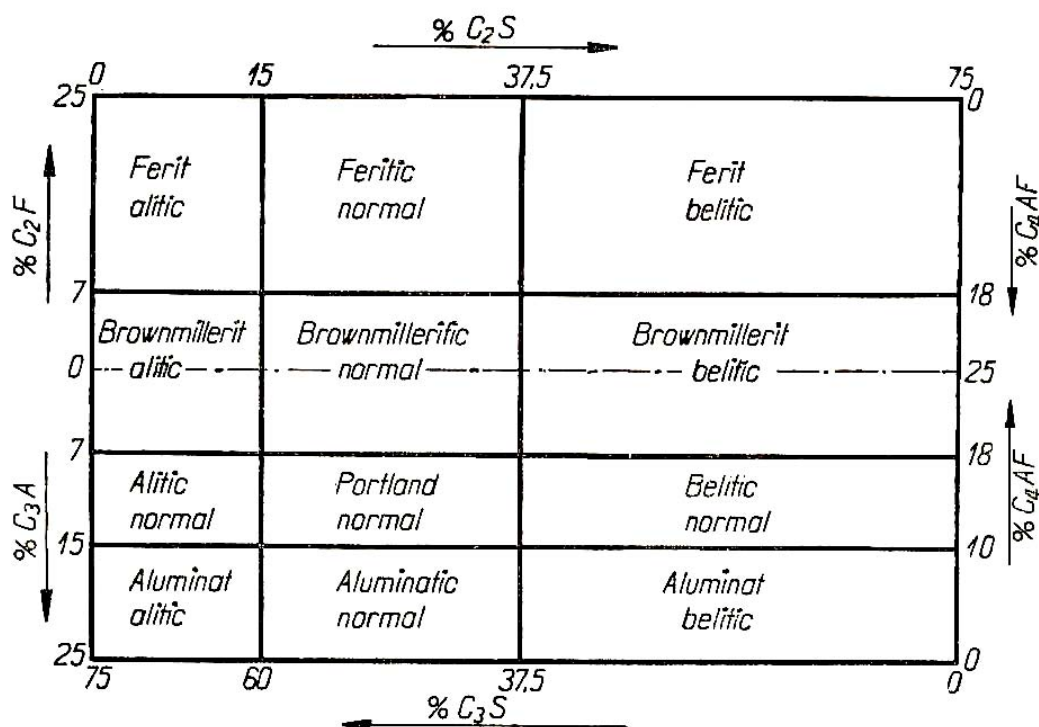


Fig. 1. Clasificarea cimenturilor Portland în funcție de compoziția mineralogică

Priza și întărirea cimentului Portland.

Cimentul Portland prin amestecarea cu apă, în anumite proporții, formează o pastă plastică având caracter coloidal, capabilă să aglomereze materiale granulare inerte (nisip, pietriș), care în timp își pierde plasticitatea și se întărește, transformându-se într-un solid rigid, cu o rezistență mecanică mare. Această transformare comportă două etape:

- **priza**, în care pasta trece din starea plastică în starea solidă dar fragilă, rezistența mecanică fiind mică;
- **faza de întărire**, în care rezistența mecanică a conglomeratului, numit piatră de ciment, crește, tinzând asimptotic spre o valoare maximă specifică liantului.

Priza cimentului amestecat cu apa este rezultatul unei serii de procese fizice și chimice:

- **Dispersarea în apă a granulelor de ciment (fig. 2. a);**
- **Procese de hidratare (de combinare cu apa) și de hidroliză (de descompunere) a componentelor mineralogici, în urma cărora se formează compuși noi hidratați (hidrosilicați, hidroaluminați și hidroferiți de calciu, precum și hidroxid de calciu) cu structură de gel și cristalină.**

Produsele rezultate la hidratarea cimentului au proprietăți foarte diferite. Astfel, hidrosilicații de calciu, care posedă o structură de gel, se caracterizează printr-o bună capacitate liantă și printr-o creștere semnificativă a rezistenței mecanice în timp. În schimb, hidroalumiinații de calciu, hidrosulfoaluminatul de calciu și hidroxidul de calciu care se separă din soluție sub forma unor cristale mari, cu o suprafață specifică mică, au rezistențe mecanice mici și efect liant scăzut. Cristalizând, însă în primele faze de hidratare ale cimentului, aceste produse armează pasta de ciment și masa gelurilor de hidrosilicați, contribuind astfel la rigidizarea cimentului în perioada inițială de întărire.

- **Formarea peliculelor de geluri de hidrosilicați în jurul granulelor de ciment, care coexistă cu cristalele de hidrosulfoalumiinați și hidroalumiinați de calciu, precum și cu cele de hidroxid de calciu (fig. 2. b).**

Pelicula de geluri are grosimea dublă față de grosimea granulelor de ciment din care provine. Grosimea peliculelor de geluri din jurul granulelor de ciment crește pe măsură ce hidratarea continuă, împiedicând difuziunea apei spre nucleul nehidratat. Hidratarea granulei de ciment continuă însă se producă pe seama apei libere și a celei adsorbite din geluri.

Gelurile pierzând apa suferă o contracție, care conduce la fisurarea lor. Prin fisurile create, apa ajunge din nou în contact cu granulele, determinând continuarea hidratării. Continuarea hidratării granulelor determină creșterea volumului de geluri (implicit crește grosimea peliculelor de geluri) și substanțe cristaline.

- **Aderarea granulelor de ciment unele de altele, prin intermediul peliculelor de apă adsorbite, și sechestrarea în masa structurii rezultate a substanțelor cristaline (fig. 2. c).**

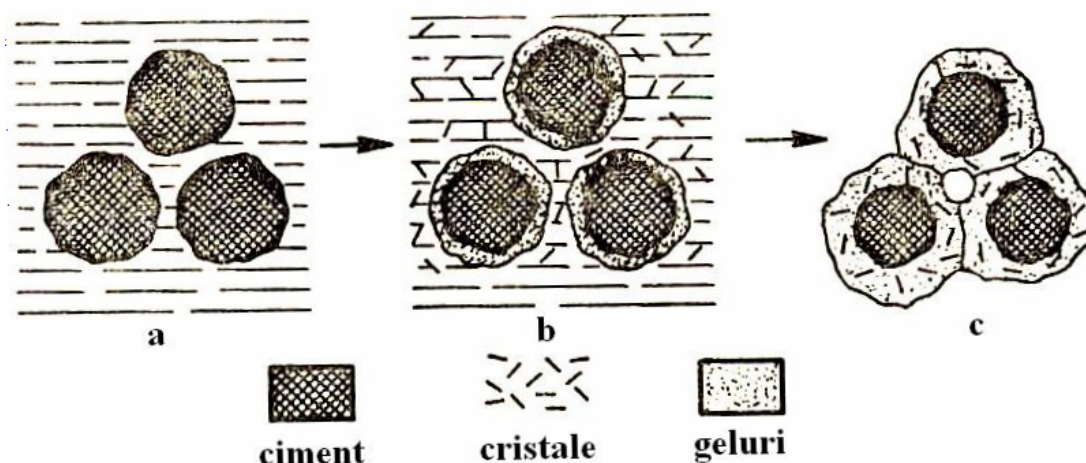


Fig. 2. Procesele fizico-chimice care au loc la hidratarea cimentului

Obținerea structurii din fig. 2. c marchează terminarea prizei. După priză urmează etapa de întărire propriu-zisă, care în cazul cimentului durează zeci de ani și reprezintă consecința desfășurării a două procese:

- uscarea gelurilor, prin deplasarea apei spre interiorul granulelor de ciment, acestea continuând să se hidrateze, și spre exterior prin evaporare;
- recristalizarea gelurilor, ca urmare a fenomenului de îmbătrânire

Experiența a relevat faptul că , granulele de ciment nu se hidratează complet niciodată, ci numai pe o adâncime de câțiva micrometri, partea hidratată reprezentând 15% - 30% din volumul granulelor, în funcție de dimensiunile lor. Ca atare, în cimentul întărit alături de produșii cu structură de gel și cristalină, rezultați din procesele de hidratare și de hidroliză, se găsesc și nuclee nehidratate de ciment.

Cimentul întărit mai conține:

- microfisuri, apărute din cauza contracției gelurilor;
- pori capilari (0,1 μm – 30 μm) rezultați în urma evaporării excesului de apă de amestecare;
- pori sferici cu diametrul de 50 μm – 2 mm, formați prin antrenarea aerului în timpul agitării;
- pori de gel (reprezintă spațiile dintre micelle, care rămân libere după absorbția apei de către nucleele nehidratate), ce reprezintă 20% - 30% din volumul pietrei de ciment și au mărimea de 15 Å – 1000 Å

În funcție de anumite cerințe de ordin practic, viteza procesului de priză poate fi crescută sau micșorată prin folosirea anumitor substanțe chimice, denumite *acceleratori de priză*, respectiv *întârzietori de priză* (tabelul 2).

Tabelul 2. Acceleratori și întârzietori de priză pentru ciment

Acceleratori	<i>Substanțe anorganice</i>	HCl, HNO ₃ , NaOH, KOH, Ba(OH) ₂ , CaCl ₂ , Na ₂ CO ₃ , NaNO ₃ , NaF, AlCl ₃ , FeCl ₃ , BaCl ₂ , KAl(SO ₄) ₂ , Al ₃ (SO ₄) ₂
	<i>Substanțe organice</i>	formaldehidă, glicocol
Întârzietori	<i>Substanțe anorganice</i>	H ₂ SO ₄ , ZnO, KMnO ₄ , CuCl ₂ , Na ₂ B ₄ O ₇
	<i>Substanțe organice</i>	soluții de zahăr, acid oxalic, glicerină