

№ 8 дәріс

Портландцемент. Құрамы және топтары.

Портландцемент дегеніміз портландцемент клинкерін гипспен бірге ұнтақтау арқылы алынған гидравликалық байланыстырғыш зат. Ол суда және ауада қатаятын байланыстырғыш материал. Портландцементтің клинкерден айырмашылығы ұнтақтау кезінде уақыт ұстамдылығын баяулату үшін гипс қосуында.

Клинкер әк тасын сазды күйдіру арқылы алады. Клинкердің құрамында 70-80%-ға дейін силикат кальцийі болады. Сонымен бірге ұнтақтау кезінде әр түрлі активті минералды қоспалар қосады.

Портландцементтің клинкерінің құрамы. әр түрлі тотықтардан тұрады, негізгі тотықтардың қоспасы 95-97% - CaO , SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 мөлшерінде болады. $\text{CaO} = 63-66\%$, $\text{SiO}_2 = 21-24\%$, $\text{Al}_2\text{O}_3 = 4-8\%$, $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 2-4\%$ қалғандары MgO , SO_3 , Na_2O , K_2O және басқалары.

- ▶ Негізгі тотықтардың қатынасы гидравликалық немесе негізгі модуль арқылы белгіленеді $m = 1,9-2,4$

$$M = \%CaO / \%SiO_2 + \%Al_2O_3 + \%Fe_2O_3$$

- ▶ Портландцементке бір гидравликалық модульмен сипаттама беру жеткіліксіз, сондықтан тағы екі модуль енгізіледі, олар силикат және глинозем модулі $n = 1,7 \div 3,5$; $p = 1 \div 3$;

$$n = \%SiO_2 / \%Al_2O_3 + \%Fe_2O_3;$$

$$p = \%Al_2O_3 / \%Fe_2O_3$$

Клинкердің минералдық құрамы. $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ немесе C_3S үш кальцийлі силикат, $\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ немесе C_2S екі кальцийлі силикат белит, $4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$ немесе C_4AF төрт кальцийлі силикат алюминоферриттен тұрады. Алит - бұл клинкердің құрамындағы ерекше минерал-силикат, ол арқылы цементтің жоғарғы беріктілігін, тез қатаюын және басқа қасиеттерін анықтайды. Клинкердің құрамында алит 45-60% мөлшерге дейін болады. Алит кристалы алты қабырғалы немесе тік бұрышты формалы болып келеді. Таза алит C_3S $1200\text{-}2000^\circ\text{C}$ температурасы арасында берік болып тотықтарға бөлінбейді, ал одан төменгі температурада (C_3S) алит C_2S және CaO -ға ыдырап кетеді. Белит - портландцементтің құрамындағы екінші минерал, өзінің жай қатайтын ерекшелігімен қатар портландцементке жоғары беріктілік береді. Ол клинкердің құрамында 15-30%-ға дейінгі мөлшерде болады. β - $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$

Алюминоферрит - клинкердің құрамындағы алитпен белиттің арасындағы аралық фаза. Портландцемент клинкері күйдірілгенде глинозем, темір тотығымен және күкіртті ангидрит кальций тотығымен түгел қанығып, кальций тотығының жетіспеуінен тек кремнезем толық қанықпай қалу процестері жүргізіледі. Соған байланысты портландцемент клинкерінің минералдық құрамын ескере отырып, В.А.Кинд пен В.Н.Юнг кремнеземнің кальций тотығына қанығу коэффициентін қолдануды енгізді, ол мына формула арқылы белгіленеді.

$$ҚК = (CaO_{ж} - CaO_{б}) - (1,65Al_2O_3 + 0,35Fe_2O_3 + 0,7SO_3) / 2,8(SiO_{2ж} - SiO_{2б})$$

Портландцементтің құрамындағы минералдардың құрамы мынандай: алит $C_3S = 40-60\%$, белит $C_2S = 15-35\%$ $C_3A = 4-14\%$ және $C_4AF = 10-8\%$.

Портландцементтің құрамы оның қасиетіне қалай әсер етеді. Мысалы, қанығу коэффициенті төмен болса, оның қатаюы баяу жүреді, бұл дегеніміз құрамындағы белиттің көп мөлшерде, ал алиттің аз мөлшерде болуында.

Цементте силикат модулі жоғары болса, ол баяу қатаяды және ұстамдылығы жай басталады, уақыт өткен сайын беріктілігі жоғарлайды. Цементтің глиноземді модулі жоғары болса, онда алиттің көп мөлшерде болғаны ондай цементтің уақыт ұстамдылығы және қатаюы жай өтеді, беріктілігі де өспейді. Клинкерде MgO 5%-дан көп болмау керек, SO_3 -1,5-3,5%.

Шламды (шихтаны) күйдіру, клинкерді ұнтау. Цемент өндірісінде кеңінен қолданылатын айналмалы пеш цилиндр нұсқалы болат парақтарынан жасалынып, ішкі жағы отқа төзімді материалдармен тысталады (астарланады). Пештің ұзындығы 95, 185 және 230 м, диаметрі 5-7 м. Пеш барабаны горизонталь оське 3-4 бұрыштық градус еңкейтіліп орнатылады; ол 1 минутта 1- 2 рет жылдамдықпен үздіксіз айналып тұрады. Шлам пештің биік жағынан беріліп, оның айналымының жылдамдығына сәйкес төменгі жағына карай баяу жылжыш отырады. Газ, мазут немесе майдаланған көмір ұнтағы қысылған ауамен бірге үрленіп пештің төменгі жағында жанып тұрады.

Пештің ішіндегі температура, оның бас жағында $150-200^{\circ}\text{C}$ болса, төменгі жағында, от жалыны шығатын жерден 5-10 метр қашықтықта, 1500°C -қа жетеді, ал күйдіріліп жатқан материалдың біразын тозаң күйінде ілестіріп пештің жоғары жағынан шығады да электрофильтрге кіреді. Тозаңнан тазартылған газдар түтін мұржасы арқылы атмосфераға шығарылады.

Шлам пештің бойымен жылжып, өзіне қарсы ағып жатқан ыстық газдың әсерінен түрлі өзгерістерге түседі. Әуелі шламның суы буға айналып, ұшып кетеді де, ол кеуіп кесек-кесек бөлшектерге айналады. Одан кейін шихтадағы органикалық қоспалар жанады және балшық минералдарының химиялық байланысқан сулары ұшады. 700°C шамасында балшықтың сусызданған минералдары кремний, алюминий және темір (IV) оксидтеріне ыдырайды. Температура $800-900^{\circ}\text{C}$ -қа жеткенде әктас ыдырап, одан көмір кышқыл газы бөлініп шығады; $1000-1300^{\circ}\text{C}$ екі кальцийлі силикат және алюминаттар мен алюмофериттер балқып сұйыққа айналады. Бұл сұйықта біраз әк және екі кальцийлі силикат түзіліп, кристалданады (6.2-кесте). Ыстық клинкер салқындатқышқа түсіп, суық ауа ағымымен 100°C -қа дейін суытылады. Клинкер одан әрі складта суытылып, диірменде біраз гипс қосып, бірге ұнталып цементке айналады. Тиірменнен шыққан ыстық цемент пневматиканың күшімен коймаға жіберіледі. Сонда тұрып суиды да, 7-14 тәулік өткеннен кейін тұтынушыларға беріледі.

Портландцементтің шикізаттары және оны өндіру принципі

Қолданылатын шикізаттар		Шикізаттарды термиялық өндеу, °C	
аты	химиялық формуласы	700-1100	1100-1450
Әктас	CaCO_3	CaO және CO_2 ыдырайды	$2\text{CO}_2 \cdot \text{SiO}_2$
Балшық	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ және темір гидроксиді	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ және Fe_2O_3 ыдырайды	$4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ және $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ыдырайды

- ▶ КСРО-да портландцементті өндірудің жаңа әдісі тауып ашылады. Бұл ашылған жаңалық бойыша клинкер балқытылған хлорлы тұзда күйдіріледі, яғни бұрынғы негізгі реакциялық орта –балқытылған силикат орнына балқытылған хлорлы кальций негізіндегі тұз қолданылады. Бұл ортада клинкерді құрайтын оксидтер еруі және минералдың (алиттің, белиттің және т.б.) түзуі тездетіледі, 1100 - 1150°C-та аяқталады. Алынған клинкерде алит және т.б. минералдардан басқа алинит аталған минерал түзіледі.
- ▶ Алинит – құрамында 2,5-тей хлориды бар жоғары негізді кальцийлі Al-Cl (алюминий-хлорлы) силикат. Бұл клинкерден алынған цемент алинитті цемент деп аталады. Алинитті клинкер портландцементті клинкермен салыстырғанда 2-3 рет оңай ұнталады.