

№ 12 дәріс

Портландцементтің түрлері

Портландцементтің мынадай: тез қатаятын, сульфатқа төзімді, түрлі-түсті және құрамында органикалық немесе минералды қосымшасы бар арнаулы түрлері қаралды.

Тез және ерекше тез қатаятын цементтер (ТҚЦ және ЕТҚЦ). Бұл цементтердің беріктігі олардың қатаяу мерзімінің бас көзінде тез өседі; ол үшін портландцементтің құрамында саз және C_3A көбірек болуы және оның ұнтақтық дәрежесі жоғары болуы қажет. ТҚЦ-тің (орысша БТЦ) құрамында C_3S пен C_3A қосындысы 60- 65% ал ұнтақтың дәрежесі $3500 \text{ см}^2/\text{г}$ шамасында болуы тиіс (кәдімгі портландцементтің ұнтақтың дәрежесі $2500\text{-}3000 \text{ см}^2/\text{г}$. Бұл цемент 3 тәулік ішінде маркасының жартысынан көп (кем емес) беріктікке ие болуы керек (6.4-таблица).

ЕТҚЦ-тің (орысша ОТБЦ) құрамында C_3S пен C_3A қосындысы 65-58%, ал ұнтақтық дәрежесі $4000 \text{ см}^2/\text{г}$ шамасында болуы тиіс. Бұл цемент 3 - тәулік ішінде маркасының 65%.-нен кем емес беріктікке ие болуы керек. Мысалы маркасы 600 ЕТҚЦ 3 - күн қатайғаннан кейін 40 МПа беріктік көрсетуі қажет.

Ұнтақтық дәрежесі жоғары болғандықтан бұл цементтер беріктігін қоймада төмендетуі мүмкін ылғал мен ауадағы көміртегі оксидінің тигізетін әсерінен: сондықтан оларды қоймаларда көп сақтамай, тез пайдаланған жөн. Бұл цементтер, гидратацияланғанда жылуды көп шығаратындықтан, шомбал (көлемді),-емес жұқа темір бетондарда қолданылады. Мысалы, ТКЦ құрама темір - бетон конструкцияларын шығару үшін пайдаланалатын байланыстырғыш заттардың негізгі түрі болып есептелінеді. Құрамында саз көп болғандықтан, бұл цементтерді сульфатты орталарда қолданылатын құрылыс бұйымдарымен конструкцияларын өндіру үшін пайдалануға болмайды.

Сульфатқа төзімді портландцемент. Бұл цементті минералдық құрамы нормаланған клинкерден жасайды. Ол үшін клинкер құрамында C_3S 50%-тен, C_3A 5% - тен. C_3A – пен C_4AF қосындысы 22%-тен көп болмауы қажет. Мұндай цементті тек қана сульфатты орталарда емес. сондай-ақ тоңазу-еру (жылыту) циклдары көп қайталанатын орындарда қолданған жөн. Өйткені цемент тастың ішінде көуекті құрылыс құрайтын C_3A азайған сайын, оның аязға төзімділігі артады.

Аязға төзімділігі көбірек болу үшін мұндай клинкерге активті минералды қосыпаларды (опока. трепел т.б.) 8%-тен артық қоспау керек, өйткені соңғылардың су сіңіргіштігі үлкен және олар кеуекті. Түрлі түсті портландцементтер. Ақ түсті портландцементті бояғыш, мысалы хром, темір, т.б. тотықтары өте аз шикізаттардан жасайды. Ақ түсті цемент клинкерінде темір оксиді 0,45%-тен аспауы керек. Клинкер күйдірілетін пештердің ішкі жағы бояғыш тотықтар бермейтін отқа төзімді заттармен тысталуы қажет. Шикізатты немесе жартылай фабрикатты (мысалы, клинкерді) ұсату, ұнтақтау, т.б. даярлау жұмыстары кезінде олардың құрамына бояғыш тотықтар енбейтін жағдай жасалуы тиіс. Цементтің ақтық дәрежесі, шағылу коэффициенті 95%.-тен кем емес МС-14 маркалы, сүттей күңгірт шыны ақтығымен салыстырылады. Бұл көрсеткіш бойыша ақ портландцемент үш сортка бөлінеді: 1-ші, 2-ші және 3-ші олардың шағылу коэффициенті сәйкесінше 80, 75 және 68 % . - тен кем болмауы керек. Ал портландцемент 400 және 500 маркалы болып өндіріледі.

Түрлі түсті цементтер клинkerіне жарық (күн сәулесі) және сілтілер әсерінен өзгермейтін бояулар қосып майдалау арқылы алынады. Мысалы, марганец рудасы, улвтрамарин т.б. бояғыш заттар қосылады. Түрлі түсті цементті шикізатша бояғыш тотықтар қосылғанда шығатын клинkerлер негізінде де алуға болады. Ақ және түрлі түсті цементтер үй . қабырғасын тыстайтын плиткалар (такталар), сатылар, әсемдік бұйымдар мен конструкциялар өндірісінде қолданылады. Органиқалық қосымшалар қосылған портландцементтер. Бұларға плассификацияланған портландцемент және гидрофобты портландцемент жатады. Бұлар кәдімгі портландцемент клинkerіне беттік активтігі (әсерлігі) бар заттарды (қысқашағ қазақ тілінде БАЗ, орысша ПАВ) қосып ұнтау арқылы алынады. Бұл жағдайда да, әдеттегісінше, клинkerге қажетті мөлшерде гипс қосылады; ал БАЗ цемент массасынан (салмағынан) 0,1-0,3% мөлшерінде қосылады. БАЗ гидрофильді (су жұтқыш) және гидрофобты (су жұқпас болып екі түрге бөлінеді. 1-ші түріне сульфитті ашытқышты баражка-САБх (орысша - СДБ - сульфидно-дрожжевая бражка) САБ пластификацияланған портландцемент алу үшін және басқа да заттардың пластикалығын жоғарылату үшін қолданылады (мысалы, балшықтардын иленгіштігін арттыру үшін.

БАЗ-дың 2-ші түріне мылонафт, асидол, т.б. заттар кіреді; бұлар клинкермен бірге ұнталғанда полярлы жағымен (COONa немесе COOH) цемент ұнтағы түйірлерінің бетіне жабысады, ал полярлы емес жағымен, яғни көмірсутектер (CH) радикалдарымен сыртқа карайды; мұндай цемент түйірлеріне су жұқпайды. Осы себепті мылонафт, асидол гидрофобты портландцемент өндіру үшін қолданылады. Бұл цемент ылғалдығы жоғары ауада ұзақ уақыт сақталса да беріктігін жоғалтпайды. Беттік активтігі бар заттар цемент ұнтағының әр бөлшегін (түйірін) өте жұқа қабатпен қоршап, "майлайды", сондықтан бетон қоспаларының (араласпаларының) және құрылыс ерітінділерінің қалыптасқыштығын арттырады (оңайлатады).

Минералды қосымшалар қосылған портландцементтер. Бұларға пуццоланды портландцемент және шлакты портландцементтер жатады. САБ - негізінде лигносульфондық қышқылдардың кальцийлі туздары. Ол сұйық күйінде целлюлозаны өндегенде түзілетін сульфитті сілтілерден алынады. Мылонафт дегеніміз - стеарин қышқылының натрий тұзы $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COONa}$ (қатты сабын). Асидол - техникалық нафтен қышқылы $\text{C}_n\text{H}_{2n-1}\text{COOH}$ (n 8 пен 13 арасында); ол мұнайдан алынатын заттарды (бензинді, т.б.) сілті әдісімен тазалағаннан қалған қалдықтардан өндіріледі. Академик П.А.Ребиндердің түсіндіруі бойыша кейбір беттік әсерлігі бар заттар қатты заттардың бетіне және олардың жарықшқ -қуыстарша бір молекулалық адсорбция қабатын құрады.

Пуоцоланды портландцемент кәдімгі цемент клинкерін әдеттегідей біраз гипспен және 20-40 %, активті минералды қосымшалармен бірге диірменге тартып майдалау арқылы алынады. Активті минералды немесе пуоцоланды қосымшаларға жататындар: пемзалар, вулкан күлдері, туфтар, трастар, диатомитер, опокалар. глиеж деп аталатын табиғатта күйдірілген балшықтар, трепельдер. шахталар террикондарының күйген жыныстары; отын күлдері мен шлактары. т.б. Бұл қосымшалардың бәрінің де құрамында әк пен химиялық реакцияға түсуге қабілеті бар активті заттар болады. Мысалы, диатомит, опока, трепел және басқа кремнеземді қосымшаларда сулы активті кремний тотығы бар (бұлар клинкерге 20-30% мөлшерде қосылады); вулкандық қосымшаларда (пемза, т.б.) шыны құрылымды алюминий силикаты. ал күйдірілген балшық қосымшаларында активті метакаолинит және алюминий тотығы бар (бұлар 25- 40%, мөлшерінде қосылады).

Шлакты портландцемент дегеніміз портландцемент клинкерін біраз гипспен және 20-80 %, тез суытылған домна шлактарымен бірге қосып майдалау арқылы алынатын цемент. Домна шлағы негізінен шыны құрылысты кальцийдің силикатынан тұрады. Балқыған домна шлағын сумен араластырып тез суытқан кезде ол шыны күйінде қатып, майда түйірлерге айналады. Мұндай шлакты көбінесе түйірленген немесе грануланған шлак деп атайды. Шлактын сапасы онын химиялық құрамына және түйірлеу немесе суыту режиміне байланысты. Шлакта кальций мен алюминий тотықтары көбейген сайын және суыту жылдамдығы артқан сайын. оның шлакты портландцементке қажетті сапасы жақсара береді.

Пуоцоланды және шлакты портландцементтерден дайындалған бетондар суға, сульфаттарға және басқа зардапты ерітінділер әсеріне төзімді келеді. Бұл цементтердің маркалары портландцементке қарағанда бір марка төмен. Бірақ олардын тасы уақыт өткен сайын қатая келіп, беріктігі портландцементтен асып түседі Кестеде портландцемент пен кейбір түрлерінің маркаларына қойылатын талаптар келтірілген.

Портландцемент және оның түрлерінің маркаларына қойылатын талаптар

Портланцемент түрлері	Цемент маркасы	Беріктік шәгі			
		игенде, кгс/см ² (МПа)		сыққанда, кгс/см ² (МПа)	
		3 тәулікте	28 тәулікте	3 тәулікте	28 тәулікте
1	2	3	4	5	6
Қосымшасыз (қоспасын)	400	-	55(5,5)	-	400(40)
Минералды қосымшалар қосылған	500	-	60(6)	-	500(50)
	550	-	62(6,2)	-	550(55)
	600	-	65(6,5)	-	600(60)
Шлақты портланцемент	300	-	45(4,5)	-	300(30)
	400	-	55(5,5)	-	400(40)
	500	-	60(6,0)	-	500(50)
Тез қатайғышшлақты портланцемент	400	35(3,5)	55(5,5)	200(20)	400(40)

Глиноземді цемент. Кенейгіш және кернегіш цементтер.

Глиноземді цемент өте тез қатаятын гидравликалық байланыстырғыш зат. Оны алу үшін боксит пен әктасты әбден майдалап жасаған шихтаны ($50\% \text{Al}_2\text{O}_3$, $40\% \text{CaO}$, $10\% \text{SiO}$) 1300°C – та қыздырады немесе 1400°C – та балқытады. Құйдірілген клинкерді жайлап суытады. Алынған клинкер көбінесе төменгі негізді (бір кальцийлі) алюминаттан тұрады. Балқыту тәсілі құрамында темір және кремний тотығы көп бокситтерді шикізат ретінде қолданғанда пайдаланылады.

Глиноземді цемент қатайғанша 3-тәулікте маркасына (400, 500, 600) иленеді (6.5-таблица). Бұл жағдайда өте берік кристалдары тақташа гексогональді 2 кальцийлі гидроалюминат түзіледі:



Шамасы 5-6 сағат ішінде глинозем цементінен құйылған тас (массалық құрамы 1:3 пластикалы ерітіндідеп маркалық беріктігінің 30%,-не. ал 1 тәулікте 55%,-не ие болады (1-кесте). Нормалы қоюлығы 23-26%, аралығында. Үстасу мерзімінің басталуы 30 минуттан ертеб ал аяқталуы 12 сағаттан кем болмауы керек.

Глиноземді цемент беріктігінің көрсеткіштері

Глиноземді цементтің маркасы	Сығуға беріктігінің шәгі, кгс/см ² (МПа), кем емес	
	1 тәулікте	3 тәулікте
400	230(23)	400 (40)
500	280 (28)	500 (55)
600	330 (33)	600 (66)

Бұл цементтің қатаю температурасы 25°C -тан аспауы қажет ең қолайлысы $5-20^{\circ}\text{C}$. Егер бетонның температурасы $25-30^{\circ}\text{C}$ -тан асса, онда 2 кальцийлі гидроалюминат (қысқаша C_2AH_8) кристалдары куб формалы 3 кальцийлі гидроалюминатқа (қысқаша C_3AH_6) ауысып цементтің ішін кернеп бетоның беріктігін 2-3 есе азайтады. Сондықтан бұл цементті көлемі үлкен бұйымдар. конструкциялар өндіруге пайдалануға болмайды. Өйткені, цемент қатайғанда жылу бөлінуі салдарынан мұндай денелерде температура жоғарылап $25-30^{\circ}\text{C}$ -тан асып кетуі мүмкін. Глиноземді цементтен жасалған бетондар суға, сульфатқа және отқа төзімді. Өйткені оның құрамында $\text{Ca}(\text{OH})_2$ және C_3AH_6 жоқ. Сондықтан ол көрсетілген орталарда төзімді бетондар және сылақтар даярлау, сонымен қатар суық мұнай және газ скважиналарын бекіту; жөндеу және монтаж жұмыстарын жүргізу. кеңейгін және кернегіш цементтер өндіру үшін колданылады. (Бұл цементтің бағасы портландцементпен салыстырғанда 3-4 рет қымбат). Кеңейгіш және кернегіш цементтер. Кеңейгіш. Қатаю кезінде көлемін үлкейтетін қасиеті бар. цемент портландцемент клинкері негізінде, яғни оған 5-7%, глиноземді цементтің клинкерін. 7-10% екі сулы гипсті және 23-28%, активті минералды қосымшаларын қосып бірге ұнтау арқылы алынады.

- Кернеу күші бар цемент алу үшін т.ғ.д. проф. В.В.Михайловтың зеттеуі бойыша 65-75% портландцементке 13-20%, глиноземді цемент және 6-8%, екі сулы гипс қосылады. Бұл екі цементтің ерекше қасиеттері олар қатаю кезінде гидросульфоалюминат түзуіне байланысты.
- Кеңейгіш цемент қатайған кезде көлемін азайтпайтын немесе үлкейтетін су өткізбейтін ерітінділер және бетондар даярлау үшін, бетон және темірбетон конструкцияларының түйіскен жерлерін бітеу үшін қолданылады.
- Кернегіш цементболат арматуралары қай бағыттарда болсын кернеліп (тартылып) тұратын, сол себепті конструкциялық қасиеттері жоғары темірбетон бұйымдар жасау үшін қолданылады. Демек бұл цементті пайдаланғанда темірбетон конструкцияларының арматурасы механикалық я термиялық әдістерді қолданбай-ақ алдын ала кернеледі. Сондықтан кернегіш цементтен істелінетін темірбетон шытынамайды. Мысалы, Өскеменде өндірілетін кернегіш цемент Медеу мөз айдында (алаңын) бетондауға пайдаланылады.

Орғаниқалық қосымшалар қосылған портландцементтер. Бұларға классификацияланған портландцемент және гидрофобты портландцемент жатады. Бұлар кәдімгі портландцемент клинкеріне беттік активтігі (әсерлігі) бар заттарды (қысқаша қазақ тілінде БАЗ, орысша ПАВ) қосып ұнтау арқылы алынады. Бұл жағдайда да, әдеттегісінше, клинкерге қажетті мөлшерде гипс қосылады; ал БАЗ цемент массасынан (салмағынан) 0,1-0,3% мөлшерінде қосылады. БАЗ гидрофильді (су жұтқыш) және гидрофобты (су жұқпас) болып екі түрге бөлінеді. 1-ші түріне сульфитті ашытқышты бражка – (орысша – СДБ – сульфидно-дрожжевая бражка) САБ классификацияланған портландцемент алу үшін және басқа да заттардың пластикалығын жоғарылату үшін қолданылады (мысалы, балшықтардың иленгіштігін арттыру үшін).

БАЗ-дың 2-ші түріне мылонафт, асидол т.б. заттар кіреді; бұлар клинкермен бірге ұнталғанда полярлы жағымен (COONa немесе COOH) цемент ұнтағы түйірлерінің бетіне жабысады, ал полярлы емес жағымен, яғни көмірсутектер (CH) радикалдарымен сыртқа қарайды; мұндай цемент түйірлеріне су жұқпайды. Осы себепті мылонафт, асидол гидрофобты портландцемент өндіру үшін қолданылады. Бұл цемент ылғалдығы жоғары ауада ұзақ уақыт сақталса да беріктігін жоғалтпайды. Беттік активтігі бар заттар цемент ұнтағының әр бөлшегін (түйірін) өте жұқа қабатпен қоршап, "майлайды", сондықтан бетон қоспаларының (араласпаларының) және құрылыс ерітінділерінің қалыптасқыштығын арттырады (оңайлатады). Академик П.А.Ребиндердің түсіндіруі бойынша кейбір беттік әсерлігі бар заттар қатты заттардың бетіне және олардың жарықтық қуыстары бір молекулалық адсорбция қабатын құрады.

Ақ және түрлі түсті портландцемент. Бұл цементтер өздерінің ақ және түрлі түсті түрімен бөлінеді, оларды әсемдеу үшін қолданылады.

Ақ және түрлі түсті цементті құрамында темір тотығы аз клинкерден жасайды. Бұл цемент өндірісінде өте таза карбонаттармен саз жыныстары пайдалынады. Көбінесе таза әк тасы және бор қолданылады.

Түрлі түсті клинкерді шикізатқа хром, марганец т.б. қосу арқылы алады.

Ақ және түрлі түсті цементтердің суыққа, коррозияға бекемділігі нашар және шөгуі жоғары.

Ақ цементтің минералдық құрамы C_3S 35-50 %, C_2S 35-45%, C_3A 14-17 %, C_4AF 0,9-1,4 %. Бұлардың құрамында MgO 4,5 % көп болмау керек.

Силикат модулін жоғарлату үшін ұсақ түйіршік ақ кварц құмын, каолин алғандағы кварц құмының қалдықтарын қосады.

Ақ және түрлі түсті цемент өндірісінің ерекшеліктері бар. Темір қалдықтары кетіп қалмау үшін жақсылап ұсақтап, елегіштен өткізеді. Сонымен бірге айналу пешінде шикізатты күйдіргенде отынға газ немесе мазут қолданылады. Құрамында аз темір қосындысы бар клинкер жоғары температурада 1600-1650 °C-та күйдіріледі. Бұл пештің қуаттылығын төмендетеді және отын шығымын көбейтеді. Ақ цементтің маркалары 400 және 500 ұнтақтылығы жоғары.

Түрлі түсті цементтің құрамындағы клинкердің мөлшері 80 %-дан аз болмау керек, активті минералды қоспа 6 %-дан, жасанды немесе табиғи пигмент 15 %-дан және гипс 3,5 %-дан көп болмау керек. Түрлі-түсті цементтің маркалары 300, 400, 500. Түсін өзгертетін пигменттер сілтеге бекем болу керек.

Жол бойына төселетін бетонға пайдаланатын портландцемент. Жол бойына төселетін бетондар механикалық, физикалық және химиялық, әсерге көп ұшырайды, оларға қарсы тұру үшін арнаулы цементтер жасалады. Жол және аэродромға жасалатын бетонға қолданылатын портландцемент жай портландцементке қарағанда суыққа төзімділігінен, әр түрлі күштерге қарсы тұра алатындығынан, аз шөгуінен, созылу және иілу беріктілігінен өзгеше болу керек. Бұл портландцементтің қасиеттері мына арнаулы көрсеткішке сәйкес болу керек. Құрамындағы үш кальцийлі алюминат C_3A клинкерде 8 % - дан көп болмау керек, бұған тек домна қожының қоспасын қосуға болады. 15 % көп емес. Уақыт ұстамдылығының басталуы 2 сағаттан ерте болмау керек. Бұл цементтің маркасы 400, 500 болады. Бетонның қоспасындағы суды азайту үшін жұмсартқыш қоспаларын қосады.

Асбестцемент өнімін дайындайтын өндіріске қолданылатын портландцемент. Асбестцемент өнімін дайындайтын өндіріске қолданылатын портландцементтің өзінше өзгешелігі бар. Асбестцемент өнімін дайындағанда цементтің басталу гидратациясы, өте жоғары судың цементке қатынасында жүреді. Өндіріс кезінде асбестцемент массасын фильтрден өткізіп, суын сығып алады. Асбест талшықтарында ұсталып қалу үшін цементтің түйіршіктері өте майда болу керек, сонымен бірге артық өте ұсақтылықты суды көп қажет етуін көбейтеді, ол заттың тығыздалуына зиянын келтіреді. Сондықтан бұндай портландцементтің меншікті ұнтақтылығы 2200-ден аз 3200 см²/г көп болмау керек. Бұл цементтегі клинкердің құрамы C_3S 52 %-дан аз емес, C_3A 3 % аз емес және 8 %-дан көп емес. Бос CaO 1 %-дан көп болмау керек, ал MgO 5 %-ға дейін. Бұл цементтің уақыт ұстамдылығының басталуы 1,5 сағаттан ерте емес, аяқталуы 10 сағаттан кем емес. Бұл цементтің маркалары 400, 500.

Автоклавта қатаятын құрылыс сылағына және бетонына қолданылатын портландцемент. Төменгі маркалы бетон және сылақ жасағанда төменгі маркалы байланыстырғыш керек етеді. Берілген беріктілі бетон жасау үшін жай цементті пайдалану жеткіліксіз. Мұндай жағдайда портландцементке толықтырғыш қоспалар қосу керек, жайылымды бетон қоспасын алуға болады және де оның тығыздылығы өседі.

Бетонның беріктілігінің өсуіне қолайлы болуына, бетонды дайындағанда портландцементке кремний оксиді бар толықтырғыш қоспалар қосады. Бетонды автоклавта 175-200 °C-та және 0,9-1,6 МПа өндегенде клинкер минералы мен кремний оксиді бар қоспалардың арасында химиялық байланыс жүреді. Соның нәтижесінде қосымша цементтейтін жаңа зат пайда болады, гидросиликат кальцийі. Қазіргі кезде автоклав өнімін шығаратын өндіріске бұл цемент көп пайдаланылып келеді. Бұл цементті портландцемент клинкеріне аз мөлшерде гипс және минерадды қоспа қосып ұнтақтайды. Клинкердің құрамы 20 %-дан аз болмау керек. Толықтырғыш есебінде көп затты қолдануға болады, бірақта беріктілігі, тығыздылығы жоғары материал жақсы, өйткені ол жақсы нәтиже береді.

Минералды қоспаларға мыналарды қолдануға болады: активті минералды қоспалар; домна және электротермофосфор қожын; жылу орталықтарынан шығатын қож күлдерін.

Кварц құмдарының құрамындағы кремний оксиді 90 %-дан аз емес.

Клинкерді күйдіргендегі электрофилтрде жиналған шаңдар пайдаланады және гипс тасының құрамындағы $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 65 %-дан аз болмайды.

Құрылыс сылағына және төменгі маркалы 150-ден төмен, бетонға мына цементтің құрамын ұсынады: клинкер 40 %-дан аз емес, активті минералды қоспа немесе әк тасы 60 %-дан көп емес және клинкер 30 %-дан аз емес, активті минералды қоспалар 20 %-дан аз емес, 30 %-дан көп емес әк тасы немесе кварц құмы 50 % -дан көп емес.

Пуццолан цементтері. Активті минерал қоспасы бар байланыстырғыш материалдары, пуццолан цементтері деп аталады. Олар өздерінің әр түрлі байланыстырғыш материалдары және қоспаларының түріне байланысты айырмашылықтары болады. Мысалы, әк негізінен жасалған материалды әкті-күлді, әкті-пуццоланды және т.б. деп аталады.

Активті минерал немесе гидравликалық қоспалар дегеніміз, сумен араластырғанда гидравликалық байланыстырғыш қасиет беретін табиғи және жасанды материалдар.

Көп жағдайларда әктің активті минерал қоспаларымен байланысы, ол гидравликалық қатаю жағдайы су арқылы әкпен гидросиликат кальцийді байланыстырады. Суда беріктілігінің өсуі, алдын-ала ауада қатайғаннан кейін жүреді. Активті минерал қоспалардан кремний оксидімен бірге алюминий оксиді болады, гидравликалық қасиет көрсететін әкпен байланысып гидроалюминат кальцийін түзейді.

Табиғи қоспаларға тұнба жыныстары: диатомит, трепел, опока және глиен т.б. жатады, ал жасанды қоспаларға домна және электротермофосфор қождары, белит шламы, күйдірілген саздар, күлдер жатады.

- Пуццоланцементі клинкерді, гипсті және гидравликалық қоспаларды бір қосып ұнтақтап алынған зат және ол ауада да және суда да қатаяды.
- ППЦ 20-30 % табиғи тұнба қоспалары немесе 25-40 % басқа активті қоспалар болады. Гипсті 3,5 % дейін қосады. Мүмкіншілік болғанша қоспаны көп қосу үшін, ППЦ құрамын алғанда клинкердің минералдық құрамын ескеру керек.
- Қоспаның жоғары активтілігі, оның құрамындағы цементтің мөлшеріне байланысты. ППЦ ұнтақтылығы 008 елегінде қалу мөлшері 15% аспау керек, уақыт ұстамдылығының басталуы 45 минуттан ерте емес, аяқталуы 10 сағаттан кеш болмау керек. ППЦ сульфатқа бекемділігін арттыру үшін C_3S 8 %-дан аспау керек. ППЦ портландцементке қарағанда бастапқы уақытта жай қатаяды, бірақта одан әрі жоғарғыт беріктілігін көтереді. ППЦ-тің маркалары 300, 400.
- ППЦ беріктілігінің төмендеуі және қатаю жылдамдығының баяулауы суды көп қажет етуінде, оның себебі қосылатын қоспаның түріне байланысты. Қоймада сақтағанда ППЦ өзінің активтігін жай портландцементке қарағанда тез жоғалтады.

ППЦ қатайған кезде гидратация процесі жүреді, клинкердің құрамындағы активті минералды қоспалардың бөліктері байланыс жасайды. Алдыңғы кезде клинкер түйіршіктерінде гидролиз және гидратация процесі қатты жүреді, соның нәтижесінде гидросиликат, гидроалюминат және гидроферрит кальцийі пайда болады. ППЦ қатаюы қосқан активті минералдардың түріне және құрамына байланысты.

ППЦ қасиеттері. Сеуіп салғандағы борпылдақ күйіндегі тығыздылығы $800-1000 \text{ кг/м}^3$, ал тығыздалған күйіндегі $1200-1500 \text{ кг/м}^3$. Тығыздылық қолданған қоспаның түріне байланысты. ППЦ су қажет ету қасиеті жай портландцементке қарағанда жоғары. Әсіресе табиғи тұнба қоспаларын қосқанда (диатомит, трепел, опока) суды көп қажет етеді. Бұл осы қоспалардағы түйіршіктердің майда болуында, оған жұғатын судың көп керек екендігінен. Бірақта бұл ППЦ кемшілігі. ППЦ бетон жасағанда суды көп қажет ететіндіктен оның беріктілігі төмендейді, сапасы нашарлайды. ППЦ басқа портландцементке қарағанда көлемін біркелкі өзгертеді. ППЦ жасалған бетондардың әсіресе табиғи тұнба қосылғандардың шөгуі мен ісінуі жоғары. Шөгумен ісінудің жоғары болуы бетондағы цемент тасымен толықтырғыштың арасындағы байланыстың бұзылу салдарынан, сонымен қатар бұйымдарды алдыңғы кезде ылғалда көп ұстауды қажет етеді, ППЦ-нен жасалған бұйымдарды құрғақ, ыстық жерлерде қолдануға болмайды, өйткені ол тез кеуіп кетеді.

ППЦ-нің маркалық беріктілігі клинкердің минералдық құрамына, ұнтақтылығына, судың цементке қатынасына қоспаның активтілігіне және де клинкермен қоспаның ара қатынасына байланысты. ППЦ жай портландцементке қарағанда қатаю барысы баяу өтеді. Бірақ ұзақ қатайғаннан кейін оның беріктілігі портландцементтің беріктілігіне теңеледі. ППЦ ұзақ сақтаса ылғадды сіңірудің себебінен оның активтілігі төмендейді. Сондықтан ұзақ сақталса оның маркасын қайта анықтау керек. ППЦ жай портландцементке қарағанда жылуды жай портландцементтен жасалған бетондармен салыстырғанда суға қарсылғы жоғары, бұның салдары ППЦ-нің суды сіңірмейтіндігінде.

Құрамында саз және глинозем қоспаларымен күйдірілсе, ППЦ сульфатқа бекем келеді. ППЦ жасалған бетондар және сылақтар қалыптан жай шығарылады, портландцементтен жасалған бұйымдармен салыстырғанда, суыққа төзімділігі төмен болып келеді, өйткені олар суды көп қажет етеді.

Қождар және олардың қасиеттері. Табиғи активті минералды қоспалармен бірге саз жыныстар компонентіне және де активті минералдар қоспасы есебінде қолданылатын өндірістен бөлініп шыққан заттарды қазір көп қолданып жүр. Оларға домна, электротермофосфор қождары, белит шламы немесе көмір және басқа қатты отыннан шыққан қалдық күлдер және шаңдар жатады. Бұларды пайдалану бір жағынан цемент өндіргенде бір жылуға және басқа энергияға кететін шығынды азайтады, екінші жағынан қоршаған ортаңы қорғау жөніндегі сұрақтарды шешеді. Домна қожын темір рудасын күйдіру арқылы алады, оның құрамында темір оксидінен басқа кварц құмы, саз, кальций және магний карбонаты, фосфор қосылыстары және т.б. бар. Домна қожы химиялық құрамы жөнінен негізі мына оксидтерден тұрады: 90 % көп (SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , MgO) және аз мөлшерде TiO_2 , MnO , FeO бар. Al_2O_3 және CaO қождың гидравликалық активтігін көтереді, ал SiO_2 оны төмендетеді, ал 10 % -ға дейін MgO қожда химиялық байланыс күйінде болады, бөлек фаза есебінде кристаллданбайды, сондықтан MgO цементтің біркелкі өзгермеуіне әсерін тигізбейді.

Домна қожының гидравликалық қасиетін көрсететін негізгі көрсеткіш сапа коэффициенті, пайызбен магний оксидінің құрамы бойынша анықталады

егер MgO 10%-ға дейін болса

$$\text{CaO} + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{MgO} / \text{SiO}_2 + \text{TiO}_2$$

егер MgO 10%көп болса

$$\text{CaO} + \text{Al}_2\text{O}_3 + 10 / \text{SiO}_2 + \text{TiO}_2 + (\text{MgO} - 10)$$

Химиялық құрамы бойынша сапа коэффициенті үш сортқа бөлінеді

	1	2	3
Сапа коэффициенті аз болмау керек	1,65	1,45	1,2
Құрамындағы Al_2O_3 % аз болмау керек	8	7,5	шектелмейді
MgO % көп болмау керек	15	15	15
TiO_2 % көп болмау керек	4	4	4
MnO % көп болмау керек	2	3	4

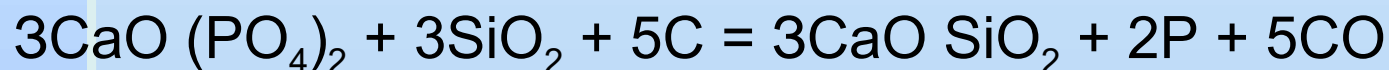
Электротермофосфор қожының химиялық құрамы: SiO_2 1%-дан аз емес емес, $\text{CaO} + \text{MgO}$ қосындысы 43 %-дан аз емес, P_2O_5 25 %-дан көп емес. Темір рудасынын химиялық құрамына байланысты Al_2O_3 және CaO құрамы өзгеріп тұрады.

Қождың салқындау жылдамдығына байланысты олардың қасиеті өзгереді. Құрамында CaO 38 % -дан көп қож жай салқындаса, олар ұзақ ұнтақталады. Жай салқындалған қождың гидравликалық активтілігі төмендейді, ал беріктілікті жай көтереді, сондықтан жай салқындаған қожды қожды цемент өндірісінде қолданбайды.

Қазіргі кезде қожды тез салқындату үшін ылғал және жартылай ылғалдандыру тәсілі қолданылады. Қож сумен араласқаннан кейін домалақ формалы түйіршікке айналады, арасында қалған газ және су буының бос қуыстарынын арқасында ол кеуектілі болады.

Қождағы ылғал түйіршіктердің тиімділігі, оның тиімді жасалуы және салқындату жылдамдығының жоғары болуында, бірақта салқындатуға көп су кетеді, түйіршіктелген қождың ылғалдылығы 15 - 35 % болады. Кей жағдайларда қождың сапасын арттыру үшін әк қосады және де басқа қасиетін жақсартатын қоспалар қосуға болады.

Портландцемент және қожды портландцемент (ҚПЦ) өндірісінде активті минералдар коспасы есебінде электротелюфосфор қождарын қолданады, 3 кальцийлі фосфатпен алынатын фосфордың электропештерде буға айналу тәсілі арқылы алынады

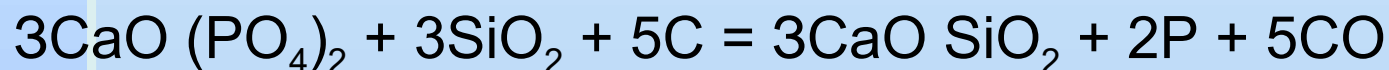


Бұдан пайда болған қождың құрамында P_2O_5 2,5 % -дан көп емес, SiO_2 48 % -дан аз емес және $\text{CaO} + \text{MgO}$ қосындысы 43 % аз емес. Отын қождарымен күлдерінің химиялық құрамы көмірдің кен орнына байланысты өзгеріп тұрады:

$\text{SiO}_2 = 30 - 65 \%$, $\text{CaO} = 5 - 20 \%$, $\text{Al}_2\text{O}_3 = 12 - 15 \%$, $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 5-20 \%$.

Көмірді жағу тәсіліне және салқындату жылдамдығына байланысты қожбен көмірдің химиялық құрамы және гидравликалық активтілігі әр түрлі болады.

Портландцемент және қожды портландцемент (ҚПЦ) өндірісінде активті минералдар коспасы есебінде электротелюфосфор қождарын қолданады, 3 кальцийлі фосфатпен алынатын фосфордың электропештерде буға айналу тәсілі арқылы алынады



Бұдан пайда болған қождың құрамында P_2O_5 2,5 % -дан көп емес, SiO_2 48 % -дан аз емес және $\text{CaO} + \text{MgO}$ қосындысы 43 % аз емес. Отын қождарымен күлдерінің химиялық құрамы көмірдің кен орнына байланысты өзгеріп тұрады:

$\text{SiO}_2 = 30 - 65 \%$, $\text{CaO} = 5 - 20 \%$, $\text{Al}_2\text{O}_3 = 12 - 15 \%$, $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 5-20 \%$.

Көмірді жағу тәсіліне және салқындату жылдамдығына байланысты қожбен көмірдің химиялық құрамы және гидравликалық активтілігі әр түрлі болады.

Қожды портландцемент. Қожды портландцемент жасанды минерал қоспасымен жасалынған портландцементтің түрі. Оны клинкерді, гипсті, түйіршік қожды бірге қосып ұнтақтау арқылы алады. ҚПЦ гидравликалық байланыстырғыш материалға жатады, ауада да және де суда да қатайды. ҚПЦ-ті сумен араластырғанда бірінші оның клинкерлік бөлімі гидратталады. Клинкердің гидратациялану және гидролизденуінің нәтижесінде гидроксид кальцийі қанығып, қождың құрамындағы алюминат және силикатпен байланысады. Активатор сияқты әрекет жасайды, соның арқасында гидролиз, гидратация болып гидроалюминат кальцийі, гидросиликат кальцийі пайда болады. Ұнтақтау кезінде ҚПЦ гипс қосса, онда қожға активатор әрекетін жасайды, алюминат кальцийінің гидролизін тездетеді. Ерітіндіден бөлініп шыққан алюминат кальцийі гипспен байланысады. Сөйтіп гидросульфоалюминат кальцийі пайда болады, бұл цемент тасының қатаюын және беріктілігінің өсуін тездетеді.

ҚПЦ қатаюын тездету үшін CaCl_2 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ және басқа тұздар қолданылады.

ҚПЦ-тің 3 маркасы шығарылады: 300, 400, және 500 олардың иіліп сынғандағы орташа беріктілігі 4,4 : 5,4 : 5,9 МПа. Сонымен бірге тез қатайтын ҚПЦ шығарылады. ҚПЦ - 400Б, олардың 3 күндегі беріктілігі сығылып сынғандағы 20 МПа -дан аз болмайды.

ҚПЦ қойылатын талаптар физико-механикалық қасиеттері портландцементке қойылатын талаптармен бірдей. Қождың түріне және қосылған мөлшеріне байланысты оның тығыздығы $2,8 - 3 \text{ г/см}^3$, бос сеуіп салғандағы тығыздығы $0,9 - 1,2 \text{ г/см}^3$. ҚПЦ қалыпты қоюлығы және су қажет етуі портландцементпен бірдей немесе төмен. ҚПЦ жылуды аз шығаратындықтан монолит құрылысында пайдаланған тиімді және де шөгуі мен ісінуі портландцементке қарағанда төмен. Тез қатаятын ҚПЦ өндіргенде клинкердің құрамындағы 3 кальцийлі силикат (C_3S) 60 % -дан жоғары болу керек, C_3A 8 -10 %-дан жоғары, ал $\text{C}_3\text{S} + \text{C}_3\text{A}$ қосындысы 68 – 75 % болады. Тез қатаятын ҚПЦ қож 30 % -дан 50 % - ға дейін болады. ҚПЦ ұнтақтылығы портландцементке қарағанда жоғары 008 елегінде қалу мөлшері 7 – 10 %, оны көбінесе сепаратор диірменінде ұнтақтайды.

Қожды пайдалану ҚПЦ өндірісінде цементтің өзіндік құнын төмендетеді. Портландцементке қарағанда ыстыққа, сульфатқа төзімділігі жоғары. Суыққа бекемділігі портландцементке қарағанда төмен. ҚПЦ-ті портландцемент сияқты көп пайдалынады, бетон және темірбетон бұйымдарында және т. б. бұйымдар шығарады. Жыл сайын шығарылатын цементтің 25 % ҚПЦ жатады.