

№ 15 дәріс

**Цементтің химиялық және физикалық
агрессивтік факторларға қарсы
төзімділігі.**



Цемент тастың коррозиясы дегеніміз — оның қышқылдар, сілтілер, тұздар ерітінділерінде, тіпті кәдімгі тұщы суда бұзыла бастауы. Мұның себебі көрсетілген орталардың цемент құрамындағы гидраттарға, әсіресе $\text{Ca}(\text{OH})_2$ және C_3AH_6 тигізетін әсері. Цемент тастың коррозиясын көп тараған үш түрге бөлуге болады: 1) кәдімгі (тұщы) суда, 2) магнезиалды - және 3) сульфатты су ерітінділерінде. Коррозияның 1-ші түрі цемент гидрацияланғанда бөлініп шығатын кальций гидроксидінің тұщы суда еруінен. 2-ші түрі магнезиалды тұздар ерітіндісінің цемент тасына тигізетін әсерінен бұл ортада суда оңай ерігіш заттардың түзуінен, ал 3-ші түрі сульфат ерітіндісінің цемент тасындағы үш кальцийлі гидроалюминат пен (C_3AH_6) әрекеттескенде цемент тастың ішінде кернеу туғызып, оны шытынатудан (жарудан) пайда болады.

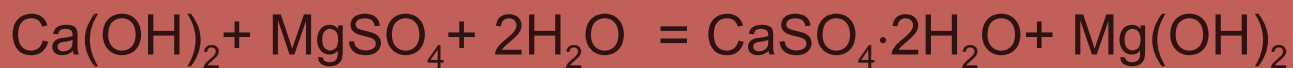
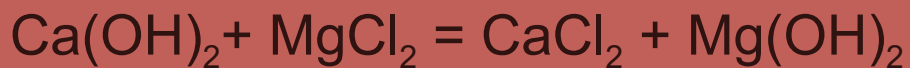


Коррозияның 1-ші түрі және одан қорғау. Үш ай қатайған цемент тасында C_3S гидратацияланғанда бөлініп шыққан кальций гидроксидінің мөлшері 10-15% болады. Осы гидрат жәй суда еріп біткеннен кейін, яғни ортада CaO концентрациясы азайғандықтан гидросиликаттар және гидроалюминаттар ери бастайды. Егер цемент тасындағы $Ca(OH)_2$ 15-30%-ті суда еріп кетсе, цемент тасының беріктігі 40-50% -ке төмендейді. Кальций гидратының цемент тасы құрамынан суда еріп шыққанын құрылыс конструкцияларының бетіне түсі ақ зат (әк) пайда болғанынан аңғаруға болады.

Бұл коррозияның (күйреудің) әсерін төмендету үшін тұщы суда қолданылатын клинкердің құрамындағы C_3S (алит) мөлшері 50%-тен аспауы қажет және цементке одан бөлінетін $Ca(OH)_2$ "байлайтын" активті минералды қосымшалар (диатомит, трепел, т.б.) қосу керек. Бұл жағдайда төменде көрсетілген реакция салдарынан суда ерімейтін гидросиликат түзіледі:



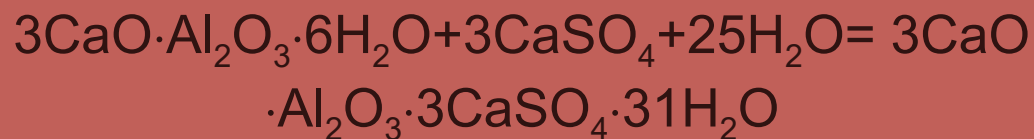
Цемент тастың бұзылуының 2-ші түрі және одан қорғау. Магний тұздарының ерітіндісі цемент тастағы кальцийдің гидроксидіне $\text{Ca}(\text{OH})_2$ тигізетін әсерінен суда оңай ерігіш заттар ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) пайда болады:



Магний гидроксиді цемент тастың құрамындағы заттармен байланыспайды: ол суда ерімейді, сондықтан жоғарыда көрсетілген реакциялар кальцийдің гидроксиді түгел таусылғанша жүреді. Цемент тастың бұл күйреу түріне қарсы күресу үшін де клинкердегі C_3S -ты 50%-тен асырмау қажет және одан гидролизденіп бөлінетін кальцийдің гидроксидін, яғни $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -ні активті минералды қосымшалармен байланыстыру керек.



Цемент тастың күйреуінің 3-ші түрі және одан қорғау.
Коррозияның бұл түрі қатайып болған цемент тастың сульфаттар ерітіндісімен әрекеттескенде реакцияға түскен заттардың көлемінен екі есе үлкен көлем алатын этрингиттің түзу салдарынан пайда болады:



Бұл бұзылуға қарсы күресу үшін сульфатпен реакцияға түсетін цементтің құрамындағы үш кальцийлі алюминатты (C_3A) азайту керек, соңғының мөлшері 5%-тен аспауы кажет. Өйткені гидросульфоалюминат цемент тастың қатайып кеткен уақытында түзілсе, ол цемент тастың формасын өзгертеді (деформациялайды), ал кейде оны қиратады. Цемент тасының ұзақтылығы. Цемент тасының коррозиясы. Химиялық коррозия, Физикалық коррозия.



1. Бетонның бұзылуы, цемент тасының бұзылуынан басталады, оның бекемділігі толтырғыштардан төмен. Бұзылу негізінен химиялық заттардың суда болатын және ауада болатын құрамындағы заттардың әсерінен және де физикалық құбылыстардың әсерінен мысалы судың әсері, бір қатып, бір ерудің әсерінен, ылғалданудың және кебудің әсерінен болады. Сондықтан цементті алғанда оның суыққа бекемділігін және химиялық әсерге бекемділігін ескереді.

2. Цемент тасының коррозиясының болуы оған сулардың, қышқыл ерітінділерінің кейбір тұздар және қышқыл газдардың әсерінен болады, негізінен гидрат кальцимен 3 кальцийлі гидроалюминатқа байланысты. Коррозияны 3 түрге бөлуге болады:

Коррозияның 1-ші түрі гидратация болғанда цементтен бөлініп шыққан бос гидроксид кальцийінің ери бастауында;

Коррозияның 2-ші түрі жеңіл еритін тұздардың пайда болуында. Олар цемент тасының гидроксидіне қышқылдардың, қышқыл газдардың және агрессивті заттардың әсер етуінен болады.



Коррозияның 3-ші түрі цемент тасының кеуіктерінде қосылыстардың пайда болуында. Ол ішкі құрылыстың жарылуында әкеліп соқтырады.

Коррозияның 1-ші түрі немесе сілтеленуі. Коррозияның бұл түрі цемент тасындағы $\text{Ca}(\text{OH})_2$ құрамында аз еритін жұмсақ сулардың әсерінен сілтеленуінен болады. Ондай суларға су құбырының қайталану сулары, конденсат суы, жаңбыр суы таудан аққан сулар жатады. Цемент тасындағы $\text{Ca}(\text{OH})_2$ құрамы 3 ай қатайғанда 10-15% жетеді. Сондықтан сулар әсер еткенде әуелі ериді және де сумен гидроксид жуылып кетеді. Бұл оның құрамының бұзылуыша әкеліп соқтырады және де тығыздығы мен беріктілігін нашарлатады. Гидроксид жуылып кеткесін оның концентрациясының мәні 1,1 г/л кішірейгенде $3\text{CaO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ бөлунуін бетонның бетінде ақ дақтардың пайда болуынан білеміз. Су ерітіндісінде NaCl , Na_2SO_4 тұздарының болуы суда еруін күшейтеді, ол бетонға тезірек жуылып кетуіне әсерін тигізеді. Сілтелену коррозиясын төмендету үшін клинкердегі 3 кальцийі силикаттың құрамын 50% астырмау керек.



Сілтелену коррозиясына қарсы күрестің бірі цементке активті минералды қоспалар қосу, тығыз бетонды қолдану.

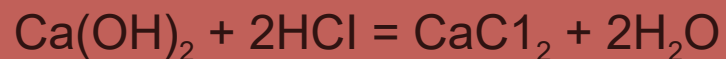
Құрамында кремнеземі бар активті минералды қоспалар $\text{Ca}(\text{OH})_2$ химиялық байланыс жасап гидросиликат кальцийін түзейді

Сілтелену процессі, бетонның бетінде нашар еритін $\text{Ca}(\text{OH})_3$ болғанда баяуланады, өйткені $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ауадан көміртегімен байланысады.

Коррозияның 2-ші түрі. Көмірқышқылды коррозия. ҚҚК цемент тасына құрамында көмірқышқыл газы CO_2 бар судың әсер етуінен болады. Ол CaCO_3 бұзады, сөйтіп жақсы еритін гидрокарбонат кальцийін түзейді. $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$

2. Жалпы қышқылды коррозия. Ол әр түрлі қышқыл ерітінділерінің әсерінен болады, олардың сутекті көрсеткіші $\text{PH} < 7$ болады. Ол қышқылдар өндірістен бөлініп шығатын суларда болады, олар жерге сіңіп фундамент бетонның және

басқа жер асты құбырларын бұзады. Қышқылдар гидроксид кальцимен байланысып еритін тұздар түзейді.



Сонымен бірге қышқылдар силикат кальцилерін бұзады.



3. Магнезиалды коррозия гидроксид кальциіне магнезиал тұздары әсер етуінен болады. Олар еріген күйінде теңіз суларында болады. Бұл жағдайда цемент құрамындағы гидроксид кальций, мысалы хлорлы магний мен реакцияға түседі

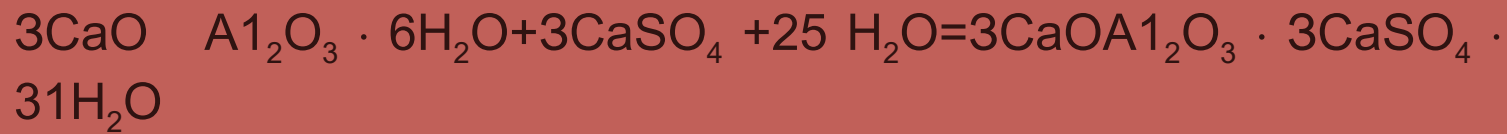
$$\text{Ca(OH)}_2 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} .$$

Пайда болған гидроксид магний байланыссыз түрінде болады, оның байланыстырғыш қасиеті болмайды. Магний тұздарының әсерінен гидросиликат және гидроалюминаттардың бөлініп кетуі мүмкін. Бұлардың бәрі бетонның бұзылуына әкеліп соқтырады.

MgCl_2 судағы концентрациясы 1,5-2% асса цемент тасына тигізетін коррозиясы жоғары болады.

Сілтілер коррозиясының 3-ші түрі — бетонға сульфаттар мен негіздердің әсер етуінен болады. Сульфоалюминатты коррозия цемент тасындағы гидроалюминатқа әсер етуінен болады.





Цемент тасының кеуігінде пайда болған 3 сульфатты гидросульфалюминат, оның көлемін ұлғайтады. Бұл дегеніміз цемент тасының құрамының бұзылуына және беріктілігінің төмендеуіне әкеліп соқтырады. Егер суда Na_2SO_4 болса, ол 1-ші гидроксид кальциге әсерін тигізеді.

Одан әрі гидросульфалюминат кальций пайда болады. Сілті коррозиясы 2 түрлі формалы әсер етеді. 1-ші цемент тасына еріген сілті әсер етуінен болады, 2-шісі клинкердің құрамындағы сілтінің әсерінен. Сілті ерітінділері әсер еткенде NaOH , KOH цемент тасындағы сілті ауадағы CO_2 арқылы карбонизацияланады, сөйтіп бетонның бетінде $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ және $\text{K}_2\text{CO}_3 \cdot 1,5\text{H}_2\text{O}$ кристаллы жиналады.

Цемент тасының физикалық коррозиясы. Цемент тасының физикалық коррозиясына бұйымдардың бір ылғалданып бір кебуінен пайда болған, материалдардың ісінуі және шөгуі жатады, сонымен бірге бетонның кеуік жерлеріне жиналған тұздар, бір қатып бір ерудің әсерінен болған құбылыстар жатады.



Тұзды формалы коррозия. Цемент тасының кеуік жерлеріне тұздардың жиналуы химиялық коррозияда да болуы мүмкін, ол 3 сульфатты гидроалюминат кальцидің және де 2 сулы гипстің пайда болуында.

Зерттеу мынаны көрсетеді, беріктілігі жоғары болса, оның кеуектілігі аз болады, ол дегеніміз тұзды коррозияға бекем келеді. Тұзды коррозияға күрестің бір жолы бетонға немесе сылаққа гидрофоб қапасын қосу. Суыққа беріктілік цемент тастарымен бетондардағы негізгі қасиет, ол көбінесе құрылыстардың ұзақтылығын анықтайды, көбінесе суда тұратыш, жолдарға салынатын, жер суландыру құбырларында болады. Цемент тасының капиллярларындағы сулар мұздап қатайғанда олардың қабырғаларына гидравликалық қысым жасайды, ол созылуына әкеліп соқтырады. Бұл одан әрі цемент тасы мен бетонның құрылымының бұзылуына, көлемінің ұлғаюына, жарықтың пайда болуына беріктіліктің төмендеуіне әкеліп соқтырады. Суыққа беріктілік цемент тасының тығыздылығына да әсер етеді, тығыз болған сайын суыққа берік келеді.





Суыққа беріктілікті артыру үшін бетонға әр түрлі қапалар қолданылады, олар су қажет ету қасиетін азайтады және де олардың тығыздылығы жақсарады.



Суыққа беріктілікті алитты портландцемент артырады, оның құрамында алюминат кальций 6-8% көп емес.

