

Бетон құрылымының қалыптасуы.

Бетонның құрылымы бетон қоспасының қатаюу нәтижесінде және одан әрі бетонның өзінің қатаюуынан жасалады. Оның қалыптасуына цементтің ұстамдылығы мен қатаюуы белгілі бір әсерін тигізеді. Цемент пен суды араластырудың бастапқы кезінде, үш кальцийлі силикаттың гидролиз процесінде гидрат оксид кальцийі бөлініп шығады, қанығып кеткен ертінді пайда болады. Бұл ертіндіде сульфат, гидроксид және сілті иондары болады, сонымен қатар, аз мөлшерде кремнезем, глинозем және темір. Кальций және сульфат иондарының жоғарғы концентрациясы, ерітілгеннен кейін ұзақ уақыт өтпей байқалады, өйткені бірнеше уақыт өтпей-ақ ертіндіден алғашқы жаңа пайда болатын заттар шөге бастайды: гидрооксид кальцийі және этtringит.

Шамамен бір сағаттан кейін екінші гидратация кезеңі туады, бұл өте майда гидросиликат кальцийінің пайда болуына тән сипат. Осының салдарынан, реакция цемент түйіршіктерінің тек қана беттік қабаттарының бөлігінде жүреді. Жаңа пайда болған гидрат фазалары өте жұқа түйірлермен сипатталады, цементтің түйірлерінің мөлшері мардымсыз азаяды. Бірінші кезекте жаңа пайда болатын заттар цемент түйірінің бетіне шығады. Жаңа пайда болатын заттардың көбеюімен және олардың тығыздалынып жиналуынан шекаралас қабаты, шамамен, 2-6 сағат суды аз өткізетін болады. Гидратацияның баяулайтын екінші кезеңі, цемент гидратациясының «жасырын кезеңі» деген атау алған.

Гидратация процесінің үшінші кезеңі, ертіндідегі гидрооксид кальцийінің кристаллдануының басталуымен сипатталады. Бұл процесс өте қарқынды жүреді. Гидросиликат кальцийі және этtringит ұзын талшық түрінде өсуі мүмкін, кеуектер арқылы өтіп және оларды өте майдаға бөледі, цемент тасының құрылым негізінің қалыптасуы жүреді.

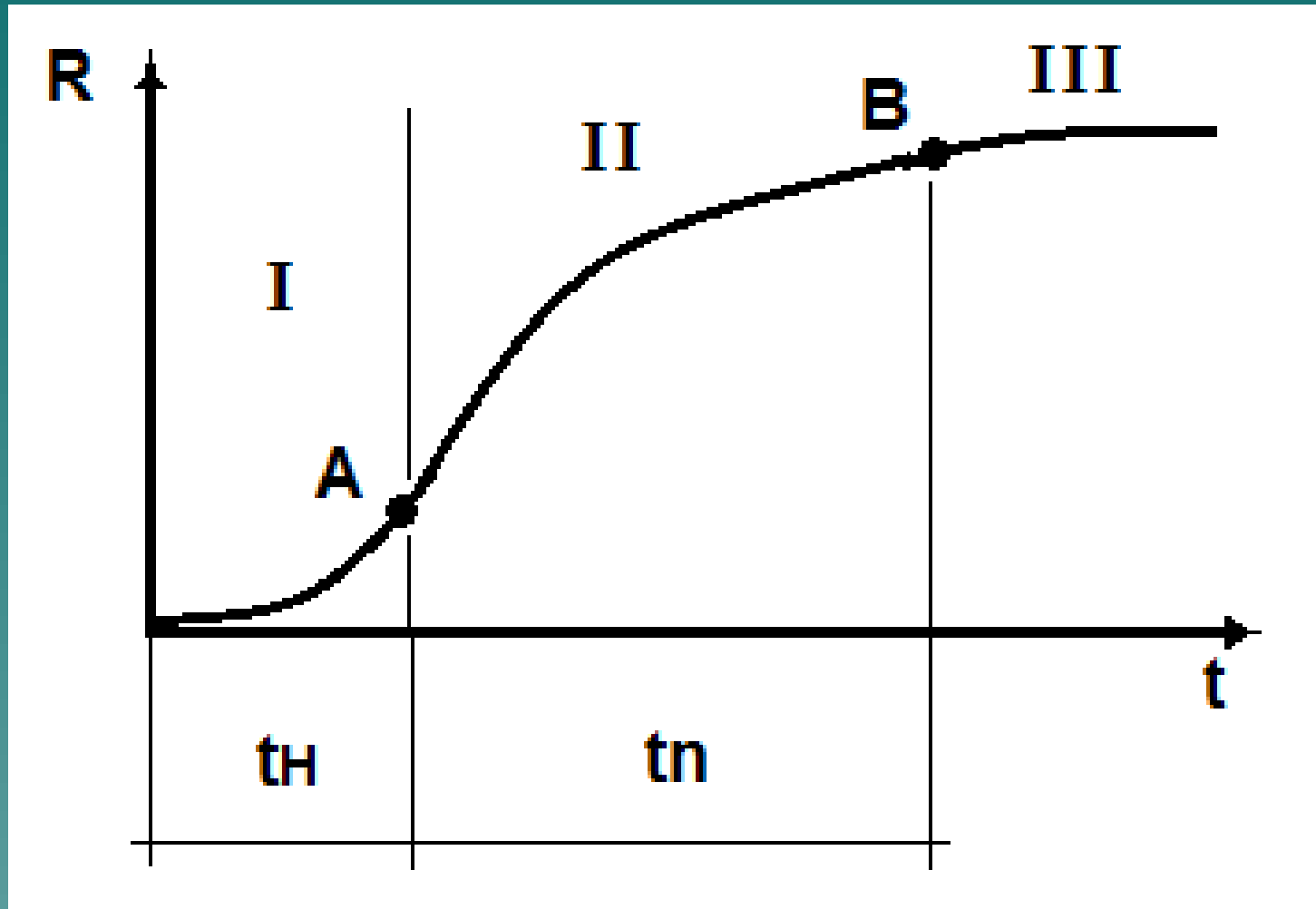
Гидратация процесінің төртінші және бесінші кезеңі реакцияның баяулануымен сипатталады, ол цементтің гидратациясының толық жүргенінше жалғасады. Бұл кезеңдерде цемент тасының кеуектік сипаты өзгереді, осының нәтижесінде пайда болған кеуектер гидратация заттарымен толады. Қатайған цемент тасының құрылымы нығыздалады және алдында пайда болған этtringит моносольфатқа өтуі мүмкін.

Ерітіле бастаған уақыттан бастап, беріктіліктің күрт көтерілу кезіне дейінгі кезінде пайда болатын тығыздылық және кеуектілік, цементтің концентрациясы мен цемент илеміне байланысты болады, яғни илемнің С/Ц. Осылай цемент гидратациясының алғашқы затынан пайда болатын матрица, цемент тасының болашақ құрылымына шешуші әсерін тигізетін «алғашқы қаңқа» болады.

Одан кейінгі құрылымның нығаюы матрицаның ішінде болатын жаңа пайда болған заттардың өсуімен жүреді және бұл гидратацияның үшінші кезеңіне сай келеді. Құрылым қалыптасқанда цемент илемі тасқа айналады, цемент илемі тез қатаятын болса, онда, цемент тасының беріктілігі де тез артады.

Цемент илеміне қосылған толықтырғыш, беттік күштің пайда болуының салдарынан, бетон қоспасының қасиетіне әсерін тигізеді, мысалы, оның жылжымалығын азайтады және құрылымның қалыптасу кезеңін қысқартады және де толықтырғыштың мөлшері мен оның меншіктік беті көбейген сайын, әсері арта түседі. Бұл сондай-ақ С/Ц қатынасының азаюымен бірдей, сондықтан бұл шартты түрде қабылданады, яғни бетон қоспасындағы С/Ц қатынасы ерітуге кететін С/Ц қатынасына қарағанда аз. Судың мөлшерін бетон қоспасының қасиетін өзгерту арқылы анықтауға болады, егер де шынай С/Ц қатынасында цемент илемі бетон қоспасының қасиетіндей сипатталса (жылжымалығы, уақыт ұстамдылығы және т.б.).

Есептеу құрылым жасалу кезі *1-алғашқы құрылымның жасалуы; 2-құрылымның бекімделуі; 3-құрылымның тұрақтануы*



Сонымен қатар, толықтырғыш оның қалыптасуының бастапқы кезінде құрылымды нығайтатын қатты қаңқа жасауы мүмкін. Толықтырғыштардың болуы цемент тасының қатаюының жағдайына маңызды түрде әсерін тигізеді. Бетондағы цемент пен судың байланысуы және оның қатаюы тұрақты түрде байланысатын толықтырғыш түйірлерінің арасындағы жұқа қабатта жүреді. Толықтырғыш цемент илемінің суды ұстау мүмкіншілігін арттырады, шөгуде деформациясын шектейді, цемент тасының кристалл қаңқасының пайда болуына жағдай жасайды, қатаятын цемент тасының температурасы мен ылғалдылығының өзгеруіне әсерін тигізеді. Осылай толықтырғыш цемент тасы мен бетонның құрылымының қалыптасуына маңызды әсерін тигізеді. Бұл бетонның қасиетін анықтағанда және құрамын жобалағанда ескеріледі.

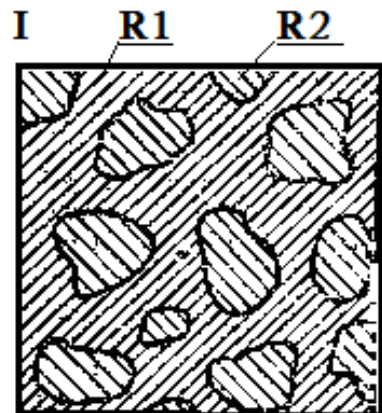
Құрылымның қалыптану процесі көлемінің өзгеруімен жүреді. Бетонның қатаю жағдайына байланысты көлемінің ұлғаюы немесе кішіреюі мүмкін, кішіреюі көбінесе тез болып тұрады, оны шөгу деп атайды. Бұл барлық өзгерулер бастапқы құрылымның қалыптасу кезінде өте маңызды, әсіресе, бетон қоспасының құрылымының белсенді сұйық кезіндегі, бетонның қатты құрылымға ауысуында және бетонның ұзақтылығына сай ол жайменен басылады.

Бетонның қасиетінің өзгеруі негізінен цементтің гидратациясын анықтайды, сондықтан цементтің қасиеті бұл заңдылықтарға шешуші әсерін тигізеді. Гидратация процесі негізгі болып табылады, оның жүруі бетонның құрылымы мен қасиетінің өзгеруін анықтайды.

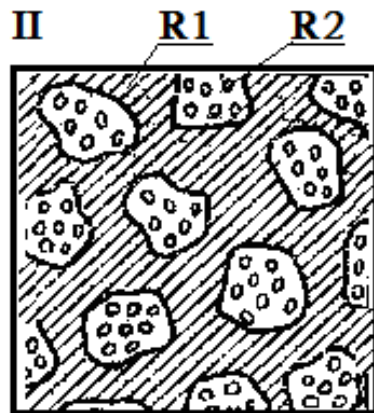
Бетонның құрылымы. Бетон қоспасының құрылымы қатайғанда да сақталады, сондықтан егер де бетонның құрылымын цемент тасының мөлшері бойынша және оның бетондағы орналасуы бойынша жіктейтін болса, онда жоғарыда айтылғандай үш түрлі құрылымды белгілеуге болады.

Бірақ та бетонның қасиетін анықтауға оның тығыздылығы немесе кеуектілігі әсерін тигізеді. Басқа тең жағдайда көлемі және кеуектің сипаты, сонымен қатар, бетонның кейбір құрамдас заттарының қасиеттерінің қатынасы, оның негізгі техникалық қасиетін анықтайды, ұзақтылығын, әртүрлі жағдайға төзімділігін. Осыған байланысты бетонның құрылымын оның тығыздылығын ескере жіктеу орынды болады.

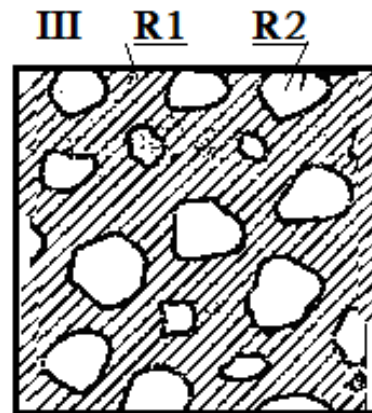
Бетонның макроқұрылымының негізгі түрлері: 1-тығыз; 2-кеуікті толықтырғышы бар тығыз; 3-ұялы; 4-түйірлі; R_6 -құрылымның орташа беріктілігі; R_1 және R_2 -бетонның құрамдастарының беріктілігі



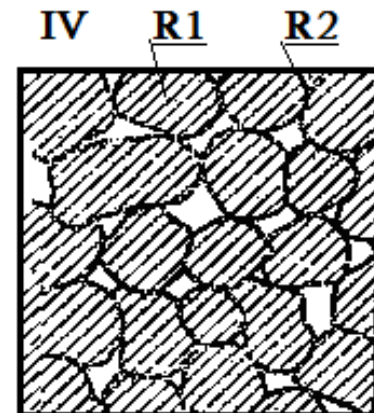
$R_2 > R_6 > R_1$



$R_2 < R_6 < R_1$



$R_1 > R_6, R_2 = 0$



$R_1 > R_6, R_2 = 0$

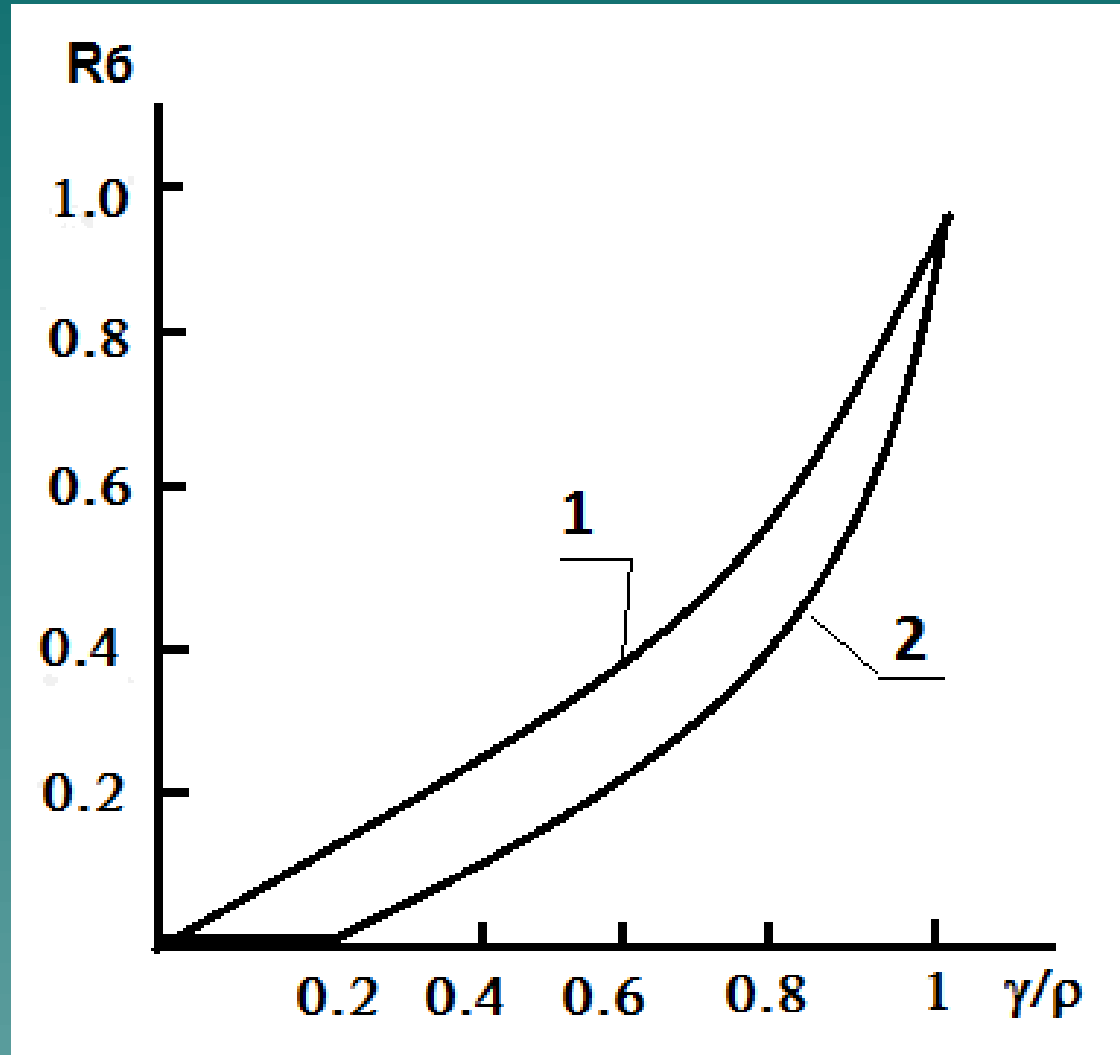
Материалдың қасиетіне түйіршіктің өлшемі, кеуек немесе басқа да құрылымдық элементтер үлкен әсерін тигізеді. Осыған байланысты бетон макроқұрылымды және микроқұрылымды болып бөлінеді. Макроқұрылым деп көзбен көрінетін немесе кішкене үлкейтіп көрінетін құрылымды атайды. Мұнда құрылымдық элементтер ретінде ірі толықтырғыш, құм, цемент тасы, ауа кеуектері болады. Кейде талдау жасау және технологиялық есептеулер жүргізу үшін шартты түрде макроқұрылымды алады, ол екі элементтен тұрады – ірі толықтырғыштан және ертіндіден, цемент тасы мен құмды біріктіретін.

Микроқұрылым дегеніміз – микроскоппен үлкейтіп көрінетін құрылымды атайды. Бетон үшін үлкен маңызды цемент тасының микроқұрылымы болып табылады, ол мән берілмейтін цемент түйірінен, жаңа пайда болатын заттардан және әр түрлі өлшемдегі микрокеуектерден тұрады.

Цемент тасы – бетонның қасиеті мен ұзақтылығына әсерін тигізетін негізгі компоненті. Цемент тасының қасиеті, құрылым мен микроқұрылымның элементтерінің арасындағы химиялық әрекет ету күшін анықтайтын минералдық құрамына байланысты болады. Байланыстырғыштың минералдық құрамын және қатаю жағдайын өзгерте отыра, цемент тасының әр түрлі түрдегі микроқұрылымын алуға болады: ұялы, түйірлі, талшықты және күрделі құрылымды және т.б. түрдегі құрылымның үйлесуінен тұратын. Бетон технологиясында өзге де байланыстырғыш материалдар пайдаланады, бетонды бірнеше жағдайда қатайтады, сондықтан бетонда әр түрлі цемент тасының микроқұрылымы кездеседі. Көбінесе микроқұрылымды және цемент тасы мен толықтырғыштардың арасындағы түйісу аймағын қарастырады, бөлек құрылымдық элементтер түрінде көрінетін.

Әртүрлі бетонның түріне құрылымы өзіндік келбет болады. Ауыр бетондар үшін тығыз құрылым тән, жеңіл конструкциялар үшін кеуекті қосымшалары бар тығыз құрылым, ұялы бетондар ұялы құрылымды болады, ірі кеуіктілер түйірлі келеді. Әлбетте, келтірілген құрылымның түрлерін бөлу шартты, шынына келгенде, бетонның құрылымы күрделігімен ерекшеленеді, мысалы тығыз құрылымды ауыр бетондағы цемент тасында айтарлықтай мөлшерде кеуек болады, ал тығыз құрылымды жеңіл бетонда кеуектер тек қана толықтырғыштарда ғана байқалмайды, сонымен бірге, цемент тасында да байқалады, ұялы құрылымдағы кейбір ұяшықтар бір-бірімен капиллярлармен қосылады және тағы сол сияқты. Бірақ әртүрлі құрылымдағы көзқарас бетонның құрамын айқын жобалауға мүмкіншілік жасайды.

Бетонның беріктілігінің салыстырмалы тығыздығына байланыстылығы: *1-ұялы құрылымды; 2-түйірлі құрылымды*



Бетонның құрылымы біркелкі емес. Материалдың кейбір көлемдері өздерінің қасиеттері бойынша өзгешеленеді, бұл материалдың жалпы қасиетіне белгілі бір әсерін тигізеді. Цемент тасы және толықтырғыш, толықтырғыштардың кейбір түйірлері және цемент тасының кейбір микрокөлемдері, қасиеттері бойынша бір-бірінен айрықша болу мүмкін. Цемент тасының негізіндегі түйісу аймағы да бір келкі емес, онда аз немесе көп ақаулардың орны болуы мүмкін, микрожарықтар және басқа да материалдың бір келкілігін төмендететін элементтер. Сонымен қатар, бетонның құрылымы мен қасиеті әр түрлі бұйымдарда және үлгілерде жардымсыз шамада өзгеріп тұруы мүмкін, бір және сол құрамнан жасалса да.