**ЖҰҚА МИНЕРАЛДЫ ТОЛТЫРҒЫШТАРДЫҢ БЕТОННЫҢ БЕРІКТІГІНЕ ӘСЕРІ**

Бұл әдеби шолу жұқа минералды толтырғыштардың (TMN) цемент бетондарының беріктігіне әсері туралы қазіргі заманғы идеяларды қамтиды. Цемент тасы мен бетонның құрылымы мен қасиеттеріне ТМН әсерін зерттеу Біздің елімізде және шетелде көптеген жұмыстарға арналған. Бүгінгі таңда минералды толтырғыштарды бетон және ерітінді қоспаларының тәуелсіз құрамдас бөлігі ретінде енгізу цементтің құны мен шығыны бойынша цемент композицияларының тиімділігін арттырудың және олардың Құрылыс және технологиялық қасиеттерін жақсартудың маңызды резервтерінің бірі болып табылады. Алайда, ғалымдар арасында жоғары дисперсті минералды толтырғыштардың цемент тасы мен цемент бетондарының құрылымы мен қасиеттеріне әсер ету механизмі туралы консенсус жоқ. Атап айтқанда, соңғы уақытта "микротолтырғыш эффектісі" деп аталатын табиғат туралы мәселе белсенді талқылануда, ол бетонға инертті ТМН енгізу кезінде беріктіктің артуымен көрінеді, сонымен қатар гидравликалық белсенді толтырғыштар әсерінің бөлігі бола алады. Высоцкийдің айтуынша бетон үшін, сондай-ақ байланыстырғыш материалдар үшін минералды толтырғыштарға дисперсті күйдегі табиғи және техногендік заттар, негізінен Бейорганикалық құрам, суда ерімейтін (химиялық қоспалардан негізгі айырмашылық) және дәннің мөлшері 0,16 мм-ден аз (агрегаттардан негізгі айырмашылық). Әдетте әртүрлі өндірістердің жанама өнімдері толтырғыш ретінде қолданылады. Жанама өнімдердің көлемі жылына миллион тоннаға жететін мұндай өндірістерге көмір немесе күріш қауызын отын ретінде пайдаланатын жылу электр станциялары, сондай-ақ шойын, болат, ферросилиций және ферроқорытпа шығаратын металлургиялық пештер жатады. ТМН-ның цемент тасы мен бетонның қасиеттеріне, атап айтқанда беріктікке әсерін бағалауда негізгі болып саналатын факторларды қарастырыңыз. Олар физикалық әсермен байланысты, бұл ұсақ бөлшектердің портландцементке қарағанда жұқа гранулометриялық құрамы бар немесе белсенді гидравликалық компоненттердің реакцияларымен көрінеді. Жоғарыда айтылғандай, "толтырғыш эффектінің"табиғаты туралы бірнеше көзқарастар бар.Олардың біріне сәйкес, микронаполяющий әсері бетондағы цемент тасының кеуектілігінің төмендеуіне әкелетін жұқа дисперсті толтырғыштың көлемдік концентрациясының жоғарылауымен көрінеді.

Бетон қоспаларына толтырғыштарды енгізу екі түбегейлі әр түрлі жолмен жүзеге асырылады: толтырғыш цемент бөлігінің орнына көлем бойынша енгізіледі (қоспадағы дисперсті бөлшектердің мөлшері өзгереді) және ұсақ агрегаттың бір бөлігі - кварц құмының орнына (барлық енгізілген қоспалар қоспадағы дисперсті бөлшектердің мөлшерін көбейтуге жұмсалады). Қоспа ішінара цементті, ал ішінара құмды алмастыратын аралық нұсқалар да бар. Сонымен қатар, поззолан белсенділігі қоспаларды енгізудің кез-келген әдісімен көрінеді, микронаполяциялық әсер, қоспадағы дисперсті бөлшектердің мөлшері өскен кезде ғана. Бірақ толтырудың жоғары деңгейімен, оның максимумына жеткеннен кейін, цемент тасының кеуектілігінің төмендеуіне қарамастан, бетон беріктігінің төмендеуі байқалады, сәйкес толтырылған цемент тасының агрегатқа адгезиясының нашарлауы. Олар толтырғыш мөлшерінің оңтайлы мөлшерден асып кетуі цемент тасын толтырғышпен сұйылтуға, клинкер түйіршіктері арасындағы тікелей байланыстардың бұзылуына және беріктіктің төмендеуіне әкеледі деп санайды. Бетондағы минералды толтырғыштың оңтайлы мөлшерімен цемент тасының құрылымы цементті толтырғышпен оңтайлы қанықтырумен сипатталады. Бұл жағдайдың көрнекі критерийі-егер толтырғыш бөлшектер Цемент бөлшектерінен әлдеқайда аз болса, сынақтағы бөлшектердің ең тығыз қаптамасына қол жеткізу немесе толтырғыш бөлшектері мен цемент бөлшектері сәйкес келсе, толтырғыш бөлшектердің байланысын жасамай цементті толтырғышпен максималды қанықтыруға қол жеткізу, ол ультра дисперсті материалмен аралас цемент жүйесінде ультра дисперсті материалдың бөлшектері жаңа фазалардың бетін жаппауы және кристалл гидраттар арасындағы синтездің пайда болуына кедергі келтірмеуі маңызды деп жазады. Бұл шарт, ол былай деп жазады, микро толтырғыштың гидравликалық белсенділігін ескере отырып, аралас жүйеде ультра дисперсті материалдың көлемдік концентрациясын оңтайландыру кезінде орындалуы мүмкін. Инертті микронаполнитель үшін оңтайлы доза капиллярлық тесіктердің көлемімен салыстырылатын және тиісті қуыстарды толтыру, сондай-ақ құрылымды тығыздау үшін қажет болуы мүмкін. Қуыстарды толтыру әсері физикалық фактор болып табылады және ультра дисперсті материалдың гидравликалық белсенділігіне қарамастан байқалады. Алайда, гидравликалық белсенділікке байланысты көрсетілген тері тесігінің көлемінен асып кету қарама-қарсы нәтижелерге әкелуі мүмкін. Келтірген эксперименттік деректер инертті микро толтырғыштың көлемінің жоғарылауымен қуыстарды толтыру және құрылымды тығыздау әсері микро толтырғыштың өсу контактілеріне теріс әсерін өтей алмайтындығын көрсетеді, сондықтан беріктік төмендейді. Сондай-ақ, "микротолтырғыш эффектінің" негізі ұсақ дисперсті толтырғыштар бөлшектерінің кристалдану орталықтарының рөлін орындау, яғни химиялық қатаюдың бастапқы кезеңін жеделдету қасиеті болып табылады деген пікір бар. Сонымен, жүргізген зерттеулер Бижен 20% кремнийлі шаң қосылған цемент сынағында (19300 см2/г, 95% SiO2) кремнийлі шаң ферросилиций өндірісінің жанама өнімі екенін көрсетті портландцемент пен шлак - портландцементтің ылғалдануын тездетеді, кремнийлі шаң химиялық инертті толтырғыш болған кезде. Кремнийлі шаңның жоғары дисперсті субмикроскопиялық бөлшектерінде гидратация өнімдерінің жауын-шашыны жүреді, бұл бөлшектер нуклеация және кристалдану орталықтары ретінде қызмет етеді. Ылғалдану процесінің 1 тәулігінен кейін бөлшектердің бетінде сұйық фазадан oh-, Ca2+, K+, Na+ химосорбциясы жүреді, бұл эттрингиттің кристалдануына жол бермейді, ал 3 тәуліктен кейін поззолан реакциясы басталады. Сол авторлар жұмыста жоғары дисперсті құм қосылған цемент сынағын зерттеді. Құмның дисперсиясының жоғарылауымен және оның құрамының жоғарылауымен CA(OH)2 шығару жылдамдығы артады. Бұл құм бөлшектері кеуек сұйықтығынан Ca(OH)2 кристалдануы үшін субстрат ретінде қызмет ететіндігімен түсіндіріледі. Композицияның су мөлшерінің жоғарылауымен Ca2+ және OH иондарының құм бөлшектерінің бетіне жылжуы жеңілдейді, бұл CA(OH)2 кристалдарының пайда болуы мен өсу процесінің күшеюіне әкеледі. Қызыл гидравликалық белсенділіктен басқа, сонымен қатар цементтің байланыс аймағында кристалдану орталықтарының ең кішкентай түйіршіктерінің (коллоидтық өлшемдердің) пайда болуымен түсіндіріледі. Негізінен цемент тастарының үлгілерін зерттеген жоғарыда аталған жарияланымдардың авторларынан айырмашылығы, олар жұқа дисперсті компоненттерді - меншікті беті 3440 см2/г және құрамында 1,8% CaO бар Ступинск ЖЭО күлін; меншікті беті 4800 см2/г болатын Новосибирск ЖЭО күлін және 26,8% CaO бар; Уренгой кен орнының диатомиті және меншікті беті шамамен 4000 см2/Г болатын өзен құмын қамтитын байланыстырғыштардағы бетондардың беріктік қасиеттеріне эксперименттік зерттеулер жүргізді. Ступин ЖЭО-ның ұнтақталған құмы мен күлін ұсақ түйіршікті және қарапайым ауыр бетондарға оңтайлы мөлшерде енгізгенде, олардың беріктігі 1,4-ке артады...1,8 рет (тұрақты су-цемент қатынасында). Ал бетонға Новосибирск ЖЭО күлі мен диатомит енгізілгенде, олардың беріктігі 1,9-ға артады...2,6 есе, тіпті су-цемент қатынасының едәуір артуымен. Ол жүргізген тәжірибелер көрсеткендей, 1:3 құрамындағы өзен құмымен әк қоспасы қалыпты жағдайда қатаймайды, ал Ступин ЖЭО күлімен ол аз беріктікке ие (1,1 МПа). Новосибирск ЖЭО күлімен үлгілерді бумен пісіру кезінде олардың беріктігі 13,2 МПа құрайды.

Атап айтқанда, "микро толтырғыштың әсерін" қосымша кристалдану орталықтарының пайда болуымен түсіндіру мүмкін емес деп санайды, өйткені олардың тікелей әсері химиялық қатаюдың бастапқы кезеңін жеделдету болып табылады, және көптеген зерттеулер мен тәжірибе көрсеткендей, ЖЭС күлі сияқты қоспалары бар бетондарда беріктіктің өсу қарқыны күлге қарағанда төмен.