

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы
Қазақ ұлттық техникалық университеті

К. А. Ақмалаев

БЕТОННЫҢ ҚАСИЕТІН ЗЕРТХАНАДА АНЫҚТАУ

Университеттің Ғылыми-әдістемелік кеңесі
оқу құралы ретінде ұсынған

Алматы 2015

ӘОЖ 691.32 (075.8)

КБЖ 38.33 м 73

А 37

Пікір жазғандар:

М.Т. Жүгінісов, техн. ғыл. док., профессор, ҚазҰТУ.

Т.С. Мусаев, техн. ғыл. док., профессор, ҚазКЖКА.

У.К. Махамбетова, техн. ғыл. док., профессор, ҚазБСҚА.

Қазақстан Республикасының Білім және ғылым министрлігінің
2015 жылғы басылым жоспары бойынша басылды.

- А 37** Ақмалаев К.А. Бетонның қасиетін зертханада анықтау: Оқу құралы. – Алматы: Қ.И. Сәтбаев атындағы ҚазҰТУ, 2015. – 123 б.
Кесте – 29. Сурет – 27. Библиогр. тізім – 17 атау.
ISBN 978-601-228-753-0

Оқу құралында бетон дайындауға керек цементтің, толықтырғыштардың, бетонның қасиеттерін анықтау және құрамын есептеу қарастырылады. Бетонға арналған материалдарды тексеру тәсілдері берілген, зертханалық қондырғылар мен аспаптар көрсетілген.

Оқу құралы «Құрылыс материалдарын, өнімдерін және бұйымдарын өндіру» мамандықтарындағы студенттерге және тексеру зертхана қызметкерлері мен құрылыстағы инженер-техник қызметкерлеріне ұсынылады.

ӘОЖ 691.32 (075.8)

КБЖ 38.33 м 73

ISBN 978-601-228-753-0

© Ақмалаев К.А., 2015

© ҚазҰТУ, 2015

КІРІСПЕ

Қазақстанда жүріп жатқан құрылыстың дамып өркендеуі, көп мөлшерде құрылыс материалдарын пайдалануды қажет етеді. Сондықтан негізгі шаралардың бірі, яғни құрылыстың сапасын арттыру, өнімге тиімді талдау жасап материалдарды дұрыс пайдалана білу болып табылады. Өйткені пайдаланатын материалдар құрылыстың құнының негізгі бөлігін құрайды.

Құрылыстың сапасын арттыруға қойылатын талаптарды тексеруде құрылыс алаңындағы зертханалардың атқаратын рөлі ерекше болады. Зертхана құрылысқа керек материалдардың пайдалану процесіне толық қатысуы қажет. Зертхананың міндетіне мыналар кіреді: материалдарды сапалы қабылдау, сақталатын орындарын тексеру, құрылыс алаңдарында дайындалатын материалдың құрамын жасау, жұмысқа пайдаланатын материалдарға бақылау жасау және анықтау т.б. Сондықтан құрылыс зертханасының міндетіне уақытында сол мақсатта жүргізілетін зерттеу жұмыстары да кіреді.

Осындай міндеттерді тиімді шешу үшін, құрылыс алаңындағы зертханада қажетті қондырғылар, аспаптар және әдістемелер болу қажет.

Бетонға байланысты бар оқулықтар мен өндірістік-техникалық әдебиеттер, негізінен тек қана бетон өндірісінің технологиялық процестерімен және олардың қасиеттері жөнінде ғана мағлұматтар бере алады. Ал бетонды тексеру тәсіліне қарайтын болсақ, көбінесе мұндай жағдайда қазіргі кезде пайдаланып жүрген әдістемелік нұсқаулар, мемлекеттік стандарт, техникалық нұсқаулар және де басқа нормалық құжаттармен шектелінеді. Сондықтан бұл оқу құралы зертхана жұмыскерлеріне және құрылыстағы өндіріс қызметкерлеріне толық көлемде тәжірибе жүргізуге іс жүзінде көмек жасауға мүмкіндік жасайды.

Құрылыс конструкциясына пайдаланатын бетонға, беріктілігі, тығыздығы, су сіңірмейтіндігі және де басқа механикалық қасиеттері бойынша жоғары талаптар қойылады. Мұндай талаптарды дұрыс сақтау, бетон қоспасын дұрыс есептегенде және дұрыс дайындағанда болады, сондықтан бетон қоспасының құрамын анықтау тәсілін игеруді, өнімнің сапасын қамтамасыз ететін негізгі бір жағдай деп есептеу керек.

Бұл оқу құралы бетон саласында және бетонға керек шикізаттарды алуда нормативті құжаттардың негізгі талаптарының қағидаларын алуға жағдай жасайды, бетонға керек заттардың құрамын талдай білуді үйренуге және бетонның құрамы бойынша жоба жасауды, құрылыс материалдарын тексеру тәсілін игеруді және бетонның механикалық қасиетін анықтауға ықпал жасайды.

Көптеген жағдайда материалдардың қажет сапалық көрсеткіштері, мемлекеттік стандарттар мен техникалық нұсқауларда қарастырылған, толық көлемдегі талаптарына сай осы оқу құралында келтіріген.

1. БЕТОН ЖӨНІНДЕ МАҒЛҰМАТ

Бетон дегеніміз жасанды тас материалы, байланыстырғыш материалды, суды, майда және ірі толықтырғыштарды біріктіріп қалыптап және қатайту арқылы пайда болған қоспа. Бұл материалдар қоспасы қатаюға дейін бетон қоспасы деп аталады. Бетон құрылыстың барлық саласында негізгі құрылыс материалы болып табылады.

Мемлекеттік стандарт бойынша бетон бірнеше топқа бөлінеді: негізгі пайдалануы; байланыстырғыштың түрі; толықтырғыштың түрі; құрылымы бойынша.

Негізгі пайдалану саласы бойынша конструкциялық және арнаулы (ыстыққа төзімді, химиялық төзімді, декоративті, радиациядан қорғайтын, жылу өткізбейтін және т.б.) болып бөлінеді.

Байланыстырғыш материалдың түрлері бойынша: цементті; әкті; гипсті байланыстырғышы негізінде, арнаулы болып бөлінеді.

Толықтырғыштардың түрлері бойынша: тығыз; кеуекті және арнаулы толықтырғышты болып бөлінеді.

Бетонның құрылымы бойынша тығыз, кеуекті ұялы және үлкен кеуекті болып келеді.

Беріктілік көрсеткіші бойынша олардың кепілділік мәні белгіленеді яғни, бақылауға алынатын сипаттамалары класы мынандай: сығылып сынғандағы беріктілігі, созылып сынғандағы беріктілігі, аязға төзімділігі, су өткізбеуі бойынша.

Бетонның беріктілігі бойынша класы (маркасы) жобада көрсетілген үлгінің базалық көрсеткішімен анықталады. Аязға төзімділігі бойынша бетонның маркасы бақылауға алынған үлгілердің, үсу және суда еру айналымының саны бойынша тексеру арқылы белгіленеді.

Бетонның су өткізбеу маркасына, бақылауға алынған үлгінің ылғалдануы байқалмайтын су қысымының жоғарғы мәні қабылданады.

Бетонның орташа тығыздығы бойынша маркасы бір көлемдегі нақты салмақ көрсеткішінің мәні бойынша анықталады (кг/м^3).

Бетон кластарының негізгісі сығылып сынғандағы беріктілігі бойынша. Бетонның класы кепілденген сығылып сынғандағы беріктілігінің мәні бойынша анықталынады. Бетон мынандай

кластарға бөлінеді: B1; B1,5; B2,5; B3,5; B5; B7,5; B10; B12,5; B15; B20; B25; B30; B35; B40; B50; B55; B60. Бетонның беріктілігі цементтің түрі мен активтілігіне, цементтің суға қатынасының мәніне, толықтырғыштың беріктілігіне, бетон қоспасының нығыздалыну дәрежесіне және қатаю уақытына байланысты болады.

Орташа тығыздығы бойынша, кг/м^3 , бетон мыналарға бөлінеді өте ауыр 2500 жоғары, ауыр – 1800-2500, жеңіл 500-1800, өте жеңіл – 500 төмен. Бетонның тығыздығы толықтырғыштың түріне, бетонның дайындау технологиясына және құрамына байланысты болады.

Толықтырғыштардың ірілігі бойынша бетон мыналарға топталынады: ірі түйіршікті (толықтырғыштың ең ірі түйіршігі 10 мм жоғары), құмды (5 мм төмен).

Ауыр бетонның байланыстырғышына портландцемент, шлакты портландцемент және олардың түрлері, сонымен қатар сульфатқа төзімді және пуццолан цементті пайдаланады.

Ірі және майда толықтырғыш есебінде мемлекеттік талаптарды қанағаттандыратын табиғи тастың қиыршық тасы, гравий, қиыршық тас және құм пайдаланылады.

Бетон мен бетон қоспасының қасиетін жақсарту үшін, өндірістің технологиясына және бетонның жобалық сипаттамасына байланысты химиялық қоспалар пайдаланылады. Аязға төзімділігі 200 және одан жоғарғы қозғалғыш бетон қоспасын ауа шығаратын немесе жұмсартқыш-ауа шығаратын қоспалар қосып дайындайды; бетон қоспасының қозғалғыштығы 10...15 см және одан жоғары жұмсартқыш қоспалармен, оның ішінде суперпластификаторлар, олар цемент шығынын арттырмайды.

Бетонның шөгуі мен ісінуі цемент тасының кебуі мен ылғалдануының нәтижесінде көлемінің өзгеруіне байланысты. Шөгуі көбейген сайын, цементтің шығыны мен алғашқы судың мөлшері де жоғары болады. Шөгу өнімнің қабаттарында біркелкі жүрмейді, шөгу кернеуін жасай отыра, жарылуға жағдай жасайды. Ауыр бетонның шөгуінің шегі 0,3...0,6 мм/м. Шөгуді бетонды шегендеу азайтады.

Бетонның аязға төзімділігі оның құрамындағы материалдардың төзімділігі мен анықталынады, алдыменен цемент тасына байланысты және бетондағы капиллярлы кеуектердің көлемінің

азаюымен олар артады. Аязға төзімділігі бойынша маркалары 100, 200, 300.

Ауыр бетонның химиялық төзімділігі бетонның жоғарғы тығыздылығы және цементтің түрі арқылы жетеді: Сульфатқа төзімді сульфатты – коррозияға, пуццоланды немесе бос әкті аз шығаратын цемент – сілтеленуге.

Барлық бетонға және бетон қоспасына қойылатын жалпы талаптар мынандай: бетон қоспасы қатайғанша жеңіл араластырылатын, тасымалданылатын, қалыпқа салынатын болу керек (қозғалғышты және ыңғайлы салынатын, шашылмайтын); бетон берілген қалыптан шығару уақыты және конструкцияны алу немесе ғимаратты пайдалануы бойынша белгілі қатаю жылдамдығында болу керек; цементтің шығыны мен бетонның бағасы мүмкіншілігінше аз болу керек.

Барлық қойылған талаптарды қанағаттандыратындай бетон алу үшін, дайындалынатын, қалыпқа салынатын бетонның құрамын дұрыс жобалау болып табылады және нығыздалатын бетон қоспасын, сонымен қатар оның алғашқы уақыттағы қатаю кезеңін дұрыс ұстау керек.

Бетонды әртүрлі конструкцияларда пайдаланады, зауытта дайындалынатын конструкцияларға, пайдалануға берілетін құрылысты салатын жерде – бір тұтас бетон.

2. ҚҰРЫЛЫС ЗЕРТХАНАСЫ ЖӨНІНДЕ МАҒЛҰМАТ

2.1. Жалпы мағлұмат

Шығарылатын бетон бұйымында, өндірістегі шығарылатын өнімге бақылау жүйесі ұйымдастырылған, яғни жобалық талаптарды және техникалық нұсқауларды қанағаттандырмайтын, сапасыз бетон шығару мүмкіншілігін жоятын.

Құрылыс зертханасы өзінің жұмыс жасау жағдайында Қазақстан Республикасының заңдарына, құрылыс нормалары мен ережелеріне, стандарттарына, техникалық нұсқауларына және де басқа мөлшерлі құжаттарына сүйенеді.

Құрылыс зертханасы материалдарды тексеруге, бетонның құрамын жасауға, технологиялық жұмыс істеудің бір қалыптылығын құруға және пайдаланатын материалдардың сапасына бақылау жүргізуге ұйымдастырылады.

Құрылыс зертханасы өзіне міндеттелінген тапсырмаларды орындауға арналған қондырғылармен және де нормативті-техникалық құжаттармен қамтамасыз етіледі.

Зертхананың қызмет жасайтын құрамы жұмыстың саласына және шығарылатын өнімнің көлеміне байланысты жасалынады.

Зертхананың бастығының сол сала бойынша жоғарғы техникалық білімі болу керек және сарапталынған маман болуға тиіс.

Зертхана қызметкерлеріне барлық жағдайлар, яғни еңбек жағдайын тұжырымдайтын және өндірістік-техникалық қызметкерлерге қарайтын еңбек ақысын төлеу, жоғарғы өндірістік көрсеткіштерге жеткені үшін марапаттаулар жатады.

Ұжым басшылары құрылыс зертханасы тиімді жұмыс жасау үшін, барлық қажет жағдайлармен қамтамасыз етеді. Зертхана өзіне сай бөлмемен, қажет қондырғылармен және де зертхана бастығының өтінішіне сай көрсетіліп негізделінген аспаптар және материалдармен қамтамасыз етіледі.

2.2. Құрылыс зертханасының міндеттері

Өнім шығаруға пайдаланатын бетон толықтырғыштарын, цементтерді, бетонға қажет қоспаларды тексеру жүргізіледі.

Конструкциялар дайындауға арналған, цемент пен толықтырғыштар негізінде тәжірибе жүзінде құрамы жасалынып алынған, бетон құрамын жобалау.

Өндіріске бекітілген бетон қоспасының құрамын беру және бетон қоспасының құрамын дайындайтын техникалық қызметкерлерге нұсқау беру жатады.

Өндіріске келетін материалдардың паспортын және сертификатын бақылау тәсілі бойынша тексеріп, өндіріс басшыларына материалдардың сапасының мемлекеттік стандарттың талаптарымен және де басқа жобаның техникалық нұсқауларға сәйкестігін хабарлау жатады. Өндірісті материалдармен қамтамасыз ететін қызметкерлер, келген материал мемлекеттің талаптарына немесе басқа да сол ұжымдағы стандартқа сәйкес келмеген жағдайда материал жеткізушіге тәжірибе нәтижелерін беру керек.

Дайын өнімнің сапасын бақылауға алынған үлгілердің физикалық, механикалық тәсілдері жолымен тексеру.

Дайындалатын бетон, сылақтың мөлшеріне бақылау жасау, олардың құрамын жасап және пайдалануға рұқсат беру.

Цемент, толықтырғыштар, бетон және сылақтың үлгілерін алу, оларды дайындау және тексеру. Дайындалынған бетонға бақылау жасау (мұздауына, еруіне).

Жаңа өнімді игеру жөніндегі іс-шараларды жүргізуге және жасауға, жаңа материалдарды ендіруге, технологияны игеру қатысу.

Техникалық қызметкерлердің дәрежесін арттыруға көмегін тигізу және олардың дәрежесін тексеруге қатысу.

Құрылыс зертханасы жүргізілген бақылауды және тексерілген жұмысты тіркеу үшін кітапша арнауы керек, оның ішінде үлгілерді алу, құрылыс материалдары мен өнімдерді тексеру, әртүрлі бетонның, сылақтың құрамын жасау және өндірістегі технологиялық құбылысты сақтау, сыртқы ауаның температурасын тіркеу.

Құрылыс зертханасы конструкциялардың бекемділігі мен беріктілігін төмендететін, нормативті талаптарды бұзып жүргізгені үшін, уақытында құрылыс-монтаж жұмысын тоқтату жөнінде басшыларға ұсыныс жасауы міндетті.

Бетонға керек құрылыс материалдарының қоймасын бақылау, сақтау жағдайын қамтамасыз ету және материалдарды істен шығарып тастау.

2.3. Құрылыс зертханасының құқы мен жауапкершілігі

Құрылыс зертханасының кәсіпорындағы болатын барлық өндірістік операцияларды бақылауға, сонымен қатар нақты техникалық құжаттар мен есептерді тексеруге құқы бар:

- Техникалық қызметкерлерге ауызша немесе жазба түрінде жұмыстағы ақаулар мен табылған кемшіліктерді жою саласында қабылданған қажет шараларды беруге.

- Сапасыз материалдарды пайдаланғанда немесе дайындау кезінде технологиялық ережелерді сақтамағанда өндірістің жұмысын тоқтатып тастауға.

Құрылыс зертханасы өздерінің міндеттеріне жататын сұрақ бойынша, өндірістік қызметкерлерге міндетті түрде нұсқау бере алады.

Зертхана басшысының техникалық қызметкерлерге өндірістегі жұмысты тоқтатуға үкім шығаруға және оның орындалуы міндетті түрде болуға тиіс. Зертхана жұмысты тоқтату жөнінде ұжымның және бөлімшенің басшысына жедел хабарлайды, шұғыл шаралар қолданулары үшін.

Зертхананың жұмысқа жасаған кемшіліктері мен ақауларын жоюға арналған және жұмысты тоқтату жөніндегі бұйрықты орындамағаны үшін, техникалық қызметкерлер міндетті түрде жауап береді.

Құрылыс зертханасының жұмысты тоқтату жөніндегі қаулысын тек қана ұжымның басшысының қаулысы жоя алады.

Құрылыс зертханасының қызметкерлері заңды түрде мыналарға жауап береді:

- осы «Мағлұматтағы» баяндалынған өзінің функциясы мен міндеттерін орындау үшін;

- зертхана қондырғылары мен жабдықтарының жағдайы және де зертхана аспабтарының уақытында тексерілуі үшін;

- өндірістегі материалдарды тексеруде мемлекеттік стандарттардың, техникалық нұсқаулардың және басқа нормативтік құжаттардың орындалуына және дайындалатын бетон өнімінің сапасының бақылаулануына.

Құрылыс зертханасының бастығы мемлекеттік стандарттарды, техникалық нұсқауларды, техникалық ережелерді бұзып дайындалғаны және жобаның талаптарын қанағаттандырмайтын өнім шығарып жібергені үшін жауап береді.

3. БЕТОННЫҢ ҚҰРАМДАС МАТЕРИАЛДАРЫНЫҢ ФИЗИКА-МЕХАНИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН АНЫҚТАУ

Байланыстырғыш материалдар

3.1. Сынаққа цемент алу

Өндірістік бақылауға сынақ жасау үшін үлгі алу, өнім дайындаушылардың технологиялық құжаттарына сай жүргізіледі.

Стандарттың талаптарына сай алынған үлгінің тексеру нәтижелері тек қана сол үлгі алынған партияның цементіне жарайды. Өртүрлі партияның цементтерін бірге қосып сынаққа үлгі алуға болмайды.

Контейнерден немесе басқа орыннан үлгі алу 15 см тереңдіктен кем болмау керек. Сынаққа үлгі алатын цементтің салмағын былай анықтайды, яғни жинақталынып алынған сынақ жасайтын үлгілердің жалпы салмағы 20 кг кем болмайтындай қылып алу керек. Жинақталған сынақ жасайтын үлгіні дайындау үшін, бір партиядағы барлық нүктелерден алған үлгілерді қосып, қолмен немесе механикалық тәсілмен араластырады. Жинақталып алынған сынақ жасайтын үлгіні тегіс құрғақ және таза бетке сеуіп жаяды.

Бір адреске жіберілген цементтің әр партиясында, сапасы жөнінде құжаты болу керек, онда мыналар көрсетіледі:

- дайындайтын ұжымның аты, товар белгісі және адресі;
- нормативтік құжат бойынша цементтің аты мен белгісі;
- партияның нөмірі және тиелген күні;
- цементтегі минерал қоспаның түрі мен мөлшері;
- цементтің беріктілігі бойынша класы (маркасы);
- цемент илемінің қалыпты қоюлығы;
- нормативтік құжаттардың талаптарына сай цементтің кепілділік мерзімі.

Егерде цемент жалған ұстамдылық көрсететін болса, онда сапасы жөніндегі құжатта көрсетілуі керек. Нормативтік құжаттардың талаптарына сай көрсетілген цементтің түрі бойынша, сапа жөніндегі келтірілген көрсеткіштер тізімінде қосымша немесе өзгеріс болуы мүмкін.

Материалды алған өндіріс сапасын бақылау кезінде, қанағаттандырмайтындай жағдай болатын болса, цементтің бақылау тәжірибесін осы мақсат бойынша мемлекеттік құрылыс басқармасы бекіткен, цементті сертификациялық тексеру жүргізетін аккредитация жасаған тексеру зертханасы жүргізу керек.

Материалды алған өндіріс цементті бақылау кезіндегі сол партияның бақылау зерттеулерінің нәтижесі қанағаттандырылған деп есептелінеді, егерде барлық сапа көрсеткіштері бойынша сол цементтің түріне арналған нормативтік құжаттарға сай келсе, беріктілік класы (маркасы), егерде басқа себеппен ұсынылған көрсеткіштер цементтің келісім шартында қарастырылмаса.

Цемент түрі және беріктілік класы (маркасы) бойынша бөлек сақталуы керек. Әртүрлі және әр беріктілік кластағы (маркадағы) цементтерді араластыруға, сонымен қатар басқа заттармен ластауға және ылғандыруға болмайды. Сынаққа алынған цемент тексеруге дейін құрғақ жерде сақталынады. Тексерудің алдында әр сынақталынатын цемент № 09 елегінен өткізіледі. Електе қалған өлшелініп тасталынады. Қалған цемент пайызбен көрсетіліп, сонымен қатар оның сипаттамалары (түйіршіктер, ағаш ұнтақтары, металдар және т.б.) жұмыс журналына жазылады. Електен өткізгеннен кейін сынаққа алынатын цементті араластырады.

Тексеруді ауаның температурасы 20 °C және ылғалдылығы 50%-дан аз бөлмеде жүргізеді. Үлгілерді дайындау және сақтау үшін кәдімгі ішетін, суды пайдаланады. Суды өлшеу үшін, салмағы немесе көлемі бойынша өлшейтін ыдысты пайдаланады. Үлгіні ылғал күйінде сақтайтын бөлменің және ваннадағы судың температурасы 20 °C болу керек. Цемент пен құмды 1 г дейінгі нақтылықпен өлшейді, ал суды 0,5 г немесе 0,5 мл дейінгі дәлдікпен өлшейді немесе белгілейді.

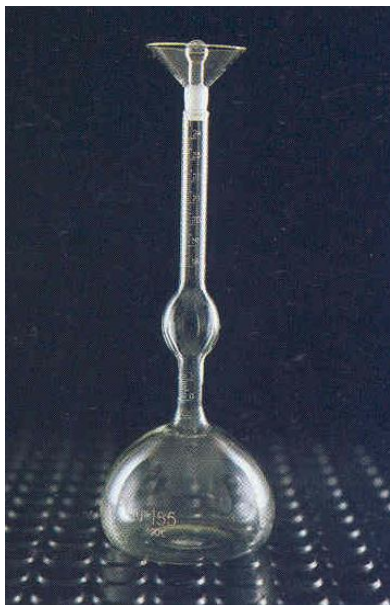
3.2. Цементтің тығыздығын анықтау

Құрастырылатын бетондар мен темір бетон өнімдерін шығару үшін байланыстырғыш материалдар есебінде әртүрлі портландцементтер пайдалануы мүмкін. Мемлекеттік стандарт бойынша құрамына байланысты олар мыналарға бөлінеді: портландцемент, тез қатаятын портландцемент, минерал қоспасы

бар портландцемент, қожды портландцемент, сульфатқа төзімді портландцемент, минерал қоспасы бар сульфатқа төзімді портландцемент, сульфатқа төзімді қожды портландцемент, пуццоланды портландцемент.

Дұрыс таңдап алу сияқты, цементтің физико-механикалық сипаттамасы (тығыздылығы, сеуіп салғандағы тығыздылығы және нығыздалынғандағы тығыздылығы, цемент илемінің қалыпты қоюлығы, цементтің активтілігі мен маркасы) бетон технологиясында маңызды мән береді.

Цементтің тығыздылығын анықтау МЕСТ 310.2-76, 2.т. сай жүргізіледі. Бұл үшін шыныдан жасалынған көлем өлшегіш Ле-Шателье (3.1-сурет) аспабы пайдаланылады. Көлем өлшегіш штативке бекітіліп және белгі жүргізілген белгілі температурасы бар шыны түтігін орналастырады. Түтіктегі судың деңгейі аспабтың белгіленген бөлігінен жоғары болу керек. Көлем өлшегішті сусыздандырылған керосинмен нөл белгісінің төменгі деңгейіне дейін толтырады, одан кейін нөлді белгінің жоғарғысында орналасқан жоғарғы бөлігін сорғыш қағаздан жасалған тампонмен мұқият сүртеді.



3.1-сурет. Ле-Шателье аспабы

Алдын ала 2 сағатта кептіру шкафында 105-110 °С кептірілген және эксикаторда салқындатылған цемент үлгісінен 65 г цемент алып оны қасықпен аз мөлшерлеп, ауаның кеуектері кетіп қалмайтындай қылып себеді. Аспапты жоғарғы белгіленген бөліктің бір шамасына жеткенше, яғни ондағы сұйықтың деңгейі көтерілгенше толтырады. Цементтің бөлшектерімен келген ауа көбіктерін шығару үшін, ішінде үлгісі бар аспапты суы бар түтіктен шығарып жұмсақ резина бетінде 10 минут қисайтылған күйінде аударады. Соңа соң 10 минуттан кейін аспапты тағы да суы бар түтікке салады, сосын аспаптағы сұйықтың деңгейінің есебін жүргізеді. Егерде барлығы түспесе аспаптағы цементтің мөлшерін өлшейді.

Цементтің тығыздығын ρ (г/см³) мына формуламен есептейді:

$$\rho = m / v$$

мұндағы m – цементтің салмағы, г

v – цемент сығыстырған сұйықтың көлемі, см³.

Цементтің тығыздылығын 0,01 г/см³ дәлдікке дейін есептейді, екі рет анықталынған тәжірибенің орташа арифметикалық мәнінің, арасындағы айырмашылықтары 0,02 г/см³ аспау керек.

Стандарт басқа да $\pm 0,01$ г/см³ дәлдікке дейін анықтайтын тәсілдерді пайдалануды рұқсат етеді. Орындаушының жеткілікті тәжірибесінде цементтің тығыздылығын анықтауды сыйымдылығы 10 мл болатын, бөліктерінің шамасы 0,1 мл өлшегіш цилиндрлерін пайдалану арқылы жасауға болады.

Цементтің сеуіп салғандағы тығыздылығы технологиялық есептеулерде пайдаланылады, бетон араластырғыштардың сыйымдылығын, бункерлердің сыйымдылығын және қоймаларды есептегенде. Анықтау сыйымдылығы 1000 см³ және одан жоғары өлшегіш цилиндрін және конус үлгілі төменгі жағы труба тәрізді болып келетін құйғыш.

Цементтің сеуіп салғандағы тығыздылығын анықтау үшін, өлшегіш цилиндрін столдың үстіне қойып, оның үстінен ашып жабатын түтігі бар ыдыс орналастырады. Ыдыстан шығатын шеті мен цилиндрдің ара қашықтығы 50 мм болу керек. Ыдысқа 2 кг шамасындай цемент салып, цементті цилиндрге төгу үшін, ыдыстың жабқышын ашады. Цементті цилиндрге толтыру үшін

өтетін барлық операция сілкіндірушісіз жүреді. Цилиндрді цементпен цилиндрдің бетінде конус пайда болғанша толтырады, сосын жабқышты жауып цилиндрдің бетіндегі артық цементті пышақпен немесе сызғышпен цилиндрдің шетінен бастап алып тастайды. Пышақпен сызғышты цилиндрдің бетінде цилиндрдің қабырғаларына тиіп тұратындай қылып тік ұстайды. Одан кейін цемент салынған цилиндрді өлшейді. Сеуіп салғандағы тығыздылықты 10 кг/м^3 дәлдікке дейін формула бойынша есептейді

$$\rho_n = (m_1 - m_2) / V$$

мұнда, m – өлшегіш цилиндрдің салмағы, кг;

m – цемент салынған цилиндрдің салмағы, кг;

V – өлшегіш цилиндрдің көлемі, м^3 .

Сеуіп салғандағы тығыздылықты екі тәжірибенің орташа арифметикалық мәні бойынша есептейді.

Сеуіп салған тығыздылықты стандартсыз ыдыспен анықтауға болады. Мұндай жағдайда цилиндрге цементті нығыздалмайтындай қылып қалақшамен, цилиндрдің бетінен 50 мм қашықтықта ұстап салады. Барлық қалған операциялар жоғарыда айтылғандай жүреді.

3.3. Ұнтақтығын анықтау

Торлы № 008 елегі жақсы тартылып және цилиндрлі қысқышта толық сығылып тұру керек. Електің торын жиі-жиі лупамен карап тұру керек. Егерде торда қандай да бір ақау (тесік, темір-терсектің қалдығы және т.б.) табыла қалса оны жаңаға ауыстыру керек. Дайындаған сынаққа алатын цементті кептіру шкафында $105 - 110^\circ \text{C}$ температурада 2 сағат кептіріп одан әрі эксикаторда салқындатады.

Механикалық елегіш аспабын пайдаланғанда 50 г цементті 0,05 г дейінгі дәлдікпен өлшеп елегішке салады. Електің қалпағын жауып механикалық елегіш аспабына қондырады. Аспабты қосқаннан кейін 5–7 мин соң аспабты тоқтатады, абайлап түбін алып електен өткен цементті төгеді, електің ішкі жағын жұмсақ кистамен тазартады, түбін қайтадан қойып електеуді жалғастырады. Елеу операциясы аяқталды деп есептеледі, егерде бақылаудағы електе 0,05 г цементтен көп өтпесе. Електеуді қолмен де жүргізуге болады, елегіштің түбін алып қағазға 1 мин себу арқылы.

Зертханада механикалық елеуіш аспабы болмаса, қолмен електеуге рұқсат беріледі. Цементтің ұнтақтылығын електегі № 008 торында қалған мөлшер бойынша пайызбен алғандағы 0,1 %-дейінгі дәлдікпен алғашқы алынған салмақтың қатынасы арқылы табады.

3.4. Цемент илемінің қалыпты қоюлығын анықтау

Цемент илемінің қалыпты қоюлығы, оның стандарттық қоюлығын алуға арналған, пайызбен сипатталынатын судың мөлшері, Вика аспабының пестигін цемент илемі толтырылған сақинаға түсіргенде, сақинаның астындағы пластинкаға 5 – 7 мм жетпей қалғандағы мөлшер (3.2-сурет).

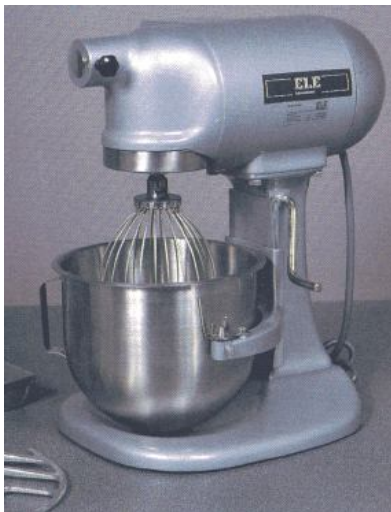
Аспаптағы металдан жасалған қозғалатын пестиктің салмағы (300 ± 2 , г) шамасында болу керек. Вика аспабының сақинасы және пластинкасы, тәжірибе жүргізу кезінде қоятын, таттанбайтын металдан, пластмассада немесе әйнектен жасалуы керек. Цемент илемін дайындау механикалық тәсілде арнаулы араластырғышта араластырылады немесе қолменен дөнес үлгілі табақта арнаулы қалақша арқылы дайындалады, бұл бұйымдар тоттанбайтын металдан жасалынады (3.3-сурет). Тәжірибе жүргізер алдында аспаптың қозғалғыш бөлшегінің емін-еркін қозғалуын, пестиктің тазалығын, пестикті түсіру кезінде пластинкаға беттесуі үшін нөл көрсеткішінде дұрыс тұруы тексеріледі, сонымен қатар аспаптың сақинасы мен пластинкасын жұқалап машина майымен майлайды.

Цемент илемін дайындау үшін 400 г цементті өлшеп алып, алдын ала ылғал шүберекпен сүртілген табаққа оны төгеді, табақтағы цементке шұңқыр жасап, қалыпты қоюлықтағы цемент илемін алу үшін шамамен керек мөлшерде су құяды. Алғашқы цементті тексеру үшін құйылатын судың көлемін 100 см^3 немесе цементтің салмағынан 25 % қылып алады. Цемент құйылған шұңқырға табактың шетінен бастап жайлап қалақшамен цемент толтырады, одан әрі 30 с жайлап араластырып, сосын илемді қалақшамен араластыруды үдетеді. Цементке суды қосқаннан бастап араластыру және илемді үдетіп араластырудың ұзақтылығы 5 мин болу керек.



3.2-сурет. Вика аспабы

Сосын илемді аспапатың сақинасын бір салып толтырып, 5-6 рет пластинканы сақинаға қысып тұрып соғып сілкіндіреді. Ауысқан цемент илемін алдын ала ылғал шүберекпен сүртілген пышақпен кеседі. Вика аспабының пестигінің астына илемнің беті қозғалғышпен беттесу үшін, пестикті бекітіп шыны пластинкадағы сақинаны қояды. Одан әрі тез қозғалғышты босатады, сол кезде пестик емін-еркін илемге түседі. Пестикті жібергеннен 30 сек. кейін, аспаптағы көрсетілген шкала бойынша белгілейді. Осындай барлық операциялар цемент илемін және аспапты қозғамай жүруі керек. Цемент илемінің қоюлығы қалыпты деп есептеледі, егерде пестик пластинкаға 5-7 мм жетпесе. Егерде пестикті цемент илеміне босатқанда жоғары тоқтап қалса, тәжірибені судың мөлшерін көбейтіп немесе төменге түсіп кетсе судың мөлшерін азайтып қайтадан қайталайды, яғни айтқанда пестиктің түсу тереңдігі илемнің қалыпты қоюлығына сай келгенше. Қалыпты қоюлықтағы илем алу үшін керек судың мөлшерін 0,25 %-ға дейінгі дәлдікпен анықтайды.



3.3-сурет. Цемент илемін араластыруға арналған аспап

3.5. Цементтің уақыт ұстамдығын анықтау

Тәжірибе жүргізер алдында Вика аспабының қозғалғыш бөлшегінің жеңіл қозғалуын және аспаптың нөлдік белгіден ауытқуын тексеріп алады. Сонымен қатар тазалығын және иненің түзулігін тексереді. Аспаптың инесін қалыпты қоюлықта дайындалып және сақинаға салынған цемент илемінің бетіне түйістіріп қояды. Осындай жағдайда Вика аспабының ине түсетін бөлшегін бекітеді, одан әрі инені илемге емін-еркін кіретіндей босатады. Тәжірибенің алдында, илем жұмсақ күйінде тұрған кезде, инеге қатты күш түсіп кетпеу үшін, инені жайменен илемге түсіргенде пластинканы ұстап тұруға болады. Илем қоюлана бастағанда, инеге қауіп төнбейді, яғни ине емін-еркін түсе береді. Уақыт ұстамдылығының басталуын иненің емін-еркін түсуімен анықтайды.

Инені илемге әр 10 минут түсірген сайын сақинаны қозғап отырады, яғни бір түскен жеріне қайтадан түспеу үшін. Әр түсірген сайын инені сүртіп отыру керек. Тәжірибе жүріп тұрған кезде аспап қараңғыланған жерде тұру керек, жел соқпайтын және төтенше қозғалысқа ұшырамау керек.

Цемент илемінің уақыт ұстамдылығының басталуы, илемді араластыра су құйған кезден бастап басталып, ине сақинадағы илемнің түбіндегі пластинкаға 2-4 мм жетпей қалған уақыттан есептеледі. Цемент илемінің уақыт ұстамдылығының аяқталуы илемді араластыра су құйған кезден бастап басталып, ине сақинадағы илемнің бетіне 1-2 мм артық емес кірген уақыттан есептеледі.

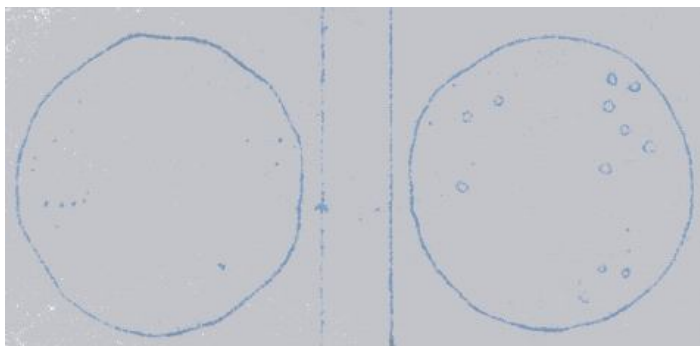
3.6. Цементтің көлемінің бір қалыпты өзгеруін анықтау

Цементтің көлемінің бір келкілік өзгеруін тексеру үшін, қалыпты қоюлықтағы илем дайындалады. Шарик тәрізді әр қайсысының салмағы 75 г болатын екі дана илем дайындалынып, алдын ала машина майымен сүртілген шыны пластинкаға салады. Пластинкаға салынған шарикті диаметрі 7-8 см және орта жағының қалыңдығы 1 см болғанша пластинканы қатты затқа соғып жайып таба (лепешка) жасайды. Жайылған табаны (илемді) сумен ылғандырылған пышақпен сыртқы шетінен бастап ортасына дейін шетін үшкір қылып бетін тегістеп сылайды.

Дайындалынған табаны 24 сағат жасалған уақытынан жабық гидравликалық ваннада сақтап, одан әрі қайнату тексеруін жүргізеді. Цемент табасының сақталу уақыты біткеннен кейін ваннадан шығарып, пластинкадан алып суы бар бөшкенің торына қояды (3.4-сурет). Суы бар бөшкеде 3 сағат су қайнағанша ұстайды, одан әрі табаны бөшкеде салқындатады, сосын судан шығарғаннан кейін сыртқы көрінісіне бақылау жасайды.



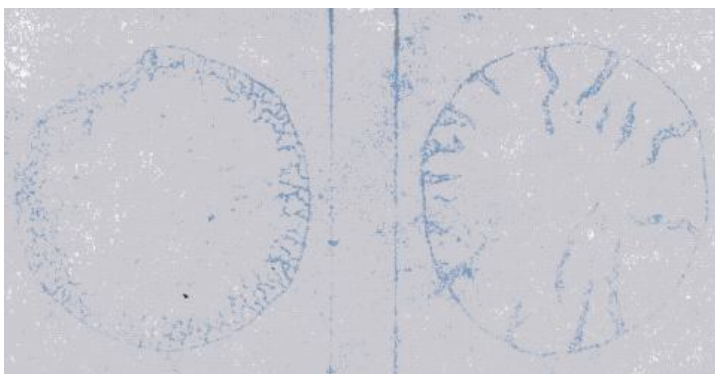
3.4-сурет. Гидравликалық жапқышты ванна. Көлемінің бір қалыптығын сақтаған үлгілер



Көлемінің бір қалыптығын сақтамаған үлгілер

Бұзылған

Шетінен жарылғандар



Көлемінің бір қалыптығын сақтамаған үлгілер

Көлемінің бір қалыптығын сақтаған үлгілер

Қисықталған

Кепкендегі жарылыс



3.5-сурет.

Цементтің көлемінің бір қалыпты өзгеруі стандарттық талаптарға сай болады, егерде табаның бет жағында шетіне дейін жететін жарылыс, кішкене жарылыс, торлы жарылыс көзбен көрінетін немесе лупамен байқалмаса, сонымен қатар қисықтар мен табаның көлемінің ұлғаюы. Табада болатын қисықтарды табаның бетіне сызғышты қою арқылы анықтайды, мұндай жағдайда көрінген қисықтар табаның шетінде немесе ортасында 2 мм аспау керек. Тексерудің бірінші күнінен кейін табаны қатты затқа соғу кезінде бір бірімен соғысқанда болатын шетіне дейін жетпеген кепке жарылыстар байқалуы мүмкін олар ескерілмейді. Көлемінің бір қалыпты өзгеруін ұстаған және ұстамаған үлгілер (3.5-сурет).

3.7. Цемент сылағының қоймалжындығын анықтау

Цемент сылағының қоймалжындығын анықтау үшін, 1500 г стандарт құмын, 500 г цемент және 200 г су ($C/Ц = 0,40$) өлшеп алады. Барлық материалдарды алдын ала ылғал матамен сүртілген қалақшалы араластырғыштың табағына мынандай ретімен: құм, су, цемент салады. Табақты араластырғышқа қойып 120 с араластырады.

Үлгі-конусты сілкіндіру столының дискісінің үстінің ортасына орналастырады. Конустың ішкі бет жағын және столдың бетін тәжірибе жүргізер алдында ылғал матамен сүртіп алады (3.6-сурет).



3.6-сурет. Сілкіндіру столы мен конус қалыбы

Қалақша араластырғышта араластырып болғасын үлгі-конустың жарты биіктігіне дейін сылақ салып металдан жасалған нығыздауышпен 15 рет сілкіндіріп нығыздайды. Одан әрі конусты артық мөлшерде толтырып тағы да 10 рет сілкіндіріп нығыздайды. Нығыздап болғасын пышақпен конустың бетіндегі қиғаш толтырылған артық сылақты алып тастайды, конустың шетінен бастап столға қысып тұрып бетін тегістеп алады, одан әрі конусты тік ұстап сылақтан шығарып алады. Пышақ алдын ала ылғал матамен сүртіледі.

Столдағы сылақты 30 сек., яғни 30 рет сілкіндіреді, одан кейін штангенциркулмен жайылған сылақтың төменгі бөлігінің диаметрін екі қарсы бағытта өлшеп орташа мәнін алады. Қалыпты қоюлықтағы ($C/Ц = 0,40$) конустың жайылымы 106-115 мм шамасында болу қажет. Егерде конустың жайылымы 115 мм жоғары болса, судың мөлшері азаяды яғни, конустың жайылымы 113-115 мм болу үшін. Конустың жайылымы 106-115 мм болғандағы судың цементке қатынасы, одан әрі тәжірибе жүргізу үшін қабылданады.

3.8. Цементтің беріктігін анықтау

Үлгілерді дайындар алдында үлгілердің ішкі қабырғалары мен табаны жағын машина майымен жұқалап майлап алады. Сыртқы қабырғаларының бір бірімен түйіскен жерін және сыртқы табанын жұқа қылып солидолмен немесе басқа қою маймен майлайды. Жиналған үлгіге үстінен кигізілетін бөлігін кигізеді және сыртқы жағынан үлгі мен кигізілген бөліктің қосылған жерін қою маймен майлайды.

Цементтің беріктік сипаттамасын анықтау үшін, $C/Ц = 0,40$ және конустың жайылымдық сипаттамасының қоймалжындығы 106-115 мм цемент сылағынан үлгі-бағана дайындайды. Әр қойылатын уақыт бойынша 3 дана үлгіден дайындайды.

Қалыптың бетінен шамамен 1 см артық болатындай сылақты толтырып, сілкіндіру алаңын іске қосады. Сілкіндіру алаңы жұмыс істеп тұрған кезде қалыптың барлық шұңқыршаларын бір қалыпты аздаған мөлшерде алдыңғы 2 мин ішінде сылақпен толтырады. Сілкіндіру алаңын жұмыс істеген уақыттан бастап 3 мин өткесін тоқтатады. Қалыпты сілкіндіру алаңынан шығарып

пышақпен қалыптың бетіндегі қиғаш толтырылған артық сылақты алып тастайды, қалыптың шетінен бастап басып тұрып бетін тегістеп алады. Үлгілерге белгі қойылады. Пышақ алдын ала ылғал матамен сүртілуі қажет.

Үлгілер дайындалынғаннан кейін, ауаның ылғалдылығы 90 % -дан кем болмайтын шкафта немесе гидравликалық жапқышты ваннада $24 \text{ сағ.} \pm 1 \text{ сағ.}$ сақталады. Сақталу уақыты біткеннен кейін үлгілерді қалыптан абайлап шығарып, жатқызып бір біріне тимейтіндей қылып, суы бар ваннаға салады. Ваннадағы үлгілер толығымен, судың бетінен 2 см төмен суда тұруы қажет. Ваннадағы суды 14 күн сайын ауыстырып отырады. Судың температурасы ауысқанда да және үлгі сақталғанда да $20 \pm 2^\circ \text{C}$ болу қажет.

Үлгілердің 24 ± 1 сағаттағы беріктіліктері қалыптан бүлдірмей шығаруға жеткілкісіз болса, 48 ± 2 сағат ұстауға рұқсат беріледі, оны жұмыс журналына көрсетіп қою қажет. Үлгілердің сақталу уақыты біткен соң, судан шығарып және 30 минуттың ішінде тексеру керек. Үлгілерді тексеру алдында сүртіп алу қажет болады. Үлгілер қондырғының нұсқауына сай тексеріледі. Иіліп сынғандағы беріктілік үшін, үш үлгінің тексеру нәтижелерінің үлкен екі мәнінің орташа арифметикалық мәні алынады. Ал сығылып сынғандағы беріктілік үшін, алты үлгінің үлкен төрт мәнінің тексеру нәтижелерінің орташа арифметикалық мәні алынады.

Майда толықтырғыштар

3.9. Сынаққа құм алу

Құмның бетонға жарайтындығын бақылау арқылы сапасын тексеру жолымен анықтайды. Құмның сапасына бақылау жүргізу үшін әр партиядан алынады. Құмның сапасын тексеру үшін, әр жерден, яғни әр нүктеден жеке алып, оларды біріктіріп араластырып орташасын алады. Ашық қоймадан сынаққа үлгі алу үшін әр нүктеден әртүрлі жоғарылықтан төменге қарай алады. Әр нүктеден сынаққа үлгі алғанда 0,2-0,4 м шұңқыр қазылады. Шұңқырдан құмды қалақпен төменнен жоғары қарай қабырғасын бойлай жүргізіп алады. Әр нүктеден алынған құмды мұқият араластырып тексеру алдында квартования тәсілі бойынша азайтып алады.

Тексеруге алынған құмды зертханада 0,1 %-ға дейінгі дәлдікпен өлшеп алып, кептіру шкафында $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ температурада тұрақты салмағы болғанша кептіреді (салмағын өлшегенде соңғы екеуінің айырмашылығы 0,1 %-дан көп болмауы керек). Өлшеулердің арақашықтық уақыты 3 сағаттан кем болмауы керек.

3.10. Құмның түйіршік құрамы мен ірілік модулін анықтау

Құмның түйіршік құрамын анықтау үшін, електен өткізу тәсілі қолданылады. Ол үшін 2 кг құмды кептіріп, диаметрлері 5 және 10 мм електен өткізіп, алынған қалдықтарды 0,1 %-ға дейінгі дәлдікпен өлшеп алады. Одан әрі құмдағы іріліктері 5...10 мм және одан жоғары болатын түйіршіктердің құрамын анықтайды

$$\alpha_i = m_i \cdot 100/m$$

мұнда, α_i – жеке електегі құмның қалдығы, %;

m_i – електегі құмның салмағы, г;

m – електен өткізуге алынған салмақ, г.

Құмның түйіршік құрамын анықтау үшін, диаметрі 5 мм електен өткен құмның бөлегінен 1000 г жоғары құм алып, електің жоғары мөлшерінен төменгі мөлшеріне қарай орналасқан (2,5; 1,25; 0,63; 0,315 и 0,14 мм) жинақталған електен өткізеді (3.7-сурет).



3.7-сурет. Құм өткізетін елек

Құмды електен өткізу механикалық тәсілмен жүргізіледі. Механикалық жолмен електеудің ұзақтылығы қолданылған аспапқа байланысты, тәжірибе жүзінде анықталынады. Әр електегі құмның қалдығы өлшеніп, жеке қалдық 0,1 %-ға дейінгі нақтылы дәлдікпен есептелінеді

$$\alpha_i = m_i \cdot 100/m$$

мұнда, α_i – жеке електегі құмның қалдығы, %;

m_i – електегі құмның салмағы, г;

m – електен өткізуге алынған салмақ, г.

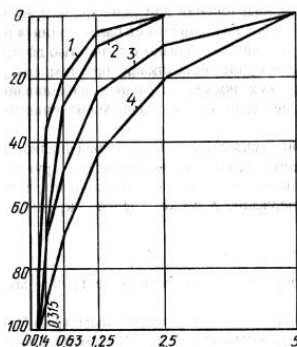
Жеке қалдықтар бойынша толық қалдықты анықтайды. Толық қалдық пайызбен алғандағы барлық жеке қалдықтардың қосындысы бойынша мына формуламен есептелінеді

$$A_i = a_{2,5} + a_{1,25} + \dots + a_i$$

мұндағы $a_{2,5}$, $a_{1,25}$, $a_i \dots$ – сол електегі жеке қалдықтар, %;

Електеу нәтижесі, яғни толық қалдықтар бойынша құмның бетонға жарайтыны жөнінде график тұрғызылады (3.8-сурет.). Өстің горизонталына електегі орналасқан торлардың диаметрі бойынша 0,14; 0,315; 0,63; 1,25; 5,0 мм, ал веритикалы бойынша сол електегі толық қалдықтың мәні қойылады.

Алынған нүктелерді бөлек-бөлек қосқанда, қисыққа ұқсас сынған түзу пайда болады. Егерде қисық сызық құмның түйіршік құрамын сипаттаса, онда қисық графиктің ұсынылған бөлігінде орналасады, мұндай жағдайда оны бетон дайындауға пайдаланады. Егерде қисық сызық ұсынылғаннан жоғары орналасса, құм майда, ал егер төмен болса, ірі деп есептеледі.



Бакылаудағы електің мөлшерлері, мм
3.8-сурет. Бетонға жарайтын құмның графигі

- 1 – құмның төменгі ірілік шекарасы (IM – 1,5);
- 2 – құмның ұсынылған төменгі ірілік шекарасы (IM – 2,0);
- 3 – құмның ұсынылған төменгі ірілік шекарасы (IM – 2,5);
- 4 – құмның жоғарғы ірілік шекарасы (IM – 3,25)

Бетонға және сылаққа арналған құмдағы 0,14 мм тесігі бар електен өткен майда бөлшектердің салмағынан алғанда мөлшері 10 %, ал мөлшері 5 миллиметрден 10 миллиметрге дейінгілер 5 %-дан аспау керек. Құмда мөлшері 10 мм жоғары түйіршіктер жіберілмейді.

Құмның түйіршік құрамының сапасы ірілік модулімен сипатталады, ол 0,1 дейінгі дәлдікпен мына формула бойынша есептелінеді:

$$M_i = (A_{2,5} + A_{1,25} + A_{0,63} + A_{0,315} + A_{0,14}) / 100$$

мұнда, $A_{2,5}$, $A_{1,25}$, $A_{0,63}$, $A_{0,315}$, $A_{0,14}$ – әр електенің толық қалдық, %.

Құрылысқа арналған құм түйіршіктік құрамына байланысты мынандай топтарға бөлінеді: ірі, орташа, майда және өте майда болып. Әр топтағы құмның ірілік модулінің мәні және № 063 елегіндегі толық қалдық, мына 3.1- кестеде көрсетілген мәндерге сай болу керек.

3.1-кесте

Құмның түйіршіктік құрамы бойынша топтары

Құмның топтары	Ірілік модулі	№ 063 елегіндегі толық қалдық, %
Ірі	2,5	45 -65
Орташа	2,0-2,5	30-45
Майда	1,5-2,0	10-30
Өте майда	1,0-1,5	До 10

3.11. Құмның шынайы тығыздығын анықтау

Сынаққа алынған аналитикалық құмнан 30 г өлшеп алып, диаметрінің тесіктері 5 мм електен өткізіп, тұрақты салмаққа дейін кептіреді және де бөлме температурасына дейін эксикаторда концентрациялы күкірт қышқылының немесе сусыз хлорлы кальцийдің үстінде салқындатады. Кептірілген құмды араластырып екі бөлікке бөледі.

Құмның әр бөлігін кептірілген, алдын ала салмағы өлшенген пикнометрге салады, одан кейін құммен қосып бірге өлшейді. Сосын пикнометрге дистилден су құяды, құйылған судың

мөлшері пикнометрдің көлемінің $\frac{2}{3}$ бөлігін алып тұру керек, одан әрі оны араластырып кішкене қисайтылған күйде құмды ваннаға немесе қайнатылған судың үстіне қояды. Пикнометрдегі құмды ауаның көбіктерін шығару үшін 15 – 20 мин қайнатады, сонымен қатар ауаның көбіктерін шығару үшін пикнометрді эксикатордың ішінде вакуумде ұстауға болады.

Ауасы шыққаннан кейін пикнометрді алып, бөлменің температурасына дейін салқындатып, белгіге дейін дистилденген су құйып өлшейді. Одан кейін пикнометрдің ішіндегісін шығарып тастап, жуып, белгіге дейін дистилденген су құйып қайтадан өлшейді.

Құмның шынайы тығыздығы (ρ) в г/см^3 мына формуламен есептелінеді:

$$\rho = \frac{(m - m_1) \rho_v}{m - m_1 + m_2 - m_3},$$

мұнда, m – құмы бар пикнометрдің массасы, г;

m_1 – бос пикнометрдің массасы, г;

m_2 – дистиллирленген суы бар пикнометрдің массасы, г;

m_3 – ауа көпіршіктері шыққаннан кейінгі құм және дистилденген суы бар пикнометрдің массасы, г;

ρ_v – судың тығыздылығы, 1 г/см^3 тең.

Шынайы тығыздықты анықтағанда екі нәтижелердің айырмашылығы $0,02 \text{ г/см}^3$ аспау керек. Егерде араларында үлкен айырмашылық болса, онда үшінші рет тексеріп, екі жақын мәнінің орташа арифметикалық мәнін есептеп алады.

3.12. Құмның шынайы тығыздығын жедел тәсілмен анықтау

Құмның түйіршігінің тығыздылығын жедел тәсілмен анықтау, Ле-Шателье аспабының көмегі арқылы жүргізіледі. Ол үшін сынаққа алынған құмнан 200 г өлшеп алып, тесігінің мөлшері 5 мм електен өткізеді, өлшеу үшін стаканға немесе фарфор табақшасына сеуіп салып, тұрақты салмағына дейін кептіріп, бөлменің ішіндегі температурада эксикаторда ұстап концентрациялы күкірт қышқылында немесе сусыз хлорлы

кальцийдің үстінде салқындатады. Одан кейін салмағы 75 г болатын екі салмақ үлгі құм өлшеп алады.

Ле-Шателье аспабының төменгі нөл деңгейіне дейін су құяды, судың деңгейін төменгі белгісі бойынша анықтайды. Құмның әр бөлігін аспапқа бір келкі мөлшерде, аспаптағы сұйықтың деңгейі анықталған төменгі белгісіне жеткенше, 20 мл көтерілмегенше сеуіп салады (немесе басқа аспаптың жоғарғы бөлігінде көрсетілген шамада). Ауа көпіршіктерін шығару үшін, аспапты бірнеше рет тік күйінде айналдырады. Аспапқа симай қалған қалдық құмды өлшеп алады. Тексеру кезіндегі барлық өлшеулер 0,01 г дейінгі дәлдікпен өлшенеді.

Түйіршік құмның тығыздығы (г/см^3) мына формуламен есептелінеді:

$$\rho = (m - m_1) / V,$$

мұнда, m – құмның салмағы, г;

m_1 – қалған құмның салмағы, г;

V – құм ығыстырған судың көлемі, мл.

Шынайы тығыздықты анықтағанда екі нәтижелердің айырмашылығы $0,02 \text{ г/см}^3$ аспау керек. Егерде араларында үлкен айырмашылық болса, онда үшінші рет тексеріп, екі жақын мәнінің орташа арифметикалық мәнін есептеп алады.

3.13. Құмның сеуіп салғандағы тығыздығын анықтау

Құмның сеуіп салғандағы тығыздығын өлшегіш ыдыста өлшеу арқылы анықтайды. Сеуіп салғандағы тығыздыққа бақылау жасау, стандартты нығыздалмаған жағдайда көлемі 1 л болатын металдан жасалған өлшегіш цилиндрін пайдалану арқылы жүргізіледі, ол үшін 5 кг шамасындай құмды алып, диаметрі 5 мм тесігі бар електен өткізіп және тұрақты салмағына дейін кептіреді.

Келген партия құмының сеуіп салғандағы тығыздығын анықтағанда, яғни жіберген құмның салмағын көлемге ауыстырғанда сыйымдылығы 10 л болатын цилиндр өлшегіш ыдысын пайдаланады. Құмды сол келген ылғалдылықта сол күйінде диаметрі 5 мм тесігі бар електен өткізбей тәжірибе жүргізеді.

Құмның стандартты нығыздалмаған күйіндегі сеуіп салғандағы тығыздығын анықтау үшін, биіктігі 10 см болатын

алдын ала өлшенген өлшегіш цилиндріне қалақпен беткі шетінен бастап бетінде конус пайда болғанша құмды сеуіп салады. Бетінде пайда болған конусты нығыздамай металл сызғышпен ыдыстың шетінен бастап артығын алып тастап, тегістелген құмы бар ыдыстың салмағын өлшейді.

Құмның сеуіп салғандағы тығыздығын (ρ_c) кг/м^3 мына формуламен есептейді:

$$\rho_n = m_1 - m / V,$$

мұнда, m – өлшегіш ыдыстың салмағы, кг;

m_1 – құмы бар өлшегіш ыдыстың салмағы, кг;

V – ыдыстың көлемі, м^3 .

Құмның сеуіп салғандағы тығыздығын анықтау екі рет жүргізіледі, әрқайсысында да тексерілуге жаңадан құм алынады.

3.14. Құмның ылғалдығын анықтау

Құмның ылғалдығын анықтау үшін, әрқайсысы 1000 г болатын екі бөлек құмды 1 г дәлдікке дейін өлшеп алып, әрқайсысын бөлек жайпақ ыдысқа салып, $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ температурада тұрақты салмағына жеткенше кептіру шкафында кептіреді. Кептіру процесі кезінде, әр 30 минут сайын металл қалақшамен араластырып тұрған жақсы. Кептіргенде құм тұрақты салмағына жеткенде, құмды салқындатып алып өлшейді.

Құмның ылғалдығы (% салмағы бойынша) мына формуламен есептелінеді:

$$W_k = (m_1 - m_2) \cdot 100 / m_2,$$

мұнда, m_1 – ылғал құмның салмағы, кг;

m_2 – құрғақ құмның салмағы, кг.

Құмның ылғалдылығын екі тәжірибенің орташа арифметикалық мәнін есептеу арқылы шығарады.

Ірі толықтырғыштар

3.15. Сынаққа қиыршық тас алу

Ірі толықтырғыштарды тексеру үшін әр келген партиядан 500 т (350 м^3) әр жерінен 10-15 жеке нүктеден алып араластырып орташа

сынаққа үлгі алады. Ашық қоймадан сынаққа үлгі алу үшін әр нүктеден әртүрлі жоғарылықтан төменге қарай алады. Бақылауға алынатын сынақ үлгінің салмағы, тәжірибеге алынатын үлгінің салмағынан көп болу керек. Алынған жеке үлгілер мұқият араластырылып, квартования тәсілімен азайтылып немесе арнаулы бөлгіш арқылы орташа салмақтың мөлшеріне дейін, тәжірибе жүргізуге керек аз салмақтан екі есе асып түсетіндей болу керек. Тәжірибені жүргізер алдында үлгіні (20 ± 5) °C бөлме температура-сында, тәжірибеге керек ірі толықтырғыштар қондырғылар, аспатар және судың температураларында айырмашылық болмау мақсатында ұстайды. Тәжірибеге керек салмақ мөлшерін 0,1 % дейінгі дәлдікпен анықтап алып, (110 ± 5) °C температурада кептіру шкафында тұрақты салмағына дейін кептіреді. Бір тұтас бетон және темір бетон өнімдерін дайындау үшін тек қана ірілігі 20 мм дейінгі ірі толықтырғыштар пайдалынады. Ірі толықтырғыштардың әр фракциясы түйіршіктік құрамымен сипатталуы керек.

3.16. Толықтырғыштың түйіршік құрамын анықтау

Ірі толықтырғыштардың түйіршік құрамы, одан бетон дайындағанда өнімнің сапасына маңызды әсерін тигізеді. Бетонға керек ірі толықтырғыштың түйіршіктік құрамын таңдағанда негізгі талаптарына сүйену қажет: кеуектілігі аз болатын ірі толықтырғыш алуға, яғни берілген маркадағы бетонда цементтің шығыны аз болатын. Толықтырғыш түйіршіктерінің мөлшеріне байланысты мынандай фракцияларға бөлінеді: 5 -10, 10-20, 20 -40 және 40-70 мм. Әр фракция толықтырғышта сол берілген фракцияға сай үлкенінен бастап кішісіне дейін барлық фракция болу керек. Фракцияға бөлінбеген қоқысы бар толықтырғыштың түйіршік құрамын анықтау бір мезгілде жуу арқылы болады. Тексерілетін толықтырғыштың сынаққа алу мөлшері кестеде көрсетілген (3.2-кесте), шама бойынша алынады, мұнда мынаны ескеру керек, яғни сынаққа алынатын үлгінің құрамында, толықтырғыштың құрамында болатын майда фракциялары болу керек.

3.2-кесте

Толықтырғыштағы түйіршіктің ең үлкен мөлшері, мм	Алынатын үлгінің салмағы аз болмау керек, кг
10 дейін	5
20 дейін	10
40 дейін	20
70 дейін	30
70 жоғары	50

Сынаққа алған толықтырғышты бір мезгілде немесе бөліп стандарт жинақталған електен өткізеді (3.9-сурет).

Әр електегі қалдық (%) електен өтілген жалпы салмағынан алғанда) мына формуламен есептеледі:

$$\alpha_i = m_i \cdot 100 / \Sigma m,$$

мұнда, m_i – сол електегі қалдықтың салмағы, кг;

Σm – барлық електегі жеке қалдықтардың қосындысы, кг.



3.9-сурет. Стандартты жинақталған елек

Жеке қалдықтардың белгілі мәні бойынша, әр електегі толық қалдық, % мына формуламен есептелінеді

$$A_i = a_{70} + \dots + a_i$$

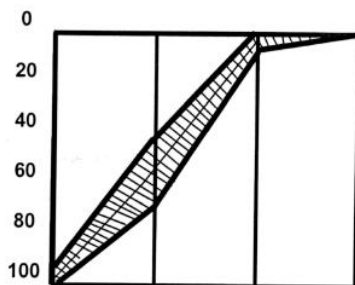
мұнда, $a_{70} + \dots + a_i$ – үлкен мөлшерлі тесігі бар барлық електегі жеке қалдық, %.

Одан әрі үлкен $D_{\text{үлкен}}$ және кіші $D_{\text{кіші}}$ толықтырғыштың түйіршігінің ірілігі анықталынады. Үлкен түйіршіктің ірілігіне електің жоғарғы тесігінің мөлшері қабылданады, яғни толық қалдық 5 %-дан аспайтын, ал іріліктің кішісіне електің төменгі мөлшеріндегі тесігі жатады, онда толық қалдық 95 %-дан аз болмау керек. Сонымен қатар $0,5 (D_{\text{үлкен}} + D_{\text{кіші}})$ және $1,25 D_{\text{үлкен}}$ мәндері есептелінеді. Әр фракцияның немесе аралас фракцияның түйіршіктік құрамы 3.3-кестеде көрсетілген шамада болу керек.

Толықтырғыштың түйіршіктік құрамының сапасы пайызбен алғандағы електегі мынандай бақылау тесіктерінің мәнімен бағаланады $D_{\text{кіші}}$; $0,5 (D_{\text{кіші}} + D_{\text{үлкен}})$; $D_{\text{үлкен}}$ и $1,25 D_{\text{үлкен}}$. Бұл мәндерді графиктің ординат өсіне салатын болсақ, сынылған төрт нүкте пайда болады (3.10-сурет). Толықтырғыш бетон түйіршіктік құрамы қанағаттандырылдық және оның түйіршіктік құрамының қисығы графиктің боялған бөлімінің ішінде орналасса дайындауға жарамды деп есептеледі.

3.3-кесте

Бақылаудағы електің мөлшері	D кішісі	0,5 ($D_{\text{үлкені}} + D_{\text{кішісі}} $)		D үлкені	1,25D үлкені
		әр фракцияға	аралас фракцияға		
Салмағы бойынша електегі толық қалдық, %	90 - 100	30 – 80	40 – 70	0 – 10	0 – 0,5



$$D_{кш} \quad 0,5(D_{кш} + D_{ул}) \quad D_{ул} \quad 1,25D_{ул}$$

3.10-сурет

3.17. Толықтырғыштың тығыздығын анықтау

Ірі толықтырғыш түйіршігінің тығыздығын гидростатикалық өлшеумен анықтайды. Бұл мақсатта түйіршіктің ірілігі 40 мм дейінгі ірі толықтырғыштың орташа үлгісінен 2,5 кг сынаққа алады, ал түйіршіктің ірілігі 40 мм жоғарыдан 5 кг алады. Алынған үлгіні кептіру шкафында тұрақты салмағына дейін кептіреді, одан кейін сол фракциядағы толықтырғыштың төменгі мөлшеріне сай тесігі бар електен өткізеді және де електен қалған қалдықтан әрқайсысы 1000 г болатын екі бөлек үлгі өлшеп алады. Сосын толықтырғышты екі сағат бөлме температурасында суға салады, ыдыстағы судың деңгейі ірі толықтырғыштың бетінен 20 мм жоғары болуы керек. Суға қаныққан ірі толықтырғышты судан шығарып, ылғал шүберекке сіңдіреді, әуелі техникалық таразыда, одан кейін торы бар стаканға салып гидростатикалық таразыда өлшейді.

Суда қаныққан ірі толықтырғыштардың салмақтарының айырмашылықтары бойынша, яғни ауада және суда өлшенген, үлгінің көлемін көрсетеді. Түйіршіктің тығыздылығын $0,01 \text{ кг/м}^3$ дәлдікке дейін есептейді

$$\rho_k = m_{pв} / (m_1 - m_2),$$

мұнда, m – үлгінің құрғақ күйіндегі салмағы, кг;

$\rho_{в}$ – судың тығыздылығы 1000 кг/м^3 деп қабылданады;

m_1 – ауадағы үлгінің салмағы, кг;

m_2 – судағы үлгінің салмағы, кг.

Ірі толықтырғыш түйіршігінің тығыздығын екі анықтаудың орташа арифметикалық мәні бойынша есептейді, арасындағы айырмашылық 20 кг/м^3 аспау керек. Егерде арасында үлкен айырмашылық болса, онда үшінші рет тексеріп, екі жақын мәнінің орташа арифметикалық мәнін есептеп алады.

3.18. Толықтырғыштың сеуіп салғандағы тығыздығын анықтау

Толықтырғыштың сеуіп салғандағы тығыздығын, екі үлгіні тексеріп орташа арифметикалық мәнін есептеу жолымен өлшегіш цилиндрін пайдалану арқылы табады, өлшегіш цилиндрінің сыйымдылығы толықтырғыш түйіршігінің ірілігі 10 мм болса 5 л, 20 мм – 10 л, 40 мм – 20 л және 40 мм жоғары 50 л болу керек.

Ірі толықтырғышты тексеру алдында тұрақты салмағына дейін кептіріп және салқындатады, сосын алдын ала өлшенген цилиндрге қалақпен биіктігі 10 см цилиндрдің шетінен бастап ортасына дейін конус пайда болғанша толықтырғышты сеуіп салады. Артық толықтырғышты темір сызғышпен цилиндрдің шетінен бастап кесіп, цилиндрді өлшейді. Сеуіп салғандағы тығыздығын 10 кг/м^3 дәлдікке дейін есептейді.

$$\rho_{\text{с.т.}} = (m_1 - m_2) / V,$$

мұнда, m_1 – толықтырғыш салынған цилиндрдің салмағы, кг;

m_2 – цилиндрдің салмағы, кг;

V – цилиндрдің сыйымдылығы, м^3 .

3.19. Толықтырғыштың кеуектілігін анықтау

Ірі толықтырғыштың кеуектілігін толықтырғыштың алынған шынайы және сеуіп салғандағы тығыздықтарының мәні бойынша есептейді. Көлемі бойынша кеуектілікті 0,1 дәлдікке дейін есептейді.

$$\Pi_i = 1 - \rho_{\text{с.т.}} / \rho_{\text{т.}}$$

мұнда, $\rho_{\text{с.т.}}$ – толықтырғыштың сеуіп салғандағы тығыздығы, кг/м^3 ;

$\rho_{\text{т.}}$ – ірі толықтырғыштың түйіршігінің тығыздығы, кг/м^3 .

3.20 Ылғалдылық

Ірі толықтырғыштың ылғалдылығы (%) мына формуламен есептелінеді:

$$W_i = (m_1 - m_2) \cdot 100 / m_2,$$

мұнда, m_1 – үлгінің ылғал күйіндегі салмағы, кг;

m_2 – үлгінің құрғақ күйіндегі салмағы, кг.

Толықтырғыштың ылғалдылығын екі тәжірибенің орташа арифметикалық мәнін есептеу арқылы шығарады.

3.21. Ірі толықтырғыштың су сіңіруі

Су сіңіруін анықтау үшін, толықтырғыштың ең үлкен ірілігіне 10, 20 және 40 мм байланысты 0,5; 1 және 2,5 кг толықтырғыш өлшеп алады. Толықтырғыш түйіршіктерін щеткамен шаңнан және қатып қалған заттардан тазартып, сумен жуып, кептіру шкафында тұрақты салмағына дейін кептіреді. Сосын бөлме температурасында 48 сағат суы бар ыдыста ұстайды, ыдыстағы судың деңгейі толықтырғыштың бетінен 20 мм жоғары болуы керек. Одан әрі толықтырғышты шығарып ылғал шүберекке сіңіртіп алып өлшейді. Сонымен қатар таразыға салған ыдысқа толықтырғыштан аққан су оның салмағына кіреді.

Ірі толықтырғыштың су сіңіруі (%) 0,1 % дәлдікке дейін есептелінеді

$$C_c = (m_2 - m_1) \cdot 100 / m_1,$$

мұнда, m_2 – су сіңірген үлгінің салмағы, кг;

m_1 – құрғақ үлгінің салмағы, кг.

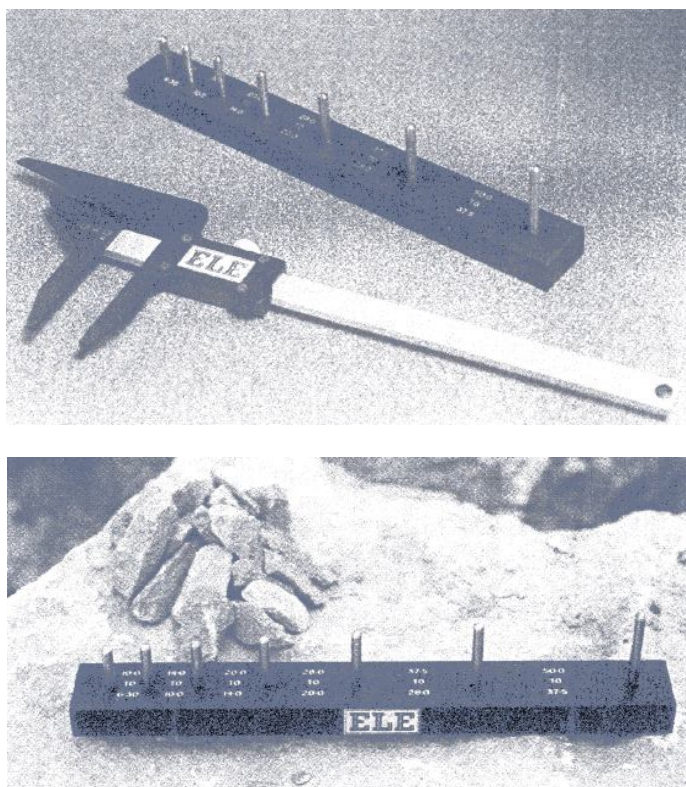
Ірі толықтырғыштың су сіңіруін екі тәжірибенің орташа арифметикалық мәнін есептеу арқылы анықтайды.

3.22. Ірі толықтырғыш құрамындағы түйіршіктің жалпақ және ине тәрізді түрін анықтау

Түйіршіктің жалпақ түріне, оның төменгі қалыңдық мөлшерінен үш еседен артық жұқалық мөлшердегі толықтырғыштар жатады, ал ине тәрізділерге, созылып ине тәрізді болып келген

мөлшердегілер жатады, олар түйіршіктің қандайда ұзындық мөлшерінен де үш еседен артық болып келеді.

Ірі толықтырғыштың жалпақ және ине тәрізді түрін анықтағанда, сонымен қатар түйіршік құрамын анықтағандағы електен қалған түйіршіктерді пайдалануды ұсынады. 5-10 мм фракциядан 0,25 кг, 10-20 мм фракциядан – 1 кг, 20-40 мм фракциядан – 5 кг және 40-70 мм фракциядан – 15 кг толықтырғыш алады. Алынған толықтырғышты таза қағаздың немесе фанердің үстіне сеуіп, жалпы салмақтан көзбен қарау арқылы жалпақ және ине тәрізді түйіршіктің түрлерін бөліп алады. Күмәнді жағдайда түйіршікті шаблонмен немесе штангенциркулмен өлшейді (3.11-сурет).



3.11-сурет. Өлшегіш

Әуелі барлық жалпақ және ине тәрізді түйіршіктерді, сосын қалғандарын өлшеп аламыз. Әр фракциядағы жалпақ және ине тәрізді түйіршіктердің құрамы Ж пайызбен, 1 %-ға дейінгі дәлдікпен формула бойынша есептелінеді

$$Ж = [m_1 / (m_1 + m_2)] 100,$$

мұнда, m_1 – жалпақ және ине тәрізді түйіршіктердің салмағы, кг;

m_2 – қалған түйіршіктердің салмағы, кг.

Түйіршіктердің жалпақ және ине тәрізді түрлерінің құрамын анықтау, әр фракцияның тексеру нәтижелері бойынша, орташа арифметикалық мәнін есептеу арқылы жүргізіледі.

Толықтырғыштар түйіршіктердің жалпақ және ине тәрізді түрінің құрамына байланысты үш топқа бөлінеді: куб тәрізді ондағы көрсетілген түйіршіктердің құрамы 15 %-ға дейін, жақсартылған – 25 % және жай – 35 %.

3.23. Толықтырғыштың ұсақталуын цилиндрде сығып анықтау

Толықтырғыштың беріктілігі цилиндрде сығу арқылы жанама көрсеткішімен бағаланады. Ірі толықтырғыш келесі жолмен тексеріледі.

5-10, 10-20 немесе 20-40 мм қиыршық тасты тесіктерінің мөлшерінің ірілігі ($D_{\text{үлкен}}$) және майдалығы ($D_{\text{кіші}}$) сәйкес келетін тексерілетін фракцияны екі електен өткізеді. Тесіктерінің мөлшері $D_{\text{кіші}}$ сәйкес келетін електен қалдықтан тексеру үшін цилиндрдің диаметрі 75 мм болатынға аз дегенде 0,5 кг және цилиндрдің диаметрі 150 мм болатынға 4 кг аз болмайтын екі сынақ алынады. Екі және одан көп фракциядан тұратын қиыршық тасты тексеру үшін, сынақты стандарт фракциялары бойынша електен өткізіп дайындайды және әр фракцияны жеке тексереді. 40 мм ірі қиыршық тасты алдын-ала ұсақтап, 10-20 немесе 20-40 мм фракцияны тексереді.

20-40 және 40-70 мм фракция қиыршық тастың петрографиялық құрамы бірдей болған жағдайда 40-70 мм фракцияның беріктілігін 20-40 мм фракциясының тексеру нәтижелері арқылы сипаттамауға рұқсат етіледі. Қиыршық

тасты құрғақ және сумен қаныққан жағдайда да тексеру жүргізуге рұқсат етіледі. Қиыршық тасты құрғақ күйінде тексергенде тұрақты салмағына дейін кептіріп алады, ал суға қаныққан күйінде тексергенде суға 2 сағат салып алады. Суға салғаннан кейін түйіршіктерді ылғал матамен сүртіп алады. Қиыршық тастың маркасын анықтағанда диаметрі 150 мм цилиндр пайдаланады. Фракциясы 5-10 және 10-20 мм қиыршық тастың күнделікті сапасын бақылауға цилиндрдің диаметрі 105 мм басқа, цилиндрдің диаметрі 75 мм пайдалануға болады.

Әр тексерілетін қиыршық тасты бос сеуіп салып бетінен 50 мм жоғары болғанша цилиндрді толтырады, одан кейін материалдың деңгейі шамамен цилиндрдің шеткі бетіне дейін 15 мм жетпейінше бетін тегістейді. Сосын цилиндрге пуансонды салады. Мұндай жағдайда пуансондағы плита цилиндрдің беткі шетінің деңгейінде болу керек. Егерде пуансонның плитасының жоғарғы беті, цилиндрдің жоғарғы бетімен түйіспесе, қиыршақ тастың түйіршіктерінің бірнешеуін алып тастайды немесе қосады. Одан кейін ғана цилиндрді престің төменгі плитасына орналастырады.

Тексеруді секундына 1-2 кН престің қысымын көтере отыра, қиыршық тасты цилиндрдің диаметрі 75 мм болғанда қысымды 50 кН дейін жеткізеді, ал цилиндрдің диаметрі 150 мм болғанда қысымды 200 кН дейін жеткізеді. Сығылып сынғаннан кейінгі тексерілген сынақты цилиндрден сеуіп алып өлшейді. Одан кейін тексерілген фракцияның мөлшеріне байланысты, кестеде көрсетілген електің шамасы бойынша оны електен өткізеді (3.4-кесте).

3.4-кесте

Фракцияның мөлшері, мм	Електегі тесіктің мөлшері
5 – 10	1,25
10 – 20	2,5
20 – 40	5,0

Сумен қаныққан қиыршық тасты тексергенде, електегі сынаққа алынған толықтырғышты сумен жуып, жұмсақ ылғал матамен қиыршық тастың түйіршіктеріндегі ылғалды кетіреді.

Құрғақ немесе ылғал електелінген електен қалған қиыршық тастың қалдығын өлшеп ұсақталу көрсеткішін 1 %-ға дейінгі дәлдікпен мына формула бойынша анықтайды:

$$\Upsilon_c = m - m_1 / m \cdot 100,$$

мұнда, m – тексерілетін қиыршық тастың салмағы, г;

m_1 – цилиндрде ұсақталынған қиыршық тасты електен өткізгеннен кейінгі бақылау елегінде қалған салмақ, г.

Екі дайындалып алынған сынақты пайдалану арқылы, тексеруді екі рет жүргізеді. Екі немесе одан көп аралас фракциядан тұратын қиыршық тастың ұсақталу көрсеткішін, әр фракцияны тексерудің орташа өлшенген нәтижесі бойынша анықтайды.

4. БЕТОН

4.1. Сынаққа бетон алу

Құрама және біртұтас құйма бұйымдар мен құрамалар дайындағанда бетон қоспасының сынағын сол бетон құйылатын орында алу қажет. Бетон қоспасын жөнелту үшін шығарғанда, сынақты бетон дайындайтын жерде және сол бетонды құятын жерде алады.

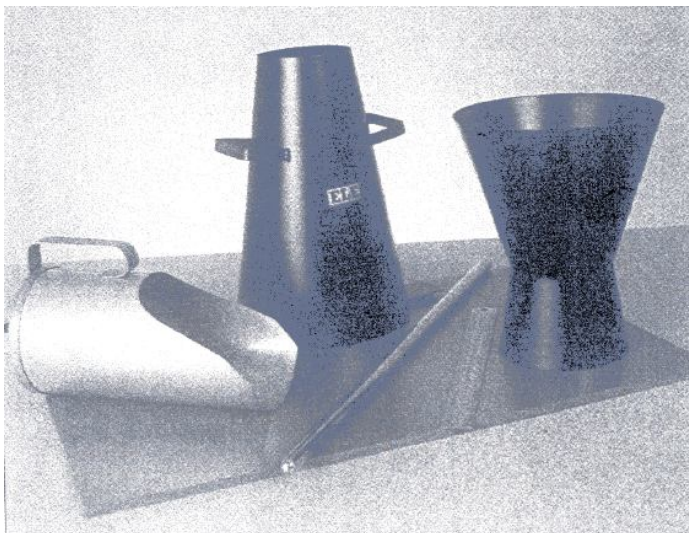
Бетон қоспасын тексеру үшін, бетон қоспасының сынағын қоспаның ортаңғы бөлігінен немесе құйылатын жерге жеткізілген бөліктен алады. Бетон қоспасын үздіксіз беріп тұрғанда (ленталы транспортермен, бетон насосымен, үздіксіз істейтін араластырғышпен) сынақты 10 мин бір мезгіл аралығында үш рет алады.

Алынған сынақтың көлемі кемінде бетон қоспасының аз дегенде екі қасиетін анықтауға жету қажет. Алынған сынақты тексерудің алдында қосымша араластырып алу қажет. Ауа шығаратын қоспасы бар бетон қоспасын және алдын ала қыздырылған бетон қоспасын тексеру алдында қосымша араластырмайды. Тексеру жүргізетін бөлменің температурасы $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ болу қажет. Ал климатикалық ыстық аудандарда бөлмедегі ауа температурасы $29 ^\circ\text{C}$ аспау қажет.

Бетон қоспасының тексеру нәтижелерін журналға енгізеді, сол арқылы паспортқа немесе басқа да құжаттарға бетон қоспасының қасиеттерінің көрсеткіштерін енгізеді, сол бойынша бетон қоспасының сапасы сипатталады.

4.2. Бетон қоспасының жайылуын анықтау тәсілі

Бетон қоспасының жайылуы сантиметр шамасымен өлшенетін қалыпталынған бетон қоспасының шөгу конусымен сипатталады. Бетон



4.1-сурет. Шөгу конусын анықтайтын аспап

қоспасындағы толықтырғыш түйіршігінің ең үлкен ірілігі 40 мм дейін болғанда жайылымдылық жай конус аспабында анықталады. Ал егерде бетон қоспасындағы толықтырғыш түйіршігінің ірілігі 40 мм үлкен болғанда жайылымдылықты анықтау үшін ұлғайтылған конус аспабы пайдалынады. Бетон қоспасындағы толықтырғыш түйіршігінің ірілігі 40 мм үлкен болғанда жайылымдылықты анықтау үшін жай конусты пайдалануға болады, ол үшін қоспаны алдын-ала мөлшері 40 мм болатын електен өткізіп алу керек.

Бетон қоспасының шөгу конусын анықтау төменгі тәртіппен жүргізіледі. Конусты дайындау және бетон қоспасын тексеруге қажет саймандардың бәріде тазартылып ылғал матамен сүртіледі (4.1-сурет). Конус металдан жасалған жалпақ ыдысқа қойылып, біркелкі биіктікте үш қабат қылып бөліп бетон қоспасымен толтырылады.

Әр қабатты металл нығыздағышпен нығыздайды:

Жай конуста 25 рет

Ұлғайтылған конуста 56 рет

Конусты толтырған кезде және нығыздағанда конус астындағы жалпақ ыдысқа жабысып тұру керек. Бетон қоспасын нығыздап болғасын, конустың жоғарғы бөлігіндегі салғышы алынып тасталынады және де артық қоспаны конустың жоғарғы шетінен бастап кесіп тастайды. Конус құйылған бетон қоспасынан жайменен шығарылып қоспаның жанына қойылады. Конусты құйылған бетон қоспасынан шығару уақыты 5-7 сек. болу керек. Бетон қоспасының шөгу конусын анықтау үшін, конусты төңкеріп қойып қабырғаларына металл сызғышын қояды, одан әрі 0,5 см дейінгі дәлдікпен сызғыштың төменгі шетінен бастап бетон қоспасының жоғарғы шетіне дейінгі арақашықтықты өлшейді (4.2-сурет).

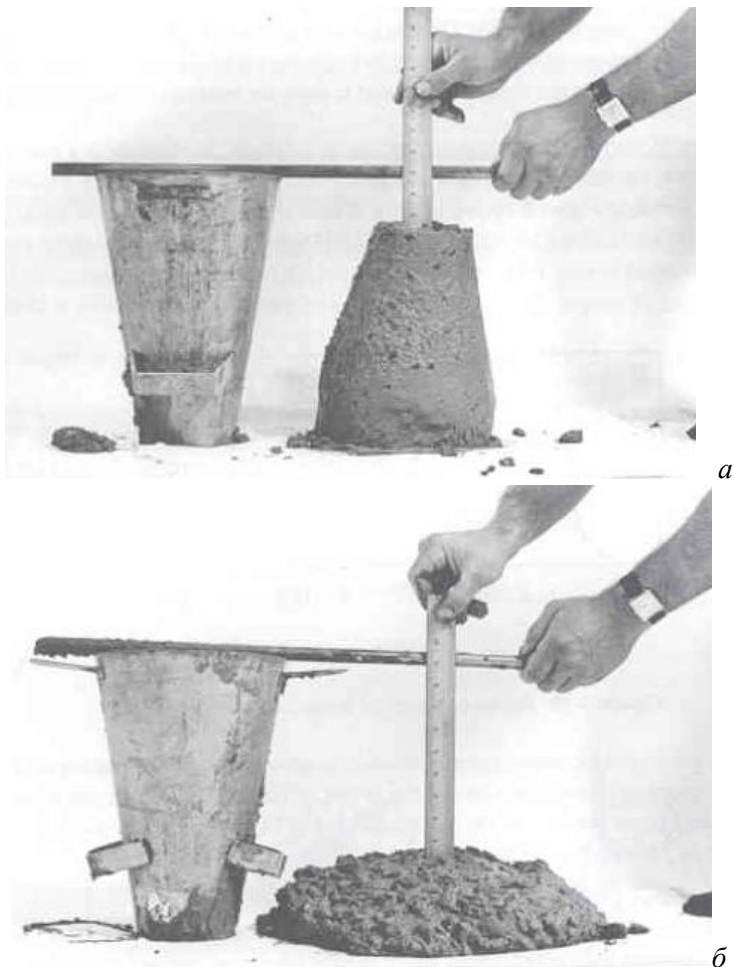
Егерде конусты бетон қоспасынан шығарып алғанда, құлап жайылып кетсе, яғни шөгу конусын анықтауға мүмкіншілік болмаса, өлшеу жүргізілмейді және де тәжірибе жаңа бетон қоспасының сынағымен қайталанады.

Ұлғайтылған конуста анықталынған бетон қоспасының шөгу конусының шамасын жай конустың шамасына ауыстыру, 0,67 ауыстырғыш коэффициентін пайдалану арқылы ұлғайтылған конустың шөгу конусының шамасына көбейту арқылы келтіріледі.

Бетон қоспасының шөгу конусы екі рет анықталынады. Бетон қоспасының шөгу конусын анықтау, конусты бетон қоспасымен толтырудан басталады және де жалпы тексеру уақытының ұзақтылығы шөгу конусын өлшегенге дейін 10 мин. аспау керек.

Бетон қоспасының шөгу конусын анықтау, 1,0 см дәлдікке дейін бір сынақтан анықталынған, екі нәтиженің орташа арифметикалық мәнін есептеу арқылы жүргізіледі, бір-бірінен мына шамалардан көп болмайтын:

- 1 см ШК $\leq$ 9 см болғанда;
- 2 см ШК = 10-15 см болғанда;
- 3 см ШК $\geq$ 16 см болғанда.



4.2-сурет. Бетонның жайылуын анықтау

Анықтаудың нәтижелерінде үлкен айырмашылық болғанда, тәжірибе жаңа сынақпен қайталанады.

Тексеру нәтижелері журналға енгізілуі керек, онда мыналар көрсетіледі: күні және уақыты; сынақ алынған орын; тексерілген бетон қоспасынан жасалынған бетонның түрі және маркасы; тексеру нәтижелері.

4.3. Бетондағы ауаның құрамын анықтау

Бұл тәсіл жаңа дайындалынған бетон қоспасындағы бетон көлеміндегі ауаның мөлшерін анықтауға мүмкіншілік береді. Стандарттық тәсіл бойынша тәжірибені жүргізу үшін, қысым өлшегішін пайдалануға болады. Қысым өлшегіш жабық ыдыстағы белгілі бір деңгейдегі қысымда, белгілі көлемдегі ауаны теңестіру тәсілі арқылы ауаның мөлшерін анықтайды, яғни сынауға алынған бетон сынағындағы белгісіз ауаның мөлшерін табу үшін. Мұндай жағдайда егерде қысым теңестірілгенде өлшегіштің монометріне түзету жүргізіледі және де сынақтағы ауаның мөлшері пайызбен тіркеуге алынады. Сынақтағы бетонға қысым түскен кезінде кеуектердегі ауаның мөлшерін анықтайтын коэффициент, бетондағы көрінетін ауаның мөлшері арқылы шығарылады. Коэффициентті түзеуге арналған аспапта бірдей қатынастағы және бірдей ылғалдылықтағы майда және ірі толықтырғыштар болу керек, яғни сондай бетон қоспасында пайдаланатын тексерілетін ауаның мөлшерін анықтауға арналғандай. Егерде түзететін коэффициент есепке алынбаса, ондай жағдайда бетон сынағындағы ауаның мөлшерінің нәтижесі көбейіп кетуі мүмкін.

4.3-суретте көрсетілген ауа өлшегіші өлшегіш табақшасынан және жапқыштан тұрады, бетон сынағын толығымен жауып тұратындай және де аз мөлшерде су қосып тұруға болатын. Жапқышқа қосылып тұрған ауа камерасы жоғарғы қысымды ұстап тұрады, мұнда белгіленген қысымда ауаның температуралық айырмашылығының тұрақты бөлініп тұруына мүмкіншілік жасайды. Сосын ауа жүретін тетік ашылып, ауа камерасымен қосылады, бұл камера мен табақшадағы қысымның теңесуіне жағдай жасайды. Көрінетін ауаның мөлшерін тікелей монометрдің өзімен анықтауға мүмкін. Нақты ауаның мөлшері – бұл аспаптың түзететін коэффициентін алып тастағандағы көрінетін ауаның мөлшері. Егерде түзететін коэффициентті ескермесек, шығатын бетон сынағының нәтижесі өсіп кетеді. Бұл өлшегіш барометрлі қысымның және/немесе жоғарғы белгінің өзгеруіне берілмейді.

Өлшегішті аспап жасалынған нұсқауға сай түзетіп тұру керек.

Алдын ала ылғалданған табақ цилиндр 3 бірдей деңгейде толтырылуы керек. Шөгу конусы 3-тен көп бетон үшін, әр қабат 25 реттен нығыздалады, цилиндр табағының қабырғасына тигізбей нығыздауды бірдей параллель жүргізу керек. Егерде шөгу конусы 1-ден төмен болса, механикалық сілкіндіргіш арқылы сілкіндіргішті цилиндр табағының қабырғасына немесе табанына тигізбей әр қабатына әсер ететіндей сілкіндіріп қозғалмайтындай нығыздау керек. Шөгу конусы 1 – 3 арасындағы бетон үшін де қозғалмайтындай қылып нығыздау тиімді. Цилиндр табағының қабырғасын ағаш балғамен әр қабатты қозғалмайтындай болғанда 10 – 15 рет ұру керек, яғни кеуектерді жауып және үлкен ауа көпіршіктерін шығару үшін. Цилиндр табағының соңғы қабаты өте қатты толып кетпеу керек.

Бетонның артық мөлшері арнаулы кесетіндей қасиеті бар брусомпен алынып тасталуы қажет. Табақтың шегі мен айналасы тазартылуы керек, жапқыш беті ылғалданып өлшегішті дайындаған орынның нұсқауына сай резина мөрі қойылады.

Қысым өлшегіш.

- Өлшегіш табағы мен ауа камерасының арасындағы негізгі ауа жабатын тетігін жауып, бетіндегі екі ауа шығаратын тетікті ашу керек;

- Резиналы шприцті пайдалану арқылы ауа шығаратын тетіктің біреуіне су құю керек екіншісіне деңгейіне жеткенше. Өлшегішті ауаны шығару үшін сілкіп алу керек;

- Сақтандырғыш ауа тетігін жауып, алғашқы белгі қысымын жасандар. Нығыздалынған ауа салқындағанша кідере тұрып, ауаны шығару жолымен алғашқы қысымды тұрақтандырыңдар. Цилиндр табағындағы ауа шығаратын тетікті жауып, негізгі ауа жапқышын ашыңдар. Цилиндрдің қабырғасын соғып монометрдің орнатыңдар;

- Монометрдің көрсеткішін жазып, аспаптың түзеткіш коэффициентін алып тастаңдар, нақты ауаның мөлшерін алу үшін.



4.3-сурет. Ауа тексергіш

4.4. Бетон үлгісін дайындау

Бетонның сығылып сынғандағы беріктілігін тексеру үшін мөлшері 150X150X150 мм және 200x200x200 мм үлгі бағана дайындалады. Бір мезгілде үш данасы құйылады.

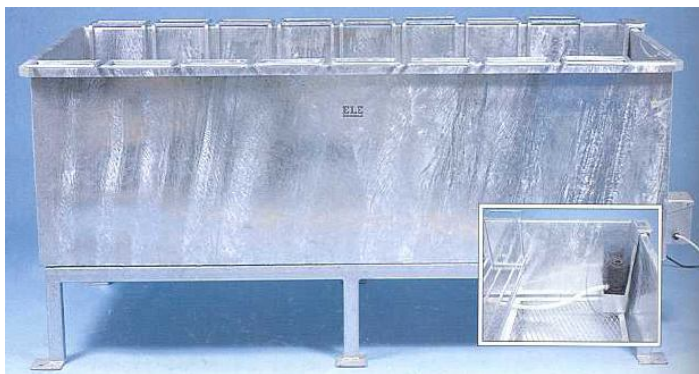
Үлгі бағана дайындау үшін мүмкіншілігінше ашылып-жиналатын чугуннан немесе болаттан жасалған қалыпты пайдалаған дұрыс (4.4-сурет). Қалыптың ішкі беті алдын-ала машина майымен майланады.

Бетон қалыпқа үш қабат болып салынады. Әуелі қалып шамамен 50 мм биіктікте толтырылып, бетонның қабаты нығыздағышпен нығыздалады. Бір қабатты нығыздау саны 35 болу керек. Бетонды қалыпқа салып, үшінші қабатты барлық тереңдікке дейін нығыздап болғасын, қалыптағы бетонның бетін қалыптың шет жағынан бастап тегістейді. Сосын қалыптағы үлгіге белгі салып, бетін ылғал матамен жауып 24 сағат дайындалған жерде қалдырады.



4.4-сурет. Қалып

24 сағаттан кейін қалыптағы үлгілерді шығарып, сулы ваннаға қояды, онда үлгілер 20 ± 2 °С тұрақты температурада тексеру жүргізілгенше сақталады (4.5-сурет).



4.5-сурет

Әр үлгіде краскамен жазылған белгі болу керек, үлгінің нөмірін және дайындалынған күнін көрсететін. Бетонның сығылып сынғандағы беріктілігін тексеретін пресс (4.6 сур.).

4.5. Тығыздықты анықтау тәсілі

Бетон қоспасының тығыздығы, нығызданған бетон қоспасы салмағының оның көлеміне қатынасы арқылы сипатталнады, көлемі толықтырғыш түйіршігінің ең ірілік мөлшеріне байланысты, кестеде көрсетілгенге сай цилиндр ыдысында анықталады (4.1-кесте).

4.1-кесте

Толықтырғыштың ең ірі мөлшері, мм	Ыдыстың көлемі, дм ³	Ыдыстың ішкі мөлшері, мм	
		Диаметрі	Биіктігі
40	5	185	185
70 жоғары	10	234	234



4.6-сурет. Пресс

Тексеру жүргізу алдында, толықтырғыштың ірілік мөлшеріне байланысты таңдап алынған өлшегіш ыдысын (4.7-сурет) 0,1 % көп емес дәлдікке дейін алдын ала өлшеп алады. Ыдысқа немесе қалыпқа бетон қоспасын салып және оны нығыздау қоспаның жайылымдығына байланысты жүргізіледі. Нығыздап болғасын темір сызғышпен артық қоспа кесіліп тасталынып, қоспаның беті өлшегіш ыдысының шетінен бастап тегістелінеді. Сосын бетон қоспасы бар ыдыс 0,1 % дейінгі дәлдікпен өлшенеді.

Бетон қоспасының тығыздылығы ρ кг/м³ формула бойынша есептеледі:

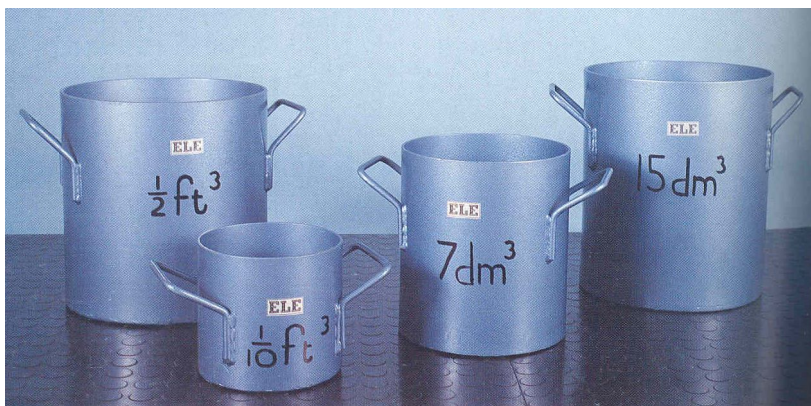
$$\rho = m - m_1 / V,$$

мұнда, m – бетон қоспасы бар өлшегіш ыдыстың салмағы, г;

m_1 – өлшегіш ыдыстың салмағы, г;

V – өлшегіш ыдыстың көлемі, дм³.

Бетон қоспасының тығыздығы әр бетон қоспасының сынығына екі реттен анықталады және 10 кг/м³ дейін ықшамдалып орташа арифметикалық мәнімен бір сынақ қоспасының екі рет анықталған тығыздығының нәтижесімен есептелінеді, бір-бірінен төменгі мәнінен алғанда 5 %-дан аспайтын. Егерде нәтижелерінде үлкен айырмашылық болса, анықтау жаңа бетон қоспасының сынағымен жүргізіледі.



4.7-сурет. Өлшегіш ыдыс

Тексеру нәтижелері журналға жазылу керек, онда мыналар көрсетіледі: тексерудің күні мен уақыты; сынақ алынған орны; тексерілген қоспадан жасалынған бетонның маркасы мен түрі; анықтау нәтижелері.

4.6. Су сіңіруін анықтау тәсілі

Үлгіні тексеру өзінің ылғал немесе тұрақты салмағына дейінгі кептірілген күйінде жүргізіледі. Үлгінің бет жақтары

сым щетканың көмегімен шаңнан, ластан және майдың іздерінен тазартылады.

Үлгіні су толтырылған ыдысқа, ыдыстағы судың деңгейі салынған үлгінің жоғарғы беткі деңгейінен шамамен 50 мм жоғары болатындай есеппен салынады. Үлгіні ыдысқа қойғанда, неғұрлым үлгінің биіктігі аз болу керек (призма және цилиндрді жанымен жатқызып қояды). Ыдыстағы судың температурасы 20 ± 2 °C болу керек.

Үлгілердің су сіңіруін әр 24 сағат сайын жай немесе гидравликалық таразыда 0,1 %-ға дейінгі дәлдікте өлшеп тұрады. Судан шығарылған үлгілерді жай таразыда өлшегенде, алдын-ала сығылған ылғал матамен сүртіп тұрады. Үлгінің кеуектерінен шыққан су, яғни таразының табағына аққан су қаныққан үлгінің салмағына қосылады. Тәжірибе соңғы екі нәтижелердің арасындағы айырмашылық 0,1 %-дан кем болғанша жүргізіледі. Ал өзінің ылғалдығындағы үлгілерді тексергенде, су сіңіру процесі аяқталғаннан кейін, үлгіні тұрақты салмағына дейін кептіреді.

Бетонның су сіңіруін әр үлгінің салмағы бойынша W_c пайызбен 0,1 %-ға дейінгі дәлдікте формуламен анықтайды:

$$W_c = m_c - m_k / m_k \cdot 100,$$

мұнда, m_k – құрғақ үлгінің салмағы, г;

m_c – сумен қаныққан үлгінің салмағы, г.

Бетонның су сіңіруін әр үлгінің көлемі бойынша W_k пайызбен 0,1 %-ға дейінгі дәлдікте формуламен анықтайды:

$$W_k = W_c \cdot \rho_k / \rho_c,$$

мұнда, ρ_k – құрғақ бетонның тығыздығы, г/см³;

ρ_c – судың тығыздығы, 1 г/см³ тең қылып қабылдаймыз.

Бірнеше үлгілердің су сіңіруі, әр тексерілген бірнеше үлгілердің нәтижелерінің орташа арифметикалық мәні бойынша анықталады.

Тексеру нәтижелері журналға жазылу керек, онда мыналар көрсетіледі: үлгілердің белгілері; бетон үлгілерінің су сіңіруі.

5. БЕТОНҒА ҚАЖЕТ СУ

5.1. Судың сапасын бақылау

Бетон дайындауға, толықтырғыштарды жууға және қатайған бетонды сеуіп тұруға пайдалатын су 23732 «Бетон және сылақтың суы. Техникалық жағдай» мемлекеттік стандарттың талаптарын қанағаттандыруы керек. Судағы органикалық беттік-активті заттар, қанттар немесе фенолдардың әр қайсысы 10 мг/л көп болмау керек. Суда мұнай заттарының, майлардың қабығы болмау қажет. Судың тотықтануы 15 мг/л жоғары емес. Судағы еритін тұздардың, SO_4^{-2} , Cl^{-1} иондарының мөлшері және басқа болатын бөлшектер 5.1-кестеде көрсетілген шамадан асып кетпеу керек. Судың су көрсеткіш шамасы (pH) 4 аз емес және 12,5 көп болмау қажет. Бетонды араластыратын судағы pH көрсеткішінің шектелуі мынадай жағдайға байланысты, егерде pH 4 тең немесе одан аз болса бетонда, шегенде және темір бетон құрамаларында қышқылды таттану үдей түседі, ал егер судағы pH 12,5 көп болса бетонда сілтелену тотықтануы болады.

5.1-кесте

Судағы еритін заттар мен қосалқы бөлшектердің шектелген мөлшері

Суды пайдалануы	Ең жоғарғы шектелген мөлшері, мг/л			
	Ери- тін тұз- дар	SO_4^{-2} ион- дары	Cl^{-1} ион- дары	басқа бөлшек- тер
1. Кернейтін темір бетон құрамаларындағы бетон қоспасы араластыратын су	2000	600	350	200
2. Бетондар мен кернелмейтін шегенді темір бетон құрамаларындағы бетон қоспасын араластыратын су, оның ішінде су шығаратын				

ғимараттар және үлкен ғимараттардағы су аймағы өзгеріп тұратын жерлердегі бетондар	5000	2700	1200	200
3. Тұздардың пайда болуы шектелмейтін, сонымен қатар бетондар мен су асты темір бетон құрамалары және үлкен ғимараттардың ішкі аймағына пайдаланатын талаптар қойылмайтын, шегенделінбеген құрамалар үшін дайындалатын бетон қоспасының суы	10000	2700	3500	300
4. Толықтырғыштарды жууға арналған, оның ішінде толықтырғыштарды ылғалдай бақылап бөліп және салқындатуға арналған су	5000	2700	1200	500
5. Түйіскен беттерді, су шығаратын құрамалардың бетін, сонымен қатар үлкен труба арқылы салқындататын бетондарды себуге арналған су	1000	500	350	200
6. Аяқталынған бетон және темір бетон құрамаларының сыртқы бетін себуге арналған су	5000	2700	1200	500
7. Егерде бетінде тұздың шығуына мүмкіншілігі бар, сыртқы бетон құрамаларының бетін себуге арналған су (су шығарып тастайтын ғимараттардың бетін қосқанда)	35000	2700	20000	500

Суда цемент илемінің және бетонның уақыт ұстамдылығын бұзатын, бетонның беріктілігі мен аязға төзімділігін төмендететін заттар болмау керек. Бетон мен сылаққа ең тиімді ішілетін су (МЕСТ 2874-82). Ішілетін суды пайдаланғанда, оның сапасын тексеру қажет етілмейді.

Мемлекеттік стандарт (МЕСТ 23732) бойынша техникалық және табиғи суларды, ласталған суларды пайдалануға рұқсат етіледі, егерде құрамындағы қосылыстардың мөлшері Cl^{-1} ионының қоспасынан басқалары 1-кестеде көрсетілген шамадан жоғары болса, онда бетонның сапалық қасиетінің көрсеткіші берілген жобадағыға сәйкес келген жағдайда ғана болады.

Мұндай судың сапасын бақылау, цемент илемі мен бетонды ішілген суда дайындалып тексерілген материалмен салыстыру арқылы жүргізіледі. Ішілетін судан басқа сулардың бетонға жарайтындығын, бетон және темір бетон өндірісін құрғанда және суды алатын жер немесе құрамындағы қосылыстар өзгергенде тексеріледі.

5.2. Суды тексеру

Бетон және сылаққа қажет құрамында еритін заттары бар суды тексеру мынандай нормативті құжаттардың талаптарына сай жүргізіледі: еритін тұздарды – МЕСТ 18164 – 72; SO_4^{2-} ионын – МЕСТ 4389-72; Cl^- ионын - МЕСТ 4245-72. Судың рН шамасын потенциометриялық тәсілдің көмегімен әртүрлі маркадағы – 340; ЛП-5; ЛП-58; ЛПУ-01 және басқа рН-метрлердің көмегімен анықтайды. Судың рН анықтау арнаулы сынақты дайындауды қажет етпейді. Анықтау үшін сыйымдылығы 50 – 100 мл болатын химиялық стаканға 10 – 50 мл су құйып алады. Тексеру уақыты тексеру аспабындағы нұсқауға байланысты қойылады. Судағы мұнай заттарының қабықтары, майлар көзбен қарау арқылы анықталады.

Құрамындағы қосалқы бөлшектерді анықтау үшін, 0,5 – 1 л суды жақсылап шайқап алып, асты кеуектелінген тигель арқылы сүзіп алады. Сосын қалдығы бар тигельді 105 °С тұрақты салмағына дейін кептіреді. Салмақтарының айырмашылығы қосалқы бөлшектердің мөлшерін көрсетеді, судың көлемін анықтау үшін алынған.

Қосалқы бөлшектердің мөлшері Р мг/л, формула бойынша есептеледі

$$P = (P_1 - P_0) 10^6 / V,$$

мұнда, P_0 – тигельдің салмағы, г;

P_1 – кептірілген қалдығы бар тигельдің салмағы, г;

V – тексеруге алынған судың көлемі, мл.

Бетон дайындайтын судағы қосалқы бөлшектерді тексеретін стандарт тәсілдері жоқ болса, су тұғырындағы санитарлы-тұрмыстық су пайдалануды бақылау жасап тұратын санитарлық мекеменің деректері бойынша бағалануы мүмкін.

6. БЕТОНҒА ҚОСПА

Бетонның қоспалары химиялық, активті минералды және майда ұнтақталған толықтырғыш болып бөлінеді.

Толықтырғыштарды цементтің бөлігін және цемент шығынын азайту мақсатында қосады. Олардың ерекшелігі қосылған майда ұнтақталған қоспаның әр пайызына, шамамен цементтің активтілігінің бір пайызға төмендеуі болып келеді.

Активті минерал қоспаларды цемент тасы мен бетонның даттануға бекемділігін арттыру мақсатында қосады, әсіресе аз жұмсақтылықтағы су ағынының агрессиясында, яғни цемент тасындағы гидрат оксид кальцийінің сілтеленуінде болатын, бетонның құрылымын бұзып гидросиликаттар мен гидроалюминат кальцийінің бөлінуіне жағдай жасайды.

Химиялық қоспаларды бетонға, бетон қоспасының технологиялық қасиеттерін, бетонның қатаюын тездету немесе бетонның құрылыстық-техникалық қасиетін: аязға төзімділігін, су өткізбеуін, даттануға төзімділігін және т.б. жақсарту үшін қосады.

Дайындалатын құрамында химиялық қоспасы бар бетон қоспасының, жай бетон қоспасынан айырмашылығы, бетон араластырғышқа қажет мөлшердегі қоспаны сумен бірге береді. Алдын-ала олардың жоғарғы концентрациядағы сулы ертіндісін дайындап алады: 1-5 % – ауа шығаратын қоспа және 5-10 % – жұмсартқыш, жұмсартқыш ауа шығаратын және нығыздайтын қоспалар үшін, сонымен қатар қатаюды баяулататын; 10 % – қатаюды тездететін және болаттың даттануына қарсылар үшін; 10...20 % аязға қарсы қоспалар үшін.

Жоғарғы концентрациялы қоспаның сулы ертіндісін, судың мөлшерлегішінде қажет ертінді алғанша араластырады. Қоспаның негізгі түрлері (6.1-кесте).

6.1-кесте

Бетонға керек негізгі қоспалар

Қоспаның түрі	Аты	Белгіленген маркасы	Нормативтік құжат
Жұмсартатындар	Сұйытқыш Меламиноформальдегидті анионактивті смола Дофен Су еріткіші Техникалық лигносульфонат Техникалық модифицирленген	С-3 МФ-АР (б. МФАС-Р-100п) ДФ ВРП-1 ЛСТ ЛСТМ-2	ТУ 6-36-0204229-625 ТУ 6-05-1926 ТУ 6-188 ТУ 64.11.02 ТУ 13-0281036-05 ОСТ 13-287
	лигносульфонат Моноплит-1 Этилсиликонат натрийі Метилсиликонат натрийі Sikament Plastiment	М-1 ГКЖ-10 ГКЖ-11 FFN,NP,FF BV-40, BV-240	ТУ 69 -350 ТУ 6-02-696 ТУ 6-02-696 ASTM C494 F-G ASTM C494 A
Тұрақтандырғыш	Гипан	ГПН	ТУ 6-01-166
Су ұстағыш	Метилцеллюлоза Бентонитті саз	МЦ БГ	ТУ 6-05-1857 ТУ 39-01-08-658
Ауа шығарғыш	Көбіктелінген ағаш смоласы Талды клейі Сульфонол Sika	СДО КТП С AER	ТУ 13-05-02 ОСТ 13-145 ТУ 6-01-1001 ASTM C260
Газ шығарғыш	Полигидросилоксан	136-157М	ТУ 6-02-694
Нығыздағыш	Сульфат алюминийі	СА	ГОСТ 12966
Ұстамдылықты баяулатқыш	Жемнің қанты (меласса)	КП	ТУ 18 РСФСР-409
Қатаюды тездеткіш	Хлорид кальцийі Нитрит кальцийі Нитрит-нитрат-хлорид кальцийі	ХК НК ННХК	ГОСТ 450 ТУ 113-03-367 ТУ 6-18-194
Аязға төзімді	Нитрит натрия	НН	ГОСТ 19906
Су жұқтырмағыш	Фенил этоксисилосаны Алюмометилсиликонат натрийі	1113-6-3 (ФЭС-52) АМСР	ТУ 6-02-995 ТУ 6-02-700
Ингибитор	Тетраборат натрийі	ТБН	ГОСТ 8429

7. АУЫР БЕТОННЫҢ ҚҰРАМЫН ЖОБАЛАУ

7.1. Бетонның құрамын анықтаудың негізгі қағидалары

Бетонның құрамын жобалау нәтижелері пайдаланатын материалдардың арасындағы дұрыс қатынаста дайындау технологиясы бойынша, конструкциядағы бетонның беріктілігіне кепіл болатындай қылып анықталуы керек және қажетті жылжымалылықтағы бетон қоспасын (аз цемент шығынында) алу болып табылады.

Бетонның құрамын жобалауға мыналар кіреді: а) конструкцияны пайдалану ерекшеліктері бойынша, бетонға талаптар қою; ә) бетонға керек материалдарды таңдау және олардың қасиеттерін сипаттайтын қажетті деректер алу; б) бетонның құрамын алдын-ала анықтау; в) сыналатын қоспаның құрамын тексеру; г) бетондауға бақылау жасау; д) толықтырғыштардың қасиеті және басқа факторлар ауытқанда өндіріс процесінде құрамын түзету.

Алдын-ала бетонның құрамын анықтау, бетонның беріктілігінің цементтің активтілігіне, цементтің суға қатынасына және пайдаланатын материалдардың сапасына сонымен қатар, бетон қоспасының жылжымалылығының судың мөлшеріне байланысты жүргізіледі.

Бетонның және бетон қоспасының қасиетінің оның құрамына байланыстылығының дәлдігін алу үшін, алдын-ала тексеру мүмкіншілігі жүргізіледі. Бұл үшін мүмкіндігінше тәжірибені математикалық жоспарлау тәсілін пайдалану арқылы жасаған жөн және оның нәтижелерін өңдеу.

7.1-кесте

Бетон қоспасының жылжымалығы мен қаттылығына қойылатын талаптар

Конструкциялар және оларды нығыздау тәсілдері	Қаттылық, с		Жылжы-малылық, см
	стандартты вискозиметр бойынша	техникалық вискозиметр бойынша	
Сілкіндіру алаңында қалыптанатын, жедел қалыптан шығарылатын құрама темірбетон	30-10	120-40	-
Сілкіндіру алаңында көлденең жағдайда қалыптанатын кеукті жабын плитасы, қабырға панелі	10-5	40-20	1-4
Сыртқы немесе ішкі сілкіндіру арқылы дайындалатын қалың арматураланған элементтер (бағаналар, ригелдер, плиталар)	5-3	20-10	5-9
Сокқы-сілкіндіру қондырғысында қалыптанатындар	30-20	120-80	-
Касетада қалыптанатындар	10-5	-	7-14
Центрифугирлеу	-	-	5-10
Гидропрестеу (трубалар)	10-5	40-20	-

Бетонның беріктілігіне қойылатын талаптар жұмыс сызбаларында көрсетіледі. Бетон қоспасының жылжымалығы (қаттылығы) конструкцияның мөлшеріне, арматуралауға, салу және нығыздау тәсіліне байланысты тағайындалады (7.1-кесте). 7.1-кестеде бетон қоспасының қаттылығы стандарттық және техникалық вискозиметр бойынша көрсетілген. Бетон қоспасын насоспен айдағанда шөгү конусы 6-8 см болу қажет.

Бетон қоспасы ыңғайлы жайылымдылықта болады, егерде ондағы цементтің мөлшері жеткілікті дәрежеде болса. Цемент мөлшерінің белгілі шамадан төмен азаюы бетон қоспасының қатпарлануына қауіп туғызады және қоспада микрокеуектердің шығуына, бетонның беріктілігі мен ұзақтылығының төмендеуіне әкеліп соқтыруы мүмкін. Цементтің ең аз мөлшері бетон қоспасының қоймалжыңдығы және толықтырғыштың ірілігіне байланысты болады (7.2-кесте). Егерде бетонның құрамын анықтағанда цементтің шығыны көрсетілген мәннен төмен болса, онда есептеуге цементтің ең аз шығыны қабылданады.

7.2-кесте

Қатпарланбайтын тығыз бетон қоспасын алуға керек цемент мөлшерінің ең аз мөлшері

Қоспа	Толықтырғыштың шектік ірілік мөлшері мынандай болғандағы керек ең аз цемент мөлшері			
	10 мм	20 мм	40 мм	70 мм
Өте қатты ($K > 20$ с)	160	150	140	130
Қатты ($K = 10-20$ с)	180	160	150	140
Аз жылжымалы ($K = 5-10$ с)	200	180	160	150
Жылжымалы ($ШК = 1-10$ см)	220	200	180	160
Өте жылжымалы ($ШК = 10-16$ см)	240	220	210	180
Құйылатын ($ШК > 16$ см)	250	230	200	190

Ескертпе. Қаттылық стандартты вискозиметр бойынша көрсетілген.

Цементті экономикалық жағынан тиімді пайдалану үшін, оның маркасы берілген бетонның маркасынан артық болу керек (7.3-кесте).

7.3-кесте

Бетонға ұсынылатын цементтің маркалары

Бетонның маркасы	Цементтің маркасы	Бетонның маркасы	Цементтің маркасы
M 100	300	M 300	500
M 150	400	M 400	600
M 200	400	M 500	600

Бетонға өте төменгі маркалы цементтер пайдаланса, онда цемент шығыны өте көп болады. Керісінше, егерде цементтің маркасы артық жоғары болса, цементтің шығыны ең төменгі мәннен аз болады, қажетті тығыздылықтағы бетон алу үшін. Мұндай жағдайда цементті үнемдеу үшін, бетонға майда ұнтақталған қоспа қосу орынды болады – активті кремнеземді немесе инертті (күл, ұнтақталған кварц құмы, әк ұны және т.б.).

Бетонға керек толықтырғыштар ретінде жергілікті материалдарды немесе кен орнына жақын орналасқан материалдарды пайдалану керек, бірақ олардың ішінен цемент шығынын аз жұмсап, берілген қасиетті бар бетон алуға болатынын таңдап алады. Бетон қоспасының берілген жылжымалығы судың шығынын дұрыс алғанда, ал бетонның беріктілігі – судың цементке қатынасын және цемент шығынын дұрыс тағайындағанда қамтамасыз етіледі.

Цементтің аз шығынын жұмсау ірі және майда толықтырғыштардың мөлшерін дұрыс таңдағанда алынады. Олардың мөлшерін анықтағанда бұрын құм мен қиыршық тас арасындағы тиімді қатынасты таңдау бойынша жасалатын ұсынысты пайдаланған болатын. Ал қазіргі кезде есептеуде сылақпен бірге қиыршық тас түйірлерінің ығысу коэффициентін α пайдаланады, ол сылақтың көлемінің қаншаға қиыршық тас көлеміндегі кеуектен көп екенін көрсетеді. Коэффициентті α енгізу бетонның құрамын анықтауды ықшамдады және оны өте төзімді жасады, өйткені α тиімді мәні аз цемент шығынында бетон алуға мүмкіншілік жасайды және бетонның құрылым пайда болу негізінен шығатын байланыстылық арқылы таңдап алынады. Мұндай жағдайда ауыр бетондағы құм мен қиыршық тастың шығыны формула бойынша анықталады, ол екі теңдеуді шешу арқылы өрнектеледі:

$$\begin{aligned}(\Pi/\rho_{\Pi}) + C + (K/\rho_K) + (KT/\rho_{K,T}) &= 1000; \\ (\Pi/\rho_{\Pi}) + C + (K/\rho_K) &= K_{K,T}\alpha(KT/\gamma_{K,T})\end{aligned}$$

мұндағы Π , C , K , KT – цементтің, судың, құмның және қиыршық тастың шығыны, $\text{кг}/\text{м}^3$; ρ_{Π} , ρ_K , $\rho_{K,T}$ – цементтің, құмның және қиыршық тастың нақты тығыздығы, $\text{кг}/\text{м}^3$; $K_{K,T}$ – қиыршық тастың кеуектігі (салыстырмалы шама); α – сылақпен бірге алғандағы қиыршық тас түйірінің ығысу коэффициенті; $\gamma_{K,T}$ – қиыршық тастың тығыздығы.

Бірінші теңдеудің жағдайы 1 м^3 (1000 л) дайын тығыз бетонға тең болатын бетондағы компоненттердің абсолюттік көлемдерінің қосындысынан шығарылады, егерде онда ауаның шығуы болмаса, ал екінші теңдеудің жағдайында цементті-күмді ертінді қиыршық тастың аралық кеуектерін толығымен толтыруы қажет (стандартты-қопсытылған күйде), бұл ыңғайлы бетон қоспасын және де берік біртұтас болатын толықтырғыштар түйірлерінің жақсы байланысуына қажет болады.

Бұл жүйедегі теңдеуде екі белгісіздік бар, олар күм мен қиыршық тастың шығыны, ал цемент пен судың шығыны бетонның беріктілігіне және бетон қоспасының жылжымалығына байланысты анықталады, коэффициент α ұсынылған тәжірибе жолымен алынуына сай белгіленеді. Бұл цемент шығыны аз болатындай мүмкіншіліктегі, күм мен қиыршық тастың арасындағы қатынасын дұрыс қамтамасыз етеді.

Келтірілген жүйедегі теңдеуді шешкенде мынаны аламыз:

$$K_T = \frac{1000}{\alpha(K_{K,T}/\gamma_{K,T}) + (1/\rho_{K,T})};$$

$$K = [1000 - (\frac{C}{\rho_C} + \frac{K_T}{\rho_{K,T}})] \rho_K$$

Жеңіл бетондар үшін, басқа жүйедегі теңдеу пайдаланады, мұнда екінші теңдеу берілген тығыздықтағы бетон алу жағдайымен шығарылады. Мұнда бетонға ауа шығаратын қоспаларды пайдаланғанда, теңдеуге шығарылатын ауаның көлемін ескеретін тағы да қосымша мүше қосылады. Осындай жағдайда ғана қарастырылатын тәсілде материалдардың шығынын анықтау, материалдар алатын абсолюттік көлемдерді ескере отыра жүргізіледі және де қосымша талаптар қойылады бетонның экономикалық тиімділігін немесе оның тығыздығын және басқа қасиеттерін қамтамасыз ететін.

Бетонның қасиетін химиялық қоспалар қосып жақсартқанда, материалдардың шығынын анықтағанда олардың әсері ескеріледі, есептеу байланыстылығына түзетулер енгізу жолдары арқылы.

7.2. Майда және ірі толықтырғыштар арасындағы қатынасты таңдау

Бетонның құрамының (цементтің шығыны бойынша) экономикалық тиімділігін және оның сапасын анықтайтын негізгі фактор, майда және ірі толықтырғыштар арасындағы қатынасты дұрыс таңдау болып табылады.

Бетон қоспасының жылжымалығы немесе ыңғайлы жайылымдылығы көптеген факторларға байланысты болады, олардың ішіндегі ең маңыздысына цемент илемінің қоймалжыңдығы, цемент илемі мен толықтырғыштың және құм мен киыршық тастың арасындағы қатынасын жатқызуға болады.

Ең үлкен ішкі үйкелісті немесе ең аз жылжымалықты, тең жағдайдағы толықтырғыштардың кеуектерін тек қана цемент илемі толтыратын бетон қоспасы ие болады. Одан әрі цемент илемінің мөлшерінің көбеюінен, бетон қоспасының жылжымалығы артады.

Толықтырғыштар түйірлерінің арасындағы цемент илемі қабатының қалыңдығын формула бойынша анықтайды:

$$\delta = (\text{ЦИ} - V_{\text{т}})/S_{\text{к.т}}$$

мұндағы ЦИ – цемент илемінің мөлшері, л; $V_{\text{т}}$ – толықтырғыштағы кеуектің көлемі, л; $S_{\text{к.т}}$ – толықтырғыштар қоспасының меншіктік беті, м²/л.

Толықтырғыштардың меншіктік беті артқанда бетон қоспасының, цемент илемінің қабаттарының қалыңдығы бірдей болғанның өзінде де жылжымалығы азаяды. Бетон қоспасының жылжымалығы критерияға байланысты болады:

$$N = \delta/S_{\text{к.т}} \text{ немесе } N = (\text{ЦИ} - V_{\text{т}})/S_{\text{к.т}}^2$$

Критерий N көп болған сайын, белгілі бір қоймалжыңдағы бетон қоспасының жылжымалылығы соғұрлым жоғары болады. Критерияны кеуектілік пен толықтырғыштың меншіктік бетін біле отыра анықтауға мүмкін және әртүрлі мәндегі r (құм мен ірі толықтырғыштардың арасындағы қатынас $r=K/QT$), бұл сипаттамалардың өзгеруін есептеп шығару.

Белгілер қабылдаймыз: $V_{\text{к}}$ – кеуектің көлемі; $V_{\text{т}}$ – толықтырғыштар түйірлерінің абсолюттік көлемі; $V=V_{\text{к}} + V_{\text{т}}$ –

қоспаның толық көлемі $K_{\text{сал}} = V_{\text{к}}/V$ – салыстырмалы шамадағы кеуектілік; $K_{\text{а}} = V_{\text{к}}/V_{\text{т}}$ – толықтырғыш түйірінің абсолюттік көлеміне қатынасты кеуектілік.

Ірі толықтырғыштардың кеуектерін майда фракция түйірлерімен толтырғанда кеуектілік төмендейді мына теңдеуге сай:

$$V_{\text{к1}} = K_{\text{а}} V_{\text{т.і}} - V_{\text{т.м}} = K_{\text{сал}} V - V_{\text{т.м}}$$

Ірі түйірлерді майда фракцияға қосқанда, кеуектілігі жоқ көлемнің бөлігін ірі түйірлермен ауыстырудың салдарынан, толықтырғыштың кеуектілігі мына теңдеуге сай азаяды:

$$V_{\text{к2}} = K_{\text{а.м}} V_{\text{т.м}} = K_{\text{сал}}(V - V_{\text{т.і}})$$

г шамасын анықтағанда толықтырғыштардың кеуектерінің көлемін анықтағанда және формулаларды пайдалану арқылы анықтайды

$$V_{\text{к}} = gV_{\text{т}}/(1 + r) \text{ және } V_{\text{к.с}} = V_{\text{т}} - V_{\text{к}}$$

Толықтырғыштар қоспасының меншіктік бетін мына формула бойынша табады

$$S_{\text{қос}} = (r_{\text{к}}S_{\text{к}} + S_{\text{к.т}}) / (1 + r)$$

Мұндағы толықтырғыштың меншіктік беті $S_{\text{к.т}}$ шамамен А.С. Ладинскийдің формуласы бойынша есептеледі:

$$S_{\text{к.т}} = \frac{1665k_{\text{п}}}{1000} (a+2b+4c+8d+16e+32f)$$

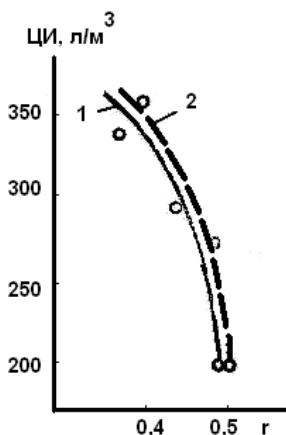
мұндағы $k_{\text{п}}$ – толықтырғыштың пішінін және басқа ерекшеліктерін ескеретін коэффициент; шамамен мынаған тең $k_{\text{п}}=1,5-2,5$; a, b, c, d, e, f – електегі тесіктерінің мөлшері 2,5, 1,25, 0,63, 0,315, 0,14 мм сай келетін жеке қалдық және електегі 0,14 мм тесігінен өткен толықтырғыштың мөлшері.

Есептеуді материалдардың абсолюттік көлемін пайдалана отыра оңай жасайды $V_{\text{а}}$ қабылдап және әуелі $V_{\text{т}}=1$ тең деп есептей отыра жүргізеді. Осындайда цемент илемінің мөлшері тең болғанда толықтырғыштың кеуектерінің көлемі мен меншіктік беті мынаны құрайды:

$$V_{\text{к}} = V_{\text{к1}} V_{\text{т}}$$

$$S = S_{\text{кос}} V_T$$

мұндағы $V_T = 1 - \text{ЦИ}$.



7.1-сурет. Құм мен қиыршық тас арасындағы тиімді қатынастың r 1 м³ бетондағы цемент илемінің шығынына байланысы
1 – тәжірибелік қисық; 2 – есептелген қисық

Осылай ғана критерияның N негізінде шамамен r мәнінің тиімділігі есептеумен анықтау мүмкін болады. Бұл анықтаудың маңызы сондай мәндегі r табу болып табылады, яғни оның ең жоғарғы мәні N сәйкес келетіндей немесе цемент илемінің сол қоймалжың бетон қоспасының жылжымалығы ең үлкен болатын. Бірақта мынаны ескеру керек, шындығында критерия r бірнеше күрделі байланысқа жүгінеді: цемент илемінің артуымен $S_{\text{кос}}$ рөлі төмендейді және δ рөлі артады, сондықтан r мәнінің нақты тиімділігі ЦИ ($\text{ЦИ} > 320 \text{ л/м}^3$) есептеуге қарағанда бірнеше жоғары алынады.

7.2-суретте гранит қиыршық тасынан және орташа іріліктегі құмнан жасалатын бетонның r тиімді қатынасын анықтаудың теориялық және тәжірибелік нәтижелері көрсетілген. Тәжірибе есептеу нәтижелерімен сәйкес келеді. Көрініп тұрғандай r қатынасы бетонда тұрақсыз: цемент илемінің мөлшері көбейген сайын r тиімді мәні төмендейді, яғни толықтырғыш қоспасындағы құмның үлесі азаяды.

Цемент илемінің көлемі 300 л/м^3 аспайтын төменгі және орташа маркадағы бетондар үшін, құм мен қиыршық тастың қоспасы, егерде олардың кеуектіліктері ең аз болғанда жарымды болады. Мұндай жағдайда цемент илемінің қабатының қалыңдығы ең жоғарыға жетеді және де бетон қоспасының жылжымалығы жоғары болады. Цемент шығыны жоғары, жоғарғы беріктілі бетонға неғұрлым құрамында аз құмы бар қоспаны пайдаланған тиімді болады. Мұндай жағдайда кеуектілігі аз қоспаны пайдаланғанда, бетонда артық құм болады. Нәтижесінде бетон қоспасының жылжымалығы азаяды және берілген жылжымалықты алу үшін, цементтің шығыны артық кетеді.

Бетонның құрамын анықтауда қарастырылатын тәсілде құм мен қиыршық тас арасындағы қатынасты ығыстыру коэффициентімен α бірге жасайды. γ біле отыра α формуламен анықтайды:

$$\alpha = \frac{\rho_k \text{ ЦИ} - \gamma_{k,t} + 1000\gamma_{k,t}}{\rho_{k,t} (1000 - \text{ЦИ}) K_{k,t} \rho_{k,t}}$$

Егерде $\rho_k = \rho_{k,t}$ тең болған жағдайда формуланы мындай түрде қабылдайды:

$$\alpha = \frac{(\text{ЦИ} + 1000\gamma) \gamma_{k,t}}{(1000 - \text{ЦИ}) K_{k,t} \rho_{k,t}}$$

Бұл формулалар мен тәжірибелердің нәтижелері бойынша орташа және майда құмнан жасалған бетондағы α шамалас мәні анықталды (7.4-кесте).

7.4-кестесінің деректерінен көретініміз, жұмсақ бетон қоспасының α коэффициентінің тиімді мәні, бетондағы цемент илемінің мөлшеріне және құмның ірілігіне байланысты болады: олар цемент илемі мен құмның ірілігінің өсуімен артады. Басқада тәжірибелер бойынша анықталған, қатты бетон қоспасы үшін, цемент шығыны $200-400 \text{ кг/м}^3$ болғандағы тиімді коэффициенті α 1,05-1,15 тең болады.

α коэффициентінің есептелген және тәжірибелік мәндері

Майда құмнан жасалған бетон			Орташа құмнан жасалған бетон		
Цемент илемінің мөлшері, л/м ³	α мәні		Цемент илемінің мөлшері, л/м ³	α мәні	
	есептелген	нақты		есептелген	нақты
220	1,12	1,1	220	1,24	1,23
280	1,32	1,28	280	1,43	1,39
350	1,54	-	350	1,54	1,51

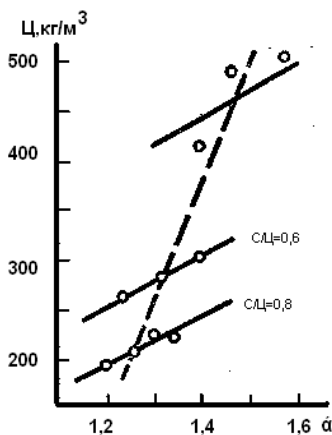
Бетонның құрамына және бетон қоспасының қоймалжыңдығына байланысты болатын α коэффициентінің физикалық өзгеру мәні мынада. Қатты бетон қоспасында жоғарғы тұтқырлықтағы аз мөлшердегі цемент илемі болады, сондықтан су шығару және қатпарласу қауіпсіздігі болмайды. Мұндай жағдайда бетон қоспасының ең жақсы қолайлы қалыптануы және беріктілігі, қиыршық тас түйірінің ең аз ығысуында болады, өйткені осындай құмның шығынында және толықтырғыштар беті ауданының қосындысы да ең төмен болады. Нәтижесінде толықтырғыштардың түйірлері өте тығыз орналасады, сөйтіп бетонның сапасының жақсаруын қамтамасыз етеді. Бетон қоспасына үлкен жылжымалық беру үшін, судың мөлшерінің көбеюімен бірге цемент илемінің абсолюттік көлемі артады, ал оның тұтқырлығы төмендейді. Бетон қоспасының су шығаруынан және қатпарлануынан қашу үшін және олардың байланысуын қамтамасыз ету, α коэффициенттің арттыруды қажет етеді.

α коэффициентінің әртүрлі факторларға байланысты қажетті өзгеру мәні тәжірибе жолымен табылды. Ең бір анық мәліметтер болып α коэффициентінің жұмсақ бетон қоспасындағы $\alpha=f$ цемент илемінің көлеміне байланыстылығы болып табылатындығы. α коэффициентінің цементтің шығынына байланыстылығы тек қана белгілі бір судың цементке қатынасындағы бетондарды салыстырғанда байқалады (7.2-сур.), мұндай жағдайда цементтің шығынының артуы бетондағы цемент илемінің мөлшерінің артуына әкеліп соқтырады. Бірақта

бетонның құрамын жуықтап анықтау үшін, егерде есептеуге тек қана пайдаланатын құрамдарды қабылдаса, онда цемент шығынының өсуімен α коэффициентінің артуын байқауға болады (7.2-суреттегі пунктелген сызықтар).

Тұрақты цемент шығынындағы судың цементке қатынасының артуы, судың шығынының және цемент илемінің көлемінің, соған сай α коэффициентінің тиімді мәнінің артуына әкеліп соқтырады. Цементтің түрі және қалыпты қоюлығы α коэффициентінің тиімді мәніне іс жүзінде әсерін тигізбейді.

Егерде цемент илемінің абсолюттік көлемі мұндайда тұрақты сақталатын болса, онда жұмсақ бетон қоспасының жылжымалығы α коэффициентіне әсерін тигізбейді.



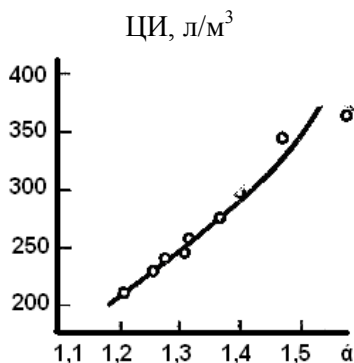
7.2-сурет. Түйіршіктің ығысу коэффициентінің α цементтің шығынына байланыстылығы

Басқа да тең жағдайдағы құм ірілігінің азаюы α коэффициенті мәнінің төмендеуіне әкеліп соқтырады. Бұл мынамен түсіндіріледі: меншіктік беттігі жоғары өте майда құмдар, өте жоғары су ұстау мүмкіншілігіне ие болады және аз құм шығынында байланысқан, катпарласпайтын бетон қоспасын алуға болады.

Құмның ірілігі α коэффициентіне елеусіз әсерін тигізеді, бұл фактор α коэффициентінің тиімді мәнін таңдағанда ескертуді қажет етпейді. Бірақта тұрақты α коэффициентінде,

бетондағы қиыршық тастың шығыны оның ірілігіне байланысты болады: шектік ірілігі артқан сайын ол өседі, өйткені ережеге сай қиыршық тастың тығыздығы артады. Соған сай α мәні және бетондағы құмның мөлшері азаяды.

Ірі толықтырғыштың түйірінің пішіні іс жүзінде α коэффициентінің тиімді мәніне әсерін тигізбейді, яғни қиыршық немесе малта тастан жасалған бетон үшін, бірдей мәндегі α пайдалану мүмкін болады. Қиыршық тасты пайдаланғандағы толықтырғыш қоспасындағы құм мөлшерінің артуы мынамен түсіндіріледі, сондай шектік іріліктегі малта тас, қиыршық тасқа қарағанда кеуектілігі аз болады. Нәтижесінде тең α коэффициентте, малта тастан жасалған бетондағы құмның мөлшері қиыршық тасқа қарағанда аз болады.



7.3-сурет. Қиыршық тастан жасалған 1 м³ бетондағы цемент шығынының түйіршіктің ығысу коэффициентіне α байланыстылығы.
Құмның ірілік модулі M_{ip} 1 коэффициентке төмендегенде α 0,1-0,15 төмендейді, бірақ ол 1,1 төмен болмауы керек

Егерде бетон қоспасының су ұстау мүмкіншілігі жеткілікті болған жағдайда, бетон қоспасына химиялық қоспа қосқанмен іс жүзінде α коэффициентінің тиімді мәні өзгермейді. Пластификаторлар және суперпластификаторлар қосқанда құйылатын бетон қоспасы алынады және олардың қатпарлануына қауіптілік туады, онда α коэффициенті артады, ол құмның мөлшерін арттырады және қоспаның су ұстау қасиетін жақсартады. Ауа шығаратын қоспаны қосқанда, ауа шығатын ауаның майда

кеуектерінің әсерінен цемент илемінің көлемі артады, мұны α тиімді мәнін бірнешеге ұлғайта отыра ескеру қажет.

Зерттеудің келтірілген нәтижелері әртүрлі факторлардың α коэффициентіне әсері мынаны көрсетті, цемент шығыны 400 кг/м³ аз болатын қатты бетон қоспасы үшін α 1,05-1,15 (орташа 1,1) қабылдау керек. 1,05 төмен мәнді майда құмды пайдаланған жағдайда қабылдайды. Майлы қатты құрам үшін ($\Pi > 400$ кг/м³) α коэффициенті график бойынша белгілейді (7.3-сурет).

Жұмсақ бетон қоспасы үшін, α коэффициентінің тиімді мәні $\alpha=f$ (ЦИ) байланысы негізінде дәл жасалуы мүмкін, яғни 8.3-суретте келтірілген. Есептеу үшін 8.5-кестеде келтірілген деректерді пайдаланған қолайлы, анықтағанда $\alpha=f$ (ЦИ) байланыс $\alpha=f$ (Π , C/Π) байланысына айналады, бұл есептеулер жүргізу үшін өте қолайлы. 7.5-кестеде құмның ірілігін ескеретін түзетулер енгізу ұсынылған.

Су қажеттілігі 7 %-дан жоғары болатын майда құмды пайдаланғанда α коэффициенті, құмның су қажеттілігі әр пайыз өсуіне, ол 0,33 төмендейді. Егерде ірі құм пайдаланса $C_{\text{қаж}} < 7$ %, α коэффициенті әр пайыз төмендеуіне, ол 0,03 артады.

7.5-кесте

Жұмсақ бетон қоспасы ($C_{\text{қаж}}=7$ %) үшін α коэффициентінің тиімді мәні

Цемент шығыны, кг/м ³	C/Π мынандай болғандағы α коэффициентінің тиімді мәні				
	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
250	-	-	1,26	1,32	1,38
300	-	1,3	1,36	1,42	-
350	1,32	1,38	1,44	-	-
400	1,4	1,46	-	-	-
500	1,5	1,56	-	-	-

Ескертпе: 1. Π және C/Π басқа мәндерде α коэффициентін интерполяциямен табады.

α коэффициентінің тиімді мәннен елеусіз ауытқуы бетонға және бетон қоспасына іс жүзінде әсер етпейді, сондықтан оның

$\pm 0,05$ ауытқуы бетонның құрамын анықтағанда толығымен рұқсат етіледі.

Кейбір ерекше жағдайларда α коэффициенті тек қана белгілі бетон беріктілігі және бетон қоспасының жылжымалы жағдайында ғана емес, сонымен қатар қосымша талаптарды ескере отыра да анықталады. Мұндай жағдайда α коэффициентіне белгілі бір түзетулер енгізілуі мүмкін.

Мысалы, жұқа қабырғалы конструкциялардың бетоны немесе өңдегіш бетондар үшін, α коэффициенті бірнешеге артады, яғни бетонның сыртқы бетінің жақсы болуына кепіл болу үшін.

Қажетті жағдайда α коэффициентінің тиімді мәнін, бетон қоспасының жылжымалығын анықтау нәтижелері бойынша жасауға мүмкін болады.

7.3. Бетонның құрамын есептеу тәртібі

Бетон қоспасының құрамы екі тәсілмен орындалады:

1. Массаларының қатынасы бойынша (көбінесе көлемі бойынша) цемент, құм және малта тастың (немесе қиыршық тастың) міндетті түрде цементтің суға қатынасын және активтілігін көрсету керек. Цементтің мөлшерін 1 деп қабылдайды, сондықтан бетонның құрамдас бөліктерінің арасындағы қатынасты мынандай түрде жазады: $1 : x : y$ C/Π қатынасын көрсету арқылы (мысалы, $C/\Pi=0,6$ болғанда массасы бойынша $1 : 2 : 4$ болады).

1 м³ салынған және нығыздалған бетон қоспасының массасы бойынша материалдарының шығыны, мысалы:

Цемент	280
Құм	700
Қиыршық тас	1250
Су	170
Жалпы	2400

Бетонның құрамы құрғақ материалдар үшін жасалатын қалыпты (зертханалық) және табиғи ылғал күйдегі материалдар үшін өндірісті (дала жұмыстары) болып бөлінеді. Бетонның зертханалық құрамы есептеу-тәжірибелік жолыменен анықталады. Судың, цементтің, құмның және қиыршық тастың (малта тастың) шығынын анықтайтын формуланы пайдалана отыра, жоғарыда айтылған байланыстылықтың негізінде

бетонның құрамын алдын-ала абсолюттік көлемі бойынша есептейді, одан кейін дайындап байқау арқылы дәлелдейді.

Бетонның құрамын есептеудің тәртібі мынандай:

1. Қажетті беріктілікке, уақытқа және бетонның қатаю жағдайына байланысты C/Π (немесе Π/C) анықтайды. Судың цементке немесе цементтің суға қатынасын алдын-ала жасалған тәжірибе бойынша анықтайды, ол бетонның беріктілігінің осы факторға және цементтің активтілігіне байланысты (жергілікті толықтырғыштарды пайдаланумен) жасалады немесе шамамен формула бойынша:

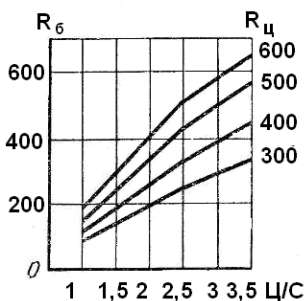
а) $C/\Pi > 0,4$ болатын жай бетон үшін

$$C/\Pi = AR_{\Pi} / (R_b + A_1 \cdot 0,5R_{\Pi});$$

б) $C/\Pi < 0,4$ болатын жоғарғы беріктілі бетон үшін

$$C/\Pi = A_1 R_{\Pi} / (R_b - A_1 \cdot 0,5R_{\Pi});$$

A және A_1 коэффициентінің мәндерін кестеден немесе Π/C график бойынша табады (7.4-сурет), егерде $R_b < 2AR_{\Pi}$ болса қабылдау керек, ал басқа жағдайда формуланы пайдалану қажет.



7.4-сурет. Бетонның қажетті беріктілігінің R_b және пайдаланатын цементтің маркасына R_{Π} байланысты C/Π белгілеу графигі

Бетонның құрамын есептегенде кейбір жағдайларда оған қойылатын талаптарды аязға төзімділігін, су сіңірмеуін, иілгендегі созылу беріктілігін және басқаларын ескеру қажет. Мұндай жағдайда C/Π қатынасын белгілеу үшін, байланыстылықтарды пайдаланады.

2. Алдын-ала тексеру нәтижесінің негізінде және шамамен 3.10 суреттегі график бойынша қажетті бетон қоспасының жылжымалығына байланысты судың шығынын анықтайды. Мұнымен бірге ірі толықтырғыштың, массасы бойынша 0,5 %-дан жоғары болса су сіңіруін ескеру қажет. 3.10-сурет су қажеттілігі 7 % болатын малта тас пен орташа іріліктегі құмды пайдалану арқылы цементтің шығыны 400 кг/м³ болатынға жасалынған. Басқа толықтырғыштарды пайдаланған жағдайда графикте көрсетілген түзетулерді енгізу керек.

3. Цементтің шығынын анықтайды

$$Ц = C : C/Ц$$

Егерде цементтің шығыны 1 м³ бетонда ҚНжәнеЕ бойынша ұсынылғаннан төмен болатын болса, онда оны талап ететін нормасына дейін көтеру немесе майда ұнтақталған қоспа қосу керек. Қоспа қосу егерде цементтің маркасы сол бетонға керек маркадан өте жоғары болған жағдайда пайдаланады.

4. α ығысу коэффициентін жұмсақ бетон қоспасы үшін график бойынша (8.3-сурет) цемент илемінің мөлшеріне және құмның ірілігіне байланысты жасайды.

5. Қиыршық немесе малта тастың шығынын формула бойынша анықтайды.

6. Құмның шығынын формула бойынша анықтайды.

7. Сынаққа алынған бетон қоспасының жылжымалығын (шөгу конусын немесе қаттылығын) тексереді, қажетті жағдайда бетонның құрамын есептегенде түзетулер енгізеді. Егерде ауа шығаратын қоспаларды пайдаланса, құмның шығынын есептегенде шығатын ауаның мөлшері ескеріледі.

Қазіргі технология бетонға, бетонға арналған материалдарға қойылатын талаптармен бірге дайындау технологиялық тәсілдері мен бетон қоспасын салу түрлерімен ерекшеленеді.

Ауыр бетонның құрамын есептеу қарастырылған тәсіл бойынша орындалуы керек. Бетонға және материалға қойылатын өзіндік талаптарды сай келетін түзетулер енгізу жолымен ескеру керек.

7.4 Бетон құрамын тәжірибе жүзінде тексеру

Бетон құрамын тәжірибелік тексеру үшін бетон қоспасының сынамалы мөлшерін дайындайды және оның қозғалысын анықтайды. Қолданылатын цемент пен тұрақты толтырғыштар қасиеттерінің ерекшеліктері салдарынан конус қалдықтары немесе бетон қоспаларының қаттылығы берілгеннен ерекше болуы мүмкін. Мысалда конус қалдығы 0-ге тең деп қабылдайық, яғни бетон қоспасы жеткіліксіз қозғалмалы. Қозғалысты арттыру үшін су шығыны шамамен 5 – 10 % құрайды. Суцементтік қатынас өзгермес үшін 5 – 105 цементті бір уақытта қосады. Бетон қоспасын тағы да араластырады, конус қалдығын талап етілген көрсеткіштер алғанға дейін өлшейді.

Егер бірінші өлшеу кезінде бетон қоспасының қозғалысы берілгеннен (мысалы, 4-5 см орнына ШК=8 см) асатын болса, онда құм мен құмтастың азғантай мөлшерін (5-10 % бойынша) қосады. Содан кейін бетон құрамын анықтайды, себебі бетон қоспасының алғашқы көлем мөлшері артады. Ол үшін бетон қоспасының нақты тығыздығын өндіріс шарттарында қабылданған біріктіру әдісі кезінде анықтайды. Сынау келесідей түрде жүргізіледі: қоспамен толтырылады, біріктіріледі және тағы да өлшенеді.

Біріктірілген бетон қоспасының тығыздығы (кг/л) келесі формула бойынша есептелінеді:

$$\gamma_{б.см} = (G_2 - G_1) / V_{\phi},$$

мұндағы G_1 және G_2 – бос форма массасы және бетонмен формалар, кг; V_{ϕ} – форманың ішкі көлемі, л.

Бетон қоспасы тығыздығының алынған мәні есептік мәнмен (рұқсат етілетін ауытқу $\pm 2\%$) сәйкес келуі тиіс. Ары қарай алынған бетон қоспасының нақты көлемін сынамалы түрде орнатады:

$$V_{\phi} = \sum G / \gamma_{\phi},$$

мұндағы $\sum G$ – сынау кезінде шығындалған материалдар салмағының қосындысы, кг; γ_{ϕ} – біріктірілген бетон қоспасының нақты тығыздығы, кг/л.

Алынған бетон қоспасының көлемі мен сынау кезіндегі материалдар шығынын біле отырып бетонның 1 м^3 мөлшеріне материалдардың нақты көлемін анықтайды.

Сынау көлемі талап етілетін үлгі санынан тәуелді болады. Егер бетон маркасын анықтау үшін үш үлгі бойынша дайындайтын болса, онда сынаудың келесідей минимальды көлемін қабылдайды:

Үлгі қабырғасы өлшемі, см.....	10	15	20	30
Сынау көлемі, л	6	12	25	85

Мысал шарттарына байланысты бақылау үлгілерінің өлшемін $15 \times 15 \times 15 \text{ см}$ (қиыршық тастың 3 D аса) қабылдау қажет, сәйкесінше, сынау көлемі 12л болуы тиіс. Бір сынамадағы материал шығыны келесіні құрайды:

Цемент.....	3,96 кг (330x0,012)
Құм.....	7,2 кг (600x0,012)
Қиыршық тас.....	15,25 кг (1770x0,012)
Су.....	2,14 л (178x0,012)

Бірнеше фракциялы құмтасты қолдану кезінде әр фракцияның шығынын олардың арасындағы тиімді қатынасқа байланысты анықтау қажет. Егер талап етілген қозғалысты алу үшін цемент пен су мөлшерін 10 % арттыратын болсақ, онда сынама материалдарының соңғы шығыны келесіні құрайды:

Цемент.....	4,36 кг (3,96+0,4)
Құм.....	7,2 кг
Қиыршық тас.....	15,25 кг
Су.....	2,35 л (2,14+0,21)
Барлығы.....	29,16 кг

Бетон қоспасының тығыздығы 2350 кг/м^3 немесе $2,35 \text{ кг/л}$ құрайды деп есептейік. Онда сынау көлемі $V_{\phi} = 29,16 / 2,35 = 12,4 \text{ л}$.

1 м^3 -қа кететін материал шығыны болады:
 $C = 4,36 : 0,0124 = 350 \text{ кг}$; $S = 190 \text{ л}$; $Q = 580 \text{ кг}$; $Q.T. = 1230 \text{ кг}$.

Таңдап алынған бетон қоспасынан бақылау үлгілерін дайындайды. Сынауудың әр мерзіміне кем дегенде үш үлгі дайындалады. Үлгілер таңдап алынған шойын немесе болат пішімдерде пішімделеді. Олардың өлшемі шеттері бойынша ± 1

% ауыткуға рұқсат ете отырып аса қатаң түрде сақталады. Шекара арасындағы бұрыштар 90 ± 2^0 құрау мүмкін. Үлгілерді біріктіру өндірісте қабылдану тиіс. Бетон қоспаларының пішімге келуін оның дайындалуынан кейін 30 мин кем емес уақыт ішінде аяқтау қажет.

Бетон қоспалары дірілмен біріктірілуі кезінде кейбір қалдықтармен толтырылады, содан соң оны зертханалық аймақта (тербеліс жиілігі 50 Гц, дірілдің жүктеме есебінен тербелу амплитудасы 0,5 мм) дірілге ұшыратады. Зертханалық аймақты беттік дірілмен ауыстыруға болады. Діріл ұзақтылығы t қаттылық көрсеткіштеріне $t=(1,5+2) J$ сәйкес анықталуы тиіс, бірақ $J+30$ с кем емес.

Үлгілерді екі күн бойы $16-20^0C$ температуралы ғимаратта пішімдерде сақтайды, содан кейін оларды пішімдерден алып, ентаңбалайды және сынауға дейін ылғалдылығы 100 % жуық арнайы қоймаларда немесе уақытымен майланатын құмда сақтайды. Сынау алдында үлгілерді мұқият тексереді, шеттерін (1 мм дейінгі дәлдікпен) өлшейді.

Беріктікке сынау кезінде үлгіні төменгі тірек тақтасына шеткі жанымен біріктіреді. Бетонды сығу кезіндегі беріктік шегін 0,1 МПа дейінгі дәлдікпен есептейді, яғни аса төмен нәтиже оған жақын көрсеткіштен 20 % ерекшеленетін шарт кезінде үш үлгіні сынаудың орташа арифметикалық нәтижесі ретінде. Бұл айырмашылықтан кем дегенде 20 % асып кеткен жағдайда есептелу екі аса үлкен нәтиже бойынша жүргізіледі.

Егер сығу кезіндегі бетонның нақты беріктігі берілгеннен $\pm 15\%$ аса ерекшеленетін болса, онда бетон құрамына түзетулер енгізу қажет: беріктікті арттыру үшін цемент шығынын арттырады (яғни Ц/С), беріктікті төмендету үшін – оны азайтады.

7.5. Бетонның өндіріс құрамын анықтау

Бетонды дайындау үшін өндірісте ылғал толтырғыштар жиі қолданылады. Толтырғыштардағы ылғал мөлшері судың нақты шығынын анықтау кезінде есептелуі тиіс. Бұл жағдайда құрамды реттейді.

Ең алдымен толтырғыштағы су құрамын келесі формула бойынша анықтайды:

$$C_k = K W_p;$$
$$C_{k.t.} = K.T. W_{k.t.};$$

мұндағы W_k , W_t – құм мен қиыршық тас (жарықшақталған) ылғалдылығы.

Содан соң судың нақты шығынын орнатады: $C_n = C - C_k - C_{k.t.}$.

Себебі ылғал толтырғыштардың бір бөлігін су құрайды, онда бетонға түскен қатты материалдың салмағы есебін қамтамасыз ету үшін оның салмағын арттырады. Құм мен қиыршық тастың шығыны онда болатын су салмағын арттырады, яғни олардың өндіріс құрамындағы шығыны сәйкесінше келесіге тең болады: $K_n = K + C_k$ және $K.T._n = K.T. + C_{k.t.}$.

Құрамның берілген түзетілуі кезінде цемент шығыны өзгеріссіз сақталады.

Егер мысал шарттары үшін құм ылғалдылығы 3 % және қиыршық тас ылғалдылығы 1 % деп қабылдайтын болсақ, онда

$$\text{Құмдағы судың құрамы} - C_k = 600 \times 0,03 = 18 \text{ л,}$$

$$\text{Қиыршық тастағы} - C_{k.t.} = 127 \times 0,01 = 12,7 \text{ л}$$

$$\text{Барлығы } 30,7 \sim 31 \text{ л.}$$

С/Ц және бетонның берілген беріктігін сақтау үшін есептеу кезінде алынған су шығыны құрғақ толтырғыштар үшін азаяды, ал құрғақ құм және малта тас сәйкесінше ылғалмен ауыстырылады. Онда өндіріс құрамындағы материалдар шығыны келесідей болады:

$$\text{Цемент} \dots\dots\dots 330 \text{ кг}$$

$$\text{Құм} \dots\dots\dots 600 + 18 = 618 \text{ кг}$$

$$\text{Қиыршық тас} \dots\dots\dots 1270 + 13 = 1283 \text{ кг}$$

$$\text{Су} \dots\dots\dots 177 - 31 = 146 \text{ л.}$$

$$\text{Барлығы} \dots\dots\dots 2377 \text{ кг}$$

Бетон араласпасының тығыздығы өзгермейді.

Цемент пен толтырғыштарды бетон қоспаларына қосу кезінде алынатын алғашқы көлем алынған бетон қоспаларының көлемінен артық, себебі ауысу кезінде салмақты бірігуі жүреді: құм түйіршіктері қиыршық тас түйіршіктері арасында. Алынатын бетон қоспасының көлемін бағалау үшін келесі

формула бойынша анықталатын бетонның шығу коэффициенті β_6 қолданылады:

$$\beta_6 = 1000 / (C / \gamma_c + K / \gamma_k + K.T. / \gamma_{k.T.}),$$

мұндағы γ_c , γ_k , $\gamma_{k.T.}$ – цемент, құм және қиыршық тастың тығыздығы.

Бетонның шығу коэффициентін анықтау кезінде судың әсері ескерілмейді, себебі су қатты материалдардың бос орнын толтырады және олардың бастапқы көлеміне әсер етпейді. Бірақ өндіріс құрамы үшін β_6 коэффициентін анықтау кезінде ылғал толтырғыштардың тығыздығы қолданылады, себебі соңғысы әсіресе құм үшін құрғақ толтырғыштардан ерекшеленуі мүмкін. Бетонның шығу коэффициенті бетон құрамынан және қолданылатын материалдардың қасиеттерінен тәуелді болады және 0,55 – 0,75 аралығында тербеледі.

Бетон қоспаларын бір рет илеуде материалдар шығынын есептеу кезінде цемент, құм және қиыршық тас көлемдерінің қосындысы бетон қоспалары барабанының сыйымдылығына сәйкес келеді. Онда бір илеуден алынатын бетон көлемі V_a келесіні құрайды:

$$V_a = \beta_6 V_{6a},$$

мұндағы V_{6a} – бетон араластырғыштың тығыздығы.

Бетон қоспаларын илеу кезіндегі материалдар шығыны алынатын бетон көлеміне байланысты анықталады ($C_a = CXV_a$ и т.д.).

Егер $\gamma_{k.c.} = 1,65$ және $\gamma_{k.T.c} = 1,48$ кг/дм³ болса жоғарыда қарастырылғандар үшін алатынымыз:

$$\beta_6 = \frac{1000}{330/1,3 + 618/1,65 + 1283/1,48} = 0,67$$

Сыйымдылығы 500 л барабанның бетон қоспалары үшін бетонның шығуы бір илеуден $500 \times 0,67 = 335$ л немесе 0,335 м³ құрайды.

Бір қоспаның материалдарының шығысы құрайды:

цемент 330x 0,335=111 кг

құм.....618x 0,335 = 207 кг

қиыршық тас..... 1283х 0,335=430 кг

су 136х 0,335=45 кг

Бетон құрамын сонымен қатар келесі қатынаста көрсетуге болады: 1 : х : у, яғни

$$(330/330) : (618/330) : (1283/330) = 1:1,87:3,89$$

Есептік формулаларды нақтылау үшін, әсіресе бетон жұмыстарының аса үлкен көлемдері кезінде өндіріс шарттарына сәйкес шарттарда үлгілерді ұстай отырып материалдарды қолдану үшін дайындалған бетонды және бетон қоспаларын алдын ала сынау ұсынылады. Бетон беріктігі мен бетон қоспаларының қозғалысы үшін нақты тәуелділіктерді қолдану кезінде бетон құрамын оның келесі түзетулерімен тәжірибелік тексеріссіз тағайындауға болады, егер ол конструкциялар мен ғимараттарды бетондау кезінде дайындалған бақылау үлгілерін сынау нәтижелері бойынша талап етілетін болса.

Егер бетонның бір-екі маркасын қолданатын болсақ, онда үш мәнді С/Ц үш сынамалы илеуді дайындау жеткілікті, мысалы 0,4; 0,55 және 0,7. С/Ц мәндерінің аралығында беріктігі берілген маркадан 15 – 20 % төмен немесе жоғары бетонды алуды болжау қажет. Бетон қоспаларының қозғалысын берілгенге сәйкес таңдайды. Сынау бекітпелері үшін бетонның құрамын қарапайым әдістермен есептейді.

Берілген мерзімде жүргізілген сынау нәтижелері бойынша берілген цемент кезіндегі бетон беріктігінің Ц/С қатынасынан тәуелділік графиктерін тұрғызады немесе коэффициенттерді нақтылайды.

7.6. Химиялық қоспаларымен бетон құрамын анықтау

Әр жыл сайын бетон қоспалары мен бетон қасиеттерін жақсарту үшін қолданылатын қоспалардың ентаңбалары кеңеюде. Бірақ бұл қоспаның әр түрі үшін оның құрамын жобалаудың ерекше әдістерін қолдануды талап етпейді. Бұл жағдайда бетон құрамын анықтау жоғарыда қарастырылған бірыңғай әдістеме негізінде есепте қолданылатын «құрам –

қасиет» негізгі тәуелділіктеріне қоспалардың әсері ретінде жүргізіледі.

Ол үшін қоспалар сипатын өзгертпейтінін ескеру қажет, ал тәуелділіктерден, көбінесе бетон қоспалары қозғалысының су шығыны мен бетон беріктігінен, цементтің белсенділігінен және цемент-су қатынасынан тәуелділіктері ғана әртүрлі факторлармен сандық қатынаста өзгереді. Осыған ұқсас өзгерістердің мәні қоспа мөлшерінен тәуелді және техникалық шарттардан немесе берілген қоспаларды қолдану бойынша ережелерден тұратын ұсыныс негізінде саналуы мүмкін немесе алдын ала жүргізілген тәжірибелер нәтижелері бойынша орнатылуы мүмкін.

Қоспаларды енгізу қоспа қозғалысын арттыруға әсер етеді және қозғалмалы қоспаларды алу үшін қажетті су шығынын азайтады, бірақ негізгі $ШК=f(C)$ тәуелділігі қарапайым бетонда да, және қоспалы бетондарда да бір сипатқа ие. Тек қисықтардың орналасуы ғана өзгереді және сәйкесінше, ол бойынша алынатын сандық нәтижелер де. Егер қоспа бетон қоспаларының суталаптылығын 10 немесе 20 % азайтатын болса, онда сәйкес қисықтарды тұрғызуға болады және олар бойынша қоспаның берілген қозғалысын алу үшін талап етілетін су шығынын анықтауға болады.

Кешенді қоспаларды енгізу кезінде олардың бетон қоспаларының су талаптылығына әсері созылмалы кешен мөлшері мен түрі бойынша бағаланады. Қатуды күшейту кезінде қоспа қозғалысының су шығынан тәуелділігі бұл жағдайда өзгермейді және су шығыны қоспасыз қарапайым бетонға арналған ұсыныстар бойынша анықталады.

200-ден 450 кг дейінгі цемент шығыны кезінде бетон қоспаларында цемент құрамының өзгерісі су талап етуге аз әсер етеді. Бұл жағдайда бетон қоспаларының су талап етуінің тұрақтылық заңы жайлы айтуға болады. пластификаторлар мен суперпластификаторларды енгізу бұл заңдылықты бұзбайды, бірақ су талап етудің сандық мәнін және шеттерін өзгертеді. Бұл қоспаларды енгізу бетон қоспаларының су талап етуін азайтады, бірақ жоғары аралықты цементтің үлкен шығынына қарай жылжытады, яғни бетон қоспаларының су талап ету тұрақтылық заңы пластификаторларды цементтің 500-550 кг/м³ шығынына

дейін енгізу кезінде, ал суперпластификаторларды $550-600 \text{ кг/м}^3$ дейін енгізу кезінде сақталады, сондықтан бұл жағдайда цементтің жоғары шығындары кезінде қоспасыз бетондар үшін ұсынылатын цементтің қосымша мөлшерін енгізу қажет емес.

Суперпластификаторлардың бетон қоспасына әсері цементтің енгізілген қоспа мөлшерінен және минералогиялық құрамынан тәуелді болады (7.7-кесте). Бірақ екінші фактордың әсері жоғары емес және қоспаның сәйкес түзету құрамымен ескерілуі мүмкін: алюминийлі цементті қолдану кезінде қоспа мөлшері цемент салмағынан 0,1-0,2 % артады.

7.7-кесте

Суперпластификаторлардың мазмұны мен цементтің минералогиялық құрамының оның әрекетінің тиімділігіне әсері

Цементтің шартты тобы	Цементтегі құрамы, %		Суперпластификаторды мөлшерлеу кезінде бірыңғай қозғалатын қоспадағы су шығынының орташа азаю деңгейі, %			
	C ₃ S	C ₃ A	0,5	0,75	1	1,25
1	49	6	18	23	28	33
2	40	7-8	17	22	27	32
3	33	10	15	19	24	29

Әртүрлі суперпластификаторлардың бетонды қоспасына әсерін салыстыру көрсеткендей, ол шамамен бірдей болады. Мысалы, цемент салмағынан 1 % қоспа кезінде және цементтің 500 кг/м^3 шығыны кезінде әртүрлі қоспалар үшін су талап ету 23-тен 25 % дейін тербеледі.

Сынау илемдері үшін құрамды анықтау үшін орташа мәндер суперпластификатор мөлшерінен тәуелді болатын ΔC орташа мәнін қабылдау қажет: цемент салмағының 0,5 % мөлшері кезінде шығын 15 % азайтуға болады, ал мөлшердің келесі 0,25 % мөлшері су шығынын 4-5 % төмендетеді.

Бетон қоспаларына сульфат ашытқысын немесе соған ұқсас кластағы қоспаларын енгізу кезінде, яғни әсер ету бойынша

ұқсас, есептеу үшін бұл мәннің тәжірибелі жолмен $\Delta C=10\%$ шартты орташа мәні қолданылуы мүмкін. СДБ пластификатор қасиеттерін оның сілтілермен немесе полимер қоспаларымен жақсарту кезінде ΔC мәні 12-15 %-ға дейін жоғарылайды. Ауа әсеріне ұшырайтын қоспалар үшін ΔC мәні 3-7 %-ды құрайды.

Қоспалардың бетон қоспасының су талаптылығына әсерін бетон қоспаларында қарапайым бетон қоспасымен салыстырғанда берілген қозғалысты алу үшін қажет болатын су шығыны қоспасымен B_1 біршама төмендейді. Су шығыны $C_1=K_1C$. Егер ΔC , % қоспасымен бетон қоспаларының су талаптылығын төмендету мәні белгілі болса, онда $K_1=(100 - \Delta C)/100$, мысалы, егер бетон қоспасына СДБ қоспасын енгізу кезінде $\Delta C \approx 10\%$ деп қабылдайтын болса, онда $K_1=0,9$.

Бетон қоспаларының су талаптылығына пластификаторлар мен суперпластификаторлар қоспаларының әсері бойынша жоғарыда көрсетілген мәліметтер бетон қоспасына қоспаның тиімді мөлшері енгізілген жағдайда жатқызылады. Қоспа құрамын азайту кезінде оның бетон қоспасына әсер ету тиімділігі азаяды, қоспа құрамын тиімді мәндермен салыстырып арттыру кезінде бетон қоспасының қатаюы баяулайды, ол бетон қоспасына не қатаю тездеткіштерінің бір уақытта енгізілуі, не бетонның қатаюын жеделдететін басқа да іс-шараларды қолдану талап етіледі. Нәтижесінде бетон қоспасында қолданудың техника-экономикалық тиімділігі төмендеуі мүмкін.

Пластификаторлы және ауа әсеріне ұшырайтын қоспалардың тиімді мөлшерлері 7.8 және 7.9 кестелерде көрсетілген. Пластификаторлы қоспаларды мөлшерлеу кезінде цемент түрі ескеріледі, ал ауа әсеріне ұшырайтын мөлшерлерді таңдау кезінде – цемент шығыны.

Суперпластификаторлардың тиімді мөлшерлемесі алынатын техника-экономикалық әсерден тәуелді болады: бетон қоспаларының қозғалысын арттыру үшін қоспа қажет пе, немесе цемент шығынының қысқаруы, немесе бетон беріктігін арттыру үшін, немесе бетон және темірбетон бұйымдардың пішімдерін жетілдіру үшін.

7.8-кесте

Пластификаторлы және пластификаторлы-ауа әсеріне ұшырайтын қоспалардың ұсынылатын мөлшері

Цемент түрі	Құрғақ заттағы қоспа есебі, % цемент массасы		
	СДБ, УПБ	М, ВЛХҚ, ГКЖ-10, ГКЖ-11	ВПр-1
Портландцемент, тез қатаятын портландцемент	0,15-0,25	0,1-0,2	0,005-0,02
Сульфатты портландцемент	0,1-0,2	0,05-0,15	0,01-0,02
Шлақты портландцемент, пуццоланды портландцемент	0,2-0,3	0,1-0,2	0,01-0,03

Қолдану әсері қоспа құрамының артуымен біршама жоғарылайды, бірақ цемент салмағының 1,2 %-нан аса қоспасының шығыны кезінде бетонның қатаюы баяулау бастайды, ол жинақты темірбетонды конструкцияларды дайындау кезінде қажет емес. Суперпластификаторлардың тиімді мөлшерін тәжірибеде анықтау тәжірибелік жолмен жүргізіледі. Сынау илемдерінің құрамын есептеу үшін қарапайым бетон үшін қоспаның тиімді мөлшері 0,5-0,7 %, ал жоғары берік бетон үшін цемент салмағы 0,7-1,2 % құрайды деп шамамен есептеуге болады.

7.9-кесте

Ауа әсеріне ұшырайтын және газды қоспалардың ұсынылатын мөлшері

Қоспалар	Құрғақ заттың есептеу саны, % цемент массасы, шығыны кезіндегі, кг/м ³		
	до 300	300-450	450 жоғары
СНВ, СПД, ЦНИПС-1, СДО, С, ОП	0,005-0,015	0,01-0,02	0,015-0,035
ГКЖ ГКЖ-94	0,06-0,08	0,05-0,07	0,03-0,05

Кешенді қоспаларды қолдану кезінде қоспаның бетон қоспаларына әсерінің қосынды мәні ескеріледі, ал құралғыштар мөлшері әр қоспа үшін жеке қабылданады (7.10-кесте). Қоспаның тиімді мөлшері бойынша тиімді шешім қабылдау бақылау сынақтарын жүргізгеннен кейін қабылданады. Бұл жағдайда қоспаның минимальды мүмкін болатын шығыны кезінде алға қойылған мақсаттарға жетуге болады.

7.10-кесте

Кешенді қоспалардың ұсынылған құрамдары

Қоспаның түрі	Құрғақ заттың есептеуіндегі қоспа саны, % цемент массасы
СДБ+(СНВ, СПД)*	(0,1-0,3)+(0,003-0,03)
СДБ+(ГКЖ-94, ПГЭН)	(0,1-0,3)+(0,05-0,1)
СДБ+(СН,ХК,НК,ННХК)	(01-0,3)+(0,3-1,5)
УПБ+СН	(0,1-0,3)+(0,5-1,5)
ПАЩ-1+(СНВ,СПД)	(0,1-0,3)+(0,005-0,02)
СДБ+(СНВ, СПД)+ННК	(0,1-0,15)+(0,001-0,03)+(0,5-1,5)

Бетон беріктігінің цементті-су қатынасынан тәуелділігі химиялық қоспаларды қолдану кезінде де өзгермейді. Пластификатор мен суперпластификаторларды енгізу $R_6=f(C/C)$ қисығын қоспасыз бетонға арналған қисықпен салыстырғанда біршама өзгеруі мүмкін. Егер қоспа бетон қоспасына қосымша суға енуіне әкелетін болса, онда сол C/C кезіндегі беріктік біршама төмендейді. Ал егер қоспа аса берік цемент тастарын алуға мүмкіндік беретін болса, онда беріктік біршама артады, сәйкесінше, $R_6=f(C/C)$ қисығы қарапайым бетонға арналған қисықтан жоғары болады. Бетон беріктігін есептейтін формулаларда коэффициенттер мәні немесе қисықтың орналасуы алдын ала жүргізілетін сынақтар нәтижесінде қабылдануы мүмкін.

Пластификаторлар мен суперпластификаторлардың енгізілуі бетон беріктігінің цемент-су қатынасынан түзу сызықты тәуелділігі байқалатын аймақты кеңейтеді. Пластификаторлармен бетон үшін түзу сызықты тәуелділіктің өзгеруі $C/C \geq 3,3$ кезінде жүреді, ал суперпластификаторлы бетон үшін $C/C \geq 4$ кезінде. C/C аса жоғары мәндері кезінде қоспалардың бетон қасиеттеріне

әсері жоғары берік бетондарды есептеу $R_6 = AR_{ц}/(Ц/C - C)$ кезінде қолдануға мүмкіндік береді, яғни беріктіктің бірыңғай формуласы бойынша қарапайым және жоғары берік бетонды есептеу жүргізіледі.

Егер бетонды дайындау кезіндегі цемент шығыны өзгеріссіз қалатын болса, онда пластификаторлар мен суперпластификаторлар қоспасының бетон қасиетін әсері цементті тас тығыздығына әсерінен жинақталады және соған байланысты бетон беріктігін арттыруға (тұрақты $C/Ц$ кезінде), ол K_2 коэффициентімен және су шығынын төмендету және соған байланысты $Ц/C$ арттыру есебінен жететін әсерімен ескеріледі. 8.12 суретте беріктіктің нақты өзгеруі ΔR_1 және ΔR_2 мәндері ретінде көрсетілген.

Қоспалы және $C/Ц$ төмен қатынасымен бетонның беріктігінің қатынасы ретінде көрсетілетін R_3 қосынды коэффициентінің көмегімен қоспалардың қосынды әсерін бағалауға болады (тең қозғалысты бетон қоспасы үшін R бетонның R_6 беріктігіне дейін). Себебі $R = K_2 AR_{ц}/(Ц/K_1 C - 0,5)$, онда

$$K_3 = K_2 \frac{1 - K_2 0,5 K_1 C / Ц}{1 - 0,5 K_1 C / Ц}.$$

Пластификаторлар мен суперпластификатор қоспалары үшін келтірілген мәліметтер қатаюдың қоспа-жеделдеткішті қолдану жағдайында таралуы мүмкін. Бұл қоспалар бетонның қатаюын алдыңғы кезеңде өзгерте отырып оның беріктігіне 28 күннен кем емес мерзімде әсер етуі мүмкін. Басқа да жағдайларда беріктікті арттыру 10 – 15 % кем емес құрайды, сондықтан осы жағдайда да қатаюдың жеделдеткіш қоспалары 28 күн мерзімде бетон беріктігінің цемент-су факторларынан тәуелділігін өзгертпейді, ал олардың беріктіктің өзгеруіне мүмкін әсерін K_2 коэффициентімен пластификаторларымен кезіндегідей қабылдауға болады.

Қатаюдың жеделдеткіш қоспалары бетон беріктігін бастапқы уақытта маңызды өзгеріске ұшыратады, бірақ олардың бетонның қатаю кинетикасына әсері цемент түрінен, бетон құрамынан, қатаю шарты мен басқа да факторлардан тәуелді болады. 1 күн мерзімде қоспаларды қолданумен бетон беріктігін арттыру 7.11-кестеде көрсетілген. Аса жақсы нәтижелерге

қоспалы бетонның қатаюы бірнеше аса жоғары температуралар кезінде жүрген уақытта жетеді. Бұл бастапқы кезеңде бетонның жоғары салыстырмалы беріктігін алуға және кейбір жағдайларда темірбетонды бұйымдардың жылулық өңделуінен бас тартуына мүмкіндік береді.

7.11-кесте

Бастапқы кездегі бетонның қоспамен қатысты беріктігі

Қоспа	$\frac{C}{Ц}$	Цементтің маркалары мынандай болғанда 1 тәуліктегі бетонның біршама беріктілігі		
		400	500	600
Қатаюды тездететін ($CaCl_2$)	0,4	0,3	0,4	0,45
	0,6	0,2	0,3	0,35
Жинақталған қоспалар	0,4	0,4	0,5	0,55
(қатаюды тездететін, суперпластификатор, ауа	0,6	0,3	0,4	0,45
іліктіруге қарсы компонент)	0,4	0,55	0,65	0,7
Сондай, 40 °С қатайғанда	0,6	0,45	0,55	0,6
	0,4	0,25	0,25	0,35
Қоспасыз (салыстыру үшін)	0,6	0,1	0,15	0,25

7.12-кесте

Қатаюдың жеделдеткіш қоспаларының тиімді құрамы және болаттың коррозиялау ингибиторлары

Цементтің түрі	C/Ц	Құрғақ затта есептесудегі қоспа құрамы, % цемент массасы		
		СН, ХК	НК, ННХК	ИНК, НИ
Портландцемент, ТКЦ, сульфатты портландцемент	0,35-0,55 0,55-0,75	1-1,5 0,5-1	1,5-2,5 1-2	2,5 2
Шлақты портландцемент, пуццоланды портландцемент, пластификацияланған немесе гидрофобты портландцемент	0,35-0,55 0,55-0,75	1,5-2 1 -1,5	2-3 1,5-2,5	2,5 3

Қатаюдың жеделдеткіш қоспалары бетон қоспаларына тиімді мөлшерде енгізілуі тиіс. Әдетте қоспалардың тиімді мөлшері қоспа бетонға жеткілікті тиімді әсер ететін жағдайда қабылданады, бірақ кері әсерлер болдырмайды. Қоспаның төмен мөлшері кезінде оның тиімділігі төмендейді, жоғары мөлшері кезінде, бір жағынан, бетонға аса жоғары енгізілген қоспаның әр қосымша мөлшерінің әсерінен маңызы төмендейді, ал басқа жағынан, кері әсерлер пайда болуы мүмкін, мысалы CaCl_2 қоспасы аса жоғары мөлшерде арматураның коррозиялануына әсер ету мүмкін. Қоспаның тиімді мөлшері әдетте тәжірибелі жолмен қабылданады. Сынау илемдері үшін бетон құрамын анықтау үшін қоспаның тиімді мөлшерін 7.12-кесте бойынша қабылдауға болады.

Бетон қоспасына және K_1 және K_2 бетондарына енгізілетін қоспалардың тиімділік коэффициенттерін қолдана отырып бетон құрамын анықтауды біршама қысқартуға болады. Бұл жағдайда қарапайым бетондарға арналған әдістерді қолдануға болады.

8. БЕТОН ҚОСПАСЫНЫҢ ҚАСИЕТТЕРІН АНЫҚТАУ

Бетон қоспалары ауа әсеріне ұшырайтын арнайы қоспалар жағдайында енгізілген су, толтырғыштар түйіршіктері, сумен әсер етуі кезінде пайда болатын тұтқыр, жаңадан пайда болған бөлшектерден тұратын көп құралғышты жүйеден тұрады. Айтылған құралғыштар арасындағы әсердің пайда болуы салдарынан бұл жүйе байланыс орнатады және белгілі бір физикалық қасиеттерге ие бірыңғай физикалық дене ретінде қарастырылуы мүмкін.

8.1-кесте

Жайғастырылу ыңғайлылығы бойынша бетонды қоспалардың классификациясы

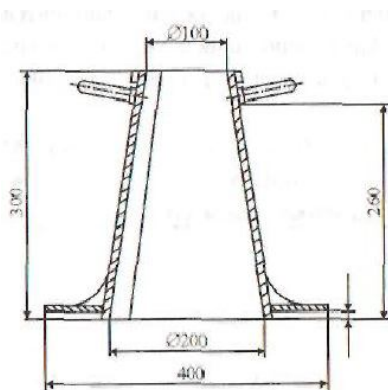
Қоспалар тобы	Жайғастырылу ыңғайлылығы бойынша маркасы	Жылжымалылығы, см	Қаттылығы, с
Аса қатты	СЖ3	-	100-ге жуық
	СЖ2	-	51 – 100
	СЖ1	-	50-ден аз
Қатты	Ж4	-	31 – 60
	Ж3	-	21 – 30
	Ж2	-	11 – 20
	Ж1	-	5 – 10
Жылжымалы	П1	1 – 4	3 және одан аз
	П2	5 – 9	-
	П3	10 – 15	-
	П4	16 – 20	-
	П5	21 және одан көп	-
			-

Конструкциялар мен бұйымдарда бетонның жоғары сапасын қамтамасыз ету және өндірісі үшін бетон қоспасы оның бірігу шарттарына сәйкес келетін жүйеге ие болуы тиіс, яғни белгілі бір ыңғайлылық. Бетон қоспасының бұл негізгі қасиетін қозғалыс және қаттылық көрсеткіштерімен бағалайды. Бұл көрсеткіштер бойынша бетон қоспалары келесі топтар мен маркаларға ажыратылады (8.1-кесте).

Бетон қоспаларының қасиеттері оның құрамынан, түрінен және басқа да құралғыштар қасиеттерінен тәуелді болады. Сонымен, цемент құрамын арттыру кезінде сәйкесінше, қоспа толтырғыштары құрамын азайту кезінде аса жылжымалы болып табылады. Су құрамына енгізілетін қоспаның артуына әсер етеді, бірақ бұл қоспаның қабатталуын тудыруы мүмкін, ал бетон беріктігі төмендейді.

8.1. Бетон қоспаларының жылжымалығын анықтау

Жылжымалық көрсеткіші ретінде бетон конусының өз салмағындағы массасы қолданады. Бұл мақсатта беттік болаттан дайындалған конус пішіндес стандарт аспап қолданылады (8.1-сурет). 8.1-суретте көрсетілген өлшемдерімен конус түйіршіктері 40 мм дейінгі толтырғыш түйіршіктерімен бетон қоспасының қозғалысын анықтау үшін арналған.



8.1-сурет. Бетон қоспасының жылжымалығын анықтауға арналған конус

Алдымен конустың ішкі бетін ылғал матамен сүртеді және тегіс қабатқа орналастырады. Конусқа воронка орнатылады, 1/3 биіктікке дейін бетон қоспасымен толтырылады және металл стерженімен 25 рет ұшталады. Содан соң конусты 2/3 биіктікке дейін толтырады, 25 рет ұштайды, ары қарай қалдықтармен толтырады және тағы да 25 рет ұшталады. Ұштау конус

кабырғасынан центрге дейін бірқалыпты жүргізіледі. Үшінші қабатты біріктіруден кейін воронка алып тасталынады, қоспаның артық мөлшері кельмамен кесіп алынады және беткі қабаты тегістеледі. Металл конусты тік көтеріп, пішімделген бетон конусы жанына орнатады.

Металл және бетон конустарының биіктіктерінің 0,5 см дейін өлшеу кезіндегі айырмашылықтары бетон қоспасының қозғалысын көрсетеді. Өлшеу екі рет жүргізіледі және екі нәтиже бойынша 1 см дейінгі шеңберлі қозғалыстың орташа арифметикалық мәні есептеліп алынады. Бұл кездегі екі нәтиже арасындағы айырмашылық $ШК \leq 4$ см кезінде 1 см, $ШК = 5-9$ см кезінде 2 см және $ШК \geq 10$ см кезінде 3 см аспауы керек.

8.2-кесте

Бетон қоспасының жылжымалылығын анықтайтын нәтижелер

Қоспадан дайындалатын бетон маркасы және түрлері	Жеке сынау нәтижелері, см	Орташа арифметикалық нәтиже, см

40 мм аса толтырғыш түйіршіктерінің өлшемі кезінде келесі өлшемді конус қолданылады, мм: төменгі негіздің ішкі диаметрі – 300, жоғары негіз – 150, биіктігі – 450. Бұл конусты қолданумен қозғалысты анықтау әдісі стандартты әдіске ұқсас, бірақ бұл кезде алынған нәтиже қарапайым конус қалдығының мәніне келтіру үшін 0,67 түзету коэффициентіне көбейтіледі.

Егер бетон қоспаларын сынау нәтижесінде конус қалдықтары нөлге тең болатын болса, онда бұл қоспаның қозғалысқа ие еместігін көрсетеді, және сондықтан ыңғайлылық көрсеткіші ретінде бетон қаттылығы қолданылады.

Тәжірибелер нәтижесі 8.2-кестеге енгізіледі.

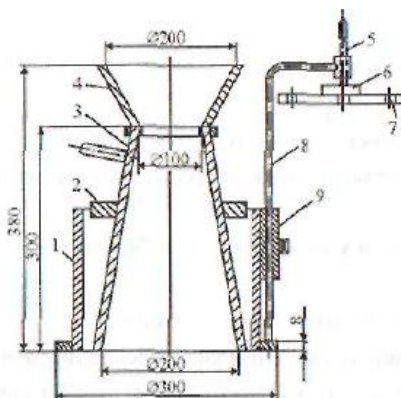
8.2. Бетон қоспаларының қаттылығын анықтау

Бетон қоспалары қаттылығының көрсеткіштері ішкі диаметрі 240 мм, биіктігі 200 мм болатын цилиндрлік аспаптан

1, бетон қоспасы қалдықтарын анықтауға арналған бағыттаушы штатив 8 түріндегі құрылғыдан 9, алты саңылаулы қалыңдығы 4 мм болатын металл тақтайшадан 6 және штангадан 5 тұратын арнайы аспапта анықталады (8.2-сурет).

Аспап стандартты зертханалық діріл аймағында орнатылады және оған тығыз бекітіледі. Содан кейін ыдысқа бетон қоспаларын толтыруға арналған саптаулармен 4 металл конус пішімдерін 3 орналастырады.

Конус пішіндерінің өлшемі бетон қоспаларын анықтау кезіндегідей, яғни биіктігі – 300 мм, төменгі диаметрі – 200 мм, жоғары диаметрі – 100 мм. Конус пішін арнайы ұстатқыш сақина 2 көмегімен аспапқа орнатылады және оны ұштау арқылы (әр қабатын 25 рет) тығыздай отырып бетон қоспасының үш қабатымен толтырылады. Одан кейін конус пішінді жояды, штативті бұрып, бетон қоспасының беткі қабатына диск орнатады және діріл аймағын қосады. (2900 ± 100) тербеліс/мин жиілігі және $(0,50 \pm 0,01)$ мм амплитуда кезінде діріл цементті дисктің екі саңылауынан бөлінуі басталғанға дейін жүргізіледі. Дірілдің жүргізілген уақыты – бетон қоспасы қаттылығының көрсеткіші.

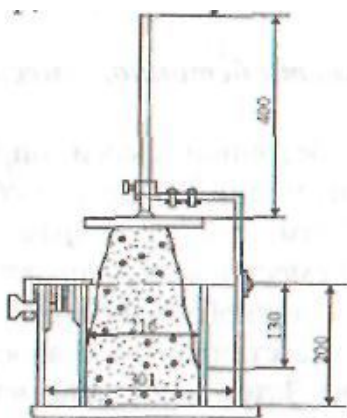


8.2-сурет. Бетон қоспасының қаттылығын анықтауға арналған стандарт аспабы

1 – цилиндр сақинасы; 2 – конус ұстағыш; 3 – конус; 4 – салу
воронкасы; 5 – штанга; 6 – алты тесігі бар диск; 7 – штатив;
8 – қысып тұратын бұранда

Бетон қоспасының қаттылығын екі рет анықтайды. Алғашқы анықтаудан екіншінің аяқталуына дейінгі сынаудың жалпы уақыты 15 мин аспауы тиіс. Бетон қоспасының қаттылығын 1 м дейінгі шеңбермен бір бірінен ерекшеленетін 20 % аса екі анықтама нәтижелерінің орташа арифметикалық мәні ретінде есептейді. Анықтау нәтижелерінің аса үлкен мәні кезінде жаңа сынауда қайталанады.

Зертханаларда кейбір жағдайларда Б.Г. Скрамтаев ұсынған бетон қоспасының қаттылығын анықтауға арналған қысқартылған әдіс қолданылады. Бұл әдіс бойынша сынау келесідей жүргізіледі. Өлшемі 200х200х200 мм болатын кубты дайындау үшін қарапайым металл пішімге стандартты конус орнатылады. Одан алдын ала тіректер алынады және конус куб ішіне кіру үшін төменгі диаметр біршама төмендетіледі (8.3-сурет).



8.3-сурет. Бетон қоспасының қаттылығын қарапайым тәсілмен анықтау

Конус тағы үш қабатпен толтырылады. Металл конусты алғаннан кейін бетон қоспаларын зертхана аймағында дірілге ұшыратады. Діріл бетон қоспасы кубтың барлық бұрыштарын толтырғанша және оның беткі қабаты горизонталь болғанша жалғасады.

Стандартты аспапта анықталған қаттылық көрсеткіштері тәжірибелердің көрсетуі бойынша Б.Г. Скрамтаев әдісі бойынша алынған көрсеткіштерден шамамен 1,5-2 есеге төмен.

Тәжірибе нәтижелері 8.2 кестеге енгізіледі.

9. АУЫР БЕТОННЫҢ ҚАСИЕТТЕРІН АНЫҚТАУ

Ауыр бетон сапасы сығу және иіу кезіндегі беріктік бойынша топтармен және маркалармен, аязға тұрақтылығы және су өткізгіштігі бойынша маркалармен сипатталады. Сығуға беріктілігі бойынша бетон сыныбын 28 күн мерзімде бастапқы өлшемді (15x15x15 қабырғалы куб) бетон үлгілерінің 0,95 қамтамасыз етілуімен МПа сығылуға беріктігінің кепілдік берілетін шегі мәнімен анықталады. Бетондар мынадай топтарға жіктеледі: В3,5; В5; В7,5; В10; В12,5; В15; В20; В25; В30; В35; В40; В45; В50; В55; В60; В65; В70; В75; В80.

9.1-кесте

Сығу кезіндегі бетонның класы, маркасы және орташа беріктілігі

Сығу кезіндегі бетон беріктігінің класы	Берілген класс бойынша бетонның орташа беріктігі, МПа	Сығу кезіндегі бетон беріктігінің соңғы маркасы
В3,5	4,6	М50
В5	6,5	М75
В7,5	9,8	М100
В10	13,1	М150
В12,5	16,4	М150
В15	19,6	М200
В20	26,2	М250
В25	37,7	М350
В30	39,3	М400
В35	45,8	М450
В40	52,4	М500
В45	58,9	М600
В50	65,5	М700
В55	72,0	М700
В60	78,6	М800

Өндірісте бетонның орташа беріктігін сығуға беріктігі бойынша бетон маркалармен бақылайды. Сығуға беріктігі бойынша, сығуға орташа беріктік бетон топтарының сығуға

беріктігі бойынша маркалар арасындағы қатынасы 9.1-кестеде көрсетілген.

Жол және аэродром құрылысында қолданылатын ауыр бетондар үшін иілу кезіндегі беріктігі бойынша бетон маркалары қабылданады.

Ауыспалы қатаю және еруі бойынша қолданылу процесіне ұшырайтын конструкция бетондары үшін аязға тұрақтылығы бойынша келесі маркалар қарастырылады: F50, F75, F100, F150, F200, F300, F400, F500, F600, F800, F1000.

Өткізгіштік және жоғары тығыздық және коррозияға тұрақты шектерінің талаптары көрсетілетін конструкция бетондары үшін су өткізгіштік бойынша маркалар тағайындалады. Ауыр бетон маркалары су өткізгіштігі бойынша сәйкес келеді: W2, W4, W6, W8, W10, W12, W16, W18, W20.

Бетон араласпасының тығыздығы мен көлемін анықтау. Түзетіліп жасалған бетон қоспасын сыйымдылығы 5 л болатын ыдысқа салып, стационарлы дірілдеткіш алаңында цемент сұйығы шыққанша дірілдетеді (дірілдету уақыты 2 мин). Одан кейін бетон қоспасының артығын кесіп тастап, араласпадағы бетонның тығыздығы мен көлемін формула бойынша анықтайды:

$$\rho_{\text{о.п.}} = m/V; \quad V_0 = m/\rho_{\text{о.п.}}, \\ m_3 = m_2 - m_1,$$

мұндағы m_3 – ыдыстағы бетонның массасы, кг; m_1 – ыдыстың массасы, кг; m_2 – бетоны бар ыдыстың массасы, кг; m – араласпа дайындауға кететін барлық материалдардың массасы, кг; V – ыдыстың көлемі, л.

Үлгілерді дайындау және сақтау. Түзетіліп жасалған бетоннан (бір құрамдағы бетон үшін), бетонның сығылып сынғандағы беріктігі бойынша маркасын анықтау үшін үш үлгі-бағана дайындайды. Үлгінің мөлшері толықтырғыштың түйіршігінің ең үлкен ірілігіне байланысты болады: ірілігі 30 мм болғанда кубтың қырларының мөлшері 100 мм болуы керек; 50 мм болғанда – 150 мм; ал 70 мм болғанда – 200 мм және 100 мм – 300 мм. Бетонды қалыпқа стационарлы дірілдеткіш алаңында стандартты тәртіпке сай салады: тік бағыттағы тербелмелі жиілігі бір минутта $\pm$ мм күште 2800-3000 амплитуда болады.

Үлгілерді қалыпты жағдайда $18^0 (\pm)$ температурада 28 тәулік аралығында және ауаның біршама ылғалдығы 90 % төмен емес (алғашқы 1-2 тәулігінде қалыпта) жерде сақтайды.

1 м³ бетонға керек материалдардың шығынын анықтау.

Мұндай көрсеткішті материалдардың салмағы және көлемі бойынша есептейді:

$$\begin{array}{ll} \text{салмағы бойынша (кг)} & C = (m_{\text{ц}} / V_{\text{б}}) \cdot 1000; \\ \text{көлемі бойынша (л)} & V_{\text{ц}} / \rho_{\text{о.ц.}}, \end{array}$$

мұндағы C – 1 м³ бетонға керек цементтің шығыны, кг; $V_{\text{ц}}$ – 1 м³ бетонға керек цементтің көлемі, л; $m_{\text{ц}}$ – тексеруге алынған араласпадағы цементтің мөлшері (м, л) және берілген қолайлы қоймалжыңдылықты жасауға арналған барлық түзегіш қоспалардың қосындысы, кг; $V_{\text{б}}$ – бетон қоспасының көлемі, л; $\rho_{\text{ц.т.}}$ – цементтің көлемдік тығыздығы, кг/л.

Осындай жолменен 1 м³ бетонға керек құм, қиыршық тас және судың шығынын салмағы және көлемі бойынша анықтайды.

Бетонның номинальды құрамы:

$$\begin{array}{ll} \text{салмағы бойынша} & \frac{Ц}{----} : \frac{П}{----} : \frac{Щ}{----} ; \\ & Ц \quad Ц \quad Ц \\ \\ \text{көлемі бойынша} & \frac{V_{\text{ц}}}{----} : \frac{V_{\text{п}}}{----} : \frac{V_{\text{ш}}}{----} ; \\ & V_{\text{ц}} \quad V_{\text{ц}} \quad V_{\text{ц}} \end{array}$$

Қоспаның өндірістік құрамын анықтау. 1 м³ бетонға керек материалдардың шығынын есептеп, бетонның өндірістік құрамын анықтауға көшеді, яғни толықтырғыштардың ылғалдығын ескереді. Ол үшін толықтырғышта болатын судың мөлшерін есептейді, барлық толықтырғыштағы пайызбен алған ылғалдығын көбейту арқылы. Осындай жолмен толықтырғыштардағы анықталған суды, зертханада анықталған бетонның құрамынан судың мөлшерін алып тастайды, осының салдарынан азайған салмақты, толықтырғыштардың (құм мен қиыршық тастан) ылғалдық мөлшеріне сай келетіндей қылып

бетонның құрамын толықтырады. Қорытындысында зертханалық және өндірістік бетонның құрамының салмағы тең болуы қажет. Нәтижелері 9.2-кестеге енгізіледі.

9.2-кесте

1 м³ бетонға керек материалдардың шығынын анықтау

№ п.п.	С/Ц	Таңбалау	Қарғ	β	1 м ³ бетонға керек материалдардың шығыны, кг											
					есептелген						нақтыланған					
					Ц	С	Қ	Қ.Т.	Қос	Барлығы	Ц	С	Қ	Қ.Т	Қос	Барлығы

Бетон үлгілерін тексеру және оның маркасын белгілеу.

Үлгілерді тексеру алдында қарап шығады. Тексергенде престің плитасына жанасып тұратын қырлары параллель болуы керек және ойыңқылар болмауы қажет. Үлгінің қырларынан табылған ақауларды қалыптан шығарғаннан кейін ғана, қою цемент илемін құйып түзетеді. Сосын үлгілерді өлшеп, тығыздығы мен үлгінің қима ауданын анықтау үшін өлшейді. Тексеру кез келген конструкциялы престерде жүргізіледі; тексеру кезінде түсетін күш үздіксіз және біркелкі секундына 0,2-0,3 МПа жылдамдықпен өсіп отыруы қажет.

Жеке үлгілердің сығылып сынғандағы беріктілігін бұзатын күштің жеке дербес бөлісі шамасының жұмысшы үлгі ауданының шамасына қатынасы бойынша есептеп шығарады.

Бетонның сығылып сынғандағы беріктілігін анықтау үшін, үш үлгіні сынайды және осы сыналған үлгілердің орташа арифметикалық нәтижелерін есептеп шығарады. Егерде сыналған үш үлгінің нәтижесінің ең төмен біреуі 20 %-дан жоғары келесі көрсеткіштен ерекшеленетін болса, онда беріктілік шегін есептеу екі ең үлкен нәтиже бойынша жүргізіледі. Беріктілік шегін қырлары 150 мм болатын үлгі-кубтың сығылып сынғандағы

беріктілік шегіне келтіру керек (егерде сынау стандарт үлгіде жүргізілсе).

Үлгінің ұстау уақыты аяқталғаннан кейін, сығылып сынғандағы беріктілік шегін анықтау үшін престо сынау жүргізеді. Сынау нәтижелерін 9.3-кестеге жазады.

Дайындау уақыты Тексеру уақыты

Жасы Таңбалау

9.3-кесте

№	Үлгінің мөлшері, см			Қиманың ауданы, см ²	Көлемі, см ³	Массасы, г	Бұзатын күш	Тығыздылығы, г/см ³	Сығылып сынғандағы беріктілігі, МПа	
	биіктігі	ені	қалыңдығы						Тәжірибе үлгі- кубтың қырының мөлшері, см	15x15x15 см үлгі

Бетонның шығу коэффициентін анықтау. Бетон дайындауға арналған материалдар ($V_{ц}$, $V_{к}$ және $V_{к.т.}$) илеуге дейін олардың әр қайсысының көлемдерінің қосындысына тең болатын көлемді алады. Илеу кезінде бетон қоспасында нығыздалу болады, өйткені қиыршық тастың кеуектері құммен толады, ал құмның кеуектері – цемент илемімен. Бетон қоспасының көлемі V_6 бетонды құрайтын құрғақ материалдар көлемінің қосындысынан әр қашанда аз болады, мұны теңсіздікпен білдіруге болады

$$1000 \neq (V_{ц}, V_{к} \text{ және } V_{к.т.}).$$

Бұл теңсіздікті β коэффициентін енгізу жолымен теңдікпен ауыстыруға болады:

$$1000 = \beta (V_{ц} + V_{к} + V_{к.т.}),$$

мұндағы β – бетонның шығу коэффициенті, толықтырғыштардағы кеуектердің көлеміне байланысты 0,55-0,75 аралық шамасында ауытқиды; $V_{ц}$, V_k және $V_{к.т.}$ – цементтің, құмның, қиыршық тастың көлемі, л;

$$\beta = \frac{1000}{(V_{ц} + V_k + V_{к.т.})}$$

Бетонның шығу коэффициенті тек қана бетон қоспасының көлемін анықтап қоймай, берілген сыйымдылықтағы бетон араластырғыштағы материалдарға есептеу жүргізуге мүмкіншілік береді.

Бетон араластырғыштағы араласпаға керек материалдардың шығынын анықтау. Бетон араластырғыштағы араласпаға керек бетонның құрамдас бөліктері белгілі бір сыйымдылықта табылған шығу коэффициентін ескере отыра формула бойынша есептейді

9.4-кесте

Жиынтық кесте

№	С/Д	Қолайлы жайлым дылық		Тығыз дылық, кг/м³		Материалдар шығыны										Шығу коэффициенті	R _{саяғ}	Бетонның маркасы
		см	сек	қоспа	бетон	1 м³ бетонға қажет					бетон араластырғышқа қажет							
						Ц	С	Қ	ҚТ	Барлығы	Ц	С	Қ	ҚТ	Барлығы			

$$Ц_v = (V\beta / 1000)Ц,$$

мұндағы $Ц_v$ – бетон араластырғыштағы араласпаға керек цементтің мөлшері, кг; V – бетон араластырғыштың көлемі, л; $Ц$ – 1 м³ бетонға керек цементтің шығыны, кг.

Осындай жолмен бетон араластырғыштағы бір араласпаға керек су, құм, қиыршық тастың шығынын анықтайды. Барлық нәтижелерді 9.4 кестеге енгізеді.

Қорытынды және ұсыныс. Барлық сынаудың нәтижелерін 9.3-кестеге жинақтайды. Максималь сығылып сынғандағы беріктілік шегі, минималь цемент шығыны және бетонның шығу коэффициенті бойынша бетонның тиімді құрамын таңдап алады. Бетон араластырғыштағы араласпаға керек материалдардың шығынын есептейді. Беріктіліктің, бетонның шығу коэффициентінің, цементтің С/Ц қатынасына немесе $K_{арт}$ байланыстылығының графигін тұрғызады және қорытынды жасайды.

9.1. Ауыр бетонның сығуға беріктік шегін анықтау

Бетонның сығуға беріктік шегі әдетте шекаралары 70, 100, 200, 300 мм өлшемді куб пішіндес үлгілерде, сонымен қатар диаметрлері 70, 100, 150, 200 мм және биіктігі $h=d$ немесе $2d$ болатын цилиндр пішіндес үлгілерде де анықталады. Үлгілердің өлшемі толтырғыш түйіршіктерінің максимальды түйіршіктеріне байланысты алынады. Толтырғыш түйіршіктерінің максимальды өлшемі куб шеті немесе цилиндр диаметрі өлшемінің $\frac{1}{4}$ аспау қажет. Үлгілер үш үлгі бойынша сериялармен сыналады.

Ішкі қабаттың қалыптауы алдында металл пішіндерінің қабаты көлік майының жұқа қабатымен майланады. Үлгілерді дайындау кезінде бетон қоспаларын тығыздандыру бұйымдарды дайындау технологиясында қабылданған әдіспен жүзеге асырылады. Бұл шарттың орындалмас мүмкіндігі кезінде үлгілер келесідей пішімделеді. Бетон қоспалары мен оның тығыздануы диаметрі 16 мм металл стерженнің көмегімен ұшталады. Ұштау мөлшері үлгі аймағының әр 100 см^2 10 рет ұштау есебінен анықталады.

10 см кем емес қозғалысқа ие немесе қаттылығы 11 с дейінгі бетон қоспаларын тығыздандыру кезінде қалыпты металл қысқыштардың көмегімен зертханалық діріл үстеліне бекітеді. Қалып бетон қоспаларымен толтырылады, содан кейін діріл үстелі қосылады. Діріл қоспаның бетінде цемент сұйығы пайда болғанша жалғасады.

Бетон қоспаларынан жасалған бұйымдарды дайындау кезінде қалыпқа бетон салғыш орнатылады. Бетон салғыш қалыпқа діріл аймағында қатты бекітіледі және оны $(4,0 \pm 0,5)$ кПа қысымға жеткенше дірілдетеді, одан кейін тағы да қосымша 5-10 с дірілдетеді.

Содан соң бетон қоспасының қалдығы металл сызғышпен кесіп алынады, және үлгінің беткі қабаты кельмамен жағылады. Тауар бетонының сығуға беріктік шегін анықтау үшін үлгіні ылғал матамен жауып қояды, сосын оны бөлмеде (20 ± 3) °C температурада 24 сағат ұстайды, ал одан кейін барып қалыпты катаю камерасына салады. Көбінесе барлық үлгілер осындай жолмен қатайтылады.

Сынау алдында үлгілер көзбен бақылауға (ақаулы үлгілер сынауға түспейді) ұшырайды, өлшенеді, орташа тығыздығы анықталады. Бетонның орташа тығыздығының орташа мәні кг/м^3 ондық мәніне дейін дөңгеленеді. Сыналатын үлгі гидравликалық престің төменгі тақтасына орнатылады, бұзу күшінің бағыты оны біріктіру кезінде бетон қоспаларының қабаттарына параллель болу үшін. Үлгіге жүктеудің арту жылдамдығы тұрақты болу тиіс. Жүктеменің арту жылдамдығы секундына $(0,6 \pm 0,4)$ МПа аралығында болу керек.

Бетонның беріктілік шегі МПа (кгс/см^2) мына формуламен есептелінеді:

$$R = \alpha \cdot \frac{P}{F},$$

мұнда, P – қирату күші, Н (кгс); F – үлгінің көлденең қимасының ауданы, мм^2 (см^2); α – масштабты коэффициент.

Масштабы коэффициенттер мәні сыналатын үлгілердің өлшеміне байланысты 9.2-кестеден тандап алынады.

9.2-кесте

Бастапқы өлшемді үлгілерде беріктікке ауыр бетон беріктігін жүргізу үшін масштабы коэффициенттер мәні

Кубтың қырларының ұзындығы, мм	Коэффициент мәні, α
70	0,85
100	0,95
150	1,00
200	1,05
300	1,10

Басқа да үлгілердің беріктік шегін есептегеннен кейін үлгілердің берілген сериядағы беріктік шегінің орташа арифметикалық мәні есептелінеді: екі үлгіден – екі үлгі бойынша; үш үлгіден – үлгі беріктігі бойынша екі үлкен.

Сынау нәтижелері 9.3-кестеге енгізеді.

9.2. Бетонның беріктілігін бұзылмайтын әдістермен анықтау

Бетонның бұйымдарда толықтай бақылануы үшін бақылау үлгілерінің қарапайым стандарт сынаулары жеткіліксіз. Үлгілер басқа да өлшемге ие, олардың қатаю және қалыптасу шарттарына әсер етеді сондықтан олар бұйымдардағы бетон беріктігін тек кейбір жақын мәндермен ғана бағалайды.

Қазіргі таңда кез келген конструкциялар немесе бұйымның олардың бұзылуынсыз беріктігін анықтауға мүмкіндік беретін бетон беріктігін бақылаудың бұзылмайтын әдістері кең қолданылады. Бұзылмайтын әдістерді екі топқа бөлуге болады: механикалық немесе беткі (соққы импульсінің, пластикалық деформацияның, конструкция аймағының кесіндісінің, конструкция қабырғасының уатуы және т.б.) және физикалық (ультрадыбысты, резонансты әдістер, бос тербеліс әдісі).

Бетонның сығуға беріктік шегін анықтау нәтижелері

Үлгілерді дайындау күні	
Үлгілер сериясын маркалау	
Жобалау класы (марка), МПа	
Бетон қоспасының жайғасу ыңғайлылығы ОК, см	
Сынау мерзмі	
Үлгі массасы, г	
Үлгі өлшемі, см	
Сынау кезіндегі үлгінің орташа тығыздығы, кг/м ³	
Сынау машинасының түрі, шкала	
Сынақ машинасының күш өлшегішінің көрсеткіші	
Қиратқыш жүктеме, кН	
Базаға енгізілген бетон беріктілігі	
Орташа тығыздығы, МПа	

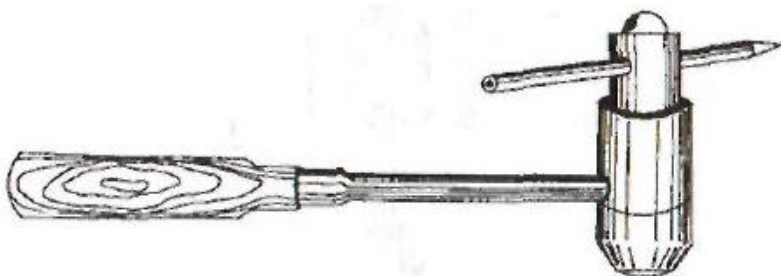
Бұзылмайтын әдістерді қолдану кезінде бетон беріктігін бетон беріктігімен бетон беріктігінің жанама көрсеткішін байланыстыратын бөліктеу тәуелділігі бойынша анықталады. Бөліктеу тәуелділік престі параллель сынақ негізінде және бұзылмайтын әдіспен бақылау үлгілер-кубтың он бес сериясынан кем емес мөлшерімен орнатылады. Бақылау үлгілер өзіндік таңдап алынған илеуден таңдап алынады. Егер мұндай тәсілмен жасалса, алынған үлгілер бөліктеу тәуелділік тұрғызуға мүмкіндік беретін аралықта бетон беріктігі мәнінің таралуын

камтамасыз етпейді, цементсулы қатынастың ± 4 дейін ауытқуымен үлгілердің 40 % жуық дайындалуына рұқсат етіледі.

Механикалық бұзылмайтын әдістермен қатар тәжірибеде аса кең таралғандар: пластикалық деформация әдісі, бетонда белгілі бір диаметрдің орнын алу және соққы беру кезінде бетон тоқпағының тереңдену принципіне негізделеді, беріктіліктің жанама сипаттамасына бетонның бетіндегі тоқпақтың секіру шамасы жатады.

Бетонды сынаудың бірінші әдісі белгілі бір соққы энергиясымен серіппелі аспаптар көмегімен жүзеге асырылады, сонымен қатар соққының ерікті энергиясымен болатын Кашкаров әдісі. Бұл көрсеткіштің өлшеу нәтижелеріне әсерін төмендету мақсатында бетон беріктігінің жанама сипаттамаларының соңғы аспабын таңдап алу кезінде бетон және үлгі стерженде диаметрлер қатынасы жатады.

К.П. Кашкаровтың балғасының эталонды үлгісінің конструкциясы 9.1 суретте көрсетілген. Бетон беріктігін анықтау әдісі бетон конструкцияларының беткі қабатын балғамен соққылау кезінде бір уақытта екі із пайда болады: бірінші диаметрмен d_b – бетонда, екінші диаметрмен d_3 – балғаға енгізілген үлгі стерженінде. Бетон беріктігінің жанама сипаттамаларын $d_b:d_3$ қатынасы ретінде қарастырады, конструкцияның берілген орнында бетон беріктігі анықталады. Ұзындығы 150 және диаметрі 10 мм үлгі стержень Ст3 болатынан жасалған, стержень соңы ұшталған.

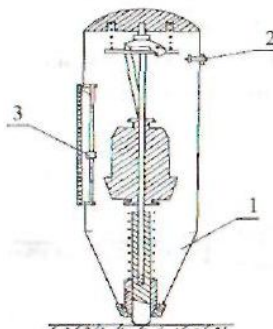


9.1-сурет. К.П. Кашкаровтың эталонды балғасының конструкциясы

Үлгі балғасымен конструкцияны ұзындығы немесе ауданы бойынша әртүрлі 5 нүктесінде орнатады. Сынау кезінде балға басының осі сыналатын конструкция қабатына перпендикуляр болуы тиіс. Әр соққыдан кейін үлгі стержені көрші іздердің арасы 10 мм кем емес болатындай қашықтыққа жылжытылады. Сыналатын конструкциялардың беткі қабаты бойынша соққылар сынау орындары арасындағы қашықтық 30 мм кем емес болатындай жүргізіледі. Бетонды қабатта және үлгі стерженінде диаметр бұрыштық масштабпен 0,1 мм дейінгі ауытқумен өлшенеді. Бетондағы із диаметрлерін өлшеуді жеңілдету үшін соққы көшірме және ақ қағаз арқылы жүргізілуі мүмкін.

Конструкциялардағы бетон беріктігі жанама сипаттамалардың орташа арифметикалық мәні бойынша бөлік тәуелділік көмегімен орнатылады. Мұндай жағдайда алынған беріктік мәні бетон үшін 2-6 % ылғалдылықпен дұрыс. Жоғары ылғалдылық жағдайында бетон беріктік шегінің мәнін 8 % ылғалдылық кезінде тең болатын ылғалдылық коэффициентіне көбейту қажет – 1,1; 12 % ылғалдылық кезінде – 1,2.

Серіппелі ауытқу әдісі бетон беріктігі жайлы аса нақты мәлімет алуға мүмкіндік береді, себебі серіппелі ауытқу мәніне көп мөлшерде конструкцияның ішкі қабаттары әсер етеді. Бұл әдіс Шмидт балғаларымен жүзеге асырылады, ол көбінесе склерометр деп аталады. ОМШ-1 склерометрі (9.2-сурет) бетон және темірбетон конструкцияларда 5...10 МПа аралығындағы сығуға беріктігін анықтау үшін арналған.



9.2 сур. Склерометр ОМШ-1

1 – тұла бойы; 2 – бекіткіш тетік; 3 – тілі

Ол үшін аспап шкаласы нөлдік күйге ие болу тиіс. Содан соң склерометр оған перпендикуляр орналасқан сыналатын қабаттың таңдап алынған нүктесіне орнатылады. Склерометрді корпусынан 1 екі қолмен ұстай отырып, аспаптың қысқышын бетон қабатына қысады және аспап корпусына дейін жылжытады. Склерометрді бетон қабатынан алмас бұрын стопор 2 тетіген басады. Ауытқу биіктігін бірге дейінгі дәлдікпен шкала бойынша анықтайды (шкаланың 0,5 бөлшегі). Сынақ бұйымның кем дегенде бес нүктесінде орындалуы тиіс.

9.4-кесте

Бетон беріктігін бұзылмайтын әдіспен анықтау нәтижелері

Беріктілігін бақылау түрі және оның талап ету мағынасы	Бұзылмайтын әдіс атауы, аспаптың түрі	Беріктіліктің жанама мінездемесінің орташа мағынасы	Бетон беріктілігінің бөлінген тәуелділігінің мағынасы, МПа	Түзету коэффициенті	Бетон беріктілігінің түзеті есебінің мағынасы коэффициентта, МПа	Бетон беріктілігінің орташа мағынасы, МПа

Одан кейін серіппелі ауытқу мәнінің орташа мәнін есептейді және бетон беріктігін алдын ала бетонның бақылау кубтарын престо склерометрмен параллель сынау жолымен қабылданған бөлік тәуелділік бойынша анықтайды. Бақылау кубтарын склерометрмен сынау кезінде олар престо (30 ± 5) кН күшімен қолданылуы тиіс. Склерометрдің сынау бетіне сәйкес күйі бөлікті тәуелділікті орнату кезіндегідей, яғни көлденең болуы тиіс. Қажет болған жағдайда көлденең немесе бұрыштық қабат сынауларын жүргізген кезде аспаптың көлденең осі мен көлденең кеңістік арасындағы бұрышты нәтижелерді өңдеу кезінде түзетулер енгізу үшін ескеру қажет.

Сынау нәтижелері 9.4 кестеге енгізіледі.

9.3. Бетонның аязға төзімдігін анықтау

Аязға төзімділік – материалдың сумен қаныққан күйінде көп реттік ауыспалы қатаю мен еруді және беріктілікті белгілі бір дәрежеде төмендетпей, кей жағдайларда салмақтың белгісіз түсуі кезінде бұзылу көрсеткіштерінің еруді сақтап қалу қабілеті.

Материалдың аязға төзімділігі аязға тұрақтылық саны бойынша бағаланады. Аязға төзімділігі бойынша маркасы ретінде материал үлгілерінің бұзылу көрсеткіштерісіз және беріктік пен салмақтың белгісіз төмендеуі кезінде сақталатын ауыспалы қатаю және еру циклдерінің үлкен саны қабылданады.

Бетонның аязға төзімділігін анықтаудың келесідей әдістері қарастырылған:

1. Бетонның барлық түрлері үшін базалық, тек жол және аэродромды қабаттардан басқа.

2. Жол және аэродромды қабаттар үшін базалық және ауыр бетонның басқа түрлері үшін жеделдетілген.

3. Жол және аэродромды қабаттар және ауыр бетонның басқа да түрлері үшін жеделдетілген.

4. Бір реттік қату кезінде жеделдетілген – дилатометрлік.

5. Бір реттік қату кезінде жеделдетілген – механикалық.

Төртінші және бесінші әдістер бетонның барлық, тек жол және аэродром қабаттарынан басқа түрлері үшін қолданылады, ол үшін соңғы әдіс бетон құрамын түзету және таңдау кезінде оның аязға тұрақтылығын бағалау үшін арналған және бетон сапасының бұл көрсеткішін бақылау үшін қолданылады.

Берілген жұмыста бетонның аязға төзімділігін анықтаудың тәжірибеде жиі қолданысқа ие алғашқы үш әдісі қарастырылады.

Үлгілердің өлшемдері мен саны, сонымен қатар олардың сынауларына арналған орта осы әр әдіс үшін 9.5-кестеде көрсетілген.

Алдын ала сумен немесе тұздың сулы ерітінділерімен қанығудан кейін 2-4 сағаттан соң сығуға сыналатын үлгілер бақыланатын үлгілер деп аталады.

Ал негізгі болып сынауға су немесе тұздың сулы ерітінділерімен ваннада еру және қату камераларында ауыспалы қату циклдерінің берілген санын жүргізгеннен кейін 2-4

сағаттан соң сыналатын үлгілер саналады. Бетон үлгілерінің сумен немесе тұздың сулы ерітінділерімен бастапқы қанығуы $(18 \pm 2)^\circ\text{C}$ температура кезінде сулы немесе тұздың сулы ерітінділерімен ваннаға $1/3$ биіктікте келесі 24 сағаттан ұстап тұрумен, одан кейін $2/3$ биіктікте 24 сағ ұстап тұрумен және 45 сағ ішінде ұстап тұрумен толық тиеу (үлгілер сумен барлық ағынан кем дегенде 20 мм қоршалуы тиіс) жолымен жүргізіледі.

Үлгілердің бірінші және екінші әдістерде қату және еру режимдері 9.6 кестеде көрсетілген.

Үшінші қату әдісінде келесідей көрсетіледі: температура минус $50-55$ дейін $(2,5 \pm 0,5)$ сағ ішінде түседі, содан кейін осы температура кезінде тағы $(2,5 \pm 0,5)$ сағ ішінде ұстап тұрады, ары қарай температураны $(1,5 \pm 0,5)$ сағ ішінде минус 10 -ға дейін көтереді және осыдан кейін қату камераларына тиейді. Қату $+(18 \pm 2)$ температурасы кезінде $(2,5 \pm 0,5)$ сағ ішінде жүргізіледі. Бұл кезде 70 мм қабырғалы кубтың қату кезінде температураны ұстап тұру және түсіру уақыты, сонымен қатар үлгілердің еруі 1 сағатқа қысқарады.

9.5-кесте

Үлгілердің өлшемдері мен саны және сынау ортасы

Аязға төзімділік әдісін анықтау	Кубтық үлгілердің өлшемдері, мм	орта			үлгілер саны	
		қанығу	қатыру	еріту	Бақылауға алынған	негізгі
1	100x100x100 немесе	Су	Ауа	Су	6	12
2	150x150x150 немесе	5%-ті ерітінді NaCl	Ауа	5%-ті ерітінді NaCl	6	12
3	100x100x100 немесе 70x70x70	5%-ті ерітінді NaCl	5%-ті ерітінді NaCl	5%-ті ерітінді NaCl	6	6

Бірінші және екінші әдістерде су немесе тұздың сулы ерітінділерін қатыру үшін ваннада әр 50 цикл сайын жаңасына ауыстырады, ал үшінші әдісте – әр 5 цикл сайын.

Үлгілерді сығуға сынау жүргізілуі тиіс болатын қату циклдерінің саны, сонымен қатар салмақтың жойылуы анықталады.

Аязға тұрақтылық бойынша бетон маркасын талап етілетін деп есептейді, егер қату және еру циклдерінің қабылданған саны бойынша негізгі үлгілердің орташа беріктігін бақылау үлгілердің орташа беріктігімен салыстыру кезінде төмендету кем дегенде 5 % болады, ал жол және аэродромды қабаттар үшін сонымен қатар салмақтың жойылуы 3 % аспауы тиіс. Бірінші және екінші әдістерде циклдердің аралық саны қабылданады, осыдан кейін негізгі үлгілерді сығуға сынады.

9.6-кесте

Бірінші және екінші әдістердегі үлгілердің қатыру және еріту тәртіптері

Үлгі өлшемдері	Тәртіптер			
	қатыру		еріту	
	уақыт, аз емес, сағ	температура, °C	уақыт, сағ	температура, °C
100x100x100	2,5	-(18 ±2)	2,0± 0,5	+(18± 2)
150x150x150	3,5		3,0± 0,5	

Егер аралық циклдерден кейін үлгілер беріктігінің орташа мәні бақылау үлгілердің орташа беріктігінен кем дегенде 5 % төмен болатын немесе жол және аэродромды қабаттар үшін салмақтың түсуі кем дегенде 3 % болса, онда келесі сынауды тоқтату қажет және бетонның аязға тұрақтылық бойынша маркасын талап етілетін деп есептеуге болмайды.

Тәжірибенің нәтижесін 9.7-кестеге енгізеді.

Бетонның аязға төзімділігін анықтау нәтижелері

№ үлгілер		Суға қаныққан үлгілер массасы, г	Үлгі өлшемдері, мм	Қатыру және еріту циклдерінің саны	Сынақтан кейінгі үлгі массасы	Бакылау үлгілерінің сығу кезіндегі беріктілік шегі, МПа	Бакылау үлгілерінің сығу кезіндегі беріктілік шегі, МПа	Массадағы жоғалу, %	Беріктіліктегі жоғалу, %	Аязға төзімділік
негізгі	бакылау									

Бетонның аязға тұрақтылығын классикалық (бастапқы) әдістермен сынау процесінде цементті құралғыштардың жүруімен байланысты ерекшелікке ие. Бетонда тіпті оларды маркалық беріктікті таңдаудан кейін сумен толық емес реакцияланған, яғни катаюға қабілетті цемент түйіршіктерінің біршама мөлшері қалады. Аязға тұрақтылыққа сынау кезінде бұл бөліктің гидратациясы қату кезінде суда жүргізілу мүмкін. Мұндай жағдайда, сынау процесінде бір уақытта екі процесс жүреді: қарсы құрылымды – қату кезінде цемент тасының бұзылуы және конструктивті – цемент тасының беріктігінің үлгілердің бастапқы сынау кезінде сумен реакциялану жағдайында артуы. Содан кейін бетонды аязға тұрақтылыққа бастапқы әдістер бойынша сынау кезінде сынақтың аяқталуын көрсететін беріктіктің нормативті шығыны бетонның бастапқы беріктігінің 5 % құрайды және де тасты сынау кезінде беріктіктің нормативті шығыны 15 % құрайды.

10. ЖАЛПЫ МАҒЛҰМАТ ЖӘНЕ ҚАУІПСІЗДІК ТАЛАПТАРЫ

Қазақстан Республикасының заңы бойынша барлық өндіріс мекемелерінің қызметкерлері, жұмыстағы міндеттемелерін қауіпсіз орындау үшін, жұмысқа сай дайындықтан өтіп, білімін тексерту керек. Қауіп төну – қажет емес мүмкіншіліктердің ізін қалдыратын жоспарланбаған құбылыс. Барлық ережелер мен қауіпсіздік техникасының талаптарын сақтау зертханада істейтін әрбір жұмысшының міндеті болып табылады. Барлық зертханада жұмыс жасайтын қызметкерлер, зертханада жүргізетін барлық зертханалық жұмыстары бойынша, қауіпсіздік жұмыс жасаудың тәсілдерін білу керек. Өз жұмыс орындарында, әр жұмыс жасайтын адам техника қауіпсіздігін бақылауға жауап береді.

Зертханалық жұмысқа нұсқаумен танысқан және техника қауіпсіздігінен нұсқау алған қызметкерлер жіберіледі. Техника қауіпсіздігінің ережелерімен танысқаннан кейін, әр қызметкер өзінің қолымен дәлелдеу керек. Жеке меншік қорғау бұйымдарын пайдалану жөніндегі ережелерінің талаптарын білу қажет, сонымен қатар қауіпсіз еңбек жағдайын жасауы және орындалуымен қамтамасыз ету керек.

Зертханада жұмыс жасайтын барлық қызметкерлер күйгенде және электр қуатынан жарақаттанғанда бірінші дәрігерлік көмек көрсетуді білу қажет. Зертханада жұмыс жасайтын қызметкерлер, өрт сөндіретін саймандардың қай жерде тұрғанын білу керек және оларды қалай пайдалынатынын, жедел дәрігерлік көмекті және өрт сөндіру тобын шақыру тәртібін білу қажет.

Аспаптар мен механизмнің пайдалану жөніндегі нұсқауын қатаң сақтау қажет. Аспаптың немесе механизмнің бұзылғанын байқаған кезде, жедел электр тогымен қоректеніп тұрған қосқышты ажыратып тастау керек. Қондырғылар мен механизмдерді қауіпсіздік жұмыс орнында ұстап және де қауіпсіздігі, бекемділігі бойынша жиі тексеріп тұру қажет. Барлық қозғалатын бөлімдері және қондырғының бөлшектері тек қана толығымен қондырғы тоқталған соң сүртілуі қажет. Шудың дауысы 80 децибел және одан жоғары деңгейде болғанда, жұмыс жасап тұрғанда есту мүшесінен қорғайтын, жеке меншік қорғау бұйымын пайдалану міндетті.

Жұмыс жасау кезінде қорғау қолғабын міндетті түрде киіп алу керек, яғни қолды қауіпті химиялық және үшкір заттардың әсер етуінен, сонымен қатар өте жоғары немесе өте төмен температурадан қорғау үшін. Қорғау қолғабының түрі сол жүргізілетін жұмыстың қауіпті факторына, қолғаптың матасының сәйкестігіне, химиялық қауіптің түріне байланысты таңдап алынады, сонымен қатар жұмыс жүргізу үшін ыңғайлы болатындай.

Жүретін, шығатын жолдар, апаттық есіктер, өрт саймандары, көз жуатын сұйық, сонымен қатар электр қорапшаларына баратын жол әр қашан бос болуы қажет және материалдармен қоршалып қалмау керек. Ғимаратта шығатын есіктер жеткілікті болу қажет, егерде апаттық жағдай бола қалған жағдайда, қызметкерлер тез бөлмені тастап кететіндей. Мұндай шығатын есіктер көшеге немесе сыртқы алаңға қарай ашылуы керек, қауіпсіздік орнына өту үшін.

Әр орындағы барлық пайдалынатын немесе сақталатын химиялық заттардың қауіпсіздік паспорты болу қажет, сақталатын орны әр қызметкерлерге белгілі болу керек. Мұндай материалдың қысқаша сипаттамасында адам мүшесіне әсер ететін және әсер етуден қорғау тәсілі жөнінде мағлұмат жазылады, сонымен қатар сол химикатпен жұмыс жасау кезіндегі ерекше қорғаныс шарасы көрсетіледі. Химиялық заттармен жұмыс жасағанда барынша жеке қорғау бұйымдарын пайдаланған жөн.

11. ӨЗІН – ӨЗІ БАҚЫЛАУ ҮШІН ТЕСТІЛІК ТАПСЫРМАЛАР

\$\$\$ Бетон араласпасының қасиеттеріне әсер ететін негізгі факторлар

\$\$ С/Ц, толтырғыштардың сапасы және түйіршік құрамы, цемент пен химиялық қоспаның түрі, нығыздау әдісі

\$ С/Ц және түйіршік құрамы

\$ майда және ірі толтырғыштардың сапасы

\$ цемент пен химиялық қоспаның түрі

\$ химиялық қоспаның түрі және нығыздау әдісі

\$\$\$ Бетон араласпасының жылжымалығын жоғарлату немесе су сіңіргіштігін төмендету үшін нені қолдана отырып жетуге болады?

\$\$ пластификаторларды

\$ бейорганикалық қышқылдардың тұздарын

\$ иілімді массаларды

\$ күлдерді

\$ минералды, белсенді қоспаларды

\$\$\$ Бетонның химиялық құрамына жатады:

\$\$ қышқылға төзімділік пен ерігіштік

\$ атмосфераға төзімділік пен дисперстілік

\$ аязға төзімділік пен беріктілік

\$ жылуөткізгіштік пен жылжымалылық

\$ иілімділік пен тығыздық

\$\$\$ Бетон араласпасының жылжымалығына толтырғыш көлемінің өсуі қалай әсер етеді?

\$\$бетон араласпасының жылжымалығы өседі

\$кемиді

\$өзгермейді

\$өзгереді

\$басында өсіп, ал кейін төмендейді

\$\$\$ Көбінесе бетонның беріктігін қамтамасыз ететін бетон араласпасы құрылымының типі

\$\$бетон араласпасы тығыз қабықпен қапталған толтырғышпен бірге

\$ цемент қамырының кемшілігімен

\$ құбылмалы толтырғышпен

\$ ірі түйіршікті

- \$ ұсақ түйіршікті
- \$\$\$ Бетонның ұзыққа төзімділігін мінездейтін қасиеттері
- \$\$ суға төзімділік, аязға төзімділік, атмосфераға төзімділік және сульфатқа төзімділік
- \$ сусіңіргіштік және динамикалық беріктік
- \$ беріктілік және кеуектілік
- \$ қаттылық және ыстыққа төзімділік
- \$ тығыздық және қаттылық
- \$\$\$ Бетонның қатаюын жылдамдататын әдістер
- \$\$ механикалық, химиялық, жылулық, механика-химиялық
- \$ жағымсыз температуралардың әсері
- \$ дірілдету уақытын ұзарту арқылы
- \$ қоспалар қосу
- \$ бетон араласпасының суда қатаюы
- \$\$\$ бетон құрылымын жақсартудың негізгі жолдары
- \$\$химиялық қоспаларды қолдану, бетон араласпасының нығыздалуы, қатайып жатқан бетонның күтімі
- \$жылулық өңдеуді қолдану
- \$рентген сәулелерімен бетонды өңдеу
- \$бетон бетін минералды ұнтақпен себуді қолдану
- \$бетон бетін ыстық сумен өңдеу (суару)
- \$\$\$ Бетон деп
- \$\$ жасанды тасты материалдар мұқият араластырылған және нығыздалған араласпаның белгілі мөлшерде алынған байланыстырғыштан, ірі және майда толтырғыштан, су және химиялық қоспадан тұратын
- \$цемент, жарықшақ тас және қиыршық тастарды араластыру арқылы алынатын материалдар
- \$мұқият таңдалған араласпаны араластыру нәтижесінде алынатын материалдар
- \$белгілі пропорцияларда алынған ірі толтырғыштар мен цемент араласпасы
- \$ірі толтырғыш және сумен қосылған байланыстырғыштың мұқият таңдалған ингредиенттері
- \$\$\$ Бетон беріктілігі - бұл
- \$\$басқа факторлар үшін немесе жүк әсер етуіне байланысты пайда болатын материалдың ішкі кернеу әрекетінен күйреуіне қарсы қасиеті

\$еру мен аусымды катаюдың әрекетіне қарсы тұруы
\$электрондардың қозғалуының шамасы
\$жылудың әсерінен материалдың бүлінбеу қасиеті
\$жүк әсерінен материалдың деформацияланбау қасиеті
\$\$\$ Нені қолданғанда бетонның су өткізгіштігі көтеріледі
\$\$гидрофобты-пластифирлейтін қоспаларды
\$бейорганикалық қышқылдарды
\$суда ұстау мерзімі
\$мұздату
\$буландыру
\$\$\$ Стандартты сынамалардың, кубты-эталонды мөлшерлерін
көрсетіңіз, см:
\$15x15x15
\$3x3x3
\$2x2x2
\$1,0x1,0x1,0
\$7,07x7,07x7,07
\$\$\$ F50 нені білдіреді
\$\$50 цикл ішіндегі ауыспалы мұздату мен ерітуде
бетонның аязға төзімділігі
\$пішіні 50
\$бетонның қысқандағы беріктігі
\$ форс-мажорлық жағдайлар
\$бетонды мұздатудың 50 циклі
\$\$\$ Бетонда M200 нені білдіреді
\$\$бетонның беріктігі бойынша маркасын
\$су өткізбеушілік
\$отыруы
\$ісінуі
\$аязға төзімділік
\$\$\$ Ауыр бетон дайындаған кезде қандай байланыстырғыш
материалдар қолданылады
\$\$портландцемент және оның түрлері
\$лактар, бояулар
\$гипс
\$битумдар
\$әктас

\$\$\$ Бетонның қатаю мерзімін қысқарту үшін цементтің қандай белсенділіктерін қолданған жөн

\$ \$ 400, 500 және 600 маркаларды

\$ 200 маркасын

\$ қайсы бір белсенділігін

\$ 300-ден көп емес

\$ 100 маркасын

\$\$\$ Толтырғыштардың ең кем кеуектілігін түйіршіктердің қандай пішіні қамтамасыз етеді

\$ \$ кубты

\$ октаэдрлі

\$ шарлы

\$ инелі

\$ табанды

\$\$\$ Бетонның беріктігіне шаңды, тұнбалы және сазды қоспалардың әсері қандай

\$ \$ бетонның беріктігін төмендетеді

\$ жоғарылатады

\$ құрылымын жақсартады

\$ әсер етпейді

\$ тұрақтандырады

\$\$\$ Құм деп толтырғыш түйіршіктерінің қандай мөлшерлерін атайды

\$ \$ 0,14 - 5 м.

\$ 0,14 мм-ге дейін

\$ 15 мм-ге дейін

\$ 20 мм-ге дейін

\$ 40 мм-ге дейін

\$\$\$ Ауа тартқыш қоспалар бетонда нені қамтамасыз етеді

\$ \$ бетонның аязға төзімділігін жоғарылатады

\$ аязға төзімділігін төмендетеді

\$ тығыздығының үлкеюін

\$ беріктігін төмендетеді

\$ қытақтылығын жоғарылатады

\$\$\$ Бетонның қандай көлеміне оны құрайтын материалдардың шығыны тағайындалады

\$ \$ 1000 л

\$ 12 л сыйымдылығы бар бетон араластырғышты бір рет илеу

\$10x10x10 см мөлшерлеріне сәйкес келетін 3 кубтың көлемі

\$10 л

\$\$\$ Бетон құрамын жобалау кезінде бетон араласпасының құрамындағы компоненттердің абсолютті көлемінің жиынтығы

\$\$1000 л

\$3000 л

\$1500 л

\$250 л

\$10 л

\$\$\$ Қиыршық тастың ірілігіне байланысты бетон араласпасындағы судың шығыны қалай өзгереді

\$\$ (Днаиб) фракциясының өсуіне байланысты судың шығыны азаяды

\$қиыршық тастың фракциясының өсуіне байланысты

\$қиыршық тастың фракциясы әсер етпейді

\$судың шығынына қиыршық тастың фракциясы тәуелді емес

\$судың шығыны араластырудың сапасына байланысты

\$\$\$ Вибронығыздалмаған қою армирленген темірбетондарды бетондау үшін бетон араласпасының оңтайлы төселуіне байланысты қандай талаптар қойылады

\$\$OK=12-18см

\$OK=15см

\$OK = 0 см

\$OK = 4 см

\$Ж = 15 с

\$\$\$ М300 маркалы бетон дайындау үшін цементтің қандай маркаларын ұсынуға болады

\$\$500, М600

\$300

\$100

\$200

\$250

\$\$\$ Ірі толтырғышты беріктігі жоғары бетон жасаған кезде қолдану үшін қандай шарт орындалуы қажет

\$\$ірі толтырғыштың беріктік шегі берілген бетонның беріктігінен 20 % жоғары болуы тиіс

\$ірі толтырғыш жуылған болуы тиіс

\$ірі толтырғышты жылыту керек

\$ірі толтырғышты HCl өңдеу керек
\$ ірі толтырғыштың беріктік шегі бетонның беріктік шегіне
тең болуы керек
\$\$\$ Толтырғыш ретінде тау жыныстарының қандай тобы
ауыр бетондарда қолданылады
\$\$ гранит, диорит, габбро, базальт
\$гранит, пемза
\$диатомит, кварцит
\$гранит, керамзит
\$гранит, трепел
\$\$\$ Абрамс конусымен араласпаның оңтайлы төселуі
арқылы анықтайды және не арқылы бағалайды
\$\$жылжымалығы және қаттылығы
\$байланыстырғыштығы
\$аққыштығы
\$қалыптаудың жеңілдігі
\$су мөлшері
\$\$\$ Белгілі заңға сәйкес бетон беріктігі мынаған байланысты
\$\$цементтің белсенділігіне, C/Ц, толтырғыштардың сапасына
\$цемент шығынына
\$толтырғыштың түрі мен шығынына
\$ірі толтырғыштың бар болуына
\$майда толтырғыштың бар болуына
\$\$\$ Бетонның үдемелі қатаюы қамтамасыз етіледі
\$\$жылу-ылғалды өңдеу арқылы химиялық қоспаларды енгізу
\$нығыздалуымен
\$вибрлеумен
\$гидрофобизаторларды енгізумен
\$пластификаторларды енгізумен
\$\$\$ Аязға төзімділік кезіндегі бетондардың маркалары
\$\$F25...1000
\$F0,5
\$F30
\$F100
\$F10
\$\$\$ Ірі толтырғыш бетондар үшін қандай өлшемдермен
мінезделеді
\$\$5 – 70 мм

\$5 мм-ге дейін

\$50 мм-ге дейін

\$30 мм-ге дейін

\$0,7 мм-ге дейін

\$\$\$ Бетонның беріктігі нені білдіреді

\$Жүктің немесе басқа факторлардың әсер ету нәтижесінде пайда болатын ішкі кернеулердің әсерінен материалдың бұзылуына қарсыласу қасиеті

\$ауыспалы мұздату мен суытудың әсеріне қарсыласу

\$электрондардың қозғалу шамасы

\$жылудың әсерінен материалдың бұзылмау қасиеті

\$жүк әсерінен материалдың деформацияланбау қасиеті

\$\$\$ Ауыр бетон өндіру кезіндегі қолданылатын байланыстырғыш материалдар

\$портландцемент және оның түрлері

\$полимерлер

\$гипс

\$битумдар

\$әктас

\$\$\$ Құмның түйіршіктерінің өлшемдері

\$0,14 - 5 мм аралығы

\$0,14 мм-ге дейін;

\$15 мм-ге дейін;

\$20 мм-ге дейін;

\$40 мм-ге дейін;

\$\$\$ Темірбетон деп қандай бетонды атайды

\$болатты арматура

\$радиобелсенді түрлер

\$резеңкелі ширақтар

\$тасты сеңдер

\$тоқымалы талшықтар

\$\$\$Ауыр бетонның беріктігі неге байланысты

\$цемент белсенділігіне, С/Ц, толтырғыштардың сапасына

\$цемент шығынына

\$толтырғыштың түрі мен шығынына

\$ірі толтырғыштың бар болуына

\$майда толтырғыштың бар болуына

\$\$\$ Бетон класы – бұл санамалы мінездеме
\$қамсыздандырылуы 0,95 гарантиясымен маркалы
беріктігіне
\$беріктігіне
\$тығыздығына
\$аязға төзімдігіне
\$сульфатқа төзімдігі
\$\$\$ Ауыр бетонның беріктігі бойынша маркалары
\$M50...800
\$M150
\$M300
\$M100
\$M1000
\$\$\$ 10х10х10 см өлшемді сынамаларды сынағанда
ауыспалы коэффициент қолданылады
\$0,95
\$0,7-0,75
\$0,7-0,8
\$0,8-0,9
\$1,0-1,05
\$\$\$ Бетонның жобалы беріктігі қандай жас шамасында
тәулігіне анықталады
\$28
\$1
\$3
\$7
\$9
\$\$\$ СЖ 3 маркалы бетон араласпасының қаттылығы
секундына
\$100 – ден аса
\$20-30
\$10-20
\$5-10
\$0-5
\$\$\$ СЖ 2 маркалы бетон араласпасының қаттылығы
секундына
\$51 – 100
\$30

\$20

\$10

\$5

\$\$\$ СЖ 1 маркалы бетон араласпасының қаттылығы
секундына

\$\$\$50 және одан аз емес

\$30

\$20

\$10

\$5

\$\$\$ Ж 4 маркалы бетон араласпасының қаттылығы секундына

\$\$\$31 – 50

\$30

\$20

\$10

\$5

\$\$\$ Ж 3 маркалы бетон араласпасының қаттылығы секундына

\$\$\$21 – 30

\$30

\$20

\$10

\$5

\$\$\$ Ж 2 маркалы бетон араласпасының қаттылығы секундына

\$\$\$11 – 20

\$30

\$20

\$10

\$5

\$\$\$ Ж 1 маркалы бетон араласпасының қаттылығы секундына

\$\$\$5 – 10

\$30

\$20

\$10

\$5

\$\$\$ П1 маркалы бетон араласпасының отыруы, см

\$\$\$1 – 4

\$5

\$10

\$15

\$20

\$\$\$ П2 маркалы бетон араласпасының отыруы, см

\$\$\$ – 9

\$5

\$10

\$15

\$20

\$\$\$ П3 маркалы бетон араласпасының отыруы, см

\$\$\$ – 15

\$5

\$10

\$15

\$20

\$\$\$ П4 маркалы бетон араласпасының отыруы, см

\$\$\$ – 20

\$5

\$10

\$15

\$20

\$\$\$ П5 маркалы бетон араласпасының отыруы, см

\$\$\$ және одан көп

\$5

\$10

\$15

\$20

\$\$\$ Ауыр бетондарда бетон араласпасының берілген жылжымалығын не қамтамасыз етеді

\$судың шығынының дұрыс тағайындалуымен

\$қоспалар

\$толтырғыштар

\$құм

\$цемент

БИБЛИОГРАФИЯЛЫҚ ТІЗІМ

1. Annual book of ASTM standards. Standard Test Method of Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method. 1993. – 846 p.
2. *Баженов Ю.М., Комар А.Г.* Технология бетонных и железобетонных изделий: Учебник для вузов. – М.: Стройиздат, 1984. – 672 с.
3. *Волженский А.В., Буров Ю.С., Колокольников В.С.* Минеральные вяжущие вещества. – М.: Стройиздат, 1979. – 476 с.
4. British Standard. 5328 part 1:1991. Concrete. Guide to specifying concrete.
5. British Standard. 12:1996. Cement.
6. British Standard. 882:1992. Aggregates from natural sources for concrete.
7. *Ицкович С.М.* Заполнители для бетона. – Минск, 1983. – 62 с.
8. *Королев К.М.* Производство бетонной смеси и раствора. – М.: Высшая школа, 1973. – 343 с.
9. *Лещинский М.Ю.* Испытание бетона. – М.: Стройиздат, 1980.- 360 с.
10. *Рапинов В.Б., Розенберг Т.И.* Добавки в бетон. – М.: Стройиздат, 1973. – 207 с.
11. Руководство по применению химических добавок в бетоне. – НИИЖБ Госстроя СССР. – М.: Стройиздат, 1980. – 55 с.
12. ГОСТ 8735-88 Песок для строительных работ. Методы испытаний.
13. ГОСТ 8267-93 Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия.
14. ГОСТ 310.1-76 Цементы. Методы испытаний.
15. ГОСТ 10181.0-81 Смеси бетонные. Общие требования к методам испытаний.
16. ГОСТ 23732-79 Вода для бетонов и растворов.
17. *Шалимо М.А.* Лабораторный практикум по технологии бетонных и железобетонных изделий: Учебное пособие. – Минск: Высшая школа, 1987. – 196 с.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе.....	3
1. Бетон жөнінде мағлұмат	5
2. Құрылыс зертханасы жөнінде мағлұмат	8
2.1. Жалпы мағлұмат.....	8
2.2. Құрылыс зертханасының міндеттері.....	8
2.3. Құрылыс зертханасының құқы мен жауапкершілігі..	10
3. Бетонның құрамдас материалдарының физика-механикалық қасиеттерін анықтау.....	11
Байланыстырғыш материалдар.....	11
3.1. Сынаққа цемент алу.....	11
3.2. Цементтің тығыздығын анықтау.....	12
3.3. Ұнтақтығын анықтау.....	15
3.4. Цемент илемінің қалыпты қоюлығын анықтау.....	16
3.5. Цементтің уақыт ұстамдығын анықтау.....	18
3.6. Цементтің көлемінің бір қалыпты өзгеруін анықтау.	19
3.7. Цемент сылағының қоймалжыңдығын анықтау.....	21
3.8. Цементтің беріктігін анықтау.....	22
Майда толықтырғыштар.....	23
3.9. Сынаққа құм алу.....	23
3.10. Құмның түйіршік құрамы мен ірілік модулін анықтау...	24
3.11. Құмның шынайы тығыздығын анықтау.....	26
3.12. Құмның шынайы тығыздығын жедел тәсілмен анықтау.....	27
3.13. Құмның сеуіп сағандағы тығыздығын анықтау.....	28
3.14. Құмның ылғалдығын анықтау.....	29
Ірі толықтырғыштар.....	29
3.15. Сынаққа қиыршық тас алу.....	29
3.16. Толықтырғыштың түйіршік құрамын анықтау.....	30
3.17. Толықтырғыштың тығыздығын анықтау.....	33
3.18. Толықтырғыштың сеуіп салғандағы тығыздығын анықтау.....	34
3.19. Толықтырғыштың кеуектілігін анықтау.....	34
3.20. Ылғалдылық.....	35
3.21. Ірі толықтырғыштың су сіңіруі.....	35
3.22. Ірі толықтырғыш құрамындағы түйіршіктің жалпақ және ине тәрізді түрін анықтау.....	35

3.23.	Толықтырғыштың ұсақталуын цилиндрде сығып анықтау.....	37
4.	Бетон.....	40
4.1.	Сынаққа бетон алу	40
4.2.	Бетон қоспасының жайлуын анықтау.....	40
4.3.	Бетондағы ауаның құрамын анықтау.....	44
4.4.	Бетон үлгісін дайындау	46
4.5.	Тығыздылықты анықтау тәсілі	47
4.6.	Су сіңіруін анықтау тәсілі.....	49
5.	Бетонға қажет су.....	51
5.1.	Судың сапасын бақылау.....	51
5.2.	Суды тексеру	53
6.	Бетонға қоспа.....	54
7.	Ауыр бетонның құрамын жобалау.....	56
7.1.	Бетонның құрамын анықтаудың негізгі қағидалары.	56
7.2.	Майда және ірі толықтырғыштар арасындағы қатынасты таңдау.....	61
7.3.	Бетонның құрамын есептеу тәртібі	69
7.4.	Бетон құрамын тәжірибе жүзінде тексеру.....	72
7.5.	Бетонның өндіріс құрамын анықтау.....	74
7.6.	Химиялық қоспаларымен бетон құрамын анықтау....	77
8.	Бетон қоспасының қасиеттерін анықтау.....	86
8.1.	Бетон қоспаларының жылжымалығын анықтау.....	87
8.2.	Бетон қоспаларының қаттылығын анықтау.....	88
9.	Ауыр бетонның қасиеттерін анықтау.....	91
9.1.	Ауыр бетонның сығуға беріктік шегін анықтау.....	97
9.2.	Бетонның беріктілігін бұзылмайтын әдістермен анықталу.....	99
9.3.	Бетонның аязға төзімділігін анықтау.....	104
10.	Жалпы мағұлмат және қауіпсіздік талаптары	108
11.	Өзін-өзі бақылау үшін тестілік тапсырмалар.....	110
	Библиографиялық тізім	120

Оқу басылымы

Ақмалаев Кенжебек

БЕТОННЫҢ ҚАСИЕТІН ЗЕРТХАНАДА АНЫҚТАУ

Оқу құралы

РБ бастығы	<i>З.А. Ғұбайдулина</i>
Редакторы	<i>Г.Қ. Оңкебаева</i>
Компьютерде беттеген	<i>А.Б. Аришова</i>

Басуға қол қойылды 19.02.2015 ж.
Таралымы 300 дана. Пішімі 60x84x 1/16. № 1 баспаханалық қағаз.
Шартты б.т. 7,1. Көлемі 7,6 есепті б.т. Тапсырыс № 307.
Бағасы келісімді.

Қ.И. Сәтбаев атындағы
Қазақ ұлттық техникалық университетінің басылымы
Оқу-баспа орталығы,
Алматы, Сәтбаев көшесі, 22

ISBN 978-601-228-753-0

