

**O'zbekiston Respublikasi**  
**Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi**

**Toshkent arxitektura-qurilish instituti**

**AKRAMOV HUSNITDIN AXRAROVICH**  
**NURITDINOV HUSNITDIN NURITDINOVICH**

**BETON**  
**TEXNOLOGIYASI**

**O'quv qo'llanma**

**Birinchi qism**

**5340500 – “Qurilish materiallari, buyumlari va konstruksiyalarini ishlab  
chiqarish” ta'lim yo`nalishi**

**5A340501 – “Qurilish materiallari, buyumlari va konstruksiyalarini ishlab  
chiqarish” mutaxassisligi uchun**

**Toshkent-2011**

Mualliflar: Akramov H. A. , Nuritdinov H. N. Beton texnologiyasi. O`quv qo`llanma, birinchi qism (Akramov H. A. , Nuritdinov H. N. , Toshkent, TAQI, 2011 yil, 93 bet).

O`quv qo`llanmada beton va temir-beton buyumlarni tayyorlashda ishlatiladigan beton turlari va xususiyatlari, beton qarishmasini tayyorlash uchun ishlatiladigan materiallar, ularning sifati, tarkibini hisoblash, beton qarishiasining xossalari va ularga ta`sir etuvchi omillar batafsil tahlil qilingan. Beton strukturasi va uning asosiy xossalari beton va temir-beton buyumlari xususiyatlariga ta`siri haqida ma`lumotlar berilgan.

Ushbu o`quv qo`llanma qurilish sohasi oliy o`quv yurtlarining hamda 5340500 – “Qurilish materiallari, buyumlari va konstruksiyalarini ishlab chiqarish” ta`lim yo`nalishi va 5A340501 – “Qurilish materiallari, buyumlari va konstruksiyalarini ishlab chiqarish” mutaxassisligi talabalari uchun mo`ljallangan.

Taqrizchilar: 1Toshkent arxitektura qurilish institutni t.f.d., professor  
N.A.Samigov

2 “ASILBO bizness” MChJ raxbari, t.f.n A.A. Mirzayev

O`zbekiston Respublikasi Oliy va O`rta maxsus ta`lim vazirligi turdosh oliy o`quv yurtlari uchun darslik sifatida tavsiya etgan.

## So'z boshi

Mustaqillikning 20 yili davomida demokratik jamiyat va bozor iqtisodiyotini barpo etishga yo'naltirilgan bosqichma-bosqich islohotlar siyosati O'zbekiston aholisi farovonligini yaxshilashda anchagina ijobiy ijtimoiy-iqtisodiy o'zgarishlarga olib keldi. Shuningdek yosh respublika jahon hamjamiyati tomonidan tan olinib, unda o'z mavqeiga ega bo'ldi. Bunda faol investitsion siyosat yuritish va mavjud barcha moliyaviy, intellektual va boshqa resurslarni import o'rnini bosuvchi va eksportga yo'naltirilgan, hom – ashyomizni qayta ishlashni nazarda tutuvchi ishlab chiqarishni yaratishga yo'naltirish katta rol o'ynaydi. Iqtisodiy asoslangan investitsion loyihalarni amalga oshirish hamda O'zbekiston iqtisodiyotining ustuvor tarmoqlariga tashqi sarmoyalar va kreditlarni jalb etish, bugungi kunda xalq xo'jaligida tarkibiy o'zgarishlarni yanada chuqurlashtirish borasida belgilab olingan maqsadlarga erishishning eng muhim va ustuvor vazifasi sifatida qaralmoqda.

Respublika xalq xo'jaligining asosiy tarmoqlari qatorida qurilish materiallari sanoati etakchi rol o'ynaydi. Bu o'z xom ashyo bazasiga ega ekanligimiz, qurilish materiallari, sanoat va uy-joy konstruksiyalariga bo'lgan yuqori ehtiyoj hamda malakali mutahassislarining mavjudligi bilan belgilanadi.

Kursning maqsadi – ta'lim oluvchilarning qurilish materiallarini ishlab chiqarishga doir biznes sohasida takliflarni tayyorlash, loyihaviy ishlarni o'tkazish, asosiy qurilish materiallari texnologiyasi sohasidagi bilimlarini tizimlashtirish (jamlash), mustahkamlash va kengaytirish shuningdek, ularni qurilish materiallari va konstruksiyalarini loyihalashtirish va ishlab chiqarishga tadbiq etish bo'yicha iqtisodiy va muhandisliki vazifalarini mustaqil ravishda hal etishga o'rgatishdan iborat.

Beton va temir-beton mahsulotlari ishlab chiqarishni rivojlantirish uchun qurilish ishlarini samaradorligi va sifati bo'yicha talablar qo'yiladi. Bularni muvaffaqiyatli ravishda amalga oshirish uchun, asosan material va konstruksiyalar ishlab chiqarishni rivojlantirish, sermetall, qurilish qiymati va sermehnatligini, bino va inshootlarni og'irligini pasaytirishni ta'minlovchi hamda ularni qurilish va

ekspluatatsiya qilishdagi jami energetik mablag'lar sarfini kamaytirishga erishish kerak.

Bunday vazifalarni hal etishda asosiy qurilish materiali hisoblangan beton va temir-betonga katta ahamiyat beriladi.

Beton texnologiyasi va temir-beton sohasini rivojlanishini, uni ishlab chiqarish va ishlatilishini o'sishi, bu sohadagi ilm-fan va texnikada erishilgan yutuqlar va qurilishni quvvatli industrial bazasini barpo etilishi bilan uzliksiz bog'liq. Keyingi yillarda beton ishlarini bajarishning hamma bosqichlari: betonqorishmalarining tarkibini tanlashdan tortib, monolit konstruktsiyalar sifatini nazorat qilishgacha mukammallashtirilgan.

Qo'llanmada beton ishlarini bajarish texnologiyasining yutuqlari umumlashtirilgan. Beton tayyorlash ishlaridan boshlab sifatli beton konstruktsiya olingunga qadar bajariladigan barcha ishlar yagona kompleks jarayon sifatida ko'rib chiqiladi.

Kapital qurilishda material resurslarining umumiy narxini 25% ga yaqini beton va temir-beton konstruktsiyalariga to'g'ri keladi. Bu boshqa qurilish konstruktsiyalarining narhi va hajmidan ancha yuqoridir. Beton va temir-beton o'zining fizik-mexanik hususiyatlari, chidamliligi va ishlab chiqarishda texnik-iqtisodiy samaradorligi hamda hom ashyo resurslarining etarli darajada ekanligi bilan hozir va kelajakda kapital qurilishda eng yuqori potentsialga ega bo'lgan qurilish materiali bo'lib qoladi.

“Beton texnologiyasi” kursining asosiy maqsadi va vazifalari konstrkutsiyalarni ishlab chiqarishda texnologik jarayonni tashkil qilish, qoliplash usullarini takomillashtirish, beton qorishmasini to'g'ri aralashtirish usullarini, beton qorishmasini qo'yishni, zichlash, beton qotishini tezlashtirishni, turli ko'rinishdagi beton tarkibini loyihalashni, ashyolar hossa va hususiyatlarini, betonning sifatini nazorat qilishni tashkil etishni, nazorat usullarini, matematik usullarini ishlata bilishni, beton sifatini va texnologiyasini oshirish usullarini o'rganish, foydalanish, kelajakda beton ishlari texnologiyasini rivojlantirishni o'rgatishdir.

Yig'ma temir-beton sanoati eski korxonalarni qayta ta'mirlash va yangi zamonaviy samarador korxonalarni loyihalash, korxonalarda yuqori sifatli ko'p miqdorda mahsulotlarni ritmik tayyorlashni tashkil qilish bo'yicha korxonalar bo'limlarida muvafaqqiyatli rahbarlikni amalga oshiradigan mutahassis kadrlarga muhtoj.

Beton va temir-beton texnologiyasini rivojlanish tarixi haqida qisqacha ma'lumot. Beton — eng qadimiy qurilish material-laridan biri hisoblanadi. Eramizdan 3600 yil ilgari Misr labirinti galereyalari, Ulug' Xitoy devorining bir qismi (eramiz-dan 3 asr ilgari), Hindiston, qadimiy Rim va boshqa joydagi qurilish va inshootlarda beton ishlatilgan. Ammo beton va temir-beton konstruktsiyalar qurilishda keng ishlatilishi XIX asrning ikkinchi yarmidan boshlandi, bu esa beton va temir-beton uchun asosiy ashyo bo'lgan sementni sanoatda ishlab chiqarishni tashkil etish va ishlab chiqarishni yulga qo'yilaboshlagan davrga to'g'ri keladi. 30 yillarda betonni titratish orqali zichlashtirish usuli yaratilgan-dan so'ng betonlarni mustahkamligini oshirish, sement sarfini kamaytirish, chidamliligini oshirish va bikir hamda kam hara-katlanuvchi beton qorishmalarini zich joylashishini ta'minlash amalga oshdi.

XIX asrning 80 yillarida prof. A. R. Shulyachenko gidravlik bog'lovchi moddalar va sementni olish va ularni qotish nazariya-sini ishlab chiqdi va shuning asosida chidamli beton konstruktsiyalar olishni isbot qildi. Prof. N. A. Beleyubskiy 1891 yili temir-beton konstruktsiyalar bilan keng miqyosda tajribalar o'tkazib, shu konstruktsiyalarni qurilishga tatbiq etgan. Prof. I. G. Malyuga 1895 yili yozgan ilmiy asarida yuqori mustahkamlikka ega bo'lgan beton tarkibini tanlash va olishni hamda beton mustahkamligini asosiy qonuniyatlarini ko'rsatib o'tdi. 1912 yili N. A. Jitkevich-ning "Beton va beton ishlari" nomli kapital asari chop etildi.

XX asr boshlarida turli ellarda ham beton texnologiyasiga tegishli ko'p ishlar yaratildi, ulardan muhimlari quyidagilardir: R. Fere (Frantsiya), O. Graf (Germaniya), I. Bolomey (SHveytsariya), D. Abrams (AQSH).

Yig'ma temir-beton sanoatining rivojlanishi va hozirgi kundagi xolati. Yig'ma temir-betonni rivojlanishiga sement, metallurgiya, mashinasozlik

sanoatlarini rivojlanishi sabab bo'ldi, hamda uning texnologiyasini rivojlanishini sement va betonlar haqida fanga mustahkam ilmiy asoslangan.

Hozirgi vaqtda Respublikamizda temir-beton konstruktsiyalarini g'ovak to'ldiruvchilar asosidagi engil betonlardan tayyorlash talab qilinadi. Masalan, armotsement konstrkutsiyalari, g'ovak (yacheykali) va gazobeton. Bular ma'lum miqdorda konstruktsiyalarni engillashtirish masalalarini hal qilmoqda. Konstruktsiyalarini engillashtirish armatura va sement miqdorini tejashga, konstruktsiyalarni ko'ndalang kesimini kamayishiga va ularni prolyotini uzaytirishga olib keladi. Seysmik kuchlar ta'sirida bo'lgan engillashtirilgan konstruktsiyalar alohida ahamiyatga ega, ular ma'lum miqdorda dinamik kuchlarni so'ndirdi.

Beton texnologiyasi va yig'ma temir-beton konstruktsiyalar ishlab chiqarishni rivojlantirishda asosiy yo'llanmalar qo'yidagilar bo'lishi kerak: yig'ma temir-beton konstruktsiyalarni sifat darajasi va samarasini oshirish; ishlab chiqarishda mehnat sarfini va metall sarfini kamaytirish; bog'lovchi moddalarning samarali turlari, armatura po'latlari, yuqori sifatli to'ldiruvchilar va kompleks ximik qo'shimchalarni ko'plab ishlab chiqarishni tashkil etish va ishlab chiqarish, konstruktsiyalarini og'irligini kamaytirish va o'lchamlarini kattalashtirish; beton va temir-beton konstruktsiyalarini ishlab chiqarish texnologiyasini tubdan yaxshilash uchun eng zamonaviy texnologik jarayonlarni keng ko'lamda tadbiq qilish; yuqori unumdor avtomatik uskunalarni, robotlarni, manipulyatorlarni ishlatish; betonlarning hossalarni aniqlashda mahsulotlarning sifatini boshqarish va nazorat sistemasini eng sifatlisini qo'llash; hisoblash texnikasidan keng foydalanish; chiqindiga chiqarmaydigan va resurslarni tejamlash texnologiyasini qo'llash; sanoat chiqindilari va ikkilamchi mahsulotlarni keng ko'lamda qo'llash; ishchi, energiya va material resurslarini tejankorligini oshirish maqsadida ishlab chiqarish rezervlaridan foydalanish darkor.

Beton va temir-beton asosiy qurilish materiallari hisoblanadi. Ularni ishlab chiqarish kun sayin o'sib bormoqda. Kapital va umuman qurilishdagi asosiy masala, bu yig'ma temir beton konstruktsiyalarini ishlab chiqarish va qo'llashni

takomillashtirish, sifatini yaxshilash hamda ilmiy-texnik yutuqlarni qurilishda qo'llash. Bu masalalarni hal qilishda beton texnologiyasini takomillashtirish, uning hossalarni yaxshilash, yangi samaradorligi yuqori bo'lgan betonlarni tayyorlash va tadbiq etish, asosan engil, yuqori mustahkamlikka ega bo'lgan, ximik qo'shilmali betonlar olish, mahsulotni sifatini oshirish, malakali kadrlar tayyorlash, ularni betonshunoslik asoslari, temir-beton konstruksiyalarining ishlab chiqarish hamda texnologik hisoblar asoslari bilan chuqur tanishtirish katta ahamiyat kasb etadi.

## **I-bo'lim**

### **Beton texnologiyasi**

#### **I-bob. Beton klassifikatsiyasi va beton to'g'risidagi umumiy ma'lumotlar**

##### **1. 1. Asosiy tushunchalar**

Beton deb bog'lovchi moddalar, suv, mayda va yirik to'ldiruvchilarning ma'lum proporsional miqdorlarda olingan qorishmani yaxshilab aralashtirish, zichlashtirish va qotishi natijasida olingan sun'iy tosh materialiga aytiladi.

Qurilishda sement yoki boshqa noorganik bog'lovchi moddalardan tayyorlangan betondan keng ko'lamda foydalaniladi. Bu betonlar asosan suv bilan qorishtiriladi. Betonning faol tashkil etuvchilari sement va suvdir, ularning reaksiyaga kirishishi natijasida to'ldiruvchi zarralarini biriktiradigan yaxlit quyma sement toshi hosil bo'ladi. Sement va suv betonning faol tarkibiy moddalari hisoblanadi: ular orasidagi reaksiyalar natijasida to'ldiruvchi zarralarini yaxlit monolitga bog'lovchi sement toshi paydo bo'ladi.

Sement va to'ldiruvchi orasida kimyoviy ta'sirlashuv yuzaga kelmaydi (avtoklav ishlov berish orqali olinadigan silikat betonlardan boshqa). Shuning uchun to'ldiruvchilarni inert ashyolar deb ataydilar. Biroq, ular beton xususiyati va tarkibiga ta'sir qiladi va bu ta'sirni beton tarkibini loyihalashda hisobga olish taqazo etiladi.

To'ldiruvchi sifatida asosan maxalliy tog' jinslari va ishlab chiqarish chiqindilari (shlaklar va boshqalar)dan foydalaniladi. Bunday arzon to'ldiruvchilardan foydalanish betonning narxini arzonlashtiradi, chunki to'ldiruvchi va suv betonning 85-90% ni, sement esa 10-15% hajmini tashkil etadi. Keyingi yillarda qurilishda g'ovak sun'iy to'ldiruvchilardan tayyorlangan engil beton keng ko'lamda qo'llanilmoqda. G'ovakli to'ldiruvchilar beton zichligini pasaytiradi, bu esa uning issiqlikni tutib qolish xususiyatini yaxshilaydi.

Beton va beton qorishmasining xususiyatlarini boshqarish uchun uning tarkibiga kimyoviy qo'shimcha aralashtirilib, beton qorishmasining qotishi tezlashtiriladi yoki sekinlashtiriladi, uni ancha plastik va qulay quyiluvchanligi oshiriladi, qotish jarayoni tezlashtiriladi, uning mustahkamligi va sovuqqa



chidamliligini ko'tariladi. Zarur hollarda beton xususiyatlari boshqa yo'nalishda o'zgartiriladi.

Beton – asosiy qurilish ashyosidir. Unga keng qamrovda turli xususiyatlar, jumladan mustahkamlik, zichlik, issiqlik o'tkazuvchanlik va boshqa shu kabi xossalarni berish mumkin.

## **1. 2. Betonning klassifikatsiyasi**

Hozirgi zamonda qurilishda betonning turli xillaridan foydalanilmoqda. Beton turlarini qo'llangan materiallar xususiyatlari va belgilangan maqsadiga qarab klassifikatsiyalash bo'yicha tartibga solish mumkin. Betonning ko'p xususiyatlari uning zichligiga bog'liqdir, ya'ni beton zichligi sement toshining zichligiga, to'ldiruvchilarning turi va beton tuzilishiga bog'liq.

Beton zichligi bo'yicha o'ta og'ir ( $2500 \text{ kg/m}^3$  va undan ortiq); og'ir ( $1800-2000 \text{ kg/m}^3$ ); engil ( $500-1800 \text{ kg/m}^3$ ); o'ta engil ( $500 \text{ kg/m}^3$  dan kam) turlariga bo'linadi. O'ta og'ir betonlar og'ir to'ldiruvchilardan – po'lat qipig'i va qirindisidan (po'lat beton), temir rudadan (limonit va magnetit betonlar) yoki baritdan (barit beton) tayyorlanadi.

Qurilishda asosan zichligi  $2100-2500 \text{ kg/m}^3$  bo'lgan tog' jinslaridan olingan to'ldiruvchili (granit, ohaktosh, diabaz va b. ) oddiy og'ir betonlar qo'llaniladi.  $1800-2000 \text{ kg/m}^3$  zichlikdagi betonlar  $1600-1900 \text{ kg/m}^3$  zichlikka ega bo'lgan tog' jinslari - shag'allardan tayyorlanadi.

Engil beton g'ovak to'ldiruvchilardan (keramzit, agloporit, ko'pchitilgan shlak, pemza, tuf) olinadi. Engil betonlarning qo'llanilishi qurilish konstruktsiyalari og'irligini kamaytiradi, qurilishni arzonlashtiradi, shuning uchun ularni ishlab chiqarish tezkorlik bilan o'smoqda.

O'ta engil betonlarga g'ovakli betonlar kiradi, ularni bog'lovchi, mayda yanchilgan qo'shimchalar va suv qo'shilgan qorishmani maxsus usulda ko'pchitib olinadi (gazbeton, ko'piksimon beton) va yirik g'ovakli beton engil to'ldiruvchi asosida tayyorlanadi. G'ovakli betonda to'ldiruvchi o'rnida sun'iy tayyorlangan g'ovakdagi havo hisoblaniladi.

Bog'lovchi modda betonni xususiyatini aniqlaydigan asosiy tashkil etuvchi bo'lib, uning turlari bo'yicha betonlar farqlanadi, jumladan: sementli, silikatli, gipsli, ishqor shlakli, betonpolimerli, polimertsementli betonlar va maxsus betonlar.

**Sementli betonlar** turli sementlardan tayyorlanadi va ularni aksariyati qurilishda keng foydalaniladi. Ular orasida asosiy o'rinni portlandtsementli betonlar va ularning turli xillari egallaydi (umumiy ishlab chiqarishning 65%ga yaqini). Ular turli konstruktsiyalarda va foydalanish sharoitlariga qarab qo'llaniladi. Shlakoportlandtsementli (umumiy ishlab chiqarishning 20-25%) va putstsolan sementli betonlardan ham muvaffaqiyatli foydalanilmoqda.

Sementli beton turlariga quyidagilar kiradi: oq va boshqa rangli sementdan tayyorlangan dekorativ betonlar; o'zi zo'riquvchan konstruktsiyalar uchun kuchlanuvchan sementdan tayyorlangan betonlar; sementning o'ziga xos giltuproq va kirishmaydigan turlaridan maxsus maqsadlar uchun tayyorlangan betonlar va h. k.

**Silikat betonlar** ohak asosida tayyorlanadi. Bunday usulda tayyorlanadigan betonlarni qotirishda avtoklav usulidan foydalaniladi.

**Gips betonlar**, turli navli gipsdan, ichki devorlar, osma shift va pardo elementlarini tayyorlashda foydalaniladi. Bu betonning turli xillari – gipstsement – putstsolanli betonlar suvga o'ta chidamliligi uchun qo'llash ko'lamini ancha keng (sanuzellarning hajmli bloklari, kam qavatli uylar konstruktsiyalari va boshqalar).

**Shlakishqorli betonlar** endigina qurilishda qo'llanila boshlandi. Bunday betonlardagi bog'lovchi o'rnida maydalangan shlaklarning ishqorli qorishma bilan aralashmasidan foydalaniladi.

**Betonpolimerlar** asosi smoladan yoki furfurolatseton misolidagi maxsus qo'shimchalar yordamida betonda qotadigan monomerlardan tashkil topgan turli polimer bog'lovchilardan (poliefirli, epoksidli, karbamidli) tayyorlanadi. Bunday betonlar agressiv muhit va o'ta o'tkir ta'sirga ega bo'lgan (ishqalanish, kavitatsiya va b. ) sharoitlarda qo'llash juda o'rinli. Betonlar aralash bog'lovchilar, sement va polimer moddalardan ham tayyorlanadi. Bunday betonlarni **polimertsement** deb

ataladi. Polimer sifatida suvda eriydigan smola va latekslardan foydalaniladi. Noorganik bog'lovchilardan tayyorlangan betonlar xususiyatini g'ovaklar va kapillyarda qotuvchi monomerlarni shimdirish bilan yaxshilash mumkin. Bu tarkibdagi betonlar **betonpolimer** deb ataladi.

Maxsus betonlar alohida bog'lovchi moddalarni qo'llash bilan tayyorlanadi. Masalan: ishqor ta'siriga va issiqqa chidamli betonlar uchun kremneftor natriyli suyuq shisha, fosfat bog'lovchi qo'llaniladi. Ba'zi bir betonlar uchun betonga maxsus xususiyat beradigan maxsus bog'lovchi moddadan foydalaniladi. Sanoat chiqindilaridan olinadigan betonlar atrof-muhitni muxofazalash va sement iqtisodida alohida ahamiyatga egadir. Maxsus bog'lovchi sifatida ularda shisha ishqorli, nefelinli shlaklar va boshqa shu kabilardan foydalaniladi.

Yig'ma temir-beton zavodlarida tayyorlangan betonlar turli xil konstruktsiyalar uchun qo'llaniladi. Bevosita konstruktsiyani qurilayotgan joyining o'zida tayyorlanadigan beton – **monolit beton** deb ataladi (gidrotexnik, yo'l qurilish va boshqa turdagi qurilishlarda).

Betonlar qo'llanishiga ko'ra farqlanadi: temir-beton konstruktsiyalari uchun oddiy beton (fundament, kolonna, balka, devor, ko'prik va boshqa turdagi konstruktsiyalar); gidrotexnik betonlar suv omborlari, to'g'on, shlyuz, kanal sirtlarini qoplash, suv quvirlari vodoprovod–kanalizatsiya inshootlari va boshqalar; to'suvchi konstruktsiyalar (bino devorlari uchun engil beton); pol, piyodalar yo'lkasi, avto yo'l, aerodromda uchish polosalari uchun mo'ljallangan betonlar; maxsus maqsadda qo'llaniladigan beton (o'tga, kislotaga chidamli, radiatsiyadan himoya) va boshqalar.

Belgilangan maqsadiga qarab betonlar qo'yiladigan talablarga javob berishi kerak. Oddiy temir-beton konstruktsiyalar uchun mo'ljallangan betonlar siqilganda kerakli mustahkamlikka ega bo'lishi kerak. Ochiq havodagi konstruktsiyalar uchun esa, mustahkamlikdan tashqari sovuqqa chidamli ham bo'lishi kerak. Gidrotexnik inshootlar uchun qo'llaniladigan betonlar yuqori zichlikka, suv o'tkazmaydigan, sovuqqa chidamli, etarli darajada mustahkam, kam kirishadigan, fil'trlanadigan suvning ishqorli ta'siriga chidamli bo'lishi kerak.

Isitiladigan binolarni devori uchun ishlatiladigan beton mustahkamlik bilan birga issiq o'tkazmaslik, pol uchun ishlatiladigan betonlar edirilmaydigan va egilishda etarli mustahkamlikka ega bo'lishi, yo'l va aerodromga yotqiziladigan betonlar bu xususiyatlardan tashqari sovuqqa chidamli ham bo'lishi kerak.

Maxsus mo'ljallangan betonlarga esa talab qilingan xizmatdagi vazifasini bajarish sharti qo'yiladi. Beton va beton qorishmalariga qo'yiladigan talablar quyidagicha: beton qotgunga qadar oson quyiladigan, transportga qulay oriladigan, oson qortadigan, qolipga bir tekisda joylashadigan, qatlamlarga ajralib qolmaydigan, qolipdan ko'chirilishi va konstruktsiya yoki inshootda ishlatilishi oson bo'lishi uchun ma'lum darajada qotish tezligi kerakli muddatda bo'lishi, sement sarfi va beton narxi iloji boricha kamaytirilishi va boshqalar.

Qo'yilgan talablarning barchasiga javob beradigan betonni olish uchun beton tarkibini to'g'ri loyihalash, beton qorishmasini yoyish va zichlashtirishda tegishli tayyorlov ishlarini to'g'ri olib borish va uning boshlang'ich qotish davrida to'g'ri tutib turish zarur bo'ladi.

Agar konstruktsiya turi va xususiyatiga bog'liq holda beton turi va xususiyati talab etilsa, beton qorishmaga bo'ladigan talab tayyorlanadigan konstruktsiya sharoitiga, texnologik xususiyatiga (armaturalashning zichligi, qolip shaklining murakkabligi) va qo'llanadigan jihozlarga qarab aniqlanadi.

Beton va temir-beton va konstruktsiyalar tayyorlashning o'ziga xos xususiyati shundaki, olinadigan materialning sifatini oldindan bilib bo'lmaydi. Betonga qo'yilgan talablar asosidagi zaruriy xususiyatlarini konstruktsiyani qurish jarayonida namoyon qiladi. Bunda, materialni to'g'ri tanlash, qabul qilingan texnologiya bo'yicha konstruktsiyaning tayyorlanishi uchun beton tarkibi loyihasini to'g'ri tashkil etish, texnologik tartibga rioya qilish, jarayonlar bo'yicha ishlab chiqarishni nazorat qilish katta ahamiyatga ega.

Betonlar sun'iy tosh konglomerat (ko'p jinsli tabiiy tosh) turqumiga kiradi. Bu turqum kompozitsion materiallar turiga mansub bo'lganligi sababli turli betonlar uchun tegishli bo'lgan xususiy qonuniyatlar bilan bir qatorda umumiy qonuniyatlarga ham bo'ysunadi. Beton soxasida olib borilayotgan zamonaviy

texnologik va texnik-iqtisodiy hisoblashlar betonning tarkibi va tuzilishini uning xususiyatlari bilan o'zaro bog'liqligiga asoslanadi. Bu bog'liqliklar betonning fizikaviy-kimyoviy tabiatini, aksariyat ko'proq tajribaviy usulda olingan tabiatini hisobga oladi. Ular albatta ishlab chiqarish sharoitida sinab ko'riladi va zarurat bo'lganda aniq hisob ishlari yuritiladi. Beton murakkab material, ma'lum vaqt o'tishi va ekspluatatsiya jarayonida uning xususiyati sezilarli darajada o'zgarishi mumkin. Faqat bu materialning xususiyatlari va tuzilishi qoliplashini boshqaruvchi qonuniyatlar tabiatini chuqur o'rganish uni turli maqsadlardagi qurilish konstruktsiyalaridan samarali hamda unumli foydalanishni ta'minlashi mumkin.

## **II -bob. Beton uchun materiallar**

Beton sifati asosan tayyorlanadigan materiallarga bog'liq. Materiallarni beton uchun to'g'ri tanlash, ya'ni betonga qo'yiladigan talab, materiallarning o'zining xususiyatlarini hisobga olish beton texnologiyasida yuqori o'rin tutadi. Bunda beton ishlab chiqarishda sement va mehnat sarfining maksimal iqtisodiga erishiladi.

### **2. 1. Bog'lovchi moddalar**

Qurilish konstruktsiyalari betonini tayyorlash uchun noorganik bog'lovchi moddalardan keng foydalaniladi. Bu moddalar suv bilan aralashtirilganda ichki fizik-kimyoviy jarayonlar ta'sirida yumshoq hamir holatidan asta-sekin qotib, mustahkamligi osha boradi va toshdek qattiq holatga aylanadi. Noorganik bog'lovchi moddalar suvda (tsementlar) va havoda (ohak, gips va b. ) qotadi.

Beton ishlab chiqarishda eng ko'p qo'llaniladigani portlandtsementdir.

Portlandtsement – gidravlik bog'lovchi moddadir, suvda juda yaxshi qotadi yoki havoda. Bu – kul rangdagi kukun bo'lib, klinkerni mayin tuyib gips qo'shib olinadi. Klinkerni esa aniq miqdorda olingan tarkibida 75-78%  $\text{Ca CO}_3$  va 22-25% ( $\text{Si O}_2 + \text{Al}_2 \text{O}_3 + \text{Fe}_2 \text{O}_3$ ) bo'lgan xomashyo aralashmasini bir tekisda pishgunga qadar kuydirib, olinadi.

Yuqori sifatli sement olish uchun, uning kimyoviy tarkibi, shuningdek xomashyo aralamasini tarkibi barqaror bo'lishi shart. Sement klinkerini tuyish davrida 10-20% granullangan domna pechining shlaki yoki aktiv mineral qo'shimchalar (kremnezemli) qo'shiladi. 1200-1450<sup>0</sup>S haroratda kuydirish natijasida klinker minerallari hosil bo'ladi: o'zgaruvchan tarkibli kal'tsiy alyumoferritlar  $x\text{CaO} \cdot y\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot z\text{Fe}_2\text{O}_3$ , uch kal'tsiyli alyuminat  $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ , ikki kal'tsiyli silikat  $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$  va uch kal'tsiyli silikat  $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ . Bu to'rt birikma sement klinkerining asosiy tarkibiy qismidir, lekin ikki oxirgi (kal'tsiy silikatlar) uning butun hajmining 70-80% ni tashkil etadi.

Portlandtsement tarkibidagi turli minerallarning taxminiy miqdori quyidagini tashkil etadi:

$3\text{CaO SiO}_2$  37-60% (shartli belgilanishi  $\text{C}_3\text{S}$ );

$2\text{CaO SiO}_2$  yoki  $\text{C}_2\text{S}$ -15-37%;

$3\text{CaO Al}_2\text{O}_3$  yoki  $\text{C}_3\text{A}$ -5-15% ;

$4\text{CaO Al}_2\text{O}_3\text{F}_2\text{O}_3$  yoki  $\text{C}_4\text{AF}$ -10-18%

Sement sifatiga uch kal'tsiyli silikatning (alit deb nomlanadi) yuqori darajadagi miqdori asosiy ta'sirni ko'rsatadi, u yuqori mustahkamlikdagi tezqotadigan gidravlik modda xususiyatiga ega. Ikki kal'tsiyli silikat (belit) – o'rtacha mustahkamlikdagi sekin qotadigan gidravlik bog'lovchi. Uch kal'tsiyli alyuminat tezroq qotadi, lekin mustahkamligi pastroq. Sementning minerologik tarkibini o'zgartirib, uni sifatini o'zgartirish mumkin. Yuqori markali va tez qotadigan sementni tarkibida uch kal'tsiy silikati miqdorini (alitli sementlar) oshirish bilan tayyorlanadi. Belit miqdori yuqori bulgan sementlar (belitli) – sekin qotadi, ammo uzoq vaqt o'tishi bilan mustahkamligi oshib boradi va bir necha yildan so'ng katta qiymatga erishishi mumkin.

Har qanday sementning asosiy xususiyatini harakterlovchi jihat – uning mustahkamligi(marka) hisoblanadi. Sement markasi  $4\times 4\times 16$  sm o'lchamli, 1:3 nisbatdagi vol'sk qumili qorishmadan tayyorlangan, 28 kun davomida  $20\pm 2^\circ\text{S}$  haroratli suvda qotgan yarim balkachalarning siqilishdagi mustahkamligiga mos keladi (namunalar birinchi sutkada qolipdan chiqarilgunga qadar nam havoda qotadi). Qorishmaning siltovchi stoldagi konus oquvchanligi 106-115 mm bo'lishi kerak. Aksariyat sementlarda suvtsement nisbati 0, 4 bo'lganda erishiladi. Agar oquvchanlik kam bo'lsa S/TS nisbati orttiriladi, aks holda S/TS nisbati kamaytiriladi.

Sementning siqilishga mustahkamligi 30-60 MPa ga, mos holda balkachalarning egilishga mustahkamligi 4, 5-6, 5 MPa ni tashkil etadi.

Sementning haqiqiy mustahkamligini uning aktivligi deb ataydilar. Masalan, sinov namunalarining mustahkamligi 44 MPa bo'lsa, uning aktivligi 44 MPa, markasi esa 400 bo'ladi. Beton tarkibini loyihalashda sement aktivligidan kelib chiqqan ma'qul, chunki u sement miqdorini iqtisod qilishda aniq natijalar beradi. Sement mustahkamligini 1 MPa ga ortishi sement sarfini  $2-5\text{ kg/m}^3$  ga kamaytiradi va bu ko'rsatkich yuqori mustahkamlikdagi betonlarda yanada yaqqol

namoyon bo'ladi. Agarda berilgan sement aktivligini inobatga olib, xisoblalashlarda, uning mustahkamligini 2-4 Mpa ga ortiq ma'lumotlaridan foydalanilsa, bu o'z navbatida sementning 5-20 kg/m<sup>3</sup> beton hisobidan iqtisod qilish imkonini beradi.

Sement ishlab chiqarish sanoati asosan 400-550 markali, alohida buyurtmalar bo'yicha esa 600 markali sementlar ishlab chiqaradi. Past markali sementlarga nisbatan yuqori markali sementlarning mustahkamligi jadalq ortib boradi. Masalan, 500 markali sement mustahkamligi 3 - kunda 20-25 MPa ni tashkil qiladi. Shuning uchun yuqori markali sementlar nafaqat yuqori mustahkam, balki tez qotuvchi hamdir. Bunday sementlarni qo'llash inshootlarni tez qolipdan chiqarishni va yig'ma temir-beton konstruktsiyalari ishlab chiqarish muddatini qisqartirishni ta'minlaydi.

Sement zavodlari va qurilish ob'ektlari laboratoriyalarida sementlarni sinash 3 va 7 kundan sung va bug'latilib o'tkaziladi.

Oldindan o'tkazilgan tajribalardan mustahkamlikning o'tish koeffitsiyentini aniqlab, qisqa muddatli tajribalar natijasi bilan sement markasini taxminan aniqlash mumkin. Bunda, turli mineralogik tarkibdagi sementlar turlicha tezlikda qotadi va har bir sement uchun o'z koeffitsiyentida foydalanish kerak.

Sement mustahkamligiga bo'lgan talabdan tashqari, yana boshqa talablar, ya'ni normal quyugligi, tishlashish muddati ham ahamiyatlidir.

Normal quyuglik deb ma'lum konsistentsiyada bo'lgan sement hamirini olish uchun sementga qo'shiladigan zaruriy (%) suvning miqdoriga aytiladi.

Portlandsementning normal quyugligi 22-27%-ni, putstsolanli portlandtsementda esa 30% va undan ortiqroq bo'lishi kerak.

Normal quyuglik sementga mayda tuyilgan qo'shimchalar (trepel, opok) qo'shilganda ortadi kamroq quyuglikda normal quyuglik sof klinkerli sementlarda buladi.

Sementning normal quyugligi ma'lum darajada sement hamirining reologik xususiyatlarini aniqlaydi va beton qorishmasining harakatchanligiga ta'sir etadi. Qorshimaning ma'lum zaruriy xarakatchanligiga (bikirlik) erishish uchun



sementning normal quyugligi qancha past bo'lsa, beton qorishmaning suvga ehtiyoji shuncha past bo'ladi.

Beton tarkibiga bog'liq xolda sementning o'rtacha normal quyugligini 1 % ga pasaytirish beton qorshimasini suvga bulgan talabganligini 2-5 l/m<sup>3</sup> kamaytiradi, shuningdek yuqori mustahkam betonlarda suvga bo'lgan talabganlikni juda pasaytligi kuzatiladi.

Suv sarfini pasaytirish o'z vaqtida sement sarfini ham kamaytiradi. Betonlarda, normal quyugligi past bulgan sementlarni ishlatish maqsadga muvofiq.

Sementning tishlashish muddati maxsus asbobda ignani sement hamiriga botish chuqurligi bilan aniqlanib, materialni qattiq jismga aylanishini boshlanish va tugash jarayonini xarakterlab beradi.

Standart bo'yicha tishlashishni boshlanishi sementni suv bilan qorishtirilgandan sung 20<sup>0</sup>S harorat da 45 minutdan oldin boshlanmasligi va tugashi 10 soatdan kech bo'lmasligi talab etiladi.

Xaqiqatda sement qorishmasining tishlashishini boshlanishi 1-2 soatdan keyin, tugashi esa 5-8 soatdan keyin bo'ladi. Bu muddatlar beton ishlarini bajarishni ta'minlaydi, chunki beton qorishmasini tishlashishi boshlanguncha uni transportirovka qilish va joylashtirish imkonini beradi.

Beton qorishmasiga turli kimyoviy qo'shimchalar qo'shib sementni tishlashish muddatlarini boshqarish mumkin.

Masalan: kal'tsiy xloristiy sement, gidrotatsiyasi, va tishlashishni tezlashtiradi, yuza-aktiv moddalar, masalan sul'fat-spirit achitqisi sekinlatadi.

Beton harorati oshganda tishlashish muddati qisqaradi, suv sement nisbati kamayadi. Ba'zi bir sement zavodlarida issiq sement klinkeri tuyiladi, natijada beton harorati 150<sup>0</sup>S dan yuqorini tashkil etadi. Bu esa gipsning degidratatsiyasi ya'ni yarimgidrat gips, shuningdek suvsizlangan kal'tsiy sul'fatini (eruvgan xolda anhidrat) hosil qiladi. Sementni suv bilan qorishtirilganda yarim suvli gips va anhidridning tez kechadigan gidrotatsiyalanishi sement hamiri yoki beton qorishmasining barvaqt quyuglashishiga sabab bo'ladi, keyinchalik qorishtirish davrida yana suyulib ketadi. Bu holat sementni yolg'on tishlashishi deb

nomlanadi. Yuqori sifatli sementlarda yolg'on tishlashish bo'lmaydi. Agar bu sezilsa, bu holatni neytrallash uchun beton qorishmasiga sul'fit-achitqili brajkalar qo'shiladi va beton qorishmani qorishtirish muddati oshiriladi.

Portlandtsement, odatda mayin tuyugan bo'ladi: 008 № li elakdan ( $1\text{sm}^2$  da 4900 ga yaqin teshik bulib  $0,08 \times 0,08$  mm o'lchamga ega) sementning umumiy hajmining 85% ni o'tishi kerak. Sement zarrachalarining o'rtacha o'lchami 15-20 mkm ni tashkil etadi. Sementni tuyish mayinligi 1g sementdagi zarralarning solishtirma yuzasi bilan xarakterlanadi. Sementning solishtirma yuzasini maxsus asbobda aniqlanadi. O'rtacha sifatdagi sementning solishtirma yuzasi 2000-2500  $\text{sm}^2/\text{g}$  ni tashkil qiladi, yuqori sifatli esa 3500  $\text{sm}^2/\text{g}$  va undan yuqori.

Portlandtsement hajmi bir maromda o'zgarib turishi kerak va bu maxsus sinovlar bilan nazorat qilib turiladi. Sement hajmining notekis o'zgarishi qorishma va betonda mikrodarz payda bulishiga olib kelishi va betonning mustahkamligi hamda uzok muddatga chidamligini paysaytirishi mumkin. Sement hajmining notekis o'zgarishi sementni kuydirish texnologik jarayonining buzilishi natijasida, sementning tarkibida erkin CaO yoki MgO ning ko'p bo'lishi va bu oksidlarni sundirish uchun zarur muddat davomida zavodda ushlab turilmagani natijasida kuzatiladi.

Sement hajmini noteks o'zgarishi kuzatilsa, beton tarkibiga natriy xlor qo'shish yoki qo'shimcha vaqt davomida saqlash bilan tuzatish mumkin.

Portlandtsementning xaqiqiy zichligi qo'shimchasiz 3,05-3,15  $\text{g}/\text{sm}^3$  ni tashkil etadi. Beton tarkibi hisoblanganda portlandtsementni zichlashtirilgan holatdagi zichligi shartli 1,3  $\text{kg}/\text{m}^3$  deb qabul qilinadi.

Sementning tilshashishi va qotishi etzotermik jarayonlardir. Betonda 300 markali 1 kg sement suv bilan korishtirish, boshlangandan 7 kecha-kunduzdan davomida 170 kDj dan kam bo'lmagan miqdorda, 400 markali 1 kg sement esa 210 kDj dan kam bo'lmagan miqdorda issiklik ajratadi. Ajralib chiqadigan issiqlik miqdori sement klinkerining mineralogik tarkibi, kiritilgan qo'shimchalar turi va sementni tuyish mayinligiga bog'lik. Sement tarkibiga kiradigan klinker minerallaridan uchkal'tsiyli alyuminat, keyin uchkaltsiyli silikatda issiqlik ajralishi

ko'proq, qolgan birikmalarda esa sezilarli kamroq darajada issiqlik ajralib chiqadi. Asosiy issiqlik miqdori sement qotgandan keyin birinchi 3-7 kecha-kunduzda ajralib chiqadi. Qishki mavsumda beton ishlab chiqarish ishlarida sement qotishidagi ajratib chiqadigan issiqlik foydali. Ammo, massiv inshootlarni betonlashda (to'g'on, qalin devor va b. ) yozgi mavsumda (notekis qizishi sababli) konstruktiv darzlarning paydo bo'lishidan saqlanish uchun betondan ajralib chiqadigan issiqlik miqdorini kamaytiradigan maxsus chora ko'riladi. Shunday maqsad uchun issiqlikni kam chiqaradigan sementlar ishlatiladi (tarkibida  $C_3S$  va  $C_3A$  miqdorlari kamaytirilgan,  $C_2S$  miqdori ko'paytirilgan, kremnzemli va boshqa qo'shimchalar), beton sovuq suvda qorishtiriladi, betonlash alohida bloklarda olib boriladi, betonga suv sepiladi, sun'iy sovutish tashkil etiladi.

Beton qotishini tezlatish va temir-beton konstruktsiyalar tayyorlashning muddatini qisqartirish uchun sementni faollashtirishdan foydalaniladi, ya'ni sementni qotishini tezlatadigan kimyoviy qo'shimchalar qo'shiladi yoki betonni qizdiriladi.

Sementni boshqa bir joyga tashish yoki saqlashda nam tortib qolishdan asrash, to'kilib isrof bo'lishiga yo'l qo'yilmaslik kerak. Qurilish ob'ektlarida sementni maxsus kuzovli avtomashina (tsement tashuvchi)larda va sementni tushirish uchun vintli yoki pnevmatik qurilmalardan foydalanish samalaridir. Saqlanish davrida xatto yopiq omborxonalarda ham sementning ayniqsa mayin tuyilgan aktivligi pasayadi, chunki havodagi nam va uglekisliy gazni o'ziga tortib, namiqadi. Tajribalarning ko'rsatishicha, oddiy sement normal sharoitda 3 oy saqlangandan keyin mustahkamligini 20% ga, 6 oydan keyin 30% gacha, bir yildan keyin 40% ga yo'qotadi. Ishlab chiqarishda uzoq saqlangan sementdan foydalanilganda beton qorishmani qorishtirish muddati 2-4 martaga oshiriladi, qotirishni tezlatadigan tezlatuvchi qo'shimchalar qo'shiladi yoki sementni faollashtirish qo'llanadi.

Sement turlari: ko'pchilik sementlarning asosini portlandtsement klinkeri tashkil etadi.

Uning minerologik tarkibini normallashtirib va mineral yoki organik qo'shimchalar qo'shib, bir-biridan xususiyati jihatidan farqlanadigan va qurilishning turli qismlarida qo'llaniladigan har xil sementlar olinadi (2. 1-jadval)

*Portlandsement* (PTS) deb, tarkibida gipsdan tashqari mineral qo'shimchalar bo'lmagan sementga aytiladi. Toza klinkerli portlandsement qo'shimchasiz holda yuqori mustahkamlikdagi betonlarda, yigmatemir- beton ishlab chiqarishda, ayniqsa oldindan zo'riqtirilgan konstruksiyalarda, maxsus sharoitlar – shimoliy tumanlarda, quruq va issiq iqlimlarda qo'llaniladi.

### Sementlarga qo'yiladigan talablar

2. 1-jadval

TSement turlari	Marka	Qo'shimchalarning miqdori, %		
		granullangan Shlak	aktiv mineral	
			trepel, opoklar, diatomit	boshqalar
Umumiy qurilishga mo'ljallangan sementlar:				
Portlantsement	400, 500 550, 600	yo'l qo'yilmaydi		
mineral qo'shimchali portlantsement	400, 500 550, 600	20	10	15
tez qotuvchan portlandsement	400, 500	20	10	15
shlakli portlandsement	300, 400 500	21-60		
Tez qotuvchan shlakli portlandsement	400	21-60		
Sul'fatga chidamli sementlar:				
sul'fatga chidamli portlandsement	400	yo'l qo'yilmaydi		
qo'shimchali sul'fatga chidamli portlandsement	400, 500	10-20	5-10	yo'l qo'yilmaydi
sul'fatga chidamli shlakli portlandsement	300, 400	21-60	yo'l qo'yilmaydi	yo'l qo'yilmaydi
Putstsolanli sement	300, 400	Yo'l qo'yilmaydi	20-30	25-40

Umumiy ishlab chiqariladigan sementning 60% ni keng ko'lamda qo'llaniladigan sement, ya'ni ko'shimchali portlandtsement bilan tashkil etadi. Ular ko'pgina monolit va yig'ma temir- beton konstruksiyalarda qo'llanilishi mumkin.

**Tez qotadigan sement** – portlandtsementning qo'shimchali turi. 400, 500 markali bu sementning 3 kundan siqilishga mustahkamligi 25 MPa dan kam emas. Tez qotishni ta'minlash uchun klinker tarkibida  $C_3S > 50\%$ ,  $C_3S + C_3A > 60\%$  bo'lib sement esa mayin tuyilgan bo'lishi kerak. Solishtirma yuzasi  $3500 \text{ sm}^2/\text{g}$  dan kam bo'lmasligi kerak.

**Shlakli portlandtsement** – portlandtsement klinkeri va granullangan domna shlaki bilan birgalikda yanchish natijasida olinadi. O'z xususiyati bilan shlakliportlantsement oddiy sementdan oz farq qiladi, xaqiqiy zichligi ozgina past (2, 9-3), shunga qarab ham kamroq.

Shlakli portlandtsement portlandtsementdan (klinkerni tarkibi bir xil) ancha sekinroq tishlashishi (boshlanishi 4-6 soatdan, tugashi 10-12 soatdan keyin) va birinchi 7-10 kunda sekin qotishi bilan farqlanadi. Bu sement klinkeri tarkibida  $C_3A$  8% dan kam bo'lganda, minerallashgan suvlar (sul'fatli, dengiz suvi) ta'siriga anchagina chidamli beton olinadi. Issiqlik va namlik bilan ishlov berilganda oddiy portlandtsementga nisbatan shlakoportlandtsementning qotishi ancha tezlashadi, bu esa yig'ma temir beton ishlab chiqarishda uning yuqori samaradorligini ta'minlaydi.

Hamma sementlar istemolchining talabiga binoan qorishmaning plastikligini oshiruvchi eki gidrofoblovchi namlikni tez yuqtirmaydigan qo'shilmalar bilan ishlab chiqarilishi mumkin.

**Plastiklashtirilgan portlandtsement** portlandtsementi klinkerini plastiklovchi qo'shimcha bilan birga mayin qilib yanchib olinadi. Bunday qo'shimcha bo'lib, sul'fit-spirтли bardaning modifikatsiyalashgan konsentratlari (gidroliz spirt sanoatining chiqindisi) sement masasiga nisbatan 0, 1-0, 25% miqdordagi quruq modda hisoblanadi. Sul'fit - spirтли barda-sirt aktiv modda bulib, sementning suv bilan qo'shilishiga qarshilik ko'rsatadi va sement zarrachalari atrofida moylovchi qoplama hosil qiladi.

Plastiklashtirilgan sementdan foydalanilganda qorishma va betonning plastikligi oshadi, bu esa beton qorshimasini joylashni osonlashtiradi va tezlashtiradi, betonda sementni 5-10% ga iqtisod qilish imkonini beradi eki suv sement nisbatini kamaytiradi va betonning sovuqqa chidamliligini oshiradi. Plastiklashtirilgan sement portlandtsement kabi markalarga ega.

**Gidrofob portlandtsement** – portlandtsement klinkerbni sirt-aktiv gidrofoblovchi (suv yuqtirmaydigan) qo'shimcha bilan mayin yanchilgan mahsulotdir. Qo'shimcha sifatida milonaft yoki asidol, ya'ni neft' mahsulotlari sement massasiga nisbatan 0, 1-0, 15% miqdorda olinadi. Gidrofob sementi, boshqa oddiy sementdan farqli, quyidagi xususiyatlarga ega: nam tortishi past, uzoq muddatga saqlanganda va xatto nam havoda ortilganda ham aktivligini yo'qotmay sochiluvchan holatda qoladi; yuqori plastiklikka (plastiklashtirilgan sementdan kam bo'lsada) ega; suv shimish va suv o'tkazish darajasi past va betonda sovuqqa chidamligigi yuqori. Gidrofob sementi ham oddiy portlandtsement markalari kabi markalarga ega.

Sirt-aktiv qo'shimchali sementlar boshlang'ich davrda bir qancha sekinroq qotish tezligiga ega bo'lib, shunga ko'ra kamroq issiqlik ajratib chiqaradi. Bu sementlar alohida maxsus sharoitlarda, ya'ni gidrotexnik inshootlarini qurishda va monolit temir-beton konstruktsiyalarini ko'tarishda ishlatiladi, bunda betonning suv o'tkazmasligi va issiqlik ajratib chiqarishi muhim ahamiyatga ega.

**Sul'fatga chidamli sementlar** – alohida guruhga ajratilgan va ularga UzRST talablari kuyilgan (2. 1 jadvalga qar. ). Sul'fatga chidamli portlandtsement (SPTS) 400 marka bilan ishlab chiqariladi. Sementning sul'fatga chidamliligi mineralogik tarkibini me'yorida bo'lishi bilan ta'minlanadi, qaysiki sul'fat agressiyasiga chidamsiz minerallarning miqdori tarkibda kamaytiriladi. Bu sement tarkibida:  $C_3S > 50\%$ ,  $C_3A < 5\%$ ,  $C_3A + C_4AF < 22\%$ . Qo'shimchali sul'fatga chidamli portlandtsement (KSPTS) maxsus tarkibdagi portlandtsement klinkerini ( $C_3A < 5\%$ ,  $C_3A + C_3AF < 22\%$ ) va mayin yanchilgan aktiv mineral qo'shimcha bilan birga tuyib olinadi. Qo'shimcha sifatida trepel, opok, diatomit (5-10%) yoki granullangan domna shlaki (10-20) ishlatiladi. Qo'shilma  $C_3S$  gidrotatsiyasida ajraladigan

kal'tsiy gidroksidini bog'laydi, bu esa sementning sul'fatga chidamliligini oshiradi. Bunday holatda tarkibida juda ko'p  $C_3S$  bo'lgan klinkerni qo'llash mumkin bo'ladi, qo'shimchali sul'fatga chidamli sementlar esa 500 va 400 markaga egadir.

***Sul'fatga chidamli shlakoportlandtsement*** (SSHPTS) – klinker tarkibidagi  $C_3A < 8\%$  miqdori chegaralab olinadi va 300, 400 markalar bilan ishlab chiqariladi. Sul'fatga chidamli sementlar suv satxi o'zgaruvchan sharoitda ishlatiladigan beton va temir-beton konstruktsiyalar, shuningdek, ko'pincha bir vaqtda ko'p marta muzlash va erish yoki ko'p marta namlanishi va qurishi mumkin bo'lgan sul'fatli suvlar agressiv ta'siriga uchraydigan inshootlar uchun mo'ljallangan.

***Putstsolan portlandtsement*** (PPTS) ham sul'fatga chidamli sement guruhiga kiradi. Bu sementni  $C_3A < 8\%$ , miqdordagi portlandtsement klinkerini aktiv mineral qo'shimcha bilan birga yanchish usuli bilan olinadi. Aktiv mineral qo'shimcha oddiy qo'shimchali portlantsementga nisbatan ko'p miqdorda qo'shiladi. Qo'shimcha miqdori uning turiga bog'liq va trepel, opok, diatomit uchun 20-30% tashkil etadi, qolgan boshqa aktiv minerallar, ayniqsa kremnezem qo'shimchalar (masalan, tuf, trass, pemza va boshqa) uchun- 25-40% dan iborat. Trepel, opok, diatomitlar boshqa qo'shimchalarga nisbatan sementga oz miqdorda qo'shiladi, chunki ular yuqori gidravlik aktivlikka ega bo'lishi bilan birga bir vaqtning o'zida suvga talabi yuqoridir. Shuning uchun sementga ortiqcha bunday qo'shimchalarning aralashtirilishi uning normal quyugligini keskin darajada oshiradi, bu esa maqsadga muvofiq emas.

Putstsolan portlantsement oddiy sementga nisbatan ochroq rangda. Haqiqiy zichligi (2, 8-2, 9 ga yaqin) va zichligi ham oddiy sementdan kamroq. Oddiy sementga qaraganda bir xil miqdorda olingan putstsolan portlandtsementda qorishmani chiqishi hamda qorishma va beton zichligi yuqori bo'ladi, shuning uchun qorishma va betonlar anchagina suv o'tkazmaydigan bo'ladi. Normal quyuglikdagi hamirni olish uchun putstsolan portlandtsementga ko'proq suv qo'shish kerak (30-40% gacha), bunda anchagina yopishqoq qorishma hosil bo'ladi. Buning natijasida beton qorishmasining harakatchanligi pasayadi. Bu

holatni oldini olish uchun betondagi sement sarfini (5-10% ga) oshirishga to'g'ri keladi yoki plastiklashtiruvchi qo'shilma kiritiladi.

Puttsolan portlandtsement gidravlik qo'shimcha aralashtirilmagan sementga nisbatan suv bilan aralashtirilgandan so'ng birinchi kunda va haftada sekinroq qotadi. Suvda 6 oy qotgandan keyin bu sement (shu klinkerning o'zidan), qo'shimchasiz sementning pishiqligiga ega bo'ladi. Putsolan sement oddiy sementga nisbatan qotish jarayonida kam issiqlik chiqaradi. Bu esa yaxlit inshootlarni betonlashda qulaylik beradi, lekin qishki mavsumdagi beton ishlari og'irlashadi, chunki sun'iy usul bilan beton isitilishi talab qilinadi. Puttsolan portlandtsementni qotishida erkin kal'tsiy gidrookisidi aktiv kremnezem qo'shimcha bilan qo'shiladi va suvda deyarli erimaydigan kal'tsiy gidrosilikatni hosil qiladi, dengiz va boshqa mineral suvlarda parchalanmaydi. Yuqori darajada fizik-kimyoviy ta'sirga chidamli va nam sharoitda qotadigan betonda, masalan gidrotexnik inshootlarning ichki, er osti, suvosti qismlarini qurishda, dengiz va chuchuk suvda (tulqinqaytarich, qirg'oq, dok, to'g'on, shlyuzlar va boshqalar), kanalizatsiya va vodoprovod inshootlarida, tunnel va boshqa erosti qurilish inshootlarida, shaxta yo'laklarida putsolan portlandtsementni qo'llash samaralidir.

Bunday sementni erusti temir-beton inshootlarida qo'llash noqulayliklar keltirib chiqadi, ya'ni tez qurishi sementning qotishini to'xtatib qo'yadi va kuchli kirishishni keltiradi. Bu sementni o'zgaruvchan, ya'ni nam tortishi va qurishi, muzlashi va erishi mumkin bo'lgan keskin sharoitda qo'llash tavsiya etilmaydi. Tayyorlovchi zavod mahsulotni olingan vaqtdan boshlab sementni standart talablariga mosligiga va ortilgandan keyin bir oydan ortiq bo'lmagan muddatga kafolat beradi. Mahsulot pasportida sement turi, markasi va tayyorlovchi zavod nomidan tashqari, sement hamirining normal quyuqligi va 2+3+6+4 s rejimda bug'latilganda sementning o'rtacha aktivligi  $85+5\text{ C}^0$  haroratda izotermik qizitish va tayyorlagandan bir kecha-kunduzdan keyin sinalganligi ko'rsatiladi. UzRST talablariga javob beradigan sementlarni mustahkamlik xossalari yuqori turg'unlikka ega bo'lishi, aktivlikni variatsiya koeffitsiyentini miqdori sement markasiga qarab 3-5% dan oshmasligi kerak. Bu sementlarda "YOlg'on



tishlashish”ga yo’l qo’yilmaydi, ortilayotgan vaqtda sement darajasi 95°Sdan oshmasligi kerak. SPTS va KSPTS larda ishqorlar miqdori 1% dan bo’lishi kerak.

**Sement va bog’lovchilarning maxsus turlari.** Vaqt o’tishi bilan sement nomenklaturasi ortib bormoqda. Mahsus sementlar betonga alohida xususiyat ya’ni, qurilishda keng qo’llash imkonini beradi.

**Oq portlandtsement** ifloslanishidan saqlash uchun mahsus tayyorlangan texnologiya bilan tarkibida kam temir bo’lgan oqartirilgan klinkerni maydalab, gipsning zarur miqdori va oz miqdordagi diatomit qo’shimchasi bilan tuyib olinadi. Oq sement 300, 400, 500 marka bilan ishlab chiqariladi va oddiy sementga ko’yiladigan talablarni qoniqtirishi kerak. Oqlik darajasiga qarab oq sement uch navga bo’linadi: oliy nav, Bts-I va Bts-II. Sementning oqligi, sement oqligini 100% deb qabul qilingan bariyning sul’fat oqligiga nisbati yorqinlik koeffitsiyenti bilan xarakterlanadi. Naviga qarab yorqinlik 80, 76 va 72% kam bo’lmasligi kerak.

**Rangli portlandtsementni** oq sement, gips va pigmentni birgalikda tuyib olinadi. Sement massasiga nisbatan sintetik mineral yoki tabiiy pigmentning miqdori 15% dan, organik pigmentning miqdori esa 0, 3% dan oshmasligi kerak. Rangli portlandtsementni mahsus tayyorlangan rangli klinkerdan olish mumkin.

Oq va rangli sementlar rangli beton olish, arxitektura detallari va yuzalarni qoplash plitalarini olish, pardozi ishlari uchun mo’ljallangan.

**Zo’riquvchi sement,** V. V. Mixaylov taklifiga binoan, portlandtsement klinkerini va zo’riqqan komponentni glinozem shlaki yoki boshqa tarkibida alyumin bo’lgan modda, gips va oxakni birgalikda tuyib olinadi. O’rtacha komponentlararo nisbat 65:20:10:5. Pastsul’fat shakldagi kal’tsiy gidrosul’foalyuminatini yuqorisul’fat shaklga kristallashishi oqibatida sement toshi nisbatan katta mustahkamlikka etgandan keyin (15-20 MPa) zo’riquvchi sement o’z hajmini sezilarli kengaytirish xususiyatiga ega bo’ladi (4% gacha). Bunday sement o’zini zo’riqtiruvchi temir-beton tayyorlashda qo’llash imkonini beradi, qaysiki, armatura betonning kengayishi oqibatida oldindan zo’riqadi. Bu

zo'riquvchi sement boshqa kengayadigan sementlardan farq qiladi, ular qotishni boshlanish davrida uz hajmini kengaytiradi.

Zo'riquvchi sement va ular asosidagi betonlar yuqori mustahkamlikka egadirlar (28 kunda 50-70 MPa), suv va gaz o'tkazmaydi. Zo'riquvchi sementni o'zini zo'ritiruvchi temir-beton trubalar, yo'l va aerodromlarni qoplashda, tunnel va katta diametrli vodoprovodlarda va shunga o'xshash konstruktsiyalar tayyorlashda qo'llash samaralidir. Bu konstruktsiyalarni tayyorlashda zo'riquvchi sementning juda tez tishlashini (tishlashning boshlanishi 2 minut, tugashi 6 minut), shuningdek beton zaruriy mustahkamlikka erishgandan keyin sementning kengayishini ta'minlovchi qotishning mahsus tartibi qo'llanishini hisobga olish zarur.

***Kengayuvchi yoki kirishmaydigan sementlarni*** suv o'tkazmaydigan beton tayyorlashda qo'llash mumkin. Bu sementlarning mohiyati sementni qotishida fizik-kimyoviy jarayonlar natijasida hajmi oshadigan tarkiblarni borligidir. Bunday sementlarning juda kup retseptlari ma'lum, lekin doimiy ishlab chiqarilmaydi (bunday sementlar alohida mahsus maqsadlar uchun ishlab chiqariladi).

Oxirgi yillarda betonni qotish jarayonida uning hajm o'zgarishini sozlash uchun kengayuvchi sementlar o'rniga oddiy portlandtsementli qorishma va betonlarga kompleks qo'shimchar kiritilishi qo'llanmoqda.

***Fosfat sementlarni*** issiqqa chidamli va boshqa mahsus betonlarni tayyorlashda qo'llash mumkin. Bu sementlarning qotishi ba'zi bir mayin yanchilgan oksidlarning(titan dioksidi, mis, magniy, ruh oksidi va boshqalar) va fosfor kislotasining mahsus tarkibining o'zaro ta'siri hisobiga ro'y beradi. Bunday sementlar yuqori mustahkamlikka egadirlar, yuqori darajali issiqqa chidamli, lekin tarkibining turiga qarab mahsus qotish tartibini talab qiladi, chunki noto'g'ri texnologiyalarda betonda sezilarli darajada nosoz holat rivojlanishi mumkin, masalan materialning oxirgi pishiqligini pasaytiruvchi massani ko'payishi mumkin.

***Kislotala chidamli sement*** - kislotala chidamli mahsulotlar ishlab chiqarish uchun mo'ljallangan. U sinchiklab aralashtirilgan mayda kvarts qumi va kremniyforli zichligi 1, 32-1, 5, bog'lovchi xususiyati natriydan tashkil topgan. Bu sementni suyuq shishada, ya'ni natriy yoki kaliy silikatini  $\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{nSiO}_2$ ;  $\text{K}_2\text{O}\cdot\text{nSiO}_2$  kolloidli qorishmasi bilan qorishtiriladi. Kerak bo'lgan konsistentsiya (quyuqlik)ga erishish uchun suyuq shishaga suv qo'shib suyultiriladi. Suyuq shisha karbonat angidrit gazi ta'sirida qurishi va amorf kremnezem ajralishi oqibatida havoda qotadi. Suyuq shisha qotishini tezlatish va sement toshining zichqligini oshirish uchun kislotala chidamli sementdan foydalaniladi. Uning tarkibiga kiradigan kremniyforli natriy qotish katalizatori hisoblanadi va qotgan materialni kislota va suvga chidamliligini oshiradi. Kremniyforli natriy qo'shimcha eriydigan shishaning massasiga nisbatan 12-15% ni tashkil etishi kerak. So'nggi yillarda kelgusida sementning xususiyatlarini yaxshilash bo'yicha ishlar olib borilmoqda. Qo'shimchali krentlar (kristallizatsion komponentlar) sement ishlab chiqarish kashf etilmoqda va joriy qilinmoqda, natijada sementning mustahkamligi 5-15% ga oshib (o'rtacha 10 MPa), sovuqqa va sul'fatga chidamliligi yaxshilanmoqda. Shuningdek sul'foalyuminat klinneri asosida tez qotadigan va yuqori mustahkamlikka (bir kundan keyin 40-50 MPa) ega bo'lgan sementlar ishlab chiqilmoqda.

***Ohak.*** Silikat beton ishlab chiqish uchun, oxirgi yillarda qurilishda keng ko'lamda ishlatiladigan bog'lovchi sifatida havoii ohakdan foydalanilmoqda.

***Havoii ohak*** - oddiy bog'lovchi, karbonat jinslarni (ohaktosh, mel, rakushechnik-chig'anoq, kimyoviy ishlab chiqarish chiqindilari va boshqalar), o'rtacha kuydirish usuli bilan olinadi hamda uning tarkibida loy tuproqli aralashmalar 8% dan ortiq bo'lmasligi talab etiladi. Qurilishda so'ndirilmagan – bu suvsiz kal'tsiy oksidi  $\text{CaO}$  bo'lib uning asosiy qismini tashkil etadi, va so'ndirilgan, ya'ni so'ndirilmagan ohakni suv bilan birlashishi natijasida olingan va asosan kal'tsiy oksidi gidrati  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  dan tashkil topgan ohaklar qo'llaniladi.

Xavoyi ohakka mineral qo'shimchalar yanchilgan tog' jinslari yoki ishlab chiqarish chiqindilari (domna va yoqilg'i shlaklari, kul, vulqon tuflari, opoklar,

pemzalar, kvarts qumi, gips toshi) qo'shish mumkin. Sifati bo'yicha tarkibidagi aktiv CaO va MgO larni miqdoriga qarab ohak 3 navga (qo'shimchasiz, ohakda ularning miqdori tegishli ravishda 90, 80, 70% ga teng kelishi kerak, qo'shimchali I va II navga ohaklarda tegishli ravishda 64, 52% bo'linadi). So'nish tezligiga qarab tez so'nadigan ohak (so'nish tezligi 20 min. gacha) va sekin so'nadigan ohakka (so'nish tezligi 20 min dan qo'proq) ajratiladi.

Havoda qotadigan ohakli qorishma va betonlarning mustahkamligi katta emas, 28 kunda 0, 5-3 MPa ni tashkil etadi. Material mustahkamligi avtoklav ishlov berishda ( $175^{\circ}\text{C}$  harorat va 0, 8 MPa bosimda) sezilarli darajada oshirilishi mumkin, ohakning to'ldiruvchi kremnezemi bilan o'zaro ta'siri natijasida mustahkam gidrosilikatlar hosil bo'ladi. Bu usul avtoklav silikat betonni olish uchun qo'l keladi, mustahkamligi 20-50 MPa ni tashkil etadi (hatto bundan ham yuqori bo'lishi mumkin), shuningdek serg'ovak betonni ishlab chiqishda qo'llash mumkin. Avtoklav silikat materiallarini olish uchun tarkibida magniy oksidi 5% dan ko'p bo'lmagan tez so'nadigan ohakdan foydalaniladi.

***Gips va uning asosidagi bog'lovchilar.*** Qurilish gipsi havoda qotadigan bog'lovchi modda. Qurilish gipsini tabiiy ikki suvli gipsni  $150^{\circ}$ - $170^{\circ}\text{S}$  haroratda yarim suvli gipsga aylanguncha qizdirib olinadi. Gipsni suv bilan aralashtirib hamirga o'xshash massa olinadi, qaysiki tez tishlashadi, suyuq holatdan qattiq holatga o'tadi, keyin havoda qotadi, asta-sekin mustahkamlanib boradi. Gips – tez tishlashadigan bog'lovchi. Gipsning tishlashish davri gipsni suv bilan qo'shilgandan keyin 4 minutdan oldinroq boshlanmasligi, tugashi 6 minutdan oldinroq va 30 minutdan kech bo'lmasligi kerak. Gipsning tishlashishini sekinlatish uchun sul'fit-drojжали brajka yoki suv massasiga nisbatan 0, 1-0, 2% miqdorda va bo'yoqchilik kleyi boshqa organik kleylar qo'shiladi. Qurilish gipsi sifatiga qarab 2 navga bo'linadi. Normal quyruqlikdagi gips hamiridan tayyorlangan nazorat namunasi uchun siqilishdagi mustahkamlik chegarasi tayyorlangandan 1, 5 soatdan keyin, I-nav uchun 4,5 MPa dan kam bo'lmasligi, II-nav uchun 3,5 MPa dan kam bo'lmasligi kerak. Gips mustahkamligi quritish davrida sezilarli oshadi, xatto 7,5-12,5 MPa ga etishi mumkin.

Ikki suvli gipsga maxsus ishlov berilib, o'ta mustahkam gips olinadi, mustahkamligi 15-30 MPa ni tashkil qiladi, tishlashish muddati 15-20 minutdan iborat. O'ta mustahkam gipsdan plastik hamir olish uchun kam suv talab qilinadi (40-45% gips massasiga nisbatan, oddiy gips uchun 60% talab qilinadi), bu esa anchagina zich qo'yma va betonlardan foydalanish imkonini beradi.

Gispning qimmatli xususiyatidan biri tez tishlashishi, mahsulot yuzasining tekis va to'g'ri shaklda bo'lishini ta'minlashi, chunki qotish davrida gips ozgina kengayadi va qolipni zich to'ldiradi. Gipsning kamchiligi-suvga chidamsizligi. Nam tortganda gipsning mustahkamligi keskin pasayadi, hatto kichkina yuk ta'sirida sezilarli deformatsiyaga uchraydi va mahsulot sifatsiz bo'lib qoladi. Gipsning suvga chidamliligini tarkibiga yanchilgan domna shlakini qo'shib, birmuncha oshirish mumkin. *Gipsotsement-putstsolanli bog'lovchi* (GPTSB) gipsga nisbatan anchagina suvga chidamli. (GPTSB) A. V. Voljenskiy va uning shogirdlari tomonidan o'rganilgan. U 50-80% yarim suvli gips va 20-50% putstsolan portlandtsement yoki portlandtsementdan aktiv mineral qo'shimchadan tashkil topgan. Mineral qo'shimcha miqdori quyidagicha tanlanadi: etti kecha-kunduzli bog'lovchida SaO kontsentratsiyasi 0, 85g/l dan kam bo'lishi kerak (qotish davrida ajratiladigan uch kal'tsiyli silikatni qo'shimcha gidrat kal'tsiy oksidi bilan bog'laydi). Bunday sharoitda gidrosul'foalyuminatni monosul'fatli turi olinadi va ichki xavfli kuchlanish kelib chiqmaydi, balki mayin dispersionli kam emiriladigan gidrosilikatlar bog'lovchining suvga chidamliligini oshiradi.

GPTSB 100, 150, 200 markalarda ishlab chiqariladi. GPTSB asosida tez qotadigan beton markalari-M150-M250ni olish mumkin, bu holda tayyorlangandan 2-3 soatdan keyin 30-40% marka mustahkamligini oladi. Mahsulotning qotishini tezlatish uchun 70-80<sup>0</sup>S haroratda 5-8 soat davomida bug'latish taklif etiladi. GPTSB ning kamchiligi, po'lat armaturali mahsulotni korroziyadan saqlash zarurati bo'lib, mos holatdagi qoplamadan foydalanishdir.

## 2. 2. Beton to'ldiruvchilari

Betonda yirik va mayda to'ldiruvchilar qo'llaniladi. Donalari 5 mm dan kattaroq yirik to'ldiruvchilarni shag'al va chaqilgan tosh turlariga ajratiladi. Betondagi mayda to'ldiruvchilar tabiiy va sun'iy qum hisoblanadi. Chaqilgan toshni tog' jinslarini maydalash orqali olinadi. Qurilishda aksariyat oxaktosh va granitdan olingan chaqilgan toshlar ishlatiladi. Shag'al sirti tekis va shamolda nuragan tog' jinslarini noanik aralashmasini ifodalaydi. Odatda, donalari turli yiriklikdagi shag'al-qum aralashmalar uchraydi. Engil betonlar uchun g'ovakli tog' jinslaridan olingan tabiiy chaqilgan tosh (tuf, pemza va boshqalar) yoki ko'p hollarda mahsus sun'iy tayyorlangan to'ldiruvchilar ishlatiladi (keramzit, agloporit, shlakli pemzasi va boshqalar).

Qum o'zida uvalangan mayda zarrali tarkibni ifodalab, u tog' jinslarining shamol ta'sirida nurashi natijasida yuzaga keladi. Aksariyat minerallarning zarralari aralashgan kvarts qumlari, kam hollarda esa dalashpatli va oxaktoshlilari uchraydi. Ba'zan qumni tog' jinslarini mahsus maydalash yo'li bilan olinadi. Biroq bu usulda tabiiyga nisbatan tannarxning ortib ketishi sababli mahsus maqsadlardagina qo'llaniladi.

To'ldiruvchilar betonning 80% hajmini egallab, uning xususiyatlariga, uzoq muddatga chidamliligiga va narxiga ma'lum darajada ta'sir ko'rsatadi. To'ldiruvchilarning betonga kiritilishi bilan, betondagi eng qimmatbaho hisoblangan xomashyo – sement sarfini keskin kamayishiga erishiladi. Bundan tashqari, to'ldiruvchilar betonning texnik xususiyatlarini yaxshilaydi. Yuqori mustahkamlikdagi to'ldiruvchili baquvvat skelet ma'lum darajada betonning mustahkamligini va deformatsiyalanish modulini ko'taradi – konstruktsiyalarning bosim ta'sirida deformatsiyalanishini kamaytiradi, shuningdek betonning siljuvchanligini – betonga uzoq muddat bosim ostida ta'sir ko'rsatish natijasida yuzaga kelishi mumkin bo'lgan qaytmas deformatsiyalardan saqlaydi. To'ldiruvchi betonning kirishishini oldini oladi va bu bilan uzoq muddat chidaydigan materialni olish imkonini beradi. Sement toshining qotish jarayonidagi cho'kishi 1-2 mm/m ni tashkil etadi. Notekis cho'kish deformatsiyalari sababli ichki zo'riqishlar va

xatto mikroyoriqlar yuzaga keladi. To'ldiruvchi cho'kish deformatsiyasi zo'riqishini qabul qiladi va sement toshiga nisbatan bir necha barobar cho'kishni kamaytiradi.

G'ovak tabiiy va sun'iy to'ldiruvchilar kam zichlikka ega bo'lib, engil betonning zichligini kamaytiradi, uning issiqlik tutuvchanlik xususiyatini yaxshilaydi. Maxsus betonlarda (yuqori haroratga chidamli, nurlanishdan himoyalash va boshqalar) to'ldiruvchining ahamiyati juda katta, chunki ularning xususiyatlari asosan bunday betonlarning mahsus sifatlarini aniqlab beradi.

Silikat betonlarda to'ldiruvchi o'zining odatdagi tadbiquidan tashqari o'ziga xos muhim ahamiyat kasb etadi. Uning donalarining sirti bog'lovchi modda bilan ta'sirlashadi va ko'p hollarda olinayotgan betonning xususiyatlari ularning mineralogik tarkibiga va nisbiy yuzasiga bog'liq bo'ladi.

To'ldiruvchining narhi beton va temir-beton konstruktsiyalari narxining 30-50 % (ba'zi hollarda yanada ko'proq) ga to'g'ri keladi. Shuning uchun keltirish oson bo'lgan va arzon maxalliy to'ldiruvchilar qator hollarda qurilish narxini, transport harajatlari hajmini kamaytirishga va qurilish muddatlarini qisqarishiga olib keladi.

Beton uchun to'ldiruvchilarni to'g'ri tanlash, ularni me'yorida qo'llash – beton texnologiyasida ahamiyatli masalalardan biri hisoblanadi. Beton uchun mo'ljallangan to'ldiruvchilarga beton tarkibiga ta'sir etuvchi xususiyatlardan kelib chiqib tegishli talablar qo'yiladi. Betonning xususiyatiga to'ldiruvchining donadorlik tarkibi, mustahkamligi va tozaligi nisbatan ahamiyatli ta'sir ko'rsatadi.

Donadorlik tarkib to'ldiruvchidagi turli yiriklikdagi donalar miqdorini ko'rsatadi. Bu miqdorni to'ldiruvchidan olingan namunani teshiklari 0, 14-70 mm va undan ham yirikroq standart elaklardan o'tkazib aniqlanadi. To'ldiruvchilar turli o'lchamdagi donalarga ega odatdagi va fraktsiyalangan turlariga bo'linadi. Fraktsiyalangan to'ldiruvchining donalari alohida fraktsiyalarga ajralgan, o'lchamlari esa bir-birlariga yaqin, masalan 5-10 mm yoki 20-40 mm dan iborat. To'ldiruvchini eng kichik yiriklikdagi yoki eng katta yiriklikdagilari bo'yicha xarakterlaydilar. Bu holda to'ldiruvchi donalarining nisbatan eng kichik yoki eng

katta o'lchamlariga qarab tushuniladi. To'ldiruvchida alohida yirik yoki mayda donalar uchrashi mumkin, biroq ularning miqdori 5 %dan oshmasligi kerak.

Agarda donadorlik tarkibida barcha o'lchamlardagi, xususan eng maydasidan eng yirigigacha donalar mavjud bo'lsa bu tarkib *uzluksiz* tarkib deyiladi. Agarda to'ldiruvchida qandaydir bir oraliq o'lchamlardagi donalar mavjud bo'lmasa bunday donador tarkib *uzlukli* tarkib deb ataladi.

To'ldiruvchining optimal (eng maqbul) donadorlik tarkibini belgilash bo'yicha juda ko'p tavsiyalar mavjud. Ko'pchilik tadqiqotchilar uzluksiz donador tarkibni samaraliroq deb biladilar. Uzlukli tarkibli qorishmalardan o'rtacha o'lchamlardagi fraktsiyalarni olib tashlanganda g'ovaklikning kamayishi ta'minlanadi. Biroq, undagi yirik donalar orasida siqilib qolgan mayda donalarning harakatchanligi chegaralanadi va ma'lum darajadagi harakatchan beton qorishmasini olish uchun donalarni sement hamiri bilan qalinroq qamrab olish zarurati tug'iladi. Uzluksiz donador tarkibli qorishmalarda esa bu qatlam yupkaroq bo'lishi kuzatiladi va uzlukli jarayonda to'ldiruvchidagi mayda fraktsiyalarning hajmi, hamda to'ldiruvchining nisbiy yuzasi ortib boradi. Natijada donalarni qamrab olish uchun sement sarfi ortadi va to'ldiruvchining bo'shliqlarini kamaytirish hisobiga sementni iqtisod qilish imkoniyati kamayadi. Bundan tashqari uzlukli donadorlik tarkibning qatlamlanishga moilligi bo'lib, bu betonning bir jinsliligiga salbiy ta'sir ko'rsatadi.

To'ldiruvchining uzluksiz donadorlik tarkibini tanlash uchun turli samarali elash egrilari taklif etilgan. Bir vaqtning o'zida bo'shliqlari minimal darajadagi va eng kam donalar nisbiy yuzasiga ega bo'lgan qorishmani olish mumkin bo'lmaganligi tufayli (minimizatsiyani faqat bir omil orqali o'tkazish mumkinligi sababli), ideal egrini quyidagi shartdan olish mumkin. Buning uchun qorishmadagi bo'shliqlar miqdori va donalarning yuzalari yig'indisi ma'lum darajadagi harakatchanlikka ega bo'lgan beton qorishmasini va mustahkam betonni olish uchun minimal miqdordagi sementni talab etishi kerak. Ideal egri bo'yicha turli o'lchamlardagi donalarni tanlash va solishtirishda o'sha sement sarfi bilan qatlamlanishga moilligi kamroq va yanada harakatchanroq qorishmalar olinadi.



Bunday ideal egrilarga misol sifatida quyidagi Fuller va Bolomeylar tomonidan taklif etilgan tenglamani keltirish mumkin:

$$y = k_{\phi} + (100 - k_{\phi}) \sqrt{x / D_{cheg}}, \quad (2.1)$$

bu erda:  $k_{\phi}$  – shakl koeffitsiyenti;  $k_{\phi}=8-14$ ;  $x$  – berilgan fraktsiyadagi donalar o'lchami;  $D_{cheg}$  – to'ldiruvchining chegaraviy yirikligi.

Amaliyotda aniq ideal egri bo'yicha to'ldiruvchilar tarkibini tanlash uchun shag'al va qumni elash kabi qo'shimcha jarayonlar talab etiladi. Alohida fraktsiyadagi materiallar(ashyolar)ning bir qismi ortib qolishi va boshqa fraktsiyalarni to'ldirish uchun esa qo'shimcha maydalash talab etiladi. Shuning uchun amaliyotda bu usul keng tadbiiq etilmagan.

Temir-beton zavodlari yoki qurilish ob'ektlarida to'ldiruvchining donadorlik tarkibini tanlashda zarur miqdorda aniqlangan qum va shag'aldan foydalaniladi va bunda qum va alohida olingan shag'al fraktsiyalari orasidagi nisbat imkoniyat darajasida ideal egriga yaqinlashishi lozim. Biroq, bu nisbatning ideal egriga aniq mos tushishi talab etilmaydi. Katta bo'lmagan nomutanosibliklarga yo'l qo'yilishi mumkin. Donador tarkibni yomonlashuvini qator texnologik usullar yordamida kompensatsiyalash mumkin. Bu usullar bilan betonning narxi tushiriladi va transport-tayyorlov harajatlari kamaytiriladi. Shuning uchun standartlar va texnik ko'rsatmalarda bir necha turli donadorlik tarkiblar tavsiyasi ko'rsatiladi va to'ldiruvchi qorishmasining xususiyatlarini ahamiyatli darajada yomonlashuvi kuzatilmaydigan, alohida fraktsiyalar nisbatida ma'lum darajadagi o'zgarishlarga imkon beriladi. Masalan, qum uchun donadorlik tarkib quyidagi chegaralarda bo'lishi zarur:

Elak teshigining o'lchami, mm	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	0,14dan
Elakdagi to'liq qoldiq, massa bo'yicha % hisobida	0	0-20	15-45	35-70	70-90	90-100	0-10

Qumning donadorlik tarkibini shartli ifodalash uchun  $M_y$  - yiriklik modulidan foydalanadilar. Bu modul' standart elaklarda qolgan qoldiqlarning

to'liq yig'indisini (% hisobida) 100 bo'lingan holda ifodalaydi. Qumlarning yiriklik moduli 2, 1 dan 3, 25 ga qadar o'zgarishi mumkin. Biroq mos holdagi texnik-iqtisodiy va texnologik asoslanganda yanada mayda va arzon mahalliy qumlardan foydalanish mumkin ( $M_y=1, 2-2, 1$ ). Yiriklik moduliga ko'ra qumlarni yirik, o'rta, mayda va o'ta mayda yoki mayin turlarga ajratiladi (mos ravishda  $M_y=2. 5-3. 5; 2-2. 5; 1. 5-2; 1-1. 5$ , elakdagi to'liq qoldiqda 0, 63mm-50-75, 35-50, 20-35, 20%dan kam). Yiriklik moduli qumning beton xususiyatiga faqat taqribiy baho bera oladi, chunki turli donador tarkibdagi qumlar bir xildagi yiriklik moduliga ega bo'lishi mumkin.

Zich tog' jinslaridan olingan shag'al va chaqilgan toshning donadorlik tarkibi ularning chegaraviy yirikligi turli (20, 40, 60, 70 mm) bo'lganligi uchun eng kichik va eng yirik o'lchamlaridan kelib chiqqan holda belgilanadi.

Elak teshiklarining o'lchamlari, mm	D kich 5 mm	D kich 10 mm	0, 5 $D_{kich}+D_{kat}$		Dkat
			bir fraktsiya uchun	Fraktsiyalar aralashmasi uchun	
To'liq qoldiqlar, %	95-100	90-100	40-80	50-70	0-10

To'ldiruvchini optimal donadorlik tarkibi aksariyat, nafaqat qum va chaqilgan toshning donadorlik tarkibiga, balki ularning o'zaro to'g'ri nisbatini tanlashga ham bog'liq.

Bu nisbatning to'g'ri tanlanishiga faqat beton tarkibini hisobga olish bilan erishish mumkin, xususan sement va suvning miqdorini to'g'ri tanlash orqali (8 bobga qarang). O'rta va past markali, sement sarfi 200-300 kg/m<sup>3</sup> bo'lgan betonlarda beton qorishmasining eng yaxshi harakatchanlik ko'rsatkichini ideal elash egrisiga yaqin bo'lgan donadorlik tarkib ta'minlaydi. Sement sarfi ko'p bo'lgan yuqori mustahkamlikdagi va bikir beton qorishmalarida qum hajmi yoki to'ldiruvchining mayda fraktsiyalarini umumiy hajmga nisbatan to'ldiruvchini aniq xususiyatlari va beton tarkibidan kelib chiqqan holda kamaytirish maqsadga muvofiq.

To'ldiruvchining bushligi bilan donadorlik tarkib bevosita bog'liq bo'lib, uning zich joylashuvchanlik imkoniyatlari bilan aniqlanadi. Shuningdek to'ldiruvchi donalarining shakli bo'shliqlilikka ta'sir ko'rsatadi. To'ldiruvchining bo'shliqliligi – ahamiyatli jihat bo'lib, u sement sarfi (qanchalik bo'liqlar ko'p bo'lsa shunchalik sement sarfi ortadi) va beton xususiyalariga ma'lum darajada ta'sir etadi. Nazariy nuqtai nazardan to'ldiruvchidagi bo'shliqlar hajmi undagi donalarning yirikligiga emas, balki donalarning shakliga, ularning joylashish zichligi va quyilishiga bog'liq. Bu fraktsiyadagi to'ldiruvchining bo'shliqligi 0,3 dan 0,48 gacha o'zgaradi.

Amalda nisbatan ko'proq yoki kamroq zichlab quyish degan tushuncha mavxumdir; quyishning qandaydir oraliq sistemasi ma'no kasb etadi va shunga ko'ra o'rtacha bo'shliq zichlashtirish darajasiga ko'ra aniqlanadi. Donalarning qirralari ko'payishi bilan bo'shliqlar hosil bo'lish extimoli ortadi. Aksariyat, uzunchoq ko'rinishdagi (ignasimon, yapasqi) donalar qo'llanilganda bo'shliq ortib ketadi. Shuning uchun bunday donalarning shag'alda yoki chaqilgan toshdagi miqdori oddiy og'ir betonlarda 35% dan, yo'l qurilishi uchun mo'ljallangan shag'alda esa 25%dan oshib ketmasligi zarur (yapasqi donalar betonning mustahkamligiga salbiy ta'sir ko'rsatadi).

Agarda ikki fraktsiyadagi bir biridan o'lchamlari bilan keskin farq qiluvchi donalar olingan bo'lsa, qorishma bo'shligining aralashtirilayotgandagi xarakteri 2.1-rasmdagidek ifodalanadi.

Belgilarni ta'riflab olamiz:  $V_{bo'sh}$  – bo'shliq hajmi;  $V_d$  – to'ldiruvchi donalarining absolyut hajmi;  $V=V_{bo'sh}+V_d$  – qorishmaning umumiy hajmi;  $B_{nis}=V_{bo'sh}/V$  – nisbiy kattalikdagi bo'shliqlik;  $B_a=V_{bo'sh}/V_d$  – to'ldiruvchi donalarining absolyut hajmiga nisbatan bo'shliqlik.

**2. 1-rasm.** Qorishma g'ovakliligi hajmining (massa bo'yicha %da) mayda va yirik to'ldiruvchi miqdoriga bog'liqligi

Yirik to'ldiruvchining bo'shliqlarini mayda fraktsiyadagi donalar bilan to'ldirishda bo'shlilik quyidagi formula ko'rinishida kamayadi:

$$V_{bo'sh1} = B_{a.y} V_{d.y} - V_{d.m} = B_{nis.y} V - V_{d.m} \quad (2. 2)$$

Mayda fraktsiyaga bo'shliqlari bo'lmagan yirik donalar qo'shilganda hajmning bir qismini yirik donalar bilan to'ldirishi hisobiga to'ldiruvchining bo'shliqligi quyidagi formulaga mos holda kamayadi:

$$V_{bo'sh2} = B_{a.m} V_{d.m} = B_{nis.m} (V - V_{d.y}) \quad (2. 3)$$

2. 3-formula  $V_m < B_{a.y} V_{d.y}$  sharti bajarilganda, ya'ni mayda fraktsiyaning hajmi yirik fraktsiyaning bo'shligidan ortib ketmaganda qo'llaniladi. 2. 3-formula  $V_m > B_{a.y} V_{d.y}$  sharti bajarilganda, ya'ni yirik fraktsiyadagi bo'shliq hajmiga nisbatan qumning ortib ketishida qo'llaniladi. Nazariy jihatdan eng kam bo'shliqlar hajmini quyidagi formuladan aniqlash mumkin

$$V_{bo'sh \min} = B_{nis.m} B_{nis.y} V.$$

Haqiqatda esa, minimal bo'shliqlar hajmi  $V_{bo'sh \min}$  hardoin nisbatan ko'proq va buning sababi donalarning amalda ideal taqsimlanishiga erishib bo'lmasligidir.

Agarda qorishtirilayotgan fraktsiyalar bir biridan katta farq qilmasa, mayda donalarning o'lchamlari yirik donalar orasidagi bo'shliqlarning o'lchamlaridan katta bo'ladi va mayda donalar bo'shliqlarga joylasha olmay yirik to'ldiruvchini

bir oz surib yuboradi. Natijada butun sistemaning bo'shliqligi kamayish o'rniga ortib ketishi mumkin. Nisbatan ikki fraktsiyali zich aralashma tayyorlash uchun bir fraktsiya donalarining o'lchamlari ikkinchi fraktsiya donalarining o'lchamlaridan 6, 5 barobar kichik bo'lishi kerak (yirik to'ldiruvchi va qumning aralashmasi). Biroq, uzluksiz donador tarkibli to'ldiruvchilar keng tarqalgan. Ularning ma'lum miqdorda bo'shlig'i ko'proq, lekin qatlamlanib qolmaydi va amaliyotda ko'p uchraydi.

To'ldiruvchilar aralashmasini bo'shligi 20 dan 50%ga qadar o'zgarib turadi. Betonda bo'shliqligi eng kam va bir necha fraktsiyalardan tashkil topgan to'ldiruvchilarni qo'llagan ma'qul.

Minimal g'ovaklilikka erishiladigan chaqilgan tosh (shag'al) va qumning nisbatini qum yirik to'ldiruvchi g'ovaklarini to'liq qoplaydi degan faraz orqali aniqlash mumkin bo'lib, ularning qum zarralari bilan ayrim miqdordagi surilishlari inobatga olinadi. Bu holda quyidagi formula kelib chiqadi

$$\frac{Q}{\gamma_q} = B_{nis.sh} \frac{Sh}{\gamma_{sh}} \alpha,$$

bu erda Q, SH – qum va chaqilgan tosh uqeben' sarfi;  $\alpha$  – surilish koeffitsiyenti;  $B_{nis. Sh}$  – shag'alning nisbiy bo'shliqligi;  $\gamma_q, \gamma_{sh}$  - mos holda chaqilgan tosh va qumning zichligi.

Chaqilgan tosh yoki qumning bo'shliqligini materialning yoki chaqilgan tosh yoki qumning haqiqiy bo'lakdagi zichligi  $\gamma^*$  - dan (g'ovakli shag'al yoki chaqilgan tosh uchun) va to'kishdagi zichligi  $\gamma_T$  - dan aniqlash mumkin:

Ko'plab o'tkazilgan tajribalar asosida ( $\alpha = 1$ , 1 ni qabul qilib) quyidagini olamiz

$$Q / Sh = B_{nis} (\gamma_q / \gamma_{sh}) = 1,1$$

Biroq, minimal bo'shliqli qarishma har doim ham betonda ijobiy bo'lavermaydi. Chunki qum va chaqilgan tosh nisbatini to'g'ri tanlashda sement va suvning sarfini ham hisobga olish kerak.

Sementning katta miqdorda sarflanishi nafaqat qumdagi bo'shliqlarni to'ldiradi, balki uning uchun qumni kamaytirish hisobiga qo'shimcha hajm zarurati tug'iladi va bu holda beton qorishmasining harakatchanligi yaxshilanadi.

Texnologik hisoblashlarda nafaqat chaqilgan tosh bo'shliqligini, balki materialning umumiy g'ovakliligini aniqlashga to'g'ri keladi (shag'al yoki chaqilgan toshning g'ovakligi bilan birgalikda donalararo bo'shliqlar umumiy hajmining yig'indisi olinadi). Buning uchun quyidagi formuladan foydalaniladi

To'ldiruvchi donalarining g'ovakliligini quyidagi formuladan aniqlanadi:

bu erda  $\gamma^*$  - bo'lakdagi to'ldiruvchining zichligi.

Monolit beton olish uchun sement hamiri nafaqat donalar orasidagi bo'shliqlarni to'ldirishi, balki quyuq sement qatlamini hosil qilish maqsadida donalarni orasini ochishi talab etiladi. Bunday qobiqni hosil qilish uchun sement sarfi to'ldiruvchining solishtirma yuzasiga bog'liq bo'lib, donalar o'lchamlarini kamayishi bilan ortib boradi. Natijada to'ldiruvchining solishtirma yuzasi kattalashishi bilan beton qorishmasining texnik qovushqoqligi ortadi. Demak, qorishmaning ma'lum darajadagi quyuqligiga yoki harakatchanligiga erishish va belgilangan mustahkamlikdagi betonni olish uchun suv va sement sarfini oshirishga to'g'ri keladi.

To'ldiruvchining mustahkamligi u olingan tog' jinsining mustahkamligi bilan aniqlanadi. Mustahkam tog' jinslaridan olingan to'ldiruvchilar (granit, diabaz va boshqalar) yuqori mustahkamlikka egalar (80 MPa va undan yuqori). Cho'kma tog' jinslaridan olingan to'ldiruvchilar masalan, oxaktoshdan olingan to'ldiruvchilar 30 MPa va undan yuqori mustahkamlikka ega. Engil g'ovakli tabiiy va sun'iy to'ldiruvchilarning mustahkamligi, ularning zichligiga bog'liq bo'lib, mustahkamligi 2-20 MPa ni tashkil etadi.

Yirik to'ldiruvchi beton mustahkamligiga kam ta'sir ko'rsatadi, agar uning mustahkamligi betonga nisbatan 20% ortiq bo'lsa. Birok to'ldiruvchida alohida zaif donalar uchrashi mumkin, shuning uchun ishonch hosil qilish maqsadida, odatda, tog' jinsining mustahkamligi beton mutahkamligiga nisbatan 1,5-2 barobar ortiq bo'lishi tavsiya etiladi (2-nisbat M300 va undan yuqori markali betonlar uchun qo'llaniladi).

Bir vaqtning o'zida to'ldiruvchining g'ovakligini orttiradigan va qator hollarda siqilishga mustahkamlikni pasaytirib yuboradigan yapaloq va ignasimon donalarning tarkibdagi miqdori chegaralanadi. Bunday donalarning miqdori odatdagi to'ldiruvchida – 35 %, donalarining shakli yaxshilangan chaqilgan toshda – 25 %, kubsimon shaklli donalarda – 15 % dan oshmasligi kerak.

Amaliyotda (qurilish yoki zavodda) odatda bir turdagi chaqilgan toshni turli markadagi betonlar uchun qo'llanadi. Shuning uchun chaqilgan tosh markasini tog' jinsining petrografik tarkibidan kelib chiqib, uni ishlab chiqarishdagi texnik-iqtisodiy samaradorlikni hisobga olgan holda va nisbatan ko'p ishlab chiqariladigan markadagi betonlar ta'minoti uchun mustahkamligiga ko'ra me'yorlashtiriladi (M 150 –M 300). Odatdagi beton uchun otqindi tog' jinslaridan olingan chaqilgan tosh markasi – 800, metamorfik jinslar uchun – 600, cho'kindi jinslar uchun - 300 dan kam bo'lmasligi talab etiladi. Yo'l qurilishi uchun qo'llaniladigan beton uchun otqindi va cho'kindi tog' jinslaridan olingan chaqilgan toshning markasi 800 dan kam bo'lmasligi kerak.

Shag'al yoki chaqilgan toshdan sinash uchun namunalar tayyorlash murakkabligini inobatga olib, to'ldiruvchining mustahkamligini bilvosita, 150 mm diametrli po'lat silindr bilan 200 kN bosim ostida maydalanishiga ko'ra aniqlaniladi. Bu holda namuna og'irligining yo'qotilishi mayda elakda elash bilan aniqlaniladi. To'ldiruvchining maydalanuvchanligiga materialning cho'zilishga mustahkamligi va zaif donalarning mavjudligi katta ta'sir ko'rsatadi. Betonga bosim bilan ta'sir etilganda to'ldiruvchi ham cho'zilish jarayonidan maydalanadi. Shuning uchun maydalanish ma'lum darajada yirik to'ldiruvchining beton mustahkamligiga ta'siri ehtimolini oldindan aniqlash imkonini beradi. Chaqilgan

toshning markasini maydalanuvchanlik ko'rsatkichiga bog'liq holda va boshlangich tog' jinsining ko'rinishiga qarab aniqlanadi. Masalan, 800 markali effuziv otqindi va cho'kindi jinslarning maydalanuvchanlik ko'rsatkichi 13-15, 600 markalida – maydalanuvchanlik ko'rsatkichi 15-20 ni tashkil etadi. M 200 va undan past markali beton uchun maydalanuvchanlik ko'rsatkichi Mk-16dan katta bo'lmagan markali, M300 markali beton uchun Mk-12, M400 markali beton uchun esa Mk-8 dan katta bo'lmagan markali chaqilgan toshni qo'llash mumkin.

Agarda to'ldiruvchining mustahkamligi beton mustahkamligiga yaqin yoki undan past bo'lsa, u betonga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. 2. 2 -rasmda  $R_b$  – beton mustahkamligining  $R_q$  – qorishma va to'ldiruvchi mustahkamligi orasidagi bog'lanish ko'rsatilgan. Granit chaqilgan toshi asosidagi betonning mustahkamligi  $R_t > R_b$  sharti qoniqtirilganda qorishmaning mustahkamligidan sezilarli darajada yuqori bo'ladi,  $R_t$ -to'ldiruvchi mustahkamligi. Nisbatan pastroq mustahkamlikdagi to'ldiruvchi qo'llanilib, qorishma mustahkamligi orttirilganda betonning mutahkamligi ma'lum bir qiymatgacha ortib boradi, keyin esa qorishmaning mustahkamligini orttirish beton mustahkamligini ortishiga olib kelmaydi. Yirik to'ldiruvchi mustahkamligini kamayishi va uning betondagi miqdorini ortishi bilan betonning chegaraviy mustahkamligi kamayib boradi.

**2. 2-rasm.** To'ldiruvchilar qo'llanilgan holdagi beton mustahkamligini uning qorishmasini tashkil etuvchilari mustahkamligiga bog'liqligi

*1- yuqorimustaxkamlikda (granit); 2- o'rtacha mustahkamlikda; 3- past mustahkamlikda (keramzitli chaqilgan tosh).*



Engil to'ldiruvchining mustahkamligini avval aytilgan tajribadagi kabi 150 mm li po'lat silindrda bosim berish yo'li bilan aniqlanadi. Biroq, qattik jinslardan olingan chaqilgan toshdan farqli ravishda engil beton uchun balandligi 100 mm bo'lgan bir qism materialni siqish jarayonida porshenning 20 mm ga cho'kishi orqali nisbiy mustahkamlik aniqlanadi. Keramzitning nisbiy mustahkamligi 3 – 5, agroporitniki esa 20 – 30 marta tabiiy material mustahkamligidan kam.

To'ldiruvchining mustahkamligi donalar yirikligiga ham bog'liq. Tog' jinslarini nurashi yoki maydalash jarayonida buzilish material strukturasi zaif joylarida yuzaga keladi va o'lchamlarning kichiklashishi bilan donalardagi zaif joylar kamayadi, ayni paytda mustahkamlik orta boradi. Tabiiy qumlar odatda siqilish va cho'zilishga qorishma yoki betondagi sement toshiga nisbatan yuqoriroq mustahkamlikka ega bo'ladilar. Shu sababli oddiy qumlarga maxsus talablar qo'yilmaydi. Engil qumning mustahkamligi esa engil yirik to'ldiruvchi kabi beton markasiga va to'ldiruvchining ko'rinishiga mos holda tayinlanadi.

Shag'al va chaqilgan toshning sovuqqa chidamliligi uning tuzilishiga bog'liq. Sovuqqa chidamlilikni davriy o'zgaruvchan muzlatish va suvda eritish yo'li bilan yoki natriy sul'fat eritmada sinash bilan aniqlanadi (tezlashtirilgan usul). Shag'al va chaqilgan toshning sovuqqa chidamliligi ularning tashqi atmosfera sharoitlaridan himoyalangan konstruktsiyalarda qo'llash uchun me'yorlashtiriladi. Bu hollarda yirik to'ldiruvchining sovuqqa chidamliligi betonni loyihada talab etilgan sovuqqa chidamlilik markasini ta'minlashi kerak.

Chaqilgan toshning sovuqqa chidamliligi  $S_{ov}$  15 dan  $S_{ov}$  300 gacha o'zgaradi va jinsning tuzilishiga bog'liq bo'ladi. To'ldiruvchining g'ovakliligi va suvshimuvchanligi ortishi bilan uning sovuqqa chidamlilik xususiyati kamayadi.

Betonning mustahkamligi va tejamliligiga to'ldiruvchining tozaligi katta ta'sir ko'rsatadi. Changsimon va xususan loysimon aralashmalar donalar yuzasida sement toshi bilan bog'lanishiga mone'lik qiluvchi qobiq hosil qiladi. Natijada betonning mustahkamligi sezilarli darajada pasayib ketadi (ba'zan 30-40 % ga). Shu sababli to'ldiruvchilar xususidagi me'yoriy xujjatlarda ularda ifloslantiruvchi qo'shimchalarning yo'l qo'yilishi mumkin bo'lgan chegaraviy miqdorlari

ko'rsatilgan. O'tqindi tog' jinslaridan olingan chaqilgan toshdagi aralashmalar suv bilan tozalash usulida aniqlanadi va M300 markali beton uchun bu miqdor 1%ni, yanada pastroq markali (mustahkamligi past) betonlar uchun esa 2% miqdorida bo'lishiga ruxsat etiladi. Cho'kindi jinslardan olingan chaqilgan toshlarda aralashmalarning umumiy miqdori 2 va 3% oshmasligi kerak. Shag'alda ifloslatiruvchi aralashmalarning miqdori 1% dan ko'p bo'lmasligi, tabiiy qumda esa 3 % dan oshmasligi kerak. Qumda shuningdek organik zararli moddalarning miqdori ham chegaralanadi va ular maxsus sinovlar o'tkazish bilan nazorat qilinadi (kolorimetrik tekshiruv).

Iflos va sifatsiz to'ldiruvchining betonga ta'sirini sement sarfini oshirish bilan nazorat qilish mumkin emas.

Beton uchun to'ldiruvchini tanlashda odatda uning beton qorishmasi xususiyatlariga va betonga umumiy ta'sirini inobatga olishga to'g'ri keladi. Betonda shag'al yoki chaqilgan toshni maksimal imkoniyat darajasidagi yiriklikda qo'llash maqsadga muvofiq bo'lib, bu holda to'ldiruvchi eng kam solishtirma yuzaga ega bo'lgani uchun konstruksiyani betonlash shartlari bajariladi. Talab darajasidagi beton qorishmasini quyish va zichlashtirish maqsadida konstruksiyaning minimal o'lchamlaridan shag'al yoki chaqilgan tosh  $\frac{1}{4}$  barobardan yirik bo'lishi mumkin emas va bu o'z navbatida temir -beton konstruksiyasida armatura sterjenlari orasidagi minimal o'lchamlardan kichikroq bo'lishi talab etiladi. Plitalar, pollar va yopmalarni betonlashda shag'al yoki chaqilgan toshning maksimal yirikligi plita qalinligiga nisbatan  $\frac{1}{2}$  nisbatida bo'lishi kerak.

Yirik to'ldiruvchining bo'shligini kamaytirish maqsadida, agarda chegaraviy mumkin bo'lgan yiriklik imkoniyati mavjud hollarda bir necha fraktsiyalardan iborat qorishmalardan foydalaniladi va bo'shliqlikning minimal darajada bo'lishi uchun ular orasidagi o'zaro ma'qul nisbat tanlanadi.

Yuqori mustahkamlikdagi betonlar uchun mustahkam chaqilgan toshdan foydalaniladi. Bunday chaqilgan tosh sement toshi bilan ishonchli bog'lanadi. Shag'al silliq yuzaga ega va shuning uchun u yanada harakatchanroq beton

qorishmasini beradi. Biroq, u sement toshi bilan sust bog'lanadi. Shuning uchun shag'alni past markali betonlarda qo'llaniladi. Bundan tashqari shag'al loysimon va boshqa aralashmalar bilan ifloslangan bo'ladi va natijada uni yuvish talab etiladi.

Beton uchun yirik donali qumdan foydalanish yaxshi natija beradi. Biroq, qum tarkibida yirik zarralarning uchrashi bo'shliqlikni oshishiga sabab bo'lishi mumkin (40 % gacha) va bu bo'shliqlarni sement hamiri bilan to'ldirishga to'g'ri keladi. Buning natijasida sement sarfi va betonning tannarxi ko'payib ketadi. Shuning uchun eng yaxshi natijalarni tarkibida o'zaro optimal nisbatdagi yirik, o'rtacha va mayda zarralari bo'lgan qum beradi va bunday nisbatdagi qum minimal bo'shliqni ta'minlaydi. Sifati yuqori bo'lgan qumda bo'shlik 38% dan oshmasligi kerak. Optimal donadorlik tarkibda bu ko'rsatkich 30 % gacha kamayadi.

Agar beton yoki qorishmada qum donalari orasidagi bo'shliqlarni faqat sement hamiri bilan to'ldirilsa, kam harakatlanuvchan, quyilishi og'ir kechadigan bikir qorishma yuzaga keladi.

Qum donalarini bir biridan ajratish va ularni sement qobig'i bilan o'rab olish zarur va bu qobiq qorishma yoqi beton qorishmasining harakatchanligini ta'minlaydi. Qum qanchalik yirik bo'lsa donalar solishtirma yuzasi kamayib, qobiq hosil qilish uchun ketadigan sement sarfi iqtisod qilinadi. Biroq, yuqorida ta'kidlanganidek faqat yirik donalardan iborat bo'lgan qum katta miqdordagi bo'shliqlarga ega bo'lib uni qo'llash maqsadga muvofiq emas.

Beton tayyorlash uchun tarkibida mayda va o'rtacha yiriklikdagi zarralari bo'lgan yirik qum tanlanishi tavsiya etiladi. Bunday aralash holdagi donalarda bo'shliqlar kamayib, donalar yuzasi katta bo'lmaydi. Bunday ijobiy qum tarkibi UzRST tavsiyasiga mos tushadi.

Notekis yuzaga ega bo'lgan qumdan foydalanish maqsadga muvofiq bo'lib, bunday qum sement toshi bilan yaxshi bog'lanadi va betonning mustahkamligini oshishiga olib keladi. Qumni yuvish jarayoni murakkab va qimmat bo'lganligi

sababli olinayotgan qum imkon darajasida toza bo'lishi tavsiya etiladi. Odatda daryo qumi afzal deb bilinadi.

Qumning zichligi uning xaqiqiy zichligiga, bushligiga va namligiga bog'liq bo'lib, quruq va sochiluvchan holatda aniqlanadi (standart holat deb ataluvchi). Suvga to'yingan holda muzlash extimoli bo'lgan konstruksiyalardagi betonlar yoki M200 va undan ortiq markadagi betonlar uchun tayinlangan qum  $1550 \text{ kg/m}^3$  zichlikka ega bo'lishi kerak. Boshqa hollarda -  $1400 \text{ kg/m}^3$  dan kam bo'lmasligi talab etiladi. Siltash jarayonida qum zichlashib uning zichligi  $1600-1700 \text{ kg/m}^3$  ga etishi mumkin. Eng katta hajmni 5-7 % namlanganlik holatidagi qum egallaydi; namlikning ortishi yoki kamayishi bilan qumning hajmi kamayadi (2. 3-rasm). Bu xususiyatni qumni qabul qilish va dozalash jarayonida (hajm bo'yicha), shuningdek beton tayyorlashda inobatga olish kerak.

**2. 3-rasm.** Qum hajmining ortishiga nisbatan bog'liqlik  $\Delta V$ : yirik (1) va mayda (2) uning namligiga nisbatan  $W$  (og'irligi bo'yicha)

Kar'erdagi qum turli namlilik darajasiga ega bo'lganligi uchun uni ochiq xavoda saqlash davomida namligi tinimsiz o'zgarib turadi. Shu sababli beton ishlab chiqarish jarayonida davriy ravishda qumning zichligi va namligini aniqlab turish va beton tarkibiga tuzatishlar kiritish zarurati tug'iladi.

Turli to'ldiruvchilarni sinash natijalariga ko'ra qumning suvshimuvchanligi 4-14%, yirik to'ldiruvchining suvshimuvchanligi 1-10%, yirik donali qumlar 4-6%, urtacha yiriklikdagi qumlar 6-8%, mayda (mayin) zarrali qumlarda 8-10% va

o'ta mayda qumlarda 10% dan ortiq, vol'sk standart qumida 4%, shagalda 1-4%, pishiq otqindi tog' jinslaridan olingan chaqilgan toshda 2-6%, karbonat jinslaridan olingan chaqilgan toshlarda (suvshimuvchanligini hisobga olgan xolda) 5-10% ga teng.

2. 2-jadvalda ba'zi to'ldiruvchilarning standart va texnologik xarakteristikalari keltirilgan. Xar xil xarakteristikali to'ldiruvchilar bir biriga yaqin standart xarakteristikalariga ega bo'ladilar. 2. 2-jadvaldagi qiymatlar texnologik xarakteristikalar qo'llanilishini foydaligini e'tirof etib, betonning xususiyatiga to'ldiruvchining ta'sirini kengroq hisobga olish imkonini beradi.

### **Ba'zi to'ldiruvchilarning standart va texnologik xarakteristikalari**

*2. 2-jadval*

To'ldiruvchi	Xaqiqiy zichligi, g/sm <sup>3</sup>	Zichlik, kg/l	Bo'shliq, %	Yiriklik moduli, M <sub>yir</sub>	Suvshmu vchanlik, %
Otqindi tog' jinslaridan olingan chaqilgan tosh	2, 69	1, 45	45, 7	-	3, 43
Aynisi	2, 6	1, 47	42, 6	-	5, 88
Oxaktoshdan olingan chaqilgan tosh	2, 56	1, 34	45, 6	-	5, 72
Qurilish qumi	2, 63	1, 51	42, 5	2, 79	7
Aynisi	2, 7	1, 37	49	0, 69	11, 5
Vol'sk qumi	2, 65	1, 56	41	2, 05	4

### **2. 3. Beton tayyorlash uchun ishlatiladigan suv**

Beton qorishmasi tayyorlash uchun vodoprovoddagi ichimlik, hamda vodorod ko'rsatkichi rH 4 dan kam bo'lmagan (ya'ni nordon emas, lakmus qog'ozini qizil rangga bo'yamaydigan) suvdan foydalaniladi. Suv tarkibida sul'fatlar 2700 mg/l va boshqa hamma tuzlar 5000 mg/l dan oshmasligi kerak. Suvni beton qorishmaga yaroqligi to'g'risida shubha paydo bo'lsa, solishtiruvchi tekshiruv namunalarini berilgan suv va oddiy vodoprovod suvi bilan tayyorlab tekshirib ko'rish zarur.

Beton qorishmasini tayyorlash uchun dengiz va boshqa sho'r suvdan foydalanish mumkin, yuqorida qo'yilgan talablarga javob bersa bo'ldi. Faqat, uy-joy va ijtimoiy binolar ichki konstruksiyasini betonlashda, issiq va quruq klimatdagi suv ustidagi temir-beton inshootlarida, dengiz va shur suvdan

foydalanib bo'lmaydi, bu suvdagi tuzlar betonning ustki qismiga chiqib, po'lat armaturani korroziyaga uchratadi. Betonga sepiladigan suv ham beton qorilgan suvdan bo'lishi kerak.

#### **2. 4. Beton uchun qo'shimchalar**

Beton xususiyatlari, qorishmalarini regulirovka qilish uchun va sementni iqtisod qilishda betonga turli qo'shimchalar aralastiriladi ularni ikki guruhga bo'linadi.

1-chi guruhga-kimyoviy moddalar, beton tarkibiga oz miqdorda (0, 1-2% sement massasidan) beton qorishmasi va betonning xususiyatini kerakli tomonga o'zgartirish uchun qo'shiladi.

2-chi guruhga-mayda yanchilgan materiallar, beton tarkibiga 5-20% miqdorda va sementi iqtisod qilish yoki sementni oz miqdorda sarf qilib, anchagina zich beton olish uchun qo'shiladi. Mayda yanchilgan qo'shimchalarga kullar, yanchilgan shlaklar, qumlar, toshni maydalashdagi chiqindilar va boshqa materiallar, betonga maxsus xususiyatlar beradigan (zichligini oshiradigan, issiqqa chidamli, tok o'tkazuvchanligini o'zgartiradigan, bo'yaladigan va boshqalar) kiradi. Oxirgi vaqtda kimyoviy qo'shimchalardan ko'proq foydalanilmoqda.

Bu qo'shimchalar ta'sirining asosiy effekti bo'yicha tasniflanadi:

1. Beton qorishmasining xususiyatlarini tartibga soluvchi qo'shimchalar: plastiklovchi, ya'ni beton qorishmasining haraktchanligini oshiruvchi; stabillovchi, ya'ni beton qorishmasining qatlashlanishini oldini oluvchi; suvni saqlab qoluvchi, suv ajratishini kamaytiruvchi;

2. Beton qorishmasining tishlashishi, va betonning qotishini tartibga soluvchi qo'shimchalar; tishlashishni tezlatuvchi, tishlashishni sekinlatuvchi, qotishni tezlatuvchi, salbiy haroratda qotishni ta'minlovchi (sovuqqa qarshi);

3. Beton qorishmasi va betonning zichligi va g'ovakligini tartibga soluvchi qo'shimchalar: havo tortuvchi, gaz hosil qiluvchi, ko'pik hosil qiluvchi, zichlashtiruvchi (havoni chiqaruvchi va beton g'ovaklarini kol'matatsiyalovchi), beton deformatsiyasini tartibga soluvchi, kengaytiruvchi qo'shimchalar;

4. Betonga mahsus xususiyatlar beruvchi qo'shimchalar: gidrofoblovchi, ya'ni betonning namlanishini kamaytiruvchi; korroziyadan saqlovchi, ya'ni agressiv

muhitga chidamliligini oshiruvchi, po'lat korroziyasining ingibitorlari, po'latga nisbatan betonni saqlash xususiyatini oshiruvchi; buyovchi; bakteritsid va insektitsid xususiyatini oshiruvchilar.

Ba'zi qo'shimchalar ko'p funktsionalli ta'sir qilish, masalan, plastiklovchi-havosuradigan, gazhosil qiladigan-plastiklovchi xususiyatiga ega. Ko'pincha zarur bo'lgan ko'p funktsional effekti ta'siriga erishish uchun bir necha komponentlar kiritilgan kompleks qo'shimchalardan foydalaniladi, masalan, beton qorishmasini bir vaqtning o'zida plastiklovchi va betonning qotishini tezlashtiradigan yoki beton qotishni tezlatadigan va ingibirleydigan ta'sirga ega bo'ladi. Qo'shimchalarning ko'p turiligi va ularni ratsional komplekslash texnolog uchun beton qorishmasi va betonning texnologik xususiyatlarini oshirishga, sement sarfini, energiyani, beton va temir-beton konstruksiyalarini ishlab chiqarishda mehnat sarfini kamaytirishga imkoniyat beradi.

Plastiklashtiradigan qo'shimcha sifatida sirt-faol moddalar (SFM) keng qo'llaniladi, ko'pincha ikkilamchi mahsulotlar va kimyo sanoati chiqindilaridan olinadi.

SFM 2 guruhga bo'linadi:

*1-guruh-gidrofil turidagi plastiklovchi qo'shimcha, sement hamirini kolloid tuzilishini dispergirleydigan va beton hamirning oqishini yaxshilaydigan xususiyatga ega.*

*2-guruh-gidrofoblaydigan (suv yuqtirmaydigan) qo'shimcha, beton qorishmasiga havoning mayda pufakchalarini so'radigan, shuningdek beton qorishmasining harakatchanligini yaxshilaydigan xususiyatga ega.*

Gidrofob ko'shimchalarning sirt-faol malekulalari havo suv yuzasida shimilib suvni yuza tortilishini pasaytiradi va sement hamiridagi mayda havo pufakchalarni stabillashtiradi. 1-guruh qo'shimchalariga sul'fit-drojali brajkalar kiradi (SDB). Bu qo'shimcha asosan lignosul'fon kislotasini kal'tsiyli tuzidan iboratdir. Bu qo'shimchani suyuq holatda sellyulozani qayta ishlaganda hosil bo'ladigan sul'fitli ishqordan olinadi.

II-guruh qo'shimchalariga: natriy abetati abiyetin kislotasining natriy tuzi, kukun yoki kanifolni uyuvchi natriy bilan parchalab, neytrallab olinadigan

suyuklik; mýlonaft maz' ko'rinishidagi sarg'ish-jigarrang rangdagi modda, natriy tuzining suvda erimaydigan organik kislotasidir, neftni qayta ishlangandagi chiqindidan olinadi; asidol-neft kislotalari, neftni qayta ishlanganda olinadigan chiqindi.

SFM beton qorishmasini harakatganligini, uning bir turligi, qatlarga bo'linmasligi, nasos bilan chiqarilganda oquvchanligini oshiradi, vaqt davomida korishmani yaxshi joylashuvchanligini saqlaydi. Plastiklovchi qo'shimchalar suv sarfini qisqartishi hisobiga sement sarfini 8-12% ga kamaytiradi, yoki sement sarfi o'zgarmayganda suv sement nisbatini pasaytiradi va beton mustahkamligini, suv o'tkazmasligi va sovuqqa chidamliligini bir qancha oshiradi.

Oddiy betonlarda plastiklovchi sifatida SDB dan keng ko'lamda foydalilinadi. Bu qo'shimcha betonning boshlang'ich davrlarida qotishini sekinlatadi, shuning uchun yig'ma temir – beton ishlab chiqarishda SDB ni sementni qotishini tezlatuvchi qo'shimchalar bilan birga kushib qo'llaniladi. SDB sementda issiq ajralib chiqishini qotishning birinchi kunlari bir qanchaga kamaytiradi, bu esa yirik temir -beton inshootlarini qurishni osonlashtiradi. SDB asosan sement hamiriga ta'sir qiladi, shuning uchun uni sement sarfi anchagina ko'p bo'lgan betonlarda qo'llash samaralidir.

Havo tortadigan qo'shimchalardan asosan sovuqqa chidamlilik talab qilingan betonlarda, va qurilish qorishmalarida foydalaniladi. Beton qorishmaga havo tortish, uning mustahkamligini pasaytiradi. Tajriba ko'rsatkichlaridan ma'lumki, 1% tortilgan havo betonning siqilishdagi mustahkamligini 3% kamaytiradi, shuning uchun, beton qorishmasiga plastiklash uchun ko'p miqdorda havo tortadigan qo'shilmani qo'shishning hojati yo'q. Tortilgan havoning miktori odatda 4-5% dan oshmaydi. Bu holatda betonning mustahkamligi deyarli pasaymaydi, chunki tortilgan havoni beton mustahkamligiga salbiy ta'siri qo'shimchani plastiklovchi samarasi hisobiga suv sement nisbatining kamayishi natijasida sement toshini mustahkamligini oshishi tufayli neytrallanadi. Havo tortadigan qo'shimcha betondagi g'ovak va kapillyarlarni gidrofoblaydi, havo pufakchalari esa, suv muzlaganda betonda ichki katta kuchlanishning kelib



chiqishini oldini oluvchi rezerv sig'ildir. Natijada betonning suv o'tkazmaslik va sovuqqa chidamliligi xususiyati bir qancha oshadi. Havо tortuvchi qo'shimchalar sement sarfi kam bo'lgan betonlarda ancha samaralidir. Plastiklovchi gidrofob ko'shimchalarga kremniyorganik suyuqliklar tegishlidir: natriy metilsilikonat (GKJ-11), natriy etilsilikonat (GJK-10) va etilgidrosiloksanli suyuqlik (GKJ-94). Ularni agressiv muhitda beton va pishiqligini betoni qorishmalarda uzoq muddatga chidamliligini, oshirish uchun, shuningdek serg'ovak betonlarning yuzasini gidrofoblovchi sifatida qo'llaniladi.

Keyingi vaqtlarda qurilishda yangi kimyoviy qo'shimchalar-superplastiklovchilar ishlab chiqilayapti va amalga oshirilmoqda. Bu qo'shimchalar beton qorishmasining harakatchanligini va oquvchanligini keskin oshiradi va betonning texnologik xususiyatlarini yaxshilaydi. Ko'pincha, superplastiklovchilar-sintetik polimer moddalar, qaysiki, beton qorishmasiga sement massasidan 0, 1–1, 2% miqdorda qo'shiladi. Superplastiklovchilar ta'siri, qoida bo'yicha beton korishmasiga kiritilgandan keyin 2-3 soat bo'ladi. Ishqor muhitning ta'sirida ular qisman tarkibini buzadi va boshqa moddaga, beton uchun zararsiz moddaga aylanadi va uning qotishiga monelik qilmaydi.

Superplastiklovchilarning kiritilishi asosan temir- beton ishlab chiqarishda samaralidir, qaysiki, beton qotishi tezligining oshishi katta ahamiyatga ega va oddiy plastiklovchi qo'shimchalardan foydalanish beton qotishini sekinlatadi va natijada maxsus choralar ko'rish zarurati yuzaga keladi: beton qorishmasiga bir vaqtning o'zida qotishni tezlatuvchi moddani kiritilishi va issiqlik bilan ishlov berishning mo''tadil tartibini qo'llash kerak bo'ladi. Bundan tashqari, superplastiklovchilar oddiy plastiklovchilarga nisbatan beton qorishmani yuqori darajada suyultiradi, masalan qorishmaning harakatchanligini konus cho'kmasi bo'yicha 2 sm dan 20 sm ga oshiradi.

Bular hammasi birga olinganda, past S/TS li betonlarni samarali qo'llash va yuqori mustahkamlikka (60-80 MPa) ega bo'lish boshqa texnologik qo'llanmalardan foydalanishdan ancha sodda; yig'ma temir-beton tayyorlashni quyish usulini keng ko'lamda foydalanish yoki beton qorishmasini qisqa titratish

erdamida kamaygan S/TS bilan qoliplash, murakkab profilli konstruktsiyalarni muvaffaqiyatli betonlash, mahsulotni qoliplash muddatini qisqartirish, yuza qismining sifatini yaxshilash, sement sarfini kamaytirish imkonini beradi.

Superplastiklovchi suyultiruvchilar orasida naftalinsul'fokislotalar, S-3 asosidagi qo'shimcha, keng tarqalgan. Qurilishda ham shunday 10-03 va KM-30 melamin smola asosidagi qo'shimchalar amalga oshirilmoqda.

Kuchli suyultiruvchi qatoriga boshqa polimer qo'shimchalar ham kiradi, masalan, SPD, OP-7, 40-03 va boshqalar. Ularni o'zgaruvchan qo'shimchalar turiga kiritish kerak, chunki ular beton qotishini bir muncha sekinlatadi. Bu esa qo'shimchalar miqdorini chegaralashga majbur qiladi va shu bilan birga uning plastiklovchi samarasini kamaytiradi.

Qotishni tezlatuvchi sifatida kal'tsiy xlorid, natriy sul'fat, kal'tsiy nitrit-nitrat-xlorid va boshqalar qo'llaniladi. Bunda bu qo'shilmalarning ikkinchi ta'siri ham borligini hisobga olish kerak. Masalan, kal'tsiy xlorid armatura korroziyasini keltirib chiqaradi, shuning uchun temir-betonda maksimal miqdorda qo'llash normasi chegaralangan(2% dan kam) va og'ir sharoitlarda ishlatiladigan yupqa va oldindan zo'riqtirilgan armatura konstruktsiyalarida qo'llashga yo'l qo'yilmaydi. Natriy sul'fat konstruktsiya yuzasida shuralash hosil qiladi, bu esa maxsus saqlovchi chorani ko'rish zaruratini yuzaga keltiradi. Kal'tsiy xloridda nitrit-nitrat xloridning tezlatuvchi ta'siri nigibirlovchi ta'siri bilan mos keladi.

Sovuqqa qarshi ta'sir etuvchi qo'shimchalar -potash sifatida, natriy xlorid, kal'tsiy xlorid va boshqalar qo'llanadi. Bu qo'shimchalar suvning muzlash nuqtasini kamaytiradi va betonni salbiy haroratda qotishiga yordam beradi: qotish harorati qancha past bo'lsa, qo'shimcha miqdori shuncha yuqori(10% sement vaznidan va ko'proq).

Gaz hosil qiluvchi qo'shimcha sifatida alyumin kukuni(PAK va GKJ-94) keng ko'lamda foydalaniladi. Aksincha, beton tarkibini zichlash uchun kal'tsiy nitrat, temir xloridi va sul'fati, alyumin sul'fati dietilenglikolli DEG-1 yoki uchetilenglikolli TEG-1 smolalar qo'shiladi.

Tishlashni sekinlatish uchun shakar oqimi va SDB, GKJ-10 va GKJ-94 beton maxsus xususiyatlarga ega bulishi uchun, masalan kengayuvchi betonlar olish uchun qo'shimchalar oshirilgan miqdorda qo'shiladi. SDB, alyumin kukuni, alyuminiy sul'fati va kal'tsiy xloridi ham tarkibga kiritiladi.

Ko'pchilik qo'shimchalar suvda eriydi va ularni beton korgichga oldindan tayyorlangan qorishma sifatida qo'shiladi. Ba'zi bir qo'shimchalar emul'siya holatida (GKJ-94) yoki suvda suspenziya holida(PAK) qo'shiladi. Qo'shimchanning optimal miqdori sement turiga, beton qorishmasini, tarkibiga, konstruktsiyaning texnologik tayyorlanishiga bog'liq. Odatda, sement vazniga qarab: 0, 1-0, 3% plastiklovchi, 0, 5-1% superplastiklovchilar; 0, 01-0, 05% havo tortadigan; 1-2% qotishni tezlatadigan qo'shimchalardan foydalaniladi. Tajribada optimal miqdor tajriba bilan aniqlanadi.

### **III-bob. Beton qorishmasi**

#### **3. 1. Beton qorishmasining tuzilishi**

Murakkab ko'pkomponentli polidispersion tizimni o'zida ifodalovchi beton qorishmasini suv, sement va to'ldiruvchilarni bevosita qorishtirish orqali olinadi. Unga sementning maydadispersion zarralari, nisbatan yirikroq bo'lgan mayda va yirik donador to'ldiruvchi, aksariyat hollarda kiritiladigan maxsus qo'shimchalar, suv va qorishmani tayyorlash jarayonida qo'shib ketadigan havo kiradi. Beton qorishmasining xususiyati beton va temir-beton konstruktsiyalar texnologiyasida katta ahamiyat kasb etadi. Jumladan u qoliplash sharoitlarini va ma'lum darajada mazkur konstruktsiyalarning yakuniy sifatini aniqlaydi.

Qattik zarralar bilan suvning o'zaro ichki kuchlari ta'sirida (molekulalarning tortishishi, qovushqoq ishqalanish, kapillyar va boshqa kuchlar) beton qorishmasi qovushqoq tuzilishli suyuqliklar uchun harakterli bo'lgan aniq xususiyatlarga va bog'lanuvchanlikka ega bo'ladi. Beton qorishmalari xususiyatiga ko'ra qovushqoq suyuqliklar va qattiq jismlar orasidagi o'rinni egallaydi. Haqiqiy qovushqoq suyuqliklardan beton qorishmalari tuzilishning nisbatan mustahkamligi yoki tuzilish qovushqoqligi bilan ajralib turadi; qattiq jismlardan esa shaklni saqlash – qovushqoqlik xususiyatining yo'qligi va hatto e'tiborsiz miqdordagi kuch qo'yilganda ham qaytmas plastik deformatsiyaga uchrash xususiyati bilan ajralib turadi.

Beton qorishmalarining xususiyatlari ularning tuzilishi, tarkibidagi tashkil etuvchilarining xususiyatlariga bog'liq va quyidagicha ahamiyat kasb etuvchi xossalarga ega: mexanik ta'sirlar ostida soxta suyulish yoki harakatchanligining oshishi; sement bilan suvning o'zaro fizikaviy-kimyoviy jarayonlari ta'sirida sistemaning qovushishi va qattiq jismga aylangunga qadar doimiy o'z xususiyatlarini o'zgartirib borishi (harakatchanlikning yo'qolishi).

Beton qorishmasini ikki tarkibiy qismdan tashkil topgan sistema deb qarash qulayroq – sement hamiri va to'ldiruvchi. Asosiy struktura hosil etuvchi tarkib sifatida sement hamiri tan olinadi va uning tarkibiga sement, suv, aksariyat hollarda maydalangan mineral qo'shimchalar yoki kul kiradi. Sement zarralari va

mayda tuyilgan qo'shimchalar o'lchamlari kichik hamda katta nisbiy yuzasi bilan farqlanadilar, natijada sement hamiri yuqori taraqqiy etgan yuzali bo'linga "qattiq jism – suyuqlik" holatiga ega bo'ladi. Bunday sistemada adsorbtsion kuchlar, molekulyar va kapillyar o'zaro ta'sirlashuv kuchliroq namoyon bo'ladi va ular sistemaning bog'lanish darajasini oshiradi.

Sement hamirining xususiyati qattiq va suyuq holatlar nisbatiga bog'liq: tarkibdagi suv miqdorining oshishi bilan sement hamiri harakatchanligi oshadi, plastik mustahkamligi kamayadi. Beton qorishmasida suv turli holatlarda bo'lishi mumkin (3. 1-jadval)

### Suvning beton qorishmasida tasniflanishi

#### 3. 1-jadval

Bog'lanish harakteri	Bog'lanish yuzaga kelishining sharoit va sabablari	Suvning taqribiy nisbiy miqdori, suvning umumiy miqdori % hisobida	
		YAngi tayyorlangan qorishmada	TSementning qotish davrida
Kimyoviy (aniq miqdoriy nisbatlarda)	Qorishmadan gidratatsiya va kristallashuv	1-2	4-5
Fizikaviy-kimyoviy, adsorbtsion	Qattiq fazaning molekulyar kuch maydonida adsorbtsiya	3-5	20-25
Mexanik, tuzilish	Suvning ingichka kapillyarlar, yoriqlar va g'ovaklarni to'ldirishi	93-95	70-75

Suvning kamroq qismi sement bilan kimyoviy ta'sirlashuvga kiradi va kimyoviy bog'langan holatda qoladi. Bu suvning nisbiy miqdori borgan sari o'sib boradi, biroq qotish vaqtida 5 %dan oshmaydi. Suvning boshqa qismi adsorbtsion kuchlar ta'sirida qattiq fazaning yuzasida fizikaviy-kimyoviy bog'lanishda bo'ladi.

Fizikaviy-kimyoviy bog'langan suvning miqdori ham odatda qattiq jismning nisbiy yuzasini ortishi bilan kuzatiladigan sementning giratatsiyasi jarayonida o'zgaradi. Yangi tayyorlangan sement hamirida bunday suvning miqdori 3-5% ni, qotish vaqtigacha esa o'sib borib umumiy suv miqdoriining 25% gacha etadi. Sement hamiridagi asosiy suv miqdori donalar orasidagi muhitda joylashadi, bu g'ovaklar va oraliqlarning o'lchamlari 1 dan 50mkm gacha va undan ortiq o'zarishi mumkin. Sementning giratatsiyasi jarayonida kapillyar kuchlar ta'siri va gel paydo bo'lishi natijasida donalararo muhitda suv sement toshi bilan fizikaviy-kimyoviy

bog'lanadi. Odatda buni erkin bog'lanish deb ataydilar, binobarin ular kimyoviy bog'lanmagan va qattiq fazaning xech qanday molekulyar kuchlari ta'sirida emas. Erkin suvning nisbiy miqdori sement hamiri tayyorlangan zaxoti suvning umumiy hajmiga nisbatan 90%ni tashkil etadi va qotish jarayoniga qadar 65-70% ga tushib ketadi. Aynan erkin suvgina sement hamirining harakatchanligiga eng ko'p ta'sir ko'rsatadi.

Sement hamiri bilan to'ldiruvchining o'zaro nisbatiga ko'ra beton qorishmasini asosiy uch turga ajratish mumkin (3. 1-rasm). Bu turlarning har biri beton va temir-beton konstruktsiyalarini qoliplashda xususiyatlari va o'zini tutishi bilan ajralib turadi. Birinchi tur tuzilishidagi to'ldiruvchining donalari bir-biridan ahamiyatli masofaga ajralgan va umuman bir-biri bilan ta'sirlashmaydi. Donalar faqat sement hamirining tegib turgan xududiga ta'sir ko'rsatadi. Ular ta'sirining yig'indisi to'ldiruvchi donalarining miqdoriga va ularning solishtirma yuzalariga to'g'ri proporsional.

**3. 1-rasm.** Beton qorshmalarining tarkibiy tiplari va ularning tekis harakatchan qorishmadagi suvshimuvchanlikka ta'siri  
*I-suzuvchan to'ldiruvchi bilan; II- zich joylashgan to'ldiruvchi bilan; III-yirik g'ovakli, sement hamirining etishmovchiligi bilan.*

Ikkinchi turdagi tuzilishda sement hamiri kamroq bo'lib, u faqat to'ldiruvchining donalari orasidagi g'ovaklikni to'ldiradi va donalar ustiga surtilgandek bo'lib, qalinligi sement zarralari 1-3 diametriga to'g'ri keladi. Bu sharoitda alohida to'ldiruvchi donalarining ta'sir doiralarida bir-birlarini to'sadilar – to'ldiruvchi donalari orasida ishqalanish yuzaga keladi. Qorishmaga yuqorida aytilganidek (birinchi turdagi kabi) harakatchanlikni berish uchun yanada jadalroq ta'sir yoki S/TSning o'zgartirilishi hisobiga birinchi tur tuzilishdagi xususiyatlarga keltiriladi.

Beton qorishmasining uchinchi tur tuzilishida sement hamiri kam, u faqat to'ldiruvchi donalarini yuzasini juda yupqa qalinlikda qoplaydi, donalar orasidagi g'ovakliklarni qisman to'ldiradi.

Bir turdan tuzilishdan ikkinchisiga o'tish to'ldiruvchi miqdorini oshishi bilan birin-ketin amalga oshadi. Birinchi o'tish avval kichik hajmlarda va ketma-ket butun beton hamirini qamrab oladi. Ikkinchi tuzilishdan uchinchi tuzilishga o'tishda (tsement hamirining to'ldiruvchilar orasidagi g'ovaklarni to'ldirishga etishmayotgan jarayonda) beton qorishmasini qorishtirish yoki yoyishda katta miqdorda havo qo'shilib ketadi va ular to'ldiruvchidagi donalararo bo'sh g'ovakliklarni to'ldirib, sement hamiri hajmini oshirgandek bo'ladi. Bunday tuzilishni ikkinchi turga mansub deyish mumkin. Sement hamirini miqdorini tobora kamayishi bilan kirayotgan havo va havo pufakchalari o'lchamlarining ortishi natijasida notekisliklar va yoriqlar paydo bo'ladi. Bunday tuzilish uchinchi turga mansub.

Beton qorishmasi tuzilishi harakterini ketma-ket o'zgarishi natijasida turli tuzilishlar orasidagi chegaralar nisbiydir. Bu chegaralar sement va to'ldiruvchi, beton qorishmasining harakatchanligi, qoliplash usullari va boshqa faktorlarni o'zgarishi bilan ahamiyatli darajada surilishi mumkin.

Odatdagi beton qorishmalari ikkinchi tur tuzilishiga kiradi. Bunday tuzilishlar o'zining katta samaradorligi bilan ajralib turadi va minimal sement sarfi bilan berilgan harakatchanlikdagi qatlamlashmaydigan beton qorishmasini olish

imkonini beradi. Tuzilishi birinchi turga mansub bo'lgan qorishmalarga armoqsement konstruktsiyalar tayyorlash uchun qo'llaniladigan bog'lovchi sarfi orttirilgan sement-qumli qorishmalar kiradi. Tuzilishi uchinchi turga mansub qorishmalarga qumsiz beton qorishmalari va boshqa sayoz qurilish qorishmalari kiradi.

### **3. 2. Beton qorishmalarining xususiyatlari**

Beton xususiyatlari qoliplash uni tayyorlash, joylash va qotishidan boshlanadi. Bu jarayonlar betonning, konstruktsiyaning va buyumlarning sifatini aniqlaydi. Shu sababli beton qorishmasini xususiyatlarini, uning turli faktorlarga bog'liqligini, berilgan xususiyatdagi beton qorishmasini olishni bilish, beton qorishmasini tayyorlash jarayonlarini, yoyishni va qotish davrlarini uquvli boshqarish katta ahamiyat kasb etadi.

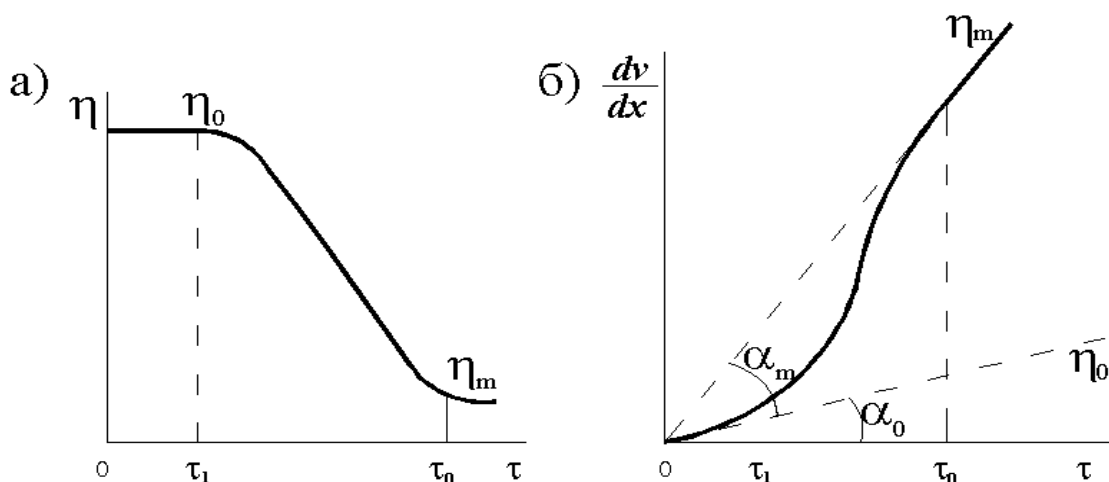
Beton qorishmasiga xususiyatli bo'lgan jihatlardan biri uning qulay to'shaluvchanligi, yoki shakllanuvchanligi, jumladan, berilgan shaklni bir tekisda yoyilib qoplashi va ayni vaqtda bir turligini va monolitligini saqlashidir. Qulay to'shaluvchanlik beton qorishmasining shaklni (qolipni) to'ldirish jarayonida harakatchanligi(oquvchanligi), plastikligi, ya'ni yorilmasdan deformatsiyalanishi bilan aniqlanadi.

Beton qorishmasining turli sharoitlarda o'zini tutishini ta'riflash uchun uning reologik karakteristikalaridan foydalanadilar: surilishdagi chegaraviy zo'riqish, relaksatsiya davri va qovushqoqlik. Bunday xususiyatlarni aniqlash uchun viskozimetrlardan foydalaniladi (3. 2-rasm). Bunday tajribalar asosan ilmiy-tadqiqot laboratoriyalarda amalga oshiriladi. Ishlab chiqarish sharoitlarida esa odatda beton qorishmasini harakatchanligini (oquvchanligi) turli moslamalar yordamida nazorat qiladilar. Bu jihozlar tez va nisbatan oddiy holda beton qorishmasining zaruriy karakteristikalarini olish imkonini beradi.



**3. 2-rasm.** Sement hamiri va beton qarishmasining reologik xususiyatlarini aniqlaydigan asboblarning sxemalari

*a-teshikdan qarishmaning oqish tezligini o'lchaydigan; b-konusning cho'kish chuqurligini o'lchaydigan; c-sharchaning cho'kish tezligini o'lchaydigan; d-tortilishdagi zuriqishni o'lchaydigan; e-koaksial silindrlarning aylanishdagi zo'riqishini o'lchaydigan.*



**3. 3-rasm.** Surilishdagi ko'chlanishga bog'liq holda qovushqoq plastik beton qarishmalari xususiyatlarining o'zgarishi

*a-tarkibiy qovushqoqlikning o'zgarishi; b-oquvchanlikdagi deformatsiyalanish tezligini o'zgarishi ( $\alpha_0$  va  $\alpha_m$  -sistemaning qovushqoqligini xarakterlovchi burchaklar).*

Beton qarishmasini to'liq baholash va beton va temir-beton buyumlarini va konstruktsiyalarini ishlab chiqarishni to'g'ri tashkil etish uchun qarishmaning boshqa xususiyatlarini ham bilish zarur, ularga quyidagilar kiradi: uning zichlashuvi, bir turliligi, qatlamlashuvchanligi, hajmining qotish jarayonida o'zgarishi, havo yutuvchanligi, birlamchi mustahkamligi (zudlik bilan qolipdan chiqariladigan bikir beton qarishmalari uchun).

Beton qorishmasining o'ziga xosligi asosan uning xususiyatlari (aksariyat ko'p yoki oz jihatdan) tayyorlash boshlanishidan qotgunicha doimiy o'zgarib tarishi bo'lib, beton qorishmasida va betonda ketadigan murakkab fizikaviy-kimyoviy jarayonlarga bog'liq.

Bu xususiyatlarga asosan sement hamirining miqdori va sifati o'z ta'sirini ko'rsatadi, chunki aynan sement hamirigina dispers sistema bo'lib, suyuq va qattiq fazalar orasida katta oraliqqa egaligi va bunda molekulyar tishlashish kuchlarining kuchayishiga hamda sistemaning bog'langanligini oshishiga olib keladi. Beton qorishmasining xususiyatiga suv sarfi xal qiluvchi ta'sirga ega, chunki faqat suv butun sistema uchun harakterli bo'lgan bog'liqlik va harakatchanlikni beruvchi, hajm va suyuq fazaning tuzilishida hamda bog'lanish kuchlarini ortishida asosiy ahamiyat kasb etadi.

Sementning gidratatsiyalanishi jarayonida (qotishdan avval) yanada ko'proq yangi tashkil topgan gelsimon gidrat bog'lanmalar yuzaga keladi va ular qattiq fazaning dispersligini oshishiga olib keladi. Ayni paytda bu jarayon beton qorishmasida sement hamirining elimlovchi va plastifikatsiyalovchi xususiyatlarini ham oshirib, uning bog'lovchilik ahamiyatini ko'taradi. Shu bilan birga beton qorishmasining harakatchanligi kamaya boradi.

**3. 4-rasm.** Beton qorishmasi harakatchanligini konus yordamida aniqlash  
*a- konusning umumiy ko'rinishi; qorishmalar: b - bikir; c - kam harakatchan; d - harakatchan; e - o'ta harakatchan, va oquvchan.*

Sement hamirini strukturali deb nomlanuvchi sistemalarga kiritadilar. Ular strukturaning boshlang'ich mustahkamligini qisman harakterlaydi. Sement hamirida yupqa suv qobig'i bilan o'ralgan zarralar orasidagi molekulyar bog'lanish kuchlari hisobiga aniq struktura (tarkib, struktura) yuzaga keladi. Suyuq fazaning qobiqlari sement hamiri tarkibida uzluksiz to'rsimon muhitni keltirib chiqaradi va bu unga plastiklik xossalarini beradi hamda tashqi kuch ta'sirlari qo'yilgan hollarda sistemaning shakl o'zgartirishlariga zamin yaratadi.

Odatda beton qorishmalari birjinsli muhit yaratish uchun etarli miqdordagi sement hamiri va suvga ega bo'ladi (avval keltirilgan birinchi va ikkinchi tur beton qorishmalarining klassifikatsiyasiga qaralsin). Bunday qorishmalar birlamchi strukturasi mustahkamligi aniq plastiklik va harakatchanlikka ega bo'lgan sement hamiri kabi o'zini tutadilar.

Strukturalashgan sistemalarga tashqi kuchlar qo'yilganda suyuq jismlarga qaraganda o'zini tutishi bilan tubdan farqlanadi. Agar suyuqlikning qovushqoqligi doimiy va qo'yilayotgan bosimga bog'liq bo'lmasa, strukturalashgan

sistemalarning qovushqoqligi sistemaga ta'sir etuvchi tashqi kuchlarga bog'liq holda doimiy haroratda ham bir necha marta o'zgaradi. Qovushqoqlik sistemaning surilishdagi ko'chlanishiga yoki suruvchi deformatsiyalarning tezligiga bog'liq.

Tashqi kuchlar ta'siri ostida birlamchi tarkibning parchalanishiga o'xshash holat yuzaga keladi, uning alohida elementlari orasidagi bog'lanishlar susayadi va natijada sistemaning deformatsiyalanish xususiyati va harakatchanligi ortadi. Surilish o'zining kritik tezligiga erishganda sistemaning birlamchi tuzilishi oxirgi chegaragacha buzulgan parchalanish chegarasida, surilishga qarshilik va qovushqoqlik minimal darajada bo'lib, hatto kam harakat qorishmalar ma'lum darajada oquvchanlikka ega bo'ladi. Tashqi kuchlar olingandan so'ng sistema avvalgi holatiga qaytadi, strukturaning mustahkamligi birlamchi holati tiklanadi, harakatchanlik kamayadi.

Strukturalashgan sistemalarning o'z reologik xususiyatlarini mexanik ta'sirlar jarayonida o'zgartirishlari va ta'sir to'xtagandan so'ng tiklanishini *tiksotropiya* xususiyati deyiladi. Beton texnologiyasida bu xususiyat kam harakatchan va bikir qorishmalardan buyumlarni qoliplashda keng qo'llanilib, titratish, silkitish va siltash kabi ta'sirlardan foydalaniladi.

Beton qorishmasiga tashqi ta'sirlar qo'yilganda o'zini tutishi xaqidagi to'liq ta'surotni reologik egri chiziq ko'rsatadi va u uch qismga bo'linadi (3. 4-rasm). Birinchi qismda katta bo'lmagan surilishga qo'yilgan kuchlanishda beton qorishmasi strukturasi  $\tau$  birlamchi buzilmagan holatda saqlanadi va u qovushqoqlikning  $\eta_0$  kattaligi bilan harakterlanadi. Kritik chegaraviy kuchlanishga erishilganda  $\tau_1$  sistemaning oquvchanlik chegarasiga mos kelganda, strukturaning buzilishi boshlanadi va bu holat  $\tau_0$  chegaraviy kuchlanishda to'liq buzilishga qadar davom etadi. Ikkinchi qismda sistemaning buzilishi bilan bir vaqtda beton qorishmasining samarali qovushqoqligi surilishga bo'lgan kuchlanish oshishi bilan kamaya boradi. Sistema batamom buzulgandan so'ng beton qorishmasi eng kam darajadagi qovushqoqlikka ega bo'ladi (plastik qovushqoqlik  $\eta_m$  – egri chiziqni uchinchi qismi). Bu bosqichda beton qorishmasi ta'sir etayotgan kuchlanishlarga bog'liq bo'lmay, ular oshsa ham o'zgarmaydi.

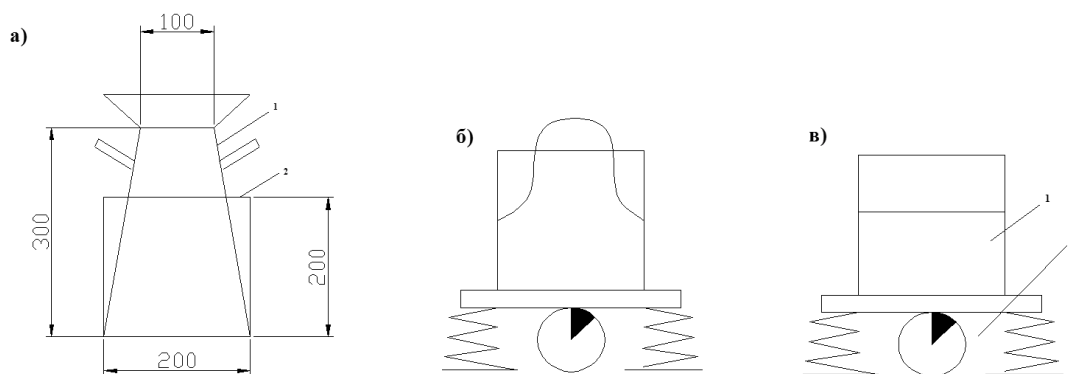
Betonning ishlab chiqarishdagi, konstruksiyadagi yoki buyumdagi yuqori sifatini ta'minlashda beton qorishmasining quyuklik darajasi va to'shalishdagi qo'yiladigan talablarga to'liq javob berishi katta ahamiyat kasb etadi. Betonning quyuklik darajasi uning tarkibiga ko'ra bikirdan bir oz namlangan quyuk (hamirsimon) holatidan, suyuq – oson oquvchan holatgacha bo'lishi mumkin. Beton qorishmasining quyuklik darajasiga qarab uning texnologik xususiyatlarini aniqlashning u yoki bu usulidan foydalanadilar.

Harakatchanlikni, jumladan qorishmaning o'z og'irligi ta'sirida yoyilishi va beton qorishmasini bog'langanligini aniqlash uchun standart konusdan foydalaniladi. Konus ikki tarafi ochiq, 1 mm, qalinlikdagi po'lat tunukadan tayyorlanadi. Konusning balandligi 300 mm, pastki asosining diametri 200 mm, yuqori og'izining diametri 100 mm. Tajriba o'tkazishdan avval konusning ichki yuzasi va konus qo'yilayotgan idish suv bilan namlanadi. Konusni idishga o'rnatilgandan so'ng beton qorishmasini uchga bo'lib, har bosqichda zichlashtirib to'ldiriladi va ortiqcha qorishma olib tashlanadi. Konus to'ldirilgan zahoti aniq tik yo'nalishda yuqoriga konus bandidan tutib asta ko'tariladi. Harakatchan beton qorishmasi konusdan ozod bo'lgandan so'ng cho'kadi yoki ba'zan yoyilib ham ketadi. Qorishmani o'z og'irligida yoyilish balandligi konus cho'qishi deyiladi. Qorishmaning harakatchanlik darajasini konus cho'kishi belgilab beradi va bu cho'kish konus olingan zahoti o'lchanadi (3. 4-rasm). Har bir qorishma tayyor bo'lgandan so'ng namuna ikki marotaba olinadi va konus cho'kishi o'lchanib o'rtacha natija qabul qilinadi.

Konus cho'kishiga qarab kam harakatchan (plastik 1-4 sm. ), harakatchan (5-11 sm), o'ta harakatchan (12-19 sm) va oquvchan (>20 sm) beton qorishmalariga bo'linadi. Suv sarfi kam bo'lgan hollarda beton qorishmalari konusda cho'kish bermaydilar, biroq, tashqi kuch ta'siri qo'yilganda bunday qorishmalar turli (suv sarfi va beton tarkibiga ko'ra) qoliplash xususiyatlarini namoyotn etadilar. Bunday qorishmalarni *bikir qorishmalar* deb ataydilar. Bunday qorishmalarning xususiyatlarini aniqlash uchun maxsus asbobdan foydalanib, ular yordamida qorishmaning oquvchanligini titratish orqali aniqlaydilar.

Bunday asbob balandligi 200 mm, ichki diametri 240 mm bo'lgan silindrik idishdan iborat. Bu idishga beton cho'kishini o'lchovchi ko'rsatkichli shtativ sifatidagi moslama, shtanga va qalinligi 4 mm bo'lgan 6 ta teshikli metal disk mahkamlangan (3. 5-rasm).

**3. 5-rasm.** Beton qorishmasining bikirligini aniqlaydigan standart asbob  
*1- qolip; 2- konus mahkamlanadigan tutqichlar; 3- konus; 4- voronka; 5- shtanga; 6- yo'naltiruvchi vtulka; 7-dis mahkamlanadigan vtulka; 8- oltita teshikli disk; 9- shtativ (tutqich); 10- shtativning mahkamlovchi moslamasi.*



**3. 6-rasm.** Beton qorishmasini qulay quyiluvchanligini aniqlashning soddalashtirilgan usuli

*a-asbobning umumiy ko'rinishi; b-tebranishga qadar beton qorishmasi; v- aksincha, tebranishdan so'ng; 1-konus; 2-kub qolip; 3-beton qorishmasi; 4- titratgich.*

Asbobni titratuvchi moslama ustiga zich o'rnatadilar. So'ng idishga konus shaklidagi metall qolip tushiriladi. Konus o'lchamlari yuqorida ko'rsatilgan. Konus-shaklni maxsus aylana-tutqich yordamida asbobga mahkamlanadi va qorishmani uchga bo'lib har birini alohida metall tayoqcha bilan zichlashtirib to'ldirib chiqiladi. So'ng konusni mahkamlab, shtativni burib, beton qorishmasi ustiga keltiriladi va titratuvchi moslama ishga tushiriladi. Amplitudasi 0, 5 mm bo'lgan titratish jarayoni sement hamiri diskning ikki teshigidan chiqqungacha davom ettiriladi. Titratish davom etgan vaqt – beton qorishmasining bikirlik ko'rsatkichidir. Laboratoriyalarda ba'zan B. G. Skramtayev tomonidan tavsiya etilgan beton bikirligini aniqlashning soddalashtirilgan usulidan foydalanadilar. Bu usul bilan tadqiqotlarni quyidagi tartibda o'tkazadilar. Kublar tayyorlanadigan o'lchamlari 20x20x20 sm bo'lgan oddiy qolipga standart konus o'rnatiladi.

Oldindan undan tayanchlarni olib tashlab kub ichiga joylashishi uchun uning pastki asosining diametri kamaytiriladi (3. 6-rasm). Konusni odatdagidek uch bosqichda to'ldiriladi. Metall konus olingandan so'ng laboratoriya maydonchasida beton qorishmasini titratiladi. Titratish jarayoni beton qorishmasi kubning barcha burchaklarini qoplab, yuzasi tekislanguncha davom ettiriladi.

Titratishning davomiyligini (s) beton qorishmasining bikirlik darajasi sifatida qabul qilinadi. Standart titratish maydonchasi quyidagi qiymatlarga mos tushishi kerak: kinematik momenti 0, 1 N·m; amplitudasi 0, 5 mm; tebranishlar davri 3000<sup>1</sup>. Tajribalarning ko'rsatishicha standart asbobda aniqlangan bikirlik darajasi B. G. Skramtayev usuli bilan olingan qiymatlardan taxminan 1, 5-2 marta kamligi aniqlandi.

### **3. 3. Beton qorishmalarining harakatchanligi va bikirligini turli omillarga bog'liqligi**

Beton qorishmalarining texnologik xususiyatlari tarkibi va qo'llanilayotgan materiallarning uning xususiyatlariga ko'ra aniqlanadi.

Beton qorishmasiga sement hamiri bog'lanuvchanlikni, qolipni bir tekisda oqib to'ldirish xususiyatini beradi. Sement hamirining miqdorini ortishi, uning konsistentsiyasini suyuq bo'lishi bilan beton qorishmasining harakatchanligi oshib boradi. Sement hamiriga to'ldiruvchini kiritilishi, xususan uning miqdori va nisbiy yuzalari ortib borishi sababli qorishmaning harakatchanligi kamayadi.

Betondagi sement sarfini 200 dan 400 m<sup>3</sup> gacha o'zgarishi va doimiy suv sarfida beton qorishmasining harakatchanligini o'zgarishi kuzatilmaydi. Suv sarfi o'zgargandagina qorishmaning harakatchanligi ham o'zgaradi. Suvga bo'lgan talabchanlikning doimiyliги nomini olgan bu qonuniyat beton qorishmasi harakatchanligini o'rganishda suv sarfiga nisbatan bog'liqlikning quyidagi soddalashtirilgan hisoblash usulini beradi. Beton qorishmasida sement tarkibining ortishi to'ldiruvchi donalarining sement hamiri bilan qoplanishi qalinligini oshiradi. Biroq, bu holda S/TS nisbati kamayadi(doimiy suv sarfida), jumladan sement hamiri kamharakatchan bo'lib boradi. Bu omillarning bir vaqtda ta'sir etishi natijasida, beton qorishmasida ulardan biri konsistentsiyani (quyuq-suyuqlik

darajasini) orttirib, ikkinchisi konsistentsiyani kamatiradi. Bu omillar shunday tartibda umumlashtirilishi lozimki, belgilangan chegaralarda sement sarfining o'zgarishi beton harakatchanligiga ta'sir etmasin.

Beton qorishmasidagi sement hamiri miqdorini doimiy S/TS nisbatida oshirish yoki to'ldiruvchilar miqdorini kamaytirishda beton qorishmasining harakatchanligi ortadi, mustahkamligi esa umuman olganda o'zgarmaydi. Agarda sement hamirini to'ldiruvchilar orasidagi bo'shliqlarni to'ldiradigan miqdorda olinsa beton qorishmasi noqulay to'shaladigan bo'lib qoladi. Qorishma harakatchan bo'lishi uchun nafaqat bo'shliqlarni to'ldirish, balki to'ldiruvchi donalarini sement hamiri qatlamlari bilan bir biridan ajratish kerak. To'ldiruvchining xususiyatlari va qum-shag'al nisbatlariga ko'ra, shuningdek, beton qorishmasining qatlamlarga ajramaydigan va sifatli zichlashtiriladigan holda bo'lishini ta'minlash uchun sement hamirining tarkibdagi minimal (eng kam) miqdori bikir qorishmada 170-200 l. , harakatchan va quyma qorishmalarda 220-270 l ni tashkil etadi.

Beton qorishmasining harakatchanligiga sementning xususiyatlari ham ta'sir ko'rsatadi. Sement hamirining maromidagi quyuuqligi nisbatan yuqori darajali holda qo'llanilishi beton qorishmasi harakatchanligini (doimiy suv sarfida) kamaytiradi.

Beton qorishmasidagi suv miqdorini oshishi bilan harakatchanlik ortadi (biroq, sement sarfi doimiyligicha qolsa beton mustahkamligi pasayib ketadi). Ammo, har bir beton qorishmasi tajriba asosida aniqlanadigan o'ziga xos suv tutuvchanlik xossasiga ega: suv miqdori katta bo'lganda uning bir qismi beton qorishmasidan ajralib chiqadi va bu holga yo'l qo'yish mumkin emas. Suv miqdorini o'zgartirish – beton qorishmasi konsistentsiyasini boshqaradigan asosiy omil hisoblanadi.

Beton qorishmasining harakatchanligi to'ldiruvchining yirikligiga bevosita bog'liq. To'ldiruvchi donalarining yiriklik darajasi ortishi bilan ularning umumiy yuzasi kamayadi, ularning sement hamiriga ta'siri kamayadi va natijada beton



qorishmasining harakatchanligi ortadi. Chang, loysimon va boshqa kirlantiruvchi qo'shimchalar beton harakatchanligini kamaytiradi.

Harakatchanlik shuningdek qum va shag'alning o'zaro nisbatiga ham bog'liq. Talab darajasidagi harakatchanlikga eng maqbul nisbatlarda erishiladi va bunda sement hamiri qobig'ining qalinligi maksimal darajaga etadi. To'ldiruvchilar orasida qumning miqdori shu nisbatdan yuqori darajada bo'lsa, mavjudligi hisobiga qorishma kam harakatchan bo'lib qoladi va bu hol to'ldiruvchi yuzasining ortishi bilan tushuntiriladi.

Beton qorishmasining harakatchanligini oshishiga, suvga bo'lgan talabning kamayishi yoki sement sarfining kamayishiga plastifikatsiyalovchi qo'shimchalarni qo'llash bilan erishiladi. Masalan, sul'fit-drojжали brajkalarni (SDB) sement massasiga nisbatan 0, 1 dan 0, 3 % gacha qiymatda qo'shish (mineral tarkibi va nisbiy yuzaga ko'ra). Superplastifikatorlarning yanada samarali ta'sir etadigani S-3 bo'lib, ular plastik beton qorishmalarini o'ta ahamiyatli darajada harakatchanligi va suv talabchanligini o'zgartiradi (SDBga nisbatan 20-40% ga ko'p). 3. 2- jadvalda beton qorishmasiga SDB kiritilganda suvga bo'lgan talabchanlikning nisbatan kamayishini harakterlovchi qiymatlar keltirilgan.

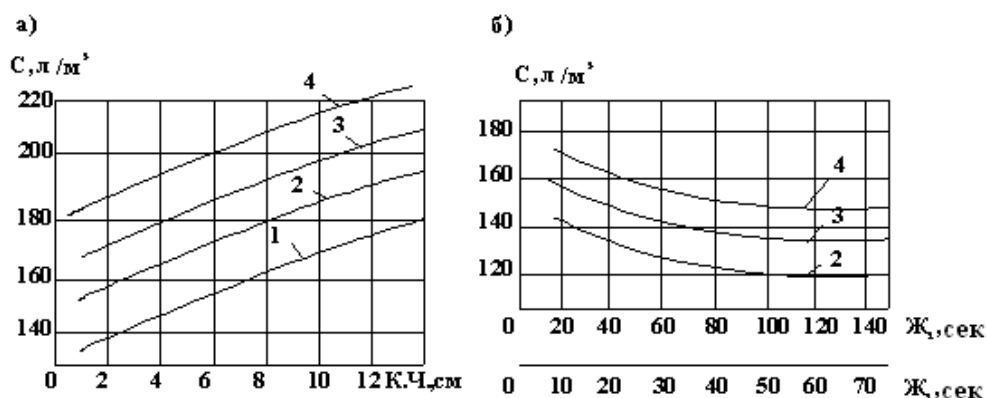
Beton qorishmasiga SDB kiritilganda suvga bo'lgan talabchanlikning nisbatan kamayishi

**3. 2 - jadval**

Bikirlilik, s	Harakatchanlik, sm	TSement sarfi quyidagicha bo'lganda, kg/m <sup>3</sup> suvga bo'lgan talabchanlikning kamayishi, %		
		500	400	300
-	10-12	15	12	10
-	5-7	12	10	8
20-30	-	10	8	6
30-100	-	8	6	-

Beton qorishmasining harakatchanligi vaqt o'tishi bilan sement va suvning o'zaro fizik-kimyoviy ta'sirlashuvi natijasida kamaya boradi. Xususan bikir beton qorishmasining qulay to'shaluvchanligi yomonlashadi, shuning uchun bunday qorishmani imkoniyat darajasida tezroq qoliplarga yoyish zarur. Betonning tarkibini aniqlashda berilgan beton qorishmasining harakatchanligidan kelib chiqqan holda suv sarfi aniqlanadi. Buning uchun beton qorishmasining harakatchanligi suv sarfi va boshqa omillarga nisbatan bog'liqligi qo'llaniladi. Taqriban suv sarfini tajribalar asosida, keyinchalik beton tarkibini tekshirish uchun qorishma tayyorlab, sinab ko'rib olingan jadvallar va grafiklar (3. 7-rasm) bo'yicha tanlash mumkin.

Qum va shag'alning suvga bo'lgan talabidan kelib chiqib ( $S_q$  va  $S_{sh}$ ), turli omillarning ta'sirini kengroq inobatga olish mumkin.



**3. 7-rasm.** Portlandsement, o'rtacha yiriklikdagi qum (suvshimuvchanligi 7%) va yirik donador shag'aldan tayyorlangan plastik (a) hamda bikir (b) beton qorishmasining suvshimuvchanlik grafigi ( $V, l/m^3$ - $S, l/m^3$ )

1 - 80 mm; 2 - 40 mm; 3 - 20 mm; 4 - 10 mm;  $J_1$  - texnik viskozimetr bo'yicha qulay joylashuvchanlik;  $J_2$  - aynisi, B. G. Skarmtayev usuli bo'yicha.

- Eslatma: 1. Agarda 7% dan ortiq suvshimuvchanlikka ega bo'lgan mayda qumdan foydalanilsa, suv sarfini har bir foyizi uchun 5 l. dan orttiriladi: suvshimuvchanligi 7% dan kam bo'lgan yirik qum qo'llanganda, suv sarfini har bir foyizi uchun 5 l. dan kamaytiriladi.*
- 2. Chaqilgan tosh qo'llanilganda suv sarfini 10 l. ga orttiriladi.*
  - 3. Putstsolan sementlar qo'llanilganda suv sarfini 15-20 l. ga orttiriladi.*
  - 4. Sement sarfi 400 kg dan ortganda <sup>har</sup> 100 kg sement uchun 10 l. dan suv sarfi orttiriladi.*

## **IV-bob. Beton strukturasi hosil qilinishi**

### **4.1. Beton strukturasi shakllanishi**

Beton strukturasi beton qarishmasining qotishi natijasida shakllanadi. Uning qoliplashiga sementning tishlashishi va qotishi hal qiluvchi ta'sir ko'rsatadi.

Tsement suv bilan aralshtirilgandan so'ng boshlang'ich davrda uch kal'tsiyli silikat gidrolizi jarayonida kal'tsiy gidroksidi ajralib, to'ydirilgan qarishma hosil qiladi. Bu qarishmada sul'fat, gidrooksid va ishqor ionlari, shuningdek oz miqdordagi kremnezem, glinozem va temir moddalari mavjud bo'ladi. Kal'tsiy va sul'fat ionlarining yuqori konsentratsiyasi qarishtirishdan keyin qisqa vaqtda kuzatiladi, chunki bir necha daqiqa mobaynida yangi paydo bo'ladigan moddalar – kal'tsiy gidrooksi va ettringit cho'ka boshlaydi.

Taxminan bir soatdan keyin gidratatsiyaning ikkinchi bosqichi boshlanadi, unda juda mayda kal'tsiy gidrosilikatlarning qoliplashi kuzatiladi. Reaksiyada faqat sement zarralarining ustki qatlamlarining ishtirok etishi natijasida qaytadan yuzaga keluvchi gidrat fazalar juda nozik granulometriya bilan harakterlanadi, sement zarralari o'lchami kam o'zgaradi. Yangi paydo bo'lgan moddalar miqdori va zichligining ortishi bilan uning chegaraviy qatlami taxminan 2-6 soat ichida kam suv o'tkazuvchan bo'ladi. Susaygan gidratatsiyaning ikkinchi bosqichini sement gidratatsiyasining «yashirin davri» deb ataladi.

Gidratatsiya jarayonining uchinchi bosqichi kal'tsiy gidrooksisining qarishmadan kristallashuvning boshlanishi bilan harakterlanadi.

Bu jarayon juda jadal kechadi. Kal'tsiy gidrosilikati va ettringit g'ovaklar orqali o'tuvchi va mayda bo'laklarga ajratuvchi uzun tolalar shaklida o'sib chiqishi mumkin, shu tarzda sement toshining “asosiy” strukturasi shakllanadi.

Gidratatsiya jarayonining to'rtinchi va beshinchi bosqichlari sementning to'liq gidratatsiyalanishuviga qadar sekin davom etadigan reaksiyalar bilan harakterlanadi. Bu bosqichlarda paydo bo'lgan g'ovaklarning gidratatsiya mahsulotlari bilan to'ldirilishi natijasida sement toshining g'ovakliligi o'zgaradi. Qotgan sementli tosh strukturasi zichlanadi va oldin paydo bo'lgan ettringit monosul'fatga aylanishi mumkin.

Beton xususiyatining o'zgarishi asosan sement gidratatsiyasi bilan belgilanadi, shuning uchun so'ngisi bu qonuniyatlarga hal qiluvchi ta'sir ko'rsatadi. Gidratatsiya jarayoni etakchi hisoblanadi va uning kechish yo'nalishi beton strukturasi va xususiyatining o'zgarishini belgilaydi. Boshqa omillar (masalan, beton tarkibi, to'ldiruvchi xususiyati va boshqalar) beton strukturasi va xususiyatiga ta'sir ko'rsatsa-da, ikkilamchi hisoblanadi va muayyan ma'noda ularning sement gidratatsiyasi va sementli toshning strukturasi qoliplashiga ta'siri bilan belgilanadi. Beton xususiyatlari o'zgarishining vaqt ichida asta-sekin susayishi va ularning barqarorlashuvi sement gidratatsiyasi jarayonining borgan sari susayishi bilan ifodalanadi.

## **4. 2. Beton strukturasi**

Beton qorishmasini strukturasi qotish jarayonida ham saqlanadi, shuning uchun ham beton strukturasi sement toshini miqdoriga va betonda joylashuviga qarab tasniflaganda, yuqorida aytib o'tilgan uchta struktura turini ko'rsatib o'tish mumkin.

### **4. 1 -rasm. Betonning asosiy makrostrukturaviy turlari**

*I-zich; II-g'ovak to'ldiruvchili zich; III-katakchali; IV-donador; Rb-strukturaning o'rtacha mustahkamligi; R1 va R2 - beton tarkibini tashkil etuvchilarning mustahkamligi.*

Ammo beton xususiyatlariga uning zichligi va g'ovakligi hal etuvchi ta'sir ko'rsatadi. Boshqa bir xil shart-sharoitlarda g'ovaklik hajmi va harakteri, shuningdek beton tarkibining aholida moddalari xususiyatlaridagi mutanosiblik uning asosiy texnik xususiyatlari, uzoq muddatga mustahkamligi, turli sharoitlarga bardoshlilikini belgilab beradi. Shuning uchun beton strukturasi uning zichligi bilan tasniflash maqsadga muvofiq hisoblanadi.

4. 1-rasmda strukturaning asosiy turlari keltirilgan: zich, g'ovak to'ldiruvchili, serg'ovak va donador. Zich struktura o'z navbatida to'ldiruvchining ta'sirlashuv joylashuviga ega bo'lishi mumkin, ya'ni uning donachalari bir-biriga sement toshining yupqa qatlami orqali tegib turadi va to'ldiruvchining "suzuvchisimon" joylashuviga ega, ya'ni uning donachasini joylashuvi bir-biridan

ancha uzoqlikda joylashadi. Zich struktura qattiq materialning yaxlit (tutash) matritsasi(masalan, sement toshi)dan tashkil topib, unga matritsa materiallari bilan ancha mustahkam bog'langan boshqa qattiq material (to'ldiruvchi) donachalari ora-sira joylashtirilgan bo'ladi. Serg'ovak struktura qattiq materialning yaxlit (tutash) muhitida turli o'lchamdagi g'ovaklar shartli alohida yopiq uyalar ko'rinishida taqsimlanganligi bilan farqlanadi. Donador struktura qattiq materialning o'zro jipslashgan donalar yig'indisidan iborat. Donador strukturaning g'ovakligi to'xtovsiz va sochiluvchan materialning g'ovaklariga o'xshashdir.

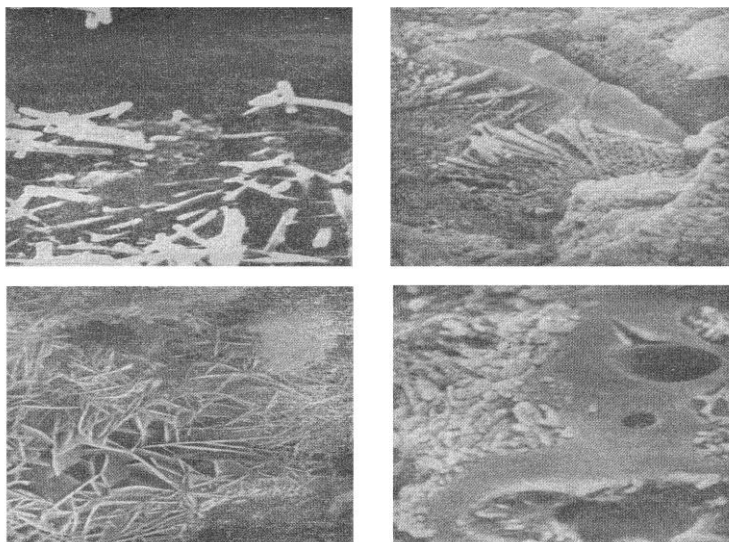
Zich strukturali materiallar eng yuqori mustahkamlikka, donadorlar-esa eng kam mustahkamlikka ega bo'ladi. Zich materiallar serg'ovaklilarga nisbatan kam o'tkazuvchan bo'ladi, ular esa o'z navbatida donador struktura materiallariga nisbatan kam o'tkazuvchan hisoblanadi.

Material xususiyatlariga donalar, g'ovaklar va boshqa struktura elementlarning o'lchamlari katta ta'sir ko'rsatadi. Shu munosabat bilan, betonda mikrostruktura va makrostruktura bir-biridan farqlanadi. Makrostruktura deganda ko'z bilan yoki kattalashtirish orqali ko'rish mumkin bo'lgan strukturaga aytiladi. Strukturaviy elementlar sifatida bu erda yirik to'ldiruvchi, qum, sement toshi va g'ovaklarni keltirish mumkin. Ayrim hollarda tahlil va texnologik hisoblar tuzish uchun ikki element – sement toshi va qumni biriktiruvchi va yirik qorishma to'ldiruvchidan tashkil topuvchi makrostruktura shartli ravishda olinadi.

Mikrstruktura deganda mikroskop orqali kattalashtirilganda ko'zga ko'rinuvchi strukturaga aytiladi. Beton uchun sement toshining sementning ta'sirlanmagan zarrachalari, yangi paydo bo'lgan moddalar va turli o'lchamdagi mikrog'ovaklardan iborat mikrostruktura katta ahamiyatga ega. Prof. V. N. Yung bunday strukturani "mikrobeton" deb ataydi.

TSement toshi – beton xususiyatlari va uzoqqa chidamliligiga ta'sir etuvchi asosiy komponent hisoblanadi. O'z navbatida sement toshi xususiyatlari struktura va mikrostruktura elementlarining o'zaro kimyoviy bog'lanishlar kuchini belgilovchi sementning mineral tarkibiga bog'liq. Bog'ovchi mineral tarkibini va qotish shartlarini o'zgartirish orqali sement toshining turli xil mikrostrukturalarini:

serg'ovak, donador, tolasimon, g'ovakli va boshqa turlardan tashkil topuvchi murakkab strukturalardan hosil qilish mumkin (4. 1-rasm). Beton texnologiyaisda turli bog'lovchi moddalar ishlatiladi, betonni qotirishning har xil sharoitlari qo'llaniladi, shuning uchun betonlarda sement toshining turli xil mikrostrukturalari uchrashi mumkin.



**4. 2-rasm.** Elektron skanerlovchi mikroskopda olingan sement toshi va betonning mikrostrukturalari

*Yuqoridan - sement toshining to'ldiruvchi bilan tutashish xududidagi strukturalar; pastdan – sement toshi strukturasi.*

Turli betonlar o'ziga xos strukturasi ega. Og'ir betonlar uchun zich struktura, engil konstruktiv betonlar uchun esa g'ovak aralashmali zich struktura, serg'ovak betonlar esa serg'ovak strukturaga, yirik bo'shliqlilar donador strukturaga ega. Albatta, keltirilgan shakllarda turlarga ajratish shartli bo'lib, aslida beton strukturasi o'ta murakkabligi bilan farqlanadi, masalan, og'ir betonning zich strukturasi sement toshi katta miqdordagi g'ovaklarga ega bo'ladi, engil betonning zich strukturasi g'ovaklar faqatgina to'ldiruvchida emas sement toshida ham kuzatiladi, serg'ovak strukturadagi alohida yacheykalar o'zaro kapillyarlar va boshqalar bilan bog'langan bo'lishi mumkin. Ammo strukturaning turlari to'g'risidagi tasavvurga beton tarkibining har bir holatga xos xususiyatlari yordamida ega bo'lib, so'ng uni loyihalashtirish mumkin.

Beton tarkibi bir xil emas. Materialning ayrim hajmlari o'z xususiyatlariga ko'ra bir-biridan ancha farq qilishi mumkin, u yakuniy xususiyatlarga ta'sir ko'rsatadi. Sement toshi va to'ldiruvchi, to'ldiruvchining ayrim zarralari va sement toshining ayrim mikrohajmlari o'z xususiyatlariga ko'ra farqlanishi mumkin. Ta'sirlashuv muhitida sement toshining asosiy massasidagi kabi defektli joylari, ta'sirlanmagan zarralar, mikrodarzlar va material yaxlitligini kamaytiruvchi boshqa elementlar mavjud bo'ladi. 4. 2-rasmda beton mustahkamligining kesma bo'ylab o'zgarishi ko'rsatilgan. Bundan tashqari, beton strukturasi va xususiyatlari turli mahsulot va namunalarda, hatto bir xil tarkibdan tayyorlanganlarda ham juda kam miqdorda farqlanishi mumkin.

Struktura va xususiyatlarning har xilligi betonga baho berishda ehtimolli-statistik usullarni qo'llashni talab etadi va beton hamda temir-beton konstruktsiyalarni ishlab chiqarishni loyihalashtirish, tashkil etish jarayonida hisobga olinishi kerak.



## **V-bob. Og'ir beton tarkibini loyihalash**

### **5. 1. Beton tarkibini aniqlash usulining asosiy qoidalari**

Beton tarkibi loyihalanganda ishlatiladigan materiallar o'rtasidagi nisbat shunday topilishi kerakki, natijada, tayyorlash texnologiyasi ham nazarda tutilganda, konstruktsiyadagi betonning mustahkamligi, beton qorishmasining harakatchanligi va betonning tejimli bo'lishi (tsement sarfini minimal kamaytirish) kafolatlanishi lozim.

Beton tarkibini aniqlash quyidagilarni o'z ichiga oladi: a) konstruktsiyaning turi, qanday sharoitda ishlatilishi va tayyorlanish usulidan kelib chiqqan holda betonga qo'yiladigan talabni belgilash; b) beton uchun material tanlash va ularning xususiyati bo'yicha kerakli ma'lumotni olish; v) betonning birlamchi tarkibini aniqlash; g) namuna uchun qorilgan beton tarkibini tekshirish; d) beton tayyorlashni nazorat qilish; e) tayyorlash vaqti, to'ldiruvchilar xususiyati va boshqa omillar o'zgarganda uning tarkibiga tuzatishlar kiritish.

Beton tarkibini birlamchi aniqlash beton mustahkamligining sement faolligi, suv-tsement omili, ishlatiladigan materiallarning sifati, beton qorishmasi harakatchanligining suv sarfi va boshqa omillarga bog'liq bo'lishi asosida amalga oshiriladi.

Beton xususiyatlari va beton qorishmasining uning tarkibiga qay darajada bog'liq ekanligini aniq belgilash uchun, agar imkon bo'lsa, dastlabki sinov ishlari o'tkaziladi. Bu holda tajribani rejalashtirish va uning natijalarini o'rganishning matematik usullarini ishlatish tavsiya etiladi.

Beton mustahkamligiga qanday talab qo'yilganligi ish chizmalarida ko'rsatiladi. Beton qorishmasining harakatchanligi (bikirligi) konstruktsiyaning o'lchami, armaturalarning qalinligi, beton quyish va uni joylashtirish usullaridan kelib chiqqan holda belgilanadi (5. 1-jadval). 5. 1-jadvalda betonning bikirligi standart konus va texnik viskozimetrlarda ko'rsatilgan.

Tarkibidagi sement miqdori etarli bo'lgandagina beton qorishmasining joylanishi oson bo'ladi. Sement miqdorining belgilangan darajadan kam bo'lishi

beton qorishmasining ajralishi, unda mikro bo'shliqlar paydo bo'lishi va xizmat muddatining kamayishi xavfini oshiradi.

Beton qorishmasining harakatchan va mustahkam bo'lishiga talablar

**5. 1-jadval**

Konstruktsiya va zichlash usuli	Bikirlik, s		Harakat- chanligi
	QMQ konus bo'yicha	QMQ- standart bo'yicha	
Vibromaydoncha yoki vibromoslama bilan shaklga solinadigan hamda tez qolipdan tushiriladigan yig'ma temir beton konstruktsiyalar	30-10	120-40	-
Vibromaydonchada gorizontal holatda shaklga solinadigan bo'shliqli yopuvchi konstruktsiyalar, devor panellari,	10-5	40-20	1-4
Tashqi yoki ichki vibratsiya usuli bilan tayyorlangan zich armaturali elementlar (ustunlar, rigellar, plitalar)	5-3	20-10	5-9
Zarbli vibratsiyali moslamalarda shakl beriladigan konstruktsiyalar	30-20	120-80	-
Kassetada shakl beriladigan konstruktsiyalar	10-5	-	7-17
TSentrafuga bilan tayyorlangan konstruktsiyalar	-	-	5-10
Gidropresslangan konstruktsiyalar (quvurlar)	10-5	40-20	-

Beton qorishmasi qovushqoq va ajralmaydigan bo'lishi uchun kerak bo'ladigan sement sarfining minimal miqdori.

**5. 2-jadval**

Qorishma	To'ldiruvchi modda o'lchami mm bo'lgan holatda sementning minimal sarfi			
	10	20	40	70
Juda bikir (J>20 c)	160	150	140	130
Bikir(J=10-20 s)	180	160	150	140
Kam harakatchan (J=5-10 s)	200	180	160	150
Harakatchan (OK=10-16sm)	220	200	180	160
Juda harakatchan (OK=10-16 sm)	240	220	210	180
Quyma(OK>16sm)	250	230	200	190

**Izoh: bikirlik standart viskozometr bo'yicha ko'rsatilgan.**

Sement sarfining minimal bo'lishi beton qorishmasining quyuqligi va to'ldiruvchi moddaning o'lchamiga bog'liq bo'ladi. (5. 2-jadval). Beton tarkibini aniqlashda, belgilangan mustahkamlik ko'rsatilgan miqdordan kam bo'lsa, hisob uchun sementning minimal sarfi olinadi. Beton uchun uchun materiallar 2-bob (birinchi qism)da aytilgan tavsiyalarga rioya qilingan holda tanlanadi.

Sementni tejamli ishlatish uchun uning markasi betonning berilgan markasidan balandroq bo'lishi talab etiladi. (5. 3-jadval).

Beton uchun tavsiya etiladigan sement markasi

*5. 3-jadval*

Beton markasi	TSement markasi	Beton markasi	TSement markasi
M 100	300	M 300	500
M 150	400	M 400	600
M 200	400	M 500	600

Beton uchun sementning juda past markalari ishlatilganda sement sarfini ko'paytirish talab etiladi. Aksincha, sement markasi ortiqcha baland bo'lganda, sement sarfi, texnik shartga ko'ra olinishi lozim bo'lgan mustahkamlik uchun belgilangan minimal qiymatdan kamroq bo'lishi mumkin.

Bunday holatda, sementni tejash uchun beton tarkibiga maydalangan qo'shimcha faol kremniyli yoki inert qo'shimchalar (kul, maydalangan kvarts qumi, oxak uni va boshqalar)ni qo'shish talab etiladi.

Beton to'ldiruvchisi sifatida, qoidaga ko'ra, mahalliy material yoki yaqinda joylashgan karendan olinadigan materillarni ishlatishga harakat qilinadi. Biroq ularning orasidan sement sarfi minimal bo'lgan holatda lozim hususiyatli beton olish imkonini beradiganlari tanlab olinadi. Beton qorishmasi belgilangan harakatchanligiga suv sarfini to'g'ri taqsimlash orqali, betonning mustahkamligiga esa suv-tsement nisbati va sement sarfini to'g'ri taqsimlanishi natijasida erishiladi.

Sement sarfi minimal bo'lishini to'ldiruvchining katta-kichikligi to'g'ri tanlanishi ta'minlaydi. Ularning miqdorini aniqlashda ilgari qum va shag'al o'rtasidagi optimal nisbat  $r$  bo'yicha berilgan tavsiyalar qo'llanilgan. Zamonaviy hisoblash usullarida odatda shag'al (mayda tosh) yoyiluvchanligining qorishma  $a$  nisbati hisoblanadi va bunday nisbat qorishma hajmi shag'al ichidagi bo'shliq hajmidan qancha ko'p ekanligini ko'rsatadi.  $a$  koeffitsiyentining joriy etilishi beton tarkibini aniqlashni osonlashtirdi, uning natijlari ishonchliroq bo'ldi.

Nimagaki, boshqa shartlar rioya etilgan holda minimal sement sarfi bilan beton tayyorlash optimal  $a$  qiymati beton strukturasi qoliplashining fizik asoslaridan kelib chiqqan holda olinadi. Bu holda og'ir betonda qum va shag'al sarfi ikki tenglamali formulani hal qilish orqali olinadi:

$$(Ts / \rho_{ts}) + B + (P / \rho_{sh}) + (Sh / \rho_{sh}) = 1000;$$

$$(Ts / \rho_{ts}) + B + (P / \rho_{ts}) = P_{sh} \alpha (Sh / \gamma_{sh})$$

bu erda:  $\rho_{ts}$ ,  $\rho_p$ ,  $\rho_{sh}$  - sement, qum va shag'alning haqiqiy zichligi, kg/l;  $P_{sh}$  shag'alning g'ovakligi (nisbiy qiymat);  $a$  - shag'al donalarining qorishmada tarqalishi koeffitsiyenti;  $\gamma_u$  - shag'alning zichligi, kg/l.

Birinchi tenglamaning beton komponentlari absolyut hajmining yig'indisi 1 m<sup>3</sup> tayyor zich beton (1000 l) ga teng, deb olingan shart bilan chiqarilgan va bu holda beton tarkibida havo bo'lmasligi lozim. Ikkinchi tenglamaning sharti - qum-tsementli qorishma (standart bo'sh holatida) shag'al orasidagi bo'sh joylarni to'ldirishi va uning donalarini bir miqdor surishi lozim va bu holat beton aralashmasining yaxshi joylashishi hamda to'ldiruvchi donalarining yagona, mustahkam manolit bo'lib birlashishi uchun zarur.

Bu usuldagi tenglamada ikkita noma'lum – qum va shag'al bor. Sababi, suv va sement sarfi betonning mutahkamligi, beton qorishmasining harakatchanligiga qarab,  $\alpha$  keffitsiyent esa, eksperimental usulda olingan tavsiyalarga asosan sement sarfi minimal bo'lishini ta'minlovchi nisbatga qarab olinadi.

Keltirilgan tenglama yordamida quyidagini olamiz:

$$Sh = \frac{1000}{\alpha(P_{sh} / \gamma_{sh}) + (1 / \rho_{sh})} \quad (5. 1)$$

$$P = \left[ 1000 - \left( \frac{Ts}{\rho_{ts}} + B + \frac{Sh}{\rho_{sh}} \right) \right] \rho_{ts} \quad (5. 2)$$

Engil betonlar uchun tenglamaning boshqa usuli qo'llaniladi va bunda ikkinchi tenglama beton mustahkamlik darajasi belgilangan shart bilan chiqariladi. Betonga havoni tortuvchi qo'shimchalar qo'shilgan taqdirda, tenglamaga qushilgan havo hajmini belgilovchi qiymat qo'shiladi. Shunday qilib, ko'rib chiqilgan usulda

material sarfining yakuniy qiymati, materiallar egallaydigan absolyut hajm nazarda tutilgan holda hamda betonning tejamliligi, mustahkamligi va boshqa xususiyatlari etarli bo'lishi hisobga olingan holda chiqariladi.

Beton xususiyati kimyoviy qo'shimchalar bilan yaxshilangan taqdirda, materiallar sarfini hisoblashda hisob kitoblarga tegishli o'zgartirishlar kiritish orqali ularning ta'siri hisobga olinadi.

## 5. 2. Mayda va yirik to'ldiruvchi orasidagi nisbatni tanlash

Beton tarkibi (tsement sarfi nuqtai nazaridan) tejimli va sifati yuqori bo'lishini belgilovchi asosiy omillardan biri yirik va mayda to'ldiruvchi orasidagi nisbatni to'g'ri tanlay bilish hisoblanadi.

Sement qorishmasi konsistentsiyasi ma'lum darajada bo'lganida uning beton aralashmasi ichki ishqalanishiga, xususan, uning harakatchanligiga ta'siri to'ldiruvchi donalari orasidagi sement qobig'ining qalinligi bilan belgilanadi. Boshqa omillarning ta'siri hisobga olinmaganda, sement qorishmasi faqat to'ldiruvchi bo'shlig'ini to'ldirgan beton aralashmasi eng ko'p ichki ishqalanish yoki minimal harakatchanlikka ega bo'ladi. Sement qorishmasi miqdori oshirilgan sari beton aralashmasining harakatchanligi ham ortib boradi.

Beton tarkibini aniqlashning ko'rib chiqilayotgan usulida qum va shag'al zarralarini surilish koeffitsiyenti  $\alpha$  hisobga olinadi.

.  $\alpha$  koeffitsiyentining tajribada aniqlangan qiymatlari

5. 4-jadval

Mayda qumli beton			O'rta qumli beton		
TSement aralashmasi-ning miqdori l/m	$\alpha$ qiymati		TSement aralashmasi-ning miqdori l/m <sup>3</sup>	$\alpha$ qiymati	
	hisobiy	amalda		hisobiy	amalda
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

5. 4-jadvaldagi raqamlardan ko'rinib turibdiki plastik betondagi  $\alpha$  koeffitsiyentining optimal qiymati beton tarkibidagi sement aralashmasi va yirik qum miqdoriga bog'liq bo'ladi, ya'ni sT va yirik qum miqdori ko'paygani sari ular ham ko'payib boradi. Boshqa tajribalarda aniqlanishicha bikir beton uchun  $\alpha$

koefitsiyentining optimal miqdori, sement sarfi 200-400 kg/m<sup>3</sup> bo'lganda, 1, 05-1, 15 ga teng bo'ladi.

Beton tarkibi va beton aralashmasi konsistentsiyasida  $\alpha$  koefitsiyentining o'zgarishi fizik nuqtai nazaridan qaraganda quyidagichv izohlanadi. Bikir beton aralashmasida yopushuvchanligi yuqori bo'lgan sement miqdori nisbatan kam va shuning uchun suv ajralishi va yilib ketish xavfi ham yo'q bo'ladi. Bunday sharoitda beton aralashmasining joylanish darajasi yaxshi va betonning mustahkamligi shag'al /tosh/ surilishi minimal bo'lishi natijasida erishiladi, negaki bunda qum sarfi va to'ldiruvchilar yuzasining umumiy hajmi ham minimal bo'ladi. Natijada to'ldiruvchilar donalari jips joylashadi va beton sifati yaxshi bo'lishini ta'minlaydi. Beton aralashmasining harakatchanligi yuqori bo'lishi uchun unga suv ko'proq qo'shilganda sement aralashmasining absalyut hajmi ortadi, uning qovushqokligi esa kamayadi. Beton aralashmasidan suv ajaralib chiqishi va tarqalib ketishi oldini olish hamda betonning yaxshi birikishini ta'minlash uchun  $\alpha$  koefitsiyentini oshirish va bu bilan qum va shag'al /tosh/ nisbatini saqlash, ba'zan esa /S/TS nisbati yuqori bo'lganda/ oshirish mumkin.

Palstik beton qorishmalari uchun  $\alpha$  koefitsiyentining optimal miqdori  $\alpha = f$  /TST/ dan kelib chiqqan holda belgilanganda ayniqsa aniqroq bo'ladi /5. 5-jadval/. Hisoblashlar uchun 5. 5-jadvaldagi malumotni ishlatish qulayroqdir. Jadvalda  $\alpha = f$  /TST/ qiymati  $\alpha = f$  /TS, STST/ ga o'tkazilgan. Javdalda shuningdek qum yirkligidan kelib chiqqan holda o'zgartirish kiritish ham ko'rsatilgan.

Plastik beton qorishmalari uchun  $\alpha$  koefitsiyentining optimal qiymati  
/S<sub>ts</sub>=7%/

**5. 5-jadval**

TSement sarfi kg/m <sup>3</sup>	S/TS uchun $\alpha$ koefitsiyentinin optimal qiymati				
	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	-	-	-

**Izoh:**

1.  $S$  va  $S/TS$  ning boshqa qiymatlarida  $\alpha$  koeffitsiyenti interpolatsiya bilan topiladi.
2. Suvni talab etish qiymati 7 foizdan ko'p bo'lgan mayda qum ishlatilganda qum suvni talab etish qiymatining bir foizga oshishi  $\alpha$  koeffitsiyenti 0,33 ga kamaytiriladi.  $V_{is} < 7\%$  bo'lgan yirik qum ishlatilganda  $V_{is}$  bir foiz kamayishiga  $\alpha$  koeffitsiyenti 0,33 foizga oshiriladi.

### 5.3. Beton tarkibini hisoblash tartibi

Beton qorishmasi tarkibi ikki usul bilan aniqlanadi:

1. Sement, qum va shag'al /tosh/ o'rtasidagi vazn nisbati bilan va bunda suv sement nisbati va sementning faolligi ko'rsatiladi. Sement miqdori 1 deb olinadi va shuning uchun beton tarkibiy qismlari o'rtasidagi nisbat,  $S/TS$  ko'rsatilib, quyidagi ko'rinishda yoziladi:

$1 : x : y$  /masalan:  $S/TS = 0,6$  bo'lganda vazn qiymati  $1 : 2 : 4$ /

2.  $1\text{m}^3$  hajmda yotqizilgan va zichlangan beton uchun sarflangan material sarfi bo'yicha, masalan:

Sement .....	280
qum .....	700
Shag'al .....	1250
suv .....	170
Ja'mi .....	2400

Quruq materiallar uchun belgilanadigan odatdagi laboratoriyada chiqarilgan va tabiiy nam holatdagi materiallar uchun ishlab chiqarishda amalda ishlatiladigan beton tarkibi o'rtasida farq bo'ladi. Laboratoriyada aniqlangan beton tarkibi hisoblash va tajriba natijasida o'rganiladi. Bundan betonning tarkibi absolyut hajm bo'yicha oldindan hisoblab qo'yiladi, yuqorida aytib o'tilgan bog'liqliklar asosidagi formula ishlatilib suv, sement, qum va shag'al tosh sarfi aniqlanadi va so'ng namunalar yordamida unga aniqlik kiritiladi.

Beton tarkibini hisoblash quyidagi tartibda amalga oshiriladi:

1. Betonning talab etilgan mustahkamligi, qotish sharoiti va muddatidan kelib chiqqan holda  $S/TS$  yoki  $s/S$  aniqlanadi. Suv sement yoki sement suv nisbati beton mustahkamlikning ushbu omillarga bog'liqligi dastlabki tajribalar orqali yoki sement faolligiga mahalliy to'ldiruvchilar ishlatilganda bog'liqligidan kelib chiqqan holda yoki bo'lmasa quyidagi taqribiy formulalar bilan aniqlanadi:

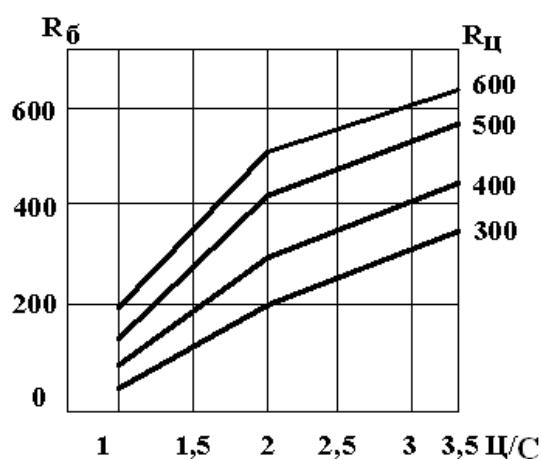
a/  $S/TS > 0,4$  bo'lganda:

$$S/TS = AR_{ts}/R_b + A \cdot 0,5R_{ts} / 5. 3/$$

b/  $S/TS < 0,4$  bo'lganda yuqori sifatli betonlar uchun:

$$S/TS = A_1R_{ts}/R_b - A_1 \cdot 0,5R_{ts} / 5. 4/$$

*A va  $A_1$  koeffitsiyentlari qiymati 5. 5-jadvaldan olinadi yoki s/s rasmdan topiladi /5. 1-rasm/.*



**5. 1-rasm.** Talab etiladigan beton  $R_b$  mustaxkamligi va qo'llanilayotgan  $R_{ts}$  sement markasiga bog'liq xolda  $S/TS$  nisbatini tayinlash grafigi

5. 3-formulani  $R_b < 2AR_{ts}$  bo'lganda ishlatish kerak. Boshqa hollarda 5. 4-formula ishlatiladi.

Beton tarkibini hisoblashda ba'zan uning sovuqqa chidamliligi, suv o'tkazmasligi, cho'zilish va egilishga chidamliligini ham hisobga olish lozim bo'ladi. Bunday hollarda  $S/TS$  qiymati uchun tegishi bog'liqliklar ishlatiladi. Bundan bog'liqlikka misol keyingi bandlarda ko'rsatilgan, biroq beton tarkibini aniqlash asoslari avvalgidek qolaveradi.

2. Dastlabki sinov natijlari asosida yoki taqriban 5. 1-rasmdagi (birinchi qism) bo'yicha, beton harakatchanligiga bo'lgan talabdan kelib chiqqan holda suv sarfi belgilanadi. Bu holda, yirik to'ldiruvchining suvni shimish hususiyati hisobga olinishi kerak agar og'irligi bo'yicha 0,5 foizdan ko'p bo'lsa, 5. 1-rasm  $400 \text{ kg/m}^3$  gacha sement sarflanishi va suvni talab etishi 7% bo'lgan o'rtacha qum hamda shag'al ishlatilishi nazarda turib tuzilgan. Boshqa to'ldiruvchilar ishlatilgan holatlarda jadvalda ko'rsatilgan izohga kerakli o'zgartirishlarni kiritish lozim bo'ladi.



3. Sement sarfi quyidagicha aniqlanadi :

$$S = S : S/TS \quad /5. 5/$$

Agar  $1\text{m}^3$  betonga sement sarfi QMQda ko'rsatilgandan ko'ra kamroq bo'lsa 5.4-jadvalga qarang/ uni talab etilgan me'yorgacha ko'tarish yoki maydalab yanchilgan qo'shimcha qo'shish talab etiladi. So'ngi vosita odatda ushbu markadagi beton uchun sementning faolligi o'ta yuqori bo'lgan hollarda qo'llaniladi.

4. Plastik beton qorishmalari uchun surilish koeffitsiyenti  $\alpha$  5. 5-jadvalga qarab belgilanadi /5. 5-qarang/.

5. Shag'al va tosh sarfi /5. 1/ formula bilan aniqlanadi.

6. Qum sarfi /5. 2/ formula bilan topiladi.

7. Namuna sifatida bajarilgan qorishmalarda beton qorishmasining harakatchanligi /konusning cho'kishi yoki bikirligi/ tekshiriladi, zarur hollarda beton tarkibi hisobiga kerakli o'zgartirishlar kiritiladi. Agar havo tortuvchi qo'shimchalar qo'shiladigan bo'lsa, qum sarfi hisoblanganda jalb etilgan havoning miqdori hisobga olinadi.

Zamonaviy texnologiyalar beton, betonga ishlatiladigan materilalar, uni tayyorlash texnologiyasi va beton qorishmasini joylashtirishga talab nuqtai nazaridan bir-biridan farq qiladi. Biroq, bunda har bir holat uchun alohida hisoblash usulini yaratish zarur emas.

Og'ir beton tarkibini aniqlash ko'rib chiqilgan usul bo'yicha amalga oshirilishi kerak. Beton va unga ishlatiladigan materillarga ko'yiladigan alohida talablar tegishli qo'shimcha va o'zgartirishlar kiritish yo'li bilan hisobga olinishi kerak.

**5. 1-misol.** Harakatchanligi konus cho'kishi bo'yicha hisoblaganda 4-5 sm bo'lgan M 300 beton markasi tarkibini aniqlang. Materillar: faolligi 37, 5MPa bo'lgan portlandtsement, suvni talab etish darajasi 7% va haqiqiy zichligi 2, 63 kg/l bo'lgan o'rtacha kattalikdagi qum, maksimal yirikligi 40 mm va haqiqiy zichligi 2, 6 kg/l bo'lgan granit shag'al.

1. Suv sement nisbati 5. 3 formula bilan hisoblanadi

$$C / W = \frac{0,6 \cdot 375}{300 + 0,5 \cdot 0,6 \cdot 375} = 0,54$$

2. 3. 7-rasm bo'yicha suvning tahminiy sarfi  $178 \text{ l/m}^3$ ni tashkil etadi.

3. Sement sarfi 5. 5 formula bilan topamiz

$$178 / 0,54 = 330 \text{ kg/m}^3$$

4. Shag'alning g'ovakligi quyidagicha bo'ladi:

$$P_{sh} = 1 - (\rho / \gamma) = 1 - 1,48 / 2,6 = 0,43$$

5. 5-jadval bo'yicha surilish koeffitsiyenti  $\alpha = 1,38$  /interpolyatsiya bo'yicha/

5. Shag'al sarfi 5. 1 formula bilan topiladi

$$Sh = \frac{1000}{\frac{0,43 \cdot 1,38}{1,48} + \frac{1}{2,6}} = 1270 \text{ kg/m}^3$$

6. Qum sarfini quyidagi 5. 2 formula bilan topamiz

$$P = \left[ 1000 - \left( \frac{330}{3,1} + 178 + \frac{1270}{2,6} \right) \right] 2,63 = 600 \text{ kg/m}^3$$

Beton qorishmasining zichligi  $330 + 178 + 1270 + 600 = 2378 \text{ kg/m}^3$  ga teng bo'layapti. Tarkib tekshirib ko'riladi va zarur bo'lganda namuna sifatida olinadigan qorishmalarda aniqlashtiriladi.

**5. 2-misol.** Texnik viskozimetr bo'yicha beton qorishmasining bikirligi 60 s ga teng bo'lgan M 300 markali beton tarkibini aniqlang. Materiallar 5. 1-misolda ko'rsatilganlar bilan bir hil bo'ladi.

1. /5. 3/ formula bilan suv sement nisbatini topamiz

$$S / TS = \frac{0,6 \cdot 375}{300 + 0,5 \cdot 0,5 \cdot 375} = 0,54$$

2. 3. 7 rasmdagi bo'yicha suvning tahminiy sarfi  $130 \text{ l/m}^3$ ni tashkil etadi.

3. Sement sarfini 5. 5 formula bilan topamiz.

$$S = 130 / 0,54 = 240 \text{ kg/m}^3$$

4. Sement sarfi o'rtacha bo'lganda bikir beton qorishmasi uchun surilish koeffitsiyenti  $\alpha = 1,1$  deb olamiz. (5. 5-jadval bo'yicha).
5. Shag'al sarfini 5. 1 formula bilan topamiz.

$$Sh = \frac{1000}{\frac{0,43 \cdot 1,1}{1,48} + \frac{1}{2,6}} = 1420 \text{ kg/m}^3$$

6. Qum sarfini 5. 2 formula bilan topamiz.

$$P = \left[ 1000 - \left( \frac{240}{3,1} + 130 + \frac{1420}{2,6} \right) \right] 2,63 = 625 \text{ kg/m}^3$$

Beton qorishmasining hisoblangan massasi  $240 + 130 + 1420 + 625 = 2415 \text{ kg/m}^3$  ni tashkil etadi.

1.\* va 1.\*-misollardagi beton tarkibi taqqoslanganda bikir beton qorishmasining ishlatilishi sementni anchagina tejash imkonini berishini ko'ramiz  $/330 - 240 = 90 \text{ kg}$ , tahminan 27 foizni tashkil etadi.

#### 5. 4. Beton tarkibini tajribada tekshirish

Beton tarkibini tajribada tekshirish uchun namuna sifatida beton qorishmasi tayyorlanadi va uning harakatchanligi aniqlanadi. Ishlatiladigan beton va mahalliy to'ldiruvchilarning o'ziga hosligi bois konusning cho'kishi yoki beton qorishmasining bikirligi belgilangandan farq qilishi mumkin. Misol uchun 5. 1-misolda konusning cho'kishi 0 ga teng bo'ldi deb olaylik. Ya'ni beton qorishmasi etarli darajada harakatchan bo'lmadi. Harakatchanlikni oshirish uchun suv sarfi tahminan 5–10 foizga oshiriladi. Bir vaqtning o'zida, suv sement nisbati o'zgarmasligi uchun, 5-10 foiz sement qo'shiladi. Beton qorishmasi yana bir marta aralashtiriladi, konusning cho'kishi o'lchanadi va bunday o'rganish kerakli qiymatlar olingunga qadar davom ettiriladi.

Agar birinchi tekshirishda beton qorishmasining harakatchanligi belgilangandan ko'ra ko'proq bo'lsa masalan, 4-5 sm o'rniga OK = 8sm bir oz qum va shag'al qo'shiladi 5-10 foiz. Shundan so'ng beton tarkibini o'zgartiriladi, sababi beton qorishmasining oldingi hajmi oshgan bo'ladi. Buning uchun berilgan zichlash usuli va ishlab chiqarish sharoitida beton qorishmasining amaldagi

zichligi aniqlanadi. Sinash quyidagi usulda amalga oshiriladi: bo'sh qolip tortib ko'riladi, uning ichki o'lchami tekshiriladi, qorishma bilan to'ldiriladi, joylashtiriladi va yana tortib ko'riladi.

Joylashtirilgan beton qorishmasining zichligi, kg/l da quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$\gamma_{b. sm} = (G_2 - G_1) / V_f,$$

bu erda,  $G_1$  va  $G_2$  - bo'sh qolip va beton solingan qolipning og'irligi, kg  $V_f$  - qolipning ichki hajmi, l.

Beton qorishmasining olingan qiymatlari hisoblanganlari bilan mos kelishi kerak /ruxsat etilgan og'ish darajasi  $\pm 2\%$ /. Shundan so'ng tekshirish uchun tayyorlangan beton qorishmasining amaldagi hajmi aniqlanadi:

$$V_F = \Sigma G / \gamma_\phi$$

bu erda  $\Sigma G$  - namuna uchun tayyorgan qorishmaga ishlatilgan materiallar massasining yig'indisi, kg.  $\gamma_\phi$  - zichlashtirilgan beton qorishmasining amaldagi zichligi, kg/l.

Olingan beton qorishmasining hajmi va tekshirish uchun qorilgan betonga sarflangan materiallar miqdorini bilgan holda  $1\text{ m}^3$  betonga haqiqatda sarflanadigan materiallar miqdori aniqlanadi.

Tekshirish uchun tayyorlanadigan qorishmaning hajmi talab etiladigan namunalar miqdoriga bog'liq bo'ladi. Agar beton markasini aniqlash uchun uchtadan anmuna tayyorlansa, quyidagi minimal qorishma hajmi tayyorlanadi

Namuna qirrasining o'lchami, sm 10 15 20 30

Tekshiriladigan qorishma hajmi, l 6 12 25 85

5. 1-misol shartlari uchun namunalarning nazorat o'lchami  $15 \times 15 \times 15$  sm /shag'alda 3  $D_{pr}$  dan ko'proq/ bo'ladi va demak, qorishma hajmi 12 l ni tashkil etadi. Bitta qorishmaga ishlatiladigan materiallar hajmi quyidagicha bo'ladi:

Sement 3, 96 kg /330x0, 012/

qum 7, 2 kg /600x0, 012/

Shag'al 15, 25kg /1770x0, 012/

suv 2, 14 l /178x0, 012/

Turli o'lchamli tosh ishlatilganda har bir o'lcham sarfini ular o'rtasidagi optimal nisbatdan kelib chiqqan holda belgilash kerak. Agar kerakli harakatchanlikka erishish uchun sement va suv 10 foiz oshirilgan bo'lsa qorishmaga ishlatilgan materiallarning yakuniy sarfi quyidagicha bo'ladi:

Sement 4, 36 kg 3, 96+0, 4  
qum 7, 2 kg  
Shag'al 15, 25 kg  
suv 2, 35 l 2, 14+0, 21  
Ja'mi: 29, 16 kg

Agar beton qorishmasining haqiqiy jipsligi  $2350 \text{ kg/m}^3$  bo'lsa qorishmaning hajmi  $V_f = 29, 16 / 2, 35 = 12, 41$  bo'ladi

1  $\text{m}^3$  beton uchun materiallar sarfi quyidagiga teng bo'ladi: s=4, 36:0, 0124=350 kg. V=190 l; P=580 kg. Sh=1230 kg.

To'g'rilangan beton qorishmasidan namunalar tayyorlanadi va sinab ko'riladi. Har bir sinash muddatiga kamida uchta namuna tayyorlanadi. Namunalar echiladigan cho'yan yoki po'lat qoliplarda shaklga solinadi. Ularning o'lchami aniq bo'lishiga erishish kerak va qirralari bo'yicha og'ish  $\pm 1$  foizdan oshmasligi kerak. Qirralar burchagi  $90 \pm 2^\circ$  tashkil etadi. Namunalarni joylash va zichlash usuli ishlab chiqarishda qabul qilingani bilan bir hil bo'lishi lozim. Beton qorishmasini qolipga joylash 30 minut davomida amalga oshirilishi kerak.

Beton qorishmasi vibratsiya usuli bilan zichlashtirilganda qolipga beton ko'proq solinadi va shundan so'ng u laboratoriya maydonchasida vibratsiya qilinadi /tebranish chastotasi 50 Gts, vibratorni tebranish amplitudasi 0, 5 mm/. Laboratoriya vibromaydonchasini yuzali vibrator bilan almashtirish mumkin. Vibratsiya davomiyligi t bikirlik qiymatlariga mutanosib ravishda belgilanishi kerak, ya'ni  $t = 1, 5 + 2J$ , biroq  $J + 30$  s dan kam bo'lmasligi lozim.

Namunalar ikki sutka davomida hona harorati  $16-20^\circ\text{S}$  bo'lgan sharoitda, qolipda saqlanadi. So'ng ular qolipdan chiqarilib, marka qo'yiladi va sinalgunga qadar namlik darajasi 100% bo'lgan maxsus kameralarda yoki bo'lmasa doim

namlab turiladigan qum, yog'och qipig'ida saqlanadi. Sinashdan oldin namunlar yaxshilab tekshiriladi, qirralari o'lchanadi /aniqligi 1 mm gacha bo'lishi kerak.

Mustahkamligi sinab ko'rilganda namunalar pastki tutib turuvchi plitaga yon qirradi bilan qo'yiladi. Beton siqilgan vaqtda uning mustahkamlik chegarasi 0, 1 MPa gacha hisoblanadi bu qiymat sinovning o'rtacha arifmetik natijasi deb olinadi, biroq namunalar o'rtasidagi farq eng yaqin qiymatdan 20 foizdan ortiq bo'lmasligi kerak. Bu farq 20 foizdan ortganda hisoblash eng katta ikki natija bo'yicha amalga oshiriladi.

Agar betonning haqiqiy mustahkamligi, siqish vaqtida belgilanganidan  $\pm 15\%$  farq qilsa beton tarkibini to'g'rilash lozim bo'ladi, ya'ni, mustahkamlikni oshirish uchun sement sarfi TS/S oshirilishi kerak, mustahkamlikni kamaytirish uchun esa uning miqdori kamaytiriladi.

### 5. 5. Betonning ishlab chiqarishdagi tarkibini aniqlash

Ishlab chiqarishda ko'pincha beton tayyorlash vaqtida nam to'ldiruvchilar ishlatiladi. To'ldiruvchidagi namlik miqdori suv sarfi hisoblanganda e'tiborga olinishi kerak. Bu holatda uning tarkibi o'zgartiriladi.

Oldiniga to'ldiruvchidagi suv miqdori quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$S_{ts}=PW_p \quad 5. 6$$

$$S_{sh}=SHW_{sh} \quad 5. 7$$

bu o'rinda  $W_p$ ,  $W_{sh}$  - qum va shag'al /tosh/ning namligi.

Shundan so'ng suvning haqiqiy sarfi aniqlanadi:  $S_d=S-S_p-S_{sh}$ . Nam to'ldiruvchilarning bir qismi suvdan iborat bo'lgani, betonga hisoblar bilan chiqarilgan qattiq material massasi tushishi uchun ularning massasini oshirish kerak. Qum va shag'al sarfi ularda mavjud bo'lgan suv massasiga oshiriladi, ya'ni ularning sarfi ishlab chiqarish tarkibida quyidagiga teng bo'ladi:  $P_d=P+S_p$  va  $SH_d=SH+S_{sh}$ . Ushbu to'g'rilashda sement sarfi o'zgarishsiz qoladi.

Agar 5. 1-misol shartlari uchun qum namligini 3% va shag'al namligini 1% deb oladigan bo'lsak quyidagi tenglik hosil bo'ladi:

$$\text{qumdagi suv miqdori} - S_p=600 \times 0, 03=18l.$$

$$\text{xuddi shuning o'zi shag'alda} - S_{sh}=127 \times 0, 01=12, 7l.$$

---

$$\text{Jami } 30, 7 \approx 31 l$$

S/TS va beton belgilangan mustahkamligini saqlash uchun hisoblash vaqtida quruq to'ldiruvchilar olingan suv sarfi 5. 1-misolda kamaytiriladi, quruq qum va shag'al esa nami bilan almashtiriladi. Shunda betonning ishlab chiqarish tarkibida material sarfi quyidagicha bo'ladi:

Sement 330 kg  
Qum 600+18=618 kg  
Shag'al 1270+13=1283 kg  
Suv 177-31=146 kg  
Ja'mi 2377 kg

Beton qorishmasining zichligi o'zgarmaydi.

Sement va to'ldiruvchi beton qorgichga solinganda ularning birlamchi hajmi olinadigan beton qorishmasining hajmidan kattaroq bo'ladi, chunki, qorish vaqtida massaning zichlashuvi yuz beradi – sement donalari qum donalari orasidagi bo'shliqqa joylashadi, qum donalari esa shag'al donalari orasiga joylashadi. Olinadigan beton qorishmasi hajmiga baho berish uchun betonning chiqish koeffitsiyenti  $\beta_6$  ishlatiladi va u ushbu formula bilan aniqlanadi:

$$\beta_b = \frac{1000}{Ts / \gamma_{ts} + P / \gamma_p + Sh / \gamma_{sh}} \quad 5. 8.$$

*bu tenglikdagi  $\gamma_u$ ,  $\gamma_n$  va  $\gamma_w$  - sement, qum va shag'alning zichligini bildiradi.*

Beton chiqishi koeffitsiyenti hisoblanganda suvning ta'siri e'tiborga olinmaydi, chunki suv darhol qattiq materialarning bo'shlig'iga singib ketadi va ularning dastlabki hajmiga ta'sir etmaydi. Biroq ishlab chiqarish tarkibi uchun  $\beta_6$  koeffitsiyenti hisobga olinganda nam to'ldiruvchilarning zichligi ishlatiladi, nimagaki ularning zichligi quruq to'ldiruvchilarning zichligidan farq qilishi mumkin va bu holat ayniqsa qumda ko'proq ko'rinadi. Betonning chiqish koeffitsiyenti betonning tarkibi va ishlatiladigan materiallarning xususiyatiga bog'liq bo'lib 0,55-0,75 atrofida o'zgarib turadi.

Beton qoruvchining bir marta qorishi uchun materiallar hisobi olinganda sement, qum va shag'al hajmining umumiy miqdori beton qoruvchi moslama

barabani hajmiga mos bo'lishi kerak. Shunda bitta qorishda olinadigan  $V_z$  betonning hajmi quyidagicha bo'ladi:

$$V_z = \beta_b V_{bs} / 5.9/$$

*bu tenglikdagi  $V_{bs}$  beton qoruvchining hajmini bildiradi.*

Beton qoruvchining bir marta qorishi uchun lozim bo'ladigan materiallar sarfi olinadigan beton hajmidan kelib chiqqan holda belgilanadi  $/TS_z = TS_x V_z$  va hokazo/

Yuqorida ko'rilgan misol uchun agar  $\gamma_{v.p} = 1,65$  va  $\gamma_{v.sh.} = 1,48 \text{ kg/dm}^3$  bo'lsa quyidagini olamiz:

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

Barabanining hajmi 500 l bo'lgan beton qoruvchi uchun bir marta qorilganda chiqadigan beton hajmi  $500 \times 0,67 = 335$  l yoki  $0,335 \text{ m}^3$  bo'ladi. Bir marta qorish uchun ishlatiladigan materiallar sarfi quyidagicha:

Sement  $330 \times 0,335 = 111 \text{ kg}$

qum  $618 \times 0,335 = 207 \text{ kg}$

Shag'al  $1283 \times 0,335 = 430 \text{ kg}$

suv  $136 \times 0,335 = 45 \text{ l}$

Beton tarkibini shuningdek quyidagi nisbatda ham ifodalash mumkin:  $1:x:u$ , ya'ni

$$330 : 618 : 1283 : 136 = 1 : 1,87 : 3,89$$

Hisob formulalarini aniqlashtirish uchun, ayniqsa beton ishlari hajmi ko'p bo'lganda, ishlatish uchun mo'ljallangan materiallar ishlab chiqarish sharoitiga yaqin sharoitda beton va beton qorishmasini dastlabki sinovdan o'tkazish talab etiladi. Beton mustahkamligi va harakatchanligini beton qorishmasi uchun aniqlangan bog'liqliklari eksperimental tekshirmasdan foydalanilganda, keyinchalik korrektirovka qilish bilan beton tarkibini belgilash mumkin va bunda konstruktsiyalarni betonlashda tayyorlangan nazorat uchun olingan namunalarni tekshirish natijalaridan kelib chiqiladi. Agar betonning bir yoki ikki markasi



ishlatilishi kutilayotgan bo'lsa uchta S/TS qiymatli uchta sinov qorishmasini tayyorlash kifoya qiladi. Masalan, 0, 4 0, 55 va 0, 7. S/TS ning qiymat darajasi shunday bo'lishi kerakki, bunda betonni mustahkamligi belgilanganidan 15-20% ko'p yoki kam beton olishga erishilishi kerak. Beton qorishmasining harakatchanligi topshiriqqa binoan olinadi.

## Foydalanilgan adabiyotlar

1. Akramov X. A Qurilish ashyolari sanoati korxonalarini loyihalashtirish. T. , Uzbekistan 2003 g.
2. Bajenov YU. M. , Komar A. G. Texnologiya betonix i jelezobetonix izdeliy –M. Stroyizdat 1984 g.
3. Nanazashvili I. X Spravochnik. Stroitel'nie materialy, izdeliya i konstruktsii. M. , Visshaya shkola. 1990 g.
4. Samoylov V. S Spravochnik stroitelya. Jilishnoye stroitel'stvo. –M. , Adelant, 2002 g.
5. KMK 2. 03. 01-96. Beton va temir-beton konstruktsiyalarini loyixalash.
6. KMK 3. 03. 04-98. Yig'ma temir-beton konstruktsiya va buyumlarini ishlab chiqarish.
7. Uz RST 7473-94 Smesi betonnie.
8. UzRST 702-96 Paneli stenovie vnutrennie betonie i jelezabetonnie dlya jilix i obshchestvennix zdaniy.
9. Uz RST 679-96. Betoni. Pravila podbora betona.

## MUNDARIJA

Soʻz boshi	3
I-boʻlim. Beton texnologiyasi. I-bob. Beton klassifikatsiyasi va beton toʻgʻrisidagi umumiy maʼlumotlar	8
1. 1. Asosiy tushunchalar	
1. 2. Betonning klassifikatsiyasi	9
II-bob. Beton uchun materiallar	14
2. 1. Bogʻlovchi moddalar	
2. 2. Beton toʻldiruvchilari	30
2. 3. Beton tayyorlash uchun ishlatiladigan suv	45
2. 4. Beton uchun qoʻshimchalar	46
III-bob. Beton qorishmasi	52
3. 1. Beton qorishmasining tuzilishi	
3. 2. Beton qorishmalarining xususiyatlari	56
3. 3. Beton qorishmalarining harakatchanligi va bikirligini turli omillarga bogʻliqligi	63
4-bob. Beton strukturasi hosil qilinishi	68
4. 2. Beton strukturasi	69
4. 2. Beton strukturasi	69
5-bob. Ogʻir beton tarkibini loyihalash	73
5. 1. Beton tarkibini aniqlash usulining asosiy qoidalari	
5. 2. Mayda va yirik toʻldiruvchi orasidagi nisbatni tanlash	77
5. 3. Beton tarkibini hisoblash tartibi	79
5. 4. Beton tarkibini tajribada tekshirish	83
5. 5. Betonning ishlab chiqarishdagi tarkibini aniqlash	86
Foydalanilgan adabiyotlar	90

## Содержание

Введение	3
ЧАСТЬ 1, ГЛАВА 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ БЕТОНОВ.	8
1.1. основные понятия	
1.2. классификация бетонов	9
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ БЕТОНА	14
2.1. Вяжущие вещества	
2.2. Заполнители для бетона	30
2.3. Вода для приготовления бетона	45
2.4. Добавки к бетонам	46
ГЛАВА 3. БЕТОННАЯ СМЕСЬ	52
3.1. Структура бетонной смеси	
3.2. Свойство бетонной смеси	56
3.3. Зависимость подвижности и жесткости бетонной смеси от различных факторов	63
ГЛАВА 4. СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ БЕТОНА	68
4.1. Формирование структуры бетона	
4.2. Структура бетона	69
ГЛАВА 5. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СОСТАВА ТЯЖЕЛОГО БЕТОНА	73
5.1. Основные положения единой методики определения состава бетона	
5.2. Выбор соотношения между мелким и крупным заполнителями	77
5.3. Порядок расчета состава бетона	79
5.4. Экспериментальная проверка состава бетона	83
5.5. Определение производственного состава бетона	86
Список используемой литературы	90

## **Maintenances(Contents)**

Introduction	3
CHAPTER(HEAD) 1. THE GENERAL(COMMON) DATA AND CLASSIFICATION OF CONCRETE. 1.1. Basic	8
1.2. Classification of concrete	9
CHAPTER(HEAD) 2. MATERIALS FOR CONCRETE	14
2.1. Knitting substances	30
2.2. Fillers for concrete	45
2.3. Water for preparation of concrete	46
2.4. Additives to concrete	52
CHAPTER(HEAD) 3. The CONCRETE MIX 3.1. Structure of a concrete mix	56
3.2. Property of a concrete mix	63
3.3. Dependence of mobility and cruelty of a concrete mix on various factors	68
CHAPTER(HEAD) 4. STRUCTURIZATION of CONCRETE	69
4.1. Formation of structure of concrete	73
4.2. Structure of concrete	77
CHAPTER(HEAD) 5. DESIGNING OF STRUCTURE OF HEAVY CONCRETE 5.1. SUBSTANTIVE PROVISIONS of a uniform technique of definition of structure of concrete	79
5.2. A choice of a parity(ratio) between fine and large fillers	83
5.3. The procedure of payments of structure of concrete	86
5.4. Experimental check of structure of concrete	90
5.5. Definition of industrial structure of concrete	
List of used literature	