H. A. AKRAMOV, H. N. NURITDINOV

BETON VA TEMIR-BETON BUYUMLARI ISHLAB CHIQARISH TEXNOLOGIYASI

666.972/075)
A-42

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA
O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI

H. A. AKRAMOV, H. N. NURITDINOV

BETON VA TEMIR-BETON BUYUMLARI ISHLAB CHIQARISH TEXNOLOGIYASI

Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi tomonidan darslik sifatida tavsiya etilgan

BUXORO YUQORI
TEXNOLOGIYALAR MUHANDISLIK-
TEXNIKA INSTITUTI
ARM
№ 75617 20__ yil

«O'ZBEKISTON FAYLASUFLARI
MILLIY JAMIYATI» NASHRIYOTI
TOSHKENT – 2011

UDK: 666.972(075)
38.626.1
A42

Akramov, H. A.
Beton va temir-beton buyumlari ishlab chiqarish texnologiyasi: darslik/ H. A. Akramov, H. N. Nuritdinov; O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta-maxsus ta'lim vazirligi. — T.: «O'zbekiston faylasuflari milliy jamiyati» nashriyoti, 2011. — 496 b.
I. Nuritdinov, H. N.

BBK 38.626.1я73
UDK: 666.972(075)

ISBN 978-9943-391-20-8

Darslikda beton va temir-beton buyumlari hamda mahsulotlarini ishlab chiqarish, xususan, ularni tayyorlash jarayonida issiqlik bilan ishlov berish, ushbu mahsulotlarni armaturalash, quyma temir-beton mahsulotlarini tayyorlash texnologiyasi, opalubkalar va uch qatlamli temir-beton konstruksiyalarini loyihalashtirish hamda ulardan foydalanish haqida batafsil ma'lumotlar berilgan.

Ushbu darslik qurilish sohasi oliy o'quv yurtlarining 5580500 — "Qurilish materiallari va buyumlarini ishlab chiqarish texnologiyasi" ta'lim yo'nalishi va 5A580501 — "Qurilish materiallari, buyumlari va konstruksiyalarini ishlab chiqarish" mutaxassisligi (bakalavr va magistrlar) uchun mo'ljallangan.

Taqrizchilar:

1. **S. Rizzaqov,** SamDAQI, texnika fanlari doktori, professor.
2. **R. Yusupov,** TAQI, texnika fanlari nomzodi, dotsent.

ISBN 978-9943-391-20-8

© «O'zbekiston faylasuflari milliy jamiyati» nashriyoti, 2011.

SO'ZBOSHI

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 mavqeyiga ega bo'ldi. Bunda faol investitsion siyosat yuritish va mavjud barcha moliyaviy, intellektual va boshqa resurslarni import o'rnini bosuvchi va eksportga yo'naltirilgan, xomashyomizni qayta ishlashni nazarda tutuvchi ishlab chiqarishni yaratishga yo'naltirish muhim ahamiyatga ega. Iqtisodiy asoslangan investitsion loyihalarni amalga oshirish hamda O'zbekiston iqtisodiyotining ustuvor tarmoqlariga tashqi sarmoyalar va kreditlarni jalb etishga 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 yetakchi rol o'ynaydi. Bu o'z xomashyo bazasiga ega ekanligimiz, qurilish materiallari, sanoat va uy-joy konstruksiyalariga bo'lgan yuqori ehtiyoj hamda malakali mutaxassislarning mavjudligi bilan belgilanadi.

Kursning maqsadi – ta'lim oluvchilarni 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 tatbiq etish bo'yicha iqtisodiy va muhandislik vazifalarini mustaqil ravishda hal etishga o'rgatishdan iborat.

Beton va temir-beton mahsulotlari ishlab chiqarishni rivojlantirish uchun qurilish ishlari 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 sermehnatliligini, bino va inshootlarning 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 sohasining rivojlanishini, uni ishlab chiqarish va ishlatilishining o'sishi, bu sohadagi ilm-fan va texnikada erishilgan yutuqlar va qurilishning quvvatli industrial bazasi barpo etilishi bilan uzliksiz bog'liq. Keyingi yillarda beton ishlarini bajarishning hamma bosqichlari: beton qorishmalarining tarkibini tanlashdan tortib monolit konstruksiyalar sifatini nazorat qilishgacha mukammalashtirilgan.

Qo'llanmada beton ishlarini bajarish texnologiyasining yutuqlari umumlashtirilgan bo'lib, unda beton tayyorlash ishlaridan boshlab sifatli beton konstruksiya olingunga qadar bajariladigan barcha ishlar yagona kompleks jarayon sifatida ko'rib chiqiladi.

Kapital qurilishda material resurslari umumiy narxining 25% ga yaqini beton va temir-beton konstruksiyalariga to'g'ri keladi. Bu boshqa qurilish konstruksiyalarining narxi va hajmidan ancha yuqoridir. Beton va temir-beton o'zining fizik-mexanik xususiyatlari, chidamliligi va ishlab chiqarishda texnik-iqtisodiy samaradorligi hamda xomashyo resurslarining yetarli darajada ekanligi bilan hozir va kelajakda kapital qurilishda eng yuqori potensialga ega bo'lgan qurilish materiali bo'lib qoladi.

"Beton va temir-beton buyumlari texnologiyasi" kursining asosiy maqsadi va vazifalari konstruksiyalarni ishlab chiqarishda texnologik jarayonni tashkil qilish, qoliplash usullarini takomillashtirish, beton qorishmasini to'g'ri aralashtirish usullarini, beton qorishmasini quyishni, zichlash, beton qotishini tezlashtirishni, turli ko'rinishdagi beton tarkibini loyihalashni, ashyolar xossa va xususiyatlarini, betonning sifatini nazorat qilishni tashkil etishni, nazorat usullarini, matematik usullarni ishlata bilishni, beton sifati 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 korxona bo'limlarida muvafaqqiyatli rahbarlikni amalga oshiradigan mutaxassis kadrlarga muhtoj.

Yig'ma temir-betonning rivojlanishiga sement, metallurgiya, mashinasozlik sanoatlari rivojlanishi sabab bo'ldi, uning texnologiyasi rivojlanishi sement va betonlar haqidagi fanga mustahkam ilmiy asoslangan.

Hozirgi vaqtda Respublikamizda temir-beton konstruksiyalarini g'ovak to'ldiruvchilar asosidagi yengil betonlardan tayyorlash talab

qilinadi. Masalan, armosement konstrkutsiyalari, g'ovak (yacheykali) va gazobeton. Bular ma'lum miqdorda konstruksiyalarni yengillashtirish masalalarini hal qilmoqda. Konstruksiyalarini yengillashtirish armatura va sement miqdorini tejashga, konstruksiyalar ko'ndalang kesimining kamayishiga va ularning prolyotini uzaytirishga olib keladi. Seysmik kuchlar ta'sirida bo'lgan yengillashtirilgan konstruksiyalar alohida ahamiyatga ega. Ular ma'lum miqdorda dinamik kuchlarni so'ndirdi.

Beton texnologiyasi va yig'ma temir-beton konstruksiyalar ishlab chiqarishni rivojlantirishda asosiy yo'llanmalar quyidagilar bo'lishi kerak: yig'ma temir-beton konstruksiyalarining sifat darajasi va samarasini oshirish; ishlab chiqarishda mehnat va metall sarfini kamaytirish; bog'lovchi moddalarning samarali turlari, armatura po'latlari, yuqori sifatli to'ldiruvchilar va kompleks kimyoviy qo'shimchalarni ko'plab ishlab chiqarishni tashkil etish va ishlab chiqarish; konstruksiyalarning og'irligini kamaytirish va o'lchamlarini kattalashtirish; beton va temir-beton konstruksiyalarini ishlab chiqarish texnologiyasini tubdan yaxshilash uchun eng zamonaviy texnologik jarayonlarni keng ko'lamda tatbiq qilish; yuqori unumdor avtomatik uskunalarni, robotlarni, manipulyatorlarni ishlatish; betonlarning xossalarini aniqlashda mahsulotlarning sifatini boshqarish va nazorat sistemasining eng sifatlisini qo'llash; hisoblash texnikasidan keng foydalanish; chiqindiga chiqarmaydigan va resurslarning tejash texnologiyasini qo'llash; sanoat chiqindilari va ikkilamchi mahsulotlarni keng ko'lamda qo'llash; ishchi, energiya va material resurslari tejamkorligini oshirish maqsadida ishlab chiqarish zaxiralaridan 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 konstruksiyalarni ishlab chiqarish va qo'llashni takomillashtirish, sifatini yaxshilash hamda ilmiy-texnik yutuqlarni qurilishda qo'llash. Bu masalalarni hal qilishda beton texnologiyasini takomillashtirish, uning xossalarini yaxshilash, yangi samaradorligi yuqori bo'lgan betonlarni tayyorlash va tatbiq etish, asosan, yengil, yuqori mustahkamlikka ega bo'lgan, kimyoviy qo'shilmali betonlar olish, mahsulotning sifatini oshirish, malakali kadrlar tayyorlash, ularni betonshunoslik asoslari, temir-beton konstruksiyalari ishlab chiqarish hamda texnologik hisoblar asoslari bilan chuqur tanishtirish katta ahamiyat kasb etadi.

I QISM
BETON TEXNOLOGIYASI

1-bob. Beton tasnifi 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 qorishmacini yaxshilab aralashtirish, zichlashtirish va qotishi natijasida olingan sun'iy tosh materialga 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. Ular reaksiyaga kirishishi natijasida to'ldiruvchi zarralarni biriktiradigan yaxlit quyma sement tosh hosil bo'ladi. Sement va suv betonning faol tarkibiy moddalari hisoblanadi: ular orasidagi reaksiyalar natijasida to'ldiruvchi zarralarni yaxlit monolitga bog'lovchi sement toshi paydo bo'ladi.

Sement va to'ldiruvchi orasida kimyoviy ta'sirlashuv yuzaga kelmaydi (avtoklavda 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 taqozo etiladi.

To'ldiruvchi sifatida, asosan, mahalliy 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% ini, sement esa 10–15% hajmini tashkil etadi. Keyingi yillarda qurilishda g'ovak sun'iy to'ldiruvchilardan tayyorlangan yengil 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 qorishma-

sining qotishi tezlashtiriladi yoki sekinlashtiriladi, ancha plastik va qulay quyiluvchanligi oshiriladi, qotish jarayoni tezlashtiriladi, mustahkamligi va sovuqqa chidamliligi 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. Beton tasnifi

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

Beton zichligi bo'yicha o'ta og'ir (2500 kg/m^3 va undan ortiq); og'ir (1800–2000 kg/m^3); yengil (500–1800 kg/m^3); o'ta yengil (500 kg/m^3 dan kam) turlarga 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 kg/m^3 bo'lgan tog' jinslaridan olingan to'ldiruvchili (granit, ohaktosh, diabaz va b.) oddiy og'ir betonlar qo'llaniladi. 1800–2000 kg/m^3 zichlikdagi betonlar 1600–1900 kg/m^3 zichlikka ega bo'lgan tog' jinslari – shag'allardan tayyorlanadi.

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

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

Bog'lovchi modda beton xususiyatini aniqlaydigan asosiy tashkil

etuvchi bo'lib, uning turlari bo'yicha betonlar farqlanadi, jumladan: sementli, silikatli, gipsli, ishqor shlakli, betonpolimerli, polimersementli betonlar va maxsus betonlar.

Sementli betonlar turli sementlardan tayyorlanadi va ularning aksariyati qurilishda keng foydalaniladi. Ular orasida asosiy o'rinni portlandsementli betonlar va ularning turli xillari egallaydi (umumiy ishlab chiqarishning 65% ga yaqini). Ular turli konstruksiyalarda va foydalanish sharoitlariga qarab qo'llaniladi. Shlakoportlandsementli (umumiy ishlab chiqarishning 20–25%i) va putssolan sementli betonlardan ham muvaffaqiyatli foydlanilmoqda.

Sementli beton turlariga quyidagilar kiradi: oq va boshqa rangli sementdan tayyorlangan dekorativ betonlar; o'zi zo'riquvchan konstruksiyalar 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 pardoz elementlarini tayyorlashda foydalaniladi. Bu betonning turli xillari – gipssement-putssolanli betonlar suvga o'ta chidamliligi uchun qo'llash ko'lami ancha keng (sanuzellarning hajmli bloklari, kam qavatli uylar konstruksiyalari 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 betonlarni 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 betonlar ***polimersement*** deb ataladi. Polimer sifatida suvda eriydigan smola va lateksdardan 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 muhofazalash va sement iqtisodida alohida ahamiyatga egadir. Ularda maxsus bog'lovchi sifatida shisha ishqorli, nefelinli shlaklar va boshqa shu kabilardan foydalaniladi.

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

Betonlar qo'llanishiga ko'ra farqlanadi: temir-beton konstruksiyalari uchun oddiy beton (fundament, kolonna, balka, devor, ko'prik va boshqa turdagi konstruksiyalar); gidrotexnik betonlar (suv omborlari, to'g'on, shlyuz, kanal sirtlarini qoplash, suv quvurlari, vodoprovod-kanalizatsiya inshootlari va boshqalar); to'suvchi konstruksiyalar (bino devorlari uchun yengil beton); pol, piyodalar yo'lkasi, avto yo'l, aerodromda uchish yo'lakchalari 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 lozim. Oddiy temir-beton konstruksiyalar uchun mo'ljallangan betonlar siqilganda kerakli mustahkamlikka ega bo'lishi, ochiq havodagi konstruksiyalar uchun esa mustahkamlikdan tashqari sovuqqa chidamli ham bo'lishi kerak. Gidrotexnik inshootlar uchun qo'llaniladigan betonlar yuqori zichlikka, suv o'tkazmaydigan, sovuqqa chidamli, yetarli darajada mustahkam, kam kirishadigan, filtrlanadigan suvning ishqorli ta'siriga chidamli, isitiladigan binolarning devori uchun ishlatiladigan beton mustahkamlik bilan birga issiq o'tkazmaslik, pol uchun ishlatiladigan betonlar yedirilmaydigan va egilishda yetarli 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 ortiladigan, oson qotadigan, qolipga bir

tekisda joylashadigan, qatlamlarga ajralib qolmaydigan, qolipdan ko'chirilishi va konstruksiya 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 konstruksiya turi va xususiyatiga bog'liq holda beton turi va xususiyati talab etilsa, beton qorishmaga bo'ladigan talab tayyorlanadigan konstruksiya sharoitiga, texnologik xususiyatiga (armaturalashning zichligi, qolip shaklining murakkabligi) va qo'llanadigan jihozlarga qarab aniqlanadi.

Beton va temir-beton konstruksiyalar tayyorlashning o'ziga xos xususiyati shundaki, olinadigan materialning sifatini oldindan bilib bo'lmaydi. Betonga qo'yilgan talablar asosidagi zaruriy xususiyatlar konstruksiyani qurish jarayonida namoyon qiladi. Bunda materialni to'g'ri tanlash, qabul qilingan texnologiya bo'yicha konstruksiyaning 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) turkumiga kiradi. Bu turkum kompozitsion materiallar turiga mansub bo'lganligi sababli turli betonlar uchun tegishli bo'lgan xususiy qonuniyatlar bilan bir qatorda umumiy qonuniyatlarga ham bo'ysunadi. Beton sohasida olib borilayotgan zamonaviy texnologik va texnik-iqtisodiy hisoblashlar betonning tarkibi va tuzilishi 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 qoliplashni boshqaruvchi qonuniyatlar tabiatini chuqur o'rganish uni turli maqsadlardagi qurilish konstruksiyalarida samarali hamda unumli foydalanishni ta'minlashi mumkin.

1.3. Beton uchun materiallar

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

1.4. Bog'lovchi moddalar

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

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

Portlandsement — gidravlik bog'lovchi moddadir. Suvda yoki havoda juda yaxshi qotadi. Bu kul rangdagi kukun bo'lib, klinkerni mayin tuyib gips qo'shib olinadi. Klinker esa aniq miqdorda olingan, tarkibida 75—78% $CaCO_3$ va 22—25% (SiO_2+Al_2O_3+ Fe_2O_3) bo'lgan xomashyo aralashmasini bir tekisda pishgunga qadar kuydirib olinadi.

Yuqori sifatli sement olish uchun uning kimyoviy tarkibi, shuningdek, xomashyo aralashmasining tarkibi barqaror bo'lishi shart. Sement klinkerini tuyish davrida 10—20% granulalangan domna pechining shlaki yoki faol mineral qo'shimchalar (kremnezemli) qo'shiladi. 1200—1450°C haroratda kuydirish natijasida klinker minerallari hosil bo'ladi: o'zgaruvchan tarkibli kalsiy alyumoferritlar $xCaO \cdot yAl_2O_3 \cdot zFe_2O_3$, uch kalsiyli alyuminat $3CaO \cdot Al_2O_3$, ikki kalsiyli silikat $2CaO \cdot SiO_2$ va uch kalsiyli silikat $3CaO \cdot SiO_2$. Bu to'rt birikma sement klinkerining asosiy tarkibiy qismi, lekin ikki oxirgi birikma (kalsiy silikatlar) uning butun hajmining 70—80% ini tashkil etadi.

Portlandsement tarkibidagi turli minerallarning taxminiy miqdori quyidagicha:

$3CaO\ SiO_2$ 37—60% (shartli belgilanishi C_3S);

$2CaO\ SiO_2$ yoki C_2S—15—37%;

$3CaO\ Al_2O_3$ yoki C_3A—5—15%;

$4Ca\ O\ Al_2O_3\ F_2O_3$ yoki C_4AF—10—18%

Sement sifatiga uch kalsiyli silikatning (alit deb nomlanadi) yuqori darajadagi miqdori asosiy ta'sir ko'rsatadi. U yuqori mustahkamlikdagi tez qotadigan gidravlik modda xususiyatiga ega. Ikki kalsiyli silikat (belit) – o'rtacha mustahkamlikdagi sekin qotadigan gidravlik bog'lovchi. Uch kalsiyli alyuminat tezroq qotadi, lekin mustahkamligi pastroq. Sementning minerologik tarkibini o'zgartirib uning sifatini o'zgartirish mumkin. Yuqori markali va tez qotadigan sement tarkibida uch kalsiy silikat miqdorini (alitli sementlar) oshirish bilan tayyorlanadi. Belit miqdori yuqori bo'lgan sementlar (belitli) sekin qotadi, ammo uzoq vaqt o'tishi bilan mustahkamligi oshib, bir necha yildan so'ng katta qiymatga erishishi mumkin.

Har qanday sementning asosiy xususiyatini xarakterlovchi jihat – uning mustahkamligi (marka) hisoblanadi. Sement markasi 4x4x16 sm o'lchamli, 1:3 nisbatdagi volsk qumili qorishmadan tayyorlangan, 28 kun davomida 20±2°C 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 suv-sement nisbati 0,4 bo'lganda erishiladi. Agar oquvchanlik kam bo'lsa Su/S nisbati orttiriladi, aks holda Su/S 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 faolligi deb ataydilar. Masalan, sinov namunalarining mustahkamligi 44 MPa bo'lsa, uning faolligi 44 MPa, markasi esa 400 bo'ladi. Beton tarkibini loyihalashda sement faolligidan kelib chiqqan ma'qul, chunki u sement miqdorini iqtisod qilishda aniq natijalar beradi. Sement mustahkamligining 1 MPa ga ortishi sement sarfini 2–5 kg/m^3 ga kamaytiradi va bu ko'rsatkich yuqori mustahkamlikdagi betonlarda yanada yaqqol namoyon bo'ladi. Agarda berilgan sement faolligini inobatga olib hisoblanganda uning mustahkamligi 2–4 MPa ga ortiq ma'lumotlardan foydalanilsa, bu o'z navbatida sementni 5–20 kg/m^3 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 jadalroq 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 konstruksiyalari ishlab chiqarish muddatini qisqartirishni ta'minlaydi.

Sement zavodlari va qurilish obyektlari laboratoriyalarida sementlarni sinash 3 va 7 kundan so'ng bug'latilib o'tkaziladi.

Oldindan o'tkazilgan tajribalardan mustahkamlikning o'tish koeffitsientini 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 koeffitsientida foydalanish kerak.

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

Normal quyuqlik deb ma'lum konsistensiyada bo'lgan sement xamirini olish uchun sementga qo'shiladigan zaruriy (%) suvning miqdoriga aytiladi.

Portlandsementning normal quyuqligi 22–27%, putssolanli portlandsementda esa 30% va undan ortiqroq bo'lishi kerak.

Normal quyuqlik sementga mayda tuyilgan qo'shimchalar (trepel, opok) qo'shilganda ortadi. Kamroq quyuqlikda normal quyuqlik sof klinkerli sementlarda bo'ladi.

Sementning normal quyuqligi ma'lum darajada sement xamirining reologik xususiyatlarini aniqlaydi va beton qorishmasining harakatchanligiga ta'sir etadi. Qorishmaning ma'lum zaruriy harakatchanligiga (bikirlik) erishish uchun sementning normal quyuqligi qancha past bo'lsa, beton qorishmaning suvga ehtiyoji shuncha past bo'ladi.

Beton tarkibiga bog'liq holda sementning o'rtacha normal quyuqligini 1% ga pasaytirish beton qorshimasining suvga bo'lgan talabganligini 2–5 l/m^3 kamaytiradi, shuningdek, yuqori mustahkam betonlarda suvga bo'lgan talabchanlikning juda pasayganligi kuzatiladi.

Suv sarfini pasaytirish o'z vaqtida sement sarfini ham kamaytiradi. Betonlarda normal quyuqligi past bo'lgan sementlarni ishlatish maqsadga muvofiq.

Sementning tishlashish muddati maxsus asbobda ignaning sement xamiriga botish chuqurligi bilan aniqlanib, material qattiq jismga aylanishining boshlanish va tugash jarayonini xarakterlab beradi.

Standart bo'yicha tishlashishning boshlanishi sement suv bilan qorishtirilgandan so'ng 20°C haroratda 45 minutdan oldin boshlanmasligi va tugashi 10 soatdan kech bo'lmasligi talab etiladi.

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

Beton qorishmasiga turli kimyoviy qo'shimchalar qo'shish yo'li bilan sementning tishlashish muddatlarini boshqarish mumkin. Masalan, kalsiy xloristiy sement gidrotatsiya va tishlashishni tezlashtiradi; yuza-faol moddalar, masalan, sulfat-spirt 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°C dan yuqorini tashkil etadi. Bu esa gipsning degidratatsiyasi, ya'ni yarimgidrat gips, shuningdek, suvsizlangan kalsiy sulfatni (eruvchan holda angidrid) hosil qiladi. Sement suv bilan qorishtirilganda yarim suvli gips va angidridning tez kechadigan gidrotatsiyalanishi sement xamiri yoki beton qorishmasining barvaqt quyuqlashishiga sabab bo'ladi. Keyinchalik qorishtirish davrida yana suyulib ketadi. Bu holat sementning yolg'on tishlashishi deb nomlanadi. Yuqori sifatli sementlarda yolg'on tishlashish bo'lmaydi. Agar bu sezilsa, bu holatni neytrallash uchun beton qorishmasiga sulfit-achitqili brajkalar qo'shiladi va beton qorishmani qorishtirish muddati oshiriladi.

Portlandsement, odatda, mayin tuyulgan bo'ladi: 008 raqamli elakdan (1 sm^2 da 4900 ga yaqin teshik bo'lib, 0,08x0,08 mm o'lchamga ega) sement umumiy hajmining 85% i o'tishi kerak. Sement zarrachalarining o'rtacha o'lchami 15–20 mkm ni tashkil etadi. Sementning tuyish mayinligi 1 g sementdagi zarralarning solishtirma yuzasi bilan xarakterlanadi. Sementning solishtirma yuzasi maxsus asbobda aniqlanadi. O'rtacha sifatdagi sementning solishtirma yuzasi 2000–2500 sm^2/g ni tashkil qiladi, yuqori sifatlisi esa 3500 sm^2/g va undan yuqori.

Portlandsement hajmi bir maromda o'zgarib turishi kerak va bu maxsus sinovlar bilan nazorat qilib turiladi. Sement hajmining notekis o'zgarishi qorishma va betonda mikrodarz paydo bo'lishiga olib kelishi

va betonning mustahkamligi hamda uzoq muddatga chidamliligini 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 so'ndirish uchun zarur muddat davomida zavodda ushlab turilmagani natijasida kuzatiladi.

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

Portlandsementning haqiqiy zichligi qo'shimchasiz 3,05–3,15 g/sm^3 ni tashkil etadi. Beton tarkibi hisoblanganda portlandsementning zichlashtirilgan holatdagi zichligi shartli 1,3 kg/m^3 deb qabul qilinadi.

Sementning tishlashishi va qotishi etzotermik jarayonlardir. Betonda 300 markali 1 kg sementni suv bilan qorishtirish boshlangach 7 kecha-kunduzdan davomida 170 kDj dan kam bo'lmagan miqdorda, 400 markali 1 kg sement esa 210 kDj dan kam bo'lmagan miqdorda issiqlik ajratadi. Ajralib chiqadigan issiqlik miqdori sement klinkerining mineralogik tarkibi, kiritilgan qo'shimchalar turi va sementni tuyish mayinligiga bog'liq. Sement tarkibiga kiradigan klinker minerallaridan uch kalsiyli alyuminat, keyin uch kalsiyli silikatda issiqlik ajralishi ko'proq, qolgan birikmalarda esa sezilarli darajada kamroq 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 sovitish tashkil etiladi.

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

Sementni boshqa bir joyga tashish yoki saqlashda nam tortib qolishdan asrash, to'kilib isrof bo'lishiga yo'l qo'yilmaslik kerak. Qurilish obyektlarida sementni maxsus kuzovli avtomashina (sement tashuvchi)lardan va sementni tushirish uchun vintli yoki pnevmatik qurilmalardan foydalanish samalaridir. Saqlanish davrida hatto yopiq omborxonalarda ham sementning, ayniqsa, mayin tuyilgan sementning faolligi pasayadi, chunki havodagi nam va uglekisliy gazni o'ziga tortib, namiqadi. Tajribalar 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 portlandsement 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 (1.1-jadval).

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

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

Tez qotadigan sement – portlandsementning qo'shimchali turi. 400, 500 markali bu sementning 3 kunda siqilishga mustahkamligi 25 MPa dan kam emas. Tez qotishini 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 sm^2/g dan kam bo'lmasligi kerak.

Shlakli portlandsement – porlandsement klinkeri va granulalangan domna shlaki bilan birgalikda yanchish natijasida olinadi. O'z xususiyati bilan shlakli portlandsement oddiy sementdan oz farq qiladi, haqiqiy zichligi ozgina past (2,9–3), shunga qarab ham kamroq.

Sementlarga qo'yiladigan talablar

1.1-jadval

Sement turlari	Marka	Qo'shimchalar miqdori, %		
		Granulalangan shlak	Faol mineral	
			Trepel, opoklar, diatomit	Boshqalar
Umumiy qurilishga mo'ljallangan sementlar:				
Portlandsement	400, 500 550, 600	Yo'l qo'yilmaydi		
Mineral qo'shimchali portlandsement	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		
Sulfatga chidamli sementlar:				
Sulfatga chidamli portlandsement	400	Yo'l qo'yilmaydi		
Qo'shimchali sulfatga chidamli portlandsement	400, 500	10–20	5–10	Yo'l qo'-yilmaydi
Sulfatga chidamli shlakli portlandsement	300, 400	21–60	Yo'l qo'yilmaydi	Yo'l qo'-yilmaydi
Putssolanli sement	300, 400	Yo'l qo'yilmaydi	20–30	25–40

Shlakli portlandsement portlandsementdan (klinkerning 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 (sulfatli, dengiz suvi) ta'siriga anchagina chidamli beton olinadi. Issiqlik va namlik bilan ishlov berilganda oddiy portlandsementga nisbatan shlakoportlandsementning qotishi ancha tezlashadi. Bu esa yig'ma temir-beton ishlab chiqarishda uning yuqori samaradorligini ta'minlaydi.

O'ZBEKISTON YUQORI TEXNOLOGIYALAR MUHANDISLIK-TEXNIKA INSTITUTI
ARM
№ 75674 20__ yil

Hamma sementlar iste'molchining talabiga binoan qorishmaning plastikligini oshiruvchi yoki gidrofoblovchi, namlikni tez yuqtirmaydigan qo'shilmalar bilan ishlab chiqarilishi mumkin.

Plastiklashtirilgan portlandsement klinkeri plastiklovchi qo'shimcha bilan birga mayin qilib yanchib olinadi. Bunday qo'shimcha bo'lib sulfit-spirtli bardaning modifikatsiyalashgan konsentrati (gidroliz spirt sanoatining chiqindisi) sement massasiga nisbatan 0,1–0,25% miqdordagi quruq modda hisoblanadi. Sulfit-spirtli barda sirt faol modda bo'lib, 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 qorishmasini joylashni osonlashtiradi va tezlashtiradi, betonda sementni 5–10% ga iqtisod qilish imkonini beradi yoki suv-sement nisbatini kamaytiradi va betoning sovuqqa chidamliligini oshiradi. Plastiklashtirilgan sement portlandsement kabi markalarga ega.

Gidrofob portlandsement – portlandsement klinkeri sirt-faol gidrofoblovchi (suv yuqtirmaydigan) qo'shimcha bilan mayin yanchilgan mahsulotdir. Qo'shimcha sifatida sovunnaft yoki asidol, ya'ni neft mahsulotlari sement massasiga nisbatan 0,1–0,15% miqdorda olinadi. Gidrofob sementi boshqa oddiy sementdan farqli o'laroq quyidagi xususiyatlarga ega: nam tortishi past, uzoq muddatga saqlanganda va hatto nam havoda ortilganda ham faolligini yo'qotmay sochiluvchan holatda qoladi; yuqori plastiklikka (plastiklashtirilgan sementdan kam bo'lsa-da) ega; suv shimish va suv o'tkazish darajasi past va betonda sovuqqa chidamliligi yuqori. Gidrofob sementi ham oddiy portlandsement markalari kabi markalarga ega.

Sirt-faol 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 inshootlarni qurishda va monolit temir-beton konstruksiyalarni ko'tarishda ishlatiladi. Bunda betonning suv o'tkazmasligi va issiqlik ajratib chiqarishi muhim ahamiyatga ega.

Sulfatga chidamli sementlar – alohida guruhga ajratilgan va ularga O'zRST talablari qo'yilgan (1.1-jadvalga qar.). Sulfatga chidamli portlandsement (SPS) 400 marka bilan ishlab chiqariladi. Sementning sulfatga chidamliligi mineralogik tarkibning me'yorda bo'lishi bilan ta'minlanadi. Chunki sulfat agressiyasiga chidamsiz minerallarning

miqdori tarkibda kamaytiriladi. Bu sement tarkibida: $C_3S>50\%$, $C_3A<5\%$, $C_3A<5\%$, $C_3A+C_4AF<22\%$. Qo'shimchali sulfatga chidamli portlandsement (QSPS) maxsus tarkibdagi portlandsement klinkeri ($C_3A<5\%$, $C_3A+C_3AF<22\%$) va mayin yanchilgan faol mineral qo'shimcha bilan birga tuyib olinadi. Qo'shimcha sifatida trepel, opok, diatomit (5–10%) yoki granulalangan domna shlaki (10–20) ishlatiladi. Qo'shilma C_3S gidrotatsiyasida ajraladigan kalsiy gidroksidini bog'laydi, bu esa sementning sulfatga chidamliligini oshiradi. Bunday holatda tarkibida juda ko'p C_3S bo'lgan klinkerni qo'llash mumkin bo'ladi. Qo'shimchali sulfatga chidamli sementlar esa 500 va 400 markaga egadir.

Sulfatga chidamli shlakoportlandsement (SulShPS) – klinker tarkibidagi $C_3A<8\%$ miqdori chegaralab olinadi va 300, 400 markalar bilan ishlab chiqariladi. Sulfatga chidamli sementlar suv sathi o'zgaruvchan sharoitda ishlatiladigan beton va temir-beton konstruksiyalar, shuningdek, ko'pincha bir vaqtda ko'p marta muzlash va erish yoki ko'p marta namlanishi va qurishi mumkin bo'lgan sulfatli suvlar agressiv ta'siriga uchraydigan inshootlar uchun mo'ljallangan.

Putssolan portlandsement (PPS) ham sulfatga chidamli sement guruhiga kiradi. Bu sement $C_3A<8\%$ miqdordagi portlandsement klinkerini faol mineral qo'shimcha bilan birga yanchish usuli bilan olinadi. Faol mineral qo'shimcha oddiy qo'shimchali portlandsementga nisbatan ko'p miqdorda qo'shiladi. Qo'shimcha miqdori uning turiga bog'liq va trepel, opok, diatomit uchun 20–30% ni tashkil etadi. Qolgan boshqa faol 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 faollikka ega bo'lishi bilan bir vaqtning o'zida suvga talabi yuqoridir. Shuning uchun sementga ortiqcha bunday qo'shimchalarning aralashtirilishi uning normal quyuqligini keskin darajada oshiradi, bu esa maqsadga muvofiq emas.

Putssolan portlandsement 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 putssolan portlandsementda qorishmaning chiqishi hamda qorishma va beton zichligi yuqori bo'ladi. Shuning uchun qorishma va betonlar anchagina suv o'tkazmaydigan bo'ladi. Normal quyuqlikdagi xamirni

olish uchun putssolan portlandsementga ko'proq suv qo'shish kerak (30–40% gacha). Bunda anchagina yopishqoq qorishma hosil bo'ladi. Buning natijasida beton qorishmasining harakatchanligi pasayadi. Bu holatning oldini olish uchun betondagi sement sarfini (5–10% ga) oshirishga to'g'ri keladi yoki plastiklashtiruvchi qo'shilma qo'shiladi.

Putssolan portlandsement 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. Putssolan 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. Putssolan portlandsementning qotishida erkin kalsiy gidrookisidi faol kremnezem qo'shimcha bilan qo'shiladi va suvda deyarli erimaydigan kalsiy 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, yerosti, suvosti qismlarini qurishda, dengiz va chuchuk suvda (to'lqinqaytargich, qirg'oq, dok, to'g'on, shlyuzlar va boshqalar), kanalizatsiya va vodoprovod inshootlarida, tunnel va boshqa yerosti qurilish inshootlarida, shaxta yo'laklarida putssolan portlandsementni qo'llash samaralidir.

Bunday sementni yerusti 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 mahsulotning olingan vaqtdan boshlab 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 xamirining normal quyuqligi va 2+3+6+4 s tartibda bug'latilganda sementning o'rtacha faolligi 85+5°C haroratda izotermik qizitish va tayyorlagandan bir kechakunduzdan keyin sinalganligi ko'rsatiladi. O'zRST talablariga javob beradigan sementlarning mustahkamlik xossalari yuqori turg'unlikka ega bo'lishi, faollikning variatsiya koeffitsienti miqdori sement mar-

kasiga qarab 3–5% dan oshmasligi kerak. Bu sementlarda "yolg'on tishlashish"ga yo'l qo'yilmaydi, ortilayotgan vaqtda sement darajasi 95°Cdan oshmasligi kerak. SPS va QSPS larda ishqorlar miqdori 1% dan bo'lishi kerak.

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

Oq portlandsement ifloslanishdan saqlash uchun maxsus tayyorlangan texnologiya asosida 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 qo'yiladigan talablarni qoniqtirishi kerak. Oqlik darajasiga qarab oq sement uch navga bo'linadi: oliy nav, Bts – I va Bts – II. Sementning oqligi sement oqligi 100% deb qabul qilingan bariyning sulfat oqligiga nisbati yorqinlik koeffitsienti bilan xarakterlanadi. Naviga qarab yorqinlik 80, 76 va 72% dan kam bo'lmasligi kerak.

Rangli portlandsement oq sement, gips va pigmentni birgalikda tuyib hosil qilinadi. Sement massasiga nisbatan sintetik mineral yoki tabiiy pigmentning miqdori 15% dan, organik pigmentning miqdori esa 0,3% dan oshmasligi kerak. Rangli portlandsementni maxsus tayyorlangan rangli klinkerdan olish mumkin.

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

Zo'riquvchi sement, V. V. Mixaylov taklifiga binoan, portlandsement klinkeri va zo'riqqan komponent glinozem shlaki yoki boshqa tarkibida alyumin bo'lgan modda, gips va ohakni birgalikda tuyib olinadi. O'rtacha komponentlararo nisbat 65:20:10:5. Past sulfat shakldagi kalsiy gidrosulfoalyuminati yuqori sulfat shaklda kristallashishi oqibatida sement toshi nisbatan katta mustahkamlikka yetgandan 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, chunki armatura betonning kengayishi oqibatida oldindan zo'riqadi. Bu zo'riquvchi sement boshqa kengayadigan sementlardan farq qiladi. Ular qotishning boshlanish davrida o'z 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'ritirquvchi temir-beton quvurlar, yo'l va aerodromlarni qoplashda, tunnel va katta diametrli vodoprovodlarda va shunga o'xshash konstruksiyalar tayyorlashda qo'llash samaralidir. Bu konstruksiyalarni tayyorlashda zo'riquvchi sementning juda tez tishlashini (tishlashishning boshlanishi 2 minut, tugashi 6 minut), shuningdek, beton zaruriy mustahkamlikka erishgandan keyin sementning kengayishini ta'minlovchi qotishning maxsus tartibi qo'llanishini hisobga olish zarur.

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

Oxirgi yillarda beton qotishi jarayonida uning hajm o'zgarishini sozlash uchun kengayuvchi sementlar o'rniga oddiy portlandsementli qorishma va betonlarga kompleks qo'shimchalar kiritilishi qo'llanmoqda.

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

Kislotaga chidamli sement kislotaga chidamli mahsulotlar ishlab chiqarish uchun mo'ljallangan. U sinchiklab aralashtirilgan mayda kvars qumi va kremniyftorli zichligi 1,32—1,5, bog'lovchi xususiyati natriydan tashkil topgan. Bu sement suyuq shishada, ya'ni natriy yoki kaliy silikatini Na_2OnSiO_2; K_2 $OnSiO_2$ kalloidli qorishmasi bilan qorishtiriladi. Kerak bo'lgan konsistensiya (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 zichligini oshirish uchun kislotaga chidamli sementdan foydalaniladi. Uning tarkibiga kiradigan kremniyftorli natriy qotish katalizatori hisoblanadi va qotgan materialning kislota va suvga chidamliligini oshiradi. Kremniyftorli 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 sulfatga chidamliligi yaxshilanmoqda. Shuningdek, sulfoalyuminat 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 havoyi ohakdan foydalanilmoqda.

Havoyi 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 loytuproqli aralashmalar 8% dan ortiq bo'lmasligi talab etiladi. Qurilishda so'ndirilmagan – bu suvsiz kalsiy okisidi CaO bo'lib, uning asosiy qismini tashkil etadi va so'ndirilgan, ya'ni so'ndirilmagan ohakning suv bilan birlashishi natijasida olingan va asosan, kalsiy oksidi gidrati $Ca(OH)_2$ dan tashkil topgan ohaklar qo'llaniladi.

Havoyi ohakka mineral qo'shimchalar yanchilgan tog' jinslari yoki ishlab chiqarish chiqindilari (domna va yoqilg'i shlaklari, kul, vulqon tuflari, opoklar, pemzalar, kvars qumi, gips toshi) qo'shish mumkin. Sifati bo'yicha tarkibidagi faol CaO va MgO lar miqdoriga qarab ohak 3 navga (qo'shimchasiz, ohakda ularning miqdori tegishli ravishda 90, 80, 70% ga teng kelishi kerak, qo'shimchali I va II naviga 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 minutdan ko'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°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 gipsi tabiiy ikki suvli gipsni 150—170°C haroratda yarim suvli gipsga aylanguncha qizdirib olinadi. Gipsni suv bilan aralashtirib xamirga o'xshash massa olinadi, chunki tez tishlashadi, suyuq holatdan qattiq holatga o'tadi. Keyin havoda qotib, asta-sekin mustahkamlanib boradi. Gips — tez tishlashadigan bog'lovchi. Gipsning tishlashish davri gips suv bilan qo'shilgandan keyin 4 minutdan oldinroq boshlanmasligi, tugashi 6 minutdan oldinroq va 30 minutdan kech bo'lmasligi kerak. Gipsning tishlashishini sekinlatish uchun sulfit-drojjali brajka yoki suv massasiga nisbatan 0,1—0,2% miqdorda va bo'yoqchilik kleyi yoki boshqa organik kleylar qo'shiladi. Qurilish gipsi sifatiga qarab 2 navga bo'linadi. Normal quyuqlikdagi gips xamiridan 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, hatto 7,5—12,5 MPa ga yetishi 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 xamir olish uchun kam suv talab qilinadi (40—45% gips massasiga nisbatan, oddiy gips uchun 60% talab qilinadi), bu esa anchagina zich quyma va betonlardan foydalanish imkonini beradi.

Gispning qimmatli xususiyatidan biri tez tishlashishi, mahsulot yuzasining tekis va to'g'ri shaklda bo'lishini ta'minlashidir. 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. ***Gipsosement-putssolanli 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% putssolan portlandsement yoki portlandsementdan faol mineral qo'shimchadan tashkil topgan. Mineral qo'shimcha miqdori quyidagicha tanlanadi: yetti kecha-kunduzli bog'lovchida CaO konsentratsiyasi 0,85g/l dan kam bo'lishi kerak (qotish davrida ajratiladigan uch kalsiyli silikatni qo'shimcha gidrat kalsiy oksidi bilan bog'laydi). Bunday sharoitda gidrosulfoalyuminatning monosulfatli turi olinadi va ichki xavfli kuchlanish kelib chiqmaydi, balki mayin dispersionli kam yemiriladigan gidrosilikatlar bog'lovchining suvga chidamliligini oshiradi.

GPTSB 100, 150, 200 markalarda ishlab chiqariladi. GPTSB asosida tez qotadigan beton markalari–M150–M250 ni olish mumkin. Bu holda tayyorlangandan 2–3 soatdan keyin 30–40% marka mustahkamligini oladi. Mahsulotning qotishini tezlatish uchun 70–80°C 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.

1.5. Beton to'ldiruvchilari

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

Qum o'zida uvalangan mayda zarrali tarkibni ifodalab, u tog' jinslarining shamol ta'sirida nurashi natijasida yuzaga keladi. Aksariyat minerallarning zarralari aralashgan kvars qumlari, kam hollarda esa dalashpatli va ohaktoshlilari uchraydi. Ba'zan qum tog' jinslarini maxsus maydalash yo'li bilan olinadi. Biroq bu usulda tabiiyga nis-

batan tannarxning ortib ketishi sababli maxsus maqsadlardagina qo'llaniladi.

To'ldiruvchilar betonning 80% hajmini egallab, uning xususiyatlariga, uzoq muddatga chidamliligiga va narxiga ma'lum darajada ta'sir ko'rsatadi. To'ldiruvchilar betonga kiritilishi bilan betondagi eng qimmatbaho hisoblangan xomashyo — sement sarfining 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 — konstruksiyalarning bosim ta'sirida deformatsiyalanishini kamaytiradi, shuningdek, betonning siljuvchanligini — betonga uzoq muddat bosim ostida ta'sir ko'rsatish natijasida yuzaga kelishi mukin bo'lgan qaytmas deformatsiyalardan saqlaydi. To'ldiruvchi beton kirishishining oldini oladi va bu bilan uzoq muddat chidaydigan material 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 hatto 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, yengil 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 maxsus sifatlarini aniqlab beradi.

Silikat betonlarda to'ldiruvchi o'zining odatdagi tatbiqidan tashqari o'ziga xos muhim ahamiyat kasb etadi. 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 narxi beton va temir-beton konstruksiyalari narxining 30—50% (ba'zi hollarda yanada ko'proq)ga to'g'ri keladi. Shuning uchun keltirish oson bo'lgan va arzon mahalliy to'ldiruvchilar qator hollarda qurilish narxini, transport xarajatlari hajmini kamaytirishga va qurilish muddatlarining qisqarishiga olib keladi.

Beton uchun to'ldiruvchilarni to'g'ri tanlash, ularni me'yorida qo'llash — beton texnologiyasida ahamiyatli masalalardan biri hisobla-

nadi. 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 namuna teshiklari 0,14—70 mm va undan ham yirikroq standart elaklardan o'tkazib aniqlanadi. To'ldiruvchilar turli o'lchamdagi donalarga ega odatdagi va fraksiyalangan turlarga bo'linadi. Fraksiyalangan to'lidiruvchining donalari alohida fraksiyalarga 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 tarkibda 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 fraksiyalar 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 xamiri bilan qalinroq qamrab olish zarurati tug'iladi. Uzluksiz donador tarkibli qorishmalarda esa bu qatlam yupqaroq bo'lishi kuzatiladi va uzlukli jarayonda to'ldiruvchidagi mayda fraksiyalarning 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 moyilligi 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 vaqting 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 moyilligi kamroq va yanada harakatcharroq qorishmalar olinadi.

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

$$y = k_{\phi} + (100 - k_{\phi})\sqrt{x / D_{chcg}} \qquad (1.1)$$

Bu yerda: k_f — shakl koeffitsienti; k_f=8—14; x — berilgan fraksiyadagi donalar o'lchami; D_{chcg} — 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 fraksiyadagi materiallar (ashyolar)ning bir qismi ortib qolishi va boshqa fraksiyalarni to'ldirish uchun esa qo'shimcha maydalash talab etiladi. Shuning uchun amaliyotda bu usul keng tatbiq etilmagan.

Temir-beton zavodlari yoki qurilish obyektlarida to'ldiruvchining donadorlik tarkibini tanlashda zarur miqdorda aniqlangan qum va shag'aldan foydalaniladi va bunda qum va alohida olingan shag'al fraksiyalari 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 tarkibning yomonlashuvini qator texnologik usullar yordamida kompensatsiyalash mumkin. Bu usullar bilan betonning narxi tushiriladi va transport-tayyorlov xarajatlari kamaytiriladi. Shuning uchun standartlar va texnik ko'rsatmalarda bir necha turli donadorlik tarkiblar tavsiyasi ko'rsatiladi va to'ldiruvchi qorishmasi xususiyatlarining ahamiyatli darajada yomonlashuvi kuzatilmaydigan alohida fraksiyalar 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	0,14 dan
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_k – yiriklik modulidan foydalanadilar. Bu modul standart elaklarda qolgan qoldiqlarning to'liq yig'indisini (% hisobida) 100 bo'lingan holida 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_k=1,2–2,1). Yiriklik moduliga ko'ra qumlar yirik, o'rta, mayda va o'ta mayda yoki mayin turlarga ajratiladi (mos ravishda M_k=2,5–3,5; 2–2,5; 1,5–2; 1–1,5, elakdagi to'liq qoldiqda 0,63 mm–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 $D_{kich}+D_{kat}$		D_{kat}
			Bir fraksiya uchun	Fraksiyalar aralashmasi uchun	
To'liq qoldiqlar, %	95–100	90–100	40–80	50–70	0–10

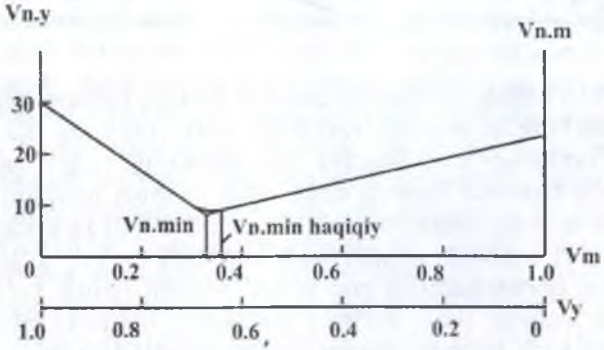
To'diruvchining optimal donadorlik tarkibi nafaqat qum va chaqilgan toshning donadorlik tarkibiga, balki ularning o'zaro to'g'ri nisbatini tanlashga ham bog'liq. Bu nisbatning to'g'ri tanlanishiga faqat beton tarkibini hisobga olish bilan erishish mumkin, xususan, sement va suvning miqdorini to'g'ri tanlash orqali (8-bobga qarang). O'rta va past markali, sement sarfi 200–300 kg/m^3 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 fraksiyalarini

umumiy hajmga nisbatan to'ldiruvchining aniq xususiyatlari va beton tarkibidan kelib chiqqan holda kamaytirish maqsadga muvofiq.

To'ldiruvchining bo'shliqliligi 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'shliqlar ko'p bo'lsa, shunchalik sement sarfi ortadi) va beton xususiyalariga ma'lum darajada ta'sir etadi. Nazariy nuqtayi nazardan to'ldiruvchidagi bo'shliqlar hajmi undagi donalarning yirikligiga emas, balki donalarning shakliga, ularning joylashish zichligi va quyilishiga bog'liq. Bu fraksiyadagi to'ldiruvchining bo'shliqliligi 0,3 dan 0,48 gacha o'zgaradi.

Amalda nisbatan ko'proq yoki kamroq zichlab quyish degan tushuncha mavhumdir; 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 ehtimoli 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 fraksiyada bir-biridan o'lchamlari bilan keskin farq qiluvchi donalar olingan bo'lsa, qorishma bo'shlig'ining aralashtirilayotgandagi xarakteri 1.1-rasmdagidek ifodalanadi.



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

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 kattaliklardagi bo'shliqlik; $B_a=V_{bo'sh}/V_d$ – to'ldiruvchi donalarining absolut hajmiga nisbatan bo'shliqlik.

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

$$V_{bo'sh1} = B_{a.y}V_{d.y} - V_{d.m} = B_{nis.y}\ V - V_{d.m} \qquad (1.2)$$

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

$$V_{bo'sh2} = B_{a.m}V_{d.m} = B_{nis.m}\ (V - V_{d.y}) \qquad (1.3)$$

1.3-formula $V_m < B_{a.y}V_{d.y}$ sharti bajarilganda, ya'ni mayda fraksiyaning hajmi yirik fraksiyaning bo'shliqliligidan ortib ketmaganda qo'llaniladi. 2.3-formula $V_m > B_{a.y}V_{d.y}$ sharti bajarilganda, ya'ni yirik fraksiyadagi bo'shliq hajmiga nisbatan qumning ortib ketishida qo'llaniladi. Nazariy jihatdan eng kam bo'shliqlar hajmini quyidagi formuladan aniqlash mumkin

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

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

Agarda qorishtirilayotgan fraksiyalar 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 biroz surib yuboradi. Natijada butun sistemaning bo'shliqliligi kamayish o'rniga ortib ketishi mumkin. Nisbatan ikki fraksiyali zich aralashma tayyorlash uchun bir fraksiya donalarining o'lchamlari ikkinchi fraksiya 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 aralashmasining bo'shliqliligi 20 dan 50% ga qadar o'zgarib turadi. Betonda bo'shliqliligi eng kam va bir necha fraksiyalardan 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 yerda Q, Sh – qum va chaqilgan tosh sarfi; α – surilish koeffitsienti; $B_{nis.sh}$ – shag'alning nisbiy bo'shliqliligi; γ_q, γ_{sh} – mos holda chaqilgan tosh va qumning zichligi.

Chaqilgan tosh yoki qumning bo'shliqliligini materialning yoki chaqilgan tosh yoki qumning haqiqiy bo'lakdagi zichligi γ^* – dan (g'ovakli shag'al yoki chaqilgan tosh uchun) va to'kishdagi zichligi γ_T – dan aniqlash mumkin:

$$B_{nis} = (\rho - \gamma_T)/\rho = 1 - (\gamma_T/\rho)$$

$$B_{nis} = (\gamma^* - \gamma_T)/\gamma^* = 1 - (\gamma_T/\gamma^*)$$

Ko'plab o'tkazilgan tajribalar asosida (α = 1,1 ni qabul qilib) quyidagini olamiz:

$$Q/Sh = B_{nis}(\gamma_q/\gamma_{sh}) = 1.1$$

Biroq minimal bo'shliqli qorishma 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'shliqliligini, 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:

$$F_{um} = 1 - (\gamma_T/\rho) \quad yoki \quad F_{um} = [1 - (\gamma_T/\rho)]100\%$$

To'ldiruvchi donalarining g'ovakliligi quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$F_{SH.D} = 1 - (\gamma^*/\rho) \quad yoki \quad F_{SH.D} = [1 - (\gamma^*/\rho)]100\%$$

Bu yerda γ^* – bo'lakdagi to'ldiruvchining zichligi.

Monolit beton olish uchun sement xamiri nafaqat donalar orasidagi bo'shliqlarni to'ldirishi, balki quyuq sement qatlamini hosil qilish maqsadida donalar orasini ochish talab etiladi. Bunday qobiqni hosil qilish uchun sement sarfi to'ldiruvchining solishtirma yuzasiga bog'liq bo'lib, donalar o'lchamlarining 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, ohaktoshdan olingan to'diruvchilar 30 MPa va undan yuqori mustahkamlikka ega. Yengil g'ovakli tabiiy va sun'iy to'ldiruvchilarning mustahkamligi ularning zichligiga bog'liq bo'lib, 2—20 MPa ni tashkil etadi.

Yirik to'ldiruvchi beton mustahkamligiga kam ta'sir ko'rsatadi, agar uning mustahkamligi betonga nisbatan 20% dan ortiq bo'lsa. Biroq 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 M 300 va undan yuqori markali betonlar uchun qo'llaniladi).

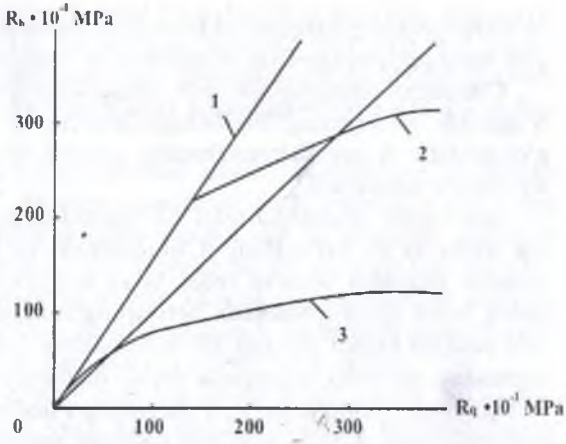
Bir vaqtning o'zida to'ldiruvchining g'ovakligini orttiradigan va qator hollarda siqilishga mustahkamlikni pasaytirib yuboradigan yapaloq va ignasimon donalarning tarkibdagi miqdori chegaralanadi. Bunday donalarning miqdori odatdagi to'ldiruvchida 35%, donalarining shakli yaxshilangan chaqilgan toshda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

Amaliyotda (qurilish yoki zavodda), odatda, bir turdagi chaqilgan tosh turli markadagi betonlar uchun qo'llanadi. Shuning uchun chaqilgan tosh markasi 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 chaqil-

gan 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 mustahkamligi 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 markasi maydalanuvchanlik ko'rsatkichiga bog'liq holda va boshlang'ich 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 M_k—16 dan katta bo'lmagan markali, M 300 markali beton uchun $_k$—12, M 400 markali beton uchun esa M_k—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. 1.2-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 qorishma mustahkamligini orttirish beton mustahkamligining ortishiga olib kelmaydi. Yirik to'ldiruvchi mustahkamligining kamayishi va uning betondagi miqdori ortishi bilan betonning chegaraviy mustahkamligi kamayib boradi.



1.2-rasm. To'ldiruvchilar qo'llanilgan holdagi beton mustahkamligining qorishmani tashkil etuvchilar mustahkamligiga bog'liqligi.
1 – yuqori mustahkamlikda (granit);
2 – o'rtacha mustahkamlikda; 3 – past mustahkamlikda (keramzitli chaqilgan tosh).

Yengil to'ldiruvchining mustahkamligi avval aytilgan tajribadagi kabi 150 mm li po'lat silindrda bosim berish yo'li bilan aniqlanadi. Biroq qattiq jinslardan olingan chaqilgan toshdan farqli ravishda yengil 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' jinslarining nurashi yoki maydalash jarayonida buzilish material strukturasining 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. Yengil qumning mustahkamligi esa yengil 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 chidamlilik davriy o'zgaruvchan muzlatish va suvda eritish yo'li bilan yoki natriy sulfat eritmada sinash bilan aniqlanadi (tezlashtirilgan usul). Shag'al va chaqilgan toshning sovuqqa chidamliligi tashqi atmosfera sharoitlaridan himoyalanmagan konstruksiyalarda qo'llash uchun me'yorlashtiriladi. Bu hollarda yirik

to'ldiruvchining sovuqqa chidamliligi betonning loyihada talab etilgan sovuqqa chidamlilik markasini ta'minlashi kerak.

Chaqilgan toshning sovuqqa chidamliligi Sov 15 dan Sov 300 gacha o'zgaradi va jinsning tuzilishiga bog'liq bo'ladi. To'ldiruvchining g'ovakliligi va suv shimuvchanligi ortishi bilan sovuqqa chidamlilik xususiyati kamayadi.

Betonning mustahkamligi va tejamliligiga to'ldiruvchining tozaligi katta ta'sir ko'rsatadi. Changsimon va loysimon aralashmalar donalar yuzasida sement toshi bilan bog'lanishiga monelik qiluvchi qobiq hosil qiladi. Natijada betonning mustahkamligi sezilarli darajada pasayib ketadi (ba'zan 30—40% gacha). Shu sababli to'ldiruvchilar xususidagi me'yoriy hujjatlarda ularda ifloslantiruvchi qo'shimchalarning yo'l qo'yilishi mumkin bo'lgan chegaraviy miqdorlari ko'rsatilgan. Otqindi tog' jinslaridan olingan chaqilgan toshdagi aralashmalar suv bilan tozalash usulida aniqlanadi va M 300 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% dan oshmasligi kerak. Shag'alda ifloslantiruvchi 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, 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 ÷ 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 × nisbatda bo'lishi kerak.

Yirik to'ldiruvchining bo'shligini kamaytirish maqsadida chegaraviy mumkin bo'lgan yiriklik imkoniyati mavjud hollarda bir necha fraksiyalardan 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'al 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'shliqlikning oshishiga sabab bo'lishi mumkin (40% gacha) va bu bo'shliqlarni sement xamiri 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'shliqlilik 38% dan oshmasligi kerak. Optimal donador tarkibda bu ko'rsatkich 30% gacha kamayadi.

Agar beton yoki qorishmada qum donalari orasidagi bo'shliqlar faqat sement xamiri 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 yoki 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 O'zRST tavsiyasiga mos tushadi.

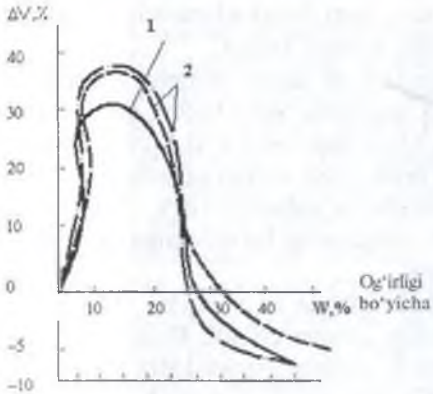
Notekis yuzaga ega bo'lgan qumdan foydalanish maqsadga muvofiq bo'lib, bunday qum sement toshi bilan yaxshi bog'lanadi va

betonning mustahkamligi 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 haqiqiy zichligiga, bo'shligiga va namligiga bog'liq bo'lib, quruq va sochiluvchan holatda aniqlanadi (standart holat deb ataluvchi). Suvga to'yingan holda muzlash ehtimoli bo'lgan konstruksiyalardagi betonlar yoki M 200 va undan ortiq markadagi betonlar uchun tayinlangan qum 1550 kg/m^3 zichlikka ega bo'lishi kerak. Boshqa hollarda – 1400 kg/m^3 dan kam bo'lmasligi talab etiladi. Siltash jarayonida qum zichlashib, zichligi 1600–1700 kg/m^3 ga yetishi mumkin. Eng katta hajmni 5–7% namlanganlik holatidagi qum egallaydi; namlikning ortishi yoki kamayishi bilan qumning hajmi kamayadi (1.3-rasm). Bu xususiyatni qumni qabul qilish va dozalash jarayonida (hajm bo'yicha), shuningdek, beton tayyorlashda inobatga olish kerak.

Karyerdagi qum turli namlik darajasiga ega bo'lganligi uchun ochiq havoda 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 suv shimuvchanligi 4–14%, yirik to'ldiruvchining suv shimuvchanligi 1–10%, yirik donali qumlar 4–6%, o'rtacha yiriklikdagi qumlar 6–8%, mayda (mayin) zarrali qumlarda 8–10% va o'ta mayda qumlarda 10% dan ortiq, volsk standart qumida 4%, shag'alda 1–4%, pishiq otqindi tog' jinslaridan olingan chaqilgan toshda 2–6%, karbonat jinslaridan olingan chaqilgan toshlarda (suv shimuvchanligini hisobga olgan holda) 5–10% ga teng.



1.3-rasm. Qum hajmining ortishiga nisbatan bog'liqlik, ΔV: yirik (1) va mayda (2) uning namligiga nisbatan W.

Ba'zi to'ldiruvchilarning standart va texnologik xarakteristikalari

1.2-jadval

To'ldiruvchi	Haqiqiy zichligi, g/sm³	Zichlik, kg/l	Bo'shliq, %	Yiriklik moduli, M_{yir}	Suv shimuvchanlik, %
Otqindi tog' jinslaridan olingan chaqilgan tosh	2,69	1,45	45,7	–	3,43
Aynisi	2,6	1,47	42,6	–	5,88
Ohaktoshdan olingan chaqilgan tosh	2,56	1,34	45,6	–	5,72
Qurilish qumi	2,63	1,51	42,5	2,79	7
Avnisi	2,7	1,37	49	0,69	11,5
Volsk qumi	2,65	1,56	41	2,05	4

1.2-jadvalda ba'zi to'ldiruvchilarning standart va texnologik xarakteristikalari keltirilgan. Har xil xarakteristikali to'ldiruvchilar bir-biriga yaqin standart xarakteristikalarga ega bo'ladilar. 1.2-jadvaldagi qiymatlar texnologik xarakteristikalar qo'llanilishi foydaligini e'tirof etib, betonning xususiyatiga to'ldiruvchining ta'sirini kengroq hisobga olish imkonini beradi.

1.6. Beton tayyorlash uchun ishlatiladigan suv

Beton qorishmasi tayyorlash uchun vodoprovoddagi ichimlik hamda vodorod ko'rsatkichi pH4 dan kam bo'lmagan (ya'ni nordon emas, lakmus qog'ozini qizil rangga bo'yamaydigan) suvdan foydalaniladi. Suv tarkibida sulfatlar 2700 mg/l va boshqa hamma tuzlar 5000 mg/l dan oshmasligi kerak. Suvning beton qorishmaga yaroqliligi to'g'risida shubha paydo bo'lsa, solishtiruvchi tekshiruv namunalari 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 mintaqadagi suv usti temir-beton inshootlarida dengiz va sho'r 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.

1.7. Beton uchun qo'shimchalar

Beton qorishmalarini regulirovka va sementni iqtisod qilish uchun betonga turli qo'shimchalar aralashtiriladi. Qo'shimchalar ikki guruhga bo'linadi:

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

2-guruhga mayda yanchilgan materiallar, beton tarkibiga 5—20% miqdorda sementni iqtisod qilish yoki oz miqdorda sarf qilib, anchagina zich beton olish uchun qo'shiladi. Betonga maxsus xususiyatlar beradigan mayda yanchilgan qo'shimchalarga kullar, yanchilgan shlaklar, qumlar, toshni maydalashdagi chiqindilar va boshqa materiallar (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 xususisiyatlarini tartibga soluvchi qo'shimchalar: plastiklovchi, ya'ni beton qorishmasining harakatchanligini oshiriruvchi; stabillovchi, ya'ni beton qorishmasi qatlamlanishining oldini oluvchi; suvni saqlab qoluvchi, suv ajratishni kamaytiruvchi.

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

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

4. Betonga maxsus 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; bo'yovchi; bakteritsid va insektitsid xususiyatini oshiruvchilar.

Ba'zi qo'shimchalar ko'p funksionalli ta'sir qilish, masalan, plastiklovchi-havo suradigan, gaz hosil qiladigan-plastiklovchi xususiyatga

ega. Ko'pincha zarur bo'lgan ko'p funksiyali ta'sirga erishish uchun bir necha komponentlar kiritilgan kompleks qo'shimchalardan foydalaniladi. Masalan, beton qorishmasini bir vaqtning o'zida plastiklovchi va betonning qotishini tezlashtiradigan yoki beton qotishini tezlatadigan va ingibirlaydigan ta'sirga ega bo'ladi. Qo'shimchalarning ko'p turliligi 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 bunday moddalar ikkilamchi mahsulotlar va kimyo sanoati chiqindilaridan olinadi.

SFM 2 guruhga bo'linadi:

1-guruh gidrofil turdagi plastiklovchi qo'shimcha bo'lib, sement xamirining kolloid tuzilishini dispergirlaydigan va beton xamirining 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 qo'shimchalarning sirt-faol molekulalari havo suv yuzasida shimilib, suvning yuza tortilishini pasaytiradi va sement xamiridagi mayda havo pufakchalarni stabillashtiradi. 1-guruh qo'shimchalariga sulfit-drojali brajkalar kiradi (SDB). Bu qo'shimcha, asosan, lignosulfon kislotasining kalsiyli tuzidan iboratdir. Bu qo'shimcha suyuq holatda sellyulozani qayta ishlaganda hosil bo'ladigan sulfitli ishqordan olinadi.

2-guruh qo'shimchalariga: natriy abetati, abietin kislotasining natriy tuzi, kukun yoki kanifolni uyuvchi natriy bilan parchalab, neytrallab olinadigan suyuqlik; sovunnaft maz ko'rinishidagi sarg'ish-jigarrang modda, natriy tuzining suvda erimaydigan organik kislotasidir. Neftning qayta ishlangandagi chiqindisidan olinadi; asidolneft kislotalari neft qayta ishlanganda olinadigan chiqindi.

SFM beton qorishmasining harakatchanligini, uning bir turligi, qatlamga bo'linmasligi, nasos bilan chiqarilganda oquvchanligini oshiradi, vaqt davomida qorishmaning yaxshi joylashuvchanligini saqlaydi. Plastiklovchi qo'shimchalar suv sarfini qisqartishi hisobiga sement sarfini 8—12% ga kamaytiradi yoki sement sarfi o'zgarmaganda 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 sement qotishini tezlatuvchi qo'shimchalar bilan birga qo'shib qo'llaniladi. SDB sementda issiq ajralib chiqishini qotishning birinchi kunlari bir qanchaga kamaytiradi. Bu esa yirik temir-beton inshoo'larini qurishni osonlashtiradi. SDB, asosan, sement xamiriga 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 miqdori, odatda, 4—5% dan oshmaydi. Bu holatda betonning mustahkamligi deyarli pasaymaydi, chunki tortilgan havoning beton mustahkamligiga salbiy ta'siri qo'shimchani plastiklovchi samarasi hisobiga suv-sement nisbatining kamayishi natijasida sement toshi mustahkamligining oshishi tufayli neytrallanadi. Havo tortadigan qo'shimcha betondagi g'ovak va kapillyarlarni gidrofoblaydi, havo pufakchalari esa suv muzlaganda betonda ichki katta kuchlanishning kelib chiqishi oldini oluvchi zaxira sig'imdir. Natijada betonning suv o'tkazmaslik va sovuqqa chidamlilik xususiyati bir qancha oshadi. Havo tortuvchi qo'shimchalar sement sarfi kam bo'lgan betonlarda ancha samaralidir. Plastiklovchi gidrofob qo'shimchalarga kremniyorganik suyuqliklar tegishlidir: natriy metilsilikonat (GKJ—11), natriy etilsilikonat (GJK—10) va etilgidrosiloksanli suyuqlik (GKJ—94). Ular agressiv muhitda beton pishiqligini, uzoq muddatga chidamliligini oshirish uchun, shuningdek, serg'ovak betonlarning yuzasini gidrofoblovchi sifatida qo'llaniladi.

Keyingi vaqtlarda qurilishda yangi kimyoviy qo'shimchalar — superplatiklovchilar ishlab chiqilayapti va amalga oshirilmoqda. Bu qo'shimchalar beton qorishmasining harakatchanligini va oquvchanligini keskin oshiradi va betonning texnologik xususiyatlarini yaxshi-

laydi. Ko'pincha superplastiklovchilar — sintetik polimer moddalar beton qorishmasiga sement massasidan 0,1—1,2% miqdorda qo'shiladi. Superplastiklovchilar ta'siri qoida bo'yicha beton qorishmasiga 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. Beton qotishi tezligining oshishi katta ahamiyatga ega va oddiy plastiklovchi qo'shimchalardan foydalanish beton qotishini sekinlatadi. Natijada maxsus choralar ko'rish zarurati yuzaga keladi: beton qorishmasiga bir vaqtning o'zida qotishni tezlatuvchi moddaning 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 Su/S 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 tayyorlashning quyish usulidan keng ko'lamda foydalanish yoki beton qorishmasini qisqa titratish yordamida kamaygan Su/S bilan qoliplash murakkab profilli konstruksiyalarni muvaffaqiyatli betonlash, mahsulotning qoliplash muddatini qisqartirish, yuza qismining sifatini yaxshilash, sement sarfini kamaytirish imkonini beradi.

Superplastiklovchi suyultiruvchilar orasida naftalinsulfokislotalar, S—3 asosidagi qo'shimcha keng tarqalgan. Qurilishda ham shunday 10—03 va KM—30 melamin smola asosidagi qo'shimchalar keng qo'llanilmoqda.

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 kalsiy xlorid, natriy sulfat, kalsiy nitrit-nitrat-xlorid va boshqalar qo'llaniladi. Bunda bu qo'shilmalarning ikkinchi ta'siri ham borligini hisobga olish kerak. Masalan, kalsiy xlorid armatura korroziyasini keltirib chiqaradi. Shu-

ning uchun temir-betonda maksimal miqdorda qo'llash me'yori chegaralangan (2% dan kam) va og'ir sharoitlarda ishlatiladigan yupqa va oldindan zo'riqtirilgan armatura konstruksiyalarida qo'llashga yo'l qo'yilmaydi. Natriy sulfat konstruksiya yuzasida sho'ralash hosil qiladi. Bu esa maxsus saqlovchi chora ko'rish zaruratini yuzaga keltiradi. Kalsiy xloridda nitrit-nitrat xloridning tezlatuvchi ta'siri ingibirlovchi ta'sir bilan mos keladi.

Sovuqqa qarshi ta'sir etuvchi qo'shimchalar – potash sifatida natriy xlorid, kalsiy xlorid va boshqalar qo'llanadi. Bu qo'shimchalar suvning muzlash nuqtasini kamaytiradi va betonning 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 kukunidan (PAK va GKJ–94) keng ko'lamda foydalaniladi. Aksincha, beton tarkibini zichlash uchun kalsiy nitrati, temir xloridi va sulfati, alyumin sulfati dietilenglikolli DEG–1 yoki uchetilenglikolli TEG–1 smolalar qo'shiladi.

Tishlashishni sekinlatish uchun shakar oqimi va SDB, GKJ–10, GKJ–94 beton maxsus xususiyatlarga ega bo'lishida, masalan, kengayuvchi betonlar olish uchun qo'shimchalar oshirilgan miqdorda qo'shiladi. SDB, alyumin kukuni, alyuminiy sulfati va kalsiy xloridi ham tarkibga kiritiladi.

Ko'pchilik qo'shimchalar suvda eriydi va ular beton qorgichga oldindan tayyorlangan qorishma sifatida qo'shiladi. Ba'zi bir qo'shimchalar emulsiya holatida (GKJ–94) yoki suvda suspenziya holida (PAK) qo'shiladi. Qo'shimchaning optimal miqdori sement turiga, beton qorishmasining tarkibiga, konstruksiyaning 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. Optimal miqdor tajriba bilan aniqlanadi.

1.8. Beton qorishmasi va uning tuzilishi

Murakkab ko'p komponentli polidispersion tizimni o'zida ifodalovchi beton qorishmasi suv, sement va to'ldiruvchilarni bevosita qorishtirish orqali olinadi. Unga sementning mayda dispersion zarralari, nisbatan yirikroq bo'lgan mayda va yirik donador to'ldiruvchi, aksariyat hollarda kiritiladigan maxsus qo'shimchalar,

suv va qorishmani tayyorlash jarayonida qo'shilib ketadigan havo kiradi. Beton qorishmasining xususiyati beton va temir-beton konstruksiyalar texnologiyasida katta ahamiyat kasb etadi. Jumladan, u qoliplash sharoitlarini va ma'lum darajada mazkur konstruksiyalarning yakuniy sifatini aniqlaydi.

Qattiq zarralar bilan suvning o'zaro ichki kuchlari ta'sirida (molekulalarning tortishishi, qovushqoq ishqalanish, kapillyar va boshqa kuchlar) beton qorishmasi qovushqoq tuzilishli suyuqliklar uchun xarakterli 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 tuzilishining nisbatan mustahkamligi yoki tuzilishi 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 uchrashi 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 qorishmasiga ikki tarkibiy qismdan tashkil topgan sistema deb qarash qulayroq – sement xamiri va to'ldiruvchi. Asosiy strukturani hosil etuvchi tarkib sifatida sement xamiri 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 xamiri yuqori taraqqiy etgan yuzali bo'lim – "qattiq jism – suyuqlik" holatiga ega bo'ladi. Bunday sistemada adsorbsion kuchlar, molekulyar va kapillyar o'zaro ta'sirlashuv kuchliroq namoyon bo'ladi va ular sistemaning bog'lanish darajasini oshiradi.

Sement xamirining xususiyati qattiq va suyuq holatlar nisbatiga bog'liq: tarkibdagi suv miqdori oshishi bilan sement xamirining harakatchanligi oshadi, plastik mustahkamligi kamayadi. Beton qorishmasida suv turli holatlarda bo'lishi mumkin (1.3-jadval).

Suvning beton qorishmasida tasniflanishi

1.3-jadval

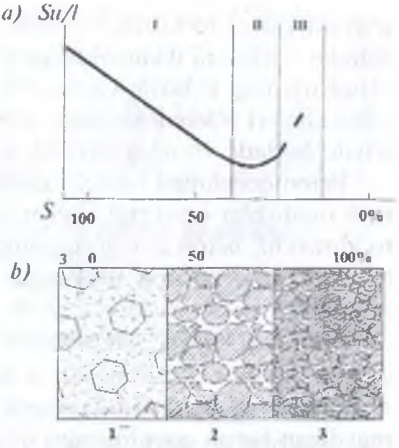
Bog'lanish xarakteri	Bog'lanish yuzaga kelishining sharoit va sabablari	Suvning taqribiy nisbiy miqdori, suvning umumiy miqdori % hisobida	
		Yangi tayyorlangan qorishmada	Sementning qotish dav ida
Kimyoviy (aniq miqdoriy nisbatlarda)	Qorishmadan gidratatsiya va kristallashuv	1–2	4–5
Fizikaviy-kimyoviy, adsorbsion	Qattiq fazaning molekulyar kuch maydonida adsorbsiya	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 adsorbsion kuchlar ta'sirida qattiq fazaning yuzasida fizikaviy-kimyoviy bog'lanishda bo'ladi.

Fizikaviy-kimyoviy bog'langan suvning miqdori ham, odatda, qattiq jismning nisbiy yuzasi ortishi bilan kuzatiladigan sementning gidratatsiyasi jarayonida o'zgaradi. Yangi tayyorlangan sement xamirida bunday suvning miqdori 3–5% ni, qotish vaqtigacha esa o'sib borib umumiy suv miqdoriining 25% igacha yetadi. Sement xamiridagi asosiy suv miqdori donalar orasidagi muhitda joylashadi. Bu g'ovaklar va oraliqlarning o'lchamlari 1 dan 50 mkm gacha va undan ortiq o'zarishi mumkin. Sementning gidratatsiyasi 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 hech qanday molekulyar kuchlari ta'sirida emas. Erkin suvning nisbiy miqdori sement xamiri tayyorlangan zahoti suvning umumiy hajmiga nisbatan 90% ni tashkil etadi va qotish jarayoniga qadar 65–70% ga tushib ketadi. Aynan erkin suvgina sement xamirining harakatchanligiga eng ko'p ta'sir ko'rsatadi.

Sement xamiri bilan to'ldiruvchining o'zaro nisbatiga ko'ra be-

ton qorishmasini, asosan, uch turga ajratish mumkin (1.4-rasm). Bu turlarning har biri beton va temirbeton konstruksiyalarini 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 xamirining tegib turgan hududiga ta'sir ko'rsatadi. Ular ta'sirining yig'indisi to'ldiruvchi donalarining miqdoriga va ularning solishtirma yuzalariga to'g'ri proporsional.



1.4-rasm. Beton qorshmalarining tarkibiy tiplari (a) va ularning tekis harakatchan qorishmadagi suv shimuvchanlikka (b) ta'siri.
I – suzuvchan to'ldiruvchi bilan; II – zich joylashgan to'ldiruvchi bilan; III – yirik g'ovakli, sement xamirining yetishmovchiligi bilan (Su/l – suv/litr).

Ikkinchi turdagi tuzilishda sement xamiri 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 Suv/Sem ning o'zgartirilishi hisobiga birinchi tur tuzilishdagi xususiyatlarga keltiriladi.

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

Bir turdagi tuzilishdan ikkinchisiga o'tish to'ldiruvchi miqdorining oshishi bilan birin-ketin amalga oshadi. Birinchi o'tish avval kichik hajmlarda va ketma-ket butun beton xamirini qamrab oladi. Ikkinchi tuzilishdan uchinchi tuzilishga o'tishda (sement xamirining to'ldiruvchilar orasidagi g'ovaklarni to'ldirishga yetishmayotgan jarayonda) beton qorishmasini qorishtirish yoki yoyishda katta miqdorda havo qo'shilib ketadi va ular to'ldiruvchidagi donalararo bo'sh

g'ovakliklarni to'ldirib, sement xamiri hajmini oshirgandek bo'ladi. Bunday tuzilishni ikkinchi turga mansub deyish mumkin. Sement xamiri miqdorining 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 xarakterining ketma-ket o'zgarishi natijasida turli tuzilishlar orasidagi chegaralar nisbiydir. Bu chegaralar sement va to'ldiruvchi, beton qorishmasining harakatchanligi, qoliplash usullari va boshqa faktorlarning o'zgarishi bilan ahamiyatli darajada surilishi mumkin.

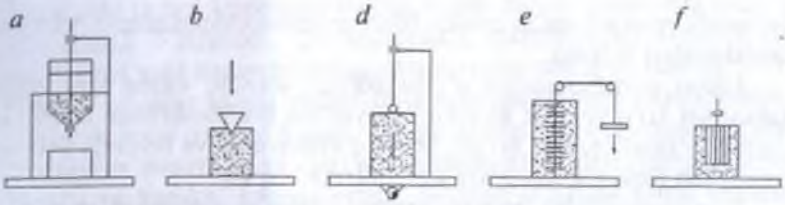
Odatdagi beton qorishmalari ikkinchi tur tuzilishiga kiradi. Bunday tuzilishlar o'zining katta samaradorligi bilan ajralib turadi va minimal sement sarfi bilan berilgan harakatchanlikdagi qatlamlashmaydigan beton qorishmasini olish imkonini beradi. Tuzilishi birinchi turga mansub bo'lgan qorishmalarga armosement konstruksiyalar tayyorlash uchun qo'llaniladigan bog'lovchi sarfi orttirilgan sementqumli qorishmalar kiradi. Tuzilishi uchinchi turga mansub qorishmalarga qumsiz beton qorishmalari va boshqa sayoz qurilish qorishmalari kiradi.

1.9. Beton qorishmalarining xususiyatlari

Beton qorishmalarining xususiyatlari qoliplash, tayyorlash, joylash va qotishidan boshlanadi. Bu jarayonlar betonning, konstruksiyaning va buyumlarning sifatini aniqlaydi. Shu sababli beton qorishmasi 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 xos 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 xarakteristikalaridan foydalanadilar: surilishdagi chegaraviy zo'riqish, relaksatsiya davri va qovushqoqlik. Bunday xususiyatlarni aniqlash uchun viskozimetrlardan foydalaniladi (1.5-rasm).

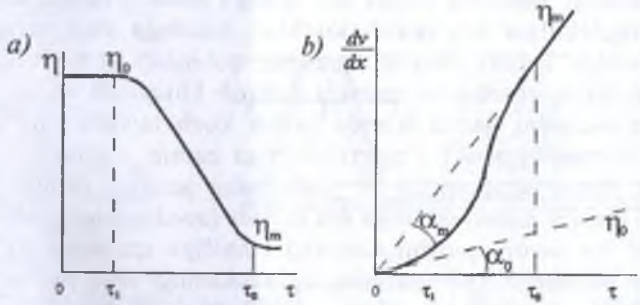


1.5-rasm. Sement xamiri va beton qorishmasining reologik xususiyatlarini aniqlaydigan asboblarning chizmalari.

a — teshikdan qorishmaning oqish tezligini o'lchaydigan; b — konusning cho'kish chuqurligini o'lchaydigan; d — sharchaning cho'kish tezligini o'lchaydigan; e — tortilishdagi zo'riqishni o'lchaydigan; f — koaksial silindrlarning aylanishdagi zo'riqishini o'lchaydigan.

Bunday tajribalar, asosan, ilmiy-tadqiqot laboratoriyalarda amalga oshiriladi. Ishlab chiqarish sharoitlarida esa, odatda, beton qorishmasi harakatchanligini (oquvchanligi) turli moslamalar yordamida nazorat qiladilar. Bu jihozlar tez va nisbatan oddiy holda beton qorishmasining zaruriy xarakteristikalarini olish imkonini beradi.

Beton qorishmasini to'liq baholash, beton va temir-beton buyumlarini hamda konstruksiyalarini ishlab chiqarishni to'g'ri tashkil etish uchun qorishmaning boshqa xususiyatlarini ham bilish zarur. Ularga quyidagilar kiradi: uning zichlashuvi, bir turliligi, qatlamlashuvchanligi, hajmining qotish jarayonida o'zgarishi, havo yutuvchanligi,



1.6-rasm. Surilishdagi kuchlanishga bog'liq holda qovushqoq plastik beton qorishmalari xususiyatlarining o'zgarishi.

a — tarkibiy qovushqoqlikning o'zgarishi; b — oquvchanlikdagi deformatsiyalanish tezligining o'zgarishi (a0 va am — sistemaning qovushqoqligini xarakterlovchi burchaklar).

birlamchi mustahkamligi (zudlik bilan qolipdan chiqariladigan bikir beton qorishmalari uchun).

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

Bu xususiyatlarga, asosan, sement xamirining miqdori va sifati o'z ta'sirini ko'rsatadi, chunki aynan sement xamirigina dispers sistema bo'lib, suyuq va qattiq fazalar orasida katta oraliqqa egaligi va bunda molekulyar tishlashish kuchlarining kuchayishiga hamda sistemaning bog'langanligi oshishiga olib keladi. Beton qorishmasida suv sarfi hal qiluvchi ta'sirga ega, chunki faqat suv butun sistema uchun xarakterli bo'lgan bog'liqlik va harakatchanlikni beruvchi, hajm va suyuq fazaning tuzilishida hamda bog'lanish kuchlarining 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 dispersligi oshishiga olib keladi. Ayni paytda bu jarayon beton qorishmasida sement xamirining yelimlovchi va plastifikatsiyalovchi xususiyatlarini ham oshirib, uning bog'lovchilik ahamiyatini ko'taradi. Shu bilan birga beton qorishmasining harakatchanligi kamaya boradi.

Sement xamiri strukturali deb nomlanuvchi sistemalarga kiritiladi. Ular strukturaning boshlang'ich mustahkamligini qisman xarakterlaydi. Sement xamirida yupqa suv qobig'i bilan o'ralgan zarralar orasidagi molekulyar bog'lanish kuchlari hisobiga aniq struktura (tarkib) yuzaga keladi. Suyuq fazaning qobiqlari sement xamiri 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 bir jinsli muhit yaratish uchun yetarli miqdordagi sement xamiri va suvga ega bo'ladi (avval keltirilgan birinchi va ikkinchi tur beton qorishmalarining tasnifiga qaralsin). Bunday qorishmalar birlamchi strukturasining mustahkamligi aniq plastiklik va harakatchanlikka ega bo'lgan sement xamiri kabi o'zini tutadilar.

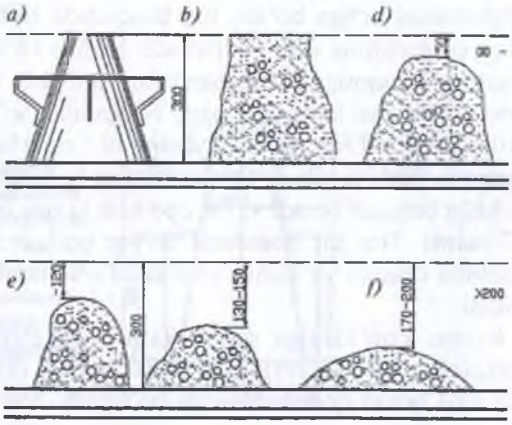
Strukturalashgan sistemalarga tashqi kuchlar qo'yilganda suyuq jismlarga qaraganda o'zini tutishi bilan tubdan farqlanadi. Agar suyuqlikning qovushqoqligi doimiy va qo'yilayotgan bosimga bog'liq bo'lmasa, strukturalashgan sistemalarning qovushqoqligi sistemaga

ta'sir etuvchi tashqi kuchlarga bog'liq holda doimiy haroratda ham bir necha marta o'zgaradi. Qovushqoqlik sistemaning surilishdagi kuchlanishiga 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 buzilgan parchalanish chegarasida, surilishga qarshilik va qovushqoqlik minimal darajada bo'lib, hatto kamharakat qorishmalar ma'lum darajada oquvchanlikka ega bo'ladi. Tashqi kuchlar olingandan so'ng sistema avvalgi holatiga qaytadi, struktura mustahkamligining birlamchi holati tiklanadi, harakatchanlik kamayadi.

Strukturalashgan sistemalar o'z reologik xususiyatlarini mexanik ta'sirlar jarayonida o'zgartirishlari va ta'sir to'xtagandan so'ng tiklanishiga ***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 haqidagi to'liq taassurotni reologik egri chiziq ko'rsatadi va u uch qismga bo'linadi (1.7-rasm). Birinchi qismda katta bo'lmagan surilishga qo'yilgan kuchlanishda beton qorishmasi strukturasi t birlamchi buzilmagan holatda saqlanadi va qovushqoqlikning η_0 kattaligi bilan



1.7-rasm. Beton qorishmasi harakatchanligini konus yordamida aniqlash.
a — konusning umumiy ko'rinishi, qorishmalar; b — bikir; d — kam harakatchan; e — harakatchan; f — o'ta harakatchan va oquvchan.

xarakterlanadi. Kritik chegaraviy kuchlanishga erishilganda t_1 sistemaning oquvchanlik chegarasiga mos kelganda strukturaning buzilishi boshlanadi va bu holat t_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 buzilgandan so'ng beton qorishmasi eng kam darajadagi qovushqoqlikka ega bo'ladi (plastik qovushqoqlik η_m – egri chiziqning 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 quyuqlik darajasi va to'shalishdagi qo'yiladigan talablarga to'liq javob berishi katta ahamiyat kasb etadi. Betonning quyuqlik darajasi uning tarkibiga ko'ra bikirdan biroz namlangan quyuq (xamirsimon) holatidan suyuq – oson oquvchan holatgacha bo'lishi mumkin. Beton qorishmasining quyuqlik darajasiga qarab uning texnologik xususiyatlarini aniqlashning u yoki bu usulidan foydalanadilar.

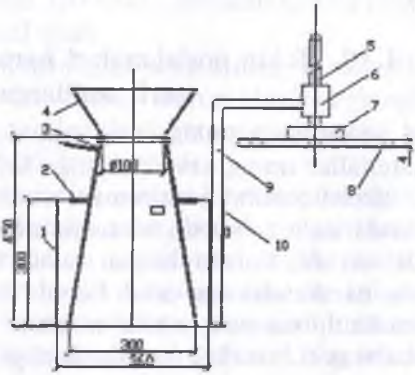
Harakatchanlikni, jumladan, qorishmaning o'z og'irligi ta'sirida yoyilishi va beton qorishmasi bog'langanligini aniqlash uchun standart konusdan foydalaniladi. Konus ikki tarafi ochiq, 1 mm qalinlikdagi po'lat tunukadan tayyorlanadi. Konusning balandligi 300 mm, pastki asosining diametri 200 mm, yuqori og'zining diametri 100 mm. Tajriba o'tkazishdan avval konusning ichki yuzasi va konus qo'yilayotgan idish suv bilan namlanadi. Konus 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. Qorishmaning o'z og'irligida yoyilish balandligi ***konus cho'kishi*** deyiladi. Qorishmaning harakatchanlik darajasini konus cho'kishi belgilab beradi va bu cho'kish konus olingan zahoti o'lchanadi (1.7-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 hol-

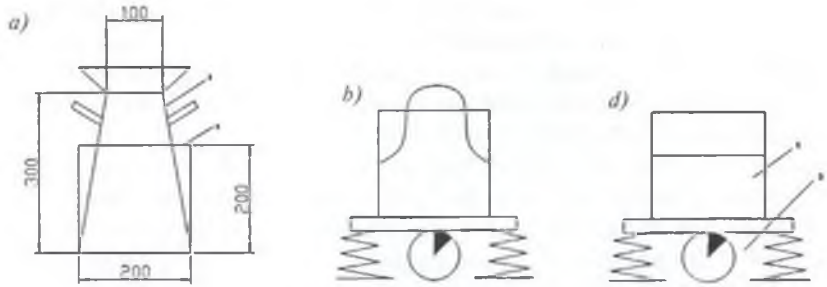
larda beton qorishmalari konusda cho'kish bermaydilar, biroq tashqi kuch ta'siri qo'yilganda bunday qorishmalar turli (suv sarfi va beton tarkibiga ko'ra) qoliplash xususiyatlarini namoyon etadilar. Bunday qorishmalarni ***bikir qorishma***lar deb ataydilar. Bunday qorishmalarning xususiyatlarini aniqlash uchun maxsus asbobdan foydalanib, ular yordamida qorishma 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 metall disk mahkamlangan (1.8-rasm).

Asbob titratuvchi moslama ustiga zich o'rnatiladi. So'ng idishga konus shaklidagi metall qolip tushiriladi. Konus o'lchamlari yuqorida ko'rsatilgan. Konus-shakl maxsus aylana-tutqich yordamida asbobga mahkamlanadi va qorishmani uchga bo'lib, har biri 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 xamiri 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 undagi tayanchlar olib tashlanib, kub ichiga joylashishi uchun pastki asosining



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



1.9-rasm. Beton qorishmasi qulay quyiluvchanligini aniqlashning soddalashtirilgan usuli.

a — asbobning umumiy ko'rinishi; b — tebranishga qadar beton qorishmasi; d — tebranishdan so'ng; 1 — konus; 2 — kub qolip; 3 — beton qorishmasi; 4 — titratgich.

diametri kamaytiriladi (1.9-rasm). Konus odatdagidek uch bosqichda to'ldiriladi. Metall konus olingandan so'ng laboratoriya maydonchasida beton qorishmasi titratiladi. Titratish jarayoni beton qorishmasi kubning barcha burchaklarini qoplab, yuzasi tekislanguncha davom ettiriladi.

Titratishning davomiyligi 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^{-1}. Tajribalarning ko'rsatishicha, standart asbobda aniqlangan bikirlik darajasi B. G. Skramtayev usuli bilan olingan qiymatlardan taxminan 1,5—2 marta kam.

1.10. Beton qorishmalari harakatchanligi va bikirligining turli omillarga bog'liqligi

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

Beton qorishmasiga sement xamiri bog'lanuvchanlikni, qolipni bir tekisda oqib to'ldirish xususiyatini beradi. Sement xamirining miqdori ortishi, konsistensiyasi suyuq bo'lishi bilan beton qorishmasining harakatchanligi oshib boradi. Sement xamiriga to'ldiruvchining kiritilishi, xususan, uning miqdori va nisbiy yuzalari ortib borishi sababli qorishmaning harakatchanligi kamayadi.

Betondagi sement sarfining 200 dan 400 m^3 gacha o'zgarishi va doimiy suv sarfida beton qorishmasining harakatchanligi o'zgarishi kuzatilmaydi. Suv sarfi o'zgargandagina qorishmaning harakatchanligi ham o'zgaradi. Suvga bo'lgan talabchanlikning doimiyligi 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'ldiuvchi donalarining sement xamiri bilan qoplanishi qalinligini oshiradi. Biroq bu holda Su/S nisbati kamayadi (doimiy suv sarfida), jumladan, sement xamiri kamharakat bo'lib boradi. Bu omillarning bir vaqtda ta'sir etishi natijasida, beton qorishmasida ulardan biri konsistensiyani (quyuq-suyuqlik darajasini) orttirib, ikkinchisi konsistensiyani kamaytiradi. Bu omillar shunday tartibda umumlashtirilishi lozimki, belgilangan chegaralarda sement sarfining o'zgarishi beton harakatchanligiga ta'sir etmasin.

Beton qorishmasidagi sement xamiri miqdorini doimiy Su/S nisbatda oshirish yoki to'ldiruvchilar miqdorini kamaytirishda beton qorishmasining harakatchanligi ortadi, mustahkamligi esa umuman olganda o'zgarmaydi. Agarda sement xamiri 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 xamiri 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 xamirining 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 xamirining maromidagi quyuuqligi nisbatan yuqori darajali holda qo'llanilishi beton qorishmasi harakatchanligini (doimiy suv sarfida) kamaytiradi.

Beton qorishmasidagi suv miqdorining 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 konsistensiyasini boshqaradigan asosiy omil hisoblanadi.

Beton qorishmasining harakatchanligi to'ldiruvchining yirikligiga bevosita bog'liq. To'ldiruvchi donalarining yiriklik darajasi ortishi bilan ularning umumiy yuzasi sement xamiriga 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 harakatchanlikka eng maqbul nisbatlarda erishiladi va bunda sement xamiri qobig'ining qalinligi maksimal darajaga yetadi. To'ldiruvchilar orasida qumning miqdori shu nisbatdan yuqori darajada bo'lsa, mavjudligi hisobiga qorishma kamharakat bo'lib qoladi va bu hol to'ldiruvchi yuzasining ortishi bilan tushuntiriladi.

Beton qorishmasining harakatchanligi oshishiga, suvga bo'lgan talabning kamayishi yoki sement sarfining kamayishiga plastifikatsiyalovchi qo'shimchalarni qo'llash bilan erishiladi. Masalan, sulfit-drojjali 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 qorishmalarining o'ta ahamiyatli darajada harakatchanligi va suv talabchanligini o'zgartiradi (SDB ga nisbatan 20–40% ga ko'p). 1.4-jadvalda beton qorishmasiga SDB kiritilganda suvga bo'lgan talabchanlikning nisbatan kamayishini xarakterlovchi qiymatlar keltirilgan.

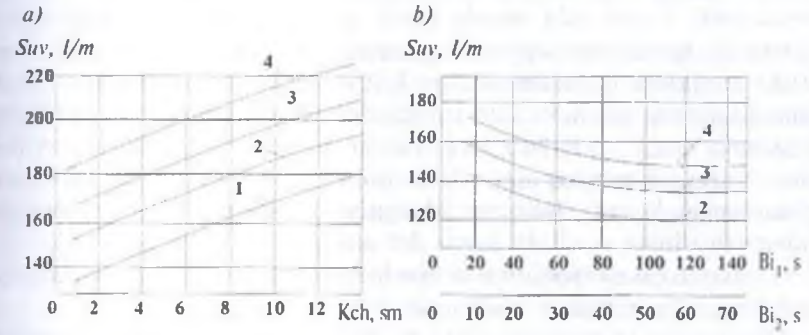
Beton qorishmasiga SDB kiritilganda suvga bo'lgan talabchanlikning nisbatan kamayishi

1.4-jadval

Bikirlik, s	Harakatchanlik, sm	Sement sarfi quyidagicha bo'lganda, kg/m^3 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. Beton 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 (1.10-rasm) bo'yicha tanlash mumkin.

Qum va shag'alning suvga bo'lgan talabidan kelib chiqib (Suv/q va Suv/sh) turli omillarning ta'sirini kengroq inobatga olish mumkin.



1.10-rasm. Portlandsement, o'rtacha yiriklikdagi qum (suv shimuvchanligi 7%) va yirik donador shag'aldan tayyorlangan plastik (a) hamda bikir (b) beton qorishmasining suv shimuvchanlik grafigi (Suv, l/m^3).

1 – 80 mm; 2 – 40 mm; 3 – 20 mm; 4 – 10 mm; Bi_1 – texnik viskozimetr bo'yicha qulay joylashuvchanlik; Bi_2 – aynisi, B. G. Skramtayev usuli bo'yicha.

Eslatma: *1. Agarda 7% dan ortiq suv shimuvchanlikka ega bo'lgan mayda qumdan foydalanilsa, suv sarfining har bir foizi uchun 5 l dan orttiriladi: suv shimuvchanligi 7% dan kam bo'lgan yirik qum qo'llanganda suv sarfining har bir foizi uchun 5 l dan kamaytiriladi. 2. Chaqilgan tosh qo'llanilganda suv sarfi 10 l ga orttiriladi. 3. Putssolan sementlar qo'llanilganda suv sarfi 15–20 l ga orttiriladi. 4. Sement sarfi 400 kg dan ortganda har 100 kg sement uchun 10 l dan suv sarfi orttiriladi.*

1.11. Beton strukturasining hosil qilinishi. Beton strukturasining shakllanishi

Beton strukturasi beton qorishmasining qotishi natijasida shakllanadi. Uning qoliplanishiga sement tishlashishi va qotishi hal qiluvchi ta'sir ko'rsatadi.

Sement suv bilan aralshtirilgandan so'ng boshlang'ich davrda uch kalsiyli silikat gidrolizi jarayonida kalsiy gidroksidi ajralib, to'ydirilgan qorishma hosil qiladi. Bu qorishmada sulfat, gidrooksid va ishqor ionlari, shuningdek, oz miqdordagi kremnezem, glinozem va temir moddalari mavjud. Kalsiy va sulfat ionlarining yuqori konsentratsiyasi qorishtirishdan keyin qisqa vaqtda kuzatiladi, chunki bir necha daqiqa mobaynida yangi paydo bo'ladigan moddalar — kalsiy gidrooksidi va ettringit cho'ka boshlaydi.

Taxminan bir soatdan keyin gidratatsiyaning ikkinchi bosqichi boshlanadi. Unda juda mayda kalsiy gidrosilikatlarning qoliplanishi kuzatiladi. Reaksiyada faqat sement zarralari ustki qatlamlarining ishtirok etishi natijasida qaytadan yuzaga keluvchi gidrat fazalar juda nozik granulometriya bilan xarakterlanadi. 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 bosqichi sement gidratatsiyasining «yashirin davri» deb ataladi.

Gidratatsiya jarayonining uchinchi bosqichi kalsiy gidrooksidining qorishmada kristallashuv boshlanishi bilan xarakterlanadi.

Bu jarayon juda jadal kechadi. Kalsiy gidrosilikati va ettiringit 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 xarakterlanadi. 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 monosulfatga aylanishi mumkin.

Beton xususiyatining o'zgarishi, asosan, sement gidratatsiyasi bilan belgilanadi, shuning uchun so'nggisi bu qonuniyatlarga hal qiluvchi

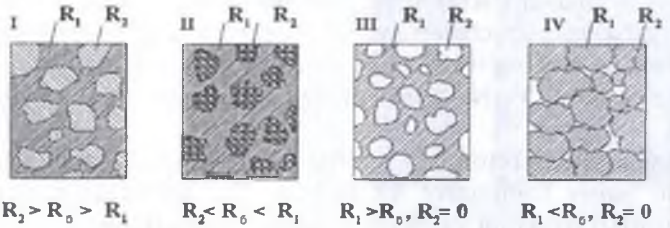
ta'sir ko'rsatadi. Gidaratatsiya jarayoni yetakchi hisoblanadi va uning kechish yo'nalishi beton strukturasi va xususiyatining o'zgarishini belgilaydi. Boshqa omillar (masalan, beton tarkibi, to'ldiruvchi xususiyati va boshqalar) beton strukturasi va xususiyatiga ta'sir ko'rsatsa-da, ikkilamchi hisoblanadi 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.

1.12. Beton strukturasi

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

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

1.11-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



1.11-rasm. Betonning asosiy makrostrukturaviy turlari.
I – zich; II – g'ovak to'ldiruvchili zich; III – katakchali; IV – donador; R_b – strukturaning o'rtacha mustahkamligi; R_1 va R_2 – beton tarkibini tashkil etuvchilarning mustahkamligi.

tegib turadi va to'ldiruvchining "suzuvchisimon" joylashuviga ega, ya'ni uning donachalari 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'zaro 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 yerda yirik to'ldiruvchi, qum, sement toshi va g'ovaklarni keltirish mumkin. Ayrim hollarda tahlil va texnologik hisoblar tuzish uchun ikki element – sement toshi, qumni biriktiruvchi va yirik qorishma to'ldiruvchidan tashkil topuvchi makrostruktura shartli ravishda olinadi.

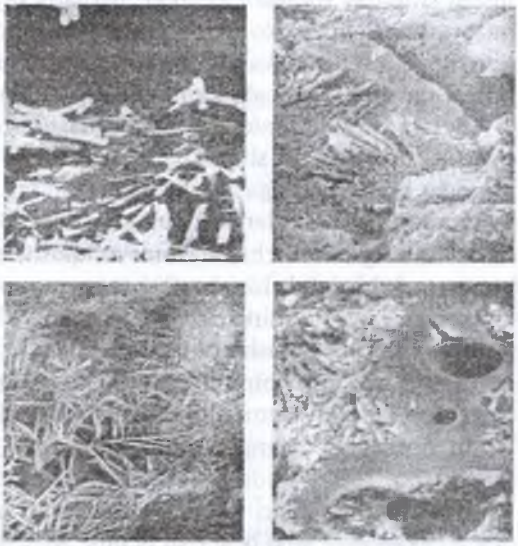
Mikrostruktura deganda mikroskop orqali kattalashtirilganda ko'zga ko'rinuvchi strukturaga aytiladi. Beton uchun sementning ta'sirlanmagan zarrachalari, yangi paydo bo'lgan moddalar va turli o'lchamdagi mikrog'ovaklardan iborat mikrostruktura katta ahamiyatga ega. Prof. V. N. Yung bunday strukturani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

Sement 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'lovchi mineral tarkibi va qotish shartlarini o'zgartirish orqali sement toshining turli xil mikrostrukturalarini: serg'ovak, dona-

dor, tolasimon, g'ovakli va boshqa turlardan tashkil topuvchi murakkab strukturalarini hosil qilish mumkin (1.11-rasm). Beton texnologiyasida turli bog'lovchi moddalar ishlatiladi, betonni qotirishning har xil sharoitlari qo'llaniladi. Shuning uchun betonlarda sement toshining turli xil mikrostrukturalari uchrashi mumkin.

Betonlar turlicha strukturaga ega. Og'ir betonlar uchun zich struktura, yengil konstruktiv betonlar uchun esa g'ovak aralashmali zich struktura, serg'ovak betonlar esa serg'ovak strukturaga, yirik bo'shliqlilar donador strukturaga ega. Albatta, keltirilgan shakilarda turlarga ajratish shartli bo'lib, aslida beton strukturasi o'ta murakkabligi bilan farqlanadi. Masalan, og'ir betonning zich strukturasida sement toshi katta miqdordagi g'ovaklarga ega bo'ladi, yengil betonning zich strukturasida 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 qiladi va 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 se-



1.12-rasm. Elektron skanerlovchi mikroskopda olingan sement toshi va betonning mikrostrukturalari.

Yuqorida sement toshining to'ldiruvchi bilan tutashish hududidagi strukturalar; pastda sement toshi strukturasi.

ment toshining asosiy massasidagi kabi defektli joylari, ta'sirlanmagan zarralar, mikrodarzlar va material yaxlitligini kamaytiruvchi boshqa elementlar mavjud bo'ladi. 1.12-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 temirbeton konstruksiyalarni ishlab chiqarishni loyihalashtirish, tashkil etish jarayonida hisobga olinishi kerak.

1.13. Og'ir beton tarkibini loyihalash. Beton tarkibini aniqlash usulining asosiy qoidalari

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

Beton tarkibini aniqlash quyidagilarni o'z ichiga oladi: a) konstruksiyaning 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'lumot olish; d) betonning birlamchi tarkibini aniqlash; e) namuna uchun qorilgan beton tarkibini tekshirish; f) beton tayyorlashni nazorat qilish; g) tayyorlash vaqti, to'ldiruvchilar xususiyati va boshqa omillar o'zgarganda uning tarkibiga tuzatishlar kiritish.

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

Beton xususiyatlari va beton qorishmasi 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) konstruk-

siyaning o'lchami, armaturalarning qalinligi, beton quyish va uni joylashtirish usullaridan kelib chiqqan holda belgilanadi (1.5-jadval). 1.5-jadvalda betonning bikirligi standart konus va texnik viskozimetrlarda ko'rsatilgan.

Tarkibidagi sement miqdori yetarli 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

1.5-jadval

Konstruksiya va zichlash usuli	Bikirlik, s		Harakatchanligi, sm
	QMQ konus bo'yicha	QMQ standart bo'yicha	
Vibromaydoncha yoki vibromoslama bilan shaklga solinadigan hamda tez qolipdan tushiriladigan yig'ma temir-beton konstruksiyalar	30–10	120–40	–
Vibromaydonchada gorizontal holatda shaklga solinadigan bo'shliqli yopuvchi konstruksiyalar, 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 konstruksiyalar	30–20	120–80	–
Kassetada shakl beriladigan konstruksiyalar	10–5	–	7–17
Sentrifuga bilan tayyorlangan konstruksiyalar	–	–	5–10
Gidropresslangan konstruksiyalar (quvurlar)	10–5	40–20	–

Sement sarfining minimal bo'lishi beton qorishmasining quyuqligi va to'ldiruvchi moddaning o'lchamiga bog'liq bo'ladi. (1.6-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.

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

1.6-jadval

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

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

Sementni tejamli ishlatish uchun uning markasi betonning berilgan markasidan balandroq bo'lishi talab etiladi. (1.7-jadval).

Beton uchun tavsiya etiladigan sement markasi

1.7-jadval

Beton markasi	Sement markasi	Beton markasi	Sement 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 kvars qumi, ohak uni va boshqalar)ni qo'shish talab etiladi.

Beton to'ldiruvchisi sifatida qoidaga ko'ra mahalliy material yoki yaqinda joylashgan karyerdan olinadigan materillarni ishlatishga ha-

rakat qilinadi. Biroq ularning orasidan sement sarfi minimal bo'lgan holatda lozim xususiyatli beton olish imkonini beradiganlari tanlab olinadi. Beton qorishmasining belgilangan harakatchanligiga suv sarfini to'g'ri taqsimlash orqali, betonning mustahkamligiga esa suv-sement nisbati va sement sarfining to'g'ri taqsimlanishi natijasida erishiladi.

Sement sarfi minimal bo'lishini to'ldiruvchi katta-kichikligining 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* koeffitsientining joriy etilishi beton tarkibini aniqlashni osonlashtirdi va natijalari ishonchliroq bo'ldi. Chunki 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:

$$(S/\rho_s)+Su+(Q/\rho_q)+(Sh/\rho_{sh})=1000$$

$$(S/\rho_s)+Su+(Q/\rho_q)=P_{ch}\,\alpha\,(Sh/\gamma_{sh})$$

Bu yerda: ρ_s, ρ_q, ρ_{sh} — sement, qum va shag'alning haqiqiy zichligi, kg/l; P_{sh} — shag'alning g'ovakligi (nisbiy qiymat); α — shag'al donalarining qorishmada tarqalish koeffitsienti; γ_{sh}— shag'alning zichligi, kg/l.

Birinchi tenglamaning beton komponentlari absolyut hajmining yig'indisi 1 m^3 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-sementli qorishma (standart bo'sh holatida) shag'al orasidagi bo'sh joylarni to'la to'ldirishi va uning donalarini bir miqdor surishi lozim va bu holat beton aralashmasining yaxshi joylashishi hamda to'ldiruvchi donalarining yagona, mustahkam monolit 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, α koeffitsient esa eksperimental

usulda olingan tavsiyalarga, asosan, sement sarfi minimal bo'lishini ta'minlovchi nisbatga qarab olinadi.

Keltirilgan tenglama yordamida quyidagini olamiz:

$$Sh = \frac{1000}{\alpha(P_{sh}/\gamma_{sh}) + (1/\rho_{sh})} \quad (1.4)$$

$$Q = \left[1000 - \left(\frac{S}{\rho_s} + Su + \frac{Sh}{\rho_{sh}}\right)\right]\rho_q \quad (1.5)$$

Yengil 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 qo'shilgan havo hajmini belgilovchi qiymat qo'shiladi. Shunday qilib, ko'rib chiqilgan usulda material sarfining yakuniy qiymati, materiallar egallaydigan absolyut hajm nazarda tutilgan hamda betonning tejamliligi, mustahkamligi va boshqa xususiyatlari yetarli 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.

1.14. Mayda va yirik to'ldiruvchi orasidagi nisbatni tanlash

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

Sement qorishmasi konsistensiyasi 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 zarralarining surilish koeffitsienti α hisobga olinadi.

α koeffitsientining tajribada aniqlangan qiymatlari

1.8-jadval

Mayda qumli beton			O'rta qumli beton		
Sement aralashmasining miqdori, l/m	α qiymati		Sement aralashmasining miqdori, l/m^3	α 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

1.8-jadvaldagi raqamlardan ko'rinib turibdiki, plastik betondagi α koeffitsientining 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 a koeffitsientning optimal miqdori, sement sarfi 200–400 kg/m^3 bo'lganda, 1,05–1,15 ga teng bo'ladi.

Beton tarkibi va beton aralashmasi konsistensiyasida α koeffitsientining o'zgarishi fizik nuqtayi nazardan qaraganda quyidagicha izohlanadi: bikir beton aralashmasida yopishuvchanligi yuqori bo'lgan sement miqdori nisbatan kam. Shuning uchun suv ajralishi va siljib 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 suv ko'proq qo'shilganda sement aralashmasining absolyut hajmi ortadi, qovushqoqligi esa kamayadi. Beton aralashmasidan suv ajaralib chiqishi va tarqalib ketishi oldini olish hamda betonning yaxshi birikishini ta'minlash uchun α koeffitsientini oshirish va bu bilan qum va shag'al (tosh) nisbatini saqlash, ba'zan esa (Su/S nisbati yuqori bo'lganda) oshirish mumkin.

Plastik beton qorishmalari uchun a koeffitsientining optimal miqdori $\alpha = f$ (ST) dan kelib chiqqan holda belgilanganda, ayniqsa, aniqroq bo'ladi (1.9-jadval). Hisoblashlar uchun 1.9-jadvaldagi ma'lumotni ishlatish qulayroq. Jadvalda $\alpha = f$ (ST) qiymati $\alpha = f$ (S, SuST) ga

o'tkazilgan. Javdalda, shuningdek, qum yirikligidan kelib chiqqan holda o'zgartirish kiritish ham ko'rsatilgan.

Plastik beton qorishmalari uchun α koeffitsientining optimal qiymati (Su_q=7%)

1.9-jadval

Sement sarfi, kg/m³	Su/S uchun α koeffitsientining 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 Su/S ning boshqa qiymatlarida α koeffitsienti interpolyatsiya bilan topiladi.

2. Suvni talab etish qiymati 7 foizdan ko'p bo'lgan mayda qum ishlatilganda qum suvni talab etish qiymatining bir foizga oshishi α koeffitsienti 0,33 ga kamaytiriladi. Su_q < 7% bo'lgan yirik qum ishlatilganda Su_q bir foiz kamayishiga α koeffitsienti 0,33 foizga oshiriladi.

1.15. Beton tarkibini hisoblash tartibi

Beton qorishmasi tarkibi ikki usul bilan aniqlanadi:

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

1 : x : y (masalan: Su/S = 0,6 bo'lganda vazn qiymati 1 : 2 : 4)

2. 1 m³ hajmda yotqizilgan va zichlangan beton uchun sarflangan material sarfi bo'yicha. Masalan:

Sement 280
Qum 700
Shag'al 1250
Suv 170
Jami 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. Bunda 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 Su/S yoki S/Su aniqlanadi. Suv-sement yoki sement-suv nisbati beton mustahkamligining 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:

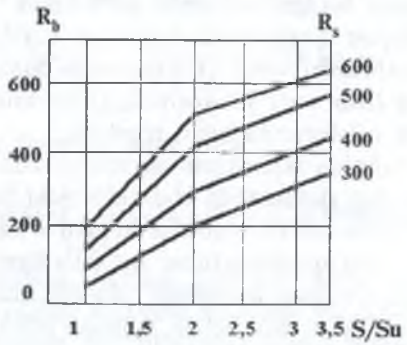
a) Su/S > 0,4 bo'lganda:

$$Su/S=AR_s/R_b+A\cdot 0,5R_s \qquad (1.6)$$

b) Su/S <0,4 bo'lganda yuqori sifatli betonlar uchun:

$$Su/S=A_1R_s/R_b-A_1\cdot 0,5R_s \qquad (1.7)$$

A va A_1 koeffitsientlar qiymati 1.9-jadvaldan olinadi yoki rasmdan topiladi (1.13-rasm).



1.13-rasm. Talab etiladigan beton R_b mustahkamligi va qo'llanilayotgan R_s sement markasiga bog'liq holda Su/S nisbatini tayinlash grafigi.

1.6-formulani $R_b<2AR_s$ bo'lganda ishlatish kerak. Boshqa hollarda 1.7-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 Su/S qiymati uchun tegishi bog'liqliklar ishlatiladi. Bunday bog'liqlikka misol keyingi bandlarda ko'rsatilgan, biroq beton tarkibini aniqlash asoslari avvalgidek qolaveradi.

2. Dastlabki sinov natijalari asosida yoki taqriban 1.13-rasmdagi (birinchi qism) bo'yicha beton harakatchanligiga bo'lgan talabdan kelib chiqqan holda suv sarfi belgilanadi. Bu holda yirik to'ldiruvchining suvni shimish xususiyati hisobga olinishi kerak. Agar og'irligi bo'yicha 0,5 foizdan ko'p bo'lsa, 1.13-rasm 400 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:

$$S = Su : Su/S \qquad (1.8)$$

Agar 1 m^3 betonga sement sarfi QMQ da ko'rsatilgandan ko'ra kamroq bo'lsa (1.8-jadvalga qarang), uni talab etilgan me'yorgacha ko'tarish yoki maydalab yanchilgan qo'shimcha qo'shish talab etiladi. So'nggi vosita, odatda, ushbu markadagi beton uchun sementning faolligi o'ta yuqori bo'lgan hollarda qo'llaniladi.

4. Plastik beton qorishmalari uchun surilish koeffitsienti α 1.9-jadvalga qarab belgilanadi (1.9-jadvalga qarang).

5. Shag'al va tosh sarfi 1.6-formula bilan aniqlanadi.

6. Qum sarfi 1.7-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 materiallar, uni tayyorlash texnologiyasi va beton qorishmasini joylashtirishga talab nuqtayi 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 qo'yiladigan alohida talablar tegishli qo'shimcha va o'zgartirishlar kiritish yo'li bilan hisobga olinishi kerak.

1.1-misol. Harakatchanligi konus cho'kishi bo'yicha hisoblanganda 4–5 sm bo'lgan M 300 beton markasi tarkibini aniqlang. Materillar: faolligi 37,5 MPa bo'lgan portlandsement, 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 1.10-formula bilan hisoblanadi:

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

2. 1.10-rasm bo'yicha suvning taxminiy sarfi 178 l/m^3 ni tashkil etadi.

3. Sement sarfini 1.12-formula bilan topamiz:

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

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

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

1.5-jadval bo'yicha surilish koeffitsienti $\alpha = 1,38$ (interpolyatsiya bo'yicha).

5. Shag'al sarfi 1.1-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 sarfi 1.2-formula bilan topiladi:

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

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

1.2-misol. Texnik viskozimetr bo'yicha beton qorishmasining bikirligi 60 s ga teng bo'lgan M 300 markali beton tarkibini aniqlang. Materiallar 1.1-misolda ko'rsatilganlar bilan bir xil bo'ladi.

1. 1.10-formula bilan suv-sement nisbatini topamiz:

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

2. 1.10-rasm bo'yicha suvning taxminiy sarfi 130 l/m^3ni tashkil qiladi.

3. Sement sarfini 1.12-formula bilan topamiz:

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

4. Sement sarfi o'rtacha bo'lganda bikir beton qorishmasi uchun surilish koeffitsienti $\alpha=1,1$ deb olamiz (1.5-jadval bo'yicha).

5. Shag'al sarfini 1.1-formula bilan topamiz:

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

6. Qum sarfini 1.2-formula bilan topamiz:

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

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

1.1 va 1.2-misollardagi beton tarkibi taqqoslanganda bikir beton qorishmasining ishlatilishi sementni anchagina tejash imkonini berishini ko'ramiz (330–240 =90 kg, taxminan 27 foizni tashkil etadi).

1.16. 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 xosligi bois konusning cho'kishi yoki beton qorishmasining bikirligi belgilangandan farq qilishi mumkin. Misol uchun 1.1-misolda konusning cho'kishi 0 ga teng bo'ldi deb olaylik. Ya'ni beton qorishmasi yetarli darajada harakatchan bo'lmadi. Harakatchanlikni oshirish uchun suv sarfi taxminan 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 Kch=8sm), biroz qum va shag'al qo'shiladi (5–10 foiz). Shundan so'ng beton tarkibi o'zgartiriladi. Bunga sabab beton qorishmasining oldingi hajmi oshganligi. 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:

$$\gamma_{b.q}=/G_2 - G_1/V_f$$

Bu yerda 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 ±2%). Shundan so'ng tekshirish uchun tayyorlangan beton qorishmasining amaldagi hajmi aniqlanadi:

$$V_f=\Sigma G/\gamma_f$$

Bu yerda ΣG – namuna uchun tayyorgan qorishmaga ishlatilgan materiallar massasining yig'indisi, kg. γ_f – zichlashtirilgan beton qorishmasining amaldagi zichligi, kg/l.

Olingan beton qorishmasining hajmi va tekshirish uchun qorilgan betonga sarflangan materiallar miqdorini bilgan holda 1 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 namuna tayyorlansa, quyidagi minimal qorishma hajmi tayyorlanadi:

Namuna qirrasining o'lchami, *sm*	10	15	20	30
Tekshiriladigan qorishma hajmi, *l*	6	12	25	85

1.1-misol shartlari uchun namunalarning nazorat o'lchami 15x15x15 sm (shag'alda 3 D_{pr} dan ko'proq) bo'ladi va demak, qorish-

ma 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)
Jami	29,16 kg

Agar beton qorishmasining haqiqiy jipsligi 2350 kg/m^3 bo'lsa, qorishmaning hajmi V_f =29,16/2,35=12,4 l bo'ladi

1 m^3 beton uchun materiallar sarfi quyidagiga teng bo'ladi: S=4,36:0,0124=350 kg; Su=190 l; Q=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 yechiladigan cho'yan yoki po'lat qoliplarda shaklga solinadi. Ularning o'lchami aniq bo'lishiga erishish kerak va qirralari bo'yicha og'ish ±1 foizdan oshmasiligi kerak. Qirralar burchagi 90±2°ni tashkil etadi. Namunalarni joylash va zichlash usuli ishlab chiqarishda qabul qilingani bilan bir xil bo'lishi, beton qorishmasini qolipga joylash 30 minut davomida amalga oshirilishi kerak.

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

Namunalar ikki sutka davomida xona harorati 16–20°C 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 qirrasi 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 ±15% farq qilsa, beton tarkibini to'g'rilash lozim bo'ladi, ya'ni mustahkamlikni oshirish uchun sement sarfi Su/S oshirilishi kerak, mustahkamlikni kamaytirish uchun esa uning miqdori kamaytiriladi.

1.17. 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:

$$Su_q = QW_q \qquad (1.9)$$

$$Su_{sh} = ShW_{sh} \qquad (1.10)$$

Bu o'rinda W_q, W_{sh} – qum va shag'al (tosh)ning namligi.

Shundan so'ng suvning haqiqiy sarfi aniqlanadi: $S_x = Su - S_q - S_{sh}$. Nam to'ldiruvchilarning bir qismi suvdan iborat bo'lgan 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: $Q_x = Q + Su_q$ va $Sh_x = Sh + Su_{sh}$. Ushbu to'g'rilashda sement sarfi o'zgarishsiz qoladi.

Agar 1.1-misol shartlari uchun qum namligini 3% va shag'al namligini 1% deb oladigan bo'lsak, quyidagi tenglik hosil bo'ladi:

Qumdagi suv miqdori — Su_q=600x0,03=18 *l*

Xuddi shuning o'zi shag'alda — Su_{sh}=127x0,01=12,7 *l*

Jami 30,7 ≈ 31 l

Su/S va beton belgilangan mustahkamligini saqlash uchun hisoblash vaqtida quruq to'ldiruvchilar olingan suv sarfi 1.1-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
Jami	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 koeffitsienti β_b ishlatiladi va u ushbu formula bilan aniqlanadi:

$$\beta_b = \frac{1000}{S/\gamma_s + Q/\gamma_q + Sh/\gamma_{sh}} \qquad (1.11.)$$

Bu tenglikdagi γ_s, γ_q va γ_{sh} — sement, qum va shag'alning zichligini bildiradi.

Beton chiqishi koeffitsienti 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 β_b koeffitsienti 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 koeffitsienti be-

tonning 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:

$$V_z = \beta_b V_{bs} \qquad (1.12)$$

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 ($Ts_z = Ts \times V_z$ va hokazo).

Yuqorida ko'rilgan misol uchun agar $\gamma_{v.q}=1,65$ va $\gamma_{v.sh}=1,48$ 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 500x0,67=335 l yoki 0,335 m^3 bo'ladi. Bir marta qorish uchun ishlatiladigan materiallar sarfi quyidagicha:

Sement 330x0,335=111 kg

Qum 618x0,335=207 kg

Shag'al 1283x0,335=430 kg

Suv 136x0,335=45 *l*

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

/330/330/:/618/330/:1283/330/=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 konstruksiyalarni betonlashda tayyorlangan nazorat uchun olingan namunalarni tekshirish natijalaridan kelib chiqiladi. Agar betonning bir yoki ikki markasi ishlatilishi kutilayotgan bo'lsa, Su/S qiymatli uchta sinov qorishmasini tayyorlash kifoya qiladi. Masalan, 0,4, 0,55 va 0,7. Su/S ning qiymat darajasi shunday bo'lishi kerakki, bunda betonning mustahkamligi belgilanganidan 15–20% ko'p yoki kam beton olishga erishilishi kerak. Beton qorishmasining harakatchanligi topshiriqqa binoan olinadi.

2-bob. Betonning xususiyatlari

2.1. Betonning mustahkamligi

Mustahkamlik – materialning yuk yoki boshqa omillar natijasida hosil bo'ladigan ichki kuchlarning kuchlanishlari ta'sirida buzilishga qarshilik ko'rsata olish xususiyatini bildiradi. Inshootlardagi materiallarga siquvchi, cho'zuvchi, eguvchi, kesuvchi va burovchi ichki kuchlanishlar ta'sir ko'rsatishi mumkin.

Beton siqilishga chidamli, lekin kesuvchi kuchga yomon va cho'zilish ta'siriga undan ham (siqilishga nisbatan 5–50 marta) yomonroq qarshilik qiladigan materiallar sirasiga kiradi. Shuning uchun qurilish konstruksiyalarining (qurilmalarning) loyihasi, odatda, beton ulardagi bosuvchi kuchni qabul qiladigan qilib tuziladi. Cho'zuvchi kuchni olishi lozim bo'lgan beton armatura bilan mustahkamlanadi. Temir-beton konstruksiyalardagi cho'zuvchi va kesuvchi kuchlanish ta'siri bunday yukka qarshilik darajasi yuqori bo'lgan po'lat armaturaga o'tadi. Shuning uchun betonning muhim sifatlaridan biri siqilishga mustahkamligi hisoblanadi.

Biroq shunday konstruksiyalar ham borki (bularga misol qilib yo'l qoplamalari, pol va hokazolarni keltirishimiz mumkin), ularda ishlatilgan beton egilish vaqtida cho'zilish kuchlanish qabul qilishi lozim bo'ladi. Bunday holatda beton tarkibi loyihasini betonning egilish va cho'zilishdagi berilgan mustahkamligi kerakligidan kelib chiqib tayyorlash lozim.

Fizik nuqtayi nazardan qaralganda buzilish deb jismning bo'laklarga ajralishi tushuniladi. Materialdagi kamchiliklar buzilish

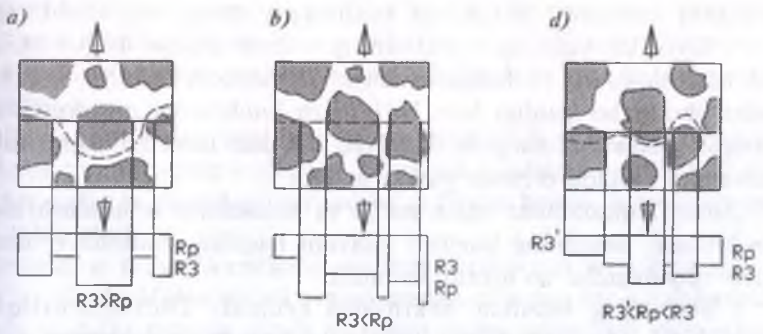
jarayonining oson bo'lishiga olib keladi, ya'ni materialning mustahkamligi kamayadi.

Mo'rt materiallar, shuningdek, beton ham siqilish kuchi ta'siriga perpendikulyar yo'nalishda hosil bo'ladigan cho'zilishdagi kuchlanish yoki ma'lum yuzaga ta'sir etuvchi kesuvchi kuchlanish ta'sirida buziladi.

Betonning mustahkamligi integral xususiyat bo'lib, u betonning komponentlari, tarkibi, tayyorlanish sharoiti, qotishi, ishlatilishi va sinashga bog'liq bo'ladi. O'z navbatida betonning mustahkamligi uning bir qancha omillari bilan ham bog'liq.

Beton mustahkamligi namunani yuk ta'sirida sinab ko'rish bilan aniqlanadi. Sinovda betonning yukka chidamlilik darajasini o'rganish, mustahkamligini bilish yagona maqsad emas, asosiy maqsad — ekspluatatsiya sharoitida betonga ta'sir etuvchi kuchlar so'nggi qiymatiga yetmasa-da, uning ko'p yil ishlashi, darz hosil bo'lishiga chidamliligi va boshqa xususiyatlarining yetarli ekanligini bilishdir.

Betonning yukni qanday qabul qilishi va buzilish xususiyatlarini ko'pchilik olimlar tadqiq etishgan. Buziluvchi yuzaning ikki xil bo'lishi aniqlangan (2.1-rasm). Birinchi holatda to'ldiruvchining cho'zilishdagi mustahkamligi qorishma yoki sement toshi mustahkamligidan yuqori bo'lgandagi buzilish, to'ldiruvchi donalarini chetlab o'tib qorishmaning o'zida hosil bo'ladi. Ikkinchi holatda to'ldiruvchining mustahkamligi qorishmaning mastahkamligidan kam bo'lganda



2.1-rasm. Betonning buzilish xarakteri.

a — to'ldiruvchi buzilmagan holda sement qorishmasi bo'ylab; b — to'ldiruvchi donalarining yorilishi bilan; d — aralash holda buzilish (buzilish yuzasi uziq chiziq bilan ko'rsatilgan).

buzilish qorishma va to'ldiruvchi donalarida yuz beradi. Aralash buzilish holatlari ham bo'lishi mumkinki, bunda to'ldiruvchi donalari va qorishmaning mustahkamligi bir-birigi yaqin bo'lganida beton strukturasining turli qismlarida yo to'ldiruvchi yoki beton mustahkamroq bo'ladi.

Betonning buzilish jarayonini o'rganish natijasida B. G. Skramtayev beton mustahkamligining uch xil gipotezasini taklif etdi. Birinchi gipoteza sement toshi va to'ldiruvchi o'rtasida ularning qayishqoqlik moduliga mos ravishda normal kuchlanish taqsimlanishiga asoslangan, ya'ni qayishqoqlik moduli yuqori bo'gan materialda kuchlanish bir joyda to'planishi va bo'shroq materiallardan yukni olishni nazarda tutgan edi. Ikkinchi gipotezaga ko'ra siqilish ta'sirida betonning buzilishi qiya yuzalardagi kesilishda yuz beradi. Uchinchi gipoteza bo'yicha beton siqilish ta'sirida ko'ndalang kengayishi natijasida buziladi. Bunday buzilish quyidagi sabablarga ko'ra yuz berishi mumkin: a) sement toshining uzilishi; b) sement toshi va to'ldiruvchi tishlashishining buzilishi; d) to'ldiruvchi donalarining uzilishi.

Beton mustahkamligi gipotezasi tekshirib ko'rilganda uchinchi gipotezaning haqiqatga ancha yaqinligi va birinchi gipoteza qisman to'g'ri ekanligi ma'lum bo'ldi. Bu holat betonning tajriba vaqtida yuk ta'sirida o'zgarishi va buzilish xususiyatlarini tasdiqlaydi.

So'nggi vaqtlarda keng tarqalgan mikroskop va ultratovush bilan tekshirish usullari buzilishdan ancha oldin betonda mikrodarzlar paydo bo'lishini ko'rsatdi. Betondagi kuchlanish maydonini tahlil etgan A. A. Gvozdev kuzatilgan faktlarning nazariy asosini ishlab chiqdi. Yuk natijasida hosil bo'ladigan kuchlanish maydoni material turli jinslardan iborat bo'lganligi bois bo'ladigan kuchlanish maydoni bilan ta'sirga kirishadi va natijada bosim yig'ilib darz hosil bo'lishiga sabab bo'ladigan alohida o'rinlar paydo bo'ladi.

Qator tatqiqotchilar olgan natija va xulosalarni umumlashtiradigan bo'lsak, betonning buzilish jarayoni haqidagi zamonaviy tasavvurlar quyidagicha bo'lishini ko'ramiz:

1. Betonning buzilishi sekin-asta kechadi. Oldiniga ortiqcha zo'riqish hosil bo'lib, so'ng alohida mikrohajmda mikrodarzlar paydo bo'ladi. Jarayon kuchlanishi qayta taqsimlanib, materialning ko'proq qismida darz hosil bo'lib, namunaning shakli, konstruksiyasi, o'lchami va boshqa omillar ta'sirida u yoki bu ko'rinishdagi yaxlit

uzilish bo'lgunga qadar davom etadi. Yuklashning so'nggi bosqichida mikrobuzilish jarayoni beqaror bo'ladi va ko'chki ko'rinishiga o'tadi.

2. Siqilish natijasida betonning buzilishi. Ta'sir etuvchi kuchga parallel bo'lgan ajratuvchi mikroyoriqlar paydo bo'lishi bilan izohlanadi. Tashqaridan qaralganda namunaning hajmi oshgandek ko'rinadi, haqiqatda esa materialning yaxlitligi buziladi. Mikroyoriqlarning ko'payish jarayoni beton strukturasi, xususan, undagi defektli o'rinlarning o'lchami, soni, qo'yilgan yukning turi va tartibiga bog'liq bo'ladi.

3. Buzilish jarayoniga betonning suyuq fazasi katta ta'sir qiladi. Suv plastik deformatsiyalar, siljuvchanlik deformatsiyasi va mikroyoriqlar paydo bo'lishini osonlashtirib, betondagi strukturaviy bog'liqliklarni bo'shashtiradi, uning mustahkamligini kamaytiradi. Ushbu omilning ta'sir darajasi yuk tushishi tezligiga bog'liq.

4. Betonning mustahkamligi va shaklini o'zgartirmaslik xususiyati to'ldiruvchi donalarni monolit qilib biriktiruvchi sement toshiga bog'liq. Sement toshining struktura va xususiyati uning mineral tarkibi, suv-sement nisbati, sementning maydaligi, uning yoshi, tayyorlanish sharoiti va qo'shimchalarning qotishiga bog'liq. So'nggi vaqtlarda u yoki bu texnologik usullarni ishlatish, masalan, vibratsiya yordamida aralashtirish, qo'shimchalar qo'shish orqali beton mustahkamligi va shakl o'zgarishiga chidamliligini ancha oshirish mumkinligi isbotlandi. Ba'zi hollarda betonning xususiyatlari 1,5—2 martaga o'zgargani kuzatilgan. Betonning xususiyati to'ldiruvchining turi, sifati va tarkibiga ko'proq bog'liq bo'ladi. Bir xil sement ishlatilgan, suv-sement nisbati bir xil, lekin turli to'ldiruvchilar ishlatilgan betonning mustahkamligi bir-biridan 1,5—2 marta farq qilishi mumkin.

Albatta, betonning buzilish jarayoni haqiqatda yuqorida aytilgandan ko'ra murakkabroq va juda ko'p boshqa omillarga bog'liq bo'ladi. Hozirga qadar bu boradagi mavjud ba'zi fikrlar bahsli, boshqalari esa isbot talab etadi.

Betonning mustahkamligini aniqlash natijalariga juda ko'p omillar ta'sir qiladi. Hatto bir xil aralashmadan olingan, bir xil sharoitda qotgan va bitta pressda sinab ko'rilgan namunalar turli darajadagi mustahkamlikni ko'rsatadi. Sinash usulida og'ish bo'lsa, mustahkamlik ko'rsatkichlaridagi farq ancha katta bo'lishi mumkin. Bir narsani esda tutish kerakki, betonning sinab ko'rilgan mustahkamlik darajasi ma-

terialning o'zigagina emas, qandaydir darajada sinash usuliga ham bog'liq xususiyat hisoblanadi. Shuning uchun sinash qoidalariga qat'iy amal qilish va sinovlarni maksimal darajada bir xil o'tkazish lozim.

Yuqoridagi so'zimizning isboti uchun betonning siqilishdagi mustahkamligiga namunalarni tayyorlash va sinash bilan bog'liq bo'lgan turli omillarning qanday ta'sir qilishini ko'rib chiqamiz. Shartli ravishda bu omillarni uch guruhga bo'lish mumkin: texnologik, metodik va statistik omillar.

So'zimizning avvalida betonning mutlaq bir xil strukturali namunasini olish imkoni yo'q, deb aytgan edik. Beton alohida komponentlar taqsimlanishida, paydo bo'layotgan defektlar (g'ovaklar, mikrodarzlar) tizimida, (sement va to'ldiruvchi) tarkibidagi donalar xususiyatida (kam bo'lsa ham) farq bo'ladi. Natijada material qaysidir darajada bir xil bo'lmasdan sinov natijalariga ta'sir qiladi.

Namunani tayyorlash va uning sifati bilan bog'liq omillar texnologik omil hisoblanadi. Sinov natijalariga namuna qirralarining parallelligi, to'g'riligi, yuzasining notekisligi va tayyorlanish sharoiti ta'sir qiladi. Misol uchun ko'p suv ishlatilgan plastik qorishmadan beton namunasi tayyorlanganda ko'pincha to'ldiruvchi donalari ostida sedimentatsiya natijasida bo'shashgan o'rinlar paydo bo'ladi. Yonlamasiga qo'yib sinalgan namunalar siqilish ta'siriga tushirilganda, ya'ni bo'shashgan bo'shliq siquvchi kuchning yo'nalishiga mos kelganda natija past bo'ladi.

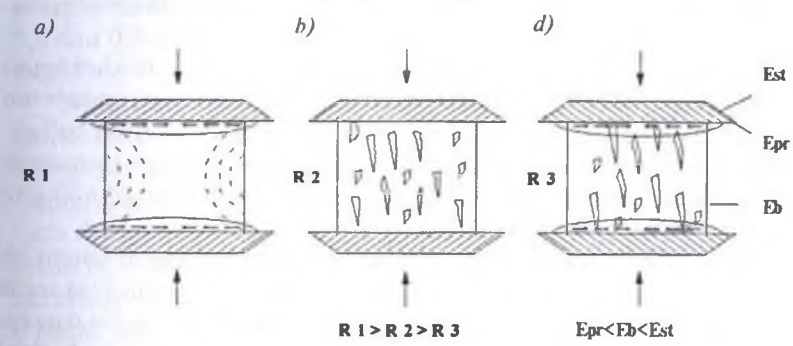
Bunday holatda bo'sh joylarning mavjudligi namunaning gorizontal yo'nalishdagi tortuvchi kuchga qarshiligini jiddiy kamaytiradi va uning buzilishiga olib keladi. Yon tomoni bilan qo'yib sinalgan namunaning mustahkamligi namuna qoliplangan holatda sinalganidan 15—20 foiz kam bo'lishi mumkin. Shuning uchun sinash vaqtida aytib o'tilgan omillarni, albatta, hisobga olish va namunalarni pressga bir xil holatda qo'yish kerak. Qo'shimcha mustahkamlikka ega bo'lish uchun kub, odatda, yon tomoniga qo'yib sinab ko'riladi.

Metodik omillarga sinash usulining turli jihatlari kiradi va ularning har biri sinash natijalariga ta'sir qiladi. Pressning konstruksiyasi va xususiyatlari, namunaning o'lchami, press bilan namunaning birbiriga ta'sir qilish sharoiti, yuklash tezligi, betonning namligi yakuniy natijaga — betonning mustahkamlik chegarasini bilishga katta ta'sir qilishi mumkin.

Beton namunasi pressda sinab ko'rilganda kuchlanish namunadan

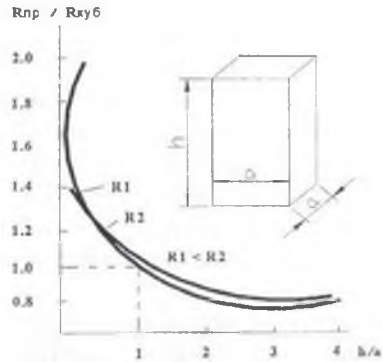
tashqari press plitalarida ham hosil bo'ladi. Po'latning elastiklik moduli beton elastiklik modulidan yuqori bo'lgani uchun press plitasida hosil bo'ladigan bir xil yo'nalishdagi deformatsiyalar, shu jumladan, cho'zuvchi kuchlanishlar ta'sirida bo'ladigan ko'ndalang deformatsiya ham beton deformatsiyasiga nisbatan kam bo'ladi. Press plitalari va namuna o'rtasiga ishqalanish kuchi ta'sir etadi. Natijada pressga tegib turgan beton namuna yuzasidagi deformatsiya bilan plita deformatsiyasi bir xil bo'ladi. Ushbu deformatsiyalar boshqa kesimlardagi deformatsiyalardan ancha kam bo'ladi va deformatsiyalar chegaraviy miqdorga yetib yoriqlar ko'payganda namuna buzilib ketadi.

Press plitasi unga tegib turgan beton qatlamlarining deformatsiyasini kamaytirib, ularni tutib turadi va buzilishdan saqlaydi. Bu hodisa ***oboyma effekti*** deb ataladi va deformatsiya namunaning o'rta qismida, ayniqsa, ko'proq bo'lgani uchun beton kublar bir-biriga o'xshash tarzda buziladi (2.2, a-rasm).



2.2-rasm. Turli sinash sharoitlarida beton kublarining buzilish xarakterlari.
a – sinashning oddiy chizmasi (uziq chiziqlar bilan taxminiy ta'sir hududlari ko'rsatilgan); b – tayanch yuzalariga maxsus moy surtilganda; d – o'zgaruvchan moslama qo'llanganda.

Press bilan namunaning bir-biriga ta'sirini o'zgartirish va sinov natijasida namunada hosil bo'ladigan kuchlanish holatini boshqacha qilish mumkin. Masalan, moy surtib namuna bilan press plitasi o'rtasidagi ishqalanish yo'qotilsa, buzilishning xarakteri o'zgaradi (2.2,b-rasm), namuna parallel vertikal yoriqlar natijasida parchalanib ketadi va oboyma effektining tutib turuvchi ta'siri yo'qolganligi bois mustahkamlik 20–30 foizga kamayadi. Biroq sinovlarda bu usul



2.3-rasm. Namuna o'lchamlarining beton mustahkamligiga ta'siri.

qo'llanilmaydi, chunki ishqalanishni batamom yo'q qilish mumkin emas va moy ishqalanish koeffitsientini qandaydir darajada kamaytiradi, xolos. Ishqalanishning o'zi esa beton strukturasining mustahkamligi va bir qancha boshqa omillarga bog'liq. Moylash sinov sharoitining noaniq bo'lishiga olib keladi, natijalardagi farqni oshirib yuboradi. Shuning uchun betonning haqiqiy mustahkamligini bilish uchun oboyma effektining tutib turuvchi ta'sirini yo'q qiluvchi boshqa usul, ya'ni prizmalarni sinash usuli qabul qilindi.

Agar press plitasi bilan namuna o'rtasiga deformatsiya moduli beton deformatsiyasi modulidan kam bo'lgan qalin qoplama qo'yilsa, unda beton deformatsiyasidan yuqori bo'lgan cho'zilish deformatsiyasi hosil bo'ladi. Natijada qoplama betonning parchalanishiga yordam beradi va nazorat kublarining mustahkamligi standart usul bilan sinalgandan 35–50 foiz kam bo'lib chiqishi mumkin (2.2, d-rasm).

Oboyma effekti sababli sinov natijasiga namunaninng o'lcham va shakli katta ta'sir qiladi. Oboyma effekti betonning press plitasiga tegib turgan yupqa qatlamida hosil bo'ladi. Shuning uchun press plitasi qancha keng ochilgan bo'lsa, ya'ni namunaning o'lchami qancha katta bo'lsa, oboyma effekti ham shuncha kam bo'lib, sinovlar vaqtida bir xil betondan olinib, bir xil sharoitda qotirilgan namunalar mustahkamligi ancha kam ekanligi ma'lum bo'ladi. Beton markasi aniqlanganda, odatda, quyida ko'rsatilgan, turli o'lchamdagi kublarni sinash natijasida olingan beton mustahkamligini 15x15x15 sm o'lchamli kublar mustahkamligiga o'tkazish koeffitsienti ishlatiladi.

Prizmalar sinab ko'rilganda betonning o'lchami mustahkamlikka ta'sir qilishi, ayniqsa, ko'proq ma'lum bo'ladi. Agar press plitalari o'rtasidagi masofa kengaytirib o'zgartirilsa va oraliq *h/a* o'zgartirib turilsa (2.3-rasm) mustahkamlik bir necha marotabagacha o'zgarishi mumkin. Yupqa namunalarda u baland prizmalarga qaraganda 2–3 marta kattaroq bo'ladi.

Og'ir betondan yasalgan prizmalarning mustahkamligi kublarni sinash ko'rsatkichidan 20–30% kam bo'ladi. Tajribalardan ma'lum bo'ldiki, $h/a>3$ bo'lganda, h/a qiymati bundan kattalashishi bilan beton mustahkamligi o'zgarmaydi, ya'ni oboyma effekti va boshqa omillarning ta'siri deyarli yo'q bo'ladi, shuning uchun temir-beton konstruksiyalarni loyihalashtirganda konstruksiyalardagi betonning haqiqiy mustahkamligini yuqori darajada xarakterlovchi prizma shaklidagi betonning mustahkamligi olinadi.

Oboyma effektining ta'sir darajasi betonning turi va xususiyatiga ham bog'liq bo'ladi. Bo'sh va ko'proq deformatsiyalanadigan betonda press plitalari deformatsiyasining ta'siri tez tamom bo'ladi va namunaning kamroq qismiga ta'sir qiladi. Natijada oboyma effektining ta'siri kamayadi. Shuning uchun past markadagi yengil betonlar uchun ma'lum darajagacha turli o'lchamdagi kublar mustahkamligini bir xil qilib qabul qilish mumkin. Beton strukturasi va mustahkamligi uning prizmali mustahkamligiga ta'sir qiladi. R_{pr}/R_{kub} nisbati og'ir beton uchun 0,6 dan 0,9 gacha, yengil beton uchun esa 0,65 dan 1 gacha o'zgarishi mumkin.

Biroq turli o'lchamdagi namunalarni sinash vaqtida mustahkamlik ko'rsatkichlari turlicha bo'lishini oboyma effekti bilangina tushuntirib bo'lmaydi. Bunda boshqa omillar borligini ham nazarda tutish kerak. Namuna qancha katta bo'lsa, unda beton mustahkamligini kamaytiruvchi katta defektlar hosil bo'lishi ham shuncha ko'p bo'ladi. Ma'lum ma'noda beton buzilishiga nasbatan ishlatiladigan materiallarning mo'rt buzilishi nazariyasi statistik ma'lumotlariga asosan mustahkamlik chegarasi R o'rtacha ko'rsatkichining namuna hajmiga V bog'liqligi quyidagi formula bilan ifoda etiladi:

$$R = R_0[a + b\left(\frac{V_0}{V}\right)^{1/\alpha}] \qquad (2.1)$$

Bu yerda R_0 – standart namunaning mustahkamlik chegarasi; a, b, α – empirik koefftsientlar; V_0 – standart namunaning hajmi.

Tajriba natijalariga ko'ra $a=0,45-0,7$; $b=0,4-0,6$; $a=3$ deb qabul qilingan. Biroq koeffitsientlar bundan ham ko'proq o'zgarishi mumkin.

Sinovlar vaqtida masshtab, press konstruksiyasi, statistik va texnologik omillar ta'sirini ajratishning deyarli imkoni yo'q va shuning

uchun yuqoridagi formula qaysidir ma'noda turli omillar ta'sirini aks ettiradi.

Namunalar turli o'lchamda tayyorlanganda mustahkamlikni aniqlashning so'nggi natijasiga texnologik faktorlar ham ta'sir qiladi. Bunday namunalarda struktura turli darajada jipslashgan yoki turli harorat-namlik sharoitida qotgan, tashqi omillar va kirishish ta'sirida kuchlanish darajasi turlicha bo'lishi mumkin va h.k. Bularning hammasi beton strukturasining shakllanishi, nazorat namunalarining mustahkamligiga ta'sir qilishi mumkin.

Texnologik jarayonni tashkil qilish ham ma'lum darajada ta'sir qiladi. Mustahkamlikning statik nazariyasiga binoan jarayon qancha yaxshi tashkil etilgan va beton mustahkamligi koeffitsienti turliligi qanchalik kam bo'lsa, masshtab ta'siri ham shunchalik kam bo'ladi.

Konstruksiyaning ish chizmalari yoki buyum standartlarida, odatda, betonning qanday mustahkamligi talab etilishi yoki uning markasi ko'rsatilgan bo'ladi. Og'ir betonning markasi ishlatiladigan beton qorishmasidan metall qoliplarda tayyorlangan va normal (harorat 15–20°C, havoning nisbiy namligi 90–100%) sharoitda 28 kun qotgandan so'ng sinalgan 15x15x15 sm o'lchamli standart beton kublarning siqilishga mustahkamlik chegarasi (10^{-1} MPa) bo'yicha aniqlanadi. Qurilish me'yorlari va qoidalari og'ir betonning quyidagi markalarini belgilab beradi: M 50, M 75, M 100, M 150, M 200, M 250, M 300, M 350, M 400, M 450, M 500, M 600 va undan yuqori (M 100 dan oshib boradi). Ishlab chiqarishda betonning ko'zda tutilgan markasi bo'lishini ta'minlash zarur. Belgilangan beton markasi 15 foizdan oshiq bo'lmasligi kerak. Aks holda bu hol sementning ortiqcha ishlatilishiga sabab bo'ladi.

15x15x15 sm o'lchamdagi kublar to'ldiruvchi donasining eng katta o'lchami 40 mm bo'lganda ishlatiladi. Donaning o'lchami boshqacha bo'lganda boshqa o'lchamdagi kublarni ishlatish mumkin, biroq nazorat beton namunasi qovurg'asining o'lchami to'ldiruvchining eng katta donasidan uch marta katta bo'lishi kerak. 15x15x15 sm o'lchamdagi boshqa kublar bilan beton markasini aniqlash uchun tajribada olingan beton mustahkamligi ko'rsatkichi quyidagi o'tish koefftsientlariga ko'paytiriladi:

Kubning o'lchami, sm	7x7x7	10x10x10	15x15x15	20x20x20
Koeffitsient	0,85	0,85	1	1,05

Amalda yuqoridagi koeffitsientlardan ancha chetlashish kuzatiladi, chunki ularning ko'rsatkichi press plitalari tayanchining bikirligi, betonning markasi va boshqa omillarga bog'liq bo'ladi. Aniqroq natijaga erishish uchun press tayanch plitalarining qalinligi sinalayotgan kub qovurg'asining yarmidan kam bo'lmasligi kerak. Bu holda haqiqiy o'tish koeffitsientlari tavsiya etilganidan ko'proq bo'lishi mumkin va beton shu holat hisobga olinib loyihalansa, konstruksiyaning qo'shimcha mustahkamligi oshadi.

Yengil betonning ham markasi 15x15x15 sm o'lchamli kublar siqilishi bo'yicha aniqlanadi. Boshqa o'lchamdagi kublar sinalganda o'tish koeffitsientlari qo'llanilmaydi. Yengil betonning quyidagi markalari mavjud: M 25, M 35, M 50, M 75, M 100, M 150, M 200, M 250, M 300, M 350, M 400.

Yig'ma temir-beton konstruksiyalar tayyorlanganda, shoshilinch ish bajarilib tez qotadigan sement ishlatilganda yoki sementni tez qotirish usullari ishlatilganda uning mustahkamligi qisqa muddat qotganidan so'ng, masalan, 1, 3 va 7 kundan so'ng sinab ko'riladi. Aksincha, monolit qurilmalarda ishlatiladigan va sekin qotuvchi sement ishlatilganda betonning qotish muddati 28 kundan ko'p qilib belgilanishi mumkin (60, 90 va 120 kun). Beton qotishining belgilangan muddati oshganda sement ko'proq tejaladi. Belgilangan qotish muddati texnik va iqtisodiy jihatdan asoslangan bo'lishi kerak.

ST SEV 1406—78 talablari asosida loyihalashtiriladigan konstruksiyalar uchun betonning siqilishga chidamliligi sinflar bilan belgilanadi. Betonning sinfi siqilishga chidamlilik kafolati 0,95 foiz ta'minlanganlik bilan belgilanadi. Betonlar quyidagi sinflarga bo'linadi: B 1; B 1,5; B 2; B 2,5; B 3,5; B 5; B 7,5; B 10; B 12,5; B 15; B 20; B 25; B 30; B 35; B 40; B 45; B 50; B 55; B 60. B sinfdagi betondan ishlab chiqarishda 15x15x15 sm namunalar bilan nazorat qilinadigan betonning o'rtacha mustahkamligiga (MPa) o'tish uchun (o'zgarish koeffitsienti 13,5 foiz bo'lgan holda) $R_b^{o'r} = B/0{,}778$ formulasi ishlatiladi. Misol uchun B 5 sinfi uchun o'rtacha mustahkamlikni quyidagicha chiqaramiz: $R_b^{o'r} = 6{,}43$ MPa, B 40 sinfi uchun esa $R_b^{o'r} = 51{,}4$ MPa ishlatiladi.

Beton tarkibini to'g'ri aniqlash uchun uning mustahkamligi sement va to'ldiruvchining sifatli bo'lishi, tashkil etuvchilarning o'zaro nisbati va boshqa omillarga bog'liq ekanligini tushunish kerak. Betonning mustahkamligi normal sharoitda va belgilangan muddatda

qotgach, asosan, sementning mustahkamligi (faolligi) va suv-sement nisbatiga bog'liq bo'ladi. ***Suv-sement nisbati*** deyilganda yangi tayyorlangan beton aralashmasida suv massasining sement massasiga nisbati tushuniladi. Bunda erkin, ya'ni to'ldiruvchi shimmagan suv hisobga olinadi. Sementning mustahkamligi oshganda yoki suv-sement nisbati kamayganda betonning ham mustahkamligi oshadi. Bu bog'liqlikni quyidagi formula bilan ifodalash mumkin:

$$R_b = \frac{R_s}{A(Su/S)^{1/2}} \qquad (2.2)$$

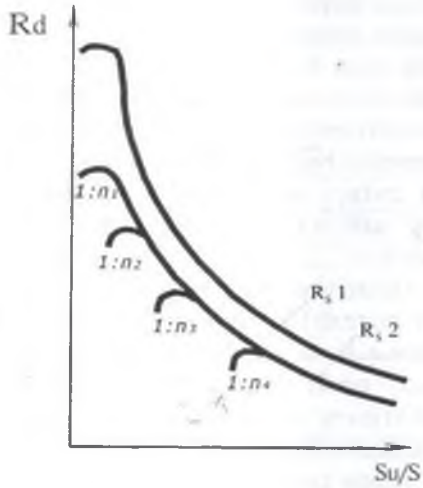
Bu yerda: R_b – normal haroratda 28 kundan so'ng betonning mustahkamligi; R_s – sementning faolligi; Su/S – suv-sement nisbati; A – boshqa omillar ta'sirini hisobga oluvchi koeffitsient.

Beton mustahkamligining suv-sement nisbatiga bog'liqligi giperbolik yoy tarzida ifoda etiladi (2.4-rasm). Beton mustahkamligining suv-sement nisbatiga bog'liqligi beton strukturasi qoliplashining fizik mohiyatidan kelib chiqadi. Sement gidratatsiya jarayonini o'rganish sement qotganda qotish muddati va sifatiga qarab o'z vaznining 15–25% miqdorida suvni biriktiradi. Birinchi bir oy davomida suv-sement vazni 20 foizdan ortiq bog'lanmaydi. Shu bilan birga beton qorishmasiga plastiklik berish uchun unga ancha ko'p (sementning 40–70 foizi miqdorida *Su/S/=0,4–0,7*) suv qo'shiladi. Chunki *Su/S=0,2* bo'lganda beton qorishmasi deyarli quruq bo'lib, uni sifatli aralashtirish va ishlatishning imkoni bo'lmaydi. Sement bilan kimyoviy reaksiyaga kirishmaydigan ortiqcha suv beton ichida suv qatlami va suv kapillyarlari sifatida qoladi va g'ovak qoldirib bug'lanib ketadi. Ikkala holatda ham beton g'ovaklar bo'lgani uchun zaiflashadi va shuning uchun *Su/S* qancha ko'p bo'lsa, betonning mustahkamligi shuncha kamayadi. Suv-sement nisbati qonuni mohiyatan beton mustahkamligining zichlik va g'ovaklikka bog'liq ekanligini ko'rsatadi.

Beton mustahamligining suv-sement nisbatiga bog'liq ekanligi ma'lum chegara doirasidagina bajariladi. Suv-sement nisbati juda past bo'lgan holatlarda, sement va suv sarfi ko'paytirilgan sharoitda ham qulay joylashuvchan beton qorishmasini olib bo'lmaydi, beton kerakli darajada zich bo'lmaydi. Shuning uchun $R_b=f(Su/S)$ buziladi. Su/S nisbati yana kamaytirilgan bilan betonning mustahkamligi oshmaydi, so'ngroq esa u kamaya boshlaydi. Beton mustahkamligining kamayishida sement gidratatsiyasi uchun sement bilan bevosita ta'sirga

kirishgan suvga nisbatan ma'lum darajada (2—3 marta) ko'proq suv kerakligi ham ta'sir qiladi. Bu ortiqcha miqdorni belgilangan miqdordan kamaytirish gidratatsiyani sekinlashtiradi. Bu esa o'z navbatida betonning mustahkamligini kamaytiradi.

Mustahkamlikning suv-sement nisbatiga bog'liqligi beton bir xil materialda, beton qorishmasining harakatchanligi yaqin bo'lganda hamda betonni tayyorlash va yotqizish texnologiyalari bir xil bo'lganda sinab ko'riladi. Beton mustahkamligiga, R_s va *Su/S* dan kam bo'lsa ham, sementning turi, to'ldiruvchining xususiyati, namunalarni tayyorlash usuli va boshqa omillar ham sezilarli ta'sir qiladi.



2.4-rasm. Su/S va R_s nisbatiga beton mustahkamligining bog'liqligi (1 : n — sement massasining to'ldiruvchi massasiga nisbati, $R_1 > R_s$).

Shunday qilib, amalda $R_b = f(S/S)$ ta'sirini ko'rsatuvchi aniq bir yoy emas, beton mustahkamligining o'zgaruvchanligi hisobga olinganda boshqa omillarning ta'siri bilan hosil bo'lgan ko'p tajribalarning natijasi joylanadi. Biroq hisob-kitoblarni osonlashtirish uchun R_b ning Su/S ga bog'liqligini ko'rsatuvchi o'rtacha yoylar yoki ularning formulalari ishlatiladi. Beton mustahkamligi formulalarida sement, to'ldiruvchi va boshqa omillarning ta'siri, odatda, empirik koeffitsientlar bilan hisobga olinadi.

Amalda beton mustahkamligining u yoki bu o'rtacha yoy yoki formula belgilagan hisoblardan og'ganligini ko'rishimiz mumkin. Ba'zi hollarda haqiqiy mustahkamlik hisobdagisidan 1,3—1,5 marta farq qilishi mumkin. Shuning uchun beton tarkibi loyihalashtirilayotganda hisob bilan olingan tarkib nazorat qorishmasi bilan tekshiriladi.

Beton texnologiyasi rivojlanishi bilan uning mustahkamligiga ta'sir qiluvchi omillar ham ko'payib bormoqda. Chunki sement, to'ldiruvchilarning turi ko'payayapti, tayyorlashning yangi texnolo-

I z o h. *Yuqori sifatli material: zich tog' jinslaridan olingan chaqiq tosh, optimal yiriklikdagi qum va faolligi yuqori bo'lgan, qo'shimcha aralashtirilmagan yoki aralashma miqdori minimal bo'lgan portlandsement; to'ldiruvchilar toza, yuvilgan, donalari optimal darajada saralangan. Oddiy materiallar: o'rta sifatli to'ldiruvchilar, shu jumladan, shag'al, faolligi o'rta darajada bo'lgan portlandsement yoki markasi yuqori bo'lgan shlakoportlandsement. Past sifatli materiallar: mustahkamligi past yirik to'ldiruvchilar, mayda qumlar, faolligi past sementlar.*

Yuqoridagi formulalar zichlik darajasi 0,98 dan kam bo'lmagan holatga keltirilib, titratkich bilan zichlashtirilgan o'rta darajadagi bikir va harakatchan beton qorishmalar uchun mos keladi. Beton tarkibi aniqlanganda mustahkamlik formulasi, odatda, suv-sement nisbatini tayinlash uchun ishlatiladi. U yoki bu holatda qaysi formulani ishlatishni bilish uchun portlandsement mustahkamligini aniqlashda ko'p ishlatiladigan V/S=0,4 bo'lganda beton bilan sementning mustahkamligini solishtiramiz. Bu holatda o'rtacha

$$R_b = 0{,}6R_s\ (2{,}5-0{,}5) = 1{,}2R_s \qquad (2.6)$$

Shunday qilib, betonning mustahkamligi (A 0,55 dan 0,65 gacha o'zgarganda) normal sement qorishmasidan 10–30% yuqoriroq bo'lishi kuzatilmoqda. Buni quyidagicha izohlash mumkin: bir tomondan sement qorishmasining strukturasi va tayyorlanishining o'ziga xosligi sabab, g'ovakligi betondan (3–5%) ko'proq bo'ladi. Boshqa tomondan bir fraksiya volsk qumi ishlatilishini ham hisobga olish lozimki, bu holat qorishmaning mustahkamligini kamaytiradi (tajribaga ko'ra volsk qumi qo'shilgan qorishmaning mustahkamligi, suv-sement nisbati bir xil bo'lganda yaxshi qurilish qumi qo'shilgan qorishma mustahkamligiga ko'ra kamroq bo'lgan).

Shundan kelib chiqqan holda 2.4-formulani quyidagi hollarda qo'llash lozim bo'ladi:

$A = 0{,}65\ R_b \geq 1{,}3$ bo'lganda

$A = 0{,}6\ R_b \geq 1{,}2$ bo'lganda

$A = 0{,}55\ R_b \geq 1{,}1$ bo'lganda

Yo'l va aerodromlar qurilishida ishlatiladigan og'ir betonlar uchun beton markasi kvadrat balkachalarni sinash yo'li bilan aniqlanib, egi-

lishdagi cho'zilishga mustahkamligiga qarab tanlanadi. Balkacha uzunlikning 1/3 oralig'i bilan sinab ko'riladi.

Standart balkachalarning o'lchami

2.2-jadval

To'ldiruvchining eng yirik donasi o'lchami, mm	Balkachaning o'lchami, mm		
	Kesim yuzasi	Uzunligi	Tayanchlar o'rtasidagi masofa
30	100x100	400	300
50	150x150	600	450
70	200x200	800	600

Egilishdagi cho'zilishga mustahkamlilik chegarasi R_{egl}, MPa quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$R_{egl} = kP_{max} / bh^2 \qquad (2.7)$$

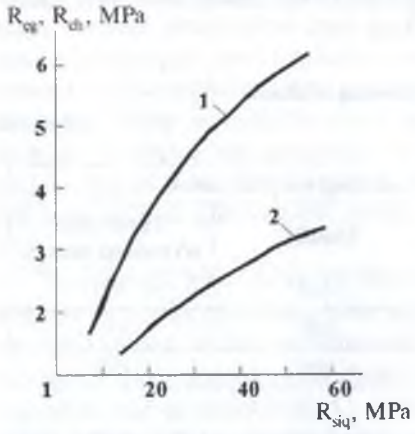
Bu yerda P_{max} – buzuvchi kuch, kH; b – namunaning eni, sm; h – namunaning balandligi, sm; k – quyidagiga teng qabul qilinadigan koeffitsient (balkachalar uchun uzunlik):

40 sm $k = 31,5$
50 sm $k = 45$
80 sm $k = 57$

Betonning egilishga mustahkamligi uning siqilishga mustahkamligidan bir necha marta kam bo'ladi. Betonning egilishdagi cho'zilishga bo'lgan markalari: M 5; M 10; M 15; M 20; M 25; M 30; M 35; M 40; M 45; M 50.

Betonning siqilishga mustahkamligi qaysi omillarga bog'liq bo'lsa, egilishga mustahkamligi ham o'sha omillarga bog'liq bo'ladi, biroq ikkinchi holatda miqdoriy bog'liqliklar boshqacha hosil bo'ladi. Betonning markasi oshishi bilan R_{siq}/R_{egl} nisbat ham oshib boradi (2.6-rasm). Amaliyotda betonning egilishga mustahkamliligini 6 MPa dan oshirish qiyin bo'ladi.

Sementning egilish faolligi O'zRST ga muvofiq hisoblansa, betonning egilishga mustahkamligi sement sifatiga bog'liqligini yana ham



2.6-rasm. Betonning egilishga (1) R_{egl} va cho'zilishga (2) $R_{cho'z}$ mustahkamligining siqilishga bo'lgan mustahkamligiga nisbatan bog'liqligi.

aniqroq hisoblab chiqarsa bo'ladi. Buning uchun hisob-kitoblarda quyidagi formulani ishlatish mumkin

$$R_{egl} = (A_p R_S^1 - 0{,}2) \qquad (2.8)$$

Bu yerda R_{egl} – betonning egilish markasi; A_p – empirik koeffitsient bo'lib, yuqori sifatli materillar uchun 0,42, oddiy materialar uchun 0,4 va past sifatli materiallar uchun 0,37 ga teng deb olinadi; R_S^1 = sementning egilishdagi faolligi.

Betonning yoshi ortib borgan sari uning egilish va cho'zilishga mustahkamligi siqilishga mustahkamligiga qaraganda sekinroq oshadi va $R_{cho'z}/R_{siq}$ kamayadi.

Betonning sifatini uning o'rtacha mustahkamligi bilangina baholab bo'lmaydi. Amaliyotda bu o'lchamdan chetga chiqish ko'p bo'lishini kuzatish mumkin. Sement faolligining o'zgarib turishi, uning normal quyuqligi, minerologik tarkibi, to'ldiruvchilarning xususiyati, bir-biridan sal bo'lsa ham farq qiladigan donalari, tayyorlash va qotish tartibi, materiallarning o'lchov miqdori, aralashtirish va qotirish tartibi beton strukturasi turlicha bo'lishiga sabab bo'ladi. Natijada betonning ba'zi o'rinlari boshqasidan ozmi-ko'pmi farq qilishi mumkin. Bu esa o'z navbatida ishlatiladigan materialning xususiyati va texnologik jarayonning bir maromda bo'lishiga bog'liq bo'ladi. Demakki, betonning mustahkamlik, zichlik, o'tkazuvchanlik, sovuqqa chidamlilik va boshqa xususiyat ko'rsatkichlari o'zgarib turadi. Betonning bir xilligini baholash uchun statistik usullar ishlatiladi. Ya'ni betonning sifati uning o'rtacha mustahkamligi (yoki tegishli ko'rsatkichlar majmuyi) va bir xilligi bilan belgilanadi. Bir xillik esa mustahkamlik koeffitsienti (yoki boshqa ko'rsatkichlar)ning o'zgarishiga qarab baholanadi.

Beton va temir-beton konstruksiyalar loyiha qilinganda betonning (beton markasining) me'yordagi o'rtacha mustahkamligi emas, balki

beton mustahkamligi ko'rsatkichlari turliligini hisobga oladigan, bundan tashqari konstruksiyaning xavfsiz ishlashiga kafolat beradigan muayyan koeffitsientlar qo'shilgan hisobiy qarshilik ko'rsatkichlari olinadi.

Hisobiy qarshilik ko'rsatkichlari quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$R_{\upsilon o} = R^{H} / k = R(1 - 2\upsilon^{H}) / k, \qquad (2.9)$$

Bu yerda R^{H} — betonning normativ qarshiligi; k — betonning xavfsizlik koeffitsienti; R — beton markasi (me'yorlashtiriladigan o'rtacha mustahkamlik); υ^{H} — beton mustahkamligi o'zgarishini baholash koeffitsienti; QMQ bo'yicha o'rtacha ifoda υ^{H} = 13,5%.

Xavfsizlik koeffitsienti bo'lgan k ba'zi salbiy omillar natijasida konstruksiyaning zaiflashishini hisobga oladi. Masalan, nazorat namunalari va konstruksiyadagi beton mustahkamligining mos kelmasligi, buyum va konstruksiya o'lchamlaridan og'ish, armaturani loyiha asosida joylashtirishdan chetga chiqish, notasodifiy ishlab chiqarish xatolari va boshqa omillar shular jumlasiga kiradi.

Agar betonning haqiqiy o'rtacha mustahkamligi betonning loyihadagi markasiga mos kelsa, farqiy koeffitsient o'rtacha olganda 13,5% bo'lsa me'yoriy qarshilik 97,7% ta'minlangan bo'ladi. Ya'ni 1000 holatdan 977 tasida betonning haqiqiy mustahkamligi uning me'yoriy qarshiligidan yuqori bo'ladi.

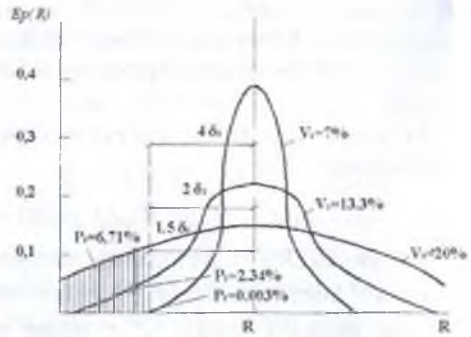
Haqiqatda farqiy koeffitsient o'rtacha ko'rsatkichdan boshqacha bo'lishi mumkin va buning natijasida betonning qo'shimcha mustahkamlik ko'rsatkichi o'zgaradi. Texnologiya yaxshi tartibga solingan korxona va qurilishlarda farq qilish koeffitsienti 4—6% kamayishi mumkin. Sifati yetarli bo'lmagan, xususiyatlaridagi o'zgarishlari katta bo'lgan materiallar ishlatilganda, texnologik jarayon yomon tashkil etilganda farq qilish koeffitsienti 20—25 foiz bo'lishi ham mumkin.

2.7-rasmda o'rtacha mustahkamlik darajasi doimiy (beton markasi) bo'lib, bir xillik (farqiy koeffitsient) o'zgarganda mustahkamliknning normativ qarshilikdan past bo'lish holati ko'rsatilgan. Bir xillik ko'rsatkichi qancha kam bo'lsa, farqiy koeffitsient shuncha

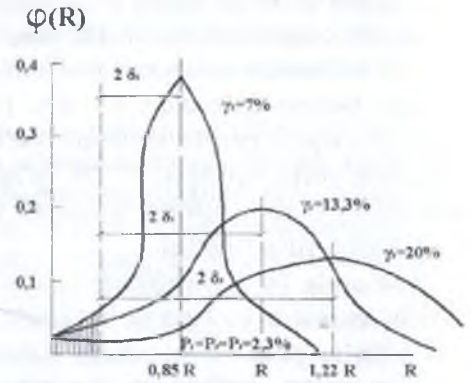
yuqori bo'ladi. Konstruksiyalarda mustahkamligi normativ qarshilikdan kam bo'lgan beton ishlatiladi, ya'ni konstruksiyalarning ishonchliligi kamayadi.

Mustahkamlikning doimiy bo'lishini ta'minlash uchun farqiy koeffitsient o'zgarganda betonning o'rtacha mustahkamligini turlicha qilib belgilash lozim. 2.8-rasmda farqiy koeffitsientni kamaytirish bilan betonning o'rtacha mustahkamligiga talabni kamaytirish mumkinligini ko'rish mumkin va bu holatda konstruksiyadagi betonning me'yoriy qarshiligi doimiy ta'minlangan bo'ladi, ya'ni betonning doim sifatli bo'lishi kafolatlanadi.

Ma'lum konstruksiyalarda betonning o'rtacha mustahkamligiga talabning kam bo'lishi sement sarfini kamaytirib, konstruksiya xarajatlarini tushiradi. Shuning uchun beton mustahkamligi va bir xilligini to'la baholash uning sifatini to'g'ri belgilaydi va ishlab chiqarishni takomillashtirish va iqtisodiy ko'rsatkichlarini yaxshilash imkonini beradi.



2.7-rasm. Har xil tarkibdagi betonlar mustahkamliklari taqsimlanishining egri chiziqlari va me'yoriy qarshiliklardan past mustahkamliklarning yuzaga kelish ehtimollari.



2.8-rasm. Me'yoriy qarshiliklar doimiy ta'minlanishi uchun beton o'rtacha mustahkamligining bir jinsliligiga bog'liqligi.

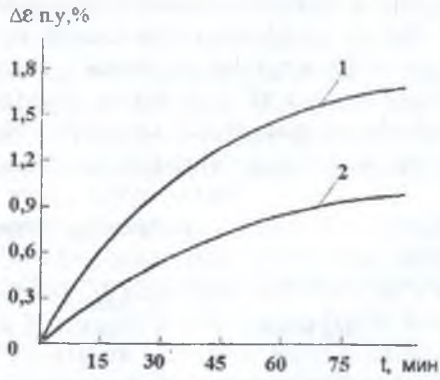
2.2. Betonning deformativ xususiyatlari

Tayyorlash, qotish, foydalanish va sinash davomida turli sabablar ta'siri bilan betonda hajmiy o'zgarishlar ro'y beradi, material deformatsiyalanadi. Uning qay miqdorda sodir bo'lishi betonning strukturasi, tarkibidagi moddalar xususiyati, texnologiyasining o'ziga xosligi va bir qancha boshqa omillarga bog'liq. Konstruksiyalarni loyihalashda betonning deformatsiyalanish xususiyatlari e'tiborga olinadi. Sababi, bu holat beton va temir-beton konstruksiyalarning sifati va ishlash muddatiga ta'sir etadi.

Shartli ravishda beton deformatsiyasini quyidagi turlarga bo'lib chiqish mumkin: betonda bo'layotgan fizik va kimyoviy jarayonlar ta'sirida ro'y beradigan ***beton qorishmasining o'z deformatsiyasi*** (betonning birinchi cho'kishi) va betonning deformatsiyasi (cho'kishi va kengayishi); ***mexanik yuklar ta'sirida deformatsiyalanishi,*** bu yerda qisqa muddatli yuklar va uzoq muddatli yuklar (betonning cho'ziluvchanligi) ta'siridagi deformatsiyalarni ajratish lozim bo'ladi; ***betonning harorat ta'sirida deformatsiyalanishi.***

Beton qorishmasi yotqizilgandan so'ng qattiq donalarning sedimentatsion cho'kishi va asta-sekin zichlashuvi yuz berishi mumkin. Bu jarayon, ayniqsa, plastik va quyma qorishmalarda aniqroq namoyon bo'ladi. Bu holatda qorishmaning ustiga suv chiqib qolishi va aralashmaning hajmi o'zgarishi mumkin. Buyum baland bo'lganda uning cho'kkanligini qarab ham bilish mumkin. Chunki beton deformatsiyasi ko'p va qotgan oddiy beton odatdagi cho'kishidan o'n martalab ko'proq bo'ladi.

2.9-rasmda birlamchi cho'kishning borishi ko'rsatilgan. Beton yotqizilib zichlanganidan so'ng deformatsiya jarayoni juda tez boradi va 30–90 daqiqalardan so'ng sekin to'xtaydi. Agar quyma qorishmalar ishlatilayotgan bo'lsa, dastlabki davrda beton



2.9-rasm. Birlamchi Δξb.ch. cho'kishning oquvchan (1) va harakatchan (2) qorishmalarning quyilgandan keyingi o'tgan t vaqtga bog'liqligi.

xususiyatiga bog'liq. Sement bilan suv miqdori oshib ketganda, yuqori alyuminatli sement, mayda zarrali va g'ovakli to'ldiruvchilar ishlatilganda betonning cho'kishi oshib ketadi. Betonning tez qurishi uni tez va noteks cho'ktiradi (material yuzasining cho'kishi ko'proq bo'ladi) va betonda darz paydo bo'lishi mumkin.

Beton cho'kishini uning tarkibi bilan bog'lovchi bir qancha fikrlar taklif etilgan. Biroq amalda cho'kish hisoblashdagidan ancha farq qilishi mumkin. Bunga sabab hisobga olish qiyin bo'lgan omillarning ta'siri ko'p bo'lishi.

Beton cho'kishini material bilan bog'lovchi quyidagi formula R. Lermit tomonidan taklif etilgan:

$$\varepsilon_{ch.s.} / \varepsilon_{ch.b.} = 1 + \beta(B_T / B_s) \qquad (2.10)$$

Bu yerda $\varepsilon_{ch.s.}$ va $\varepsilon_{ch.b.}$ – sement toshi va betonning cho'kishi; b – material konstantasi, Su/S, to'ldiruvchining yirikligi va boshqa omillarga bog'liq bo'ladi (b=1,5 – 3,1); B_T va B_s – to'ldiruvchi va sementning hajmi.

Turli omillarning beton cho'kishiga ta'sirini quyidagi formula asosida baholash mumkin:

$$\varepsilon_{ch} = \varepsilon_{ch.max} \xi_{ch1} \xi_{ch2} \xi_{ch3} \xi_{ch4} \qquad (2.11)$$

Bu yerda ε_{sh} – ushbu beton cho'kish deformatsiyasining eng katta miqdori; $\varepsilon_{sh.max}$ – berilgan birlamchi shartga, asosan, ma'lum tarkibdagi beton cho'kish deformatsiyasining eng katta miqdori; x_{ch1} – nisbiy ta'sirni hisobga oluvchi o'lchovsiz koeffitsientlar: Su/S, sement xamirining (SX) miqdori, namunaning o'lchami r=F/R (F – ko'ndalang kesimning maydoni; R – uning perimetri) va havoning namligi N.

$\varepsilon_{ch.max}$ aniqlanganda Su/S=0,5; SX=0,2; r=2,5 sm; N=70% olinadi. Formulada cho'kish boshlanishida beton yoshini hisobga oluvchi koeffitsient yo'q, chunki nam sharoitda beton qotishining boshlanishi beton maksimal cho'kish darajasiga kam ta'sir qiladi.

Odatdagi og'ir beton uchun x_{ch1} koeffitsientining ifodasi 2.10-rasmda ko'rsatilgan. Uning o'zgarishi beton cho'kishiga turli omillar ta'sirini baholash imkonini beradi.

Yuk tushganda beton deformatsiyasi uning tarkibi, tarkibidagi materiallarning xususiyati va kuchlanish holatining turiga bog'liq bo'ladi. Betonning siqilish diagrammasi yoy shaklida bo'ladi va kuch-

lanish ortishi bilan egrilik ham ortib boradi.

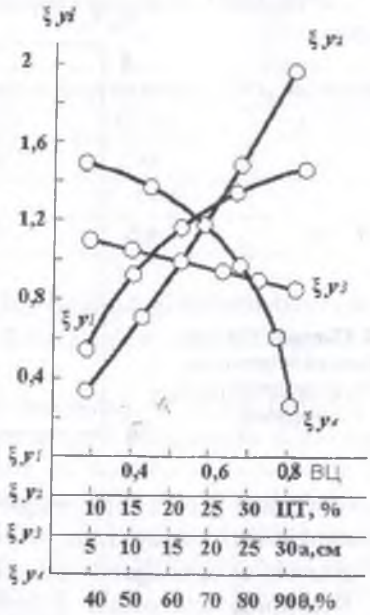
Beton mustahkamligi ortishi bilan uning deformatsiyasi va egrilik diagrammasi s-e kamayadi. Mustahkamligi past bo'lgan betonlarda siqilish diagrammasining pasayuvchi shoxobchasi bo'ladi. Biroq bu joyda materialning yaxlitligi buzilib, mikroskopik darzlar paydo bo'ladi va ba'zi joylar ajralib ketadi. Temir-beton kostruksiyalarda armatura beton alohida qismlarini bir butun qilib birlashtirib turadi va konstruksiya hisob ishlarining alohida holatlari uchun beton siqilish diagrammasining pasayuvchi shoxobchasini hisobga olish zarur.

Yuk ostida deformatsiya oshishiga uning tezligi, namunaning o'lchami, beton va atrof-muhit harorat-namlik holati va bir qancha boshqa omillar ta'sir qiladi.

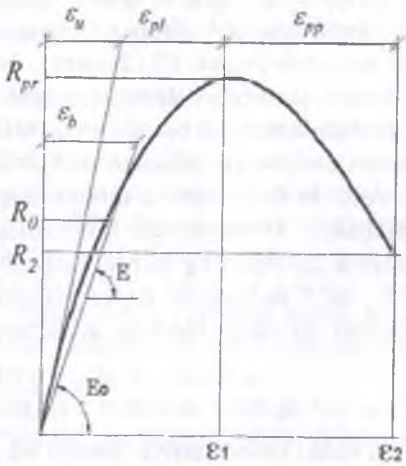
Beton deformatsiyasi elastik ε_c, plastik ε_{pl} va psevdoplastik ε_{pp} qismlardan iborat (2.11-rasm):

$$\varepsilon_b = \varepsilon_c + \varepsilon_{pl} + \varepsilon_{pp}.$$

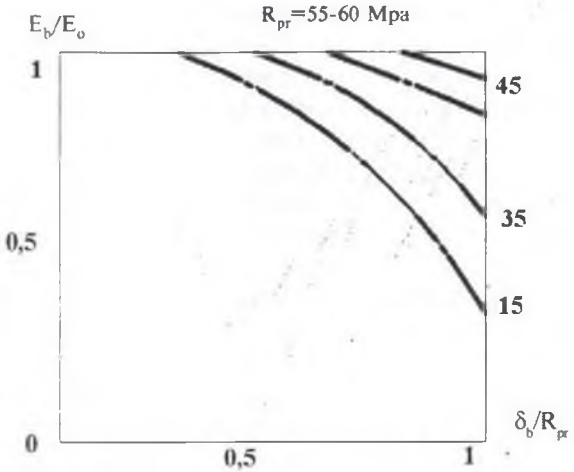
Ularning nisbati beton tarkibi, ishlatilgan materiallar va boshqa omillarga bog'liq. Plastik va



2.10-rasm. Beton cho'kishini aniqlash uchun tuzatish kirituvchi ξy, koeffitsientlarning ahamiyati.



2.11-rasm. Siqilayotgan betonning diagrammasi.
ε_u – *qoldiqli deformatsiya;*
ε_{pl} – *plastik deformatsiya;*
ε_{pp} – *psevdoplastik deformatsiya.*



2.12-rasm. Yuklash jarayonida betonning deformatsiyalanish modu o'zgarishi.

psevdoplastik qismlarning miqdori yuk davomliligi oshganda, beton mustahkamligi kamayganda, suv-sement nisbati ko'payganda va zaif to'ldiruvchilar ishlatilganda oshadi.

Betonning yuk ostida deformatsiyalanishida uning ***deformatsiya moduli***ga, ya'ni kuchlanishning nisbiy deformatsiya nisbatiga qarab baho beriladi. Deformatsiya moduli qancha yuqori bo'lsa, material shunchalik kam deformatsiyalanadi.

Betonning siqilish diagrammasi yoysimon bo'lgani bois uning deformatsiya moduli nisbiy kuchlanishga σ/R bog'liq va kuchlanish ortgan sari kamayib boradi (2.12-rasm). Beton markasi qancha past bo'lsa, deformatsiya moduli shuncha yuqori bo'ladi. Odatda, σ/R ning ma'lum qiymatida betonning boshlang'ich deformatsiya moduli yoki deformatsiya moduli aniqlanadi, masalan $\sigma/R_{pr}=0,5$ da.

Amalda deformatsiya modulining turli omillarga empirik bog'liqligi ishlatiladi. Temir-beton konstruksiyalarni hisoblash uchun deformatsiya modulining beton mustahkamligiga bog'liqligi muhimdir. $\sigma/R_{pr}=0,5$ bo'lganda deformatsiya modulining o'rtacha ifodasini taqriban quyidagi formula bilan aniqlash mumkin:

$$E_\sigma = \frac{100000}{1,7+(3600/R)}$$

Amalda deformatsiya moduli bu ifodadan ancha farq qilishi mum-

Ba'zi beton turlari deformatsiya modulining o'rtacha ifodasi, MPa

2.4-jadval

Beton	Beton deformatsiyasi moduli, MPa, markalarda		
	M 100	M 300	M 500
Oddiy og'ir beton	19	34	410
Yengil beton	11	19	–
Mayda donali beton	13	23	300

kin. 2.4-jadvalda ba'zi beton turlarining siqilishdagi deformatsiya moduli ko'rsatilgan. Jadvaldan texnologik omillarning ta'siri katta ekanligini ko'rish mumkin.

Yuk ta'sirida konstruksiyalarni hisoblash, ularning holatini baholash, betonning buzilishi boshlanadigan chegaraviy deformatsiya, ayniqsa, ahamiyatlidir. Tajribalar ko'rsatishicha betonning chegaraviy siqiluvchanligi 0,0015–0,003 atrofida o'zgarib, beton mustahkamligi oshganda ko'tarilib boradi. Betonning chegaraviy siqiluvchanligi, shuningdek, deformativligi ko'proq bo'lgan komponentlar ishlatish va ularning tishlashishi yetarli bo'lishini ta'minlash yo'li bilan ham oshirish mumkin. Betonning chegaraviy cho'ziluvchanligi 0,0001–0,0015 ni tashkil etadi, ya'ni uning chegaraviy siqiluvchanligidan taxminan 15–20 marta kam. Betonga plastiklashtiruvchi qo'shimchalar qo'shilishi, belitli sement ishlatilishi, to'ldiruvchi yirikligini kamaytirish yoki deformativ xususiyati yuqori bo'lgan to'ldiruvchilarni ishlatish uning chegaraviy cho'ziluvchanligini oshiradi.

Betonning siljuvchanligi deganda uzoq muddat davom etgan yuk ta'sirida uning deformatsiyalanishi tushuniladi. Siljuvchanlikning fizik tabiati hali yetarli darajada aniqlanmagan. Biroq ko'pchilik tadqiqotchilar siljuvchanlikning plastik deformatsiyasi sement toshining plastik xususiyatlari va beton asosiy tarkibining o'zgarishi bilan bog'liq deb tushuntirishadi. Siljuvchanlik natijasidagi deformatsiya yuk tushganning birinchi davrida ko'proq kuzatilib, so'ng asta-sekin kamayib boradi. Lekin ba'zan uni bir yildan oshiq yoshdagi betonda ham ko'rish mumkin. To'la siljuvchanlik deformatsiyasi beton yuk ostiga qo'yilgandagi deformatsiyadan ko'p bo'lishi mumkin.

Betonning siljuvchanligi uning cho'kishidan boshqa bir qancha omillarga ham bog'liq bo'ladi. Ko'pchilik omillar siljuvchan deformatsi-

yaga cho'kish deformatsiyasi kabi ta'sir qiladi. Beton siljuvchanligiga sementning turi, suv-sement nisbati, to'ldiruvchining turi va yirikligi, betonning zichlashtirish darajasi, yuk tushganda sementning gidratatsiyalanish darajasi, beton va atrof-muhitning harorati va namligi, namunaning o'lchami va betondagi nisbiy kuchlanish darajasi ham ta'sir qiladi. Sement miqdorining oshishi, suv-sement nisbatining ortishi, to'ldiruvchi yirikligining kamayishi va uning deformativlik darajasi oshishi bilan, masalan, g'ovak to'ldiruvchilar ishlatilganda betonning siljuvchanligi ham oshadi.

Betonning siljuvchanligi bir marta yuk qo'yilgandagi C siljuvchanlik o'lchovi bilan o'lchanadi:

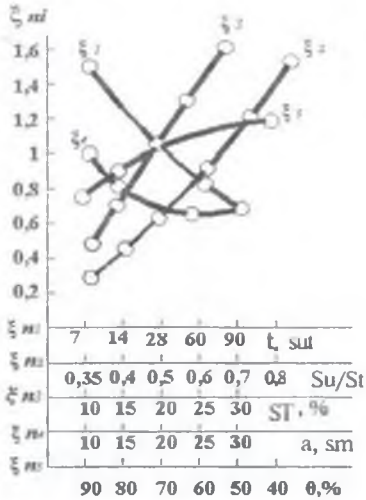
$$C = \varepsilon_{tsd} / \sigma$$

Bu yerda ε_{tsd} – to'la siljuvchanlik deformatsiyasi.

Siljuvchanlikning taqribiy o'lchovi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$C_s = C_0 \xi_{n1} \xi_{n2} \xi_{n3} \xi_{n4} \xi_{n5} \qquad (2.13)$$

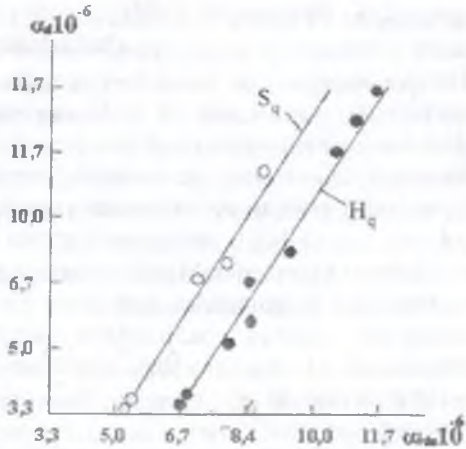
Bu yerda C_0 – siljuvchanlikning birlamchi o'lchovi bo'lib, qotishni tezlashtiruvchi vositalar qo'shilmagan oddiy portlandsementli beton uchun $15{,}2 \cdot 10^{-7}$ va mustahkamligi yuqori beton uchun esa $10{,}2 \cdot 10^{-7}$ sm^2/N ga teng deb olinadi; x_{ni} – yuk tushish vaqti, Su/S, sement sarfi, namuna kesmasining o'lchami va havo namligining ta'sirini hisobga oluvchi tuzatuvchi koeffitsientlar.



2.13-rasm. Beton oquvchanligini aniqlash uchun tuzatish kirituvchi ξ koeffitsientlarning ahamiyati.

2.13-rasmda x_{ni} tuzatuvchi koeffitsientlarning o'zgarish grafigi turli omillarning oddiy og'ir beton siljuvchanlik deformatsiyasiga ta'siri ko'rsatilgan.

Beton ham boshqa materiallar kabi issiqda kengayib, sovuqda



2.14-rasm. 1:6 tarkibdagi beton ad chiziqli kengayish harorat koeffitsientining to'ldiruvchi at chiziqli kengayish koffitsientiga bog'liqligi.
Ingichka chiziq — suvda qotish; qalin chiziq — havoda qotish.

torayish xususiyatiga ega. O'rtacha olganda betonning chiziqli kengayish harorat koeffitsienti $\alpha = 10 \cdot 10^{-6}$ ni tashkil etadi. Biroq real sharoitda bu ko'rsatkich betonning tarkibi, to'ldiruvchi va bog'lovchining xususiyatiga bog'liq bo'ladi. Sement toshi miqdori ko'payishi bilan a koeffitsienti oshadi. To'ldiruvchining turi ham a koeffitsientga ta'sir qiladi. Misol uchun granitli beton bilan tajriba o'tkazilganda $\alpha = 9{,}8 \cdot 10^{-6}$, keramzitda $\alpha = 7{,}4 \cdot 10^{-6}$, ohaktoshli betonda esa $\alpha = 8{,}6 \cdot 10^{-6}$ bo'lgan. Beton a koeffitsientining to'ldiruvchi a koeffitsientiga bog'liqligi 2.14-rasmda ko'rsatilgan. Betonda fizik va kimyoviy o'zgarishlar bo'lmagan holatda haroratning 0—50^{0}C o'zgarishi quruq betonning a koeffitsientiga kam ta'sir qiladi. Ho'l betonning harorati o'zgarganda harorat deformatsiyasi namli cho'kish yoki kengayish miqdoridan olinadi. Nam beton muzlaganda g'ovaklarida muz hosil bo'lib, uning deformatsiyasiga jiddiy ta'sir qiladi. Ko'pincha beton 0°C darajadan past haroratda soviganda hosil bo'layotgan muzning kengayishi natijasida kengayuvchi deformatsiya sodir bo'ladi.

Betonning harorat deformatsiyasi po'latning harorat deformatsiyasiga yaqin va shuning uchun ikkala material turli haroratda foydalaniladigan temir-beton buyumlarda birga ishlatiladi.

2.3. Betonning zichligi, o'tkazuvchanligi va sovuqqa chidamliligi

Qotmagan beton bilan qotgan betonning zichligini farqlash kerak bo'ladi. To'g'ri hisoblanib, zich yotqizilgan beton qorishmasi mutlaqo zich bo'lishi (qorishmadagi suv ham hisobga olingan holdagi zichlik) mumkin. Bu holatdagi beton qorishmasining zichligi, agar havo qo'shilmagan va material absolyut hajmi jami olib hisoblangan bo'lsa, nazariy zichlik bilan bir xil bo'ladi.

Betonning zichlashtirish sifati, odatda, quyidagi zichlashtirish koeffitsienti bilan hisoblanadi:

$$K_{zich} = \gamma_{haq} / \gamma_{his} \qquad (2.14)$$

Bu formulada γ_{haq} va γ_{his} – beton qorishmasining haqiqiy va hisobiy zichligi.

Odatda, koeffitsientni $k_{zich} \approx 1$ olishga harakat qilinadi. Biroq vibratsiya (titratish) va boshqa omillar ta'sirida beton qorishmasiga havo aralashgani sababli k_{zich} ko'pincha 0,96–0,98 ga teng bo'ladi.

Qotgan betonda suvning faqat bir qismigina kimyoviy birikkan holatda bo'ladi. Qolgan (erkin) suv g'ovaklarda qoladi yoki bug'lanib ketadi. Shuning uchun qotgan beton hech qachon absolyut zich bo'lmaydi. Beton g'ovakligini (% ko'rinishida) quyidagi formula bilan aniqlash mumkin:

$$F = \frac{Su - \omega S}{1000} 100$$

Bu yerda Su va S – 1 m^3 beton uchun suv va sement sarfi, kg; ω – kimyoviy birikkan suv miqdori, sement massasiga nisbatan %.

28 sutkada sement o'z massasining 15 foizi miqdoridagi suvni biriktirib turadi. Masalan, 1 m^3 beton qorishmasida 320 kg sement va 180 litr suv bo'lganda betonning g'ovakligi quyidagicha bo'ladi:

$$F = \frac{180 - 0{,}15 \cdot 320}{1000} 100 = 13{,}2\%$$

Zichlik esa 100–13,2=86,8%.

Beton nisbiy zichligini to'ldiruvchilar donadorlik tarkibini diqqat bilan tanlab oshirish mumkin. Natijada to'ldiruvchi aralashmasida bo'sh joylar kamayib, sement toshining betondagi miqdori minimal bo'ladi. Bundan tashqari gidratatsiyada ko'proq suvni biriktiradigan

(yuqori darajada mustahkam portlandsement, giltuproqli va kengayadigan sement) yoki ko'proq absolyut hajmni egallaydigan (putssolanli) sement turlarini ishlatish mumkin. Beton zichligini suv-sement nisbatini kamaytirish bilan ham oshirish mumkin. Buning uchun unga maxsus qo'shimchalar – plastifikatorlar qo'shiladi, titratkich, markazdan qochuvchi va boshqa mexanik usul bilan beton qorishma zichlashtiriladi. Betondagi erkin suvning bir qismini yotqizish vaqtida vakuum yoki presslash usuli bilan chiqarib tashlash mumkin.

Betonning zichligi muhim xususiyat hisoblanib, uning mustahkamligi, o'tkazmaslik xususiyati va uzoq vaqt ishlashini ta'minlaydi.

Gidrotexnik va boshqa inshootlar uchun betonning o'tkazuvchanligi, ayniqsa, muhim xususiyat sanaladi. U, shuningdek, materialning namlanish va muzlash, agressiv muhit va turli atmosfera omillarining ta'siriga qarshiligi xususiyatini ham belgilaydi.

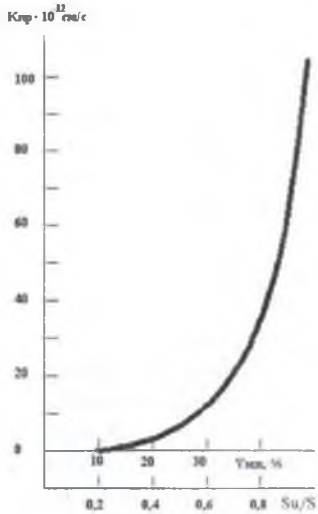
Betonning o'tkazuvchanligi uning g'ovakligi, g'ovaklarning strukturasi, bog'lovchi va to'ldiruvchining xususiyatiga ham bog'liq bo'ladi. Beton turli o'lchamdagi g'ovak va kapillyarlarning mayda to'ri o'tgan kapillyarli-g'ovak material hisoblanadi. Mayda g'ovak va kapillyarlar (mikrog'ovaklar) o'lchami 10^{-5} sm bo'lib, ularga sement gelining g'ovaklari ham kiradi va deyarli suv o'tkazmaydi.

O'lchami 10^{-5} sm dan katta bo'lgan makrog'ovak va kapillyarlar bosim, namlik gradienti yoki osmotik ta'sir sababli suvni filtrlashi mumkin. Shuning uchun betonning o'tkazuvchanligi undagi makrog'ovak va kapillyarlarning hajmi va taqsimlanishiga bog'liq.

Makrog'ovaklarning taqribiy hajmi Vmg' % bilan quyidagi formula yordamida hisoblaniladi:

$$Vmg' = \frac{B - 2\omega S}{1000} 100 \qquad (2.15)$$

Betondagi makrog'ovaklarning hajmi 0 dan 40 foizgacha o'zgarib turadi. Su/S darajasi kamayganda, sement gidratatsiyasi oshganda, beton qorishmasining havoni olishi kamayganda, beton strukturasini zichlovchi kimyoviy qo'shimchalar qo'shilganda beton makrog'ovaklari kamayadi. O'tkazuvchanlik bilan makrog'ovaklikning bog'liq ekanligi 2.15-rasmda ko'rsatilgan. Makrog'ovaklik, asosan, suv-sement nisbatiga bog'liq bo'lgani uchun o'tkazuvchanlikni Su/S bog'lash mumkin va bu holat amalda foydalanish uchun ancha qulayroq ham. Amalda bu bog'liqdagi chetlashish ancha katta bo'lishi mumkin.



2.15-rasm. Beton o'tkazuvchanlik koeffitsientining mikrog'ovaklik V_{mg} hajmiga bog'liqligi.

Chunki suv-sement nisbati bir xil bo'lgan sharoitda makrog'ovaklik sementning turi va sarfi, zichlashganlik darajasi va betonning o'tkazuvchanligiga ta'sir etuvchi boshqa bir qancha omillarga bog'liq bo'ladi.

Beton namlanganda mayda g'ovak va kapillyarlar suv bilan to'lib, u esa sirtqi kuchlar ta'sirida o'z harakatchanligini sezilarli yo'qotib, kapillyarlarni berkitib qo'ygandek bo'ladi. G'ovak va kapillyarlarning "kolmatatsiyasi" degan holat yuzaga kelib, beton o'tkazuvchanligini kamaytiradi.

Betonning yoshi oshib borishi bilan uning g'ovaklik holati ham o'zgaradi. Makrog'ovaklar sement gidratatsiyasi mahsulotlari bilan to'lib, hajmi va o'tkazuvchanligi kamayadi.

Betonning o'tkazuvchanligini o'tkazuvchanlik koeffitsienti, ya'ni doimiy bosim sharoitida 1 soat davomida 1 sm^2 dan o'tgan suv bilan hisoblab topish mumkin:

$$k_{o't} = V_S \, Ft(P_1 - P_2) \qquad (2.16)$$

Bu formulada V_S – namunadan o'tgan suvning miqdori; F – namunaning yuzasi; t – vaqt; $P_1 - P_2$ – bosim gradienti.

Zich betonlar, odatda, suvni filtrlamaydi. Shuning uchun ularni baholashda boshqa tushuncha – suv o'tkazmaslik markasi ishlatiladi. Masalan, Su2, Su4 va hokazo. Ushbu xususiyat maxsus sinovlarda aniqlanib, beton qanday bosimgacha suv o'tkazmasligini ko'rsatadi.

Sinov o'tkazishda namunaning suvga tegib turgan tomonida bosim asta-sekin orttirib boriladi. Namunaning boshqa tomoni kuzatilib, bosim qanchaga yetganda uning yuzasida suv yoki alohida tomchi paydo bo'lishi aniqlanadi. Mana shu bosim betonning suv o'tkazmaslik xususiyatini belgilaydi.

Betonning o'tkazmaslik xususiyatiga uning bir xilligi, qotish va ishlash davomida material yaxlitligining saqlanishi katta ta'sir qiladi. Yuk ta'siri

bilan beton cho'kkanda ketma-ket nam bo'lish va muzlash, qurish yoki boshqa omillar sabab paydo bo'ladigan mikroyoriqlar betonning o'tkazmaslik xususiyatini ancha kamaytirishi mumkin.

Yuqorida aytib o'tilganlar singari betonga boshqa suyuqliklar — tuz va kislota eritmasi, neft mahsulotlari va hokazolarning ta'siri ham tegishlidir. Ba'zi hollarda bunday ta'sir sement toshi va to'ldiruvchining singgan suyuqlik bilan faoliyatga kirishishi sababli ham sodir bo'ladi. Bu esa o'z navbatida betonning o'tkazuvchanligini asta-sekin oshirib boradi. Ba'zan esa g'ovaklar o'zaro ta'sir mahsulotlari bilan kolmatatsiyalanganda betonning o'tkazuvchanligi kamayishi ham mumkin.

G'ovaklik hajmi va xususiyati betonning gaz o'tkazuvchanlik xususiyatiga hal qiluvchi ta'sir etishi mumkin. G'ovaklarning namlik yoki kimyoviy reaksiya mahsullari bilan kolmatatsiyalanishi betonning gaz o'tkazuvchanlik darajasini ancha kamaytiradi. Gaz o'tkazuvchanlik beton va po'latning atmosfera omillari ta'sirida korroziyalanishiga katta ta'sir qiladi. Uning bu xususiyati 4-paragrafda batafsil keltirilgan.

Beton o'tkazmaslik xususiyatini oshirish uchun tarkib ratsional tanlanib va ish puxta tashkil etilishidan tashqari boshqa maxsus usullar ham qo'llaniladi (2.5-jadval).

Beton o'tkazuvchanligini kamaytirish usullari

2.5-jadval

Usul nomi	Beton o'tkazuvchanligining kamayish darajasi, marta
Beton tayyorlanayotganda quyidagilarni qo'shish: Organik va gidrofob qo'shimchalar	2–10
Noorganik qo'shimchalar	5–1000
Maxsus quyuqlashadigan moddalar yoki termoplastik polimerlar	10–500
Tayyorlangandan so'ng betonga maxsus moddalarning shimdirilishi	50–1000
Beton yuqori qatlamining gidrofobizatsiyalanishi	2–10
Beton yuzasini plenka hosil qiluvchi maxsus eritma bilan qoplash	10–100
Betonga manomer shimdirilib, so'ng polimerizatsiyalash	50–1000

Beton tayyorlanayotganda unga qo'shimcha va maxsus moddalarni qo'shish nisbatan oddiy va yetarli darajada samarali usul hisoblanadi. Bu maqsadlar uchun ishlatiladigan qo'shimchalarning bir qancha turlari ma'lum. Bu borada GJK turidagi qo'shimchalar, sirt-faol moddalar, suvda eriydigan smolalar, ba'zi latekslar, emulsiyalar (masalan, bitumli emulsiya) va suspenziyalar samarali ta'sir etishini isbotladi. Ba'zan polimerlarning maydalangan kukuni yoki pek kabi moddalar ishlatiladi. Beton qotgandan so'ng u qizitiladi, polimer materiallar yumshaydi va beton g'ovaklarini kolmatatsiyalab, o'tuvchanligini kamaytiradi. Noorganik qo'shimchalar ichida xlorli temir, natriy alyuminat, suyuq shisha va boshqa mahsulotlar ko'p ishlatiladi. Mayda qilib kukunga aylantirilgan qo'shimchalar — kul, bentonit loyi va boshqalar ham betonning o'tkazmaslik xususiyatini oshiradi. Kompleks qo'shimchalar, kengayadigan yoki cho'kmaydigan qorishma olishni ta'minlovchi maxsus bog'lovchi moddalar qo'shilganda ham yaxshi natijalarga erishiladi.

Qotgan betonga betonni g'ovak va kapillyarlarini kolmatirlovchi petrolatum, suyuq shisha, oltingugurt, parafin va shunga o'xshash boshqa moddalarni shimdirganda uning o'tkazuvchanligi ancha pasayadi. Betonga manomer yoki manomer asosli eritmalar shimdirish va shimiluvchi moddaning betonda polimerizatsiyalashining ta'siri, ayniqsa, katta bo'ladi.

Betonning sovuqqa chidamliligi deb uning suvga to'yingan holatda qayta-qayta muzlash va erishga chidash xususiyatiga aytiladi. Bunday sharoitda beton buzilishining asosiy sababi suv muzlab, g'ovaklarning devorlari va mikrodarzlar chetiga bosimning ortishi bo'ladi. Muzlagan suvning hajmi 9% ortadi; betonning qattiq asosi suvning kengayishiga yo'l bermaydi, uning ichidagi kuchlanish nihoyatda oshib ketadi. Muzlash va erishning qayta-qayta bo'lishi beton strukturasini bo'shashtirib, uning yemirilishiga sabab bo'ladi. Oldiniga betonning chetlari, so'ng yuzasi va oxirida uning ichki qismi buziladi. Betonni tashkil etuvchilarga chiziqli harorat koeffitsienti va harorat-namlik gradienti o'trasidagi farq natijasida hosil bo'lgan kuchlanish ham ma'lum ma'noda ta'sir qiladi.

Betonning sovuqqa chidamliligini aniqlash uchun ketma-ket muzlatish va eritish usulidan foydalaniladi. Sinash usuli, xususan, muzlatish harorati, namunaning suvni shimish sharoiti, namunaning

o'lchami, siklning davomiyligi betonning sovuqqa chidamliligi ko'rsatkichlariga sezilarli ta'sir qiladi. Muzlatish harorati pasaytirilganda, ayniqsa, suv yoki tuzlar eritmasida muzlatilganda betonning yemirilishi tezlashadi.

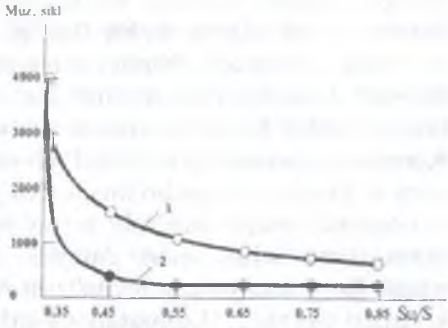
Betonning sovuqqa chidamliligi kriteriyasi sifatida namuna massasining kamayishi 5 foizdan kam va mustahkamligi 25 foizdan oshiq pasaymagan sikllar miqdori olinadi. Sikllar miqdori sovuqqa chidamlilik bo'yicha betonning markasini aniqlaydi. Misol uchun Muz 100, Muz 200 va undan yuqori bo'lib, ishlatish sharoitidan kelib chiqqan holda tayinlanadi.

Betonning sovuqqa chidamliligi uning tuzilishi va g'ovaklik xususiyatiga bog'liq bo'ladi. Chunki aynan g'ovaklik sovuq havoda betonda hosil bo'ladigan muzning hajmi va taqsimlanishi, demakki, vujudga kelgan kuchlanish va beton strukturasining bo'shashish tezligini belgilaydi. 10^{-5} o'lchamli beton mikrog'ovaklarida birikkan suv bo'lib, juda past haroratda (−70°C darajada) ham muzlamasdan turadi. Shuning uchun mikrodarzlar betonning sovuqqa chidamliligiga sezilarli ta'sir qilmaydi. Sovuqqa chidamlilik, asosan, betondagi makrog'ovaklar hajmiga va ularning tuzilishiga bog'liq.

Beton sovuqqa chidamliligini oshirishning ikki yo'li mavjud:

a) betonning zichligini oshirish, makrog'ovaklar hajmi va ularning suv o'tkazish xususiyatini kamaytirish. Bu Su/S nisbatini kamaytirish, g'ovak devorlarini gidrofobizatsiya qiluvchi qo'shimchalar ishlatish yoki maxsus modda shimdirib, g'ovaklarni kolmatatsiya qilish orqali amalga oshiriladi;

b) maxsus havo jalb etuvchi qo'shimcha ishlatib, betonda havo g'ovaklarining (muzlaydigan suv hajmining 20 foizidan ortiq) qo'shimcha hajmini yaratish. Bunday g'ovaklar beton odatdagidek suvga shimdirilganda to'lmay, lekin muzlashda ro'y beruvchi bosim ostida suv kirishi uchun ochiladi.



2.16-rasm. Oddiy (1) va havo aralashgan (2) betonning sovuqqa chidamliligining Su/S nisbatiga bog'liqligi.

Sovuqqa chidamlilikning suv-sement nisbatiga bog'liq

ekanligi 2.16-rasmda ko'rsatilgan. Beton sovuqqa yetarli darajada chidamli bo'lishi uchun Su/S 0,5 dan kam bo'lmasligi kerak.

Sovuqqa chidamlilik darajasi oshishining oddiy va samarali usuli havoni tortuvchi qo'shimchalarni qo'shish hisoblanadi. Qo'shimchalar havo g'ovaklari o'lchamini imkon qadar kichik qilib, betonning sovuqqa chidamlilik darajasini oshiradi. Shu bilan birga havo tortilgani bois mustahkamlik minimal darajada kamayadi. Havo tortilishining optimal hajmi, odatda, 4–6 foizni tashkil etadi hamda sement, suv va yirik to'ldiruvchi sarfi bilan aniqlanadi. Mazkur hajm to'ldiruvchi maydalashib, sement sarfi ko'paygan sari oshib boradi.

Havo tortuvchi qo'shimcha qo'shilgan betonda g'ovaklarning umumiy hajmi taxminan 1000–2000 sm^{-1} ni tashkil etib, o'lchami 0,005–0,1sm atrofida o'zgarib turadi. Alohida g'ovaklar orasidagi masofa 0,025 sm dan oshmaydi.

2.4. Beton korroziyasi va u bilan kurashish usullari

Sanoat, fuqaro, uy-joy va qishloq xo'jaligida ishlatiladigan temir-beton konstruksiyalarga agressiv muhit ta'sir qilishi mumkin. Konstruksiyaning ko'p vaqt ishlashi beton va armaturaning agressiv muhit ta'siriga chidamliligiga bog'liq.

Beton va temir-beton konstruksiyalarga agressiv ta'sir darajasi quyidagicha aniqlanadi: suyuq muhit uchun – agressiv agentlarning mavjudligi va konsentratsiyasi, harorat, bosimi yoki suyuqlikning yuzada harakatlanish tezligi bilan; gazli muhit uchun – gazlarning turi va konsentratsiyasi, ularning suvda eruvchanligi, muhitning namligi va harorati bilan; qattiq muhit (tuzlar, aerozollar, changlar) uchun – dispersligi, suvda eruvchanligi, atrof-muhitning namligi bilan. Ularning betonga agressiv ta'siri qurilish konstruksiyalarini korroziyaga qarshi himoya qilish bo'yicha maxsus me'yorlar bilan belgilanadi (QMQ). Korroziyada betonning yemirilish chuqurligiga qarab agressiv muhit sust, o'rta va kuchli turlarga bo'linadi (2.6-jadval).

Agressiv muhit ta'sirida beton yemirilib ketishi mumkin. Ya'ni konstruksiya beton yetarli darajada chidamli bo'lmagani uchun buziladi. Konstruksiyalarni loyihalashtirishda agressiv muhitning tarkibi, konstruksiyaning ekspluatatsiya qilinish sharoitini hisobga olish, materialni to'g'ri tanlab, beton zichligini to'g'ri belgilash va konstruksiyaning ko'p yil ishlashini ta'minlash lozim.

50 yil eksplutatsiya qilingan holatda beton yemirilishining ruxsat etilgan chuqurligi

2.6-jadval

Suv-muhitning agressivlik darajasi	Konstruksiyadagi betonning yemirilish chuqurligi, sm	
	Temir-beton	Beton
Noagressiv	1	2
Sust agressiv	1–2	2–4
O'rtacha agressiv	2–4	4–6
Kuchli agressiv	4 dan ortiq	6 dan ortiq

Temir-beton konstruksiyalarni loyihalashtirganda betondagi armaturaning saqlanishiga ham ahamiyat berish zarur. Betonga po'latga nisbatan agressiv bo'lmagan ionli (Cl^-, SO_4^{-2}) suyuq muhit ta'sir qilganda birinchi navbatda beton yemiriladi. Gazli havoli muhitda (havoning nisbiy namligi >60%), shuningdek, konstruksiyaga po'latga nisbatan agressiv ionli (Cl^-) qattiq va suyuq muhit ta'sir qilganda armatura korroziyasi bo'lishi mumkin. Bu holda konstruksiyaning yemirilishi armatura korroziya natijasida bo'ladi. Zang mahsuli armaturada yig'ilib betonga bosim tushiradi, darz paydo bo'lishi, so'ng esa himoya qatlamining yemirilishiga sabab bo'ladi. Korroziyada yorilib ketishi mumkin bo'lgan mustahkamligi yuqori po'lat ishlatilishi, ayniqsa, xavf darajasini oshiradi. Bu holatda zo'riqqan armatura uzilib ketishi mumkin.

Gazli muhitdagi korroziya nam bo'lgan sharoitda yuz berib, uning o'tishi betonning suvli muhitda korroziyaga uchrashidan farq qilmaydi.

V. M. Moskvin korroziyaning asosiy turlarini sinflarga ajratishni taklif etgan. Olingan eksperimental ma'lumotlar va konstruksiyalar ekspluatatsiyasida to'plangan tajribaga ko'ra betonda bo'ladigan korroziya jarayonlari uch turga bo'lindi:

Korroziyaning birinchi guruhi (I tur korroziya)ga yumshoq suv ta'siri bilan betonda korroziya jarayonlari birlashtirilib, unda sement tarkibiy qismlari erib, suv bilan oqib ketadi. Betonning I tur korroziyasi suv betonda filtratsiyalanganda, ayniqsa, tez boradi.

Korroziyaning ikkinchi guruhi (II tur korroziya)ga tarkibidagi kimyoviy moddalar sement toshi tashkil etuvchilari bilan reaksiyaga kirishadigan suv sabab bo'ladigan korroziyalar kiradi. Reaksiya mah-

sullari suvda oson erib, biriktirish xususiyati bo'lmagan amorf massa sifatida oqib ketadi yoki reaksiya joyida qoladi. Bu guruh kislota va magnezial tuzlar ta'sirida bo'ladigan jarayonlarni qamrab oladi.

Korroziyaning uchinchi guruhi (III tur korroziya)ga beton g'ovaklari va kapillyarlarida kam eriydigan tuzlar yig'iladigan jarayonlar kiradi. Ularning kristallashuvi g'ovak devorlari va kapillyarlardagi bosimni oshirib, beton strukturasi elementlarini buzadi. Ular sirasiga beton kalsiy gidrosulfoalyuminat kristallarining ko'payishi natijasida yemiriladigan sulfatlar ta'sirida bo'ladigan korroziyani kiritish mumkin

Tabiiy sharoitda ham betonga bir qancha omillarning ta'sirini ko'rish mumkin.

I tur korroziya devori yupqa va suv bosimi sharoitida ishlatiladigan konstruksiyalar uchun, ayniqsa, xavfli bo'ladi. Bunday sharoitda sement toshining tarkibiy qismlari erib, suvda yuvilib ketishi mumkin. Sement gidratatsiyasining, ayniqsa, oson eriydigan mahsuli kalsiy oksidining gidrati hisoblanadi va uning yuvilishi sement klinkerining gidroliziga sabab bo'ladi. Birinchi navbatda uch kalsiyli va ikki kalsiyli gidrosilikat kabi ko'p asosli, so'ng past asosli birikmalar (masalan, $CaO \cdot SiO_2 \cdot aq$) yemiriladi. Gidroalyuminatlardan to'rt kalsiyli alyumoferrit (C_4AF) kamroq chidamli bo'ladi.

Betondagi kalsiy gidrookisining ajralishi beton qorishma qismi mustahkamligi yo'qolishiga sabab bo'ladi. Beton 33% CaO yo'qotganda uning yemirilishi boshlanadi. Beton korroziyasining tezligi betonni yuvadigan suv oqimi tezligiga to'g'ri proporsionaldir. Biroq oqim tezligi katta bo'lganda ishqor yuvilish, asosan, CaO ning beton yuzasidan ajralish tezligiga bog'liq bo'ladi. I tur korroziya jarayonining o'tishiga suv-muhitning kimyoviy tarkibi katta ta'sir qiladi. Suvdagi tuz sement toshi elementlari bilan reaksiyaga kirishmasa ham aralashmaning ionli kuchini oshirib, CaO ishqor yuvilishini tezlashtiradi. Aralashmada kalsiy tuzi ($CaHCO_3$) $CaCO_3$ ishqor yuvilish tezligini kamaytiradi. Shuning uchun beton karbonlanganda I tur korroziyaning rivojlanish tezligi kamayadi. Betonning I tur korroziyaga chidamliligi ishlatilayotgan sement kimyoviy tarkibiga ham bog'liq. Agar yemirilish sementning tarkibiy qismining erishi natijasida sodir bo'lsa, ya'ni CaO ning ko'p qismi eritmaga o'tsa, portlandsementda yuqori asosli birikmalar (alit C_3S, belit C_2S)ning ko'proq bo'lishi sement toshining chidamliligini kamaytiradi.

Sementga faol gidravlik qo'shimchalar (trepel, trass va h.k.) qo'shib ham beton chidamliligini oshirsa bo'ladi. Mazkur moddalar Ca $(OH)_2$ ni erimaydigan birikmaga aylantirib, CaO yuvilishini kamaytiradi. Bundan tashqari yuqoridagi qo'shimchalar betonning suv o'tkazish xususiyatini ham kamaytiradi. Putssolon portlandsement suv bilan sovuqning birga ta'siri istisno qilingandagina I tur korroziyasiga chidamli bo'lishini ham aytib o'tish zarur.

Betonning I tur korroziyasiga chidamliligini oshirish uchun quyidagilar ishlatiladi: a) zichligi yuqori beton; b) beton yuzasini tabiiy yoki sun'iy karbonizatsiyalash; d) maxsus, xususan, putssolan sement; e) beton yuzasini gidroizolyatsiyalash; f) betonni qoplash yoki maxsus vositalarni shimdirish.

Korroziyaning II turida beton ketma-ket yemirilmaydi. Betonning tashqi muhitga ochiq yuzasida gidratlangan sement toshi struktura elementlari, ba'zan esa sement klinkerining gidratlanmagan zarrasi buziladi. Yangi hosil bo'lgan moddalarda agressiv muhitning kirishiga qarshi turadigan bog'lovchi xususiyat ham, yetarli zichlik ham bo'lmaydi. Ular yuvilib yoki erib, betonning ichki qatlamlari ochilib qoladi.

Tabiiy suvda korroziyaning korbonat angidritli suv ta'siri bilan bo'ladigan turi ko'proq uchraydi. Karbonat angidrit H_2CO_3 hamma suvda bo'ladi. Suvning o'zi va tuproqda bo'ladigan jarayonlar suvda karbonat angidritni hosil qiladi.

Karbonat angidritda dissotsiatsiya ikki bosqichda bo'ladi:

$$H_2CO_3 \leftarrow H^+ + HCO_3^-$$

$$HCO_3 \leftarrow H^+ + CO_3^{2-}$$

$$H_2CO_3 \leftarrow H^+ + HCO_3^- + 2H^+ + CO_3^{2-}$$

Aralashmada vodorod ionlari (H^+)ning ko'payishi reaksiyaning muvozanatini buzadi, shuningdek, $HC_3^- \rightarrow H_2CO_3, CO_3^{2-} \rightarrow HCO_3^+$. Vodorod ionlarining kamayishi, aksincha, karbonat angidritni hosil qiladi: HCO va CO_3^{2-}. Aralashmadagi pH asosiy shakli turlicha bo'lishi xarakterlidir: pH>8,4 bo'lganda suvda karbonat angidrit H_2CO_3 bo'lmaydi, pH<6,5 bo'lganda H_2CO_3 asosiy shakl, pH<4 da HCO_3^- yo'q bo'ladi, pH>6,5 da HCO_3^- – asosiy shakl, pH>11 da –

CO_3^{-2} asosiy shakl. Aralashmada barqaror holat HCO_3^- bo'lishi uchun unda ma'lum miqdorda CO_2 bo'lishi kerak. H^+, CO^{23-} va HCO_3^- muvozanatga kelgan suv karbonat plenkani eritmaydi, ya'ni sement toshiga nisbatan agressiv emas. CO_2 muvozanatdagi holatidan oshganda karbonat plenkani eritadigan sharoit yaraladi, ya'ni suv betondagi sement toshiga nisbatan agressiv xususiyatga ega bo'ladi.

Aralashmada reaksiyaga kirishmaydigan ionlarning bo'lishi (Cl^-, Na^+ va h.k.) aralashmaning ion kuchini oshirib yuboradi, reaksiyani tezlashtiradi va ko'p miqdordagi $CaHCO_3$ ni eritadi. Agar betonga turg'un yoki sekin oqadigan suv ta'sir qilsa, betonning yuzasida karbonat muvozanat hosil bo'ladi, ya'ni yemirilish sekinlashadi. Suv tez oqqanda reaksiyaning sekinlashishi ta'sirga uchrovchi yuzaning kamayganligi sababli yuz beradi, aralashmada OH^- ionlar kamayishi $CaHCO_3$ ni $CaCO_3$ ga aylantirib, cho'kma holatiga keltiradi. Sement toshida ON^- konsentratsiyasi qancha yuqori bo'lsa, agressiv suvning yuza qismida tez almashinishi uni shunchalik tez yemiradi.

Bundan xulosa qilish mumkinki, oldiniga portlandsement va putssolan portlandsementidagi sement toshining buzilish tezligi bir xil bo'ladi, so'ngra putssolan sementli sement toshida uning borishi kamayadi. Chunki suyuq fazada uning tarkibidagi gidroksil ionlar (OH^-) ancha kam bo'ladi. Shu sababli gil tuproq sementli beton II tur korroziyaga chidamliroq bo'ladi. Bunda beton va korroziya mahsulining zichligi, ayniqsa, ahamiyatli.

Karbonat angidritli korroziya sharoitida bo'ladigan korroziya jarayoniga xulosa yasab aytib o'tish kerakki, agressiv H_2CO_3 qancha ko'p bo'lsa, aralashmaning kislotalik xususiyatlari ortib, korroziya tezlashadi.

Betonga noorganik kislotalarning ta'siri ham II tur korroziyaga sabab bo'ladi va beton sement toshini to'la yemirib, I tur korroziyaga o'tishi mumkin.

$$Ca(OH)_2 + 2HCl\ (H_2SO_4,\ 2HNO_3\ va\ boshqalar) \rightarrow$$

$$\rightarrow CaCl_2\ [CaSO_4,\ Ca(NO_3)_2\ va\ boshqalar] + 2H_2O;$$

$$nCaO \cdot mSiO_2 + HCl + aq = nCaCl_2 + mSi(OH)_4 + aq \text{ va hokazo.}$$

Kislotaning turiga qarab reaksiya vaqtida turli tuzlar hosil bo'ladi. Sement toshining yemirilishi kalsiy tuzlarining eruvchanligiga bog'liq. Reaksiya moddalarining eruvchanligi yuqori bo'lganda sement toshining yemirilishi tezroq bo'ladi. Bu holatdagi korroziya tezligi agressiv muhitning reaksiyaga kirishuv darajasi, uning beton yuzasida al-

mashinishi va muhit bilan sement toshi bir-biriga ta'sir qiluvchi yuza bilan chegaralanadi. Agar reaksiya moddalari kam eruvchan bo'lsa, ular reaksiya joyida, ya'ni beton yuzasida qolib, agressiv muhitni beton ichkarisiga kiritmay, korroziya tezligini sekinlashtiradi.

II tur korroziya jarayoni rivojlanishiga sement toshi yuzasida aralashma almashinish tezligi katta ta'sir qiladi. Almashinish tezligi va kislota konsentratsiyasi kam bo'lganda (pH>4) kislotaning kalsiy gidroksidi bilan ta'siri to'la davom etadi

$$2HCl+Ca(OH)_2=CaCl_2+2H_2O$$

Shundan so'ng aralashma neytrallashib $Ca(OH)_2$ eriydi, $CaCO_3$ hosil bo'ladi va shundan so'ng II tur korroziya jarayoni I tur korroziya jarayoni bilan almashadi. Katta tezlik sharoitida agressiv aralashma bilan sement toshining tutashish maydoni hamda agressiv muhitning oqish tezligi korroziya tezligini chegaralovchi omil bo'ladi. Sementni kam konsentratsiyali kislotalarga chidamliligi bo'yicha quyidagi tartibda joylashtirish mumkin: giltuproqli, putssolanli, portlandsement va bu tartib I tur korroziya bilan bir xildir. Buning sababi II tur korroziya I tur korroziya bilan birga bo'ladi va bu jarayonda I tur korroziya asosiy rol o'ynaydi. Kislotalar konsentratsiyasi oshganda sementlar chidamliligi orasidagi farq deyarli bilinmaydi. Bunday sharoitda kislotaga chidamli maxsus sement chidamli hisoblanadi.

Himoya vositalari sifatida bunday holatda maxsus bog'lovchilarni ishlatish va yuza qismni bo'yoq, qoplama va boshqa materiallar bilan izolyatsiya qilish vositasidan foydalaniladi.

III tur korroziya beton kapillyarlari va g'ovaklarida kam eriydigan tuzlar hosil qilib, ular o'z navbatida beton strukturasini buzuvchi bosimni keltirib chiqaradi. Betonga sulfatlar ta'sir qilgandagi shunday mahsulotlardan gips va kalsiy gidrosulfoalyuminatni aytib o'tish mumkin. Ular ikki xil ko'rinishda uchraydi:

$$3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 3CaSO_4(30-32)H_2O$$

va

$$3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 3CaSO_4(8-12)H_2O.$$

III tur korroziyasining boshlanishida kristallsimon tuzlar hosil bo'lganligi bois beton zichlashib boradi. Zich betonda tuzlarning

ko'payishi sekin boradi va korroziya bo'layotganligini ba'zan bir necha yildan so'nggina bilish mumkin. G'ovakli betonda jarayon tezroq borib, bir necha hafta yoki bir oydan so'ng to'la ko'rinishga o'tadi.

Mikro va makro g'ovaklar, ochiq g'ovaklarning mavjudligi III tur korroziyaning rivojlanishiga katta ta'sir qiladi. Biroq sement toshining agressiv muhitga ta'siridagi maydon o'lchami va uning kimyoviy tarkibi ham muhim rol o'ynaydi. Sulfat tarkibli suv hamma joyda uchraydi. Chuchuk suvli ko'l va daryolarda SO_4^{2-} taxminan 60 mg/l miqdorida bo'lishi mumkin. SO_4^{2-} 100 mg/l bo'lgan suv juda kam uchraydi va mavjudlari ham ma'danli suvlar hisoblanadi. Tarkibida tuz miqdori 33–35 g/l bo'lgan dengiz suvida SO_4^{2-} 2500–2700 mg/l bo'ladi.Tabiatdagi suvda SO_4^{2-} miqdori Ca, Na, Mg larning erishi bilan bog'liq bo'ladi.

Suvda sulfatlarning bo'lishi sement toshi tashkil etuvchilari eruvchanligini oshirib, I tur korroziyani tezlashtiradi va almashinish reaksiyasiga olib kelib, II tur korroziyaga sabab bo'ladi. Ma'lum sharoitlarda III tur korroziya rivojlanadi.

Tarkibida sulfat darajasi $CaSO_4$>2100 mg/l bo'lgan suvga tekkan beton unga to'yinib, $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ hosil bo'ladi.

Betonda hosil bo'ladigan kompleks tuzlardan suvning 30–32 molekulasini biriktirib, hajmini ancha oshiradigan kalsiy gidrosulfoalyuminat (KGSA), ayniqsa, havfli. Ushbu tuz hosil bo'lishida aralashma holatida kelgan yoki sulfat bilan $Ca(OH)_2$ o'rtasidagi reaksiya natijasida hosil bo'lgan sement toshi gidroalyuminati va gips ishtirok etadi. Aralashmada SO_4^{2-} konsentrati qancha yuqori va sementda C_3A (uch kalsiyli alyuminat) ko'p bo'lsa, kalsiy gidrosulfoalyuminat hosil bo'lishiga sharoit shunchalik yaxshilanadi.

SO_4^{2-} >2500 mg/l konsentratsiyada KGSA hosil bo'lib, betonning xususiyatlariga ta'sir qiladi. KGSA hosil bo'lish reaksiyasining to'la o'tishi aralashmada kalsiy gidroalyuminat ($C_3A \cdot aq$)ning ortiqcha bo'lishiga bog'liq. Ya'ni $SO_4^{2-}/C_3A=1,04$. Agar C_3A talab qilingan miqdordan kam bo'lsa, KGSA miqdori reaksiya joyida C_3A mavjudligi bilan chegaralanadi. Agar C_3A talab qlinganidan oshib ketsa, KGSA miqdori reaksiya joyidagi SO_4^{2-} ionlar miqdori bilan chegaralanadi.

Aralashmada KGSA tarkibiy qismi bilan reaksiyada ishtirok etmaydigan tuzlar (*NaCl*, $NaNO_3$, *KCl* va boshqalar)ning mavjudligi aralashmaning ion kuchini oshiradi, demakki, reaksiyalanuvchi moddalar va reaksiya mahsulining eruvchanligini oshiradi, ya'ni KGSA hosil bo'lishi va ko'payishiga to'sqinlik qiladi. Yuqorida aytib o'tilgandek, KGSA ning hosil bo'lishi va keyinchalik 30–32 suv molekulalari bilan kristallanishi qattiq faza hajmining keskin oshganligi bilan bog'liq. Reaksiyada C_3A ishtirok etganda hajmning oshishi taxminan 1,63, C_3A bilan $Ca(OH)_2$ ishtirokida esa 2,27 martani tashkil etadi.

III tur korroziyada oldiniga beton yuzasida gips kristallaridan yupqa plenka hosil bo'ladi, so'ng to'plangan gips va KGSA ning kristallari qatlam bo'lib sement toshining ichida to'planadi.

Gips, odatda, $Ca(OH)_2$ to'plangan joyda yig'iladi. Hosil bo'lgan gips va KGSA ning kristallari sement toshi g'ovaklari devoriga bosimi ortib, yuzasiga parallel bo'lgan buzilishlar, ya'ni darz, yoriqlarni hosil qiladi va beton asta yemirila boshlaydi.

Beton nisbatan ko'p suvga bo'ktirilganda $Ca(OH)_2$ va $CaSO_4$ lar erib, bosim kamayadi, biroq $Ca(OH)_2$ va korroziya mahsulining yuvilishi natijasida beton buzilishi mumkin. Bu holatda III tur korroziyaga I tur korroziya qo'shiladi. Qotayotgan sementda $Ca(OH)_2$ bo'lishi III tur korroziyaning kimyoviy jarayoni va yangi moddalarning kengayish darajasiga ta'sir qilganligi uchun mineral tarkibi turlicha bo'lgan sement bunday sharoitda turli darajada chidamli bo'ladi. Alitalyuminatli sementlarning chidamliligi belitli va sulfatga chidamli sementlarga nisbatan kamroq bo'ladi. Gil tuproqli sementning III tur korroziyaga chidamliligi kuchliroq bo'ladi.

Putssolanli portlandsementning ham chidamliligi yuqori. Uning tarkibida $Ca(OH)_2$ kamligi ko'p asosli gidroalyuminat hosil bo'lishi va mavjud bo'lishiga imkon bermaydi, ba'zan esa KGSA hosil bo'lishiga yo'l qo'ymaydi.

III tur beton korroziyasiga qarshi tadbirlar quyidagilardan iborat: sementni konstruksiyaning ishlash sharoiti va muhitning agressivlik darajasidan kelib chiqib tanlash; havoni tortuvchi, plastiklovchi hamda $Ca(OH)_2$ va $CaSO_4$ larning eruvchanligini oshiruvchi $CaCl_2$, *CHB*, *SDB* kabi kremniyorganik qo'shimchalarni qo'shish; turli usullar bilan betonning zichligini oshirish, shu jumladan, Su/S nisbatini kamaytirish va zichlovchi qo'shimchalar qo'shish.

Agar aytilgan vositalar himoyani ta'minlay olmasa, beton yuzasiga suv kelish yo'lini yopib qo'yish, ya'ni yuza qismni himoya qilish lozim. Turli tadbirlarning betonni agressiv muhit ta'siridan himoya qila olishdagi samarasi laboratoriya tajribalari yordamida aniqlanadi.

Betondagi armatura korroziyasi. Betonning armaturaga nisbatan himoya xususiyati sement toshining po'latni passivlay olishi bilan aniqlanadi. Ma'lumki, ko'pchilik hollarda metallar korroziyasi elektromexanik mexanizm bo'yicha sodir bo'ladi va u yuzaga kelishi uchun quyidagi sharoit mavjud bo'lishi kerak:

1) metall yuzasida potensiallarning turlicha ekanligi;

2) metall yuzasi qismlarining turli potensiallar bilan elektrolit aloqasi mavjudligi;

3) quyidagi reaksiya bo'yicha metall yemiriladigan yuza anod qismlarda faol holatda bo'lishi:

$$nH_2O + Me \rightarrow Me + nH_2O \cdot e^- ;$$

4) metall yuzasidagi katod qismlarda ortiqcha elektronlarni assimilyatsiya qilish uchun depolyarizator miqdori, xususan, kislorodning yetarli ekanligi:

$$4e^- + O_2 + 2H_2O \rightarrow 4(OH)^- .$$

Birinchi shart doim bajariladi, chunki texnik metallarning strukturasi turlicha bo'ladi. Ichki yuzasi faol va gidrofil kapillyar-g'ovak jism ko'rinishdagi po'lat bilan betonning bog'lanish sharoiti ham har xil. Shuning uchun 2–4 korroziya jarayonlari betonda ham yuz beradi deb aytish mumkin. Haqiqatan, sement gidratatsiyasida kiyoviy bog'langandan tashqari betonda fizik bog'langan, ya'ni kapillyar va osmotik suv ham bo'ladi. Betondagi fizik bog'langan suv, kimyoviy bog'langandan farqli ravishda, po'lat yuza qismlari orasidagi anod va katod zaryadlarni elektrolit – o'tkazuvchi vazifasini bajaradi va uning miqdori betonning xususiyatlari, muhit va uning konstruksiya bilan o'zaro ta'sir sharoitiga bog'liq bo'ladi. Beton suvga yetarli ravishda uzoq tushirilganda uning kapillyar va g'ovaklari suvga to'la to'yinadi. Bu holatda g'ovaklar qancha ko'p bo'lsa, suv miqdori ham shuncha ko'p bo'ladi.

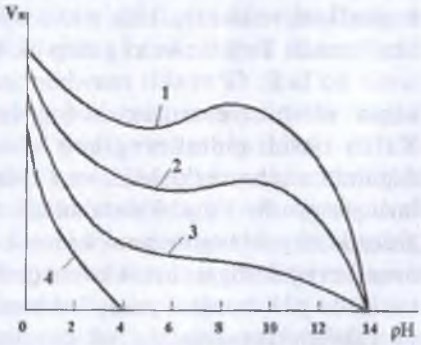
Bosimsiz bir tomonlama aloqada, ya'ni kapillyarlar suvni shimganda betonning to'yinish darajasi, odatda, kamroq bo'ladi. Chunki suvning so'rilish balandligi kapillyarlar kesmasiga teskari bog'liq.

Odatda, makrokapillyar deb ataladigan radiusi $1 \cdot 10^{-5}$ dan oshiq bo'lgan kapillyarlardagi to'yingan bug' bosimi deyarli bug'ning yassi yuzadagi bosimiga teng. Shuning uchun bunday kapillyarlar suvni so'rib olmaydi va suv bosimi yoki betonda kondensat hosil bo'lgandagina suvga to'yinishi mumkin.

Konstruksiya nam havo sharoitida ekspluatatsiya qilinganda uning tarkibidagi suv miqdori nisbiy namlikka bog'liq bo'ladi. Namlik miqdori 100 foizga yetganda betondagi suv miqdori kapillyar so'rilish vaqtidagi miqdorga yaqinlashadi. Namlik kamayganda betondagi suv darajasi ham kamayadi. Betondagi po'lat uchun, ochiq turgan po'latda bo'lgani kabi, havo namligining kritik chegarasi mavjud bo'ladiki, o'sha darajadan kam bo'lganda namlik plenkasi ionlarning anod va katod qismlarga o'tishini ta'minlay olmaydi. Betonda bu ko'rsatkichni kamaytiradigan gigroskopik moddalar, masalan, xlor tuzlari qo'shimchalari bo'lmasa, beton uchun bunday chegara havoning 50–60% namligi hisoblanadi. Shunday qilib betonda doim korroziya o'tishi uchun yetarli darajada suv bo'ladi.

Kislorodga to'xtaladigan bo'lsak, uning yetishmasligi po'lat korroziyasini chegaralab qo'yishi mumkin. Tadqiqotlardan ma'lum bo'ldiki, bu holat faqat beton suv bilan deyarli to'la to'yinib, kislorod diffuziyasi keskin sekinlashganda sodir bo'ladi. Zichligi yuqori bo'lgan betonlarda (Su/S<0,5) havoning namligi 80–85 foizdan oshsa ham korroziya kamayadi. Ko'pchilik hollarda beton g'ovaklari armatura korroziyasi bo'lishi uchun yetarli darajada havo o'tkazib turadi.

Po'lat korroziyasining tezligi bu holat uchun pH va kislorod miqdori bilan baholanadigan suv-muhitning agressivlik darajasiga bog'liq (2.17-rasm). Betondagi po'latda korroziya bo'lmasligi uning ishqorli muhitda passiv bo'lishi bilan izohlanadi, ya'ni yuqorida keltirilgan reaksiyada erimaydi. Agar u yoki bu sabab bilan



2.17-rasm. Po'lat zanglashi υ3 tezligining tarkibda kislorod bo'lgan pH qorishmasiga bog'liqligi.
1 – yuqori; 2 – o'rtacha; 3 – past; 4 – kislorod ishtirok etmaganda.

armaturaning yuzasi faol bo'lib qolsa yoki konstruksiya tayyorlash vaqtida to'la passivlanmasa yoki konstruksiya ekspluatatsiya jarayonida passivligini yo'qotsa, betondagi armaturaning korroziyasi yuz beradi.

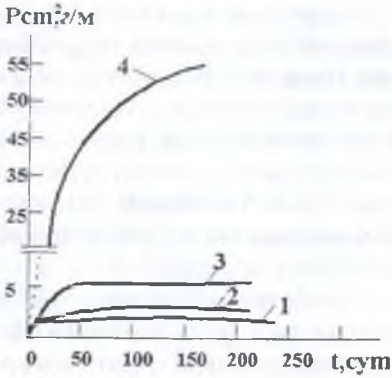
Betondagi po'lat passivligini saqlash uchun u ishqorliligining vodorod ko'rsatkichi pH≥11,8 bo'lgan g'ovak suyuqligi bilan doim aloqada bo'lishi kerak. Bu shartga, odatda, portlandtsemetli zich beton va uning boshqa turlari (shlakoportlandsement, putssolanli portlandsement)da rioya qilinadi. Ular suv bilan qorishtirilganda kalsiy oksidining gidrati bilan to'yingan pH≥12,6 mm aralashma hosil bo'ladi. Sement xamirining tishlashish va qotish vaqtida pH 13,5–13,8 darajagacha yetishi mumkin. Bu hol sement toshining kristalli tutashuvi hosil bo'lishi uchun asos bo'ladigan suyuq fazaning ortiqcha to'yinishi bilan bog'liq bo'lishi mumkin. Qotgan betonda g'ovak suyuqligi pH miqdori 12–12,5 ni tashkil etadi va u pH ning kritik ko'rsatkichi hisoblanmish 11,8 dan ancha baland.

Portlandsementda tayyorlanib, normal usulda qotgan oddiy zich betonda ortiqcha kalsiy oksidining gidrati miqdori ancha ko'p bo'ladi va taxminan sement massasining 10–15 foizini tashkil etadi. Bundan tashqari sement klinkeri zarrasining to'la gidratlanmagan shaklida "klinker fondi" ham ko'p vaqt davomida saqlanib turadi va biror sabab bilan sarflanayotgan bo'lsa, undan betondagi $Ca(OH)_2$ zaxirasi to'ldirib turiladi.

Agar sementda faol gidravlik qo'shimchalar bo'lsa (putssolon, shlakoportlandsement), kalsiy oksidi gidratining ko'p qismi u bilan bog'lanadi. To'ldiruvchi gidravlik faol bo'lganda ham shunday holat sodir bo'ladi. G'ovakli maydalangan keramzit yoki perlit qumi, ayniqsa, ularning changsimon fraksiyalarida shunday xususiyat bo'ladi. Kalsiy oksidi gidratining bog'lanishi betonga issiq bilan ishlov berilganda ancha tezlashadi va g'ovak suyuqligining pH darajasi sezilarli pasayadi. Yuqori darajadagi mustahkamlikka kalsiy oksidining gidrati maydalangan qum kremnezemi, kul va shlak bilan bog'lash orqali erishiladigan avtoklavda qotuvchi – yacheykali va silikatli betonlarda pH darajasi pasayib ketadi. Avtoklavda qotgan betonlar bir yil tabiiy atmosfera sharoitida saqlanib, doim namlanib turilganda armatura yuzasining 100% korroziya bilan zararlanishini ko'rish mumkin.

Ayniqsa, xlorli tuz qo'shimchalarning ta'siriga ko'proq ahamiyat berish zarur. Chunki normal qotgan sementli betonda, g'ovak suyuqligi

pH darajasi yuqori bo'lishiga qaramay, xlor ionlarining bo'lishi po'lat yuzasining passiv holatini buzadi (2.18-rasm). Biroq ba'zi holatlarda xlorli tuz qo'shilgan betonda armaturaning korroziyaga uchrashidan xavotirlanmasa ham bo'ladi. Xloridlar sement alyuminati bilan kam eruvchan kompleks tuz – gidroxloralyuminatni hosil qilishi mumkin. Shuning uchun beton qorishtirilganda unga biroz qo'shilgan kalsiy xlorid to'laligicha birikib po'lat passivligini buzmaydi. Biroq sement alyuminatliligi qancha kam va undagi gips miqdori qancha ko'p bo'lsa, qo'shish mumkin bo'lgan miqdor ham kamroq bo'ladi, chunki bu so'nggisi birinchi navbatda alyuminatlar bilan birikadi.



2.18-rasm. Namunalardagi po'lat zanglashining $P_{po'l}$ kinetikasi.

1 – bug'lantirilmagan; 2 – aynisi, 2% li $CaCl_2$ va 1 % li $NaNO_3$ qo'shimchalari bilan; 3 – aynisi, 2% li $CaCl_2$ qo'shimchasi bilan; 4 – bug'latilgan va 2% li $CaCl_2$ qo'shimchasi bilan.

Bundan tashqari xloridlarning gidroxloralyuminatda birikishi betonga issiq bilan ishlov berilganda keskin sekinlashadi. Bunda g'ovak suyuqligi pH darajasi kamayishi hisobga olinsa, issiq bilan ishlov beriladigan betonga xlorid qo'shmaslikka harakat qilish kerak, degan xulosa kelib chiqadi.

Beton tarkibidagi materiallar uning po'latni passivlashtirish darajasiga ta'sir qilishi haqida gapirganda shlak va kul asosidagi to'ldiruvchilarning xususiyatini e'tiborga olish kerak. Bu to'ldiruvchilar tarkibida ko'pincha oltingugurtning sulfat va sulfid ko'rinishidagi suvda eriydigan va betonda kimyoviy o'zgarishga uchraydigan birikmalari bo'ladi. Shuningdek, ko'miming to'la yonmagan zarralari ko'pincha armatura yuzasiga tekkanda samarali katod vazifasini bajarishi mumkin.

Sulfat ionlar, xlor ionlardan kamroq bo'lsa ham, po'latning passivligini buzishi mumkin. Betonda sulfidlarning kimyoviy o'zgarishi natijasida ma'lum sharoitda po'lat yuza bilan ta'sirga kirishib, tortilish ta'siridagi yuqori darajada mustahkam armaturada vodorod mo'rtligini keltirib chiqaradigan serovodorod hosil bo'lishi mumkin.

Vaqt o'tishi bilan muhit ta'sirida betonning xususiyati o'zgaradi. Nam sharoitda beton mustahkamligini ko'p vaqt davomida oshirib boradi va uning strukturasi zichlashadi. Quruq sharoitda bunday bo'lmaydi. Doimiy muzlash va erish, namlanish va qurish, qizish va sovish uning strukturasini bo'shashtiradi, buzadi, beton yumshaydi va qisman yoki to'laligicha buziladi. Ko'p suyuq va gazsimon muhitda ham beton buziladi. Beton karroziyasi yuqorida ko'rib chiqildi. Albatta, agar u yoki bu tashqi ta'sir natijasida betonning armatura girdidagi himoya qobig'i buzilsa, uning passivlashtiruvchi ta'siri ham to'xtaydi.

Biroq betonga agressiv yoki sust agressiv bo'lgan ko'p muhit turlari po'latga agressiv hisoblanadi. Misol uchun nam havoli sharoitni keltirish mumkin. Agar beton u yoki bu sabab natijasida passiv bo'lmasa, bunday muhit armaturaning korroziyasini keltirib chiqaradi. Chuchuk, betonga agressiv bo'lmagan suv bilan doimiy namlanib turish ham shunday ta'sir qiladi. Aytib o'tish kerakki, beton ichidagi po'lat passiv holatda bo'lganda bunday ta'sir korroziyaga sabab bo'lmaydi.

Oldiniga to'laligicha egalik qilgan, xlorid qo'shilmagan portlandsementdan tayyorlangan zich betonda po'latning passivlash xususiyati yo'qolish sababini o'rganishga harakat qilib ko'raylik. Bunday betonda armatura passivligining buzilishi tashqi muhit bilan bog'langan. Natijada betondagi armatura yuzasida g'ovak suyuqligining pH darajasi tushib ketadi yoki xlor ionlar paydo bo'ladi. Betondagi pH pasayishi $Ca(OH)_2$ konsentratsiyasi kamayganligi bilan bog'liq. Bu uning betonda filtrlanadigan yoki oqib o'tadigan suvda yemirilishi (yuvilishi) yoxud nordon suyuqlik va gazlar ta'sirida neytrallashuvi natijasida yuz berishi mumkin.

Betonning neytrallashuvi — uning muhit bilan ta'sirga kirishishining keng tarqalgan ko'rinishidir. Misol sifatida yer usti konstruksiyalari betonining havodagi is gazi ta'sirida karbonlashuvini keltirish mumkin. Sanoat tumanlarida bu ta'sir boshqa nordon gazlar (SO_2, H_2S va boshqalar) ta'sirida neytrallashadi.

Havoning nisbiy namligi 50–60% bo'lgan sharoitda betonning karbonlashuv tezligi, ayniqsa, yuqori bo'ladi. Bunday sharoitda g'ovaklardagi plenka ko'rinishidagi nam reaksiya uchun yetarli, lekin mikrokapillyarlar suv bilan to'lmagan bo'ladi. Havoning nisbiy namligi 25% bo'lganda betonda suv yetishmasligi sabab karbonlashuv deyarli to'xtaydi. Nisbiy namlik 100 foizga yaqinlashganda ham shunday holat

sodir bo'ladi. Ya'ni mikrog'ovaklarda suv bug'ining kapillyar kondensatsiyasi sodir bo'lib, ularning diffuzion o'tuvchanligi bir necha marotaba kamayadi. Suv muzga aylanadigan 0°C da karbonlashuv deyarli to'xtaydi. Harorat ko'tarilishi bilan betonning karbonlashuvi tezlashadi. Buni karbonat angidrit diffuziyasi yengillashuvi bilan izohlash mumkin.

Karbonat kislota ta'sirining o'ziga xosligi shundaki, ba'zi nordon gaz va suyuqliklardan farqli ravishda beton strukturasini buzmaydi. Lekin karbonlashganda qattiq fazaning hajmi birlamchi Ca $(OH)_2$ hajmiga nisbatan 17% oshishi mumkin va bu o'z navbatida beton strukturasining zichlashuviga sabab bo'ladi. Buni g'ovak va qisman mikrokapillyarlarning karbonlashuv ta'sirida to'la berkilishi bilan izohlash mumkin.

Karbonat kislotadan farqli ravishda betonga CO_2 ta'sir qilganda oldin struktura gips hosil qiluvchilar bilan zichlashadi, natijada mustahkamlik sezilarli ortadi, biroq so'ng uning yuza qismidan yemirilish boshlanadi. Bunday ta'sir qattiq faza hajmining karbonlashuvga nisbatan ancha ko'p oshganligi bilan bog'liq bo'lishi mumkin.

Xlorli vodorod betonni to'la yemiradi. Chunki u bilan sement gidratatsiyasi ta'sirida hosil bo'ladigan xlorli tuzlar tez eriydi va bog'lovchi xususiyatlarni yo'qotadi.

Uchta asosiy jarayondan – beton g'ovaklarida karbonat angidrid gazi diffuziyasi, g'ovakdagi nam plenkasida kalsiy oksidining gidrati diffuziyasi va ular orasidagi kimyoviy reaksiyadan eng sekin boradigani CO_2 ning diffuziyasi bo'ladi. Mazkur diffuziya jarayon tezligi va uning qatlamlardagi xarakterini belgilaydi. Tabiiy, havoning nisbiy namligi kam bo'lganda ($\leq 25\%$) va albatta, quruq betonda uning karbonlashuvi CO_2 diffuziyasi bilan emas, balki Ca $(OH)_2$ diffuziyasi va ular orasida bo'lishi mumkin bo'lgan kimyoviy reaksiya bilan chegaralanadi.

Karbonlashuv jarayonining karbonat kislota konsentratsiyasiga bog'liqligidan foydalanib uning borishini CO_2 konsentratsiyasi yuqori sharoitda beton namunalarining tezlashtirilgan sinoviga asoslanib quyidagi formula bilan oldindan aytish mumkin:

$$x_1 = x_2\sqrt{c_1t_1 / c_2t_2}$$

Bu formulada x_1 va x_2 – karbonat kislotaning havoda konsentratsiyasi s_1, s_2 va t_1, t_2 vaqtda karbonlashuvning chuqurligi.

Keltirilgan tenglama nisbatan bir xil zich strukturali betonda qo'llaniladi. Donalar orasida bo'shliq bo'lishi beton ichida CO_2 diffuziyasini yengillashtiradi. Katta bo'shliqlar karbonat kislotaning beton ichiga to'siqsiz kirish, armaturaga ta'sir qilib, uning passivligini tez buzish imkonini beradi. G'ovakliligi katta bo'lgan ba'zi yengil betonlar ishlatilganda po'lat korroziyasiga qarshi tegishli choralar ko'rish lozim.

Og'ir va yengil betonlarda zichlikni oshirish, ularning o'tkazuvchanligini kamaytirish, ingibirlashtiruvchi va zichlovchi qo'shimchalar qo'shib himoya xususiyatlarini oshirish bilan armatura saqlanishini ta'minlash mumkin. Biroq g'ovak suyuqligida pH kam bo'lganligi uchun armatura saqlanishini ta'minlay olmaydigan beton turlari ham mavjud. Bularga avtoklavda qotirilgan sement va ohakli betonlar, gipssement — putssolan bog'lovchili betonlar va boshqalar taalluqli. Bunday betonlarda armatura maxsus sement bitumli, sement-polistirolli, sement-lateksli qoplamalar surish bilan himoya qilinadi.

Agar yuqorida aytib o'tilgan choralar temir-beton konstruksiyalarning ko'p yil xizmat qilishini ta'minlash uchun yetarli bo'lmasa, betonning o'ziga qurilish me'yorlari va qoidalari tavsiya etgan maxsus himoya qoplamalari surtish lozim.

2.5. Yengil va mayda zarrachali betonlarning xususiyatlari. G'ovakli to'ldiruvchilar asosidagi yengil betonlar

Yengil betonlarni ishlab chiqarishda har xil g'ovak to'ldiruvchilardan foydalaniladi. Jumladan, sun'iylari — keramzit, agloporit, perlit, shlakli pemza hamda tabiiylari — tuf, pemza va boshqalarni misol sifatida keltirish mumkin. Yengil betonlar, asosan, devorlar va yuk ko'taruvchi konstruksiyalarning og'irligini kamaytirish uchun ishlatiladi. Shu sababli bu betonlarning zichligi alohida ahamiyat kasb etadi. Betonlarning zichligiga qarab o'ta yengil, 500 kg/m^3 zichlikdan kam issiqlik saqlovchi beton va yengil, zichligi 500—1800 kg/m^3 bo'lgan betonlarga ajratiladi.

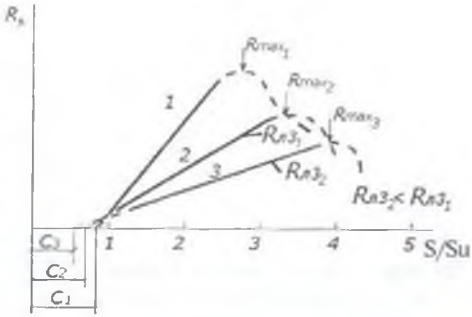
Yengil betonlarning mustahkamligi 2,5 dan 30 MPa gacha va undan yuqori bo'lishi mumkin. Yengil betonlar, asosan, zichligi 500—1400 kg/m^2 bo'lgan konstruksion-issiqni saqlovchi va zichliklari 1400—1800 kg/m^3 bo'lgan konstruksion betonlarga bo'linadi.

Betonlar tuzilishiga ko'ra zichlashtirilgan va oddiy turlarga ajratiladi. Ularga sement qorishmasining yirik to'ldiruvchilari orasidagi g'ovaklarni yengil yoki og'ir qum bilan to'ldiriladigan oddiy betonlar, sement qorishmasining g'ovaklarini ko'pik yoki gaz hosil qiluvchi boshqa qo'shimchalar bilan ko'pchitiladigan serg'ovak yengil betonlar va qumsiz, donalar orasidagi bo'shliqlari saqlangan yirik g'ovakli yengil betonlar kiradi. Qurilishda, asosan, yirik g'ovak to'ldiruvchilarning o'lchamlari 20–40 mm bo'lgan yengil betonlar va mayda donador yengil betonlar ishlatiladi.

Yengil betonlarning mustahkamligi og'ir betonlardagi kabi tarkibidagi sement-suv nisbatiga bog'liq, chunki asosan u sement toshi mustahkamligini belgilaydi. Lekin g'ovakli to'ldiruvchilar o'zining strukturaviy xususiyatlariga ko'ra sement qorishmasiga nisbatan kamroq mustahkamlikka ega. G'ovak to'ldiruvchilarning yengil beton tarkibiga kiritilishi ularning miqdori va zichligiga bog'liq holda beton mustahkamligini kamaytiradi.

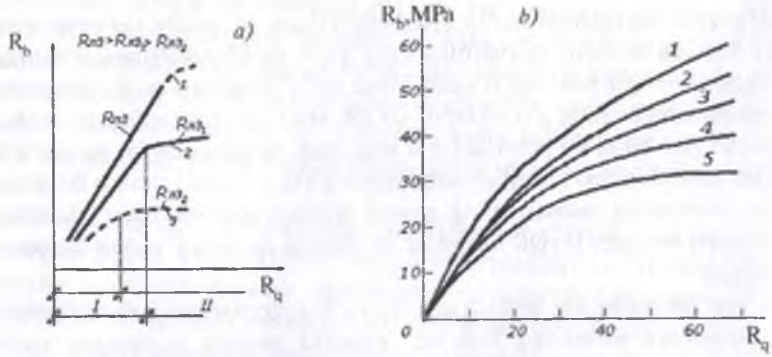
Yengil betonlar mustahkamligiga sement-suv nisbatlarining bog'liqliklarini 2.19-rasmda ko'rish mumkin.

G'ovak to'ldiruvchi tarkibli yengil betonlarning asosiy xususiyatlaridan biri, har bir yirik to'ldiruvchi faqat ma'lum bir mustahkamlikka ega bo'lgan betonlarni olish imkonini berishidir. Mazkur mustahkamlikka erishgan beton keyinchalik qorishma mustahkamligi oshirilganda ham mustahkamlikning ahamiyatli darajada oshishiga olib kelmaydi (2.19-rasm). $R_b=f(R_q)$ bog'liqlik ikki zonaga ega. Birinchi zonada qorishma mustahkamligining ortishi beton mustahkamligining oshishiga olib keladi va bu yerda sement-suv nisbatining ta'siri namoyon bo'ladi. Ikkinchi zonada qorishma mustahkamligini oshirish betonning mustahkamligi oshishiga olib kelmaydi. Bunga to'ldiruvchining zaifligi va sement yupqa karkasining mo'rtligi sabab bo'ladi.



2.19-rasm. G'ovakli to'ldiruvchi oddiy (1) va yengil (2, 3) betonlar mustahkamligining suv-sement nisbatiga bog'liqligi.

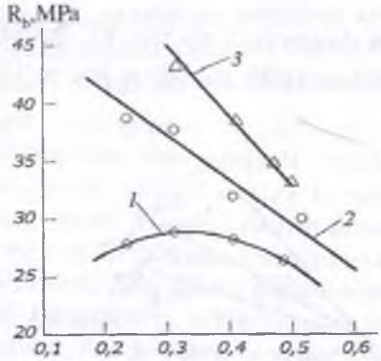
Bundan keyingi qorishma



2.20-rasm. Keramzitli shag'al va qorishma mustahkamligining keramzitbeton mustahkamligiga ta'siri.

a — umumlashgan bog'liqlik: 1 — granitdan olingan chaqilgan toshli beton; 2,3 — g'ovakli to'ldiruvchi asosidagi beton; I — beton mustahkamligining o'sish hududi; II — beton mustahkamligining maksimal chegaraviy hududi; b — tajribalar natijalari; keramzitning mustahkamligi, MPa: 1 — 7; 2 — 5; 3 — 4; 4 — 3; 5 — 2.

mustahkamligini oshirish iqtisodiy nuqtayi nazardan maqsadga muvofiq bo'lmaydi. Turli markadagi yengil betonni olish uchun to'ldiruvchining mustahkamligini shunday tanlash lozimki, sement sarfi samarali ravishda qo'llanilsin, ya'ni birinchi zonadagi betonga mos bo'lsin. Betonlarning alohida xususiyatlariga mos holda talab qo'yilgandagina ikkinchi zona zichligiga mos betonlarni tayyorlash mumkin.



2.21-rasm. Yengil to'ldiruvchi miqdorining φ beton mustahkamligiga ta'siri (R^s_k — silindrdagi keramzit mustahkamligi).

1 — Rr/R^s_k=5,7; 2 — Rr/R^s_k=7,5; 3 — Rr/R^s_k=10,6

Yengil betonlarning mustahkamligiga, asosan, tarkibidagi yirik g'ovakli to'ldiruvchilar yoki ularning konsentratsiyasi ta'sir etib, beton tarkibidagi to'ldiruvchilar miqdori, ularning mustahkamligi va sement qorishmasi mustahkamlikka nisbatiga bog'liq bo'ladi. Odatda, nisbatan yuqori mustahkamlikka ega bo'lgan sement qorishmasi bo'lganda to'ldiruvchi miqdori-

ning oshishi beton mustahkamligini pasaytiradi. Sement qorishmasi va beton mustahkamliklari bir xil bo'lganda betonning maksimal mustahkamligi to'ldiruvchining maqbul miqdoriga bog'liq (2.20-rasm).

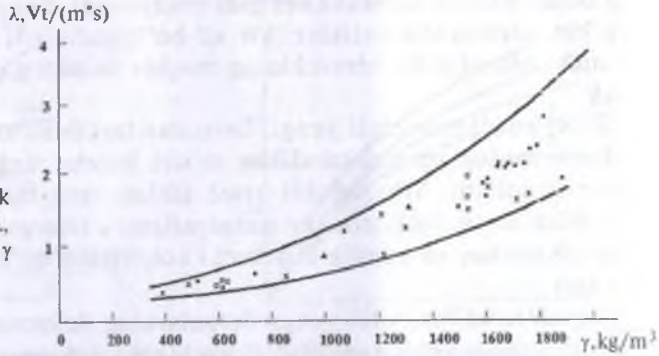
G'ovak to'ldiruvchili yengil betonlar tarkibini aniqlayotganda to'ldiruvchining mustahkamlikka ta'siri barcha uch xususiyatiga e'tibor qaratiladi. Shu sababli hisob ishlari aniq bir formula yoki garfik bilan emas, balki mazkur xususiyatlarni e'tiborga oladigan qator jadval qiymatlari va aniqlik kirituvchi koeffitsientlar asosida amalga oshiriladi

G'ovak to'ldiruvchilar yengil betonlarning deformativ xususiyatlariga ham ta'sir ko'rsatadi. To'ldiruvchining deformativligi va miqdorining oshishi bilan betonning qovushqoqlik moduli kamayadi.

Yengil betonning asosiy xususiyatlaridan yana biri ularning issiqlik o'tkazuvchanligi bo'lib, bu o'z navbatida to'suvchi konstruksiyalarning qalinligini belgilaydi. Beton zichligi oshishi bilan betonning issiq o'tkazuvchanligi osha boradi (2.21-rasm). Tarkibdagi yengil to'ldiruvchilar miqdorining oshishi, zichligining kamayishi beton issiqlik o'tkazuvchanligi kamayishiga olib keladi, xususan, issiqlik-fizik xususiyatlari yaxshilanadi. Biroq bu holda betonning mustahkamligi kamayadi. Shu sababli amaliyotda yakuniy materiallarning eng mukammal nisbatlarini topish talab etiladi. Bu holda sement sarfini minimal darajaga tushirish ham muhim sifatlardan biri hisoblanadi.

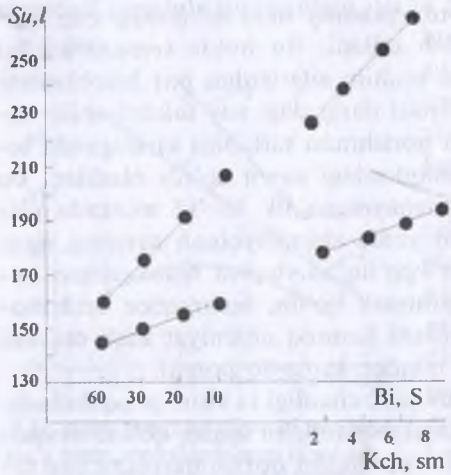
Yengil to'ldiruvchilar ahamiyatli darajadagi suv talabchanlik xususiyatiga ega bo'lib, ular beton qorishmasi tarkibiga kiritilganda sement qorishmasidan ma'lum miqdordagi suvni so'rib oladilar. Bu jarayon beton qorishmasi tayyorlanayotgan ilk 10—15 minutda nisbatan jadalroq davom etadi. Bu yerda shimilayotgan suvning miqdori beton qorishmasi tarkibiga bog'liq: suyuq va harakatchan betonlarda suv-sement nisbati ahamiyatli bo'lib, bu miqdor ortib boradi va aksincha, suv-sement nisbati kamroq ahamiyat kasb etuvchi quyuq betonlar qorishmalarida miqdor kamayib boradi.

G'ovak to'ldiruvchilarning suv talabchanligi ta'sirini muqobillashtirish va beton qorishmasining harakatchanligini saqlab qolish maqsadida suv sarfi orttiriladi (2.21-rasm). Beton qorishmasining suv talabchanligi oshish darajasi yengil to'lidiruvchilar miqdori va ularning suv talabchanligiga bog'liq: to'ldiruvchining miqdori va suv talabchanligi qancha ko'p bo'lsa, talabga javob beradigan, harakatchan beton



2.22-rasm. G'ovakli to'ldiruvchi asosidagi yengil betonning issiqlik o'tkazuvchanligi λ, uning zichligiga γ bog'liqligi.

qorishmasini olish uchun suv sarfi oshiriladi. G'ovak to'ldiruvchining suv talabchanlik xususiyati beton qorishmasining suv tutuvchanlik xususiyatiga ham ahamiyatli ta'sir ko'rsatib, quyma va harakatchan betonlar qatlamlashuviga monelik qiladi, shuningdek, yuqori darajadagi suv-sement nisbatidagi qorishmalarni qo'llashga zamin yaratadi. Bu xususiyatlar konstruktiv-teploizolyatsion yengil betonlarni ishlab chiqarishda katta ahamiyat kasb etadi.



2.23-rasm. Bir xildagi chegaraviy yirikligi 20 mm bo'lgan shag'al (yuqorida) va keramzit (pastda) asosida tayyorlangan beton qorishmasining suv shimuvchanligi.

G'ovakli to'ldiruvchilar sement xamiri bilan boshqa zich to'ldiruvchilarga nisbatan ko'proq suv almashinuvi xususiyatiga ega bo'lganligi uchun uning tarkib topishi jarayonlariga ta'sir ko'rsatadi. Birinchi bosqichda g'ovak to'ldiruvchilar namlikni shimib, sement toshi bilan to'ldiruvchilar orasidagi qatlamda mustahkam va mahkam bog'lanishni hosil qiladi. Ikkinchi bosqichda suvning kamayishi hisobiga g'ovakli to'ldiruvchilar shimib olgan namlikni

qaytara boshlaydi va sement toshida gidratatsiya uchun zaruriy sharoit yaratiladi. Yengil to'ldiruvchilarning yuzalari o'ta notekisligi hisobiga sement toshi bilan yaxshi yopishishadi va to'ldiruvchining deformatsiyalanuvchanligi hisobiga sement toshining cho'kishi, mikroyoriqlar paydo bo'lishi kabi sement tarkibiga ta'sir etuvchi salbiy holatlar kamayadi. Natijada g'ovak to'ldiruvchili yengil betonlarda sement toshi talab darajasidagi zichlik va bir jinslilikka ega bo'ladi va bu xususiyati bilan ularni temir-beton konstruksiyalarida va ba'zi agressiv muhitlarda ham ishlatishga imkoniyat yaratiladi.

G'ovak shag'al va qumlarning yuzasi noto'g'ri shaklga ega bo'lganligi hisobiga qorishmada donalararo bo'shliqlar ko'payadi. Bu bo'shliqlarni to'ldirish va donalar orasiga sement xamirini kiritish bilan birga qatlamlashmaydigan va qulay ishlov beriladigan beton qorishmalarini olish uchun oddiy betonlarga nisbatan 1,5–2 marta ortiq sement xamiri sarflanadi.

G'ovaklari ko'p bo'lgan to'ldiruvchilar beton qorishmasining suv talabchanligini kamaytirish va sement sarfini qisqartirish, shuningdek, g'ovak to'ldiruvchilar asosida olinadigan betonlarning boshqa sifat darajasini yaxshilash maqsadida to'ldiruvchilarga gidrofobizatorlar yoki zarralarning yuzasida namlikni kam o'tkazadigan yupqa parda, yupqa ichki qatlam hosil qiluvchi boshqa moddalar bilan ishlov beriladi. Lekin bunday tadbirlar beton tannarxini oshirib yuborganligi uchun ular texnik-iqtisodiy hisoblar asosida bajarilishi zarur.

2.6. Serg'ovak betonlar

Tarkibida katta miqdorda o'lchamlari 1–1,5 mm gacha bo'lgan mayda va o'rtacha kattalikdagi havoli g'ovaklari bo'lgan (betonning umumiy hajmidan 85% gacha) o'ta yengil betonlar ***serg'ovak betonlar*** deb ataladi. Serg'ovak betonlarning g'ovaklari, asosan, mexanik yoki kimyoviy yo'llar bilan olinadi. Birinchi holda bog'lovchi va suvdan tashkil topgan xamirga mayin qum va oldindan tayyorlangan ko'pik qo'shilib mexanik usulda aralashtiriladi. Qotish natijasida g'ovaksimon ***ko'pikbeton*** deb ataluvchi material olinadi. Ikkinchi holda bog'lovchi material tarkibiga gaz hosil qiluvchi qo'shimchalar qo'shiladi va xamirda gaz paydo bo'luvchi reaksiya ketishi natijasida ko'pchib, g'ovakli bo'lib qoladi. Qotgandan so'ng bu material ***gazbeton*** deb ataladi.

Serg'ovak betonlar ishlatilish joylariga qarab zichligi 300–600 kg/m^3 va mustahkamligi 0,4–1,2 MPa bo'lgan issiqlik izolyatsiyalovchi va zichliklari 600–1200 kg/m^3 va mustahkamligi 2,5–15 MPa bo'lgan konstruktiv betonlarga farqlanadi.

Mamlakatimizda avtoklav yordamida olinadigan g'ovakli betonlar ishlatilishi keng tarqalmoqda. Bunday beton 0,8–1 MPa bosimdagi bug' avtoklavlarida qotadi. Avtoklav serg'ovak betonlar quyidagi tarkibdagi qorishmalar orqali tayyorlanadi:

a) sement va kvars qumi qorishmasi bilan bu holda qumning bir qismi maydalanadi;

b) maydalangan so'nmagan ohak va qisman maydalangan kvars qumi; bu qorishmadan tayyorlangan betonlar ko'piksilikat yoki gazsilikat betonlar deb ataladi;

d) sement, ohak va qumlar har xil nisbatda qorishtirib olinadi.

Ba'zan qum kul bilan almashtirilishi mumkin. Unda bu betonlar ***ko'pikli kulbeton*** yoki ***gazli kulbeton*** deb ataladi.

Avtoklavsiz qotirilgan serg'ovak betonlar uchun, asosan, markasi 400 dan kam bo'lmagan sement ishlatiladi. Qotish tezligining sekinligi bilan farqlanadigan putssolan portlandsement va shlakli portlandsementlarni tajribaviy sinovsiz ishlatish tavsiya etilmaydi.

Avtoklavli serg'ovak betonlarga portlandsementning qaynama-ohak bilan og'irliklari 1:1 nisbatda olib ishlatish maqsadga muvofiq. Avtoklavli serg'ovak betonlarni tayyorlash uchun tarkibida 70% dan kam bo'lmagan faol CaO va 5% dan ortiq bo'lmagan MgO ohak ishlatiladi. Yuqori ekzotermik so'nish harorati 85° bo'ladi. Maydalangan ohak zarralarining nisbiy yuzasi bilan xarakterlanadigan zarrachalarining maydalanish darajasi 3500–4000 sm^2/g dan kam bo'lmasligi kerak.

Kremniyli tarkibiy qism sifatida tarkibida 90% dan kam bo'lmagan kremniy, 5% dan oshmagan loy va 0,5% slyudali toza kvars qumi qo'llaniladi. Qumning nisbiy yuzasi serg'ovak betonlarning zichligiga qarab 1200–2000 sm^2/g bo'lishi kerak.

Maydalangan qum o'rniga ishlatiladigan chiqindi-kul o'zining kimyoviy-mineral tarkibining bir jinsli emasligi bilan ajralib turadi. Kul yuqori g'ovakli va dispers moddadir. Kulning bu xususiyatlari betonning yuqori namlik tutib turish va asta namlik berish xususiyatlarini oshiradi hamda darz ketishga mustahkamligini kamaytiradi. Kulning afzalligi sifatida uni oldindan maydalash zaruratining yo'qligi deb aytish mumkin. Bu xususiyatlar kvars qumli betonlardan tay-

yorlanganga nisbatan zichligi kamroq bo'lgan mahsulotlarni olish imkonini yaratadi. Chiqindi-kul tarkibida kremnezem 40% dan kam bo'lmasligi, kuydirish natijasidagi og'irligining pasayish darajasi 8% dan oshmasligi, nisbiy yuzasi 2000–3000 sm^2/g bo'lishi kerak.

Betonda g'ovaksimon tarkib hosil bo'lishi uchun ko'pik va gaz hosil qiluvchi to'ldiruvchilar ishlatiladi. Ko'pik hosil qiluvchi sifatida bir necha sirt-faol turg'un ko'pik hosil qiluvchi moddalardan foydalaniladi. Ularga suyakdan ajratib olinadigan yelim asosida tayyorlanadigan kanifol-yelim, kanifol va ishqoriy natriyning suvdagi aralashmasini keltirish mumkin. Bu ko'pik hosil qiluvchi emulsiya uzoq muddat ko'pirtirilganda turg'un ko'pik beradi.

Smolasaponinli ko'pik hosil qiluvchi modda sovun asosi va suvdan tayyorlanadi.Uning tarkibiga suyuq shishaning me'yorlashtiruvchi sifatida kiritilishi ko'pikning turg'unligini oshiradi. Bu ko'pik hosil qiluvchi o'z xususiyatlarini havoning normal harorati va namligida bir oygacha saqlaydi.

Alyumosulfonaftenli ko'pik hosil qiluvchi glinozem kerosin, oltingugurt (giltuproq) sulfati va ishqoriy natriydan olinadi. U ijobiy haroratda xususiyatlarini 6 oygacha saqlaydi.

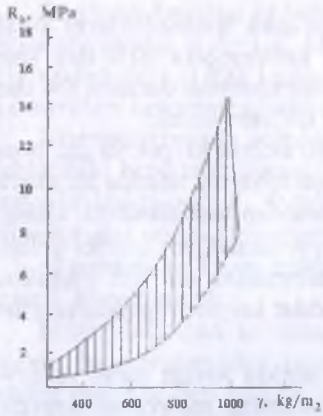
GK ko'pik hosil qiluvchi gidrolizatsiyalangan PO–6 rusumli kushxona qonidan va temir sulfatidan olinadi. Uni qotish jarayonini jadallashtiruvchi qo'shimchalar bilan birga ishlatish mumkin. Bu modda ham o'z xususiyatlarini 6 oygacha saqlaydi.

Ko'pik hosil qiluvchi to'ldiruvchilar suv massasidan % hisobida: kanifol-yelimli 8–12, smolasaponinli 12–16, alyumosulfonaftenli 16–20 ko'pik hosil qiluvchi va GK 4–6 foizga suv miqdori nisbatida olinadi.

Gazbeton va gaz silikat betonlarda gaz hosil qiluvchi modda sifatida 4 xil rusumda chiqariladigan (GOST–5494–71) alyumin kukuni ishlatiladi. Gazbeton ishlab chiqarishda tarkibida 82% faol allyuminiy bo'lgan va mayinlik darajasi 5000–6000 sm^2/g bo'lgan PAK–3 yoki PAK–4 gaz hosil qiluvchilar ishlatiladi. Alyumin kukuni miqdori gaz betonlarning zichligiga bog'liq bo'lib, 0,25–0,6 kg/m^3 ni tashkil qiladi.

G'ovak betonlarning tarkibini aniqlashda bog'lovchi modda hamda ko'pik tashkil etuvchining sarfini eng kam miqdorida olish bilan uning berilgan zichligi va mustahkamligini ta'minlash zarur.

G'ovak betonlarning zichliklari va g'ovaklilik darajalari ular tarkibidagi ko'pik hosil qiluvchilar miqdoriga va ko'pik hosil qilish xususiyatlariga



2.24-rasm. Katakchali beton mustahkamligi R_b uning zichligiga bog'liqligi.

bog'liq. Ayrim paytlarda ularga beton qorishmasi harorati va ular tarkibidagi suvqattiq moddalar Su/Q (%) nisbatiga ham bog'liq bo'lishi mumkin. Su/Q nisbatini oshirish bilan qorishmani suyultirish va ularda g'ovak hosil bo'lishi uchun yaxshi sharoit yaratiladi.

2.24-rasmda g'ovak beton mustahkamligining uning zichligiga bog'liqlik nisbatlari ko'rsatilgan. Serg'ovak betonlar zichliklari ulardagi g'ovaklar xarakteriga, ularning o'lchamlari va g'ovak strukturasiga hamda g'ovak orasidagi qobiqlar mustahkamligiga ham bog'liq. Su/Q miqdorini maqbul oshirish bilan beton qorishmasining tarkibiy o'zgarishlari yaxshilanadi va serg'ovak betonlarning mustahkamligi oshadi.

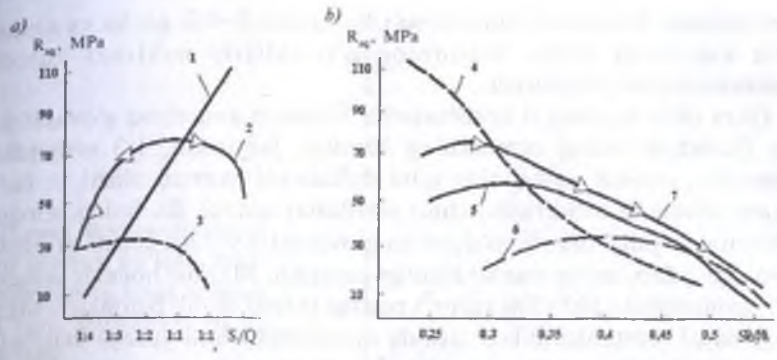
G'ovak qobig'ining mustahkamligi esa bog'lovchi va kremnezem komponenti nisbatiga, Su/Q va issiqlik-namlik ishloviga bog'liq.

2.7. Mayda zarrachali betonlar

Yupqa temir-beton buyumlarini tayyorlash uchun tarkibida shag'al bo'lmagan mayda zarrachali betonlar ishlatiladi. Bu betonni po'lat simlardan to'qilgan to'rlar bilan armaturalash orqali yupqa devorli konstruksiyalar uchun yuqori mustahkamlikdagi ***armosement***lar olinadi. Mayda zarrachali betonlarni, shuningdek, shag'al va qum-tosh aralashmalari bo'lmagan tumanlarda temir-beton konstruksiyalarini barpo etishda qo'llash mumkin.

Mayda zarrachali beton xususiyatlari xuddi og'ir betondagi jihatlar kabi aniqlanadi. Ammo bu betonlar mayda zarrachali sement-qumli beton o'z tarkibiga ko'ra taqazo etiladigan bir jinslilik, mayda zarralilik, sement toshining katta miqdordaligi, qattiq toshli strukturaning yo'qligi, g'ovaklarning ortishi va qattiq faza nisbiy yuzasining yuqoriligi kabi xususiyatlarga ega.

2.25, a-rasmda qumli beton mustahkamligining tarkibga bog'liqligi ko'rsatilgan. Su/S nisbati 0,3 bo'lgan bunday betonda sement sar-



2.25-rasm. Qumli beton mustahkamligining tarkib (a) va Su/S nisbatiga (b) bog'liqligi.

1 – Su/S = 0.3; 2 – Su/S = 0.4; 3 – Su/S = 0.5; 4 – S/Q = 1:0; 5 – S/Q = 1:2; 6 – S/Q = 1:4; 7 – oddiy beton (taqqoslashsiz).

fining mustahkamlikka bo'lgan nisbati to'g'ri chiziq bo'yicha davom etadi: beton mustahkamligi oshishi bilan uning tarkibidagi sement miqdori oshishini ko'rish mumkin, ayni paytda sement miqdorining kamayishi beton mustahkamligining pasayishiga olib keladi.

Suv-sement nisbati 0,4 va undan ortganda betonning eng yuqori mustahkamligiga sement va qum nisbatini eng maqbul holatda bo'lgandagina olish mumkin va bu nisbatda beton zichligi maksimal darajaga yetadi. Sement miqdorining kamayishi beton mustahkamligining pasayishiga olib keladi. Sement miqdorini juda ham oshirish beton tarkibida ortiqcha suv miqdori ko'payishiga va g'ovaklikni oshirib, mustahkamlikning pasayishiga olib kelishi mumkin.

Har bir beton tarkibi uchun o'zining maqbul Su/S nisbati aniqlanib, eng yuqori mustahkamlik va zichlikka erishish mumkin (2.25,b-rasm). Su/S nisbatini pasaytirib yuqori mustahkamlikka erishiladi. Bunda zichlashtirish orqali oddiy, yirik to'ldiruvchili betonlardagidan ham ortiqroq mustahkamlikka erishiladi. Biroq bunday betonlarda sement sarfining katta miqdorda bo'lganligi uchun maxsus texnik-iqtisodiy asosnomalarga ko'ra o'ziga xos bo'lgan konstruksiyalarda qo'llaniladi.

Qator hollarda sement-qumli qorishmalarni oddiy usulda titratish yo'li bilan zichlashtirish jarayonida ma'lum miqdordagi mayda pufakchalar sifatidagi havo so'riladi hamda ular butun qorishma hajmida bir tekisda

taqsimlanadi. Havoning bunday so'rib olinishi 3–6% gacha va undan ortiq miqdorga yetib, betonning g'ovakligini oshiradi hamda mustahkamligini pasaytiradi.

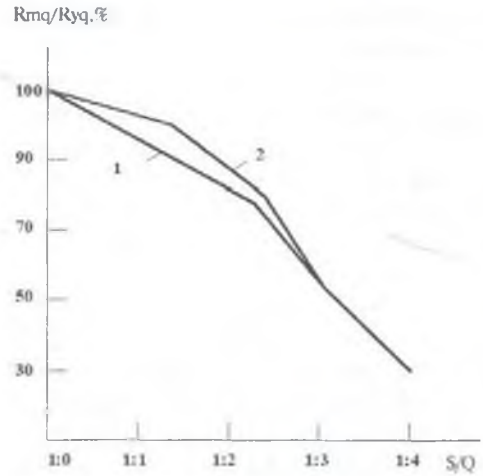
Qum qum va shag'al qorishmasiga nisbatan yuqoriroq g'ovaklikka ega. Qorishmalardagi sementning kamligi, jumladan, 1:3 nisbatdan kamayishi, sement xamirining qum donalarini qamrab olishi va barcha bo'shliqlarni to'ldirishi uchun yetishmay qoladi. Bu holda sement xamirining kamligi tufayli qo'shimcha g'ovakliklar yuzaga keladi va beton g'ovakligi oshib, uning mustahkamligi pasayadi. Mazkur holatlar sement sarfi darajasining (200–300 kg/m^3) pastligi tufayli qumli betonlarni talab darajasidagi mustahkamlikda olishda murakkabliklarni yuzaga keltiradi. Yuqorida ifodalangan xususiyatlarni inobatga olib, umumlashtirilgan bog'liqlikni quyidagicha ifodalash mumkin:

$$R_{q.b.}=AR_{ts}(S/Su+So'H)-0,8)$$

Bunda Su, S – suv va sement miqdori, kg/m^3; So'H – so'rilgan havo miqdori, l.; A – empirik koeffitsient (yuqori sifatga ega materiallar uchun A=0,8; o'rta sifatli materiallar uchun A=0,75 va past sifatli uchun A=0,65).

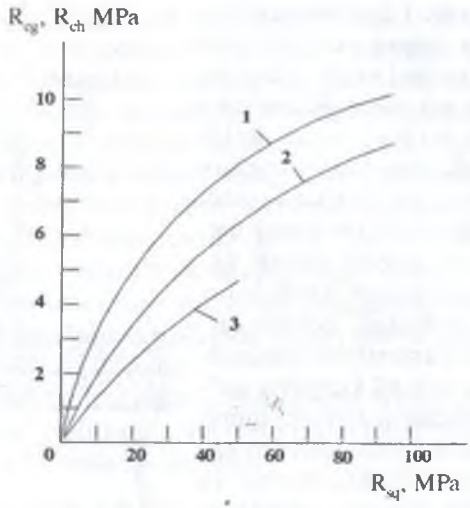
Empirik koeffitsient A ni ishlatilayotgan materiallar sifatiga qarab tajriba asosida ham aniqlash mumkin.

Mayda zarrachali qum betonlarning egilishga bo'lgan mustahkamliklari (2.26-rasm), suv o'tkazuvchanlik va sovuqqa nisbatan chidamliligi katta bo'lgani uchun maydalangan shag'al yo'q tumanlarda yo'l plitalari, quvurlar va gidrotexnika inshootlarida qo'llash mumkin.



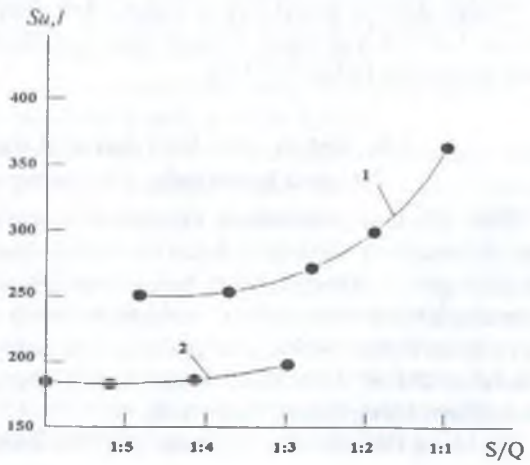
2.26-rasm. Mayda qumning qumli beton mustahkamligiga ta'siri.

1 – betonning erishilgan maksimal darajadagi mustahkamlik qiymatlarining pasayishi (ijobiy Su/S nisbatida); 2 – bir xil harakatchanlikdagi qorishmalar mustahkamliklarining pasayishi (siltovchi stoldagi konus oquvchanligi 130 mm).



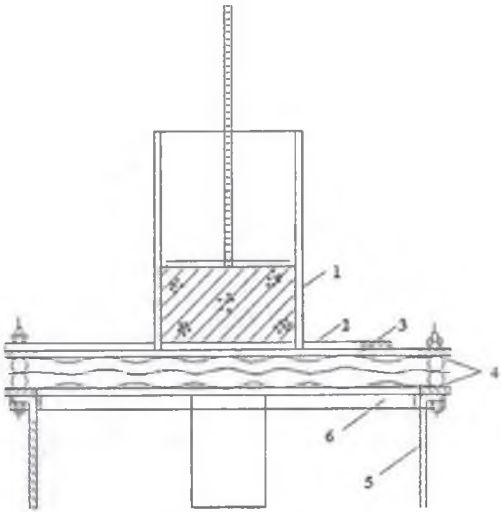
2.27-rasm. Betonning egilish va cho'zilishga bo'lgan mustahkamligining uning siqilishga bo'lgan mustahkamligiga bog'liqligi.
1 – oddiy betonda R_{cg};
2 – qumli betonda R_{cg};
3 – qumli betonda R_{ch}.

To'ldiruvchilarning maydaligi va nisbiy yuzalarining yuqoriligi hisobiga beton qorishmasining suv talabchanligi ortiq bo'ladi (2.27-rasm) va beton titratilganda beton qorishmasining havo so'rishi ko'payadi. Beton qorishmasi uchun kerak bo'ladigan suv miqdori qorishmaning quyuq-suyuqligiga va ular tarkibidagi materiallarga bog'liq. Masalan, tarkibi 1:3 nisbatda bo'lgan beton uchun konus cho'kmasi 2 sm bo'lgan qorishmani olishda suv sarfi 260 l/m^3 va



2.28-rasm. Konus cho'kishi 2–4 mm bo'lgan beton qorishmasining suv shimuvchanligi.
1 – o'rtacha yiriklikdagi qumdan tayyorlangan turli tarkibli sement-qumli qorishma;
2 – chegaraviy yirikligi 10 mm bo'lgan shag'aldan tayyorlangan oddiy beton qorishmasi.

tarkibi 1:2 nisbatdagi beton uchun esa 300 l/m^3 ni tashkil etadi. Natijada bir xil mustahkamlikka ega bo'lgan beton va bir xilda harakatlanuvchan beton qorishmasini olish uchun oddiy betonga nisbatan mayda zarrali betonda sement 20–40% ortiq sarflanadi. Sement sarfini kamaytirish maqsadida turli xil kimyoviy qo'shimchalar kiritish, qumli beton qorishmalarini samarali zichlashtirish va yirik zarrali qumlarni qo'shish talab etiladi.



2.29-rasm. Armosementning qoliplanuvchanligini aniqlash uchun mo'ljallangan moslama.
1 – po'lat silindr; 2 – zadvijka; 3 – armaturali panjara; 4 – fiksatsiyalovchi katakcha; 5 – moslamani 15x15x15 sm. li standart qolipga mahkamlagichlar; 6 – organik shisha plastinkasi.

Sement-qum qorishmasi zichlashishini yaxshilash maqsadida bosim berish, trambovkalash, rolik bilan tekislash va vibrovakuum orqali zichlikni oshirish usullarini qo'llash mumkin.

Yupqa devorli temir-beton konstruksiyalarini ishlab chiqarishda, asosan, 1:3–1:4 nisbatdagi sement-qum qorishmasi ishlatiladi, armosement uchun bu tarkib 1:2 teng.

2.8. Beton qotishiga haroratning ta'siri. Normal haroratda betonning qotishi

Polinoglarda mahsulotlarni tayyorlash va yig'ma-monolit va monolit konstruksiyalarni tiklash jarayonida beton normal sharoitda 15–20 darajada qotadi. Bunday holda beton mustahkamligi sement qumining mineralogik tarkibi va nozikligi, birinchi navbatda betonning Su/S tarkibi, kimyoviy qo'shimchlar bilan belgilanadi. Tez qotuvchi sementlar, qotishni tezlashtiruvchi qo'shimchalar, suvga kam talabchan betonlar qo'llanilsa, mustahkamlikning ortishi tezlashadi.

Boshlang'ich davrda, ayniqca, zaruriy nam muhit ta'minlangan

sharoitda betonning qotishi ustida ishlashni tashkil etish muhim ahamiyat kasb etadi. Buning uchun beton polimer plenka bilan yopiladi, qum sepiladi, doimiy ravishda ho'llab turiladi, sintetik material qo'llaniladi, cho'ktiriladigan suv basseynlari tayyorlanadi yoki sementning gidratatsiyalashuv jarayonini sekinlashtirish va beton mustahkamligini oshirish uchun beton qurishining oldini olishda boshqa usullar qo'llaniladi. Dastlabki davrdayoq betonning tez qurishi qurilma shakllarining buzilishiga sabab bo'ladi, mayda g'ovaklar paydo bo'ladi. Natijada beton tarkibi yomonlashadi, uning yakuniy mustahkamligi kamayadi. Keyinchalik yaxshi sharoit yaratish orqali beton tarkibini qayta tiklash mumkin emas. Shuning uchun dastlabki davrda yaxshi parvarishlash sifatli beton tayyorlashning muhim shartidir.

Talab darajasidagi sharoitda beton mustahkamligining ortishi uzoq vaqt davom etadi. Har qanday yoshdagi beton mustahkamligini taxminan aniqlash uchun quyidagi formula qo'llaniladi:

$$R_n = R_{28}(\lg n \ / \ \lg 28) \qquad (2.17)$$

Bu yerda: R_n – istalgan yoshdagi betonning siqilishga sinashdagi mustahkamligi; R_{28} – 28 sutkalik betonning mustahkamligi; $\lg n$ – beton yoshining o'nlik logarifmi.

Bu formula $n > 3$ dan boshlab o'rta navdagi oddiy portlandsementdan tayyorlangan betonlar uchun qoniqarli natijalar bera boshlaydi. Haqiqiy mustahkamlik hisobdagidan farq qilishi mumkin. Bu beton konstruksiyalarining qotish sharoitidagidek muhitda tayyorlangan namunalarini tekshirish natijalari yoki bevosita konstruksiyaning o'zidan olingan betonni tekshirish orqali aniqlanadi.

Turli yoshda beton mustahkamligini aniq baholash uchun sementning minerologik tarkibini hisobga olish kerak.

Normal haroratda beton mustahkamligi ortishining intensivligiga qarab hozirgi sementlarni shartli ravishda uchga ajratish mumkin (2.7 jadval).

Bunda betonning dastlabki davrida mustahkamlikni tez oshiruvchi sementlar mustahkamlikning keyingi muddatlardagi qotish jarayonini keskin pasaytirib yuboradi. Aksincha, boshida sekin qotuvchi 3-, 4-toifa sementlarda mustahkamlikning anchagina o'sishi namoyon bo'ladi. Normal sharoitda bu sementlarda mustahkamlik yarim yillik yoshida 28 sutkalik yoshidagi mustahkamligiga nisbatan 1,5–1,8 marta oshadi, shuningdek, keyingi davrlar davomida ham ancha sekin sur'atda bo'lsa-da, mustahkamlikning ortishi kuzatiladi.

Qotish tezligi bo'yicha sementlarning turkumlanishi

2.7-jadval

Sementning toifasi	Mineralogik xarakteristika	Mustahkamlik ortishining koeffitsienti		
		$k_{7-28}=R_7/R_{28}$	$k_{28-90}=R_{28}/R_{90}$	$k_{28-180}=R_{180}/R_{28}$
I	Alyuminatli sement ($C_3A>12\%$)	0,65–0,8	1–1,05	1–1.1
II	Alitli sement ($C_3A>50\%$, $C_3A<8\%$)	0,6–0,7	1,05–1,2	1,1–1,3
III	Qiyin meneralogik xarakterli sement (putssolanli, $C_4AF<14\%$, tarkibli portlandsement 30–40% shlak tarkibli shlakoportlandsement)	0,5–0,6	1,2–1,5	1,3–1,8
IV	Tarkibida 50% dan yuqori bo'lgan shlakoportlandsement	0,45–0,5	1,6–1,7	1,85
	Portlandsement $R_n=R_{28}(\lg_n/\lg 28)$ formula bo'yicha taqqoslash uchun	0,58	1,35	1,55

2.7-jadval ma'lumotlari betonning qotish kinetikasini ifodalash uchun qo'llaniluvchi formula 3-toifa betonlarini qo'llashda ancha ishonchli natijalarni beradi. Boshqa hollarda betonlarning turli sementlarda qotish xususiyatlarini hisobga oluvchi koeffitsientlarni kiritish kerak.

2.7-jadvalda keltirilgan k_{28-90} va k_{28-180} koeffitsientlar katta bo'lmagan namunalarni saqlashning normal sharoitiga mos keladi (T=15–20°C, W=90–100%). Harorat va namlikning kamayishida qotishuv keskin pasayadi.

Konstruksiyalarni tayyorlashda betonning butun qotish muddati davomida namlikni hamma vaqt ham tutib tura olmaydi, chunki ishlov berish, montaj va boshqa ishlar nafaqat beton namligining pasayishini, balki ust qismining qurishini talab etadi. Bunday sharoitda formula (2.17)ni yoki 2.7-jadvalda keltirilgan koeffitsient qiymatlarini qo'llash mumkin emas. Taxminiy ta'kidlash mumkinki, 1- va 2-toifali sementlarning ochiq havoda qotishi uchun $k_{28-90}=1,05$; $k_{28-180}=1,1$; 3-toifa sementlari uchun $k_{28-90}=1,05$; $k_{28-180}=1,25$; 4-toifa sementlari uchun $k_{28-90}=1,1$; $k_{28-180}=1,3$ ga teng.

Betonning uzoq qotishidan sementni iqtisod qilish uchun foydalansa bo'ladi. Ayrim hollarda konstruksiya hisobdagi og'irlikni 28 sutkaga nisbatan ham kechroq muddatlarni talab etadi. Qulay sharoitda betonning qotishi konstruksiyaga ekspluatatsion og'irlikni uzatishda ham davom etadi. Bunday hollarda betonning loyihaviy mustahkamligi uchun belgilangan uzoqroq muddatlarda (90 yoki 180 sutka) R_{28} ni kamaytirish va sementni iqtisod qilish mumkin, chunki betonning kamroq mustahkamligi uchun ancha kamroq sement sarf qilinishi talab etiladi.

2.9. Yuqori haroratlarda betonning qotishi va qotish jarayonini tezlashtirish

Temir-beton konstruksiyalarini ishlab chiqarishda betonning tez qotishi uchun turli usullardan foydalaniladi: mexanik – sementning solishtirma ustki qismini oshirish yoki beton qorishmasining faollashuvi; kimyoviy – qotishuvni tezlashtiruvchi to'ldiruvchi vositalarni kiritish ($CaCl_2$, NNK va b.); issiqlik – qaynatish va elektr bilan qizdirish. Betonning qotish muddatini 10–20 marta kamaytiruvchi issiqlik usullari yig'ma temir-beton zavodlarda keng tarqalgan.

Ma'lumki, isitish kimyoviy reaksiyani tezlashtiradi. Beton haroratining ortishi suv va sementning o'zaro ta'sirlashuvini faollashtiradi va betonning qotishini tezlashtiradi. Bunda sement gidratatsiyasi mahsulotlarning turli haroratlarda qotuvchi boshlang'ich tarkibi qariyib bir xil bo'ladi. Isitish jarayonida beton mustahkamligining ortishi, normal haroratdagi kabi logarifmik bog'liqda bo'lishi mumkin, biroq u o'z koeffitsienlari bilan farqlanadi. Temir-betonning VNII ma'lumotlariga muvofiq:

$$R = A\,(lg\ t - lg\ t_0) \qquad (2.18)$$

Bu yerda A – sementning tekshiruv qabul qilingan sharoitlarda qaynatilishidagi holatini ifodalovchi qiymat, MPa; t – isitish vaqti, u t_1 izotermik chidash davrini va qizish va sovush davrining bir qismini qamrab oladi. Bunda namunalarning harorati 60 darajadan oshadi; O'rtacha $t=t_1+3$; t_0 – qotishning induksion davri (mustahkam strukturaning qoliplash davrining boshlanishidan oldingi davr).

2.18-formula turli mineralogik tarkibdagi sementlardan maxsus tayyorlangan beton uchun kiritilgan bo'lib, mazkur beton $3+t_1+2$ soat

tartibda 2 soat oldindan qizdirilgan va bug'lash kamerasidan olinib, 6 soatdan so'ng sinalgan. Tajribalar A va t_0 qiymatlarini aniqlash imkonini berib (bog'liqlikning grafik tuzilishida; 2.29-rasm) va shu yo'l bilan sement minerologik tarkibining bug'lash jarayonida beton chidmliligiga ta'sirini aniqlash imkonini beradi (2.8 jadval).

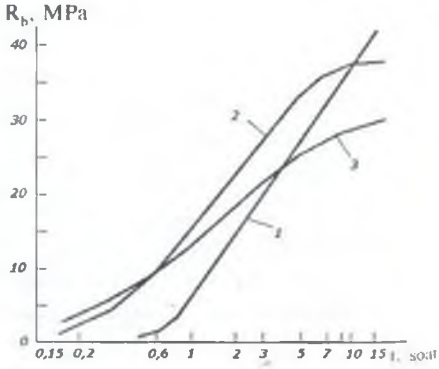
Har xil mineralogik tarkibli sementlar uchun A va t_0 qiymatlari

2.8-jadval

Sement guruhi	Sementning mineralogik tarkibi, %		Nisbiy ahamiyati A,%	t_0, s	Funksiyanin g chegarasi, s
	C_3S	C_3A			
I past alyuminatli	60 50	2–3 2–3	12,5 9,5	0,6 0,45	20–25 20
II o'rta alyuminatli	60–65 50	8 8	10,0 9,5	0,15 0,2	9–10 9–10
III yuqori alyuminatli	55 40–50	11–22 11–12	8,5 7,0	0,15 0,18	9 7–8

A qiymatni R ning t q 10 t_0 dagi mustahkamlik qiymati sifatida qabul qilish mumkin; I guruh sementlari uchun u taxminan 25 ga, II guruh – 20 ga, III guruh – 17,5 ga teng. A va t_0 ning boshqa sharoitlarda olingan qiymatlari yuqorida keltirilganlardan farq qilishi mumkin, ammo uni betonni 2–3 tartibda sinash yo'li bilan aniqlash va hisobga aniq shartlar uchun qiymatlarini kiritish mumkin bo'ladi.

Keltirilgan ma'lumotlar shuni ko'rsatadiki, sementning mineralogik tarkibi beton mustahkamligiga katta ta'sir ko'rsatadi. Bug'lanishning



2.30-rasm. Bir xildagi faollikka ega bo'lgan va I–III mineralogik guruhlardagi (1–3 egrilarga mos holda) sementlardan tayyorlangan betonlar mustahkamligining bug' bilan ishlov berish vaqtiga bog'liqligi (yarimlogarifmik masshtabda).

birinchi soatlarida I va III guruh sementlari eng yuqori mustahkamlikni ko'rsatadilar. Agarda ularning tarkibida klinker C_3S qancha ko'p bo'lsa, mustahkamlik shuncha yuqori bo'ladi. I guruh sementlardan tayyorlangan betonlar mustahkamligi bu davrda ancha kam bo'lib, faqat 3–4 soatga yetadi, keyin esa III guruh, 6–7 soatdan keyin II guruhdagi sementlardan tayyorlangan betonlar mustahkamlanib boradi. Shundan keyin I guruh sementlarniki 20–24 soat izotermik ishlovga qadar davom etadi, II guruh sementlar mustahkamligining ortishi 9–10 soat, III guruhlarniki esa 7–9 soatda izotermik ishlov to'xtaydi.

Betonga issiqlik bilan ishlov berish orqali olinishi mumkin bo'lgan mustahkamlik qiymati sementning turiga bog'liq. 2.9 jadvalda temir-beton bo'yicha faoliyat yurituvchi VNII ning ma'lumotlari keltirilgan va ularda bug'lash jarayonidagi betonning faolligiga nisbatan suv/sement nisbati S/Su=2–2,5 bo'lganda betonning chegaraviy mustahkamligi hamda mazkur qiymatlarga erishish uchun ketgan harorat bilan ishlov berish vaqti qayd etilgan.

Isitish jarayonida mustahkamlikni oshirish tezligi birinchi soatlar ichida eng yuqori qiymatga yetadi, keyinchalik keskin kamayadi, ayrim hollarda mustahkamlik chegarasiga yetgunga qadar isitish

Bug'lash jarayonida sement mineralogik tarkibining beton chegaraviy mustahkamligiga ta'siri

2.9-jadval

Sement turlari	Sementning o'rtacha faolligi, MPa	Beton chegaraviy mustahkamligining sement faolligiga nisbati	Chegaraviy mustahkamlikka erishishning taqribiy muddati, s	Izotermik ishlov berishning $0,8R_{pr}$ ga erishilgunga qadar davomiyligi, s
Portlandsement:				
I guruh	32,5	1.45	27–33	12
II guruh	35	1.15	15–18	6
III guruh	27,5	1.10	10–12	4
OBTS	39	1.05	12–15	3
Shlakoportlandsement:				
shlak 30%	24	1.55	25–30	8
shlak 50%	17	1.85	27–33	14

maqsadga muvofiq bo'lmaydi. Odatda, isitish mustahkamlik chegaraviy nuqtasining 70—80% ga kelganda to'xtatiladi. Ushbu holda ishlov berilgandan va keltirilgan marka 28 sutkadan keyin beton mustahkamligining sezilarli darajada jadal o'sishi ta'minlanadi, isitish muddati esa eng katta mustahkamlikka erishishga qadar ketadigan vaqtga nisbatan 2—3 marta kamayadi. Bunda bug'lash mahsulot shakllangandan so'ng taxminan 2 soatdan keyin boshlanadi, haroratning oshishi esa o'zgaruvchan bo'ladi (3 s davomida 80 daraja). 2.9-iadvalda ko'rsatilganlardan farqli o'laroq qisqaroq tartiblarni ishlatish sementning ortiqcha sarflanishiga olib kelishi mumkin.

Agarda sement bug'lanish jarayonida beton mustahkamligi va issiqlik bilan ishlov berishning summar ta'siri ko'rib chiqilsa, mos keluvchi sement turlari sifatida shlakoportlandsement va ayniqsa, ko'p shlak qo'shilgan hamda yuqori C_3S tarkibdagi o'rta alyuminatli sementlar hisoblanadi. Ta'kidlash joizki, isitishda beton mustahkamligining ortishiga beton tarkibi va boshqa qator omillar ta'sir ko'rsatadi. Xususan, bug'lash va boshqa yuqori harorat bilan ishlov berish turlarida qotishning tezlashuviga betondagi suv-sement nisbati ijobiy ta'sir ko'rsatadi.

Betonga yuqori harorat bilan ishlov berishda murakkab fizik va kimyoviy jarayonlar kechadi. Betonning qizishi uning kengayishiga olib keladi. Sement toshining yangi yuzaga keladigan moddalari xuddi betonning kengaygan hajmini mustahkamlagandek bo'ladi. Sovitilganda beton siqiladi, lekin yuzaga kelgan struktura bunga qarshilik ko'rsatadi va betonda qoldiq deformatsiyalar kuzatiladi, ya'ni uning hajmi istitish orqali ishlov berilgan boshlang'ich holatidagiga nisbatan katta bo'ladi. Hajmning ortishi beton g'ovakliligi ortishiga va mustahkamligining pasayishiga olib keladi. Bundan tashqari qizitish jarayonida paydo bo'lgan mikrog'ovaklar beton g'ovakligini o'zgartirib, uning mustahkamligini pasaytiruvi boshqa omillarni yuzaga keltirishi mumkin.

Berilgan miqdordagi materiallar hajmi eng kam bo'lgan, uzoq muddatda qotirilgan beton eng mustahkam hisoblanadi, ya'ni bu holda yangi paydo bo'lgan sement toshlarining zichligi ko'payadi. Bu talablarga betonni yoyish va 0—4 daraja haroratda qotirish mos keladi, chunki 4 darajada suv zichligi eng yuqori bo'ladi.

Issiqlik bilan ishlov berishda chegaraviy mustahkamlikning pasayishi uning tartibiga bog'liq. Qizitishda sement, qum va shag'al kam kengayadi, chiziqli kengayishning harorat koeffitsienti α $8 \cdot 10^{-6}$ dan

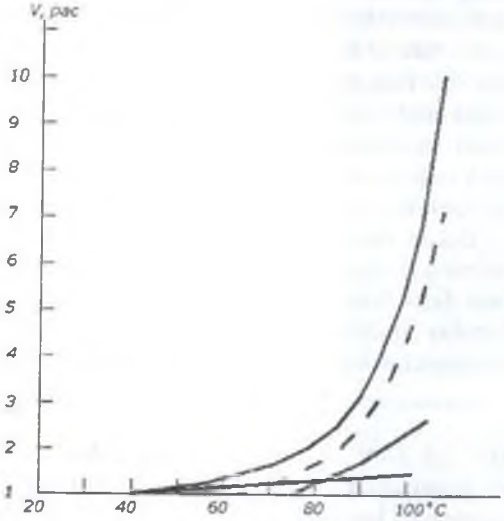
$12 \cdot 10^{-6}$ gacha bo'lgan oraliqda o'zgarib turadi (hajmy kengayishning harorat koeffitsienti $\beta=3\alpha$ ga teng, ya'ni 3 marta ko'p). Suv hajmiy kengayishining harorat koeffitsienti ikki barobar yuqori bo'lib, uning haroratiga qarab o'zgaradi:

Harorat, °C . . .	20–40	40–60	60–80	80–10
$\beta x10^{-4}$	3,02	4,58	5,87	6,88

Qizdirganda suv hajmi mos holda ortib boradi:

Qizdirishning harorat oralig'i, °C. . .	20–40	40–60	20–80	20–100
Suv hajmining ortishi, %	0,6	1,5	2,7	4,10

Agar moneliklar bo'lmasa, qizdirishda havo yoki bug' yanada ko'proq kengayadi. 2.31-rasmda 80 darajagacha qizdirishda boshlang'ich hajmini ikki martagacha oshirishi kerak bo'lgan erkin kengayish sharoitida betonda gazsimon faza hajmining ortishi ko'rsatilgan. Haqiqatda bu sodir bo'lmaydi, chunki beton tarkibi gazsimon fazaning erkin kengayishiga yo'l qo'ymaydi. Natijada betonda 0,01–0,015 MPa gacha yetib borishi mumkin bo'lgan ichki bosim yuzaga keladi (havo va bug' pufakchalarida). Ortiqcha bosim beton qurilmasiga bog'liq. Muayyan bosimda qurilmaning butunligi buziladi – bug' betondan chiqib ketadi, so'ng ortiqcha bosim ortmaydi, hatto kamayadi ham, lekin bunda beton tarkibi yomonlashishi mumkin.



2.31-rasm. Betondagi gaz fazasining kengayishi. *1 – g'ovaklardagi bosim 0,1 MPa bo'lganda, bug'siz havoning kengayishi natijasida; 2, 4 – g'ovaklardagi bosim mos holda 0,1 , 0,11 va 0,15 MPa bo'lganda bug' hosil bo'lishi bilan havoning kengayishi natijasida.*

Qotish jarayonida sement toshining kontraksiyasi ham muhim ahamiyatga ega. Kontraksiya natijasida paydo bo'lgan qo'shimcha g'ovaklar hajmi uning kengayishida suv so'rilishi mumkin bo'lgan zaxira hisoblanadi, shuning uchun kontraksiya beton tuzilishidagi buzilishlarning oldini oladi.

Betonda ortiqcha bosimning yuzaga kelishi qizitish tartibiga bog'liq. Odatda, beton ust qismidan qiziydi, shuning uchun ham ortiqcha bosim ana shu joyda birinchi navbatda yuzaga keladi. Sekin qizishda ortiqcha bosim juda kam bo'ladi, chunki yuqori bosim maydonidan mahsulotning sovuq joyiga namlikning ko'chishi va bug' diffuziyasi ortiqcha bosimning kamayishiga olib keladi. Juda tez qizdirishda bu omillar kerakli me'yorda paydo bo'lishga ulgurmaydi va ortiqcha bosim keskin ortadi, bu ayrim hollarda tuzalmas defekt va yaroqsiz, xususan, mahsulotlarning ustki qismi ko'chishiga olib keladi.

Beton tuzilishi qanchalik mustahkam bo'lsa, suv va gazsimon faza qizdirilganda paydo bo'ladigan ichki keskinliklarga shuncha yaxshi qarshilik ko'rsatishi mumkin. Agar mustahkamlik kichik, beton tarkibidagi moddalarning kengayishiga qarshilik ko'rsata olmaydigan va harorat deformatsiyalari hech narsa bilan chegaralanmasa, mahsulot qoliplash davrining tugashi bilan birdaniga beton qizdirilsa, uning tarkibida eng ko'p o'zgarishlar yuzaga keladi. Bunda beton harorati qancha tez ortsa, uning tarkibi shuncha ojizlashadi va qoldiq deformatsiya ortadi. Agar qizdirish beton qotgach va muayyan mustahkamlikka erishilgach boshlansa, harorat deformatsiyasi birdaniga tushadi, chunki shakllangan struktura suv va gazsimon fazaning kengayishiga qarshilik ko'rsatadi. Strukturaga putur yetishi bilan qoldiq deformatsiyalar keskin kamayadi (2.31-rasm) va beton xususiyatlari yaxshilanadi. Eng yaxshi natijalarga erishish uchun qizitish jarayonida struktura mustahkamligi betondagi ichki zo'riqishdan yuqori bo'lishi talab etiladi.

Beton faqat qattiq faza hajmi ortgandagina juda kam kengayadi. Suvning kengayishi esa havo g'ovaklari hisobiga chegiriladi, gazsimon faza bosimi esa beton tarkibining qarshiligi bilan susaytiriladi. Bunday holda taxminiy qo'shimcha hajm (aslida g'ovaklarning qo'shimcha hajmi) qizdirishda 80 daraja bo'lganda:

$$\Delta V_1 = \beta \Delta t = 3 \cdot 10^{-6} \cdot 60 = 1{,}8 \cdot 10^{-3}$$

yoki 1,8 l/m^3 beton (0,18%)ni tashkil etadi. Agar suvning kengayishi kompensatsiya qilinmasa, betonning qo'shimcha hajmi suvning kengayishi hisobiga $\Delta V_2 = 0{,}2 \cdot 500 \cdot 10^{-6} = 6 \cdot 10^{-3}$ yoki 6 l/m^3

beton (0,6%)ga ortadi. Hisoblashlar suv betonning 1/5 qismini (taxminan 200 l/m^3 sarfda) egallashi, hajman kengayishning o'rtacha harorat koeffitsienti esa 20 dan 80 daraja intervalda $500 \cdot 10^{-6}$ ga tengligini ko'rsatadi. Suvning va qattiq fazaning kengayishidan yuzaga keluvchi yakuniy qo'shimcha hajm 0,78% ni tashkil etadi. Agar isitish bilan ishlov berishda beton hajmining ortishi ushbu o'lchamdan ortiq bo'lsa, bu uning o'sishiga gazsimon faza va beton tarkibining qarshiligi bilan kompensatsiya qilinmagan ortiqcha bosim ta'sir ko'rsatganligini ko'rsatadi. Tabiiyki, bunday holatda strukturada defektlar miqdori ortadi, betonning mustahkamligi esa kamayadi.

Isitish bilan ishlov berish jarayonida betonning kengayishi ustidan nazoratni amalga oshirishda quyidagi tenglik to'g'ri:

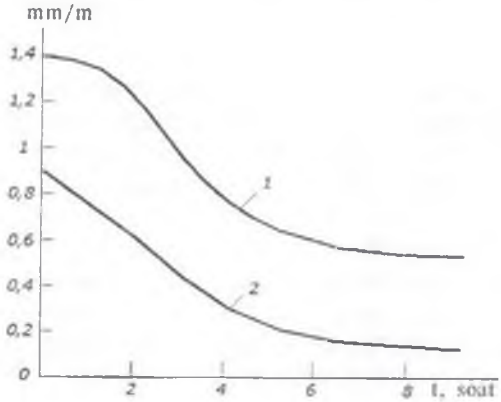
$$\Delta V = V_2 - V_1$$

Bu yerda $V_1 - a^3$ kubiga teng (bu yerda a^3 — kubning tomoni) betonning boshlang'ich hajmi; $V_2 - (a + x)^3$ ga teng (bu yerda x — kub tomonining uzayishi) kengaygandan keyingi betonning hajmi;

$$\Delta V = a^3 + 3\,a^2\,x + 3\,a\,x^2 + x^3 - a \approx 3\,a^2\,x \approx 3\,a_t\,a^3,$$

chunki $3ax^2$ va x^3 $3a^2x$ dan kam. a^3+V bo'lgani uchun beton deformatsiyasining chiziqli harorati $\alpha_t = \Delta V/3$.

Yuqorida ko'rilgan misollarga nisbatan qattiq fazaning issiqlik kengayishida 0,18:3=0,06%, yoki 0,6 mm/m ni tashkil etadi; qattiq faza va suvning kengayishida 0,78:3=0,26 yoki 2,6 mm/m ni. 2.32-rasm ma'lumotlari amaliyotda beton tarkibining qarshiligi natijasida deformatsiyalar hamma vaqt kichik bo'lishini ko'rsatadi.



2.32-rasm. Oldindan tutib turish t vaqtiga bog'liq holda betonni qizdirishdagi ϵ defor-matsiya. *1 — 80°C haroratda izotermik qizdirish vaqtidagi deformatsiya; 2 — qoldiq deformatsiya.*

Sovitilganda betonda zo'riqish yuzaga keladi, natijda paydo bo'lgan struktura uning harorat orqali siqilishiga to'sqinlik qiladi. Natijada beton boshlang'ich o'lchamlarga qadar kichraya olmaydi, paydo bo'lgan ichki zo'riqishlar asta-sekin susayadi, lekin uning keyingi qotishiga muayyan ta'sir ko'rsatib, beton mustahkamligini, ayniqsa, sovitilgandan keyin birdaniga tekshirilganida, pasaytiradi.

Isitish orqali ishlov berish jarayonida g'ovaklik, asosan, kapillyar g'ovaklar hisobiga ko'payadi, chunki sement toshining qotishida paydo bo'luvchi gel g'ovagi, odatda, qizdirish paytidagi betonning asosiy kengayishiga nisbatan ancha keng paydo bo'ladi va rivojlanadi. Bundan tashqari, gel g'ovaklarida bosimni kompensatsiya qilish uchun talab qilinadigan qo'shimcha hajm juda kam va buning uchun sement toshi kontraksiyasida yuzaga keladigan g'ovaklar hajmi yetarli hisoblanadi. Qaynatilganda kapillyar g'ovaklar hajmi ortadi, lekin sovuqqa mustahkamligi va betonning boshqa xususiyatlari kamayadi. Betonning kengayishini tutib turuvchi qattiq yopiq qoliplarni qo'llash uning sifatini oshirishga ijobiy ta'sir ko'rsatadi.

Qaynatilgan beton sifatiga, shuningdek, issiqlik-namlik ishlov berishdagi issiqlik almashuvi jarayoni ham katta ta'sir ko'rsatadi. Bunday sharoitlarda mahsulotlarda harorat va namlik gradientlari yuzaga keladi, ulrning ta'sirida esa namlik va gazsimon faza beton tarkibida uning tarkibiga putur yetkazib, ko'chib turadi. Ayrim hollarda (issiqlik bilan ishlov berishning noto'g'ri tartiblarida) namlik sement gidratatsiyasini sekinlashtirib, beton mustahkamligini keskin kamaytiruvchi va uning uzoq davrga mustahkamligini yomonlashtiruvchi oraliq kapillyarni qoldirib, betondan bug'lanib chiqishi mumkin.

Isitish bilan ishlov berishda harorat va namlik gradientlari eng kam bo'lishi yoki hech bo'lmasa beton distruksiyasi boshlanadigan eng kam namlikdan bo'ladigan minimal ko'rsatkichda bo'lishi kerak. Yakuniy gredientlarning ahamiyati qizitish davrida beton tarkibining mustahkamligi va boshqa omillarga bog'liq hamda amaliy yo'l bilan aniqlanishi mumkin. Issiqlik massa almashinuvi natijasida distruksiyaning kamayishiga mahsulot muayyan haroratiga qadar oldindan qizdirilgan beton aralashmasidan shakllantirganda issiq beton aralashmasini qo'llashga imkon beradi.

Yuqorida ko'rsatilgan qoidalar amaliyotda o'z tasdig'ini topadi. 2.10-jadvalda L. A. Malinin ma'lumotlari keltirilgan. Su/S – 0,45 da Belgorod portlandsementida 1:1,87:2,77 dagi og'ir beton tarkibdagi

namunalar 1+6 s tartibda 80 darajada bug'langan, keyinchalik esa kamera bilan so'ngan. Qaynatish namunalar tayyorlagandan 1 soat keyin boshlangan. Deformatsiyasiz bug'langan namunalarning 28 sutkada normal qotishdagi beton bilan taqqoslaganda mustahkamligining ancha yuqoriligi qaynatishda sementning chuqur gidratatsiyasi bilan aniqlanadi.

Issiqlik sharoitida qayta ishlashning betonda destruktiv jarayonlarning rivojlanish darajasiga ta'siri

2.10-jadval

Qotish sharti	Issiq fizikaviy jarayon		Siqishga mustahkamligi R_{sj} / R_{28} dan % da, MPa		28 sutkada g'ovaklik, %
	Qatnashmaydi		1 sutka	28 sutka	
Yopiq shakldagi termokompensirda qizish paytida o'zgarmas o'lcham			47,3 / 103	56,6 / 123	14,8
Yopiq shaklda	Barcha yo'nalishlarda chegarlangan	Qatnashmaydi	36,3 / 79	49,5 / 108	16,5
Ochiq shaklda	Ikki yo'nalishlarda chegaralangan	Bir tomonlama yuzaga ega	31,3 / 68	44,5 / 97	17,6
Poddon shaklida	Chegaralanmagan		18 / 39	26,6 / 53	24,8
Poddon ustida plenkada	Chegaralanmagan	Amaliyotda uchramaydi	24 / 52	36,3 / 79	22
20°C germetik shaklida 28 sutkada qotishi	Amaliyotda uchramaydi	Amaliyotda uchramaydi	–	46 / 100	15,5

Tajribalar beton tarkibi va mustahkamligiga uning issiqlik kengayishi va issiqlik massa almashinuvi ham katta ta'sir ko'rsatishini tasdiqlaydi. Taxminiy hisob-kitoblar uchun normal qotishda ham g'ovaklikning 1% ga ortishi 28 sutkadagi beton mustahkamligini 5% ga kamaytirishini ko'rsatib o'tish mumkin.

Betonning qizdirishdagi holati bo'yicha o'tkazilgan tajriba betonga isitish bilan ishlov berishda sifatini oshirishini ta'minlovchi texnologik usullarni aniqlash imkonini beradi.

Isitish va namli ishlov berishning eng ko'p tarqalgan ko'rinishi betonni qaynatish hisoblanadi. Qaynatishdan keyingi beton zichligi

qaynatish tartibi, sement turi va faolligi hamda beton tarkibi bilan aniqlanadi. Tajriba ma'lumotlarini umumlashtirish optimal tartibda qaynatilgan betonning suv-sement munosabatiga nisbatan bog'liqligini aniqlash imkonini beradi (2.10-jadval).

Tarkibida yuqori alit bo'lgan o'rta alyuminatli sementlar 2.10-jadvalda keltirilgan belgilardan 0,05% yuqori nisbiy mustahkamlikni ko'rsatadi. Taxminlarga ko'ra beton tarkibini loyihalashtirish, odatda, beton qaynatilgandan keyin markalik mustahkamligining 70% ini to'playdi. 2.11-jadvalda ko'rsatilganidek, bu qotirishning tartibi to'g'ri tanlanganda to'liq qo'lga kiritiladi.

Qaynatishdan keyin 100% mustahkamlikni qo'lga kiritish zarurati tug'ilganda sement sarf-xarajatini oshirishga sababchi bo'ladigan yuqoriroq markadagi beton tarkibini loyihalashtirish kerak. Shuning uchun betonning 100% mustahkamligini olish faqat istisno hollarda belgilanishi kerak, masalan, qish davri uchun tayyorlanadigan va ishlatiladigan tashqi konstruksiyalar uchun.

Isitish bilan ishlov berishga qadar betonning boshlang'ich chidami beton umumiy mustahkamligini oshiradi, ancha tez tartiblarni qo'llash imkonini berib, bu issiqlik bilan ishlov berish davomiyligini qisqartiradi. Harakatchan aralashmali betonlar uchun 3—6 soat, qattiq aralashmalar uchun kamida 2—3 soat, alohida qattiq aralshmalar uchun esa 1—2 soat turish tavsiya etiladi. Beton markasi qancha yuqori va Su/S miqdori qancha past bo'lsa, boshlang'ich chidam shuncha qisqa bo'ladi. Qotirishni tezlashtiruvchi to'ldiruchilarni kiritish qotish jarayonini kamaytiradi, ustki-faol to'ldiruvchilarning kiritilishi esa uzaytiradi. Masalan, betonga 0,2% SDB kiritilganda boshlang'ich chidam 4—6 soatgacha uzayadi.

Boshlang'ich tutib turish shaklsiz yoki katta ochiqlikdagi mahsulotlarni qizdirishda zarur. Agar mahsulot germetik yoki kasseta shaklida bo'lsa, metall hamma tomondan yopilgan shakl betonning harorat ta'sirida kengayishiga to'sqinlik qiladi, bunda boshlang'ich chidam talab qilinmaydi va haroratning keskin ortish ehtimoli bor. Murakkab va ko'p detalli konstruksiyalarda betonning tezlik bilan qaynatilishi mahsulotda darz ketishlarning paydo bo'lishiga sababchi bo'lishi mumkin.

Betonning qizdirish tezligi beton tarkibi, shakllari konstruksiyasi, mahsulot turi va boshqa omillarga bog'liq. U shunday bo'lishi kerakki, destruktiv jarayonlarni minimal darajada kamaytirishi lozim. Odatda, yupqa qatlamli mahsulotlarga nisbatan haroratni oshirish tezligi soa-

Harorat oshganda betonda destruktiv jarayonlar ta'sirini kamaytirish usullari

2.11-jadval

Texnologik usul	Qo'llashning jismoniy mohiyati
Bug'-havo yoki bug'li muhitda ortiqcha bosim bilan issiqlik-namli ishlov berish (avtoklav va bosimli bug' kameralarda)	Bug' va havoli muhitda yuzaga keluvchi bosim betonda kuzatiladigan ortiqcha bosimni mutanosiblashtiradi, uning erkin kengayishiga to'sqinlik qiladi, ichki massa almashinuvini kamaytiradi, beton tarkibini zichlashtiradi
Yopiq metall shakllarda issiqlik bilan ishlov berish	Issiqlikdan erkin kengayishini chegaralaydi, tashqi massa almashinuvini chetlashtiradi
Ijobiy o'sish sur'atida haroratni oshirish orqali yoki ichki bosim muayyan vaqt ichida beton zichligidan ortmaydigan darajada bug'lantirish	Betonda shakllanuvchi ortiqcha bosim ichki almashinuv vaknumi bilan kompensatsiyalanadi: shakllangan beton tarkibining zichligi yuzaga kelgan keskinlarga qarshilik ko'rsatadi
Boshlang'ich tutib turish	Kontraksiya hodisalarining rivojlanishi va beton boshlang'ich noqulay zichligining yuzaga kelishiga olib keladi, bu esa betonni qizdirishda paydo bo'ladigan ichki keskinliklarga qarshilik ko'rsatishiga, ularning kamayishiga ta'sir ko'rsatadi
O'zgaruvchan nisbiy namlik muhitida issiq-namli ishlov berish	Betondagi ortiqcha bosimni kamaytiradi, tashqi va ichki issiqlik massa almashinuvini tartibga soladi
Yaxshi zichlashtirilgan beton qorishmalarning va qizitishning boshlang'ich davrida betonni qotirishning barcha usullari qo'llanilishi	Suv va havo tarkibini kamaytiradi, beton zichligining ortishi va kontraksion hodisalarning yuzaga kelishini qisqartiradi
Mahsulotlarni shakllantirish maqsadida beton qotishmasining boshlang'ich elektr va bug' bilan qizdirilishi	Mahsulotlarining kesim yuzalari bo'ylab harorat-namlik gradientini yo'qotadi. Sementning gidratatsiya jarayonini tezlashtiradi
Qizdirish haroratining chegarasi (mas., 80 daraja)	Beton tarkibidagi moddalar keyingayishini, ayniqsa, 80 darajadan keyin keskin ortuvchi va shu sababli betondagi ortiqcha va ichki bosimni pasaytiradigan gaz shakllantiruvchi fazani kamaytiradi

Qaynatib shakllantirilgan beton zichligining Su/S ga bog'liqligi

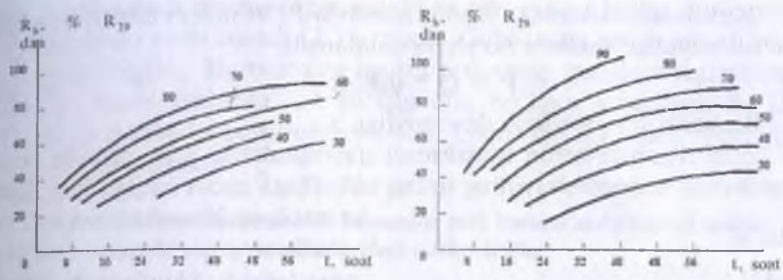
2.12-jadval

Su/S	Beton zichligi, uning markasi bo'yicha % da	
	Qaynatilgach 4 soatdan keyin	Qaynatilgach 20 soatdan keyin
0.6	60–65	85–95
0.4–05 dan ortiq	65–75	95–105
0.4 dan kam	70–85	100–10

tiga 25 darajadan baland bo'lmasligi kerak. Og'irroq mahsulotlar uchun esa soatiga 20 darajadan. Past Su/S li qattiq qorishmali mahsulotlar uchun haroratning ortish tezligi 30–35 daraja/s ni, yopiq metalli mahsulotlar uchun 40–60 daraja/s ni tashkil etishi mumkin. Zinapoyali tartiblar yoki ijobiy ortuvchi tartiblar sifati yaxshi betonlarni ishlab chiqarish imkonini beradi. Birinchi holatda 1–1,5 s da harorat 35–40 darajagacha ko'tariladi. Bunday haroratda mahsulot 1–2 s davomida chidab turadi, keyin esa 1 s ichida harorat izotermik qizdirish usuliga qadar oshiriladi. Ikkinchi holatda birinchi soatda harorat 10 radiusgacha ko'tariladi, ikkinchi soatda 15–20 daraja, keyingi soatlarda 20–30 daraja va shu tariqa maksimal haroratga qadar.

Beton uchun portaldansementda izotermik isitish 80–85 daraja hisoblanadi. Haroratning yanada ortishi boshlang'ich soatlarda beton qotishini tezlashtirsa-da, uning zichligi ortishiga olib kelmaydi. Bunda zichlik ortishining qaynatilgandan keyin o'sishi kamayadi, natijada 28 sutka yoshdagi qaynatilgan beton normal qotirilgan betonga nisbatan kam zichlikka ega bo'ladi. Shlak portlandsement va putssolanli sementlar uchun 90–95 daraja optimal harorat hisoblanadi.

2.33-rasmda betonning nisbiy zichligi harorat va izotermik qaynatilishga bog'liqligining nisbiy grafigi keltirilgan. Grafikka qarab izotermik isitishning davomiyligini belgilash mumkin. Betonning sovish tezligi, odatda, 30 daraja/s dan ortmasligi, qaynatish kamerasidan mahsulot iloji boricha betonning ust qismi va atrof-muhit oralig'ida 40 darajadan baland bo'lmagan haroratda olinishi kerak. Chunki mahsulotda sezilarli deformatsiyalar yuzaga kelishi mumkin. Isitish bian ishlov berishdan keyin mahsulot sovitilish maqsadida sexda yana 4–6 s ushlab turiladi.



2.33-rasm. Bug'lash jarayonidagi mustahkamlik o'sishini ko'rsatuvchi egri chiziqlar: *a – portlandsementda; b – shlakoportlandtsemetda (egrilardagi raqamlar izotermik tutib turish C haroratini bildiradi).*

Sovuqqa mustahkam betonlarni ishlab chiqish uchun ancha yumshoq tartiblar qo'llaniladi; boshlang'ich sinovni oshirishda haroratning oshirilishi 10–15 daraja/s da amalga oshiriladi, izotermik isitish harorati 60–80 darajagacha kamaytiriladi; beton harorati tezligi 10–15 daraja/s dan ortmasligi kerak.

Haroratli kengayishda beton tarkibidagi moddalarning beton tarkibiga salbiy ta'sirini yo'q qilish va issiqlik bilan ishlov berishning davomiyligini kamaytirish uchun oxirgi paytlarda betonni boshida elektr toki yoki bug' bilan qizdirish va mahsulotlarni issiq beton mahsulotlaridan shakllantirish usuli qo'llanilmoqda. Bunda mahsulotda harorat gradientlari keskin kamayadi, bu esa beton sifatining ortishiga ijobiy ta'sir ko'rsatadi.

Beton qorishmasini qaynatish uchun taxminan quyidagicha miqdordagi issiqlik talab etiladi:

$$Q=Vyc\ (T_o-T_b) \qquad (2.19)$$

Bu yerda Q – issiqlik miqdori, kDJq; V – qizdirilgan beton qorishmasi hajmi, m^3 ; y – beton qorishmasi zichligi, kg/m^3; c – 1,05 kDJ/(kgX°C)da qo'llaniladigan beton qorishmasi issiqlik talabchanligining taxminiy solishtirmasi; T_o – qizdirishning oxirgi harorati (odatda, 80–90°C), ayrim paytlarda, agar beton bevosita shaklida yuqoriroq haroratlarda qizdirilsa, °C; T_b – beton qorishmasining boshlang'ich harorati, °C.

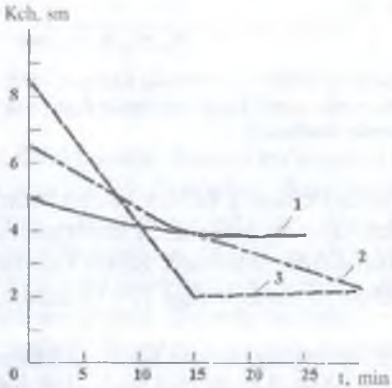
Boshlang'ich tez qizdirishda sement ekzotermiyasini chetga surib qo'yish mumkin. Umuman 1 m^3 hajmdagi beton qorishmasini qizdirish uchun taxminan 125–170 Dj talab etiladi.

Qorishmani elektr toki bilan qizdirishda P, Vt uchun talab qilinadigan quvvat quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$P = Q * 0{,}864t \qquad (2.20)$$

Bu yerda t — qizdirish davomiyligi, s.

Qizdirilganda beton qorishmasi quyuqlashadi. 2.34-rasmda beton qorishmasi quyuqlashuvining uning ukladkaga qadar vaqtga bog'liqligi ko'rsatilgan. Yuqori alyuminatli sementlarning qorishmalari ko'proq quyuqlashadi. Shuningdek, betonning jipslashish muddatlari ham o'zgaradi. Bundan tashqari kerakli harakatchanlikka erishish uchun suv sarfini 10–15% ga oshirish lozim. Lekin bu oddiy qorishmalardagiga nisbatan betonning zichligini pasaytiradi. Betonning kerakli zichligini saqlab turish uchun sement sarfini muayyan darajada oshirish kerak bo'ladi.



2.34-rasm. Tutib turish t vaqtning sement asosidagi issiq betonlar harakatchanligini o'zgarishiga ta'siri.
1 — past alyuminatli; 2 — o'rta alyuminatli; 3 — yuqori alyuminatli.

Qizish va qotishni tezlashtiruvchi komponentlardan tarkib topgan kompleks to'ldiruvchilarning, shuningdek, plastiklashuvchi beton qorishmasining qo'llanilishi, ayrim hollarda mahsulotlarni tayyorlashning oddiy usulidagi sement safrlanishi bilan betonlarni tayyorlash mumkin.

Issiq beton qorishmalari zichligi ortishi isitish harorati va mustahkamligiga, suv-sement munosabatlari va boshqa omillarga bog'liq. Odatda, boshlang'ich qizdirilgan beton zichligi qaynatishga nisbatan erta yoshda oshadi.

2.10. Salbiy haroratlarda betonning qotishi

Past haroratda beton zichligi ortishi normal haroratdagiga nisbatan kam ortuvchan bo'ladi. 0°C dan past haroratda betonning qotishi qariyb to'xtaydi, faqat agar betonga suvning muzlash nuqtasini pasaytiruvchi tuzlar qo'shilmasa. Qotishni boshlab, keyinchalik muzlagan beton erigach qotishni davom ettiradi. Bunda, agar u qotish-

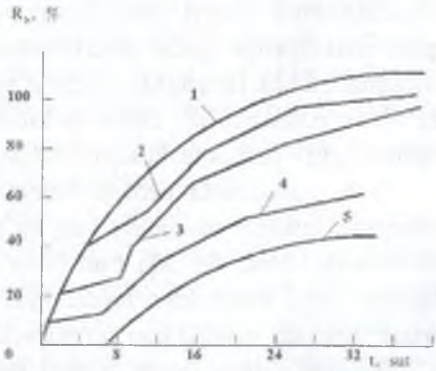
ning eng boshida muzlayotgan suv bilan yemirilgan bo'lsa, uning zichligi asta-sekin ortib boradi (2.35-rasm). Zichlikning ortish sur'ati muhit haroratiga bog'liq. Haroratning ortishi betonning qotishini tezlashtiradi, ayniqsa, nam muhitda. 28 sutkagacha bo'lgan yoshdagi, 5–35°C haroratda qotuvchi betonning zichligi taxminan 2.13-jadval bo'yicha aniqlanishi mumkin.

O'rta navli portlandsementda betonning turli haroratlarda har xil qotish muddatlaridagi nisbiy zichligi

2.13-jadval

Qotish muddatlari, sut	Qotishning o'rtacha harorati, °C				
3	0,15	0,2	0,30	0,37	0,45
5	0,25	0,32	0,45	0,54	0,6
7	0,35	0,44	0,6	0,7	0,72
10	0,45	0,52	0,7	0,77	0,77
15	0,55	0,65	0,8	0,85	0,85
20	0,8	0,92	1	0,05	–

Qishda tayyorlanadigan beton cho'zilishi uchun talab etiladigan zichlikka erishmog'i kerak. Bu inshootning qisman yoki to'liq ishga solinishi uchun talab etiladi. Betonning erta muzlashi u eriganidan keyin zichligining sezilarli yemirilishiga sabab bo'ladi. Buning sababi – beton suvga to'ydirilgan, u esa muzlaganda kengayadi, to'ldiruvchilarning ust qismi va ojiz sementli tosh o'rtasidagi aloqalarni yemiradi. Betonning zichligi u qancha kech muzlatilgan bo'lsa, shuncha normal zichlikka yaqin



2.35-rasm. Muzlatishning boshlanishida R_b betonning t yoshiga bog'liq holda nisbiy mustahkamligi.
1 – muzlatilmagan beton; 2, 3 – 7 kunda muzlatilgan beton; 4 – aynisi, 1 kunda; 5 – aynisi, 6 soatda.

bo'ladi. Bundan tashqari erta muzlash natijasida betonning temirbetondagi armatura bilan jipslashuvi sezilarli darajada kamayadi.

Ishlarni ishlab chiqarishning har qanday usulida ham betonning muz tazyiqiga qarshiligini ta'minlovchi minimal zichlikka erishishiga qadar muzlashdan saqlash kerak va bu keyinchalik beton xususiyatlarining ijobiy haroratda sezilarli yomonlashuvidan saqlanishini taqozo etadi (2.14-jadval).

Betonning muzlash vaqtida egallashi kerak bo'lgan minimal zichligi

2.14-jadval

Beton navi	Minimal zichlik, kamida		15–20°C da betonning portlandsementda chidash vaqti, sut
	R_{25} dan %	MPa	
M100	5	5	5–7
M200	4	7	3–5
M300	3,5	10	2–2,5
M400	3	12	1,5–2
M500	2,5	12,5	1–2

Yuqori sifatli tez qotuvchan sement ishlatilganda zaruriy vaqt 1,5 marta kamayadi. Agar betonga suvni o'tkazuvchanlik va sovuqqa mustahkamlik nuqtyi nazaridan yuqori talablar qo'yilsa, uni zichligiga erishilgunga qadar muzlashdan saqlash kerak bo'ladi, chunki minimal zichlik sharoitida muzlash beton zichligiga siqilganda sezilarli ta'sir ko'rsatmasa-da, beton tarkibini buzishi va uning alohida xususiyatlarini yomonlashtirishi mumkin.

Qish mavsumida betonlashtirganda belgilangan zichlikka qarab muayyan muddat davomida issiq va nam muhitda betonning qotishini ta'minlash kerak. Bu ikki usul bilan amalga oshiriladi: 1) beton issiqligining ichki zaxirasidan foydalanish orqali; 2) agar ichki issiqlik yetmasa, betonga tashqaridan qo'shimcha issiqlik yetkazish yo'li bilan.

Birinchi usulda yuqori zichlikdagi va tez ta'sir ko'rsatuvchi portlandsement, sementning qotishini tezlashtiruvchi moddalar xlorli kalsiy va boshqalarni qo'llash, beton qorishmasi tarkibiga plastiklashtiruvchi qo'shimchalarni kirtish bilan unda suv miqdorini kamaytirish zarur. Bularning barchasi inshootlarni ko'tarishda betonning

qotish muddatlarini tezlashtirish va beton muzlashidan oldin yetarlicha zichlikka ega bo'lishini ta'minlab beradi.

Betondagi ichki issiqlik zaxirasi beton qorishmasini tashkil etuvchi materiallarni qizdirish orqali yuzaga keltiriladi. Bundan tashqari qotayotgan betonda issiqlik sement va suv o'rtasidagi kimyoviy reaksiya (sement ekzotermiyasi) jarayonida ajralib chiqadi. Konstruksiyalarning hajmi va tashqi havo haroratiga qarab yoki beton uchun suv (90°C gacha), yoki suv va qo'shimcha moddalar – qum, graviy, shag'al (50°C gacha) qizdiriladi. Beton qorishmasining beton-aralashtirgichdan chiqishdagi harorati 40°C dan ortmasligi kerak, chunki undan balandroq haroratda u tez quyuqlashadi. Beton qorishmasining massivlarga joylashtirilishidagi minimal harorati 5°C dan, yupqa konstruksiyalarga joylashtirilganida esa – 20°C dan past bo'lmasligi kerak.

Oxirgi paytlarda yangi usul qo'llanilmoqda: beton qorishmasini maxsus bunkerda bevosita konstruksiyaga joylashtirishdan oldin elektr toki bilan qizdirish. Bu holatda elektr toki beton qorishmasi orqali o'tkaziladi va uni 50–70°C gacha qizdiradi. Qizdirilgan qorishmani tezda joylashtirish va zichlashtirish lozim, chunki u tez quyuqlashadi.

Qotish jarayonida sement sezilarli miqdorda issiqlik ajratadi. Bu issiqlik, asosan, qotishning 3–7 sutkasida ajralib chiqadi. Betonda issiqlikni ma'lum muddatga saqlab turish uchun opalubka va betonning boshqa barcha ochiq qismlarini qalinligi issiqlik-texnik hisoblar bilan aniqlanadigan izolyatsiya (mineral vatadan ishlangan matolar, penoplast, opilka, shlak va b.) bilan qoplash kerak.

Qishki betonlashning bu usuli ***termos usuli*** deb ataladi, chunki qizdirilgan beton qorishmasi issiqlik izolyatsiyasi sharoitida qotadi. Ushbu usulning qo'llanilishi agarda betonning boshlang'ich qotishi uchun zarur issiqlik betonda kamida 5–7 sutka saqlansa, ratsional hisoblanadi. Bu faqat betonning muzlovchi yuzining hajmga nisbatan aloqador massivli va puxta izolyatsiyalangan o'rtacha qalinlikdagi konstruksiyalar misolidagina mumkin hisoblanib, ***yuz qismi moduli*** deb ataladi.

Ancha yupqa va sust issiqlik o'tkazuvchi, shuningdek, juda kuchli sovuq sharoitida quriladigan konstruksiyalarni tashqaridan issiqlik yetkazish yo'li bilan betonlashtirish kerak. Bu usulning uch turi

mavjud. Birinchi turi — betonni o'rab turuvchi juft opalubka orqali o'tkaziluvchi yoki beton ichida joylashtiriladigan yoki opalubkada o'rtnatiluvchi quvurlar orqali bug' bilan betonni qizdirishdan iborat. Bug'ning odatdagi harorati 50—80°C. Bunda beton tez qotib, normal qotishda 7 sutka talab etadigan vaqtni 2 sutkaga qisqartiradi.

Ikkinchi turi — beton orqali o'tkinchi elektr tokini o'tkazish orqali amalga oshiriladigan elektr qizdirishdir. Buning uchun cho'yan plastinkalar — elektr simlari bilan ulangan elektrodlar beton konstruksiyasi jipslashuvining boshlanishida uning tepasidan yoki yon tomonlaridan joylashtiriladi. Elektr qizitishda kolonna yoki balkada betonga elektrodlar kiritiladi yoki provodlarni birlashtirish uchun qisqa cho'yan sterjenlar o'rib kiritiladi. Betonning qotishidan keyin sterjenlarning chiqib qolgan qismlari kesib tashlanadi. Plastik elektrodlar, asosan, plita va devorlarni qizdirish uchun, qisqa sterjenlar — balka va kolonnalar uchun ishlatiladi.

Betonda muzlashga qarshi tavsiya etiladigan qo'shimchalar (suvsiz tuz hisobida)

2.15-jadval

Betonning qotish harorati, °C gacha	Betondagi qo'shimchalar tarkibi, sement massasidan % nisbatda		
	$NaCl+CaCl_2$	$NaNO_3$	K_2CO_3
−5	3+0 yoki 0+3	4−6	5−6
−10	3,5+1,5	6−8	6−8
−15	3,5+4,5	8−10	8−10
−20	−	−	10−12
−25	−	−	12−15

Qizdirishning boshida, odatda, 200 V oddiy tokni transformatsiya qilish yo'li bilan olinadigan past kuchdagi tok uzatiladi (50—60 V). Xom beton tok o'tkazilganda qiziydi va qotadi. Beton qotgan sayin uning elektrik qarshiligi ortadi va kuchni oshirish kerak bo'ladi. Qurib qolmasligi va teshiklarning yuzaga kelmasligi uchun beton haroratini sekin oshirish (haroratni soatiga 5 C dan ko'p bo'lmagan haroratda oshirish kerak) va beton haroratini 60 C gacha yetkazish lozim. Bunday sharoitda beton 36—48 soat qotganida u 7 sutka ichida

normal qotgan zichlikdan kam bo'lmagan zichlikka ega bo'ladi. Qish mavsumida yirik inshootlarni betonlashtirganda faqat betonning ustki qismini elektr bilan isitish maqsadga muvofiq, bu uning erta muzlashi oldini oladi.

Issiqlik uzatish orqali betonlashning uchinchi turi – betonni o'rab olgan havoni qizdirishdir. Buning uchun maxsus pechkalar, maxsus gaz gorelkalari (bunda yong'inga qarshi qoidalarga qat'iy rioya qilish kerak), havo isituvi yoki elektr pechlari o'rnatilgan fanerli yoki brezentli isitish moslamasi qo'yiladi. Isitish moslamalariga qotishda nam muhit yaratish uchun suvli idish qo'yiladi yoki suv bilan sug'orilib turiladi. Bu usul oldingisiga nisbatan qimmatliroq va juda past haroratlarda, kam hajmdagi betonlashtirishda, shuningdek, ishlov berish ishlarida qo'llaniladi.

Yuqorida ko'rsatib o'tilgan beton tarkibida moddalar yoki betonning o'zini qizdirishni talab etuvchi qishki betonlash usullaridan tashqari mamlakatimizda qish mavsumida betonlashtirishning sovuq usuli qo'llaniladi. Bunda materiallar qizdirilmaydi, lekin suvda betonni tayyorlash uchun katta miqdorda tuzlar eritiladi: xlorli kalsiy (CaCl), xlorli natriy (NaCl), natriy nitriti ($NaNO_3$), potash (K_2CO_3). Bu tuzlar suvning muzlash nuqtasini kamaytiradi va juda sekin bo'lsa-da, betonning sovuqda qotishini ta'minlaydi. Betonga qo'shilgan tuz miqdori betonning o'rtacha qotish haroratiga bog'liq.

Potash qo'shilgan beton qorishmasi tez qalinlashadi va jipslashadi, bu esa uning opalubkaga joylashuvini murakkablashtiradi.

Beton qorishmasi qulay joylashuvining saqlanishi uchun unga sulfat-spirtli barda yoki sovun-naft qo'shiladi. Muzlashga qarshi qo'shimchali beton qorishmasini tayyorlash uchun sovuq to'ldiruvchilarni ishlatish, beton qorishmasini – 5°C gacha haroratda joylashtirish mumkin.

Sovuqda qotuvchi qo'shimchali portlandsement betonning zichligi 2.16-jadval bo'yicha aniqlanishi mumkin. – 5°C haroratdagi natriy nitritli qo'shimchadagi beton sekinroq qotadi, – 10°C haroratdan pastda esa taxminan xlorli tuzlar qo'shilgan betondagidek qotadi.

Muzlashga qarshi qo'shimchali betonning zichligi, R_{28} ga nisbatan, %

2.16-jadval

Qo'shimchalar	Betonning qotish harorati, °C	Betonning nisbiy zichligi, R_{28} ga nisbatan, %, sovuqda qotganda, sutka		
		7	14	28
Xlorli suvlar	−5	36	65	80
	− 10	26	35	45
	− 15	15	25	35
Potash	−5	50	65	75
	− 10	30	50	70
	− 15	25	40	60
	− 20	22	35	55
	− 25	20	30	50

Muzlashga qarshi qo'shimchalar bilan qishki betonlash usuli oddiy va tejamli, lekin beton tarkibiga kiritilgan katta miqdordagi tuz beton tarkibi, uzoq muddatga mustahkamligi va muhim boshqa xususiyatlarini yemirishi mumkin. Nam sharoitlarda konstruksiyalarni ekspluatatsiya qilishda xlorli tuzlar (natriy nitriti va potash korroziyaga uchratmaydi) ta'sirida armatura korroziyaga uchrashi mumkin. Bundan tashqari betonning qotish jarayonida paydo bo'lgan zaharli zarralar ayrim to'ldiruvchi tarkibida uchraydigan faol kremnezemlar bilan reaksiyaga kirishi va korroziyaga olib kelishi mumkin. Shuning uchun muzlashga qarshi to'ldiruvchili betonni mas'uliyatli, namli sharoitda ishlatiladigan konstruksiyalarda, xlorli tuzlarga ega betonni temir-betonli konstruksiyalarda qo'llash tavsiya etilmaydi.

Qishki betonlash bo'yicha turli hisob-kitoblar uchun issiqlik muvozanat keng qo'llaniladi:

$$T=2520\ (Tb.n-Tb.m)+SE\ /\ kM\ (Th.o'r) \qquad (2.21)$$

Bu yerda T – sovish davomiyligi, s.; T b.n – yangi quyilgan beton harorati; Tb.m – betonning sovishiga qadar davom etadigan harorati; S – sement sarfi, kg/m^3; E – sementning issiqlik chiqarishi, kDj/kg; k – betondan opalubka orqali atrof-muhitga issiqlikning yetkazilish koeffitsienti, kVT/(m^{2}x°C); M – konstruksiya ustki

qismi moduli: MqF:V, m^{-1}; Th o'r – sovish vaqtidagi betonning o'rtacha harorati (ob-havo bashoratiga muvofiq).

Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$K = \frac{1}{0.05 + \sum_{i=1}^{n} h_i / \lambda_i} \qquad (2.22)$$

Bu yerda h_i – har bir izolyatsiya qatlamining qalinligi, m; λ_i – izolyatsiya qatlamining issiqlik o'tkazuvchanligi, kVt/ (m.s.°C).

Po'latning issiqlik o'tkazuvchanligi 58, qayinniki 0,175, qor uchun 0,35 VT/(mx°C). Agar opalubka havo o'tkazuvchan bo'lsa, unda g'ovak va zichsizlik bo'ladi. Bunday sharoitda issiqlik o'tkazish koeffitsienti 1,5–2 martaga ortadi.

28 sutka yoshdagi portlandsementning issiqlik ajratishi taxminan quyidagicha: 500–500 kDj/kg nav, 400–420 navga 300–340 kDj/kg. Shlakoportlandsement va putssolan sementi 15–20% ga issiqlik kam ajratadi. Taxminiy hisob-kitoblar uchun ma'lum muddatga uning nisbiy zichligiga proporsional issiqlik ajratilishi qabul qilinadi. Masalan, 400 navdagi sement uchun 7 sutka yoshda issiqlik ajratilishi norma qotishda 0,6 * 42q252 kg/Djni tashkil etadi.

Betonning o'rtacha harorati ustki qism moduliga qarab aniqlanadi:

M < 8T b.o'r.qTb.m/2;

M > 8T b.o'r.qTb.m/3.

Qishki betonlash uchun aniqroq hisob-kitoblar AHT yordamida issiqlik va massa almashinuvining hozirgi kundagi nazariyasi asosida amalga oshiriladi.

Muzlashga qarshi qo'shimchali betonning zichligi, R_{28} ga nisbatan, %

2.16-jadval

Qo'shimchalar	Betonning qotish harorati, °C	Betonning nisbiy zichligi, R_{28} ga nisbatan, %, sovuqda qotganda, sutka		
		7	14	28
Xlorli suvlar	−5	36	65	80
	− 10	26	35	45
	− 15	15	25	35
Potash	−5	50	65	75
	− 10	30	50	70
	− 15	25	40	60
	− 20	22	35	55
	− 25	20	30	50

Muzlashga qarshi qo'shimchalar bilan qishki betonlash usuli oddiy va tejamli, lekin beton tarkibiga kiritilgan katta miqdordagi tuz beton tarkibi, uzoq muddatga mustahkamligi va muhim boshqa xususiyatlarini yemirishi mumkin. Nam sharoitlarda konstruksiyalarni ekspluatatsiya qilishda xlorli tuzlar (natriy nitriti va potash korroziyaga uchratmaydi) ta'sirida armatura korroziyaga uchrashi mumkin. Bundan tashqari betonning qotish jarayonida paydo bo'lgan zaharli zarralar ayrim to'ldiruvchi tarkibida uchraydigan faol kremnezemlar bilan reaksiyaga kirishi va korroziyaga olib kelishi mumkin. Shuning uchun muzlashga qarshi to'ldiruvchili betonni mas'uliyatli, namli sharoitda ishlatiladigan konstruksiyalarda, xlorli tuzlarga ega betonni temir-betonli konstruksiyalarda qo'llash tavsiya etilmaydi.

Qishki betonlash bo'yicha turli hisob-kitoblar uchun issiqlik muvozanat keng qo'llaniladi:

$$T=2520\ (Tb.n-Tb.m)+SE\ /\ kM\ (Th.o'r) \qquad (2.21)$$

Bu yerda T – sovish davomiyligi, s.; T b.n – yangi quyilgan beton harorati; Tb.m – betonning sovishiga qadar davom etadigan harorati; S – sement sarfi, kg/m^3; E – sementning issiqlik chiqarishi, kDj/kg; k – betondan opalubka orqali atrof-muhitga issiqlikning yetkazilish koeffitsienti, kVT/(m^{2}x°C); M – konstruksiya ustki

qismi moduli: MqF:V, m^{-1}; Th o'r – sovish vaqtidagi betonning o'rtacha harorati (ob-havo bashoratiga muvofiq).

Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$K = \frac{1}{0.05 + \sum_{i=1}^{n} h_i / \lambda_i} \qquad (2.22)$$

Bu yerda h_i – har bir izolyatsiya qatlamining qalinligi, m; λ_i – izolyatsiya qatlamining issiqlik o'tkazuvchanligi, kVt/ (m.s.°C).

Po'latning issiqlik o'tkazuvchanligi 58, qayinniki 0,175, qor uchun 0,35 VT/(mx°C). Agar opalubka havo o'tkazuvchan bo'lsa, unda g'ovak va zichsizlik bo'ladi. Bunday sharoitda issiqlik o'tkazish koeffitsienti 1,5–2 martaga ortadi.

28 sutka yoshdagi portlandsementning issiqlik ajratishi taxminan quyidagicha: 500–500 kDj/kg nav, 400–420 navga 300–340 kDj/kg. Shlakoportlandsement va putssolan sementi 15–20% ga issiqlik kam ajratadi. Taxminiy hisob-kitoblar uchun ma'lum muddatga uning nisbiy zichligiga proporsional issiqlik ajratilishi qabul qilinadi. Masalan, 400 navdagi sement uchun 7 sutka yoshda issiqlik ajratilishi norma qotishda 0,6 * 42q252 kg/Djni tashkil etadi.

Betonning o'rtacha harorati ustki qism moduliga qarab aniqlanadi:

M < 8T b.o'r.qTb.m/2;

M > 8T b.o'r.qTb.m/3.

Qishki betonlash uchun aniqroq hisob-kitoblar AHT yordamida issiqlik va massa almashinuvining hozirgi kundagi nazariyasi asosida amalga oshiriladi.

II QISM
BETON VA TEMIR-BETON BUYUMLARI ISHLAB CHIQARISH TEXNOLOGIYASI

1-bob. Temir-beton mahsulotlarining nomenklaturasi

1.1. Umumiy ma'lumotlar

Mamlakatimizda sanoat va turar-joy binolari qurilishida bir xil turdagi yig'ma temir-beton konstruksiyalari 90 foizga yaqinni tashkil qiladi. Yig'ma temir-beton mahsulot va konstruksiyalari, asosan, uzun, tekis yuzali, blokli, hajmli holda ishlab chiqariladi. Uzun konstruksiyalar va mahsulotlarga kolonnalar, fermalar, rigellar, to'sinlar, ustunlar; tekis yuzalilarga – yopish plitalari, devor va to'sish panellari, bunker va zaxira devorlari; bloklilarga – og'ir fundamentlar, yerto'la devorlari; hajmlilarga – sanitar-texnik kabinalar, blok xonalar, siloslarning qutichali elementlari, quduq halqalari va boshqalar kiritiladi. Mamlakatimizda fuqaro va sanoat qurilishida ishlab chiqariladigan temir-beton mahsuloti va foydalanish hajmi nomenklaturasi 1.1-jadvalda keltirilgan. Transport vositalarining shartiga binoan element uzunligi qoidaga ko'ra 25 metrdan, kengligi 3 metrdan va og'irligi 25 tonnadan oshmasligi kerak. Mahsulotlar, asosan, payvandlangan to'r, karkas va yiriklashtirilgan armatura bloklari bilan armaturalanadi.

Zo'riqtirilgan armaturadan foydalanishda mahkam ushlash, tortish va armaturani zo'riqqan holatida mahkamlash uchun sharoit yaratiladi.

Yig'ma temir-beton konstruksiyalari uchun yuqori darajadagi mustahkamlik, zichlik, sovuqqa chidamlilik va suv o'tkazmaslik sifatiga ega bo'lgan betonlar qo'llaniladi. Masalan, yuk ko'taruvchi temir-beton konstruksiyalarda M 150 – M 800 markali og'ir beton, zichligi 2200–2500 kg/m^3; g'ovak to'ldiruvchili konstruksion betonlar uchun M 150 – M 500 markali; to'sish konstruksiyalar uchun

M 50 – M 100 markali, zichligi 700–1000 kg/m^3 yengil betonlar keng ko'lamda foydalaniladi. Bir turdagi yig'ma konstruksiya nominal o'lchamlariga, shuningdek, beton himoya qatlamining armatura sterjeni yuzasigacha yuqori darajada talabchanlik qo'yiladi. Bu o'lchovlar har bir mahsulotga alohida standart, ishchi chizma va texnik shartlar bilan belgilanadi. Ko'pchilik mahsulotlarda o'lchovdan og'ish chegarasi (plita, panel, kolonna, to'sin) 4–10 mm dan, himoya qatlamida esa 3–5 mm dan oshmasligi kerak.

Temir-beton mahsulotlari nomenklaturasi

1.1-jadval

T/r	Mahsulot	Ishlab chiqarish hajmi, umumiy ishlab chiqarishning yig'ma temir-beton % i
1	Poydevorlar	4,2
2	Qoziqlar, shpuntlar	4,2
3	Poydevor bloklari	1
4	Kolonnalar	3,9
5	Rigellar	2,4
6	To'sin va yopish fermalari	5,4
7	Yopish plitalari	7,8
8	Qavatlararo yopma plitalar	26
9	Devor panellari	16,5
10	Ventilyatsiya bloklari va sanitar-texnik kabinalar	3,2
11	Zinapoya marshi, supachasi, balkon plitalari	1,6
12	Deraza yoki eshik o'rinlari ustidagi to'sin	1,7
13	Yerosti yo'llari va kanallar elementlari	4,1
14	Rezervuar, silos, vodoprovod va kanalizatsiya inshootlari uchun konstruksiyalar	2,6
15	Quvurlar	1,4
16	LEP tayanchi, aloqa tizimi	1,8
17	Ko'prik elementlari, estakadalar	1,2
18	Boshqalar	10
	Jami:	100

1.2. Temir-beton konstruksiyalarning tasnifi

Yig'ma temir-beton mahsulotlari va konstruksiyalarining tasnifi asosida quyidagi alomatlari belgilangan: beton ko'rinishi, zichligi, armaturalashning ko'rinishi, ichki tuzilishi va qo'llanilishi.

Beton turi va qo'llaniladigan bog'lovchilari bo'yicha mahsulotlar farqlanadi: sementli betonlar – og'ir va oddiy zich to'ldiruvchilar asosida, alohida og'ir betonlar va g'ovak to'ldiruvchili yengil betonlar, g'ovak betonlar va maxsus betonlar – issiq va kimyoviy ta'sirga chidamli, manzarali. Mahsulotda qo'llaniladigan betonlar zichligi bo'yicha o'ta og'ir betonlar zichligi 2500 kg/m^3 dan yuqori, og'ir betonlar zichligi 1800–2500 kg/m^3, yengil betonlar zichligi 500–1800 kg/m^3 va o'ta yengil betonlar zichligi 500 kg/m^3 dan kam (issiqlik o'tkazmaydigan) bo'ladi.

Armaturalash turiga qarab temir-beton mahsulotlari oldindan zo'riqtirilgan va oddiy armaturalangan turlarga bo'linadi.

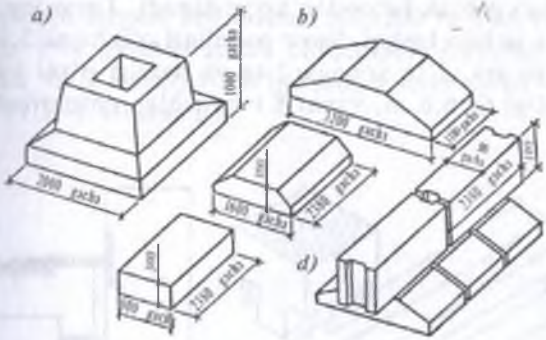
Mahsulot bir turdagi betondan tayyorlanganda tuzilishiga ko'ra yaxlit va ichi kovak; bir qatlamli, ikki qatlamli, ko'p qatlamli, har xil beton turidan tayyorlangan yoki turli materiallarni qo'llash, masalan, issiq o'tkazmaydigan bo'lishi mumkin. Bir turdagi temir-beton mahsulotlari bir-biridan o'lchovlari bilan, masalan, devor bloki, burchak bloki, deraza osti bloki va boshqalar bilan farqlanadi. Bir tur o'lchovdagi mahsulotlar markalarga nisbatan bo'linishi mumkin.

Markalarga bo'lish asosida turli armaturalash, montaj teshiklarining mavjudligi yoki qo'ndiriladigan detallarining turliligi e'tiborga olinadi.

Yig'ma temir-beton mahsulotlari qo'llanishiga ko'ra: uy-joy, jamoat binolari, sanoat binolari, qishloq xo'jalik, transport, gidrotexnika inshootlari qurilishi va umumiy foydalanishdagi mahsulotlar bo'lishi mumkin. Mahsulotlar maksimal darajagacha zavodda tayyorlangan bo'lishi kerak. Qismlardan iborat va kompleks mahsulotlar iste'molchiga tugatilgan, qoida bo'yicha bitkazilgan, yig'ilgan qo'shimcha va qayta ishlov talab qilmaydigan, bezalmaydigan holatda yetkaziladi.

1.3. Bino va inshootlar konstruksiyalari va mahsulotlari

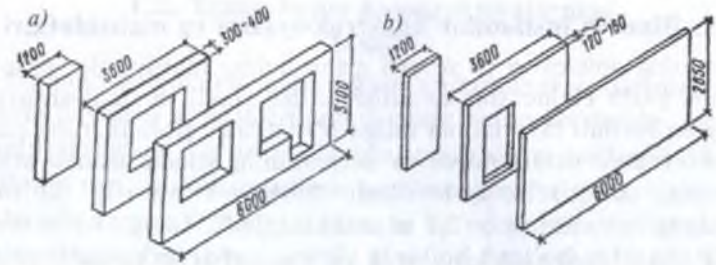
Binoning poydevori va yerosti qismi uchun mahsulotlar past yuzasi yassi yaxlit elementlar ko'rinishida bajariladi va zichlashtirilgan grunt yoki betonli tayorlanma ustiga o'rnatiladi. Kolonnaning pastki qismini o'rnatish uchun poydevor elementining yuqori qismida stakan shaklidagi chuqurcha qoldiriladi. Stakan chuqurligi kolonna ko'ndalang kesimining 1–1,5 ni tashkil qiladi. Asosga katta bosim tushishi mumkin bo'lgan hollarda yig'ma poydevorlar qo'llaniladi. Ular plita va bloklardan iborat bo'lib, montaj davrida 2–3 qavatni tashkil etadi (1.1-rasm).



1.1-rasm. Yerto'lalarning poydevor va devorlari.
a – kolonna osti poydevori; b – devorlarning lentasimon poydevor bloklari; d – yerto'la devorlari bloklari.

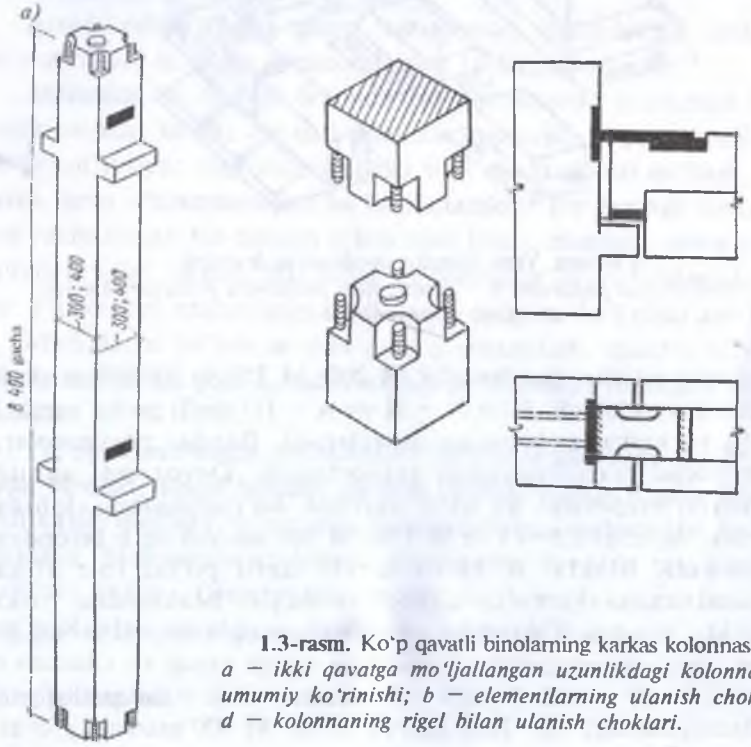
Kolonna ostidagi poydevorlar M 200, M 250 va M 300 markali betondan tayyorlanadi. Ular A – II va A – III sinfli po'lat armatura to'ri va karkaslar bilan armaturalanadi. Bunday poydevorlar, asosan, stend texnologiyasida tayyorlanadi. Devor osti uchun poydevorlar trapetsiya va to'rt burchak ko'rinishidagi alohida bloklardan, og'irligi 0,5–4 t va M 150–M 300 markali og'ir betondan tayyorlanadi. Bloklar A–II va A–III sinfli po'lat to'r bilan armaturalanadi. Yerto'la devorlari yaxlit bloklardan yoki M 100–M 150 markali, vazni 2 t gacha bo'lgan og'ir betonli bo'shliqli blokdan ishlab chiqariladi.

Tashqi devor panellari yaxlit yoki deraza, eshik o'rni qoldirilgan bir qatlamli, zichligi 700–1000 kg/m^3, M 50–M 100 markali, g'ovak



1.2-rasm. Turar-joy binolarining tashqi *(a)* va ichki *(b)* devor panellari.

to'ldiruvchili yengil betondan hamda zichligi 550–700 kg/m^3, M 35 va M 50 markali g'ovak betondan tayyorlanadi. Turar joy binolarining 1 ta xona uchun tashqi devor panellari o'lchami 3,6x2,9x0,4 m, vazni 4 t gacha, 2 ta xonaga 2 ta va deraza o'rni qoldirilgan panellar uzunligi 6–6,6 m, vazni 8 t da ishlab chiqariladi. Devor

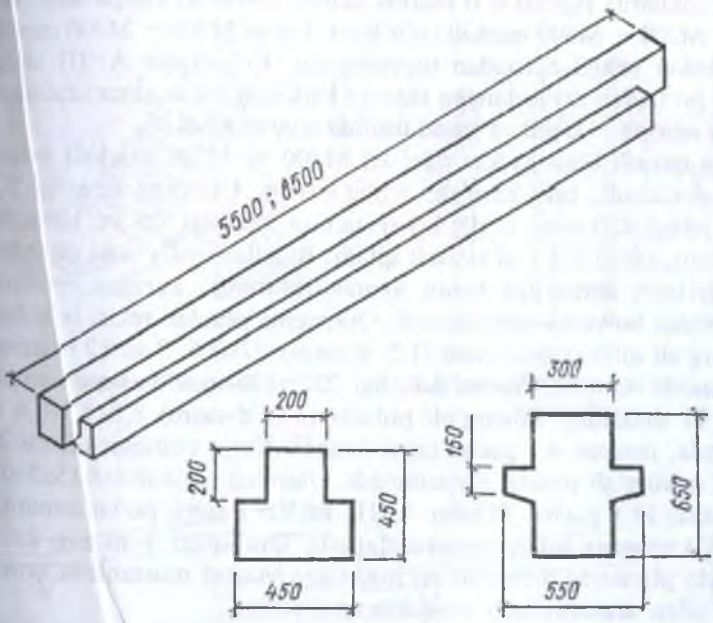


1.3-rasm. Ko'p qavatli binolarning karkas kolonnasi:
a – ikki qavatga mo'ljallangan uzunlikdagi kolonnaning umumiy ko'rinishi; b – elementlarning ulanish choklari; d – kolonnaning rigel bilan ulanish choklari.

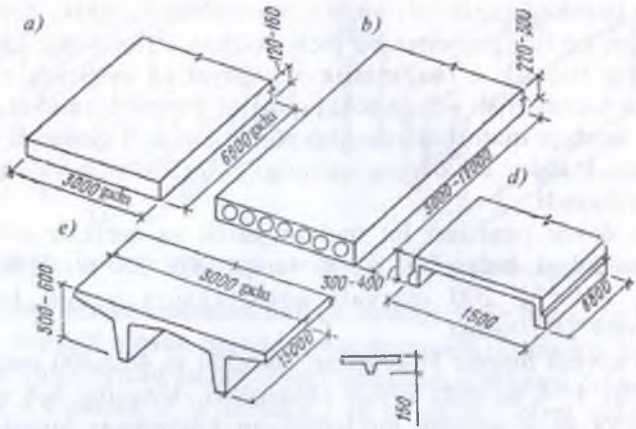
panellari payvandlangan to'r bilan armaturalanadi, eshik, deraza o'rni qoldirilgan bo'lsa, perimetr bo'yicha karkas o'rnatiladi. Tashqi devorlarning issiqlik o'tkazmaslik xususiyatini orttirish va devor og'irligini kamaytirish uchun ichki qatlami g'ovak betondan, mineral tolali va boshqa materiallardan tayyorlangan uch qatlamli panellar ishlatiladi. Bunday devorning qalinligi 300–350 mm va vazni 50% gacha kamayadi.

Ichki devor panellari bir qatlam yaxlit va eshiklar o'rni bilan 7 m uzunlikdagi, balandligi 2,9 m va qalinligi 200 mm gacha og'ir yoki M 150–M 200 markali konstruksion yengil betondan tayyorlanadi (1.2-rasm).

Ko'p qavatli binolar kolonnalari 300x300 va 400x400 mm kesimli va uzunligi 1–4 qavatda ishlab chiqariladi. Uzunligi 8,4 m, vazni 3,5 t gacha va 2 qavatga mo'ljallangan kolonnalar nisbatan keng tarqalgan (1.3, 1.4-rasmlar).



1.4-rasm. Ko'p qavatli binoning karkas rigeli.



1.5-rasm. Ko'p qavatli binolarning orayopma plitalari:
a — to'liq kesimli; b — ko'p bo'shliqli; d — qovurg'ali; e — 2T turi.

Kolonnalarda rigellarni o'rnatish uchun konsollar chiqariladi. Kolonnalar M200 — M500 markali og'ir betondan va M200 — M400 markali konstruksion yengil betondan tayyorlanadi. Kolonnalar A—III sinfga mansub po'latdan tayyorlangan fazoviy karkaslar bilan armaturalanadi. Ular esa agregat — oqim va stend usulida tayyorlanadi.

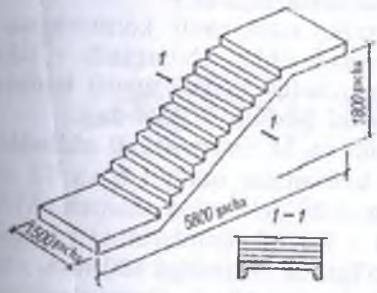
Ko'p qavatli bino karkas rigellari M400 va M500 markali betondan tayyorlanadi, tavr kesimli, oralig'i 6 m. Ularning uzunligi 5,5 m, balandligi 450 mm, oralig'i 9 m uchun uzunligi 8,5 m, balandligi 650 mm, vazni 5,5 t ni tashkil qiladi. Rigellar oddiy yoki oldindan zo'riqtirilgan armatura bilan armaturalanadi, agregat — oqim texnologiyasi bo'yicha tayyorlanadi. Orayopma plitalari tekis, bo'shliqli va qovurg'ali qilib tayyorlanadi (1.5. a-rasm). Ular 6, 9 va 12 m uzunlikda, eni 2, 4, va 1,5 m va qalinligi 220—300 mm da tayyorlanadi. Kesimi П shaklidagi qovurg'ali plitalar (1.5, d-rasm) 8,8x1,5x0,4 m o'lchamda, massasi 4 t gacha tayyorlanadi. Katta oraliqlar uchun 2T turidagi qovurg'ali plitalar tayyorlanadi. Ularning o'lchamlari 15x3x0,6 m, massasi 11 t gacha. Plitalar A—III va Vr—I simli po'lat armatura to'ri va karkaslar bilan armaturalanadi. Oraliqlari 3 m dan katta bo'lganda plitalarni oldindan zo'riqtirilgan yuqori mustahkam armaturalar bilan armaturalash maqsadga muvofiq.

Zinapoya marshlarining o'rta qismi pog'onali, oxirgi qismlari zinapoya maydonchani tashkil qiladigan qilib tayyorlanadi (1.6-rasm).

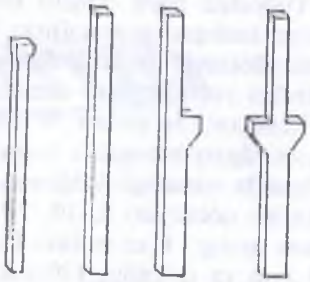
Marshning o'lchamlari 3,9x1,5 m, massasi 2,5 t gacha, ular M200–M300 markali og'ir betondan tayyorlanadi. Zinanoya marshlarini konveyer, agregat-oqim va stend usullari bilan tayyorlash mumkin.

1.4. Sanoat binolarining konstruksiyalari

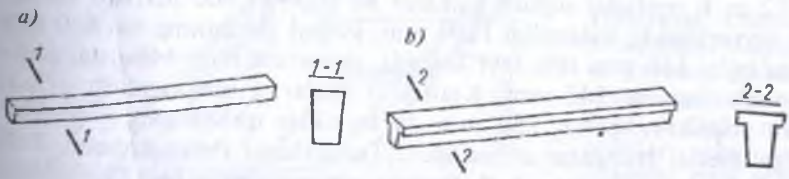
Bir qavatli sanoat binolari nomenklaturasi bir hamda ko'p oraliqli turli balandlikdagi (3,6–18 m) binolarning yuk ko'taruvchi devor elementlari konstruksiyalaridan iborat. Bunday binolar kransiz yoki ko'prik krani, osma kran-balka bilan jihozlangan, fonarsiz va fonarli hamda tomi qiya yoki tekis bo'lishi mumkin. Alohida turuvchi fundamentlarda tashqi va ichki devorlar ostida fundament balkalari ishlatiladi (1.7-rasm); kolonnalar oralig'i (qadami) 6 va 12 m; balkalar uzunligi tegishli ravishda 4,3–5,95 m va 10,2–11,96 m. Birinchi guruh balkalar kesimi tavr yoki trapetsiya ko'rinishda (1.7, a, b-rasmlar) bo'lib, balandligi 300 va 450 mm, og'irligi 2 t gacha. Ular M 200 va M 300 markali betondan agregat-oqim usu-



1.6-rasm. Zinapoya.



1.8-rasm. To'rtburchak kesimli kolonnalar.



1.7-rasm. Trapetsiya (a) va tavr (b) shaklidagi poydevor balkalari.

lida tayyorlanadi va A–I hamda A–III sinfli po'lat karkaslar bilan armaturalanadi. Ikkinchi guruh balkalar trapetsiya ko'rinishdagi kesimda bo'lib, balandligi 400–600 mm, massasi 5,5 t gacha, M 400 markali betondan, A–IV va A–V sinfli zo'riqtirilgan po'lat armatura bilan armaturalanadi, qisqa zo'riqtirilgan stendlarda tayyorlanadi.

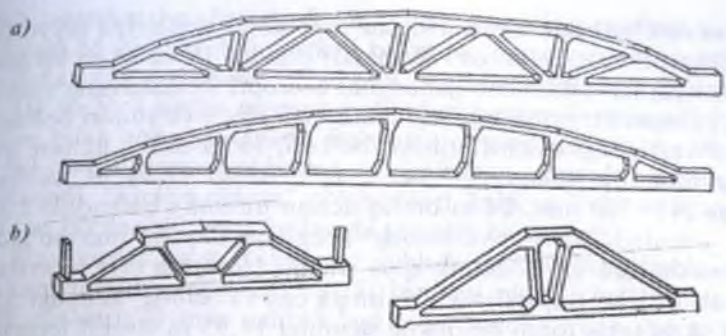
Kolonnalar (1.8-rasm) – bir qavatli sanoat binolari yig'ma karkaslarining asosiy elementlari. Bino balandligi poldan stropila fermasi ostigacha 10,8 m bo'lganda va bino kransiz, osma kran va ko'prik kranlari bilan jihozlanganda massasi 12,4 t gacha, kesimi to'g'ri to'rtburchakli kolonnalar ishlatiladi. Bunday kolonnalar uzunligi 4,5–11,8 m, kranlarni yuk ko'tarish qobiliyati 10–20 t bo'lganda kolonnalarning maksimal kesimi: 400x600, 400x800 va 500x800 mm; ular M 200–M 500 markali betondan tayyorlanadi.

Ko'prik kranlarining yuk ko'tarish qobiliyati 50 t gacha bo'lgan, balandligi 10,8 m dan 18 m gacha bo'lgan sanoat binolarida ikki tayanchli kolonnalar ishlatiladi. Ular 11,85–19,35 m, kran osti qismi kesimi 400x1000–600x1900 mm ni takil etadi. Bunday kolonnalar M 300–M 500 markali betondan tayyorlanadi va A–I va A–III sinfli po'lat sterjenli armatura bilan armaturalanadi.

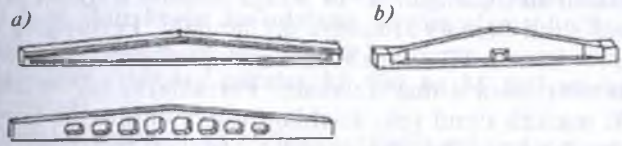
Yuqorida qayd etilgan kolonnalarning namunaviy konstruksiyalaridan tashqari samaraliroq kesimdagilari ishlab chiqariladi – ikki tavrli, doiraviy (markazdan qochirma usulda tayyorlanadi) hamda oldindan zo'riqtirilgan armaturali kesimi boshqa shakllardagi.

Kran osti to'sinlari M 400–M 500 va M 600 markali oldindan zo'riqtirilgan betondan tayyorlanib, kolonnalar oralig'i 6 va 12 m bo'lganda uzunligi 5,95 va 11,95 m li balkalar tayyorlanadi. Yuk ko'tarish qobiliyati 5, 10, 20 va 30 t li ko'prik kranlarining ishlashi uchun oralig'i 6 m va tavr kesimli bo'lganda balandligi 800 mm, eni 600 mm va qalinligi 120 mm li balkalar ishlatiladi. Qovurg'asining qalinligi pastda 200 mm, yuqorida 250 mm, tayanish qismida qovurg'a 300 mm gacha qalinlashadi. Betonning markasi M 400–M 500, po'lat sterjenli yoki kanatli zo'riqtirilgan armatura qo'llaniladi.

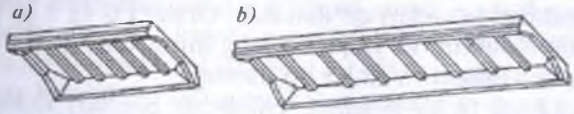
12 m li oraliqlar uchun balkalar M 500–M 600 markali betondan tayyorlanadi, balandligi 1200 mm, yuqori yuzasining eni 650 mm va qalinligi 160 mm ikki tavr kesimli, devor qalinligi 140 mm, pastki yuzasining eni 340 mm. Kran osti relslarini mahkamlash uchun balka yuzalarining har 750 mm da teshiklar qoldirilgan. Teshiklar ichiga metall trubkalar o'rnatiladi. Trolleylarni (tokli kabelni ilish uchun sim) osish uchun balkalarning qovurg'alarida teshiklar qoldiriladi.



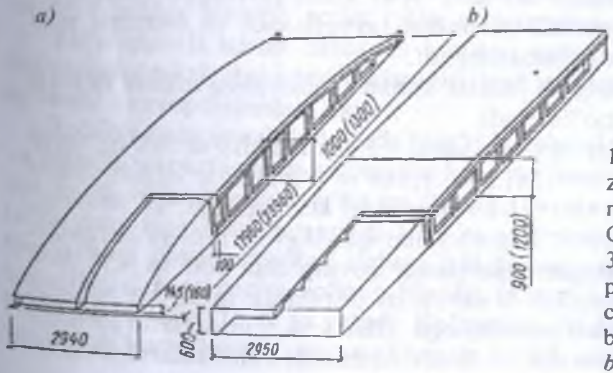
1.9-rasm. Stropil (*a*) va stropilosti (*b*) fermalar.



1.10-rasm. Stropil (a) va stropilosti (b) balkalar.



1.11-rasm. Qovurg'ali yopmalar (plitalar), uzunligi: a – 6 m, b – 12 m.



1.12-rasm. Oldindan zo'riqtirilgan "oraliqlarni yopish" plitalari. O'lchamlari: 3x18 va 3x24 m (3x24 metrli plitalar uchun o'lchamlar qavs ichida berilgan); *a – KJS turi, b – П turi.*

Kran osti balkalari agregat-oqim yoki stend usullarida tayyorlanadi. Storopil va storopil osti fermalari oralig'i 18 va 24 m bo'lgan binolarni yopish uchun mo'ljallangan. Storopil fermalarning yuqori belbog'i singan ko'rinishdagi segmentli qiya sinch va yuqori belbog'i arka ko'rinishidagi sinchsiz turlari bo'ladi. 18 m oraliq uchun fermaning umumiy balandligi 2,74–3 m, uzunligi 17,94 m, belbog' kengligi 240–300 mm. 24 m oraliq uchun umumiy balandlik 3,3–3,4 m, uzunligi 23,94 m va belbog' kengligi 240–350 mm bo'ladi. Kolonna oralig'i 12 m uchun qiya sinchli storopila osti fermalari qo'llaniladi. Ular trapetsiya ko'rinishiga ega va belbog' kengligi 550 mm, qiya va tekis tomli binolarda uzunligi 11,95 m stropil fermani o'rnatish uchun qo'llaniladi. Hamma fermalarning pastki belbog'i uchun oldindan zo'riqtirilgan A–IV sinfga mansub sterjenli armatura va A–V yoki simli (kanat) armatura qo'llaniladi. Fermaning qolgan elementlari A–I va A–III sinfga mansub sterjenli po'latdan payvandlangan karkaslar bilan armaturalanadi. Fermalarni tayyorlashda M 400–M 600 markali stend yoki kuchlantirilgan qoliplarda tayyorlangan betondan foydalaniladi. Stropil va stropil osti to'sinlari kolonna qadami 6 m va oralig'i 6, 9, 12 va 18 m li ishlab chiqarish binolarini yopish uchun qo'llaniladi. Kolonna to'ri 18x12 m li uchun uzunligi 12 m li stropil osti to'sinlari qo'llaniladi. Oralig'i 6 va 9 m bo'lganda balandligi 400–800 mm va yuqori belbog'ining kengligi 30 sm li ikki nishabli tavr kesimidagi to'sinlar qo'llaniladi.

Oralig'i 12 va 18 m li ishlab chiqarish binolari uchun devori teshikli, kesimi to'g'ri burchakli, oldindan zo'riqtirilgan panjarali va kesimi ikki tavrli devori yaxlit to'sinlar qo'llaniladi. To'sin tayanchining balandligi 800 mm, yuqori belbog' qiyaligi 1:12, uning kengligi 200–280 mm. To'sinlar stendda yoki kuchlantirilgan qoliplarda M 400 va M 500 markali betondan tayyorlanadi va sterjenli yoki simli armatura bilan armaturalanadi.

Temir-beton qovurg'ali plitalar sanoat binolarining nishab va tekis tomlarini yopishda qo'llaniladi.

Namunaviy plitalar 3x12 m, vazni 7,1 tonnagacha va 3x6 m, vazni 2,7 tonnagacha hamda 1,5x12 m, 1,5x6 m o'lchamlar ishlab chiqariladi. Namunaviy plitalar II ko'rinishdagi kesimga ega, ko'ndalang, bo'ylama qovurg'alardan iborat va ular qalinligi 30 mm yassi tokcha bilan monolit bog'langan. Bo'ylama qovurg'alar 300 va 450 mm balandlikka ega, uzunligi 6 va 12 m plitalarga mos, ko'ndalang qovurg'alar 150 mm balandlikka ega. Ular 1–1,5 m oralatib joylashtiriladi. Ba'zan plita tokchalarida suv oqizuvchi kolonkalarni joylash-

tirish, ventilyatsiya shaxtasi, fonarlar uchun teshiklar qoldiriladi. Yopish plitalari M 250–M 400 markali betondan agregat-oqim va konveyer usulida tayyorlanadi. Tokcha va ko'ndalang qovurg'alar A–III va V–I sinfga mansub po'latdan payvandlangan to'r va karkaslar bilan armaturalanadi. Bo'ylama qovurg'alar esa A–IV, A–V, A–VI sinfga mansub oldindan zo'riqtirilgan sterjenli po'latdan tayyorlanadi. "Oraliq uchun" o'lchamlari 3x18 va 3x24 m li samarali plitalar qo'llanishi keng ko'lamda tarqalib bormoqda.

Shuningdek, ular ikki turda: qubbali KJS turidagi qobiq-plitalar va kam nishabli tekis tokchali П turidagi plitalar bo'lishi mumkin. KJS plitalari 30 mm qalinlikdagi tekis tokchalardan iborat bo'lib, bo'ylama qovurg'alar – kessonlardir.

П turdagi plitalar ham 30 mm qalinlikka ega, faqat tekis bo'lmay, har 1–1,5 m dan keyin ko'ndalang qovurg'alarga bo'lingan holda bajarilgan. П ko'rinishdagi plitalarning bo'ylama qovurg'alari kessonlar bilan bajarilgan. Bunday plitalar M 400 va M 500 markali betonlardan quyiladi.

Kolonnalar oralig'i 6 m bo'lgan isitiladigan binolar devor panellari bir qatlamli yengil va g'ovak beton plitalardan iborat bo'lib, uzunligi 6 m, kengligi 0,9–1,8 m va qalinligi 160–300 mm dan iborat. Isitilmaydigan binolarda plitalar o'lchovi xuddi isitiladigan binolarnikiday, qalinligi 70 mm; kolonna oralig'i 12 m, bo'lganda vazni 4,5 tonnagacha, o'lchamlari 1,2x12, 1,8x12 va 2,4x12 m, bo'ylama qovurg'aning balandligi 300 mm, ko'ndalang qovurg'aning balandligi 130 mm, tokchaning qalinligi 30 mm li oldindan zo'riqtirilgan qovurg'asimon plita ko'rinishida qo'llaniladi.

Panellar A–I va A–III sinfga mansub sterjenli karkas yoki to'r bilan armaturalanadi. Oldindan zo'riqtirilgan konstruksiyalar A–IV va A–V sinfga mansub po'lat bilan armaturalanadi.

Ko'p qavatli ishlab chiqarish binolari uchun namunaviy temirbeton konstruksiyalar nomentklaturasi karkas elementlari, to'sinli va to'sinsiz orayopmalardan iborat.

To'sinli orayopmali binolarda to'g'ri burchakli kesimdagi 400x400 va 500x500 mm o'lchovli kolonnalar keng qo'llaniladi. Kolonna uzunligi qavat balandligiga bog'liq va 3,6–7,2 m da bo'lib, ayrim hollarda yuqori qavatlar balandligi 10,8 m ga yetadi. Kolonna uzunligi binolarning pastki qavatlari uchun ikki qavatga tayyorlanadi. Qavat balandligi 3,6 m gacha bo'lgan binolar uchun 3 qavatda bajariladi. Kolonna uzunligi 15 m ga yetadi. Kolonnalar M 300–M 500 markali betondan tayyorlanadi, payvandlangan A–III sinfga mansub po'lat

karkaslar bilan armaturalanadi. Ko'ndalang ramaning rigellari to'g'ri burchak va tavrli kesimga ega. Kolonnalar to'riga binoan (6x6, 9x6 va 12x6 m). Rigel uzunligi 4,98–11,48 m ni tashkil qiladi. Rigellar M 200–M 500 markali betondan ishlab chiqariladi, kolonna to'g'ri 6x6 m bo'lganda rigellar zo'riqtirilmagan A–III sinfga mansub po'lat sterjenli armatura bilan armaturalanadi. Ko'p qavatli binolar elementlari nomenklaturasiga zinapoyalar, zinapoya supalari va to'sinlari, asbob-uskuna o'rnatish uchun mo'ljallangan maxsus to'sinlar kiradi.

To'sinsiz orayopmalar silliq shiplar talab qiladigan ko'p qavatli ishlab chiqarish binolarida qo'llaniladi. Bunday binolar karkasi kolonnalardan, ustun qoshidan, kolonna usti, oraliq plitalar va perimetri bo'yicha tayangan oraliq plitalardan tashkil topgan.

Kolonnalar 400x400, 500x500 va 600x600 mm kvadrat kesimga ega. Kolonnalarda kapitellarni o'rnatish uchun to'rt tomondan konsollar chiqariladi. Kolonnalar uzunligi qavat balandligiga bog'liq va 3,8–7,63 m bo'ladi.

Kapitellar o'rta va chetki turda tayyorlanadi. O'rta kapitelning o'lchovi rejada 2,7x2,7 m, chetkida 1,95x1,95 m. Oraliq tekis plitalar qalinligi 150–180 mm va M 300–M 500 markali betondan, kapitellar esa M 200–M 400 markali betondan tayyorlanadi. Hamma mahsulot uchun A–III sinfga mansub sterjenli armaturadan foydalaniladi.

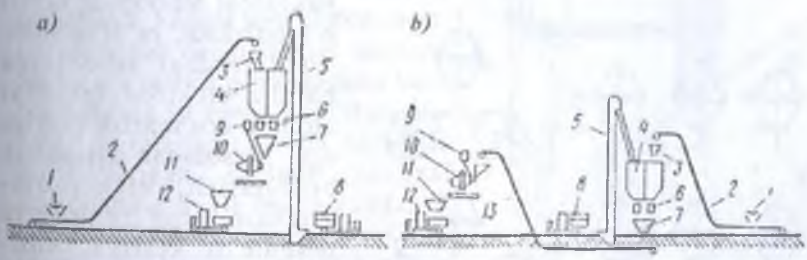
1.5. Beton qorishmalarining tayyorlanishi. Umumiy ma'lumotlar

Beton qorishmalari yig'ma temir-beton korxonalarining beton qoruvchi sexlarida olinadi. Beton qorishma mahsulotlarini ishlab chiqarish uchun beton zavodlari va beton qoruvchi moslamalar mo'ljallangan. Beton qorishmalari ishlab chiqarish ko'chmaydigan moslamada qanday tashkil qilinsa, xuddi shunday ko'chiriladigan yoki harakatchan moslamada ham tashkil qilinishi mumkin. Qurilish obyektlarining boshlang'ich davrida ko'chmas zavodlardan anchagina uzoqda bo'lgan vaziyatda harakatchan moslamalardan foydalaniladi. Harakatchan moslamalarning turidan biri inventar beton zavodlari bo'lib, qurilish yakunlanganda asbob-uskunalar qismlarga ajratiladi va yangi ish maydoniga ko'chiriladi. Beton qorish moslamalari ish tartibiga ko'ra siklli va uzluksiz turga ajratiladi. Sikl bilan ishlaydigan moslamalarga vaqti-vaqti bilan xomashyo yuklash, qorib aralashtirish va mahsulotdan bo'shash xarakterli bo'lsa, keyingisi bu vazifalarni uzluksiz bajaradi.

Siklli usul bilan ishlaydigan moslamalar ko'p tarqalgan. Uzluksiz ishlaydigan moslamalarni bir xil markadagi beton qorishmaga (ko'plab ishlab chiqarishga) ehtiyoj bo'lganda qo'llash samaralidir. Masalan, gidrotexnik va yo'l qurilishlarida, obyektlarni mayda donalab tayyorlanadigan devor materiallari bilan qurishda.

Beton qoruvchi zavod va sexlarni bir-biridan farqlantiradigan asosiy belgi texnologik tuzilishidir.

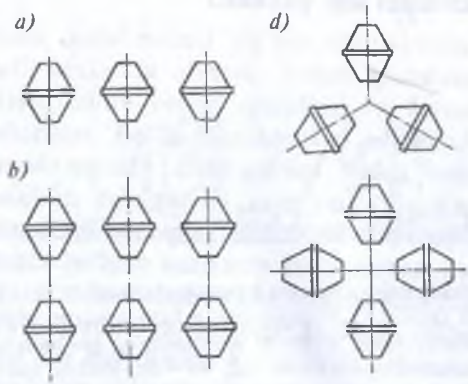
Vertikal tuzilishga ega moslamalar bir va ikki pog'onali texnologik chizma bilan ajratiladi (1.13-rasm). Bir pog'onali yoki vertikal chizmada bo'lishda bunkerlariga hamma komponentlar bir marta ko'tariladi (1.13, a-rasm). So'ngra ular gravitatsion (yer tortishuvi) kuch yordamida miqdorlovchi dozator moslamaga, undan beton qorish moslamasiga o'tkaziladi. Planda vertikal joylashtirilganda moslama nisbatan katta bo'lmagan o'lchovda bo'lsa-da, lekin ancha baland bo'ladi. Beton qorish moslamalar tizimi uzoq muddatli davrda foydalanishga mo'ljallangan bo'lib, asosan, vertikal chizmada bajariladi. Ikki pog'onali chizmada (1.13, b-rasm) materiallar ikki marta ko'tariladi: avval sarflash bunkerlariga, keyin konveyer yordamida qoruvchi moslamalarga tashiladi. Bunday joylashtirishda zavod yoki sex ikki qismga miqdorlab beruvchi (dozator) bo'lim qabul qiluvchi moslamalari va beton qorishmani taqsimlash bunkerlari bilan qorish bo'limiga bo'linadi.



1.13-rasm. Beton qoruvchi moslamalarni vertikal o'rnatish chizmasi:
a — bir pog'onali; b — ikki pog'onali (parter; 1 — ombordagi to'ldiruvchilarni eltib beruvchi konveyer; 2 — to'ldiruvchilarni beton qoruvchi moslamaning iste'molchi bunkeriga eltuvchi konveyer; 3 — harakatlanuvchi voronka; 4 — iste'molchi bunkerlar; 5 — sement uzatuvchi elevator; 6 — sochiluvchan materiallar uchun dozator, 7 — dozalangan (miqdorlarga ajratilgan) materiallarning voronkasi; 8 — sement tashuvchi; 9 — suv dozatori, 10 — beton qoruvchi; 11 — tayyor qorishmani taqsimlovchi bunker; 12 — avtobeton tashuvchi; 13 — beton qorishtiruvchilarga dozalangan materiallarni uzatuvchi konveyer.

Ikki pog'onali chizma bo'yicha uncha baland bo'lmasa-da, katta o'lchovli bino talab qilinadi. Bu esa asboblar yig'ishga qulaylik yaratsa-da, ko'taruvchi moslamalar sonini ko'proq talab qiladi va texnologik sikl muddatini oshiradi. Ikki pog'onali chizma moslamalari harakatchan. Gorizontal yuzalikda joylashtirilgan zavod va sexlarda beton qorish moslamalari tizim bo'yicha yoki to'p-to'p holda joylashtirilishi bilan xarakterlanadi (1.14-rasm). Tizimli chizmada har bir qoruvchining tushiruvchi tuynugi bo'ladi, to'p-to'p joylashtiriladigan chizmada 1 ta umumiy bunkerdan qorishma tushiriladi. Beton qoruvchi moslamalarni qanday joylashtirish miqdorlab beruvchi moslamaning turiga bog'liq. To'p-to'p qilib joylashtiriladigan chizmada beton qoruvchi moslamalar miqdorlab beruvchi moslamalar bilan ta'minlanadi, avtomatik ravishda boshqariladi. To'p-to'p joylashadigan chizma bo'yicha joylashtirishda transport vositalari katta hajmda yuk ortishi mumkin. Bunda qurilishga bo'ladigan sarf va zavodning ekspluatatsiya sarfi kamayadi. Biroq bu usul bilan yig'ilgan aralashtirgichlar bir vaqtning o'zida bir necha tur beton markalarini tayyorlash zarurati bo'lganda to'g'ri kelmaydi va temir-beton zavodlarida bu usul qo'llanilmaydi.

Beton qoruvchi qurilmalarni joyida va masofadan turib avtomatik boshqarish mumkin. Joyida boshqarilganda miqdorlovchi teshiklari qo'l bilan ochib, yopiladi, yuklovchi asbobning holati o'zgartiriladi, ya'ni suriladi. Turli turdagi asboblarda barcha elektrodvigatellar alohida boshqarish pultiga ega. Masofadan avtomatik boshqarish, elektrodvigatellarni ishga tushirish va ishdan to'xtatish, shuningdek, texnologik jarayonni reja asosida moslash pult bilan olib boriladi. Beton qoruvchi sexlar yoki beton zavodlari tarkibiga sement va to'ldiruvchilar omborxonasi, qo'shimcha tayyorlovchi moslamalar, materi-



1.14-rasm. Beton qorish mashinalarini joylashtirish chizmalari:
a — bir qatorli; b — ikki qatorli; d — to'p-to'p holda.

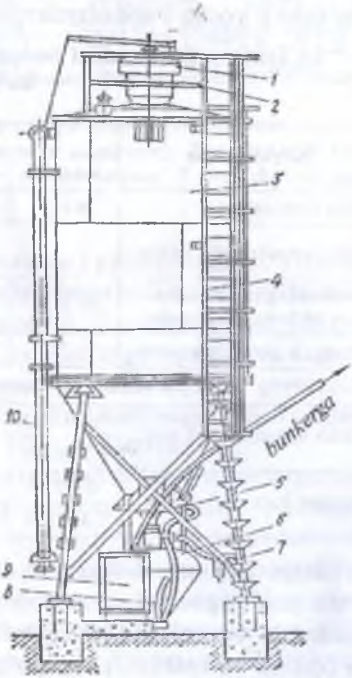
allarning operativ zaxirasini hosil qiladigan sarflovchi bunkerlar, transport vositalari, tarkibiy qism (komponent)larni miqdorlab beruvchi apparatlar, qoruvchi moslamalar, beton qorishmasini uzatuvchi moslamalar, avtomatik boshqarish va nazorat qilish moslamalari, yordamchi moslamalar (energetik xo'jaligi, isitish sistemalari va boshqalar) kiradi. Kam quvvatli temir-beton zavodlarining beton qoruvchi sexlari yillik ishlab chiqarishi 50 ming m^3 beton, o'rtacha va katta quvvatda – 100 va 250 ming m^3 betonga egadir. Tovar beton zavodlari 250 ming m^3 va undan ortiq quvvatga egadirlar.

1.6. Sement va to'ldiruvchilarni omborlarga joylash

Beton qoruvchi sex va zavodlar sementlarni saqlash uchun silos turidagi omborxonalar bilan jihozlanadi. Ular alohida 5–10 m diametrli siloslardan tashkil topadi, sig'imi 25–1500 t va undan ortiq, metall yoki temir-betondan tayorlangan (1.15-rasm). Mayda qurilmalar uchun sig'imi 10–20 t inventar siloslar qo'llaniladi. Siloslar soni omborxonaning sig'imiga qarab oshirib boriladi. Sig'im o'z vaqtida qabul qilingan hisobiy zaxiraga va zavod quvvatiga nisbatan aniqlanadi. Qoida bo'yicha mo'ljallangan sement zaxirasi korxonaning 5–10 kecha-kunduzlik talabidan kelib chiqib qabul qilinadi. Omborning sig'imini aniqlash uchun sementning hisobiy miqdorini quyidagi formula bilan aniqlash mumkin:

$$N_{sem}=P_y S Z_s \cdot 1{,}04/0{,}9S$$

Bu yerda P_y – korxonaning yillik mahsuldorligi, m^3; S – sementning 1 m^3 mahsulotga o'rtacha sarfi; Z_s – omborxonada sement zaxirasi, sutka;



1.15-rasm. SB – 33B rusumli avtomatlashtirilgan sement ombori: *1 – filtr; 2 – to'siq; 3 – silos; 4 – narvon (zina); 5 – aeratsiyalovchi uskuna; 6 – kamerali nasos; 7 – moy-namlik ajratuvchi; 8 – havo uzatuvchi; 9 – elektr apparatlari; 10 – sement uzatuvchi.*

1,04 – sementni trasportga ortish va tushirish davridagi mumkin bo'lgan yo'qotish koeffitsienti; 0,9 – sement saqlashdagi hajmini to'ldiradigan koeffitsient; S – yildagi ish kuni soni.

Silos omborxonalar to'g'ri burchak korpusli, to'g'ri burchak piramidali va silindr shaklida quriladi.

Siloslar bir, ikki va bir qancha qatorlarga joylashtiriladi. Yig'ma temir-beton siloslari keng ko'lamda tarqalgan. 1.2-jadvalda ba'zi bir silos tipidagi sement omborining texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlari keltirilgan. Sement omborga turli transport vositalari yordamida kelib tushishi mumkin: maxsus avtomobillar (avtosement tashuvchi, ko'tarilib tushiruvchi sement tashiydigan), sement tashuvchi vagonlar, oddiy yopiq vagonlarda.

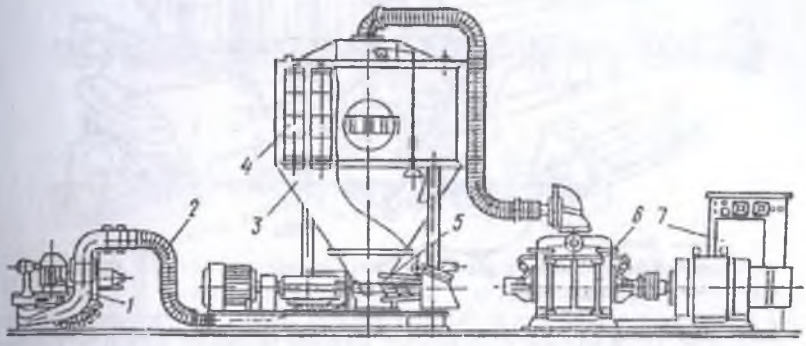
Temiryo'loldi sement omborlarining namunaviy texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlari

1.2-jadval

Ko'rsatkichlar	Omborning sig'imi, t				
	360 (240)	720 (480)	1700 (1100)	4000 (2500)	6000
Silos bankalari soni	6 (4)	6 (4)	6 (4)	6 (4)	4
Silos tayyorlangan material	Temir-beton yoki metall				Temir-beton
Omborning yuk almashinuvi ko'lami, ming t/yiliga	17 (11)	32 (23)	82 (54)	196 (131)	284
Smenada ishlovchilar soni	2	2	2	2	2
1 t yuk almashinuvi (грузооборот) ko'lami uchun nisbiy sarf					
Elektr energiyasi kVt/soat	0,6(0,261)	0,5(1,0)	1,26(0,86)	0,93(0,65)	–
	0,59(0,93)	0,38(0,73)	1,21(0,88)	1,19(0,89)	
Siqilgan havo, m^3	6 (20,8)	6 (20,8)	37,6 (10)	35 (0,17)	2,7
	5,4 (20,3)	6 (20,8)	37,5 (10)	35 (0,17)	

Bizning mamlakatimizda sementning asosiy qismi iste'molchiga temir yo'l vagonlari – sement tashuvchi vagonlarda yoki avtosement tashuvchi vositalarda jo'natiladi. Sementovozlarda sement tashilganda (ortish va tushirishdagi yo'qotish hisobga olinganda) oddiy yopiq vagondagiga nisbatan yo'qotish o'rtacha taxminan 10 marta kam, ochiq harakatlanadigan tarkibga nisbatan taxminan 40 marta kam. Temiryo'l sement tashuvchilar bunker turida va 60 t yuk ko'taruvchi sisterna ko'rinishida bo'ladi. Bunker turidagi sement tashuvchidan sement lyuk orqali omborning qabul qilish moslamalariga o'z oqimi bilan tushiriladi. Sisterna ko'rinishidagi sement tashuvchilardan se-

ment siqilgan havo yordamida tushiriladi. Yopiq oddiy temiryo'l vagonlaridan sementni tushirishda pnevmatik yoki mexanik tushiruvchilardan foydalaniladi (1.16-rasm).

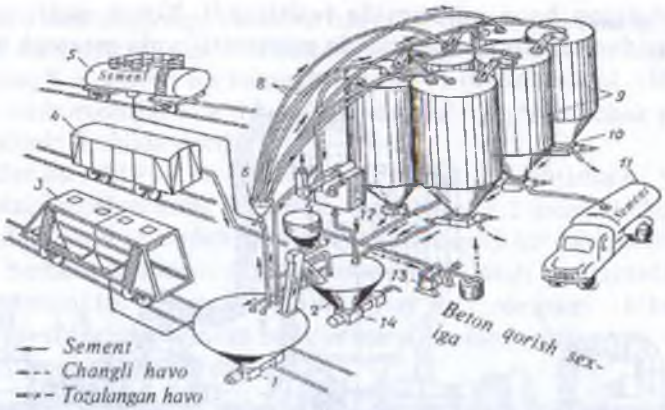


1.16-rasm. Sementni pnevmatik usulda tushirish chizmasi:
1 — yig'adigan (заборное) moslama; 2 — sement uzatuvchi; 3 — tindirish kamerasi; 4 — filtr; 5 — vintsimon konveyer; 6 — vakuum-nasos; 7 — boshqaruv apparatlari shkafi.

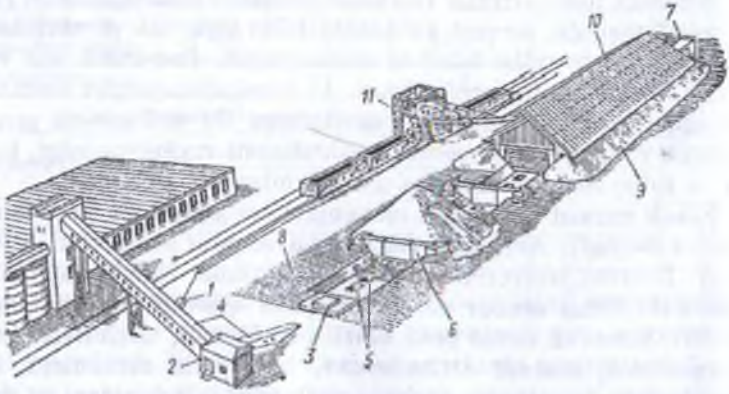
Mexanik tushiruvchilar (mexanik kuraklar) ishlatilganda qo'l mehnati ko'p sarflananishi, sement yo'qotishi bilan bajariladi va ishchilar uchun zarur sanitar sharoitlar bilan ta'minlanmaydi. Pnevmatik usul bilan tushirish anchagina takomillashgan. U harakatlanayotgan havo oqimida muvaqqat zarraning surilishiga asoslangan. Bu usul sement germetizatsiyalanib yo'qotish bo'lmaganligi, ish sharoiti yaxshilanganligi, kompaktligi va to'liq mexanizatsiyalashganligi bilan xarakterlanadi.

Silosli sement omborlari mexanizatsiyalashtirilgan va avtomatlashtirilgan bo'ladi. Avtomatlashtirilgan sement omborlari anchagina qulay: hamma jarayonni boshqarish avtomat tarzda bajariladi. Avtomatlashtirilgan ombor tarkibiga qabul qiluvchi bunker, silos banka, filtr, kamerali nasos yoki vintli tushiruvchi, tarqatuvchi pnevmatik moslama, sement o'tkazuvchi, bajaruvchi mexanizm, siqilgan havodagi moy va namlikni tozalovchi sistemalar va avtomat boshqaruvchi sistemalar kiradi.

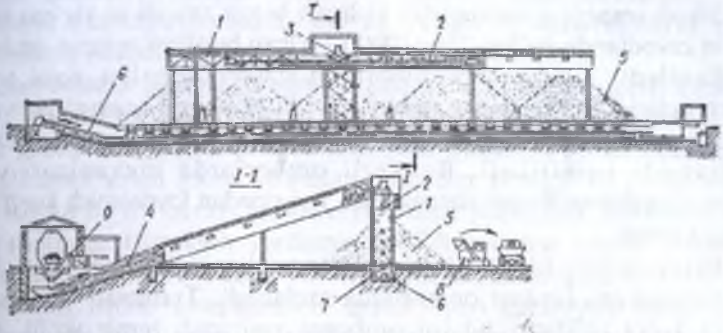
1.17-rasmda misol uchun silosli sement omborining texnologik chizmasi berilgan. Har bir silos pnevmatik tushiruvchi bilan jihozlangan, natijada sement pastki aerojelob va undan nasos vositasida boshqa joyga uzatish uchun bunkerga yoki beton qorish bo'limiga uzatiladi.



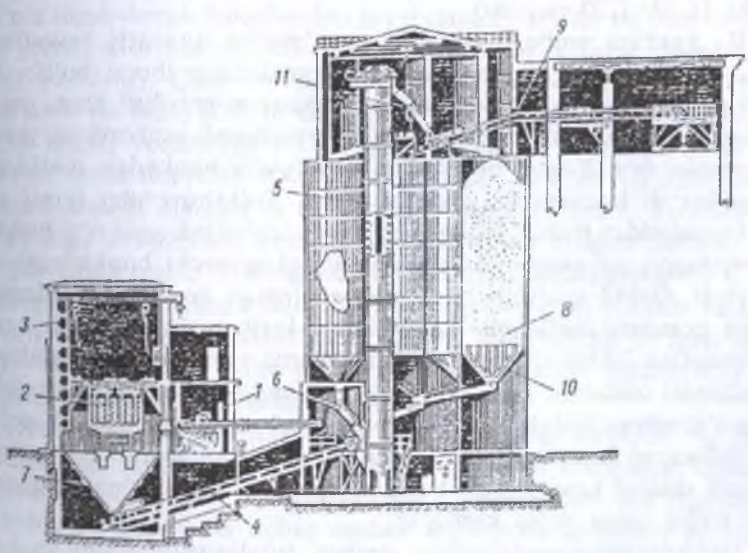
1.17-rasm. Temir yo'li yonida qurilgan sement omborining texnologik chizmasi:
1 – pnevmatik ko'targich, 2 – bunker; 3 – sement tashuvchi vagon; 4 – yopiq vagon; 5 – vagon-sisterna; 6 – sement uzatkichlarni biridan boshqasiga ulovchi moslama; 7 – pnevmatik to'kuvchi; 8 – semet uzatkichlar; 9 – siloslar; 10 – tag qismidan sement uzatadigan pnevmatik to'kuvchi; 11 – avtosement tashuvchi; 12 – rukavali filtr; 13 – vakuum moslamasi; 14 – pnevmatik vintsimon nasos.



1.18-rasm. Temir-beton buyumlari ishlab chiqaruvchi zavod qoshidagi shtabel-transheyali noruda qurilish materiallari terma-yerosti (штабелно-траншейний) ombori:
1 – manevr moslamasi; 2, 3 – tashuvchi-uzatuvchi stansiya; 4 – nishabli konveyer galareyasi; 5 – shtabelosti lyuklar;, 6 – omborning ajratuvchi devorlari; 7 – konveyerning tortuvchi stansiyasi; 8 – beton maydoncha; 9 – to'kmalar; 10 – tom (yopma); 11 – S–492 rusumli to'kish (yukni tushirish) moslamasi.



1.19-rasm. Estakada-transheyali (yerosti) noruda qurilish materiallari ombori:
1 – estakada; 2 – estakadadagi konveyer; 3 – to'kuvchi aravacha; 4 – omborga uzatuvchi konveyer; 5 – to'ldiruvchilar shtabeli; 6 – transheyaning lentali konveyeri; 7 – ochilib yopiluvchi moslama (zatvor); 8 – bir cho'michli ortuvchi; 9 – yukni qabul qiluvchi T–182A rusumli uskuna.



1.20-rasm. Beton zavodidagi noruda materiallarning avtomatlashtirilgan silos-halqali ombori:
1 – T–182A rusumli yukni qabul qilish uskunasi; 2 – g'ovaklovchi uskuna; 3 – lyuk ko'targich; 4 – lentali konveyer; 5 – vertikal cho'michli elevator; 6 – vibro (tebratma) lotok; 7 – qabul qiluvchi bunkerdagi tebratgich; 8 – pastki qism zaxirasi; 9 – lentali konveyer; 10 – siloslar; 11 – aylanma harakatlanuvchi voronka.

Silosli sement omborlaridan tashqari beton zavodi va yig'ma temir-beton zavodlarida sig'imi 250—1000 t bo'lgan bunkerli sement omborlari qo'llaniladi. Ular tagi konussimon qator dumaloq yoki to'g'ri to'rtburchakli bunkerlardan tashkil topadi. Bunkerga sement pnevmatik yoki mexanik tashuvchilar orqali uzatiladi va shnek va aerojeloblar yordamida tushiriladi. Bunkerli omborlarda mexanizatsiya va avtomatizatsiya qo'llanish darajasi past, maydondan foydalanish koeffitsenti baland emas.

Beton uchun ishlatiladigan to'ldiruvchilar ochiq, yopiq va kombinatsiyalangan turdagi omborlarda saqlanadi. Transport vositasining turiga ko'ra to'ldiruvchilarni omborga yetkazish temir yo'lli, temir yo'lsiz va qirg'oqli turlarga ajratiladi. Omborga joylashtirish usuliga va saqlanishiga ko'ra to'ldiruvchilar ombori shtabelli, yarimbunkerli, bunkerli va silosli turlarga ajratiladi. Keng tarqalgan omborlar shtabel va yarim bunker transheyali va estakada-transheyali omborlardir (1.19—1.20-rasmlar).

Bu turdagi omborlar kichik va o'rtacha quvvatli zavodlarda qo'llaniladi. Bunday omborlar beton maydondan iborat bo'lib, kerakli tushiruvchi va shtabellaydigan mexanizm-greyferli kran, ortuvchilar va buldozerlar mavjud. Shtabel-transheyali omborlarda yerosti galareyalar bor. Yuqori qismiga qabul qiluvchi bunkerlar, pastki qismiga lentali konveyerlar joylashtirilgan. To'ldiruvchilar temir yo'l platformalaridan tushiruvchilar yordamida tushiriladi yoki o'zi tushiradigan vagon va avtosamosvallardan qabul qiluvchi bunkerlarga tushiriladi. Qabul qiluvchi bunkerlardan lentali konveyer yordamida beton qoruvchi sarflovchi bunkerlariga kelib tushadi. Temir-beton mahsulotlari ishlab chiqaradigan zavodlarda yarimbunkerli estakada-transheyali omborlar keng ko'lamda qo'llaniladi. Ular tepada estakadaga o'rnatilgan lentali konveyer yordamida to'ldiriladi. To'kish uchun mo'ljallangan maxsus arava yordamida to'kilgan material trapetsiya kesimli shtabel hosil qiladi. Yarim bunkerli omborda shtabel qisman yoki to'liq holda yerga kiritilgan.

To'ldiruvchilar saqlanadigan ombor, to'ldiruvchilar turi va fraksiyalariga qarab temir-beton to'siqlar bilan bo'limlarga ajratilgan. To'ldiruvchilar ombordan shtabel osti galareya orayopmasiga o'rnatilgan tarnov orqali beriladi va lentali konveyer yordamida beton qoruvchi bunkeriga tushadi. Ochiq omborlarda to'ldiruvchilar shtabelli saqlanish davrida nam tortadi, tashqi aralashma bilan iflos-

lanadi, qishki mavsumda muzlaydi. Bunday kamchiliklardan yopiq omborlar xolisdir. Ayniqsa, g'ovak yengil to'ldiruvchilarni yopiq omborlarda saqlash muhimdir.

Omborlarda shtabelli saqlash bilan bir qatorda bunkerli va silosli yopiq turdagi to'ldiruvchilarni saqlash qo'llaniladi. Ular diametri 5—10 m gacha bo'lgan ko'p burchakli yoki dumaloq po'lat yoki temir-beton bankalardan iborat. Bunday omborlar vertikal ko'p cho'michli elevator va bo'lib beruvchi konveyer bilan yuklanadi. Silosning tagiga o'rnatilgan titratkich yordamida to'ldiruvchilar lentali konveyerga ortiladi. To'ldiruvchilar uchun avtomatlashtirilgan silosli-aylanma ombor ishlab chiqilgan. U qiyalatilgan galareyali qabul qilish bunkeri, temiryo'l vagonini tortish uchun o'rnatilgan manyovr moslama, yukni qayta ortadigan moslama va silosli sig'im, betonqoruvchilarga to'ldiruvchilarni lentali konveyer sistemalari vositalarida tashish, to'ldiruvchilarni isitish va ularning nam saqlash darajasini nazorat qilib turish moslamalaridan iborat. Omborning silosli sig'imi yig'ma temir-beton halqalaridan tayyorlangan aylana bo'ylab joylashgan yettita silos bankalaridan iborat bo'lib, har birining diametri 3,5 m (1.20-rasm). Qish mavsumida omborlarda qum isitiladi, ba'zi holatlarda esa hatto yirik to'ldiruvchilar ham isitiladi. To'ldiruvchilarni bug'li registr yordamida isitish keng tarqalgan. Ba'zan aylanadigan quritish barabanlaridan ham foydalaniladi. To'ldiruvchilarni isitish darajasi sement markasi va turiga qarab o'zgarib turadi. To'ldiruvchi qoruvchiga uzatilganda uning maksimal ruxsat etilgan harorati oddiy portlandsement, shuningdek, uning turlari ishlatilganda 50°C dan oshmasligi kerak. Registrdan foydalanilganda isitish notekis va uzoq davom etishi bilan xarakterlanadi. 250°C darajagacha bo'lgan tutun gazi yoki issiq havo bilan to'ldiruvchini konvektiv qizdiruvchi anchagina iqtisodiy usul ishlab chiqilgan.

Ombor turini tanlashda iqlim sharoiti, tashqi transport va harakatlanadigan tarkib turi, zaruriy zaxira hajmi va texnologik talablarni hisobga olish shart. Qishki mavsumi iliq va kam yog'ingarchilik bo'ladigan tumanlarda ochiq ombor anchagina samarali, sovuq va namligi yuqori tumanlarda esa yopiq omborlar zarur.

To'ldiruvchi zaxirasi uning omborga yetkazib berish turiga bog'liq. Sementda qo'llanilgandek, 5—10 kecha-kunduz hisobidan olinadi, biroq bundan ham ko'proq bo'lishi mumkin. To'ldiruvchilarga talab sement kabi omborni loyihalashda beton qorishma tarkibini tanlashga asoslanib

aniqlanadi. 1 m^3 og'ir betonga 0,45 m^3 qum va 0,9 m^3 shag'al talab qilinishi asosida hisoblanadi. To'ldiruvchilar omborining sig'imini formula yordamida sement ombori hisobi uchun avval keltirilgani kabi aniqlash mumkin. Fraksiyalangan to'ldiruvchilardan foydalanilganda moslaydigan koeffitsient (2 fraksiya uchun – 1,05; uch – 1,1; to'rtta – 1,15) kiritiladi.

To'ldiruvchi shtabelining estakadadan to'kilgan vaqtda maksimal balandligi tabiiy qiyalik 40° bilan 12 m ni tashkil qiladi. Temiryo'l tarkibidan to'ldiruvchi suriladigan tushiruvchi mashina bilan tushirilganda shtabel balandligini 4–6 m deb qabul qilinadi. To'ldiruvchi omborining umumiy maydoni tenglama yordamida aniqlanadi:

$$S_{omb}=S_{fm}\ K_{k.m}$$

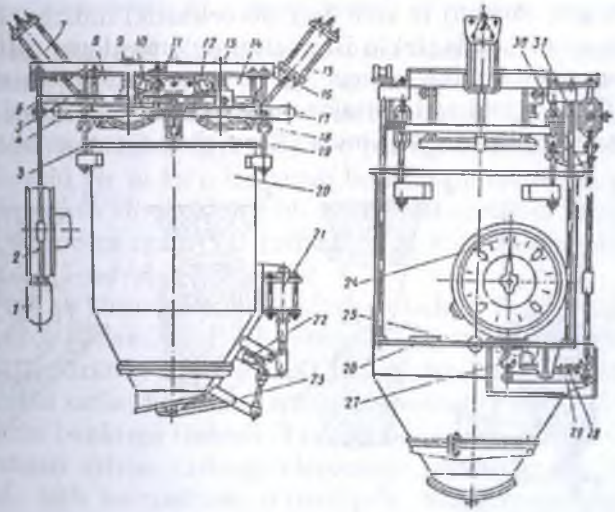
Bu yerda S_{fm} – omborning foydali maydoni hamma shtabellar maydoni yig'indisiga teng, m^2; $K_{k.m}$ – o'tish hamda yo'l uchun ombor maydonini kengaytirish koeffitsienti ($K_{k.m}$=1,4–1,5).

1.7. Beton qorishmasi komponentlarini miqdorlash

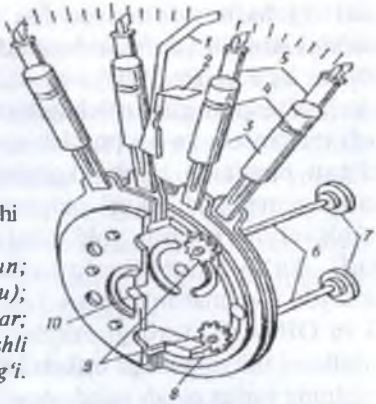
Miqdorlash – bu qoruvchiga tushirish davrida xomashyoning miqdorini o'lchash jarayonidir. Beton qorishmasi komponentlarini miqdorlash betonning loyihadagi zaruriy xususiyatlarini ta'minlaydigan darajada aniqlik bilan bajarilishi shart. Miqdorlash usuli bilan beton qorishmasi tayorlanganda komponentlar vazni bilan, suv va suyuq qo'shimchalar ham vazni, ham hajmi bilan miqdorlanadi. Hajmi bilan miqdorlanadigan to'ldiruvchilar faqat katta bo'lmagan beton qorishmasi tayorlanganda ruxsat etiladi. Hajmli miqdorlashda sochiluvchan materiallarning hajm og'irliklari turlicha bo'lishlari bilan tushuntiriladi. Sement, suv va qo'shimchalarning miqdor aniqligi hisobdagi miqdordan chetga chiqishi 2%, to'ldiruvchilar 2,5% dan oshmasligi kerak. Bu shartlarni 80% dan kam bo'lmagan o'lchovlar qoniqtirishi shart.

Miqdorlovchilar ishi xarakteriga qarab tasniflanadi: siklli va beto'xtov harakatlanuvchi ishlash prinsipiga qarab hajmli, vaznli va aralash, boshqarishga qarab qo'l bilan, yarim avtomat va avtomat boshqarishga bo'linadi. Miqdorlovchi turi beton qoruvchi moslamaning komponovkasiga, beton qoruvchining turiga, qorishma markasining soniga va boshqa faktorlarga qarab aniqlanadi. Siklli vaznli miqdorlovchilar keng tarqalgan. Yarim avtomat miqdorlovchilarda yuklash va material

vaznini o'lchash avtomat usulda bajariladi. Operator ularni beton qoruvchiga uzatish vazifasini bajaradi. Avtomat miqdorlovchilarda zarur vazifalar operatorsiz bajariladi. Tarozili miqdorlagich vaznni miqdorlaydigan bunker o'lchagichdan, yuk ortiladigan moslamadan, tarozili mexanizm va boshqarish mexanizmlardan tashkil topadi. Yuk ortadigan moslama tamba ko'rinishida tayorlangan bo'lib, uning yordamida material oqimi ochiladi va oqim tartibga solib turiladi. Ta'minlovchilar (tarnov yoki vintli konveyer) yordamida materiallar ortiladi. Ta'minlovchilar miqdorlovchining ravon yuklanishini ta'minlaydi. Avtomat miqdorlovchilar, asosan, 2 turda ishlab chiqariladi: AVD va DB. AVD turdagi miqdorlovchilar siklli beton qoruvchilarda materiallarni miqdorlashga imkon beradi (1.21-rasm). Miqdorlanadigan materialning turiga qarab miqdorlovchilar quyidagilarga bo'linadi: AVDS – sement uchun, AVDI – to'ldiruvchilar uchun, AVDJ – suyuqlik uchun.

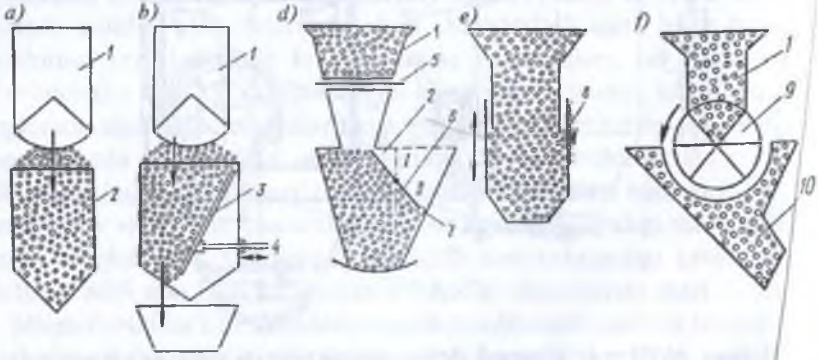


1.21-rasm. AVDI – 1200 rusumli to'liduvchilarni tarozida miqdorlovchi uskuna: *1 – g'ilof; 2, 27 – osqilar; 3 – ilgaklar; 4, 17 – yuk ko'taruvchi richaglar; 5 – osma moslamalar; 6, 29, 30, – uzatma (передаточные) richaglar; 7, 15, 21 – pnevmatik silindirlar; 8, 14 – voronkalar; 9, 11, 13 – elektrpnevmatik klapanlar; 10, 12, 22 – oxirgi o'chiruvchilar; 16 – rama; 18, 19 – sektorga kirituvchi zatvorlar (murvatlar); 20 – tarozili bunker; 23 – chiqaruvchi zatvor (murvat); 24 – siferblatli ko'rsatkich; 25 – dempfer (moy bilan ishlovchi mo'tadillashtiruvchi); 26 – maydoncha, 28 – boshqariluvchi vint; 31 – tortqi.*

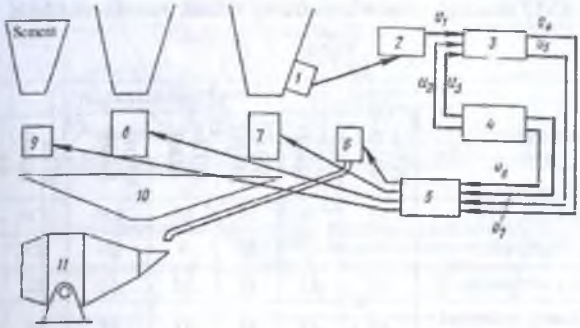


1.22-rasm. Masofadan massani belgilovchi moslama
1 – strelka; 2 – bayroqchali ekran; 3 – o'zgartiruvchilar (преобразователи); 4 – tirqishlar; 5 – belgilovchi strelkalar; 6 – valiklar; 7 – shturvallar; 8 – tishli disk; 9 – shesternalar; 10 – o'q bo'shlig'i.

Miqdorlovchining tarozili asbobi siferblat ko'rsatkichli massani beruvchi bilan qurollangan (1.22-rasm). Massa beruvchi kontaktli (simobli, magnit simobli) va kontaksiz (fotoelektrik) turlarga bo'linadi. Oldingilari ancha sodda, lekin ishonchni oqlamaydigan. Miqdorlanayotgan material kerakli vaznga ega bo'lganda siferblatning strelkasi datchikdan o'tadi va ta'minlovchi yoki uzatmaga signal beradi. Miqdorlovchining tarozili sig'imida vazn richag sistemasi bilan mos-



1.23-rasm. Hajmiy-tarozili miqdorlovchi chizmalar:
a – doimiy hajm bilan; b – sharnirli devorchali; d – harakatlanuvchi devorchali; e – teleskopik; f – sektorli ta'minlovchi; 1 – ta'minlovchi bunker; 2 – miqdorlovchi; 3 – to'siqcha; 4 – richag; 5 – ta'minlovch; 6 – harakatlanuvchi devorcha; (I – birlamchi boshlang'ich holat; II – ikkilamchi tugal holat;) 7 – yukuniy o'chiruvchi; 8 – uzatma; 9 – sektorli ta'minlovchi; 10 – taqsimlovchi voronka.



1.24-rasm. Mayda to'ldiruvchi namligini inobatga olgan holda avtomatik ravishda suv miqdorini korreksiyalovchi uskunaning prinsipial chizmasi:

1 – neytronli datchik; 2 – elektronli korrelyator; 3 – sanoq-hisoblash moslamasi; 4 – boshqaruv pulti; 5 – amalga oshiruvchi blok; 6 – suv miqdorlovchi; 7 – mayda to'ldiruvchini miqdorlovchi; 8 – yirik to'ldiruvchi miqdorlovchi; 9 – sement miqdorlovchi; 10 – yig'uv bunkeri; 11 – beton qorishtirgich.

lashtiriladi. Keyingi yillarda anchagina ishonchli va aniq richagsiz vazn o'lchaydigan moslama ixtiro qilinayapti, bu moslama, asosan, tenzometrik massa datchiklidir. Material sarfini hisobga olish uchun miqdorlovchiga registratsiya asbobi o'rnatilgan. To'ldiruvchilar uchun miqdorlovchi bir va ko'p fraksiyali bo'lishi mumkin. Ko'p fraksiyali miqdorlovchi to'ldiruvchining bir necha fraksiyalarini galma-gal miqdorlash imkoniga ega. AVD turdagi miqdorlovchining texnik xarakteristikasi 1.3-jadvalda keltirilgan.

G'ovak to'ldiruvchilarni miqdorlash uchun hajm-vaznli miqdorlovchidan foydalaniladi (1.23-rasm). Hajm-vaznli miqdorlovchining konstruktiv tuzilishi ikkita alohida bunkerdan iborat. Miqdorlanayotgan material sarflaydigan bunkerdan tambaning holatiga qarab birinchi va ikkinchi bunkerga tushadi. Tenzorezistor yopishtirilgan 2 ta kuch o'lchaydigan aylana turidagi elementga tayanadi. Har bir tarozili bunkerda sath ko'rsatkichi o'rnatilgan. Miqdorlagichdagi tartibga soluvchi moslama o'lchangan hajm va vaznni yozib qo'yadi.

Betonning talab qilinadigan xususiyatiga erishishning asosiy sharti suv va sement munosabatini doimiy ravishda saqlashdir.

Suv-sement nisbatining zaruriy barqaror bo'lish sharti – to'ldiruvchilarning namligini hisobga olish, hatto yaxshi sharoitda ham 10 da 15% gacha, noxush sharoitga esa 20 dan 30% gacha bo'lishi mumkin. To'ldiruvchilarning namligini har xil usul bilan aniqlash

AVD turidagi miqdorlagichning texnik xarakteristikasi

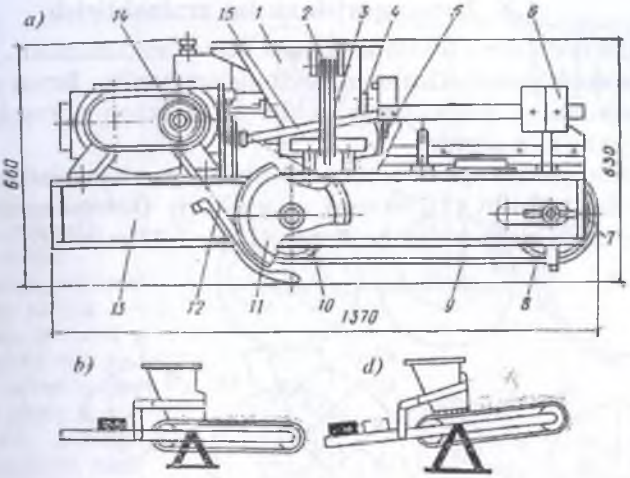
1.3-jadval

Ko'rsatkichlar	Miqdorlagichlar							
	AVDS–425D	AVDS–1200D	AVDS–2400D	AVDI–425D	AVDI–1200D	AVDI–2400D	AVDJ–1200D	AVDJ–2400D
Maksimal yuk, kN	15	30	70	60	120	130	20	50
Minimal yuk, kN	3	10	30	8	20	25	1	5
Miqdorlashdagi chetlanish, %	±2	±2	±2	±2	±2	±2	±2	±2
O'lchash siklining maksimal davri, s	45	45	45	45	45	45	45	45
Siferblat ko'rsatkichi bo'linmalari qiymati, kN	0,025	0,05	0,1	0,1	0,2	0,2	0,02	0,05
Tarmoqdagi havo bosimi, kN/sm^2	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Gabaritlari, mm:								
Uzunligi	1706	1706	–	2060	2060	1555	1290	1560
Kengligi	960	960	–	1175	1175	1130	960	1100
Balandligi	1680	2095	–	1910	2660	2660	1945	2600
Massasi, kg	495	520	–	570	600	586	241	479

mumkin. Korxonalarda to'ldiruvchilar namligi 1 kecha-kunduzda namuna 1–2 marta quritilib aniqlanadi. Biroq bunday usul bilan namlikni aniqlashda tarkibni operativ tuzatish uchun ma'lumotlar olib bo'lmaydi.

To'ldiruvchilarning namligini tinimsiz va yetarli aniqlik bilan aniqlash hozirgi davrda elektrometrik usul asosida kelajakda keng qo'llaniladigan neytron usuli bilan hal qilinadi. U to'ldiruvchilarning namligini 1,5–10% intervalda to'xtovsiz 0,2–0,3% aniqlik bilan nazorat qilish imkonini beradi. Shuningdek, boshqa qiyosiy sodda va yetarli aniq to'xtovsiz nazorat usuli ishlab chiqilgan. Masalan, to'ldiruvchilar tok o'tkazuvchanligining uning namligiga bog'liqligi. Avtomat ravishda suvning miqdorini korreksiyalash qurilmasi chizmasi ishlab chiqilgan, Su/S ning doimiyligini ma'lum darajada ta'minlash imkonini beradi (1.24-rasm). Beton qoruvchida to'ldiruvchilarning ko'rsatilgan o'lchamlarini bevosita aniqlashda zichlik va namligi hisobidagi suvni miqdorlash korreksiyasi chizmasi anchagina takomillashgan.

Siklli miqdorlovchilardan farqli, beto'xtov harakatlanadigan miq-



1.25-rasm. SB–26A rusumli to'ldiruvchilarni miqdorlash:
a – miqdorlovchi chizmasi; b – muvozanat holatdagi miqdorlovchi; d – miqdorlanuvchi materialning kerakli miqdordan kam bo'lgandagi miqdorlovchi holati; 1 – ta'minotchi voronka; 2 – ilgaklar; 3 – prizmali (ko'p qirrali) tayanchlar; 4 – qimirlamaydigan qopqoq; 5 – qimirlaydigan qopqoq; 6 – yuklar. 7 – vintlar; 8 – tortilgan baraban; 9 – lenta; 10 – uzatuvchi baraban; 11 – yulduzcha; 12 – zanjirli uzatish; 13 – konveyer ramasining yon qismi; 14 – variator; 15 – richag.

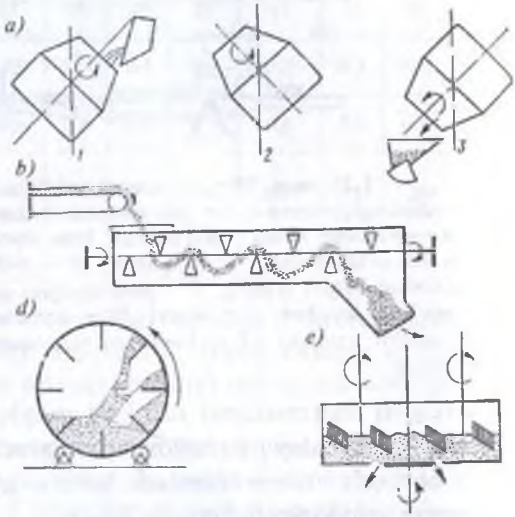
dorlovchilar materiallarni uzluksiz miqdorlashni avtomat ravishda ta'minlaydi. Bunday miqdorlovchilar zavodlarda uzluksiz harakatdagi beton qoruvchilarda qo'llaniladi. Ular to'g'ri ta'sirli va to'g'ri ta'sirli bo'lmagan miqdorlovchilarga bo'linadi.

To'g'ri ta'sirli miqdorlovchilarda bir agregatda miqdorni o'lchash va miqdorlangan materialning uzatilishini o'zgartiradigan moslama joylashtiriladi, to'g'ri ta'sirli bo'lmagan miqdorlovchilarda ikkita mustaqil agregat joylashgan bo'ladi. Ko'proq qo'llaniladigan miqdorlovchilar mayatnikli uzluksiz harakatdagi miqdorlovchilardir (1.25-rasm). Ta'minlovchi voronka uzatma, tarozili konveyer va richag sistemasini o'z ichiga oladi. Torozili konveyer richag sistemasi orqali qopqoq (zaslonka) bilan bog'langan bo'lib, konveyer lentasida material qatlami balandligini kerakli massa bo'lgunga qadar o'zgartiradi.

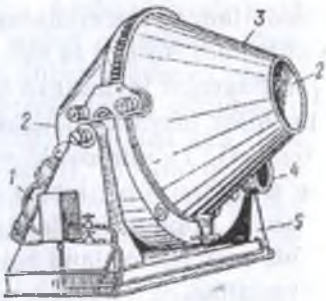
1.8. Beton qorishmasini aralashtirish

Beton qorishmasi bir turda bo'lishi uchun aralashtiriladi. Betonning fizik-mexanik xususiyatlari uning bir turligiga bog'liq. Beton qorishmasi komponentlarini aralashtirish uchun siklli beton qoruvchilar keng qo'llaniladi (1.26-rasm).

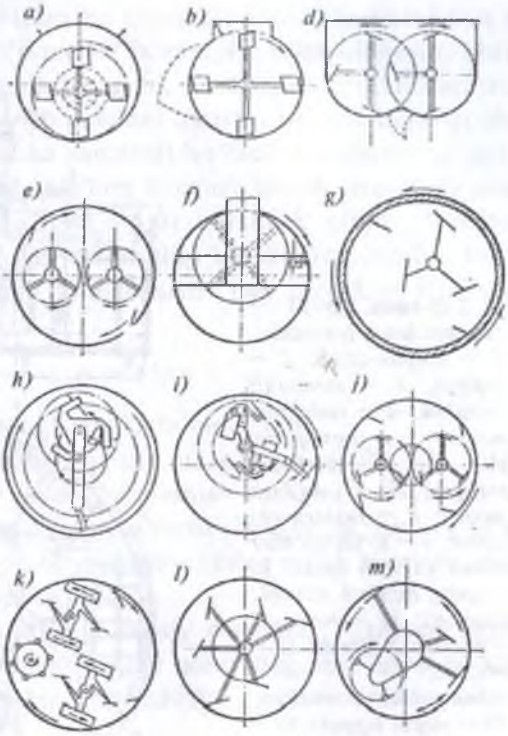
Qorish usuliga qarab betonqoruvchilar: garvitatsion (materiallarning erkin tushishi (1.25-rasm) va majburiy (komponentlarni majburiy aralashtirish) turiga bo'linadi (1.26–1.27-rasmlar).



1.26-rasm. Beton qoruvchida beton qorish chizmasi:
a – siklli harakatda; 1 – materiallarni ortish; 2 – aralashtirish; 3 – beton qorishmani tushirish; b – beto'xtov harakatlanuvchi; d – gravitatsiyali; e – majburiy aralashtirish.



1.27-rasm. SB–3 rusumli betonqoruvchi:
1 – barabanni engashtiradigan uzatma; 2 – materialni ortadigan va tushiradigan tuynuk; 3 – qoruvchi baraban; 4 – barabanni aylantiradigan uzatma; 5 – stanina.



1.28-rasm. Majburiy qorishtiradigan apparatlarning qorishtirish chizmalari:
a, b — bir dona gorizontal joylashtirilgan valli; d, e — xuddi shunday ikki valli; f — oqim bo'yicha tikka joylashtirilgan vallari bo'lgan qo'zg'almas idishli; g, h — xuddi shunday, aylanma harakatlanuvchi idish bilan; i — oqimga qarshi tikki joylashtirilgan vallari bo'lgan qo'zg'almas idishli; j, k — xuddi shunday aylanma harakatlanuvchi idishli; l — rotorli; m — rejayetar-rotorli.

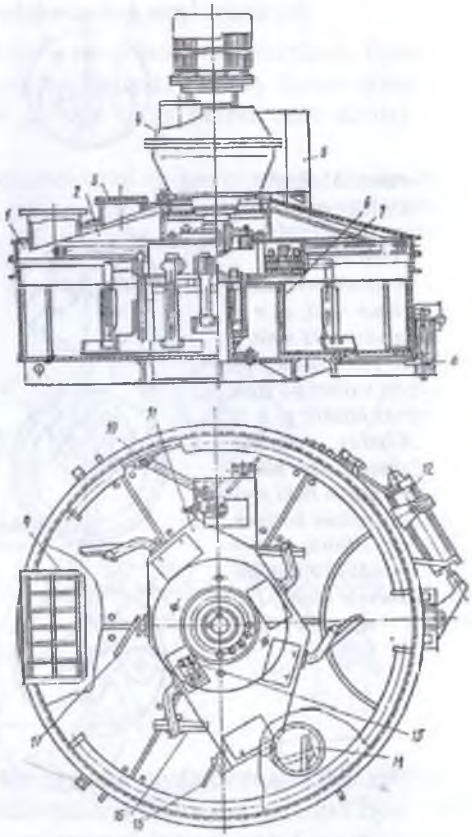
Bunday beton qoruvchilarda yangi qorishma qorilishidan avval, albatta, oldingi qorishmadan yaxshilab tozalaniladi.

Gravitatsion betonqoruvchilarning beton qorish barabanlari devoriga parraklar o'rnatilgan bo'lib, baraban aylangan vaqtda materialni yuqoriga ko'tarib beradi va tushayotganda o'z og'irligi ta'sirida bor komponentlar bilan aralashib ketadi.

Majburiy aralashtiriladigan beton qoruvchilar qimirlamaydigan kosaga o'rnatilgan aylanadigan parraklar ta'sirida aralashtiriladi. Uzluksiz harakatdagi beton qoruvchilarda bir vaqtning o'zida parrakli vallar qarama-qarshi aylanishida materiallar aralashtiriladi.

Gravitatsion siklli beton qoruvchilar ag'darma qoruvchi noksimon ko'rinishda va ikki konusli ag'darma barabanli bo'lishi mumkin.

Birinchi qoruvchida komponentlarni ortish va tayyor qorishmani tushirish bir ochiq yonidan bajarilsa, ikkinchi qoruvchida bir yoki



1.29-rasm. SB–93 rusumli beton qoruvchi: *1 – korpus-idish; 2 – qopqoq; 3 – tortqichli patrubok; 4 – reduktor-motor; 5 – boshqaruv pulti; 6 – markaziy stakan; 7 – to'kish quvuri; 8 – tushiruvchi zatvor; 9 – to'ldiruvchilar uchun yuklash lyuki; 10 – tashqi tozalash skreboki (lappagi); 11 – rotor; 12 – pnevmatik silindr; 13 – prujina; 14 – sement uchun yuklash patrubkasi; 15 – yuqori lappak; 16 – ost lappak; 17 – ichki tozalash lappagi.*

ikki ochiq yon tomondan bajariladi. Ag'darma barabanli gravitatsion qoruvchilar qatorida beton qoruvchi sexlarda anchagina keng qo'llaniladigan, asosan, avtobetonqoruvchilarni komplektlashda reversiv (yo'nalishni o'zgartirishga imkon beradigan) qoruvchilar qo'llaniladi.

Reversiv beton qoruvchilarda gorizontal silindrni yoki ikki konusli baraban qarama-qarshi tomonlaridan ortiladi va tushiriladi. Qorish jarayonida qoruvchining parraklari barabandan komponentlarning to'kilishiga yo'l qo'ymaydi. Aralashtirib bo'lgan baraban to'xtaydi, keyin qarama-qarshi tomonga aylana boshlaydi va bir yonidan qorishmani tushirish boshlanadi.

Gravitatsion qoruvchilarning afzalligi: arzon, konstruksiya va ekspluatatsiyasi sodda, ko'p metall va energiya talab qilmaydi. Lekin ular bikir beton qorishmalarining bir jinsliligini kerakli darajada ta'minlab berolmaydi. Qorish jarayoni qorish barabanining o'qi qiya holatda o'rnatilganda ancha samarali bo'ladi. Baraban o'qi gorizontal holatda joylashganda ma'lum darajada qorish jarayonida hosil bo'lgan ko'ndalang qorishma oqimi qarshilik qiladi. Baraban og'ishining burchagi 15° dan oshmasligi kerak. Gravitatsion barabanning optimal aylanish chastotasini (w) quyidagi shartdan aniqlash mumkin:

$$\omega = 15/r$$

Bu yerda r – barabanning keng katta radiusi, m.

Barabanning o'ta yuqori tezligi markazdan qochuvchi kuch ta'sirining oshishiga olib keladi, aralashish tezligini pasaytiradi va materiallarni separatsiyalaydi. Aralashtirish jarayoniga muhim ta'sir ko'rsatadiganlar gravitatsion beton qoruvchining og'ish burchagi, parraklarining formasi va joylashishidir.

Siklli beton qoruvchilarning asosiy o'lchami – tayyor beton qorishmaning hajmi. Gravitatsion siklli qoruvchilarning hajmi 65 dan 3000 *l* gacha bo'lishi mumkin (1.4-jadval).

Siklli gravitatsion qoruvchilarning asosiy o'lchamlari

1.4-jadval

Parametrlar	BGS – 1	BGS – 2	BGS – 3	BGS – 4	BGS – 5	BGS – 6	BGS – 7	BGS – 8	BGS – 9
Tayyor qorishmaning hajmi, *l*	65	165	330	500	800	1000	1600	2000	3000
Sochiluvchan materiallarning ortish sig'imi, *l*	100	250	500	750	1200	1500	2400	3000	4500
Uzatmadagi quvvat, *kVt*	0.6	1	3	4.5	13	17	30	40	–
Beton qorishmasini tayyorlashda 1 soatdagi sikl soni	30	30	30	30	20	20	20	20	20
To'ldiruvchilarning yirikligi, *mm* gacha	40	70	70	70	120	120	120	120	120

Beton qoruvchilarning qo'shimcha xarakteristikasi bo'lib betonni quruq tashkil qiluvchilarning ortilgan hajmi hisoblanadi va ular 100 dan 4500 l gacha o'zgarishi mumkin.

Gravitatsion betonqoruvchilar uzluksiz ish tartibida ham qo'llaniladi. Bunday holatda gorizontal holatdagi aylanuvchi silindr ko'rinishida bajariladi: bir tomondan komponentlar tinimsiz ortilsa, ikkinchi tomondan beton qorishmasi tushiriladi. Majburiy harakatdagi beton qoruvchilarda, asosan, bikir va yengil beton qorishmalari aralashtiriladi. Bu turdagi qoruvchilarning ikki asosiy konstruksiyalari tarqalgan: gorizontal qoruvchi valli va tog'ora korpus ko'rinishidagi hamda vertikal qoruvchi valli va silindrik kosa ko'rinishidagi korpusli. Aralashtirish sifatiga uning davom etish muddati katta ta'sir etadi, chunki siklli harakatdagi qoruvchilarda materiallarni ortish davridan tushirish boshlanguncha aniqlanadi. Qorish davri yetarli bo'lmasa, betonning bir jinsliligi yomonlashadi va mustahkamligi ham pasayadi. Qorish davrining optimal me'yordan ortishi bir jinsli beton qorishmasi olishda beton xususiyatiga kam ta'sir ko'rsatadi.

Qorishning optimal davri beton qorishmasining xarakteristikasi, tarkibi va qo'llaniladigan qoruvchiga bog'liq. Erkin tushadigan qoruvchilarda og'ir beton qorishmasini aralashtirish muddati beton qorishmasining harakatchanligiga, qoruvchining sig'imiga qarab 1.5-jadvaldan mosini belgilash mumkin. Kam harakatli va ozgina bikir qorishmani tayyorlash uchun qorish muddatini 1,5–2 marta oshirish mumkin.

Zich to'ldiruvchili beton qorishmasini aralashtrishning qisqa muddati

1.5-jadval

Qorilgan beton qorishmasining sig'imi, l	Qorish davri muddati, s		
	Gravitatsion qoruvchida beton qorishmasining harakatchanligi, sm		Majburiy harakatdagi qoruvchilarda
	3–8	8 dan ortiq	
500 va kamroq	75	60	50
500 dan ko'proq	120	90	50

Majburiy harakatdagi qoruvchilarda yirik zarrali qorishmani qorish, odatda, 2–3 minut, mayda zarralilarda 3–5 minut davom etadi.

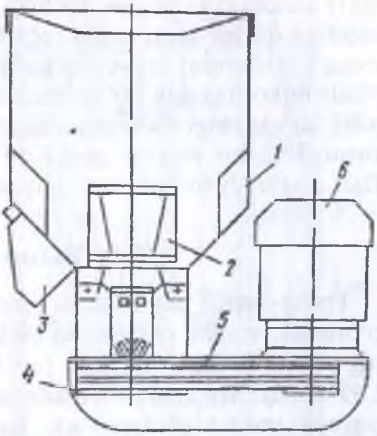
Odatdagi qorish usullari qatorida yangi usullar ham joriy qilinmoqda: vibroqorishtirish, turbulentli va oqimli (струйное) qorishtirish.

Vibroqorishtirishda qorishma (vibratsiya) titratish impulsi natijasi ta'sirida zarralar orasidagi bog'lanish va ishqalanish kuchini yo'q qilishdir. Korpusining tez titrashida vibroqoruvchidagi komponentlar aylanib siljiydi va natijada bikir qorishmaning bir jinsliligi ortadi. Bundan tashqari, qorishma komponentlarining alohida titrash faolligi ro'y beradi. Bu esa beton mustahkamligini oshirishga olib keladi. Titrash faolligi bog'lovchilarning faolligi, to'ldiruvchi zarralarining ochilishi va boshqa fizik-kimyoviy jarayonlar bilan tushuntiriladi. Vibroqorish majburiy harakatdagi qoruvchilarda titratuvchi impulsni hosil qilish anchagina samaralidir. Vibroqoruvchilarning asosiy kamchiligi tarqalishning to'xtab qolinishi, konstruktiv murakkablik, yetarli ishonchsizlik, ko'p miqdorda elektroenergiya sarflanishi va shovqindir.

Turbulentli (girdobli) qorishtirish aralashtirishda rotorning tez aylanishi bilan hosil bo'ladigan tezlikning yuqori gradienti natijasiga asoslangan. Yirikligi 40 mm gacha bo'lgan to'ldiruvchilardan harakatchan beton qorishmasi va sement-qumli qorishmalar uchun sanoat girdobli qoruvchini ishlab chiqaradi (1.30-rasm).

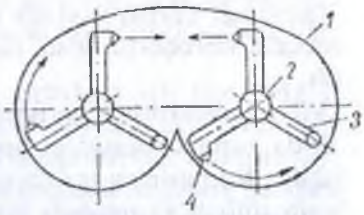
Girdobli qorishtirishda sement xamirining flokullari parchalanadi, faollashuv uchun o'rin bor bo'lishi natijasida betonning mustahkamligi ortadi, ayniqsa, qotish boshlanish davrida. Girdobli qorish faollashuvida qorishmaning qovushqoqligi pasayadi, oquvchanligi yaxshilanadi, suv ajralishi keskin pasayadi.

Oqimli (струйное) qorishtirish



1.30-rasm. Girdobli (turbulentli) qoruvchining chizmasi:
1 – korpus-idish; 2 – rotor; 3 – tushiradigan tuynuk; 4 – rama; 5 – ponasimon tasma; 6 – elektrodvigatel.

materiallarni qoruvchi korpus ichida aylanadigan trubkali naychadan otilib chiquvchi havo bilan aralashtirishdan iborat (1.31-rasm).



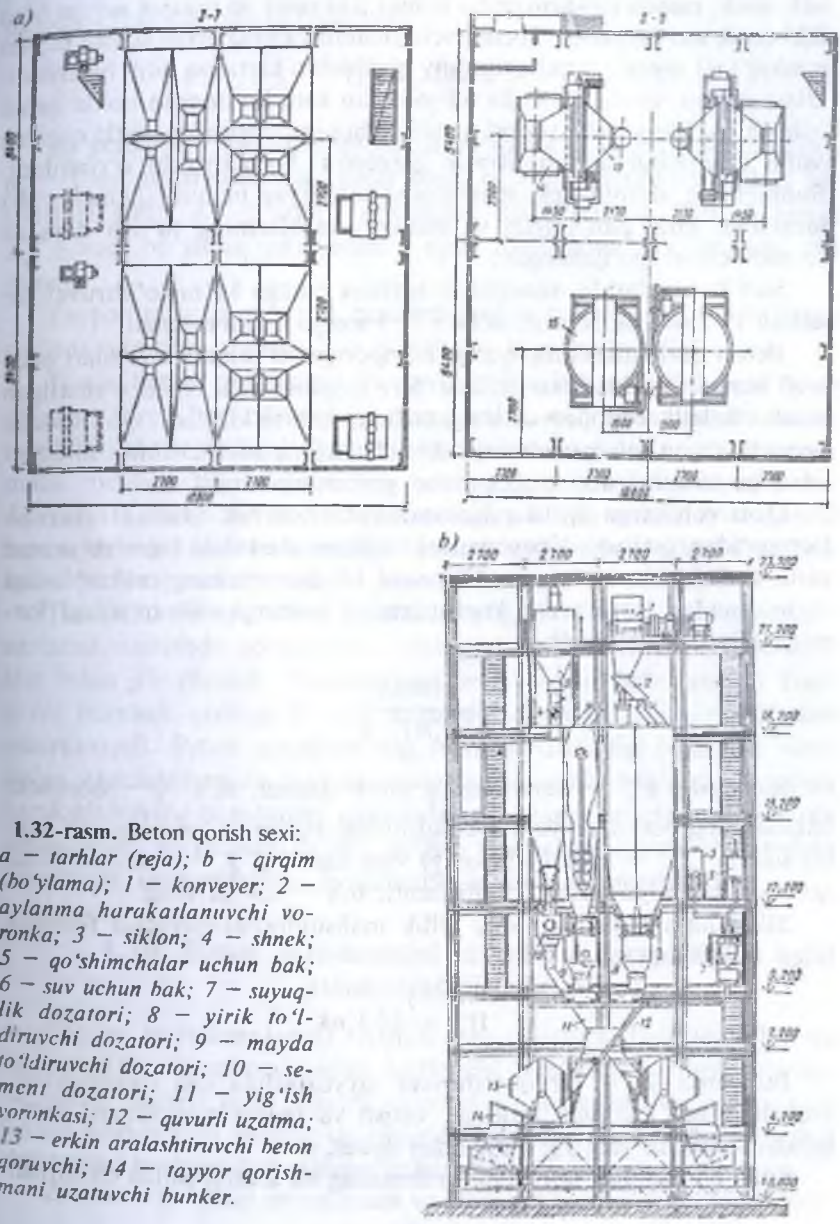
1.31-rasm. Oqimli beton qoruvchining uzluksiz harakatli chizmasi:
1 – korpus; 2 – kovak val; 3 – trubka; 4 – soplo (konus naycha).

Beton qorishmasiga aralashtirishda avval qorish uchun zarur bo'lgan suvning 15–20% i beriladi, so'ngra quruq komponentlar qo'shiladi va bir vaqtda qolgan suv quyiladi. Qishki mavsumda qoruvchiga issiq suv quyilgandan va to'ldiruvchidan keyin sement qo'shiladi. Bu sement tez qotib qolishining oldini oladi. Betonga issiqlik bilan ishlov berishni jadallashtirish tartibida qaynoq beton qorishmalarni qo'llash samaralidir. Ular, asosan, qorishma tayyorlangandan so'ng va qolipga joylashdan oldin elektr toki bilan isitiladi yoki tayyorlash jarayonida qorishma issiq par bilan isitiladi. Birinchi usulda qorishma maxsus moslamalarda (elektrodlar) elektr toki bilan ta'minlangan 80–95°C haroratda bir necha daqiqada qizdiriladi. Bu usul yetarli sodda, yuqori sifatni ta'minlaydi, lekin uni amalga oshirish uchun katta quvvatli elektr asbobi o'rnatilgan bo'lishi kerak. Beton qorishmani bug' bilan qizdirish qorish jarayonida ro'y beradi. Qoruvchilarda konstruksiyasi sovuq qorishmani tayyorlashga yaqin vaqtda qaynoq qorishma tayyorlash imkoniga ega bo'lsa maksimal effektga erishish mumkin. Majburiy harakatdagi siklli girdobli qoruvchilar harakatlanmaydigan silindr korpusli va bir rotorli qoruvchi mexanizm bilan ta'minlansa, bug' bilan qizdirish uchun ancha qulay sharoit hosil bo'ladi.

1.9. Beton qorish sexlari

Temir-beton mahsulotlari zavodlaridagi beton qoruvchi bo'limlar ko'pincha vertikal chizma bo'yicha materiallarni sarf bunkeriga yetkazish uchun komplektlanadi. Sex binosi balandligi 25–30 m ga yetadi (1.32-rasm). Materiallar bunker ustidagi qavatga qiya o'rnatilgan lentali konveyer yordamida uzatiladi. To'ldiruvchilarni uzatishda aylanadigan voronkalardan, sement va boshqa kukunsimon materiallar uchun shneklar va pnevmatik transportlardan foydalaniladi. Keyingi holatda havoni sement changidan tozalash uchun siklonlar va gazlamali filtrlar o'rnatiladi.

Sarf bunkerlar otseklarga bo'linadi. Yirik to'ldiruvchilar uchun, odatda,



1.32-rasm. Beton qorish sexi:
a — tarhlar (reja); b — qirqim (bo'ylama); 1 — konveyer; 2 — aylanma harakatlanuvchi voronka; 3 — siklon; 4 — shnek; 5 — qo'shimchalar uchun bak; 6 — suv uchun bak; 7 — suyuqlik dozatori; 8 — yirik to'ldiruvchi dozatori; 9 — mayda to'ldiruvchi dozatori; 10 — sement dozatori; 11 — yig'ish voronkasi; 12 — quvurli uzatma; 13 — erkin aralashtiruvchi beton qoruvchi; 14 — tayyor qorishmani uzatuvchi bunker.

uch otsek, mayda to'ldiruvchilar uchun ikki otsek va sement uchun ham ikki otsek mo'ljallanadi. Sochiluvchi materiallarning erkin siljishi uchun bunker tagi qiyalik burchagi tabiiy qiyalikdan kattaroq qilib bajariladi. Ular, asosan, qoida bo'yicha 55—60° dan kam bo'lmagan holda qabul qilinadi. To'ldiruvchilar yuqori namlikda bunker devorining pastki qismida osilib qolmasligi uchun titratib gumbazni ko'chiruvchi o'rnatiladi. Bunkerlarda, shuningdek, sementning aeratsiyasi uchun (shamollatish) moslama, bug' panjaralari va bunker otseklarining to'lish darajasi ko'rsatkichlari mo'ljallangan.

Sarf bunkerlarida materiallar zaxirasi odatga ko'ra to'ldiruvchilar uchun 1—2 soatga, sement uchun 2—3 soatga qabul qilinadi.

Beton qorishmasining quruq komponentlar miqdorlovchilari taalluqli bunker otseklaridan ortiladi. Suv miqdorlovchi ustiga o'rnatilgan bakdan keladi, vodoprovod magistralidan bak to'ldiriladi. Qo'shimcha tayyorlaydigan moslamadan qo'shimchalarning suvli eritmasi miqdorlovchiga sirkulyatsion truboprovod yordamida uzatiladi.

Qoruvchilarga quruq komponentlar osma klapanli tarnov tarmog'idan ortiladi. Korxonaning berilgan dasturini bajarish uchun zarur siklli haraktdagi qoruvchilar soni, bir qoruvchining mahsuldorligi va uskunadan foydalanish koeffitsientini inobatga olib quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$n = \frac{1000K_{pr}^{yil}}{V_b m T_{f.f} K_v}$$

Bu yerda E_{pr}^{yil} — korxonaning yillik dasturi, m^3; V_b — qoruvchi barabanning beton qorishma chiqishidagi sig'imi, l; m — qorish soni bir soatda; $T_{f.f.}$ — foydali (hisobiy) vaqt fondi, s; K_v — vaqti bo'yicha qoruvchidan foydalanish koeffitsienti, 0,8 — 0,9 ga teng.

Siklli harakatdagi sexning yillik mahsuldorligi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$\Pi_{yil}^{sikl} = \frac{T_{f.f.}}{T_s} V_b n K_v$$

Bu yerda T_s — bir qorishmani tayyorlashda sikl davomiyligi, aralashtirishga berilgan muddat, ortish va tayyor qorishmani barabandan tushirish vaqt yig'indilaridan iborat, s.

Siklli harakatdagi qoruvchi qurilmaning bir soatlik ishlab chiqarishi

quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$\Pi_{ch}^{soat} = \frac{T_o}{n_g t_{ch} n} K_n K_m$$

Bu yerda T_o – qorishmaga rejada bo'lgan eng ko'p oylik talab, m^3; n_g – 1 oy mobaynida ish kunlar soni; t_{ch} – 1 kecha-kunduzdagi ish soatlari soni; K_n – soatli notenglik koeffitsienti, 0,6 ga teng; K_m – vaqt bo'yicha uskunadan 1 oyda foydalanish koeffitsienti, 0,8 ga teng.

Tayyor qorishma beton qoruvchilardan tarqatuvchi bunkerlarga ortiladi, ularning sig'imi 2–3 qorishdan kam bo'lmasligi kerak.

Temir-beton poligonlari va zavodlarida beton qorishmasi talab qilingan joyga har xil usul va transportlar, o'zi yurar beton tarqatuvchilar, temir yo'llarda harakatlanuvchilar, tasmali konveyer, pnevmatik moslamalar, ko'prikli kranlar, avtokran yordamida yetkaziladi. Yuqori darajada mexanizatsiyalashgan ishlab chiqarish sexlarida beton-joylashtirgich bunkerlariga beton qorishmasini yetkazish uchun osma yo'lda harakatlanadigan beton tashuvchi qo'llaniladi.

Tasmali konveyer kam harakatlanadigan va bikir beton qorishmalarini uzatishda qo'llaniladi. Ular o'zi yurib tashiydigan aravachalar bilan jihozlanadi. Harakatchan beton qorishmalar uchun konveyer burchak qiyaligi 8° dan, bikir qorishmalar uchun – 15° dan oshirilmaydi. Beton qorishmaning tushish balandligi transport vositasiga uzatilayotganda 2 m dan oshmasligi kerak. Ma'lum masofaga harakatlanuvchi qorishmani uzatishda, panellarni kasseta qurilmalarda qoliplashda, elektr uzatkichlar uchun tayanchlar ishlab chiqarishda pnevmatik qurilmalardan foydalanish maqsadga muvofiqdir.

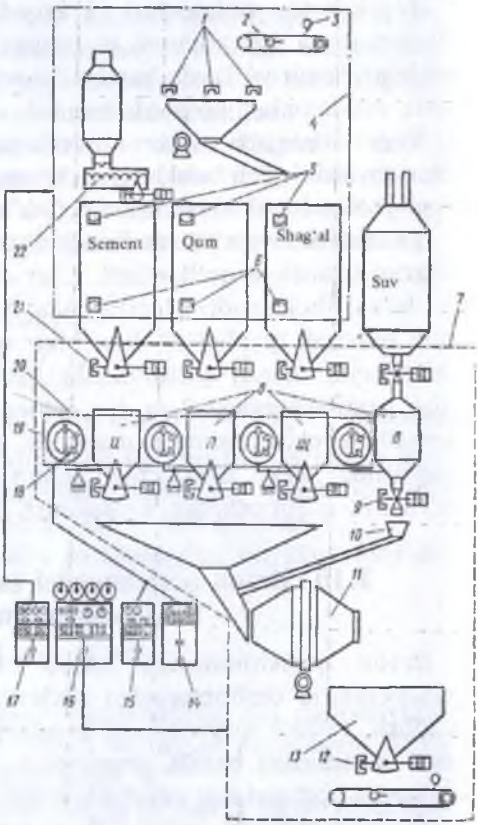
1.10. Beton qorishmasini tayyorlash jarayonini avtomatlashtirish

Beton qorishmalarini ishlab chiqarishda to'ldiruvchi va bog'lovchilarni omborxonadan sarflovchi bunkerlarga transportirovka qilish, tashkil qiluvchilarni miqdorlash, aralashtirish jarayoni va tayyor qorishmani berish, shuningdek, qorishmaga buyurtma berish sistemasini boshqarishni avtomatlashtirish mo'ljallangan.

Zamonaviy beton zavodlarida va sexlarda barcha texnologik jara-

yonlarni boshqarishni avtomatlashtirish uchun hozirgi davrda AKA – BETON apparat komplekti ishlab chiqilgan. Bu komplekt vertikal hamda parter chizmasi bo'yicha komplektlangan, 165–2000 l sig'imli tayyor qorishma qoruvchini o'z ichiga oladigan qurilma uchun mo'ljallangan (1.33-rasm). Apparat tarkibiga DB seriyali miqdorlovchi, texnologik asboblar nazorati datchigi va boshqarish pultlari kiradi. DB seriyali miqdorlovchilar keng ko'lamda o'lchash va miqdorlashning o'ta aniqligi bilan xarakterlidir. 1.5-jadvalda sig'imi 1200 litrli bu turdagi beton qoruvchilar uchun qo'llaniladigan miqdorlovchilarning texnik xarakteristikasi keltirilgan.

Miqdorlagichlarga berilgan va massaning aniq qiymatini registra-



1.33-rasm. Agregat komplekt apparaturali (AKA – BETON) avtomatlashtirilgan beton qorish uskunasining chizmasi:
1 – aylanma harakatlanuvchi voronkaning holatini nazorat qiluvchi datchik; 2 – konveyer lentasi quyi tabaqadagi harakati tezligini nazorat qiluvchi datchik; 3 – konveyer lentasidagi material qatlami qalinligining chegaraviy qiymatlarini nazorat qiluvchi datchik; 4, 7, 20 – mos holatda "UNIBLOK", "KAKTUS" va "SUZI – 11" rusumli ost sistemalar bilan boshqariladigan jihozlar komplekti; 5, 6 – ta'minlovchi bunkerlardagi materiallarning mos holatdagi yuqori va quyi chegaraviy darajalarini nazorat qiluvchi datchik; 8 – sement, mayda va yirik to'ldiruvchilar hamda suv dozatorlari; 9 – dozator zatvori holatini nazorat qiluvchi datchik; 10 – suvni yig'uvchi voronka; 11 – qorishtirgich; 12 – taqsimlovchi bunker zatvori holatini nazorat qiluvchi datchik; 13 – tayyor mahsulot bilan ta'minlovchi bunker; 14, 17 – mos holatda "UNIBLOK", "KAKTUS" va "SUZI – 11" rusumli ost sistemalarni avtomatik boshqarish pulti; 18 – massa porsiyalarini aniqlovchi datchiklar; 19 – dozatordan tushirishni nazorat qiluvchi datchik; 21 – ta'minlovchi bunkerlarning zatvorlari holatini nazorat qiluvchi datchiklar; 22 – shnekli uzatuvchi.

DB turdagi miqdorlovchilarning texnik xarakteristikasi

1.6-jadval

Ko'rsatkichlar	1200 litr sig'imli qoruvchilar uchun miqdorlovchi							
	2DBSH – 800	DBJ – 200	DBTs – 630	DBP – 800	DBSH – 800	2DBP – 1600	2DBSH – 1600	DBJ – 400
Maksimal yuk, kH	80	20	60	80	80	160	160	40
Minimal yuk, kH	20	4	20	20	20	40	40	8
Miqdorlashdagi qo'yilgan xato, %	±2	±1	±1	±2	±2	±2	±2	±1
O'lchash siklidagi maksimal muddat, s	45	30	45	30	30	45	45	30
Havo to'rida havo bosimi, MPa	0,4 – 0,6 ± 10%							
O'lchamlari, mm:								
Uzunligi	2150	1650	3920	1700	1710	2150	2150	1650
Kengligi	1280	1160	1300	1040	1040	1280	1280	1220
Balandligi	2515	2350	3270	2895	2895	2945	2945	2300
Og'irligi, kg	670	475	1600	405	565	630	800	620

tsiya qiladigan, qorishma tarkibini to'g'rilab turadigan ko'rsatkichlar o'rnatiladi.

AKA – BETON (agregat komplekt apparati) apparati miqdorlash jarayonini boshqarish, qorish va tayyor qorishmani uzatish, shuningdek, sarf bunkeriga materialni uzatish jarayonini avtomatlashtirishda bir qancha elementlar to'plamini o'z ichiga oladi.

Beton qoruvchi qurilmalar turli darajada avtomatlashtirilishi mumkin. Qisman avtomatlashtirishda mahalliy va masofadan mexanizmlarni boshqarish va ularning ishi holati bo'yicha signalizatsiya, to'liq nazoratda hamma texnologik operatsiyalarni dastur bilan boshqarish ta'minlanadi. To'liq avtomatlashtirilganda mexanizmlarni boshqarish markaziy nozimxona punktidan olib boriladi.

Beton qoruvchi sex va zavodlarda avtomatlashtirish sistemasini quyidagi avtonom sistemalarga bo'lish mumkin: to'ldiruvchilarni uzatish sistemasi; sementni uzatish tizimi sistemasi; miqdorlash – qorish uchastkasi; beton tarqatish tizimi. To'ldiruvchi va sementni uzatish tizimi ishlaganda nazorat materiallarni tushirish, ularni sarf

bunkerlariga ortish vazifalarini boshqarish avtomat holda bajariladi. Konveyer tizimining bir joyda botib to'xtab qolishini (пробуксовка) aniqlash va ularning valda yaroqliligini tezlik relesi belgilaydi. Lentaning surilib qolishidagi nosozlik haqida oxiriga o'rnatilgan o'chiruvchidan signal keladi. Oqib o'tadigan tarnovlarga maxsus datchiklar o'rnatilgan bo'lib, tarnovga materiallar tiqilib qolganda sistemani o'chiradi. Transportga ortish mexanizmlar qurilmasini qabul qilish bunkerlari va konveyer materialdan bo'shatilishi signali bo'lishi bilan to'xtatiladi.

To'ldiruvchilar omborxonasi uskunalari tarkibiga irg'itib tashlaydigan arava nuqtali va mokili tartibda ishlashi mumkin. Nuqtali tartibda materiallarni tushirish operator tomonidan tanlangan omborxona otsekida bo'ladi, moki tartibda arava tinimsiz birinchi otsekdan oxirgi otsekka qarab harakat qiladi yoki aksincha. Bunda otseklar orasida material teng miqdorda bo'linadi, bu esa ombor sig'imidan to'liq foydalanish imkonini beradi.

Sarf bunkerlari pastki va yuqorigi daraja datchiklari bilan jihozlanadi. Pastki daraja datchigi signali bilan sarf bunkeriga material tushiriladi, yuqori daraja datchigi signali bilan material tushishi to'xtatiladi.

Sement ombori ko'p sonli mexanizm va avtomat elementlar bilan jihozlanadi. Avtomatik qurilma yordami bilan operator sementni tushirish uchun silos tanlaydi, masofadan boshqarish pulti pnevmorazgruzchikning vakuum-nasosiga siqilgan havo va suvni uzatish uchun ventilni yoqadi. Yuqori daraja datchik yordamida silosning to'lganligi va yuk ortishni to'xtatish zarurligi haqida signal keladi. Beton qorish bo'limining talabiga ko'ra kerakli sement markasi beriladi.

Sement ombori avtomatlashtirilganda bir qator datchiklar va nazorat asboblari ishlatiladi, ular orasida quyidagilar: bunkerlarda va sement siloslarida sath o'lchagichlar, shiber va kranlar ishini boshqaradigan so'nggi o'chiruvchilar, manometrlar, pnevmovintli nasoslar yukini aniqlovchi ampermetrlar va boshqalar qo'llanilishi talab qilinadi. Sement omborini boshqarish chizmasida sement sarflovchi bunker va siloslarning yuqori va pastki sathining nurli signalizatsiyasi, truboprovodlardagi sement borligi, ventilyatorlar ishi, sement ombori mexanizmlari va bunker usti bo'limining avariya, nur va ovozli signalizatsiyalari, asosiy magistralda havoning yo'qligi to'g'risidagi

signalizatsiyalari mo'ljallab qo'yiladi.

Zavodni dasturli boshqarish elementlari (perfokarta)

Tarozili avtomat miqdorlagich bilan materiallarni miqdorlashda

Qorishma navbati № topshirdi	Avtomashina №	Qorishma harakatchanligi 5	Beton markasi 200	1 – sonli beton zavodi	1-sonli beton zavodi													
					Mashina soni, beton markasi 200 Qorishitirish navbati, qorishma harakatchanligi 5, topshirdi													
					Material	Miqdori, kg												
						1000				100				10				1			
					Sement	8	4	2	1	8	4	2	1	8	4	2	1	8	4	2	1
					I marka					0	●	0	●	●	0	0	●	0	0	●	0
					II marka					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
					Shag'al																
					5–20	0	0	0	●	0	0	0	0	0	●	0	0	0	0	●	●
					20–40	0	0	0	0	0	●	0	0	●	●	0	●	0	0	0	0
					40–80	0	0	0	●	0	0	●	●	0	0	0	0	0	0	0	0
					Qum																
					0.15–1.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
					1.2–2.5	0	0	0	●	0	0	●	0	0	●	0	●	●	0	●	0
					Suv					0	0	●	●	●	0	0	●	0	●	●	0

asosiy o'lchash asboblari va datchiklari bo'lib siferblat ko'rsatkichlar xizmat qiladi. Ular materiallarni avtomat miqdorlash, miqdorlash sistemasi ishini masofadan kuzatib turish imkonini beradi. Siferblat ko'rsatkichlari yordamida oldindan berilgan materiallar porsiyalarning torozili kovshda oltitacha turli materiallarning yig'ilishi bilan tarozida tortish mumkin. Shuningdek, bir miqdorlagich bilan ketma-ket oltitagacha turli materiallarni oraliqda tarozili kovshni bo'shatib tortish mumkin. Siferblat ko'rsatkichining old tomonida porsiya massasini belgilaydigan ko'rsatkich o'rnatiladi. Siferblat ko'rsatkichi, shuningdek, maksimal massaga yetganda, tarozilik strelka shkalaning oxirgi bo'limini ko'rsatganda o'chirib qo'yadigan mikroo'chirgichga ega.

Beton qoruvchini boshqarishda qorish muddati va qorish davrida talab qilingan harakatchanlik jarayonining nazorati qoruvchilarning ishi avtomat yordamida hisobga olib boriladi. Beton qorishma avtomatlashtirilgan tarqatuvchi tizimida qorishmani qoliplash postlariga tarqatish operatorning buyrug'i bilan bajariladi. Operator pultiga talab qilinadigan beton va qorish soni bevosita qoliplash postidan kiritiladi.

Zamonaviy avtomatlashtirilgan beton qurilmalarida beton qorishmasining buyurtma chizmasi perfokarta, jetonlar, yarim o'tkazgichli matrichli kommutatorlar va qorish sonini belgilovchilar qo'llaniladi. Nazorat kartalarida qoldirilgan teshiklarning joylashishi qorishma tarkibi va qorish sonini aniqlab beradi. Dasturli hisoblagich qurilmasiga perfokartalar kiritilganda alohida fotorezistor va mos keladigan rele ishga tushib, miqdorlagichning chiqarish qulfiga signal beradi

Jetonli apparat yordamida boshqarish chizmasida ma'lum beton marakasiga maxsus mos metall jeton apparatning qabul teshigiga – jetonnikka tashlanadi. Jetonnik kanalidan o'tayotgan jeton mikrovklyuchatelni yoqadi va miqdorlagichni harakatga keltiruvchi impuls beradi. Yarim o'tkazgichli matrichli kommutator yordamida boshqarishga operator buyurtma qabul qilib, maxsus kalit bilan talab qilingan qorishma tarkibini, shchetkali pereklyuchatel yordamida qorish sonini teradi.

1.11. Silikat beton qorishma tayyorlash

Ohak-kremnezemli bog'lovchining olinishi silikatbeton qorishma tayyorlanishining o'ziga xos xususiyatidan iborat. Gidratli va qaynama bog'lovchilar ishlab chiqarishning ikki texnologik chizmasi keng tarqalgan, ular bir-biridan ohakning gidratatsiya sharoiti bilan farqlanadi.

Birinchi holatda ohak-kremnezemli bog'lovchi oldindan so'ndirilgan ohakda tayyorlanadi, ikkinchi holatda so'ndirilmagan ohakning gidratsion qotish effektidan foydalaniladi. Bunda yangi qoliplangan mahsulot mustahkamligi va qotishdagi keyingi jarayonlar uchun qulay sharoit yaratilishi ta'minlanadi.

Qaynama chizmasining kamchiliklari: bog'lovchining suvga talabchanligi yuqoriligi, uzoq muddatga saqlash va transportga ortib bo'lmasligi, sanitar-gigiyenik sharoitlarning yomonlashishi, shuningdek, o'ta kuygan ohakning kechikib so'nganligi sababli beton strukturasining qaytarilmas buzilish imkoniyati. Gidrat chizmasi o'ta kuyish xavfini bartaraf qiladi. Gidrat chizmasi bilan olingan ohak-kremnezemli

bog'lovchi uzoq muddat saqlanishi va katta masofaga transportda jo'natilishi mumkin, bunda faolligi yo'qolmaydi. Gidrat chizmasining kamchiliklari: ohakni oldindan gidratatsiyalash va qumni quritish, ohakni so'ndirishda va mahsulotni avtoklavda qizdirishda yuqori darajadagi miqdorda bug'ning talab qilinishi.

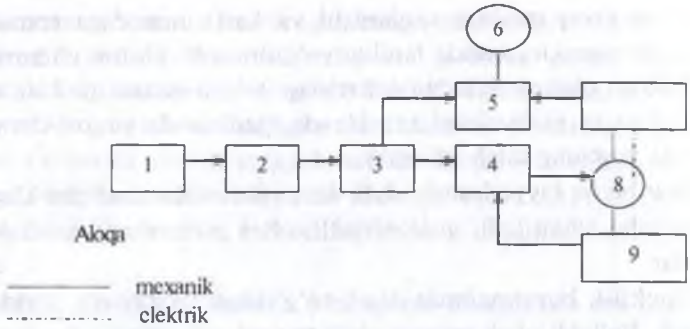
Silikat beton tayyorlashda ohak-kremnizemlidan tashqari klinkersiz bog'lovchilar ishlatiladi: ohak-shlakli, ohak putssolanli va ohak-kulli sementlar.

Ko'pchilik korxonalarda ohak to'g'ridan to'g'ri o'z joyida tayyorlanadi. Bo'lakli ohak maxsus ohak tayyorlaydigan zavodlardan temir yo'l vagonlarida keltiriladi. Ohak lentali konveyer va elevator yordamida silosli omborga tushiriladi. Bo'lakli ohaklarni saqlash uchun temir-betondan 100 t sig'imli siloslar tayyorlanadi. Ular konus asosli tarnovli ta'minlovchilar bilan tushirib olinadi va lentali konveyer sistemasi yordamida maydalashga jo'natiladi, u yerda avval mayda bo'laklarga bo'linadi, keyin bolg'ali maydalagich va quvurli tegirmonda yanchiladi.

Kvars qumi silikat beton ishlab chiqarishda zarur bo'lib, avval omborga tushiriladi, u yerdan qabul bunkerlariga ortiladi va quritiladi. Ombor bunkerlari perimetri bo'yicha bug' registrlari bilan jihozlangan bo'lib, qum yoz faslida quritiladi, qishda esa bo'laklarning muzi eritiladi. Ishlab chiqarishga qumni berishdan avval katta toshli va mayda fraksiyalardan tozalanadi.

Ohak-kremnezemli bog'lovchi olishda qum va ohak sinchkovlik bilan miqdorlanadi, uzluksiz harakatdagi qoruvchida aralashtirilib, lentali konveyer sistemasi bilan tegirmon ustidagi bunkerga uzatiladi, u yerdan quvurli tegirmonga yanchish uchun ta'minlovchilar yordamida yetkaziladi. Shuningdek, ikki bosqichni o'z ichiga olgan ikki pog'onali usul qo'llaniladi.

Birinchi bosqichda qumni alohida maydalash ma'lum dispers (mayda zarralarga bo'lib) darajaga yetguncha olib boriladi. Bunda ohakni yanchish jarayonidagi amortizatsiyalovchi ta'sirga yo'l qo'yilmaydi. Ikkinchi bosqichda bir turdagi qorishma olinguncha birga aralashtiriladi (1.34-rasm).



1.34-rasm. Perfokarta orqali siklik beton qorish tizimini avtomatik boshqarish moslamasining prinsipial chizmasi:
1 – perfokarta; 2 – deshifrator; 3 – releli blok; 4 – kuchlantiruvchi; 5 – pnevmouzatgich; 6 – miqdorlagichning kiritish qulfi; 7 – fotorele strelkasi; 8 – servodvigatel; 9 – orqaga qaytish aloqasi reoxordi.

Gidratli chizmaning qaynama chizmadan farqi shundaki, ohak oldindan davrli yoki to'xtovsiz harakatli gidratorlarda so'ndiriladi. Gidrator bir nechta biri ikkinchisidan yuqori joylashtirilgan, ichida aylanib turuvchi parrakli vallari bo'lgan barabanlardan tashkil topgan. Maydalangan ohak yuqori barabanga uzatiladi, u yerda suv bilan ho'llanadi va keskin aylanuvchi parraklar bilan aralashtirilib, uzun zigzag shaklidagi masofani bosib pastki barabanga tushadi. Gidratorlarda avvaliga plastik massa hosil bo'ladi, keyin kukunga aylanadi. Ohakni momiqqa (pushonkaga) so'ndirish uchun qo'shiladigan suv miqdori ohakning 65–100% ini tashkil qiladi. Ohak-pushonka so'ndirilgandan so'ng tarkibida 5% namlik bo'ladi. Ohak zarralarining maydalovchi jismlarga va tegirmon korpusi devoriga yopishib qolishining oldini olish uchun tarkibida 2–3% namlik qolgunicha quritiladi.

Qaynama (кипелка) chizmada ohak-kremnezemli bog'lovchini ishlab chiqarishda qumni yanchishdan oldin quritish talab qilinmaydi, chunki qum tarkibidagi namlik ohakni qisman gidratatsiyasi uchun sarflanadi. Bunday sharoitda ohakninng ekzotermik effekti susayadi va ishlab chiqarish sharoitida bog'lovchini qo'llash

osonlashadi. Qaynama chizmada olingan ohak-kremnezemli bog'lovchining tez tishlashishining olidini olish uchun gips toshi qo'shiladi. Tishlashishning tezligini paytirish uchun qoruvchiga kiritilgan suv bilan sulfit-drojjali brajkali eritma yordam berishi mumkin. Alohida maydalashda qaynatma ohak gipsli tosh bilan quruq usulda maydalanadi, qum esa ho'l usul bilan yanchiladi.

Tarkibida yuqori darajada ohak bo'lgan kam harakatlanuvchi silikat beton qorishma tayyorlashda qaynama ohakni 50—70% gacha so'ndirish ahamiyatlidir, chunki issiqlik ajralishni kamaytirish va mahsulotning katta hajmdagi yorilishiga olib keladigan deformatsiya oldini olishga to'g'ri keladi. Zarur darajada ohakni so'ndirish uchun silikat beton qorishmasini ikki pog'onali qorishtirishda ma'lum oraliqni ushlab turish bilan erishiladi. Silikat beton qorishma olish uchun majburiy harakatdagi beton qoruvchi qo'llaniladi. Turbulent turidagi qoruvchilarga titratib qorishtiruvchini qo'llash katta samara beradi. Bu usullar bilan qorishda silikat betonning fizik-kimyoviy xususiyatlari keskin yaxshilanadi, mustahkamligi va sovuqqa chidamliligi oshadi, suvga to'yinishi pasayadi. Tajribalardan ma'lumki, silikat beton qorishmasining yuqori darajada bir turliligi og'ir katokli yanchadigan mashinalarda qorishdadir. Bunday usulda qoruvchining qo'llanilishi qorishni ishqalash bilan birga bajaradi, natijada yumaloq ohak-kremnezemli bog'lovchi hosil bo'lishining oldi olinadi va beton qorishmaning yuqori darajadagi bir jinsliligiga erishiladi.

Maxsus qoruvchi mashina — dezintegratorda silikat beton qorishmasini tayyorlash samaralidir. Bu usulda yumaloq qaynama ohak oldindan yanchilmaydi, bo'laklarga bo'lingandan keyin darhol pushonka so'ndiriladi, keyin mo'ljallangan og'irlik qismi qum bilan dezintegratorga uzatiladi, u yerda bir yo'la mexanik ishlov beriladi va quruq qorishma aralashtiriladi. Dezintegrator ishlovidan chiqqan qorishma beton qoruvchida qayta aralashtiriladi, so'ng qoliplash bo'limiga beriladi. Bu usul bilan olingan silikat beton o'ta yuqori pishiqlikka va bir turdagi tarkibga ega bo'ladi.

1.12. G'ovak beton qorishma tayyorlash

G'ovak beton qorishma tayyorlashda qumni yanchish asosiy tayyorgarlik operatsiyasi hisoblanadi. Sharsimon tegirmonda ho'l usul bilan qum tuyuladi. Bunda qumni quritish barabanlarida quritish zarurati yo'qoladi. Qum yanchilganda tegirmonga zichligi 2000–2500 kg/m^3 va namligi 32–35% bo'lgan shlam hosil bo'lguncha suv quyiladi.

Yanchilgan qumning solishtirma yuzasi (sm^2/g) g'ovak betonning zaruriy (kg/m^3) zichligiga qarab belgilanadi:

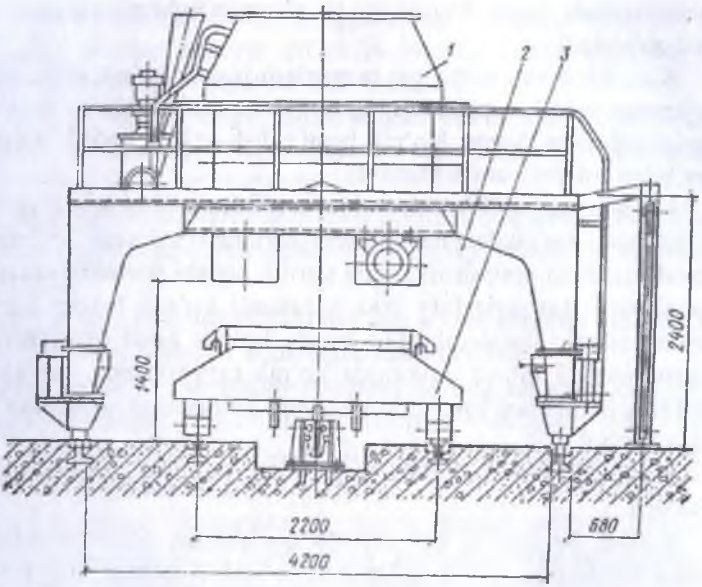
1500–2000 solishtirma yuza uchun zichlik 800;
2000–2300 solishtirma yuza uchun zichlik 700;
2300–2700 solishtirma yuza uchun zichlik 600;
2700–3000 solishtirma yuza uchun zichlik 500 va pastroq.

Yirik yanchilgan qumdan tayyorlangan qumli shlamning zichligi 1,6 kg/l dan kam bo'lmasligi kerak; normal yanchilgan qumli shlam zichligi 1,68 kg/l; rudalarni boyitishdagi ikkilamchi mahsulot shlami zichligi 1,75–1,8 kg/l.

Yanchish jarayonini tezlatish va plastik xususiyatli shlam olish uchun PAV (yuza faol moddalar) qo'shiladi. Gaz hosil bo'lish jarayonini yaxshilash va qorishmaning bir turliligini oshirish maqsadida shlamga yanchishda 3% ohakli sut ko'rinishida ohak qo'shiladi. Gaz hosil qilish uchun alyumin kukunining suvli quyqasi yoki pastasi PAP – 1 xizmat qiladi. Alyumin kukuniga oldindan ishlov berib, tayyorlash jarayonida hosil bo'lgan yog'li plenkasi olib tashlanadi (parafin). Parafinlangan alyumin kukuni zarachalari suv yuqtirmaydi va suvda ho'l bo'lmaydi. Bunday kukunni aralashtirishda qorishmada tekis taqsimlanmaydi, bu esa gaz beton tarkibini yomonlashtiradi. Bundan tashqari parafin plenkasi vodorod ajralib chiqish jarayonini sekinlashtiradi. Alyumin kukuni plenkasini olish uchun elektr pechlarda 200–250°C da to'rt soat davomida qizdiriladi. Kukunni qizdirmasdan oldin unga suv yuqtirmaslik xususiyatini berish uchun suvli eritma PAV bilan ishlov beriladi.

G'ovak beton qorishma tayyorlash uchun bog'lovchi gomogenizatorga tushiriladi, u yerda kamerali nasos bilan sarf bunkeriga uzatiladi. Qumli shlam qorish bo'limining miqdorlagichi ustiga joylashgan shlam-basseynga ortiladi. 4–5 soat davomida ushlanib, mexanik va pnevmatik qurilma yordamida tinimsiz aralashtiriladi, keyin nasos bilan beton qoruvchi bo'limning sarflovchi bakiga uzatiladi.

Gaz ko'rinishdagi qorishma gidrodinamik yoki titratib gaz qoruvchilarda tayyorlanadi (1.35-rasm).



1.35-rasm. Titratib qoliplaydigan qurilma:
1 – SMS–40 rusumli titratib gaz betonni qoruvchi; 2 – o'zi harakatlanadigan portal; 3 – titratish maydoni.

Gidrodinamik qoruvchi 1800 mm katta diametrli beshta parrakli gorizontal val (aylanish chastotasi 100 min^{-1} gacha) va 2 ta 380 mm diametrli gidrovint (aylanish chastotasi 1450 min^{-1}) bilan jihozlangan. Qorish kamerasining sig'imi 5 m^3 ni tashkil qiladi. Qoruvchi portalga o'rnatilgan bo'lib, 8–12 m/min tezlikda siljiydi. Titratuvchi gaz qoruvchining asosiy konstruktiv xususiyati shundaki, uning korpusiga plastinkali ilgakka 2 ta titratgich mustahkamlangan, gorizontal yo'nalgan 0,3–0,5 mm amplitudali tebranish beradi. Qoruvchida qaytaruvchi parraklar va parrakli aylanuvchi val bor. Titratib gaz qoruvchi, shuningdek, harakatlanadigan portalga o'rnatiladi.

Gidrodinamik qoruvchiga avval qumli shlam, keyin suv, bog'lovchi va qo'shimchalar solinadi. Ikki minutlik aralashtirishdan keyin qoruvchiga kerakli miqdorda alyumin kukunining suvli suspenziyasi beriladi va qorishma qo'shimcha 1–2 minut aralashtiriladi. Titratib qoruvchi qo'llanilganda avval qumli shlam va suv solinadi, 30 sekund

aralashtiriladi, keyin bog'lovchi va alyumin kukunining suvli suspenziyasi qo'shiladi.

Ko'pikli beton qorishma tayyorlash texnik ko'pik olish, bog'lovchi va kremnezem komponentining qorishma aralashmasini olish va ularni qorishtirishdan iborat. Ko'pik hosil qilish uchun ko'pik hosil qiluvchi suv bilan intensiv aralashtiriladi.

Ko'pik hosil qilish uchun kleykanifol, smolosaponin va boshqalar qo'llaniladi. Ko'pikdagi havoli uyachalarning o'lchovlari 1—2 mm; ko'pik qorishma bilan aralashtirilganda yorilib ketishi mumkin emas. Bunday qorishmani tayyorlashda ikki barabanli ko'pik beton qoruvchidan foydalaniladi. Barabanlardan birida ko'pik hosil qiluvchining suvli eritmasidan 5 minut davomida ko'pik tayyorlanadi, boshqasida shu vaqtning o'zida bog'lovchi, kremnezem komponent va suvdan qorishma tayyorlanadi.

Ko'pik qorishmali barabanga tushiriladi va aralashma 2 minut qoriladi.

Ko'pik betonning bir qancha qorishmasi o'rtacha qilish uchun oraliq bunkeriga, keyin qoliplarni to'ldirish uchun tarqatuvchi kyubelga tushiriladi. Oraliq bunkerda ko'pik beton qorishmasi 20 daqiqadan ortiq qolmasligi kerak.

1.13. Texnologik jarayonni tashkil qilish asoslari. Umumiy ma'lumotlar

Yig'ma beton va temir-beton buyumlarni ishlab chiqarishdagi texnologik jarayonlar qator mustaqil operatsiyalardan tashkil topib, alohida jarayonlarga birikadi. Operatsiyalar shartli ravishda: asosiy, yordamchi va transportli turlarga bo'linadi.

Asosiy operatsiyalar beton qorishmasining tayyorlanishi va qorishmani tashkil qiluvchi materiallarni tayyorlash; armatura mahsulotlari va tayyor karkaslarning tayyorlanishi, mahsulotlarni armaturalash va qoliplash; qoliplangan mahsulotga issiqlik bilan ishlov berish; tayyor mahsulotni qolipdan ko'chirish va qoliplarni keyingi siklga tayyorlash, ba'zi bir mahsulotlrning yuza qismini pardozlashdan iborat. Asosiy texnologik operatsiyalardan tashqari har bir bosqichda yordamchi operatsiyalar ham bajariladi: suv va bug'larning, siqilgan havo, elektr energiyasining olinishi va uzatilishi, xomashyo va yarim tay-

yor va tayyor mahsulotlarning saqlanishi, operatsiyalar va tayyor mahsulotlarning sifatini nazorat qilish va boshqa asosiy operatsiyalarni bajarish uchun zarur bosqichlar olib boriladi.

Transport vositasi bilan bajariladigan operatsiya (jarayon)lar bu materiallar, yarim tayyor mahsulotlar va tayyor mahsulotlarni holat va qolipini o'zgartirmay ko'chirishdir.

Bajariladigan operatsiyalarga mos qo'llaniladigan asbob-uskunalar bajaradigan vazifasiga qarab asosiy-texnologik, yordamchi va transport deb ataladi.

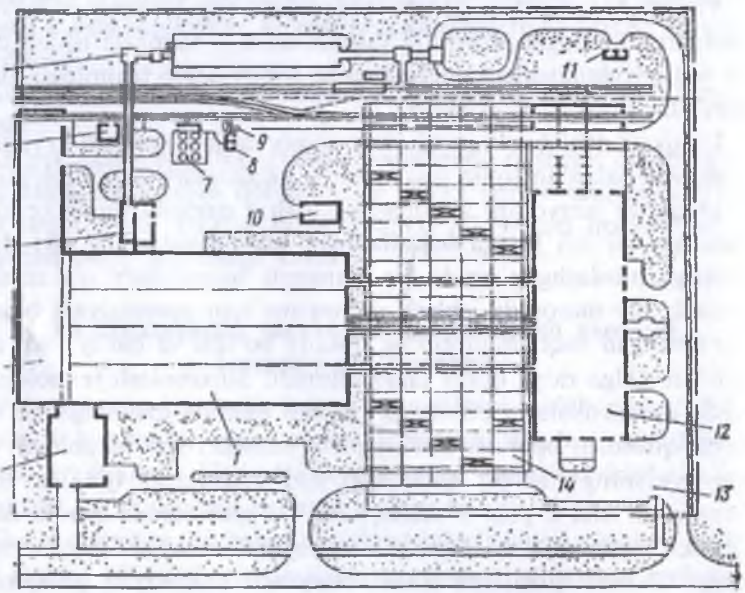
Asosiy va transport asboblarida ma'lum ketma-ketlikda bajarish uchun mo'ljallangan operatsiyalar ***texnologik tizim*** deyiladi.

Yig'ma temir-beton ishlab chiqarishda eng taraqqiy etib rivojlanayotgan texnologik jarayonni tashkil etish — uzluksiz ishlab chiqarish va tayyorlanayotgan mahsulotning turiga qarab texnologik tizimni nihoyatda maxsuslashtirishdir.

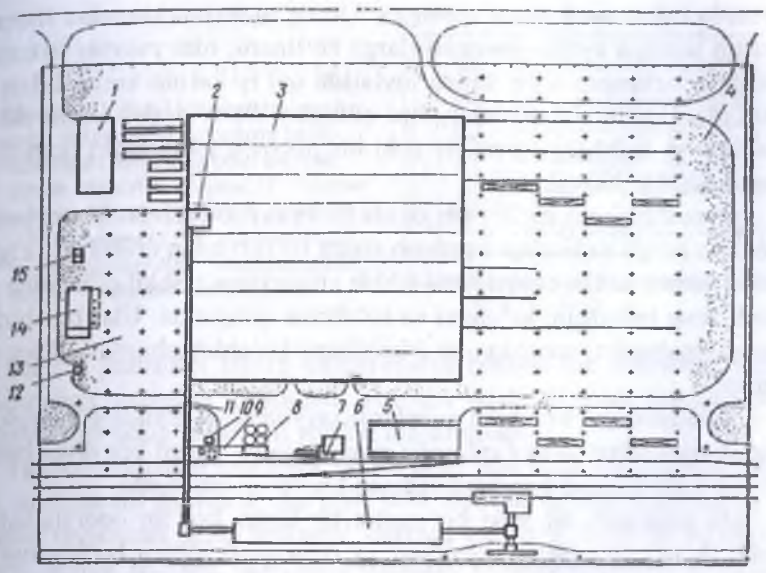
Uzluksiz ishlab chiqarishning asosiy qonun-qoidasi o'rnatilgan asbob-uskunalardan to'liq foydalanish, mexanizatsiya kompleksi, ishlab chiqarish jarayonini avtomatlashtirishni nazarda tutish kerak. Bu qoida har bir ish joyida bajariladigan operatsiyalarning sikl davrini bir-biriga moslashgan holda bir maromda bajarilishini o'z zimmasiga oladi. Bir maromda ishlash uchun ma'lum operatsiyani bajarishda o'rnatilgan vaqt miqdorining doimiy bo'lish va qat'iy vaqt interval bilan siklga rioya qilish talab qilinadi. Sinxronlash texnologik tizimida operatsiyalarni bir-biriga moslab alohida qismlarga bo'lishda har bir qismdagi operatsiyalarning sikl muddati shu texnologik oqim (konveyer)ning har bir qismidagi sikl muddatiga teng bo'lishini ta'minlaydi. Sikl 2 yoki 3 marta katta bo'lgan oqimli qismlarda ishchi yoki moslama o'rni ham mos darajada oshirilishi kerak, chunki boshqa tizimda qismlarda ishlab chiqarish imkoniyati pasaymasligi va qabul qilingan maromda mahsulot olinishi kerak. Uzluksiz oqim mahsulotning qismdan qismga uzatilishida ishlab chiqarish maydonidan unumliroq foydalanish imkonini beradi.

Temir-beton mahsulotlari ishlab chiqariladigan zavod tarkibiga quyidagi: sexlar, inshoot va binolar, bog'lovchi, to'ldiruvchi va po'lat armatura omborxonasi, beton qorish sexi, armatura sexi (tayyor armatura mahsulotlari bilan), qoliplash sexi, beton qotishini tezlashti-

rish, pardozlash va mahsulotlarni yig'ish, yordamchi xizmat va ma'muriy-maishiy binolar, sexlararo va sexlar ichidagi transportlar, vodoprovod (suv manbasi) va kanalizatsiya, issiq va energetik quvvatlar xo'jaligi, nozimxona va aloqa tarmoqlari kiradi. Turli zavod va kombinatlarning bajaradigan vazifalariga ko'ra bosh loyihasi o'zaro bir-biriga yaqin, faqat korxona quvvatiga bog'liq o'lchov, o'rnatish yechimlari va ishlab chiqariladigan konstruksiya nomi bilan farq qiladi. Quyida turli quvvatga ega bo'lgan korxona va kombinatlarning bosh loyihasi yechimi misol tariqasida keltirilgan (1.35 va 1.36-rasmlar).



1.36-rasm. Yirik panelli uysozlik zavodining bosh loyihasi:
1 – asosiy ishlab chiqaruvchi korpus; 2 – ma'muriyat korpusi; 3 – armatura sexi; 4 – beton qoruvchi sex; 5 – qo'shimchalarni tayyorlovchi bo'lim; 6 – to'ldiruvchilarni uzatuvchi galereya; 7 – sement omborxonasi; 8 – emulsion suyuqlik omborxonasi; 9 – yoqilg'i va moylash materiallari omborxonasi; 10 – kompressor xona; 11 – gaz balonlari omborxonasi; 12 – komplektlash bazasi; 13 – panel tashuvchilarning turar joyi; 14 – tayyor mahsulotlar omborxonasi.



1.37-rasm. Sanoat qurilishi uchun yiliga 200 ming kub metr temir-beton mahsulot ishlab chiqaradigan zavodning bosh loyihasi:

1 — ma'muriyat korpusi; 2 — moylashga tayyorlovchi bo'lim bilan beton qoruvchi sex; 3 — asosiy ishlab chiqaruvchi korpus; 4 — tayyor mahsulotlar omborxonasi; 5 — material-texnik omborxona; 6 — to'ldiruvchilar omborxonasi; 7 — qo'shimchalarni tayyorlovchi bo'lim; 8 — sement omborxonasi; 9 — sement o'tkazuvchi quvur; 10 — emulsol suyuqligi omborxonasi; 11 — to'ldiruvchilarni uzatuvchi galereya; 12 — yoqilg'i va moylash materiallari omborxonasi; 13 — po'latni tayyorlash bo'limi; 14 — kompressorxona; 15 — gradirxona (issiq suvni sovitadigan minorasifat xona).

Qoliplovchi texnologik qatorlar beton qotishini tezlatuvchi bo'limlar bilan, shuningdek, armatura tayyorlovchi va armaturali karkaslar qatorini bajaradigan jarayonlar bilan o'zaro bog'liqligini hisobga olib joylashtiriladi.

Ishlab chiqariladigan mahsulot samarasi, asosan, murakkab va ko'p mehnat talab qiladigan asosiy texnologik operatsiyalarning bajarilishi mahsulotni qoliplash va beton qotishini tezlatishga bog'liq. Bu operatsiyalar maxsus mashina, mexanizmlar va asbob-uskunalar qo'llaniladigan texnologik tizimning mahsulot tayyorlash usulini aniqlaydi. Yig'ma temir-beton zavodlarida texnologik jarayonni tashkil

etishda oqim usuli qabul qilingan. Uning mohiyati shundan iboratki, butun jarayon ayrim operatsiyalarga bo'linadi, ular maxsus uskunalar bilan jihozlangan alohida ish joylarida qat'iy ketma-ketlik bilan bajariladi. Har bir ish joyida qabul qilingan ishlov berish usuli, asbob-uskuna va tashkiliy tizim bir yoki bir necha o'zaro yaqin texnologik operatsiyalar bajariladi.

Operatsiyalarni har bir ish joyida to'liq sinxronlash jarayonni yanada detallar bo'yicha boshqa operatsiyalarga bo'lish bilan erishiladi. Yig'ma temir-beton ishlab chiqarishda ishlab chiqarishni tashkil qilishning ikki usuli keng tarqalgan: ko'chma va ko'chmas qoliplarda. Ular biri-biridan qolip, mahsulot, mashina va ishchilarni ko'chish shartlari bilan farq qiladi.

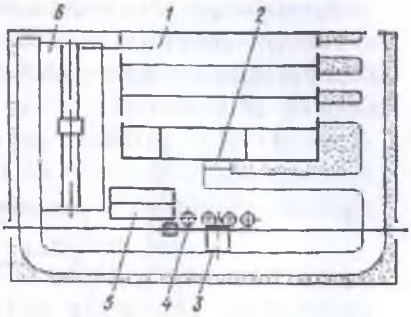
Mahsulotlarni ko'chma qoliplarda tayyorlashda texnologik jarayon 3 asosiy usul bilan tashkil qilinadi: agregat-oqim, yarim konveyer hamda davriy va to'xtovsiz harakatlanadigan konveyer usullarida.

Bu usullarda bir yoki bir necha bir-biriga bog'liq operatsiyalarni bajarish uchun postlar statsionar va ixtisoslashtirilgan bo'lib, uskuna va ishchilar alohida postlarga biriktiriladi. Texnologik jarayonni ko'chmas qoliplarda tashkil etish stend va kasseta usullari bilan bajariladi.

1.14. Agregat-oqim usulini tashkil qilish asoslari

Agregat-oqim usuli bilan ishlab chiqarishda mahsulot vibratsiya (tebratish) maydonida yoki maxsus o'rnatilgan moslamalar — agregatlar, ya'ni qoliplash mashinasi, beton yotqizgich va qolipni qoliplash postiga joylashtirish uchun qo'llanadigan mashinalardan iborat agregatlarda qoliplanadi.

Bu usulda qolipdagi mahsulot oqim bo'yicha surilganda har bir ishchi postida to'xtash zarurati bo'lmay, mahsulot ishlab chiqarishda zarur bo'lgan postlardagina to'xtaydi. Bunday holatda to'xtash muddati har bir postda turlicha bo'lishi mumkin. To'xtash muddati bajarilishi kerak bo'lgan texnologik operatsiyaga sarflanadigan muddatga bog'liqdir. Bu turli postda turli texnologik asbob-uskuna o'rnatish, bir yo'la bir necha turdagi mahsulot ishlab chiqarish imkonini beradi.



1.38-rasm. Yiliga 11 ming kub metr hajmda temir-beton quvurlarni ishlab chiqaradigan zavodning bosh loyihasi: *1 – ishlab chiqarish korpusi; 2 – beton qoruvchi sex; 3 – qabul qilish qurilmasi; 4 – sement omborxonasi; 5 – to'ldiruvchilar omborxonasi; 6 – tayyor mahsulot omborxonasi.*

Bir tur mahsulot ishlab chiqarishdan boshqa tur mahsulot ishlab chiqarishga osongina moslanadi. Agregat-oqim tizimida qoliplar vibromaydonga qolip taxlovchi yordamida uzatiladi.

Texnologik tizim tarkibiga: beton quyuvchi bilan qoliplovchi agregat, armaturani mexanik cho'zish yoki elektrik qizdirish uchun moslamalar tayyorlash, qolip taxlovchi, qotirish kamerasi, qolipdan ko'chirish qismi, texnik nazorat, qoliplarni tozalash va moylash posti, armatura zaxirasining maydoni, zaxira qoliplar, ularni doimiy ta'mirlash va tayyor mahsulotni sinash stendlari kiradi.

Agregat-oqim texnologiyasi yuqori moslashganlik, texnologik va transport vositalarining o'z vazifasini bajarishda manevrligi, issiqlik bilan ishlov berish tartibi bilan farqlanadi. Bu katta nomenklaturali mahsulotni ishlab chiqarishda muhimdir.

1.39-rasmda agregat ishlab chiqarishning umumiy chizmasi, ish posti va asbob-uskunalarning agregat-oqim texnologik tizimdagi joylashishi ko'rsatilgan. Texnologik jarayon, asosan, muayyan ish postlarida bajariladigan quyidagi operatsiyalardan tashkil topgan: mahsulotni qolipdan bo'shatish va ko'rib chiqish, qoliplarni yig'ish; qoliplarni tozalash va moylash, armatura karkasini yotqizish yoki zo'riqtirib armaturalash; qoliplash postida beton qorishmasini yotqizish, taqsimlash va zichlash; mahsulotni kameraga joylash, issiqlik bilan ishlov berish va ularni kameradan chiqarish. Texnologik jarayonning ma'lum qismida operatsiya, asosan, boshqalari bilan bir vaqtda bajariladi. Masalan, mahsulotni qolipdan bo'shatish, ularni ko'rib chiqish va qoliplarni tayyorlash ishlari mahsulotni qoliplash vaqtiga to'g'ri keladi.

etishda oqim usuli qabul qilingan. Uning mohiyati shundan iboratki, butun jarayon ayrim operatsiyalarga bo'linadi, ular maxsus uskunalar bilan jihozlangan alohida ish joylarida qat'iy ketma-ketlik bilan bajariladi. Har bir ish joyida qabul qilingan ishlov berish usuli, asbob-uskuna va tashkiliy tizim bir yoki bir necha o'zaro yaqin texnologik operatsiyalar bajariladi.

Operatsiyalarni har bir ish joyida to'liq sinxronlash jarayonni yanada detallar bo'yicha boshqa operatsiyalarga bo'lish bilan erishiladi. Yig'ma temir-beton ishlab chiqarishda ishlab chiqarishni tashkil qilishning ikki usuli keng tarqalgan: ko'chma va ko'chmas qoliplarda. Ular biri-biridan qolip, mahsulot, mashina va ishchilarni ko'chish shartlari bilan farq qiladi.

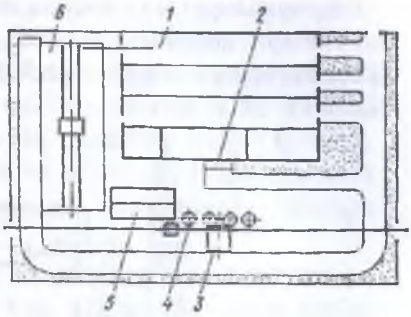
Mahsulotlarni ko'chma qoliplarda tayyorlashda texnologik jarayon 3 asosiy usul bilan tashkil qilinadi: agregat-oqim, yarim konveyer hamda davriy va to'xtovsiz harakatlanadigan konveyer usullarida.

Bu usullarda bir yoki bir necha bir-biriga bog'liq operatsiyalarni bajarish uchun postlar statsionar va ixtisoslashtirilgan bo'lib, uskuna va ishchilar alohida postlarga biriktiriladi. Texnologik jarayonni ko'chmas qoliplarda tashkil etish stend va kasseta usullari bilan bajariladi.

1.14. Agregat-oqim usulini tashkil qilish asoslari

Agregat-oqim usuli bilan ishlab chiqarishda mahsulot vibratsiya (tebratish) maydonida yoki maxsus o'rnatilgan moslamalar — agregatlar, ya'ni qoliplash mashinasi, beton yotqizgich va qolipni qoliplash postiga joylashtirish uchun qo'llanadigan mashinalardan iborat agregatlarda qoliplanadi.

Bu usulda qolipdagi mahsulot oqim bo'yicha surilganda har bir ishchi postida to'xtash zarurati bo'lmay, mahsulot ishlab chiqarishda zarur bo'lgan postlardagina to'xtaydi. Bunday holatda to'xtash muddati har bir postda turlicha bo'lishi mumkin. To'xtash muddati bajarilishi kerak bo'lgan texnologik operatsiyaga sarflanadigan muddatga bog'liqdir. Bu turli postda turli texnologik asbob-uskuna o'rnatish, bir yo'la bir necha turdagi mahsulot ishlab chiqarish imkonini beradi.



1.38-rasm. Yiliga 11 ming kub metr hajmda temir-beton quvurlarni ishlab chiqaradigan zavodning bosh loyihasi: *1 – ishlab chiqarish korpusi; 2 – beton qoruvchi sex; 3 – qabul qilish qurilmasi; 4 – sement omborxonasi; 5 – to'ldiruvchilar omborxonasi; 6 – tayyor mahsulot omborxonasi.*

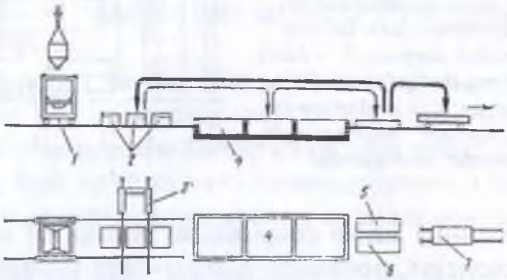
Bir tur mahsulot ishlab chiqarishdan boshqa tur mahsulot ishlab chiqarishga osongina moslanadi. Agregat-oqim tizimida qoliplar vibromaydonga qolip taxlovchi yordamida uzatiladi.

Texnologik tizim tarkibiga: beton quyuvchi bilan qoliplovchi agregat, armaturani mexanik cho'zish yoki elektrik qizdirish uchun moslamalar tayyorlash, qolip taxlovchi, qotirish kamerasi, qolipdan ko'chirish qismi, texnik nazorat, qoliplarni tozalash va moylash posti, armatura zaxirasining maydoni, zaxira qoliplar, ularni doimiy ta'mirlash va tayyor mahsulotni sinash stendlari kiradi.

Agregat-oqim texnologiyasi yuqori moslashganlik, texnologik va transport vositalarining o'z vazifasini bajarishda manevrligi, issiqlik bilan ishlov berish tartibi bilan farqlanadi. Bu katta nomenklaturali mahsulotni ishlab chiqarishda muhimdir.

1.39-rasmda agregat ishlab chiqarishning umumiy chizmasi, ish posti va asbob-uskunalarning agregat-oqim texnologik tizimdagi joylashishi ko'rsatilgan. Texnologik jarayon, asosan, muayyan ish postlarida bajariladigan quyidagi operatsiyalardan tashkil topgan: mahsulotni qolipdan bo'shatish va ko'rib chiqish, qoliplarni yig'ish; qoliplarni tozalash va moylash, armatura karkasini yotqizish yoki zo'riqtirib armaturalash; qoliplash postida beton qorishmasini yotqizish, taqsimlash va zichlash; mahsulotni kameraga joylash, issiqlik bilan ishlov berish va ularni kameradan chiqarish. Texnologik jarayonning ma'lum qismida operatsiya, asosan, boshqalari bilan bir vaqtda bajariladi. Masalan, mahsulotni qolipdan bo'shatish, ularni ko'rib chiqish va qoliplarni tayyorlash ishlari mahsulotni qoliplash vaqtiga to'g'ri keladi.

Agregat-oqim texnologik qatorining ishlab chiqarish mahsuldorligi mahsulotni qoliplash siklining davomiyligi bilan aniqlanadi va u qoliplanayotgan mahsulot o'lchoviga bog'liq bo'lib, keng ko'lamda o'zgarib turadi (5–20 minut).



1.39-rasm. Agregat ishlab chiqarishni tashkil qilish chizmasi:
1 – beton quyuvchi; 2 – seksiyali vibromaydon; 3 – o'zi yurar arava – qoliplarni joylashtiruvchi arava; 4 – qotirish kamerasi; 5 – qolipdan bo'shatish posti; 6 – qoliplarni tayyorlash; 7 – o'zi yurar arava.

Qoliplash va bug'lash sexining ishlab chiqarish texnologik chizmasini tanlashda ishlab chiqariladigan mahsulot nomenklaturasi va ishlab chiqarish hajmini hisobga olish zarur.

Kichik va o'rtacha quvvatdagi kam seriyali temir-beton mahsulotlarini ishlab chiqarish zavodlarida agregat-oqim usulini qo'llash o'zini oqlagan. Katta bo'lmagan ishlab chiqarish maydonida murakkab bo'lmagan asbob-uskuna, kam sarf bilan quriladigan agregat usuli tayyor mahsulotni sexning 1 m^2 ishlab chiqarish maydonidan yuqori hajmda olish imkonini beradi. Bu usul asbob-uskunalarni qayta o'rnatish va bir mahsulotdan ikkinchi mahsulotni ishlab chiqarishga ortiqcha sarf-xarajatsiz o'tish imkonini beradi. Agregat usuli bilan ishlab chiqarishga yopma va orayopma plitalar, silliq va qovurg'ali qoplamalar, vibramaydonda yakka va guruhli qoliplarda, kolonnalarni tayyorlash, qoziq (svay) va 7,2 m gacha uzunlikdagi regellar poydevor bloklari, bosimsiz quvur va shpallar kiradi. Agregat texnologiyasi bo'yicha ko'p bo'shliqli plita, bir bo'shliqli tayanch va qoziqlar vibramaydonda alohida qoliplarga quyilib, vibromexanizmsiz bo'shliqlar qilish, ko'p bo'shliqli plitalar vibromexanizm o'rnatilgan postlarda bo'shliq hosil qiluvchilar ishtirokida qoliplanadi. Agregat

texnologiya bo'yicha rolikli va kamarli sentrifugada qismlarga ajratiladigan va ajratilmaydigan qoliplarda bosimli va bosimsiz quvurlar, bo'shliqli kolonnalar, tirgovichlar, LEP va yoritgichlar tayanchlari tayyorlanadi. Maxsus uskunada vibrogidropresslash bilan bosimli quvurlar ishlab chiqariladi. Tashqi to'siq panellari, lodja ekranlari, zinapoya marshlari zarbli stolda po'lat va nometall qoliplarda; blok xonalar, sanitar-texnik kabinalar maxsus agregatlarda vakuum texnologiyasi yordamida qoliplanadi.

Texnologik jarayonni alohida ko'p miqdordagi element jarayonlarga bo'lish bir ritm jarayoniga rioya qilinganda oqim ishlab chiqarishni tashkil etish mumkin. Bunda zarur transport vositalari bilan ta'minlanadi. Bunday texnologiya yarim konveyer usuliga kiritiladi. Bu usul yuk shitli vibromaydonda yakka yoki guruhli qoliplarda yopma va orayopma plitalarini qoliplashda, shuningdek, tekis va qovurg'ali panellar, kolonna, 7,2 m uzunlikdagi rigellarni qoliplashda keng qo'llaniladi.

1.15. Konveyer usulini tashkil qilish asoslari

Konveyer usuli — takomillashgan oqim-agregat usuli bilan temirbeton mahsulotlarini qoliplashdir.

Texnologik konveyer tizimlar konveyerlar, halqa yo'l bilan suriladigan qolip-vagonchalar, texnologik operatsiyalarning ketma-ket bajarilishi bilan xarakterlanadi. Ishlab chiqarishni tashkil qilishda ushbu texnologik jarayon qator sikllarga bo'linadi, qolip berilgan tezlik bilan harakatlanish chog'ida ketma-ket har bir konveyer postida sikl bajariladi va umumiy zanjir hosil qiladi.

Konveyer majburiy ritm harakatida postga yetib kelish vaqtini aniqlaydigan, ko'p mehnat talab qiladigan siklning bajarilishi uchun zarur, hamma sikllar uchun bir xil muddat bilan ishlaydi. Konveyer texnologiyasi asbob-uskunalarni qulay o'rnatish va ishlab chiqarish maydonidan unumli foydalanish imkonini beradi. Bunda deyarli hamma jarayonlar mexanizatsiyalanadi, ishni yaxshi tashkil qilish ta'minlanadi, alohida ish ritmiga rioya qilinadi.

Issiqlik agregatlari qoida bo'yicha konveyer halqasining qismi hisoblanadi va majburiy ritmda ishlaydi. Bu texnologik postlar orasida

bir xil oraliqni (konveyer qadami) bir xil o'lchovli qolip, issiqlik agregatining yoyilgan uzunligini ta'minlaydi.

Konveyer tizimlar ish turiga qarab davriy va to'xtovsiz harakatdagi tizimga, transportdan foydalanishiga qarab relsda harakatlanadigan yoki rolikli konveyer qoliplar qatoriga, uzluksiz po'lat tizim hosil qiluvchi qoliplar yoki bir qator elementlar va bort uskunalaridan tuzilgan; issiqlik agregatlari joylashishi konveyeriga nisbatan parallel yuzaga qarab, gorizontal yoki vertikal, shuningdek, konveyerning qoliplash qismi o'zagida tashkil topgan. Konveyer texnologiyasi bir turdagi maxsus tizimda ishlatilishi (yopma va orayopma, ichki va tashqi devor panellari), asosan, yuqori quvvatli zavodlar uchun samaralidir. Oddiy hamda zo'riqtirilgan armaturali kolonna va rigellar, sanitar-texnik kabinalar uchun ham konveyerni qo'llash mumkin.

Mahsulot harakatlanadigan uzluksiz konveyer tizimni hosil qiladigan ko'chma poddonlarda ishlab chiqariladi. Konveyerdagi postlar soni ishlab chiqarilayotgan mahsulot turi va ularni pardozlash darajasiga (qoida bo'yicha ular 6—15 ta bo'ladi) bog'liq. Postlar texnologik jarayondagi operatsiyalarni bajaradigan mashinalar bilan jihozlangan. Konveyerning ish ritmi, asosan, 10—22 minut, surilish tezligi esa 0,9—1,3 m/s tashkil etadi.

Konveyer tizimi postlarida quyidagi operatsiyalar ketma-ket bajariladi: qolipni tayyorlash, unga armatura va beton qorishmasini yotqizish, ularni taqsimlash va zichlash, qolipni mahsulot bilan uzluksiz issiqlik bilan ishlov berish kamerasiga uzatish, qolipni mahsulot bilan birga kameradan chiqarish, qolipdan mahsulotni ko'chirish va tayyor mahsulotni tekshiruvdan o'tkazish. Konveyer usuli bilan temir-beton ishlab chiqarish texnologik jarayoni kompleks mexanizatsiyalash, avtomotizatsiyalash imkonini beradi, ishlab chiqarish mahsuldorligini sezilarli oshiradi va texnologik asbob-uskunalardan samarali foydalanish bilan ishlab chiqariladigan tayyor mahsulot soni ortadi.

Bu usulning qo'llanilishi chegaralangan nomenklaturali mahsulot ishlab chiqarishda oqilona yo'ldir.

1.16. Stend texnologiyasini tashkil qilish asoslari

Stend texnologiyasining mohiyati shundan iboratki, mahsulotni qoliplash va ularni qotirish qo'zg'atilmagan holatda maxsus o'rnatilgan stendda bajariladi. Quyuvchi va boshqa texnologik asboblar, shuningdek, ishchi qismlari bir qolipdan ikkinchi qolipga stendda suriladi.

Bu usul katta maydonni talab qilishi bilan birga, ishlab chiqarishni mexanizatsiyalash va avtomatlashtirishning murakkablashishi bilan katta mehnat talab qiladi.

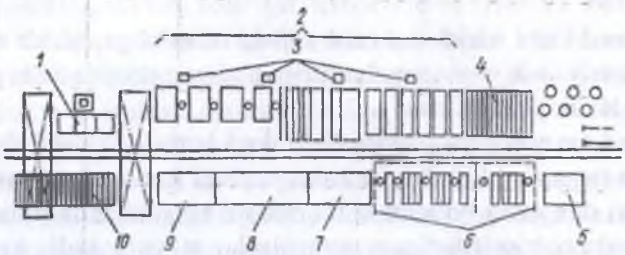
Stend texnologiyasi katta hajmdagi katta o'lchovli-ferma, ikki tomonlama nishabli balka va katta oraliqli konstruksiyalarni, uzunligi 12 m dan ortiq bo'lgan kolonnalarni tayyorlashda juda qulaydir. Stendlarda zo'riqtiriladigan mahsulotlar tayyorlanadi. Ayniqsa, bu usul oldindan zo'riqtiriladigan buyumlar uchun samaralidir, chunki oqim-agregat yoki konveyer tizimida tayyorlanish maqsadga muvofiq emas. Stend usuli asbob-uskunalarga murakkab bo'lmagan oddiy o'zgartirishlar kiritilishi bilan keng nomenklaturali mahsulotlar ishlab chiqarish imkonini beradi. 1.40-rasmda stend texnologiyasining chizmasi keltirilgan.

Mahsulot ishlab chiqarishda stendlarning ikki turi qo'llaniladi: uzun va kalta. Uzun stendlar (paketli va tortuvchi) bir necha mahsulot stend uzunligi bo'yicha bir vaqtda ishlab chiqilganda qo'llaniladi. Armatura paketining turli usullar bilan tayyorlanishi paketli stendlar asbob-uskunasi xususiyatlari, ishlab chiqarishning mexanizatsiyalash darajasini aniqlaydi. Paketli stendda shpallar, svaylar, tayanchlar, tirgovichlar, balkalar va boshqa kichkina ko'ndalang kesimli va armaturalar qulay joylashgan mahsulotlarni ishlab chiqarish samaralidir. Qisuvchi va ushlab qolish moslamalari ixcham o'lchovli va nisbatan yengil, undan foydalanish qulay.

Ko'ndalang kesimi katta bo'lgan eni yoki balandligi mahsulotlar (balka, to'sin (xari), plitalar) katta sterjenli armaturaning yakka yoki guruhli zo'riqishiga talab bo'lsa, tortuvchi stendda bajarish samaralidir.

Kalta stendlarda uzunligi bo'yicha bitta, kengligi bo'yicha bitta yoki ikkita mahsulot ko'pincha gorizontal holatda (ferma, ikki ni-

shabli to'sin) tayyorlanadi. Kalta stendlarda armatura elektr bilan qizdiriladi yoki gidro domkrat bilan cho'ziladi. Uzun stendlar 70 dan 120 m gacha uzunlikda bo'lib, ularda umumiy oldindan zo'riqtirilgan konstruksiyalarda yuklash darajasi chegaralangan va turg'un nomenklaturali mahsulot ishlab chiqarishda foydalaniladi.



1.40-rasm. Tashqi to'siq panellari old ko'rinishini pardozlashning bir qancha turini stend usulida ishlab chiqarish:

1 — fakturli qorishma tayyorlash joyi; 2 — to'siqni qoliplaydigan qism; 3 — bug' yuborish kolonkalari; 4 — mahsulotni tindiradigan va sayqallaydigan post; 5 — o'chiruvchi; 6 — bo'yash va gruntlash posti; 7 — qolipni o'zgartirish posti; 8 — armatura karkasi omborxonasi; 9 — vkladishlar omborxonasi; 10 — tayyor mahsulot.

Bir yoki ikki element uzunligiga to'g'ri keladigan stendlar kalta, 4–15 bir xil elementlar uzunligiga to'g'ri keladigan stendlar uzun stend deb nomlanadi. Kalta stendlarda istalgan zo'riqtirilgan armaturali, uzun stendlarda esa asosan, tolali ingichka armaturali mahsulot ishlab chiqariladi.

Stendda armatura mexanik yoki elektr toki ta'siri bilan cho'ziladi. Texnologik tizim tarkibiga beton tarqatuvchi va unga beton qorishma uzatib beradigan moslama, tebratgich, vibroshtamplar yoki beton quyuvchining qorishmani zichlovchi titratkichi va asbob-uskunalari, mahsulotga issiqlik bilan ishlov berish uchun asbob va uskunalar kiradi.

Kasseta usuli bilan temir-beton konstruksiyalari turli maqsadda tayyorlanishi keng ko'lamda qo'llaniladi. Bu usulning asl mohiyati mahsulotni qoliplash vertikal holatda statsionar guruhli bo'laklarga ajratiladigan metall qolip-kassetalarda mahsulot zarur pishiqlikka ega

bo'lgunga qadar ro'y beradi. Mahsulot ishlab chiqaradigan ishchilar bir kasseta moslamasida mahsulotni qoliplagandan so'ng boshqasiga oladilar, qoliplar soni mosligi uzluksiz ishlab chiqarish oqimini yuzaga keltiradi.

1.17. Beton va temir-beton buyumlarini qoliplash. Umumiy ma'lumotlar

Mahsulotlarning qoliplash jarayoni – ularni yig'ma temir-beton zavodlarda tayyorlashning eng muhim bosqichi bo'lib, u, asosan, mahsulotlarni tayyorlash usulini belgilab beradi. Mahsulotlarning qoliplash jarayoni quyidagi operatsiyalardan iborat: qolipni yig'ish, qolip va bort uskunalarini tozalash va moylash, armatura karkasini qolipga joylashtirish va belgilash, oldindan zo'riqtirilgan temir-beton konstruksiyalarni tayyorlashda qolip tayanchlarga armaturani tortish, beton qorishmasini joylashtirish, taqsimlash va zichlash, shuningdek, mahsulotning yuza qismiga ishlov berish va nihoyat, issiqlik ishlovidan keyin tayyor mahsulotni qolipdan chiqarish.

Qoliplangandan keyin tayyor bo'lgan mahsulot bir jinsli tuzilishdagi beton bo'lib, belgilangan geometrik shakl va o'lchamlarga ega bo'lishi armaturalar va o'rnatish detallari loyihada ko'rsatilgandek joylashishiga, shuningdek, yaxshi sifatli yuz qismiga ega bo'lishi kerak.

Qoliplash sifati, demakki, tayyor mahsulot sifati: qoliplar o'lchamining aniqligi, ularning ishchi yuza qismlari va moylash vositasining sifati, shuningdek, beton qorishmasining reologik xususiyatlari qabul qilingan qoliplash jihozlari va uning ishlash tartibiga to'liq mosligi bilan belgilanadi.

1.18. Qoliplarning turlari

Qoliplarning asosiy vazifasi belgilangan shakl va o'lchamdagi, to'g'ri qirrali va silliq ishchi yuz qismiga ega bo'lgan mahsulot olishni ta'minlash. Qolip konstruksiyasi zaruriy bikirlikka ega bo'lishi kerak. Qoliplar sodda hamda yig'ilganda va ochilganda qulay bo'lishi, elementlari bir-biriga zich yopishib turishi kerak. Qoliplarning o'lchamlardan chetlanishi O'zRST tomonidan belgilanadi. Bunda ular faqat minusli qilib belgilanadi, chunki ekspluatatsiya jarayonida

qoliplarning qisgichlari susayadi, yig'ilgan qolipning zichligi buziladi va mahsulotlarning o'lchami ancha ortadi. Chiziqli o'lchamlardan (uzunlik, kenglik, chuqurlik) chetlanishdan tashqari umumiy va mahalliy egrilikka, yig'ishda qolip elementlari yopishishining zichligi, qirralar o'rtasidagi burchaklarga, shuningdek, ishchi yuz qismiga nisbatan chetlanishlar belgilanadi. Qoliplarning quyidagi belgilariga qarab bir nechta turga ajratish mumkin: ish sharoitidan kelib chiqib qoliplar mahsulotlarni tayyorlash jarayonida ko'chma (kran yoki vagonetkalar yordamida) va qoliplash stendlarida yig'iladigan statsionar turlarga, shuningdek, zo'riqtirilgan qolip turi, bunda armatura tortishdagi zo'riqishni qolip tayanchlari qabul qilinadigan (kuchlangan qoliplar) va zo'riqtirilmagan turlariga ajratiladi. Qoliplar, shuningdek, individual — bir mahsulot va guruhli — bir nechta mashulotlar uchun mo'ljallangan turlarga bo'linadi. Ayniqsa, stend qoliplari ko'p hollarda mahsulotlarga issiqlik bilan ishlov berish uchun ham qo'llaniladi. Ayrim hollarda qolipning almashtiriladigan va ko'chadigan detali uning tag qismi, bortli elementlari esa qoliplash mashinasining ajralmas qismi hisoblanadi.

Mahsulotlarni tayyorlash vaqtidagi holatiga qarab gorizontal va vertikal qoliplarga ajratiladi. Qoliplar tekis va profilli (matritsa shaklida) taglikda, material turi bo'yicha esa metall, temir-beton, yog'och va kombinatsiyalangan bo'lishi mumkin. Konstruktiv imkoniyatlari bo'yicha qoliplar ochiluvchan, ochilmaydigan, ya'ni sharnirli ochiladigan bortli yoki devorli, shuningdek, qisman ochiladigan bo'lishi mumkin.

Texnologik qoliplash uskunalariga avtomatlashtirilgan qoliplash postlarini zudlik bilan ochiladigan mexanizatsiyalashtirilgan bort uskunalari tegishli hisoblanadi; qolipni shakllantiruvchi jihozlar va vositalar (siqiluvchan panjaralar, bo'shliq yaratuvchi vkladishlar, profillashtiruvchi moslamalar, ajratuvchi devorlar, o'rnatish detallarini belgilovchi moslamalar) mansub hisoblanadi.

Eng keng tarqalganlari metall qoliplar; yog'och va temir-betonli qoliplar kam qo'llaniladi. Qoliplar konstruksiyalari va materiallarini to'g'ri tanlash temir-beton mahsulotlarini ishlab chiqishga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Qoliplarni ekspluatatsiya qilishning davomiyligi mahsulotlarni qoliplashtirish davomidagi chidam aylanishlari miqdori

bilan belgilanadi. Metall qoliplar aylanishlarining eng ko'p miqdori issiqlik bilan ishlov berish hisobga olinganda 1000 taga qadar.

Qoliplar xizmat qilishini loyihaviy ta'minlashga ularni to'g'ri ekspluatatsiya qilish bilan erishish mumkin – o'z vaqtida va puxta tozalash, moylash, bo'yash, shuningdek, mahsulotlarni qulaylik bilan qolipdan chiqarish orqali.

Buning uchun qolipning yon yuziga ochiladigan tomonga nisbatan 1:10 va 1:20 qiyalik (uklon) beriladi, boshqa hollarda ochiladigan bortlar va devorlar qo'llaniladi.

Yig'ma temir-beton zavodlarida qoliplarning metalliligi juda yuqori. Ular, odatda, metallilikning va butun texnologik jihozlarning kamida 50% ini tashkil etadi. Shu munosabat bilan ishlab chiqarishning samaradorligida qoliplilikka katta e'tibor qaratiladi. Zavodlarning solishtirma qoliplliligi (qoliplarga talab) 1 m kub loyihaviy quvvatga 14 kg ni tashkil etadi.

Qoliplilik keng turdagi mahsulotlarni tayyorlash uchun moslashtirilgan qoliplarni qo'llashda kamayadi. Qolipning inventar poddoni mahsulotlarning eng katta gabaritlari bo'yicha qo'llaniladi; mahsulotning turi o'zgarganda butun qolip emas, balki uning bort ta'minoti o'zgaradi, uning metalliligi 0,8 t/m kubni tashkil etadi. Demak, tayyorlanadigan mahsulotning turli xilligi qolip o'lchamlarining maksimal o'lchovlarda o'zgarishi bilan kuzatilishi mumkin.

Qoliplarning universalligiga intilish ularni oqim sur'atini buzmasdan sistematik qayta sozlashga olib keladi. Bu holda ishda qoliplarning zaruriy minimal miqdori bo'ladi, boshqa qoliplar esa qayta jihozlanadi va ehtiyojga qarab ishlab chiqarishga kiritiladi.

Qoliplarning ishlab chiqarishdagi bandligi amaliy qo'llanishning maksimal imkoniyati nisbatiga teng bo'lgan qolipni qo'llash koeffitsienti bilan aniqlanadi.

Dasturda belgilangan mahsulotlar komplektini chiqarish uchun qoliplarning kerakli miqdori quyidagi formula bilan aniqlanishi mumkin:

$$N^{f}_{kompl} \times Q/Q_{max} = Q/TSmQ_{sm}$$

Bu yerda Q – dasturda belgilangan mahsulotlar komplektini

chiqarish uchun qoliplarning aylanishlari miqdori; Q_{max} – mahsulotlar komplektini chiqarish davomida qoliplarning mumkin bo'lgan maksimal aylanishlar miqdori; T – mahsulotlar komplektini chiqarishning davomiyligi, sutkada; Sm – smenalarning sutkadagi soni; Q_{sm} – qolipning smenada aylanishlar soni.

Qoliplarning aylanishi. Qoliplar ekspluatatsiyasining davomiyligi aylanishlar soni bilan aniqlanadi. Metall qoliplarning mahsulotlarga issiqlik ishlovini bergandagi normal aylanishlanishi 1000 aylanishni tashkil etadi. Qoliplar aylanishlanishining davomiyligi mahsulotlarni tayyorlash siklining uzunligiga mos keladi, umumiy ko'rinishda u quyidagi formula bo'yicha hisoblab chiqilishi mumkin:

$$T_{q.\,ob}=T_{q.\,op}+T_k+St_{k.t}$$

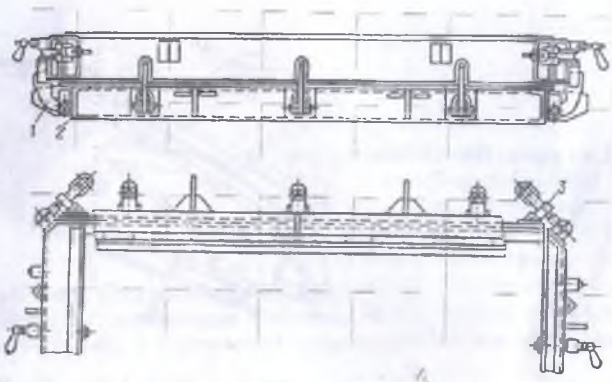
Bu yerda $T_{q.op}$ – qoliplash operatsiyalarining o'rtacha davomiyligi; T_k – kamerada ishlov berishning davomiyligi; $St_{k.t}$ – qolipni betonlashga tayyorlash vaqti.

Texnologik jarayon uchun qoliplar soni ishlab chiqarish turi va issiqlik agregatining turiga bog'liq (siklli, to'xtovsiz). Qoliplar temir-beton mahsulotlardagi umumiy tannarxining solishtirma qiymati 7–15% ni tashkil etadi.

1.19. Qoliplarning konstruksiyalari

Poddon va bortli metall qoliplar zavodlarda eng keng tarqalgan: ularda plitalar, balkalar, ustunlar va asosan, agregat ishlab chiqarishdagi boshqa mahsulotlar tayyorlanib, bu qoliplarni ko'chirish bilan bog'liq. Shuning uchun qoliplar bikir, nisbatan yengil, ko'chirilganida deformatsiyalanmaydigan bo'lishi kerak. Sharnirli ochiladigan bortli qoliplar ko'p kovakli nastillarni, tashqi devorlarning panellari va boshqa mahsulotlarni tayyorlash uchun qo'llaniladi. Bundan tashqari ochiladigan bortli soddalashtirilgan qoliplar (1.41-rasm), shuningdek, eshik va deraza o'rinlari uchun bo'shliq yaratuvchi vositalar qo'llaniladi.

Metall qoliplarning poddonlari (tagliklari) №14–18 shveller va 8–10 mm qalinlikdagi list po'latdan tayyorlanadi. Poddonlardagi kesishuvchan panjaralar konstruksiyalarning bikirligini sezilarli darajada oshiradi. Bort elementlari shvellerlardan, burchaklardan yoki listli po'lat va burchaklar tarkiblaridan tayyorlanadi. Poddonga bort, odatda, quvursimon yoki plastinkali sharnirlar yordamida biriktiriladi.

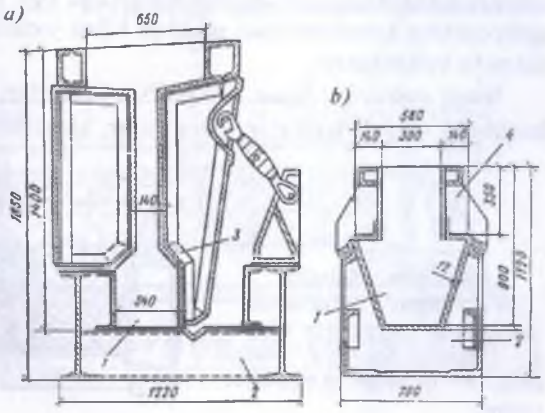


1.41-rasm. Devorlari tashqariga ochiladigan qolip: *1 – devorning tag asos bilan sharnirli bog'lanishi; 2 – tag asos (poddon); 3 – burchak qulfi.*

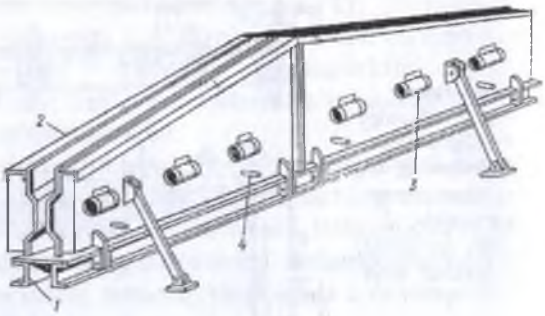
Qolipning uzun va ko'ndalang bortlari o'zaro turli sistemadagi qulflar bilan biriktiriladi.Tortiladigan qulflar bortlarning puxta mahkamlashuvini ta'minlaydi va ular vibratsiya ta'sirida ochilib ketmaydi. Klin (pona) tipli qulflar sodda va ekspluatatsiya qilganda ishonchli, ammo ishlash davomida ko'p mehnat talab qiladi va qoliplarning deformatsiyalanishiga olib keladi. Eng sodda turi kiyiladigan qulflar hisoblanadi.

Qoliplarning ko'chirilishida ularni ko'tarish uchun poddonlarga yopishtirilgan ko'taruvchi ilgaklar uning oxiridan beshdan bir masofada joylashadi; qisqichlar tomonlardan chiqib ketishi va qolipning gabaritlarini kattalashtirmasligi kerak.

1.42-rasmda zo'riqtirilgan balkalarni tayyorlash uchun qoliplarning kuchlangan turlari ko'rsatilgan. Qoliplarning konstruksiyasi ar-



1.42-rasm. Uzunligi 12 metrli oldindan zo'riqtirilgan kranosti balkasi (a) va rigel (b)ni tayyorlash uchun mo'ljallangan kuchlangan qoliplar: *1 – mahsulot; 2 – qolipning zo'riqtiruvchi qismi; 3 – yechiladigan devor; 4 – ochiladigan devor.*



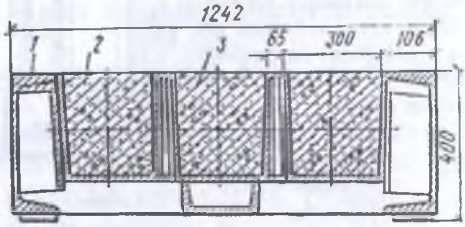
1.43-rasm. Ikki nishabli balka uchun qolipning umumiy ko'rinishi: *1 — tag asos (poddon); 2 — bug' o'tkazgichli bo'ylama devor; 3 — osma tebratgich; 4 — bug' chiqariladigan trubka.*

matura kuchlanishini qabul qilish va uning qolipda mustahkamlanishiga mo'ljallanadi.

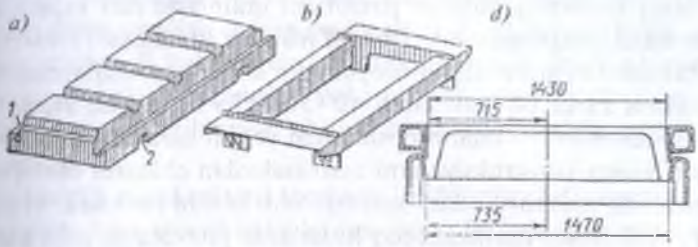
Yig'ma-ochiladigan qoliplar, asosan, balandligi kenglidan kattaroq bo'lgan yupqa tavr kesimli kran osti balkalari, ikki skatli yopish balkalari va h.k. konstruksiyalarni tayyorlash uchun ishlatiladi. Yechiladigan tavr kesimli metall qolip poddon, ikki yon va ikki chetki yopqich (shit)lardan iborat. Tagi shvellar bilan yopishtirilgan, yon yopqichlar esa bikir qovurg'alar bilan kuchaytirilgan bo'ladi. Shveller va yon yopqichlarda dumaloq teshiklar yasalgan, ular orasidan boltlar o'tkazilib, po'lat simlar bilan buraladi; shu orqali butun qolipning bikirligi ta'minlanadi.

Bikir beton qorishmalarning ishlatilishi qoliplangandan keyin zudlik bilan bort ta'minotini olish imkonini berishini inobatga olib, ochiladigan va suriladigan ta'minotlar ancha ratsional bo'lib, ular amaliy cheklanmagan aylanishlanishga ega bo'ladi. Ochilmaydigan qoliplarning konstruksiyasi poddon bilan yaxlitlikni tashkil etadi (1.44-rasmda keltirilgan).

Borti ochilmaydigan qoliplar qoliplardan chiqarish imkoniyatini beruvchi (tavrli balkalar, progonlar, shpallar va h.k.), yon yuzalari



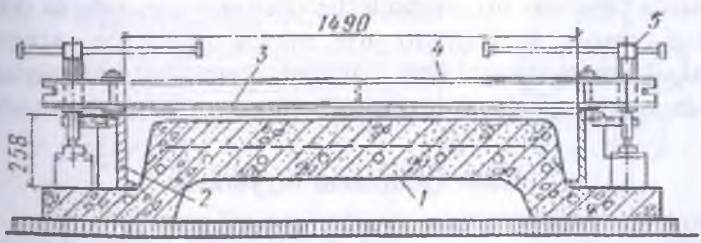
1.44-rasm. Oldindan zo'riqtirilgan 3 dona beton qoziq (svay) tayyorlash qolipi: *1 — qolipning devori; 2 — beton qoziq; 3 — oldindan zo'riqtirilgan sterjen.*



1.45-rasm. Orayopmalar (plita) uchun yig'ma qolip:
a – tag asos (poddon); b – yechiladigan tutib turuvchi (обечайка); d – yig'ilgan qolipning kesimdagi ko'rinishi; 1 – devorchalar (бортик); 2 – ilgak uchun tuynuklar.

qiya bo'lgan mahsulotlarni stendlarda ishlab chiqarishda ishlatiladi. Bortli yig'ma-ochiladigan qoliplar stendlarda murakkab konfiguratsiyadagi mahsulotlarni, shuningdek, tekis va qovurg'ali panellarni tayyorlash uchun qo'llaniladi. Yarim bortli va ochiladigan ramali qoliplar (1.45-rasm) PKJ plitalarini, ko'p kovakli panellar va boshqa mahsulotlarni tayyorlashda ishlatiladi.

Yirik o'lchamdagi yupqa devorli plitalar, panellar, yig'ma sirtlarning egri elementlari va boshqa shu kabi konstruksiyalarni ishlab chiqish uchun ochilmaydigan temir-beton qolip-matritsalar qo'llaniladi. Ular, odatda, M 200–M 300 markali betonlardan tayyorlanadi. Matritsaning ishchi yuzidan 25–40 mm masofada beton qalinligida 3/4–1 diametrli metall quvurli isitish registri qo'yiladi. Ishchi yuz qismiga 1:2–1:3 tarkibdagi sement-qum qorishmasi bilan ishlov beriladi.



1.46-rasm. Yupqa devorli qovurg'ali plita uchun temir-beton matritsa:
1 – matritsa; 2 – metall devor; 3 – plita; 4 – traversa; 5 – burama vintli domkrat (ko'targich).

Yupqa devorli qovurg'ali panellarni qoliplashtirish uchun metall bortlar bilan jihozlangan temir-beton matritsa ishlatiladi (1.46-rasm).

Mahsulotlarni avvaldan moylangan silliq matritsalardan chiqarish uchun zarur bo'lgan kuch 40–50 MPa ni tashkil etadi. Katta yuzali elementlarni chiqarib olish kuchi yetarli darajada katta, bundan tashqari yupqa konstruksiyalarni matritsalardan chiqarib olishda notekis kuchning ishlatilishi darz ketishga olib kelishi mumkin. Shu sabab vintli domkratlar, murakkabroq holatlarda pnevmatik yoki gidravlik siqib chiqaruvchilar qo'llaniladi, ular mahsulot ust qismida teng joylashtiriladi.

Metall-yog'ochli qoliplar nostandart mahsulotlarning katta bo'lmagan partiyalarini ishlab chiqishda qo'llaniladi (100 donagacha). Yog'ochdan qolipning asosiy elementlari (poddonlar, yon devorlar va b.), metalldan esa barcha bog'lovchi qismlar (qulflar, sharnirlar, yopqichlar va b.) tayyorlanadi. Yog'ochdan tayyorlangan poddonlar va bort elementlari bikir qovurg'a yoki metall karkaslar yordamida kuchaytirilishi mumkin.

Temir-beton mahsulotlarning ust qismi sifatini yaxshilash uchun qoliplarning ishchi ust qismi shpatlevka bilan qoplanishi va ikki marotaba etinol loki yoki nitroemal bilan bo'yalishi kerak.

Qoliplarning bog'lash elementlari, bikirligi, o'lchamdan chetlashishi xuddi metall qoliplarniki kabi.

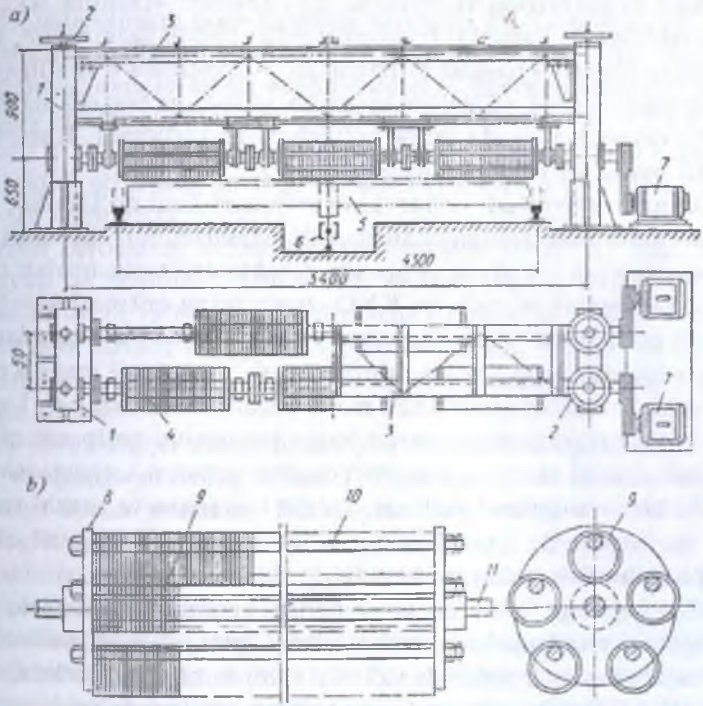
Yuqori sifatli yog'och qoliplarning ishchi ust qismlari polimerlar bilan qoplanadi va boshqa qismlari namlanishdan himoyalanadi. Relefli mahsulotlar yoki murakkab chizmali mahsulotlar shishali plastik qoliplarda va polimerli ishchi qatlamdagi temir-beton qoliplarda tayyorlanadi; mahsulotlar sifatining bir xilligida ikkinchi holatda smola sarflanishi bir necha marotaba qisqaradi, shishaipakning sarflanishi ham kamayadi. Temir-betonli qoliplar turli shakldagi va maqsaddagi mahsulotlarni tayyorlash uchun qulay.

1.20. Qoliplarni tayyorlash

Qoliplarni va qoliplash jihozlarini toza saqlash nafaqat ularni ekspluatatsiya qilish muddatini uzaytirish, balki yuqori sifatli mahsulotlarni tayyorlashni ta'minlash uchun ham muhim. Har bir qoliplash siklidan keyin qoliplar tozalanadi va moylanadi. Buning uchun

mashinalar, moslamalar va moylash materiallari qo'llaniladi. Qoliplar va poddonlarni tozalash uchun po'lat simli silindrik cho'tkalar, abraziv toshlari va metall halqalardan qilingan inersion frezlar ishlatiladi. Qattiq cho'tkali mashinalar yoki abraziv toshlar 2–3 oyda bir martadan ko'p ishlatilmaydi, chunki bunday tozalashda metall yemirilib ketadi.

Ko'pincha poddonlarni tozalash inersion frezali mashinalar bilan bajarilib, ular metall halqalardan iborat bo'ladi va beshta halqada erkin osilib turadi (1.47-rasm). Freza aylanishida halqa poddonning yuz qismiga zarb bilan tegadi va unda qolgan sement qorishma yuqini



1.47-rasm. Tag asos (poddon)ni tozalash mashinasi:
a – umumiy ko'rinish; b – inersion frezlar bloki; 1 – tirgak (stoyka); 2 – balandlikni boshqaruvchi mexanizm; 3 – ferma; 4 – inersion frezlar bloki; 5 – tag asos (poddon); 6 – konveyerning uzatma (privod) moslamasi; 7 – elektrodvigatel; 8 – flanets; 9 – shayba-freza; 10 – metall tayoq; 11 – val (o'q).

yemiradi. Tozalash mexanizmi ikki parallel joylashgan vallardan tashkil topib, unda shaxmat tartibda inersion frezlarning bloklari joylashtiriladi. Frezning aylanish chastotasi 300–350 min^{-1}. Poddonga frez bilan ishlov berilgandan keyin ajralib chiqqan bo'lakchalar metall shetkalar yordamida tozalanadi.

Poddonlarni ikki chizma bo'yicha tozalash mumkin: birinchisi – mashina poddon ustidan yurganda; ikkinchisi – agar poddon mashina ostida yursa; ikkinchi chizma konveyer texnologiyada qulay hisoblanadi.

Kasseta qoliplarining ajratuvchi devorlarini tozalash uchun yuradigan silliqlashtiruvchi mashina qo'llaniladi. Mashina ikki dona silliqlashtiruvchi kallaklar (головка) bilan jihozlangan bo'lib, ularga uchtadan abrazivli toshlar biriktirilgan. Aravachada o'rnatilgan kallak vertikal tarzda yo'nalish bo'yicha yuradi, u esa o'z navbatida yuqori tayanch ramada otsek bo'yicha harakatlanadi. Kasseta devorlari oyida bir marta silliqlashtiriladi.

Qoliplarni tozalash uchun kimyoviy usul ham qo'llanilib, u qator kislotalar xususiyatlariga asoslanadi. Masalan, tuzli kislota (xlorid kislota) sement plenkani yemiradi. Reaksiyani tezlashtirish uchun 0,2% qorishmali $NaNO_2$ va KNO_2 tuzlarining eritmasi katalizator sifatida qo'llaniladi. Kimyoviy tozalashni bir yilda bir martadan kam bo'lmagan miqdorda amalga oshirish kerak. Qoliplarni maxsus postda xavfsizlik texnikasi qoidalariga rioya qilgan holda tozalash kerak.

Temir-beton mahsulotlari sifatiga betonning qolip ust qismiga yopishib qolishi ta'sir ko'rsatadi. Yopishib qolishni kamaytirish usullaridan biri – moylarni qo'llash. To'g'ri tanlangan va yaxshi surilgan moy mahsulotning ajralishini yengillashtiradi va uning ust qismini silliq holda olish imkonini beradi.

Moy quyidagi talablarga javob berishi kerak: sovuq va issiq (40 – 50°C gacha) yuzalarga sochuvchi moslama (распылитель) yoki cho'tka bilan uzluksiz yupqa qatlamda (0,1–0,3 mm) surtiladigan bo'lishi; metall qolip bilan yetarlicha adgeziyaga ega bo'lishi; qotayotgan betonga yomon ta'sir qilmasligi; yetarli darajada suvga chidamli va beton bilan aralashib ketmasligi, mahsulotlarda dog'larni qoldirmasligi, qolipning ishchi ust qismini korroziyaga olib kelmasligi, sexlarda antisanitar holatlarni keltirib chiqarmasligi va yong'indan xavfsiz bo'lishi kerak.

Zavodlarda moyning uch turi ishlatiladi: suvli va suv-moyli suspenziyalar, suv-moyli va suv-sovunli emulsiyalar, mashina moylari, neft mahsulotlari va ularning aralashmalari.

Suspenziyalar – eng sodda moy turi bo'lib, ular zavodlarda boshqa moylash vositalari yo'q bo'lgan hollarda ishlatiladi. Ularga ohakli, bo'rli, tuproqli va shlakli (mozaika mahsulotlarni silliqlashtirishda olinadigan chiqindilardan tayyorlanadigan)lar tegishli. Ammo bu suspenziyalar tez yuviladi.

Emulsion moylar. Eng chidamli va tejamli suv-moyli emulsion moylar, masalan, nordon sintetik emulsol ESK asosida tayorlanadi. Emulsol vereten moyidan (35%) va yuqori molekulyar sintetik kislota (5%)dan olingan qora-jigarrang suyuqlik. EKS emulsolidan bevosita emulsonli («moy suvda») va qayta emulsolli («suv moyda») tayyorlanadi; oxirgisi suvga ancha chidamli. Bevosita emulsolli emulsion moy tarkibi quyidagicha: yumshoq kondensatli suv – 90 *l*, EKS emulsoli – 10 *l*, kalsiylashtirilgan soda – 700 g; qayta emulsolli moy tarkibi: ohakning suvdagi eritmasi (1 g ohakka 1 *l* suv) – 53 *l*, suv – 27 *l*, emulsol – 20 *l*.

Ayrim zavodlarda avtotraktor transmission moyining (nigrol) suv emulsiyasi va sovunnaft ishlatiladi; oxirgisi o'rniga ayrim hollarda emullashtiruvchi va barqarorlashtiruvchi komponent sifatida soapstok yoki xo'jalik sovuni chiqindilari ham ishlatiladi. Nigrol o'rniga avtolni ishlatish mumkin, bunda uning moylashdagi miqdori 1,5–2 martaga ortadi.

Suv-sovun-moyli emulsion moylar kassetali qoliplar uchun ishlatishi maqsadga muvofiq; ularni 100 gradusdagi metallning issiq ust qismlariga surish mumkin. Bu moylar qoliplarning devorlarida kuyish dog'larini qoldirmaydi va yengil tozalanadi. Qoliplarning ichki burchaklariga emulsiya surish qiyin kechadi, shu sabab ular avtol va solidol bilan moylanadi.

Mashina moylari, neft mahsulotlari va ularning aralashmalari moylash vositalarining alohida guruhini tashkil etadi. Avtol, solyar, vereten, ishlatilib bo'lgan moylar va ularning kerosin bilan 1:1 massadagi arashamalari keng ishlatiladi. Solyar moyidan, solidol va kuldan (yoki kukunsimon ohakdan) olingan moylash vositasi 1:0,5:1,3 massadagi nisbati qolipdan tez yechilishni ta'minlab beradi. Bug'lantirganda solyar moyi qariyb to'laligicha uchib ketadi, beton

va qolip orasida esa osonlik bilan tozalanadigan poroshok qatlami qoladi. Petrolatum-kerosinli moy ko'plab zavodlarda qo'llaniladi, u betonning qolip bilan yopishib qolishini yengillashtiradi, dog'lar qoldirmaydi, defitsit emas, saqlashda qatlamlashib ketmaydi, past haroratda ham ishlatish mumkin. Solyar moyida yoki kerosinda eritilgan petrolatum va nigrol moyining kamchiligi shundaki, og'iz va burun bo'shlig'iga yomon ta'sir ko'rsatadi. Bu kamchilikni bartaraf etish uchun moylash mashinalar ustiga maxsus qalpoqlar o'rnatiladi.

Moylarni tayyorlash, shu jumladan, emulsiyalar turli qorishtirgichlar yordamida ultratovush yoki mexanik emulgatorlardan foydalangan holda ishlab chiqiladi.

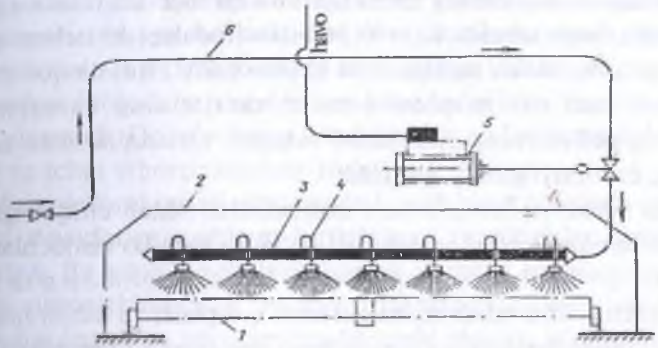
Nigrol-sovunli emulsiya va EKS emulsoli asosidagi bevosita emulsiya AD–6 akustik dispergatorda tayyorlanadi, uning asosiy elementi gidrodinamik o'zgartiruvchi yoki suyuqlik vositasi yordamida olinadi.

Gidrodinamik o'zgartiruvchi soplo va uning oldida mustahkamlangan metall plastinkadan iborat bo'lib, u suyuqlikning soplodan o'tishida tebranadi. Suyuqlikning o'tish tezligi va soplo bilan plastinka o'rtasidagi masofa eng ko'p chastotali chayqalishlar rejasida olinadi (18–22 ming Gts). Akustik dispergator yopiq sikl bo'yicha ishlaydi. Komponentlar bakka yuklatiladi, suyuqlik gidrodinamik o'zgartiruvchidan o'tkaziladi va yana bakka tushadi. Aralashtiruv 10–15 minut kechadi, bunda suyuqlik tizim orqali 4–5 marta o'tadi. Tayyor emulsiya xarajat bakiga yetkaziladi, undan esa 0,4–0,5 MPa bosim ostida sochuvchi moslamaga uzatiladi. Uni xona haroratida 3 sutkagacha saqlash mumkin.

Kerosindagi mashina moyi qorishmasi kabi bir xil mahsulotlardan moylarni tayyorlashda parrakli qorg'ich ishlatiladi. Quyuq surtma yoki qattiq modda (mas., petrolatum) turdagi materiallar avval tomchi-suyuqlik holatiga qadar eritiladi, shundan keyin isigan materialga aralashtirishda kerosin quyuladi. Bunday moy qatlamlashib ketmaydi va ancha uzoq saqlanadi. Ohakli, bo'rli va boshqa suspenziyalar oddiy parrakli qorg'ichlar (qorishma qorg'ich) yoki kraskoterkalarda tayyorlanadi. Suspenziyalarni uzoq saqlash kerak emas, chunki ular nisbatan tez cho'kadi.

Qoliplarning ust qismiga moylar turli sochuvchi moslamalar bilan sochiladi (1.48-rasm), ularni qo'llash noqulay bo'lgan joylarda

esa maxsus mexanizmlar qo'llaniladi. Agar moylash uchun siqilgan havo qo'llansa, ancha yupqaroq sochish va katta shaklga erishish mumkin. Moy sarfi uning konsistensiyasiga, qolip konstruksiyasi va turiga (gorizontal yoki vertikal), moy surish usuliga (qo'l yoki mexanik), surtiluvchi yuza qismining sifatiga bog'liq.



1.48-rasm. Moylash jarayoni amalga oshiriladigan postning tuzilishi:
1 – moylanayotgan poddon; 2 – moy purkaydigan moslama uchun kamera; 3 – taqsimlovchi quvur; 4 – forsunkali sifon; 5 – pnevmatik silindr; 6 – ishchi quvur (havo).

1.21. Mahsulotlarni qoliplash usullarining tasnifi

Yig'ma temir-beton konstruksiyalarini qoliplash umumiy mehnat xarajatlarining 40% ini tashkil etadi. Qoliplash siklining unumdorligi texnologik liniyaning unumdorligini belgilab beradi. Qoliplashning qabul qilingan usuli esa ko'pincha korxona ishining umumiy samaradorligini belgilaydi.

Qoliplashning texnologik vazifalari mahsulotlar belgilangan o'lcham va shaklga, betonning maksimal zichligi va tekis tuzilmasiga ega bo'lishini ta'minlashi zarur. Bu vazifalar mahsulotlarni qoliplashda zichlashtirishning turli usullari yordamida hal etiladi. Qoliplash jarayoni quyidagi operatsiyalarni o'z ichiga oladi: qolip va qoliplash elementlarini o'rnatish; beton qorishmasini joylash, taqsimlash, zichlash va ochiq ust qismini tekislash va tayyor mahsulotlarni qolipdan chiqarish. Beton qorishmalari, qolip va qoliplash uskunala-

riga bo'lgan talablarga rioya etilganda qoliplash jarayonining sifatli bajarilishini ta'minlash mumkin.

Beton qorishmasining qoliplash sifatlari O'zRST 10181–96 «Betonlar. Beton qorishmasining harakatchanligi va bikirligini aniqlash usullari» bilan tartibga solinadi. Beton qorishmasining harakatchanligi va bikirligi mahsulotning zichlanishi butun hajmida tekis va zichlanish koeffitsienti kamida $K_z = 0,96$ bilan ifodalanishi uchun qabul qilingan qoliplashtirish usuliga mos kelishi zarur. Bunda qorishmalardagi minimal suv miqdori sement xarajatining kamayishini ta'minlaydi, qoliplarning aylanishini oshiradi va issiqlik bilan ishlov berishning davomiyligini qisqartiradi.

Yig'ma beton va temir-beton mahsulotlar ishlab chiqarilganda zavodlarda harakatchanligi va bikirligi bo'yicha turli ko'rsatkichlardagi qorishmalar qo'llaniladi: suyuqdan (OK 16 >sm) tortib to o'ta bikir (J>200 s)gacha. Shu sabab mahsulotlarni qoliplash va beton qorishmalarini zichlashtirishda qo'llaniladigan vositalar va tartiblar turlicha. Beton qorishmasini zichlashtirishning mavjud usullari va vositalarini turli belgilar bo'yicha tasniflash mumkin. Mexanik ta'siri bo'yicha ularni bir necha guruhga ajratish mumkin:

1. ***Quyish usuli bilan qoliplash***. Agar beton qorishmasi bilan qolipning to'lishi tashqi kuchlarning ta'sirisiz o'z massasining harakatlari bilan amalga oshirilsa qo'llaniladi. Bunda qolip to'ldirilgach faqat mahsulotning ochiq qismini tekislash zarur bo'ladi. Quyish uslubi juda harakatchan, asosan, yacheykali qorishmalarda amalga oshiriladi. Quyiladigan qorishmalar mahsulotlarni qoliplash uchun katta energiya xarajatlari va mehnatni talab etmaydi.

2. ***Presslashni qo'llash bilan qoliplash*** sezilarli ichki ishqalanishga ega va qoliplarda bo'lakchalarning o'ta qulay joylashishi va zichlashishini talab etuvchi xususiyatlarga ega bo'lgan bikir va o'ta bikir beton qorishmalarini ishlatganda samarali hisoblanadi. Presslash tamoyili quyidagi qoliplash usullari asosida yotadi: quvur va quvurimon konstruksiyalarni tayyorlashda o'qli va radial presslash; rolikli presslash; vakuumlab presslash. Mahsulotlarni presslash yo'li bilan qoliplash zich va mustahkam betonlarni olish imkonini beradi, ammo katta enegriya xarjatlarini talab qiladi.

3. ***Vibratsiya usullari*** harakatchan, kam harakatlanuvchi va mo'tadil bikir qorishmalardan tayyorlanadigan mahsulotlarni qoliplashda qo'llaniladi. Bu usulning mohiyati shundaki, mexanik chayqalishlar qorishmaning alohida bo'lakchalari o'rtasidagi aloqani buzish orqali ular o'rtasidagi bog'lanish uziladi. Bunda nisbatan bikir qorishmalar o'ziga xos og'ir suyuqlikka aylanib, vibratsiya sharoitida oqish xususiyatlariga ega bo'ladi. Qorishma qolipda oqadi, qattiq faza bo'lakchalari esa og'irlik kuchi ta'sirida pastga tushadi, eng ko'p hajmni egallashga intiladi va yuz qismga havo ko'piklari va ortiqcha suvni siqib chiqaradi. Qoliplashning vibratsiyalash usulini katta hajmli tashqi, ustki va ichki vibrozichlashda ishlatish mumkin.

Mahsulotlarni tashqi vibratsiyalash yo'li bilan qoliplash qoliplarning tashqi devorlariga mahkam biriktirilgan titratkichlar orqali amalga oshiriladi. Bu uslub kasseta texnologiyasi va yakka qoliplarda qo'llaniladi. Ustki vibrozichlashtiruv beton qorishmasiga chayqalishni bevosita mahsulotning ochiq ust qismidan titrovchi plitalar, yopqichlar, titratish uskunalari orqali yetkazilishi bilan ifodalanadi. Qorishmaning ichki vibrozichlashuvi bo'shliqlarni shakllantirish uchun oldindan qolip ichiga o'rnatilgan vibrovkladishlar hamda ko'chirib turiladigan chukurlik titratkichlar yordamida amalga oshiriladi.

4. ***Vibropresslash*** yo'li bilan qoliplash titrashning bosim bilan bir vaqtda beton qorishmasiga ta'sir ko'rsatishidan iborat; mahsulotlarni qoliplashning bunday usuli bikir beton qorishmalariga to'g'ri keladi (J > 200 s). Yupqa devorli plita konstruksiyalarini qoliplash vibroshtamplash, vibroprokat, og'irlik bilan vibrozichlash, vibrovakuumpresslash yo'li bilan amalga oshiriladi; quvurimon konstruksiyalarni qoliplash uchun vibrogidropresslash qo'llaniladi.

5. ***Vakuumlash usuli*** bir vaqtning o'zida harakatchan beton qorishmalaridan mahsulotlarni qoliplash uchun titratish va presslashni qo'llashga asoslanadi. Beton qorishmasini zichlashtirishning ko'rsatilgan kombinatsiyalashtirilgan usullari yuqori zichlikdagi mahsulotlarni tayyorlash imkonini beradi.

6. Trubasimon konstruksiyalar ko'rinishidagi mahsulotlarni ***markazdan qochirish*** yo'li bilan qoliplash usuli harakatchan beton qorishmani sentrifugalarda qoliplashda amalga oshiriladi. Sentrifugalash jarayonida beton qorishmasini taqsimlash va zichlantirish

sentrifuga barabanini tez aylantirganda yuzaga keluvchi markazdan qochirma kuch ta'sirida kechadi. 1200–2000 mm diametrdagi quvursimon konstruksiyalarni qoliplash uchun bikir beton qorishmalarini ishlatishda markazdan qochirma prokat qo'llaniladi, bu usulda beton qorishmasi ham markazdan qochirma kuchlar, ham val bosimi hisobiga zichlanadi.

7. ***Torkretlash usluhi bilan mahsulotlarni tayyorlash.*** Bu usulda armatura to'riga, qolipga yoki maxsus matritsaga yupqa sement-qum qorishmasi yoki mayda zarrali beton qatlamlarini surish rotor moslamasini qo'llagan holda pnevmatik yoki mexanik yo'l bilan amalga oshiriladi. Yupqa devorli konstruksiyalarni tayyorlash va konstruksiya yuziga gidroizolyatsion qatlamlarni surish uchun pnevmobetonlashtirish qo'llaniladi.

1.22. Beton qorishmalarini qoliplash va zichlashtirishning fizik-mexanik asoslari

Beton qorishmasi bo'sh beqaror tuzilmali, yuqori darajada g'ovakligi va ko'p hajmdagi havo borligi kabi xususiyalarga ega. Birdek mustahkam va zich tarkibli betonni ishlab chiqishning zaruriy sharti – mahsulotlarni qoliplashtirish bosqichida beton qorishmasini zichlashtirish.

Beton qorishmalarining bo'lakchalari qoliplash va zichlash jarayonida kuch maydoni ta'sirida bo'ladi. Kuch maydoni esa o'z navbatida bo'lakchalarning og'irligi va tashqi ta'sir kuchi (bosim, zarbalar, silkinish, chayqaluvchi harakatlar) yig'indisidan iborat. Shu bilan birga bo'lakchalar tizimdagi ichki kuchlar ta'sirida (yopishqoqlik, quruq ishqalanish, molekulalararo bog'lanish, kapillyar bosim kuchlari va b.) bo'lib, ular beton qorishmasining fizik-mexanik reologik xususiyatlarini belgilab beradi.

Bo'lakchalarning og'irlik kuchlari va tashqi kuch ta'siri o'rtasidagi optimal nisbat – beton qorishmaning sifatli qoliplash va zichlanishining zaruriy sharti bo'lib, u, asosan, reologik xususiyatlar, shuningdek, mahsulot shakli va uning armatura bilan ta'minlanganligiga bog'liq.

Ma'lumki, qolipga oquvchan qorishmani joylashtirish va zichlashtirish uchun faqat og'irlik kuchining o'zi kifoya. Beton texnologiya-

sida keng tarqalgan qorishmani titratish usuli, asosan, ularning harakatlarida kam harakatlanuvchan va bikir qorishmalarning yoyilishi natijasida og'irlik kuchini yuzaga keltirishga qaratilgan.

Beton qorishmasini zichlashtirish maqsadida mexanik ta'sir ko'rsatishning asosiy usullari titratish, presslash va sentrifugalashdan iborat.

1. Vibrozichlashtirish. Vibroqoliplash beton qorishmasining dastlab shakllangan tuzilmasini buzish va plastik-yopishqoqlik oqimi holatiga keltirishdan iborat bo'lib, bunda qorishma og'irlik kuchi ta'siriga bo'ysunadi, erkin oqadi, qolipni yaxshi to'ldiradi, zichlanadi va ancha zich barqaror tuzilmaga ega bo'ladi. Bunda to'ldiruvchi donalari ancha kompakt joylashadi, natijada donalar o'rtasidagi bo'shliq sement xamiri va qorishma bilan to'ldirilib, bir vaqtning o'zida havoni siqib chiqaradi.

Viprozichlashtirishning samaradorligi zichlashtirish koeffitsienti yoki betonning mustahkamligi bilan ifodalanadi, chunki mustahkamlik – beton zichligining boshqa teng sharoitdagi funksiyasi. Beton qorishmasi mahsulotning butun hajmi bo'ylab zichlanishining tengligi ham sifat mezoni bo'lib xizmat qiladi. Vibroishlov berish tartibining asosiy o'lchamlari: chayqalishlar amplitudasi A, chayqalishlar chastotasi l, titrash vaqti t. Har bir beton qorishmasi uchun bu ko'rsatkichlarning o'ziga xos optimal qiymatlari mavjud.

Ma'lumki, donaning har bir yirikligiga mos o'zining chayqalish chastotasi mavjud, shuning uchun ko'p chastotali titratishda, rezonansga barcha donalar jalb etilganda eng katta samara yuz beradi. Aslida beton qorishmasida to'ldiruvchining alohida bo'lakchalari sement xamiri bilan bog'lanishi bilan bog'liq o'ziga xos uyg'unlik yuzaga keladi. Shuning uchun titratish samaradorligining ortishi butun aralashma hajmi chayqalashining titratkich chastotasi bilan o'zaro to'g'ri kelishini ta'minlaydigan tartibni tanlash yo'li bilan erishilishi mumkin. Oddiy beton qorishmalari uchun bir chastotali titratishda amaliyotda 1 minutda 2800–3000 chayqalishlar chastotasi qo'llaniladi.

Chayqalishlarning optimal amplitudalari qorishmaning bikirligi va to'ldiruvchining yirikligiga bog'liq. Qorishma qancha bikir va to'ldiruvchi yirik bo'lsa, chayqalishlar amplitudalari shuncha katta bo'lishi kerak. Zich to'ldiruvchili va 1 minutda 3000 chayqalish chas-

totadagi beton qorishmalaridan tayyorlanadigan mahsulotlarni qoliplashda bikirligi 15–20 s bo'lgan qorishmalar uchun chayqalishlar amplitudasi 0,35–0,4 mm bo'lishi lozim. Chayqalishlar amplitudasining kattalashuvi zichlanish jarayonining yomonlashuviga va hatto g'ovaklashishga olib keladi. Bikir yengil betonli qorishmalarni tegishli ravishda zichlashtirish uchun nafaqat titratish samaradorligini oshirish, balki uning davomiyligini ham ko'paytirish lozim.

Titratishning intensivligi. Vibrozichlashtirish samarasi chayqalish chastotasi va amplitudasiga bog'liq. Belgilangan tarkibdagi va harakatchanlikdagi beton qorishmasi bir vaqtning o'zida zichlanish darajasi, agar quyidagi shartlikka rioya qilinsa, amplituda va chastotalarning turlicha uyg'unlashuvida ham kuzatilishi mumkin:

$$A^2_1 f^3_1 = A^2_2 f^3_2 ,\dots A^2_n f^3_n$$

A^2f^3 ifodasi quyidagicha yozilishi mumkin:

$$A^2f^3 = Af \times Af^2$$

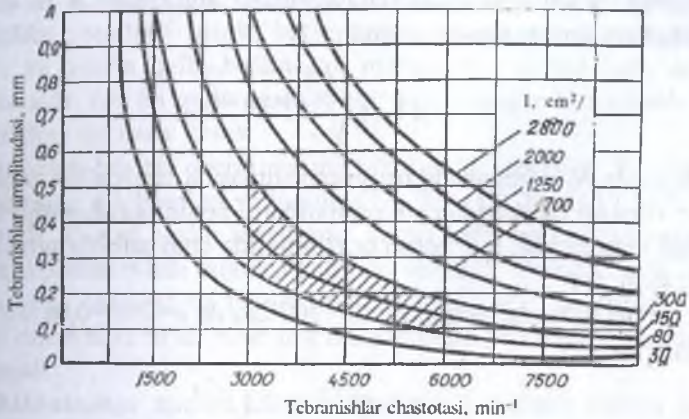
Bu yerda Af chayqaluvchi bo'lakchaning vaqt birligidagi yo'li, ya'ni chayqalishlar tezligi, Af^2 esa chayqalishlarning tezlashuvi. Chayqalishlar tezligining ular tezlashuviga ko'paytmasi sm^2/s^3 o'lchamdagi I vibratsiyaning intensivligi deb aytiladi:

$$I = A^2f^3.$$

Aksariyat beton qorishmalari uchun yig'ma temir-beton ishlab chiqarishda titrash intensivligi 80 dan 300 sm^2/s^3 gacha o'zgaradi. Chayqalishlar chastotasi va amplitudasi shunday o'zaro moslashuvi kerakki, titrashda bo'lakchalar chayqalishining so'nmasligini ta'minlashi kerak.

Har bir qorishmaga titrashning o'z intensivligi mos keladi, bunda bikirlikning ortishi bilan I ning ushbu ko'rsatkichi yuqori bo'lishi kerak. Muayyan qorishma uchun tanlangan I ko'rsatkichi opitmal hisoblanadi. 1.49-rasmda chayqalishlar amplitudasini chastota va titrashning belgilangan intensivligiga qarab tanlash chizmasi keltirilgan. Chizmaning chizilgan maydoni amaliyotda eng keng tarqalgan amplitudalari va chastotalariga to'g'ri keladi. Chayqalishlar amplitudasi yirik to'ldiruvchining o'lchamiga qarab

belgilanadi, uning ortishiga qarab amplituda ham ortadi. To'ldiruvchining 10, 30 va 40 mm yirikligida optimal chastota tegishli ravishda 100, 50 va 33 Gts ga teng bo'ladi.



1.49-rasm. Vibratsiyaning intensivlik chizmasi.

Titrash davomiyligi chayqalish intensivligi va beton qorishmasining bikirligiga bog'liq va bir necha sekunddan to 3–5 minut oraliqda bo'lishi mumkin. Intensivlikning ortishi bilan zichlanishning davomiyligi kamayadi va aksincha, kichrayganda – ortadi. *I* va titrash vaqtining turli ifodalarida beton qorishmalarining bir xil darajadagi zichlanishiga erishish uchun quyidagi shartlikka rioya etilishi kerak:

$$I_1 t_1^k = I_2 t_2^k = I_n t_n^k$$

Bu yerda k – qorishma konsistensiyasiga bog'liq o'lcham; 100–300 s bikirlikda k=2.

Standart amplitudada optimal titratish vaqti 30 s ga orttirilgan qorishma bikirligining ko'rsatkichiga teng.

Beton qorishmasida chayqalishlarning tarqalganligi. Beton qorishmasi ichki ishqalanishning katta koeffitsientiga ega bo'lgan qayishqoq plastik-yopishqoq (упругопластичновязкий) muhitda bo'ladi. Unda mexanik chayqalishlar doim so'nuvchan xususiyatga ega. Chayqalishning so'nish koeffitsienti muhitning yopishqoqligi va chayqalish

chastotasiga bog'liq. Qorishma bikirligi va titrash chastotasi qancha yuqori bo'lsa, so'nish shuncha jadal bo'ladi. Chayqalishlarning so'nishi – manbadan yiroqlashgan sari amplitudaning kamayishidir. Ichki titrash manbasidan r sm masofasida chayqalishlar apltitudasi A ni quyidagi formula bo'yicha aniqlash mumkin:

$$A = A_0\sqrt{\frac{r^0}{r}l^{0,5a(r-r_0)}}$$

Bu yerda A_0 – manbada beton qorishmasida chayqalish amplitudasi; r_0 – titratish markazidan vibroimpulslarni beton qorishmasiga qo'yish joyidagi masofa, sm; a – beton qorishmasida chayqalishlarning so'nish koeffitsienti, sm^{-1}.

Aylanma to'lqinlar uchun f=150–200 Gts da a=0,02–0,08 sm^{-1}; tekis to'lqinlar uchun:

$$A = A_0 l^{-\frac{a}{2}h} \quad A = A_0 l^{-\frac{a}{2}h}$$

Bu yerda h – zichlanuvchi beton qorishmasi qatlamining qalinligi, sm; tekis to'lqinlar uchun f=50–100 Gts da a=0,07–0,1 sm^{-1} ni tashkil etadi.

Chayqalish manbasidan eng ko'p yiroqlashgan zonada beton qorishmasiga kerakli minimal ishlov A o'lchovi bilan yuqorida ko'rsatilgan formula bo'yicha kerakli A_0 chayqalish amplitudasini hisoblash mumkin.

2. Presslash. Presslaganda beton qorishmasi qattiq bo'lakchalarining surilishi va o'zaro yaqinlashuvi ro'y beradi. Juda bikir, oz suv tarkibli, qariyb bog'lanmagan qorishmalar presslanganda eng yuqori samaraga erishiladi.

Har bir beton qorishmasi o'ziga xos optimal presslash bosimiga ega. Bu bosim bo'lakchalar o'rtasidagi ishqalanish va tishlashishdagi kuchlarni bartaraf etishga sarflanadi. Qoliplashda bosim barcha qalinlikka birdaniga berilmaydi, lekin yuqori qatlamlarning zichlanishi bilan sekin kechadi. Presslash bosimining ortishi bilan tizimni deformatsiyalashtirishga qarshilik kuchi ortadi, shuning uchun bikir qorishmalarni qatlamlab presslagan ma'qul.

Beton qorishmalari bo'lakchalarining o'zaro yaqinlashuviga donalar o'rtasidagi maydonda qariyb siqilmaydigan suvning mavjudligi

sabab bo'ladi, uni yo'q qilish zarur. Natijada ichki va tashqi kuchlar o'rtasidagi mutanosiblik vujudga keladi. Bunda qorishma bo'lakchalari qoliplanadigan beton hajmida zich va kompakt joylashmasa-da, ancha ustun mavqega ega. Natijada zichlanish tamomlanmaydi. Shunday qilib, presslash uslubi bikir mayda donali qorishmalarni zichlashda va uncha qalin bo'lmagan mahsulotlar uchun juda samarali hisoblanadi. Ancha qalin mahsulotlar tayyorlanganda qatlamli qoliplashtirishni qo'llash kerak.

Presslash bosimi qorishmaning bikirligi va tarkibiga, zichlanuvchi maydonning o'lchamlari va hajmiga bog'liq va 0,2 dan 15 MPa gacha o'zgaradi. Yuqori bosim maydonini uncha katta bo'lmagan mahsulotlarni qoliplashtirishda vujudga keltirish mumkin. Presslashning bunday usuli ancha samarali va texnik jihatdan juda yengil bajariladi. Ammo sof ko'rinishda titratish bilan uyg'unlashmagan presslashni samarali deb bo'lmaydi.

Shibbalashga zudlik bilan beriladigan presslash bosimi sifatida qarash mumkin. Beton qorishmasini shibbalashda ko'p marotabali shibbalash zarbalari orqali bo'lakchalarga kinetik quvvat beriladi, uning ta'sirida yirik to'ldiruvchining donasi va bo'laklari ta'sir kuchi yo'nalishida harakatlanadi, beton qorishmasining asosiy massasiga kiradi va unda o'ta zich joylashib oladi. Shibbalash zarbalarida to'ldiruvchining bo'lakchalari beton qorishmasi pastki qatlamlariga kiradi va uni zichlashtiradi.

Shibbalashni, presslashdan farqli o'laroq, ancha qalin mahsulotlarni qatlamlab qalinlashtirishda qo'llash mumkin. Yirik donali qorishmalarni ham shibbalash mumkin. Zichlantirish darajasi qorishmaning bikirligi va muayyan mahsulot hajmida shibbalashga ketgan mehnatga bog'liq. Sof ko'rinishdagi shibbalash zavod texnologiyasida cheklangan holda qo'llaniladi. U, asosan, uzun bo'lmagan quvur va halqalarni vertikal qoliplashtirishda ishlatiladi.

3. Markazdan qochirma qoliplash. Bunda qolip unga quyilgan beton qorishmasi bilan birga o'z o'qi atrofida belgilangan tezlikda aylanadi. Rivojlanuvchi markazdan qochirma kuchlar ta'sirida qorishma bo'lakchalari qolip devorlariga uloqtiriladi, ularga yopishadi va qorishma qolipda teng qatlam bo'lib taqsimlanadi. Bunda yuzaga keladigan presslovchi bosim o'lchami, beton qorishmasi bo'lakchalari

massasi ularning aylanish o'qi orasidagi masofaga va burchak tezligi kvadratiga proporsional bo'lib, qorishmadagi suvning bir qismini siqib chiqaradi va betonning zichlanishiga olib keladi. Markazdan qochirish bosimli va bosimsiz quvurlarni, LEP tayagichlarini, ustun va aylanma shakldagi boshqa konstruksiyalarni tayyorlashda samarali qo'llaniladi.

Markazdan qochirma qoliplash jarayoni ikki bosqichga bo'linadi: beton qorishmasini qolip devorlari bo'ylab taqsimlash va mahsulotning ichki yuzasini shakllantirish, ya'ni mahsulotlarni qoliplashning boshlang'ich bosqichi, oxirgi bosqich – qoliplangan mahsulotda beton qorishmasini zichlashtirish.

Birinchi bosqichda beton qorishmasi aylanuvchi qolipga quyiladi va uning devorlarida hosil bo'lgan ishqalanish ta'sirida u bilan birga aylana boshlaydi. Plastikligi va harakatchanligi tufayli qorishma qolip devorlari bo'ylab o'z tuzilmasining yaxlitligini saqlagan holda tekis qatlam bo'lib taqsimlanadi.

Qolip aylanganda beton qorishmasining bo'lakchalari bir vaqtning o'zida ikki kuch maydonining ta'sirida bo'ladi: og'irlik kuchi va markazdan qochuvchi kuch. Birinchi bosqichda dastlabki aylanish tezligi quvur diametriga qarab 60 dan 150 min^{-1} gacha aylanadi. Zichlanish bosqichida bu tezlik sezilarli ravishda ortadi va 400 – 900 min^{-1} darajasida bo'ladi. Markazdan qochirma qoliplashtirish uchun plastik beton qorishmalari ishlatilishi sababli betonga pressllashtiruvchi bosim yetkaziladi va u betondagi donalar o'rtasidagi maydonni to'ldiradigan sement qorishmasi orqali tekis taqsimlanadi.

Beton qorishmasining zichlanishi va taqsimlanishi qolipning aylanish vaqtida kechadi. Bunda markazdan qochuvchi bosim yuzaga keladi, natijada qattiq faza bo'lakchalari yiriklikdan ajraladi va yaqinlashadi. Markazdan qochirishdan chiquvchi presslash bosimi qalinlik bo'yicha noteng taqsimlanadi. Siqib chiqariluvchi suv miqdori sentrifuga tartibi va qorishma tarkibiga qarab 25–30% gacha yetishi mumkin.

Mahsulotning tashqi qatlamlarida betonning zichligi baland. Umuman, beton strukturasi mahsulotning kesimi bo'ylab noteng bo'ladi – tashqi qatlamda juda zich va ichki qatlamlarda g'ovakli. Buni bartaraf etish va qatlamlashuvning oldini olish uchun to'ldiruvchining yirikligi 10–20 mm gacha kichraytiriladi va bir necha qatlamlab (2–4 qatlam) qoliplanadi. Ammo qatlamlashtirib

qoliplash belgilab olingan uskunalar unumdorligining pasayishiga olib keladi. Beton qorishmasining yopishqoq plastik tuzilmasini olish uchun sement miqdori 350 kg/m^3 dan ko'p olinmaydi.

4. Zichlashtirishning kombinatsiyalashtirilgan usullari. Ancha bikir beton qorishmalaridan tayyorlanuvchi mahsulotlarni qoliplashga o'tgan sari vibratsion ta'sir roli susayadi, ammo vibroishlovning bosim bilan uyg'unlashuvi zichlashning samaradorligini oshiradi.

Harakatchan qorishmalar uchun asosiy usullar bilan birga ***vakuumlash*** ishlatiladi. Bu texnologik usul atmosfera bosimi va betonning tutashuvchi teshiklar va kapillyarlari o'rtasidagi tafovutni yaratishga asoslanadi; yuzaga kelgan gradient natijasida namlik bosimi, suv bug'i, havo yoki bug'-havo aralashma betondan ajraladi, beton zichlanadi, bo'shagan maydon esa qattiq komponentlarning mayda bo'lakchalari bilan to'ladi. Bunda shuni ta'kidlash kerakki, hajmni kamaytirmasdan ortiqcha suvni yo'q qilish kerakli samarani bermaydi, u presslash yoki titratishning uyg'unligida ratsional bo'ladi.

Beton qorishmasini zichlash va mahsulotlarni qoliplashtirish ham zarba va zarba-titratish vositalarini qo'llash bilan amalga oshiriladi. Zarba vositalari qorishmaning nochiziqli quyilishini ta'minlaydi, bunda tizimda navbatdagi impulsgacha susayuvchi o'zining chayqalishi natijasida yuzaga keluvchi zarba impulsi uyg'onadi. Zarbalar chastotasi, odatda, 2,5–6,6 Gts oralig'ida bo'ladi. Zarba-titratish vositalari qorishmaning murakkab nochiziqli quyilishini ta'minlaydi. Bunda majburiy chiziqli chayqalishlarda zarba impulslari yotadi. Bunday davriy chayqalishlar chastotasi 8–25 Gts oralig'ida bo'ladi. 1 minut chayqalishlar chastotasi j chayqalishlarning burchak chastotasi bilan, rad/s bog'liqlik bilan bog'liq:

$$\eta = 30\ \varphi/\pi$$

Chayqalishlarning shartli chastotasi j , s^{-1} chayqalishlar chastotasi bilan quyidagi bog'liqlikda bog'langan:

$$\nu = \varphi/2\pi$$

Chayqalishlar chastotasi *T, s* chayqalishlar davri bilan bog'liq:

$$\nu = 1/T$$

ν sm/s tezlikdagi o'zgarish amplitudasi A, sm va W tezlanish, sm/sm^2, chiziqli chayqalishlar quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

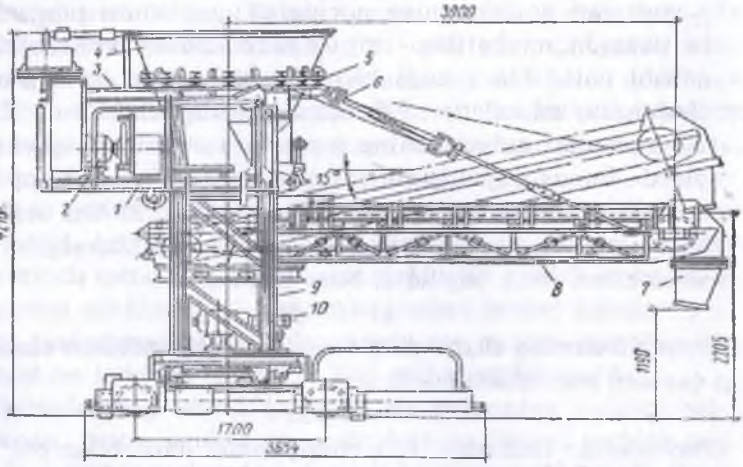
$$A = Q/\sin\varphi T;\ \nu = A\varphi;\ W = A\varphi^2$$

1.23. Beton qorishmasini joylash va taqsimlash

Qoliplarning ichida beton qorishmasini joylash va teng taqsimlash – muhim va mehnat talab qiladigan texnologik operatsiya. Shuning uchun zavod sharoitida u bunkerlar bilan, beton taqismotchilar va beton joylovchilar yordamida amalga oshiriladi. Ixtisoslashtirilgan texnologik tizimlarda beton qorishmasini joylashda masofaviy avtomatlashtirilgan va yarim avtomatlashtirilgan boshqaruv qo'llaniladi.

Bunkerlar va beton taqsimlovchilar qolipga qorishmani, odatda, tekislamasdan yetkazishadi. Beton joylovchilar ramada statsionar o'rnatilgan va ayrim hollarda yon bo'ylab yo'nalishda harakatlanadigan bunkerlarga ega. Ular beton qorishmasini taqsimlaydigan qo'shimcha moslamalar bilan jihozlanadi. Bunker va beton taqsimotchilardan beton qorishmasini tinimsiz ta'minlab turish zatvorlar (ochib-yopuvchi mexanizm) bilan, ayrim hollarda lentali iste'molchilar bilan amalga oshiriladi.

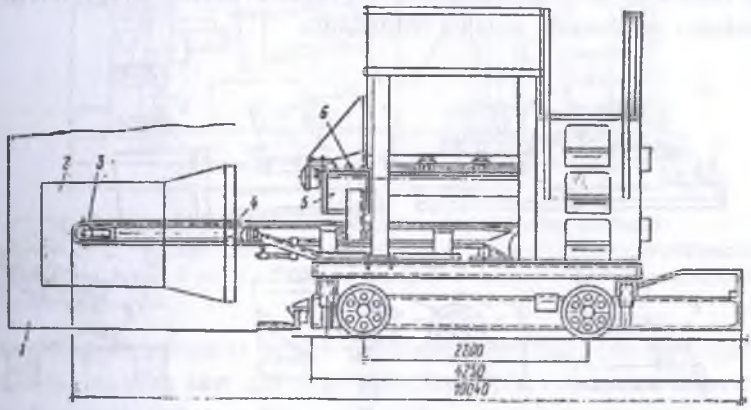
SMJ–71A konsolli beton taqsimotchisi (1.50-rasm) qorishmani chiziqli stendlarda joylash uchun qo'llaniladi. U 1,8 m³ hajmli, 340°



1.50-rasm. SMJ–71A beton taqsimlash mexanizmining tuzilishi:
1 – zanjir; 2 – aylanma ta'minotchining murvati; 3 – xizmat ko'rsatish maydonchasi; 4 – bunker; 5 – prujinali bunker osqichi; 6 – ta'minotchi manbaning ko'tarilishini boshqaruvchi bloklar tizimi; 7 – qorishmani uzatuvchi tarnov; 8 – qo'shimcha kirituvchi; 9 – aylanma platforma; 10 – dvigatel.

burchakka buriladigan iste'molchi vositasiga ega bunker bilan jihozlangan; beton taqsimotchi moslama qoliplashtirish yo'lagi bilan relslar bo'yicha parallel ravishda harakatlanadi.

SMJ–354 beton taqsimlash moslamasi (1.51-rasm) sentrifugalash usuli bilan 500 va 900 mm diametrdagi quvurlarni tayyorlashda qo'llaniladi.



1.51-rasm. Lentali uzatma mexanizmining chizmasi:
1 – sentrifuganing shovqindan himoyalovchi g'ilofi; 2 – SMJ–106A rusumdagi rolikli (g'ildirakchali) sentrifuga; 3 – lenta; 4 – vintsimon qorishma kirituvchining tayanchi; 5 – vintsimon qorishma kirituvchi.

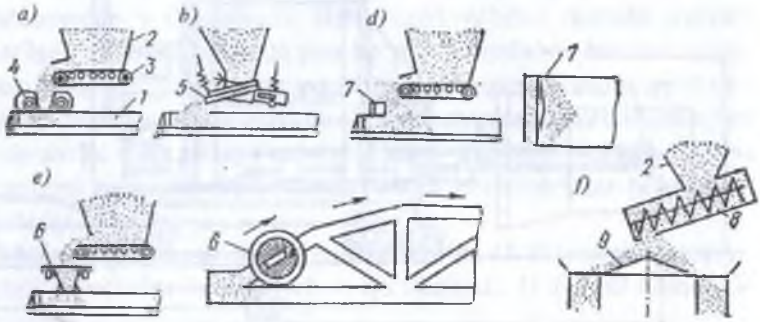
Bunkerning hajmi 2,6 m^3, iste'molchi lentasining kengligi 205 mm. Bunkerdan qorishmani lentaga to'kish uchun shneklar ko'zda tutilgan.

Portal tipdagi SMJ – 69 beton taqsimotchisi hajmli dozalashtirish va beton qorishmasining kengligi 2 m gacha bo'lgan mahsulotni tayyorlashda qolip maydoni bo'ylab taqsimlash uchun ishlatiladi.

SMJ–306A yirik panelli uy qurilishi zavodlarida kasseta moslamalari otseklariga qorishmani yetkazish va joylashga mo'ljallangan. U qiya konveyerga ega bo'lib, estakadali lentali konveyerdan qorishmani oladi va qorishma kasseta moslamalarining otseklariga tushadi.

Joylashtirilgan qorishmaning turi va maqsadiga qarab beton, faktura, qorishma, beton-qorishma joylovchilar qo'llaniladi; ayrim hollarda ular pardozlovchi osma moslamalar bilan jihozlanadi. Beton

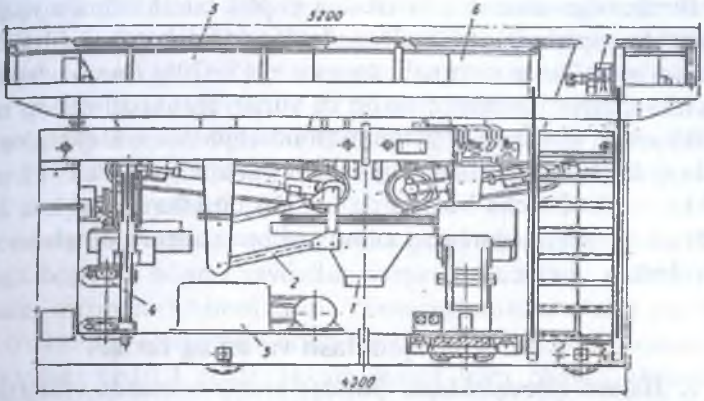
joylovchilar vibronasadkalar (1.52, a-rasm), vibrolotokli va vintli iste'molchilar (1.52 b, d-rasmlar), tekislovchilar (1.52, e-rasm), buriladigan voronkalar (1.52, f-rasm) bilan jihozlanib, ular qorishmani qoliplarda teng taqsimlaydi. Kam harakatlanuvchan va mo'tadil bikir beton qorishmalarni joylash va taqsimlash tekis bir xil mahsulotlar yoki murakkab konfiguratsiyali, lekin bir xil kenglikdagi mahsulotlar nasadka, vibronasadka, plujkali tekislovchilar va buriluvchi voronkalar yordamida amalga oshiriladi.



1.52-rasm. Turli ishchi qismlarga ega bo'lgan beton qorishmasini to'kuvchi moslamalar chizmalari:
1 – qolip; 2 – bunker; 3 – lentali taqsimotchi; 4 – tebranma kallak (вибронасадок); 5 – tebranma rolikli taqsimotchi; 6 – plujkali tekislagich; 7 – aylanma voronka; 8 – vintsimon taqsimlagich; 9 – taqsimlovchi konus.

SMJ–166A universal beton joylovchi (1.53-rasm) keng nomenklaturadagi plitali mahsulotlarni qoliplash uchun mo'ljallangan. Beton joylovchi portal ramasining ikki bunker bilan portal bo'yicha 180° buriluvchi voronka bilan yon bo'ylab harakati qorishmaning har qanday shakldagi mahsulotlar, shu jumladan, panjarali konstruksiyalar ustida taqsimlash imkonini beradi.

SMJ–162 universal beton joylovchi sanoat binolari konstruksiyalarini tayyorlash bo'yicha oqim-agregat liniyalari jihozlar komplektiga kiradi. Uning uch bunkeri ko'ndalang yo'nalish bo'ylab harakatlanishi mumkin. Beton joylovchi qorishmani voronkada joylash, taqsimlash va zichlashtirish uchun vibronasadkaga ega. SMJ–3507 beton joylovchi plita konstruksiyalarini ishlab chiqarish bo'yicha ix-



1.53-rasm. SMJ–166A rusumli beton yotqizgichning chizmasi:
1 – voronka; 2 – kanat-richag mexanizmi; 3 – harakatlantiruvchi manba; 4 – tekislovchi brus; 5 va 6 – katta va kichik bunkerlar; 7 – aravachani harakatlantiruvchi manba.

tisoslashtirilgan liniyalar uchun mo'ljallangan, bunkerning hajmi 3 m^3. Qorishmaning sarf qilinishi masofaviy pnevmatik boshqaruvli sharnirli qopqoq bilan tartibga solinadi.

SMJ–69A beton joylovchi 2 m kenglikkacha bo'lgan ko'p bo'shliqli orayopma va boshqa plita mahsulotlarini qoliplash postlarida qo'llaniladi.

SMJ–168 beton joylovchi qorishma LEP, yoritish va aloqalar tayanchi, tiratgich, svay, shpal va eni bo'yicha o'lchami qolip enidan foydalanish imkonini beruvchi boshqa mahsulotlarni chiziqli konstruksiyalarning tor qoliplariga yetkazishga mo'ljallangan.

Glavmospromstroymateriallar SKTB tomonidan ishlab chiqilgan 10–36 S beton joylovchi 1 m enli bo'shliqli panellarni qoliplash liniyalarini jihozlash komplektiga kiradi. Betonning quyi qatlami plastifikatsiyalash uchun forsunkalar bilan jihozlangan.

Beton qorishmasini joylash va taqsimlash moslamasining o'lchamlari quyidagi ko'rsatkchilar bilan ifodalanadi: bunker-joylashtiruvchilarning foydali hajmi ular davriy to'ldirib turilganda qoliplanadigan mahsulotning maksimal hajmi kamida 1,1–1,2 deb qabul qilinadi, tinimsiz qoliplashda esa kamida 1 m^3. Unumli hajmning geometrik hajmga nisbati 0,7–0,8 deb qabul qilinadi.

Bunker devorlarining vertikalga qiyalik burchaklari suyuq va harakatchan qorishmalarni joylaganda 55–65° deb qabul qilinadi, kam harakat va bikir qorishmalarga esa – 65–70°. Barcha beton joylovchi va taqsimotchilarning bo'sh yurish tezligi 20–40 m minutni tashkil etadi; qorishmani beton taqsimotchilar va nasadkali joylovchilarda qolipga joylashtirishning ishchi yurishi tezligi 10–12 minutni tashkil etadi. Barcha holatlarda joylash qorishmaning 1 m balandlikdan ko'p bo'lmagan gorizontal qolipga tushishi bo'yicha amalga oshiriladi.

1.24. Vibroqoliplash va uning turlari

1. Hajmli vibrozichlash. Bunday zichlashtirishda vibratsion impulslar qolip hajmida qoliplanuvchi mahsulotning hamma beton qorishmasiga yetkaziladi. Hajmli vibrozichlashtirish turli harakat tamoyilidagi vibromaydonchalarda, vibroporshenli moslamalarda, shuningdek, zarbali va zarbali-vibratsion maydonchalarda amalga oshiriladi. Vibromaydonchalar – yuk ko'tarish qobiliyatli 4–40 t ko'chib yuradigan keng nomenklaturadagi mahsulotlarni qoliplash uchun universal qoliplash moslamasi. Beton qorishmasining zichlanishi chayqalishlarni hosil qiluvchi turli vibratsion moslamalar yordamida yuzaga keltiriladi: garmonik aylanma, vertikal va gorizonat yo'naltirilgan, maydonli (ko'p komponentli) va nogarmonik zarba-vibratsionli.

Vibromaydonchalar va zarbali-vibratsion maydonchalar konveyer va oqim-agregatli liniyalarda qo'llaniladi, vibromoslamalar va zarba maydonchalar faqat oqim-agregatli liniyalarda.

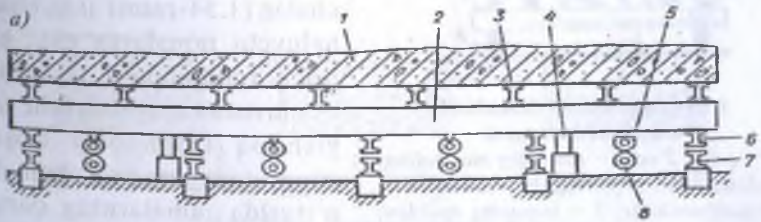
Vibromaydonchalar ramadan vibrouyg'otuvchi bilan unga biriktirilgan qorishmali qolipga chayqaluvchi harakatlarni uzatadi. Rama bir xil tekis va seksion bo'ladi. Ramalar qayishqoq (elastik) tayanchlarga va qoliplarni mustahkamlash moslamalariga ega. 50 Gts chastotada zichlanadigan qorishma qatlamining balandligi 35–40 sm dan oshmasligi kerak. Murakkab shakldagi yoki qalin armaturalangan va ularning qalinligi 6–8 sm bo'lgan konstruksiyalarni qoliplashda chastotani 66–75 Gts gacha oshirish maqsadga muvofiq.

40 sm gacha bo'lgan qalinlikdagi mahsulotlarni kam harakatlanadigan va bikir qorishmalardan vibromaydonchalarda aylanali va el-

liptik chayqalishlar bilan qoliplash mumkin. Ammo tajribalar shuni ko'rsatadiki, zichlashtirish jarayonida beton qorishmasining qolipda siljishi, vibromaydoncha ust qismi bo'yicha amplitudalarning notekis taqsimlanishi va beton qorishmasida havoning so'rilish holati yuz beradi. Bundan tashqari seriyaviy chiqariladigan 10–22S, 10–26SI aylanma chayqaluvchi vibromaydonchalarda qoliplarni mahkamlab bo'lmaydi, bu esa shovqin darajasini me'yordan oshirib yuboradi.

Vibromoslamalar qolipga uning chekka qismi tebranishlarni uyg'otish manbasiga bog'lash bilan chayqalish harakatini uzatadi. Odatda, bu moslamalar rezonansli hisoblanadi. Vibrouyg'otuvchi o'ziga xos faol massaga o'rnatiladi. Qorishmali qolip va uni mustahkamlash elementlari passiv massani tashkil etadi. Ikkala massa ham chayqalishlarning rezonansli kuchini yaratuvchi qayishqoq bog'lanishlar bilan biriktirilgan. Faol va passiv massalar tayanchlari fundament vibroizolyatsiyasini ta'minlovchi yumshoq qayishqoq elementlar bo'ladi. Vibrouyg'otuvchilar qolipning bo'ylama-gorizontal yoki elliptik yo'naltirilgan chayqalishlarini hosil qiladi. Bo'ylama-gorizontal chayqalishlarda armaturalanmagan mahsulotning kesim eni 20 sm dan ortmasligi lozim.

Mamlakatimizning ko'plab zavodlarida bikir beton qorishmalarining zichlash samaradorligini oshirish imkonini beruvchi vibromaydonchaning har xil turlari ekspluatatsiya qilinadi (1.54-rasm). Bunday maydonchalar ustki qo'zg'aladigan ramadan iborat bo'lib, unga qolip mahkamlanadi va ostki qo'zg'almaydigan fundamentga biriktirilgan ramadan iborat va ustki rama bilan tutashish vaqtida zarba impulsini o'tkazishni ta'minlaydi. Yuqori ramaning ko'tarilishi mushtli

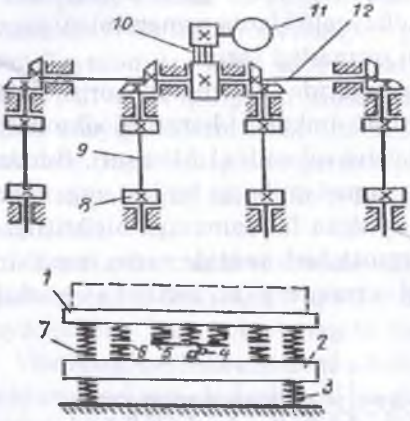


1.54-rasm. Zarba-vibratsion (rezonans) maydoncha chizmasi:
1 – ishchi maydoncha (rama); 2 – muqobillashtiruvchi rama; 3 – qayishqoq tayanchlar; 4 – krivoship-shatun uzatgichlar; 5 – qayishqoq shatun; 6 – buferlar; 7 – qayishqoq elementlar.

(kulachokli) mexanizmlar bilan ta'minlanadi (1.55-rasm). Zarbalar chastotasi va tushish balandligi mushtli vallar aylanishining burchak tezligi va profili bilan aniqlanadi. Zarba maydonchalarida 1 m balandlikkacha bo'lgan yuqori sifatli mahsulotni tayyorlash mumkin. Vibromaydonchalarda qoliplashda beton qorishmasi vertikal yoki gorizontal yo'naltirilgan impulslarni qabul qiladi.

Zarba stolida qorishma faqat pastga yo'naltirilgan kuch impulsini qabul qiladi, uning miqdori beton qorishmasining massasi va zarba ta'sirida olingan tezlanish bilan aniqlanadi. 5 mm balandlikdan tushishda tezlanish 50 m/s^2 ga teng. Zarba kuchi beton tashkil qiluvchilar o'rtasidagi ishqalanishni bartaraf qiladi, bo'lakchalari qo'zg'aladi va eng barqaror holatga ega bo'ladi. Natijada sement qorishmasi zichlashtirilgan beton massasi va qolip oralig'ini to'ldiradi.

Zarbali vibromaydonchalar eng ko'p quvvat sarflashni talab etadi, eng yaxshi qoliplash sharoitlarida esa sementning tejamkorligi 20% ni tashkil qiladi.



1.55-rasm. Zarbali (kulachokli) maydoncha chizmasi:

1 – qolip; 2 va 3 – ramaning mos holdagi enlama va bo'ylama balkalari; 4 – yo'naltiruvchilar; 5 – ramaning roliklari; 6 va 7 – zarbali balkalar; 8 – kulachoklar; 9 – ko'ndalang o'qlar; 10 – pona kamarsimon uzatgich; 11 – elektrodvigatel; 12 – bo'ylama o'q.

Zarbali-vibratsion usul 1 m balandikdagi va boshqa turdagi maydonchalarga nisbatan yuqori unumdorlikka ega mahsulotlarni qoliplash imkonini beradi. Bu usulda vertikal yo'naltirilgan zarbalar va vibratsiyaning birgalikdagi ta'siridan foydalaniladi.

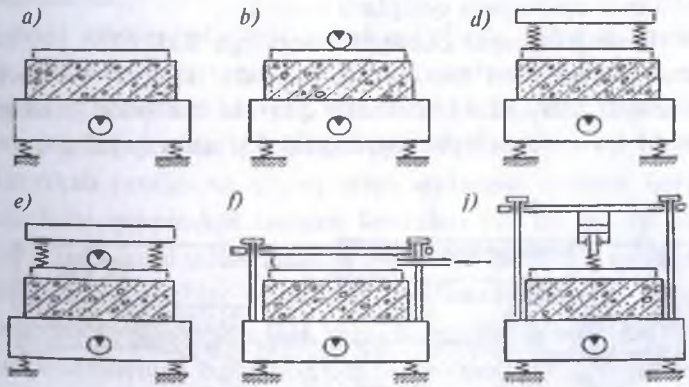
Zarbali-vibratsion maydonchalar (1.54-rasm) ikki chayqaluvchi ramalarga ega; biri ishchi (qolip bilan), ikkinchisi – muvozanatlashtiruvchi qayishqoq tayanchlar orqali poydevorga suyanadi. Ramalar o'rtasida ramalarning qarshi harakatida bir-biriga tegadigan qayishqoq elementlar va buferlar joylashadi. Bu maydoncha-

larda chayqalishlarning assimetrik tartiblari qo'llaniladi. Vibratsion usulda shovqin darajasi me'yoridan oshib ketmaydi.

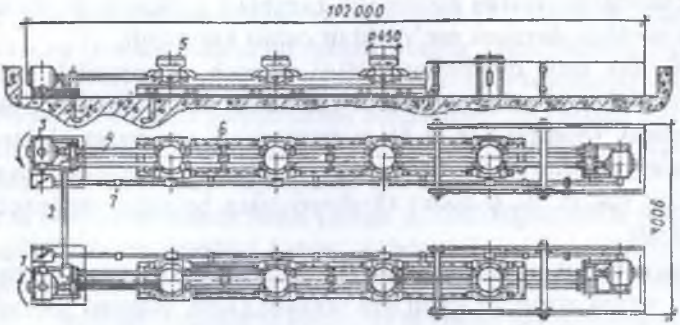
Mahsulot ustki qismining sifatini oshirish, shuningdek, balandlik bo'yicha zichlanishning yaxlitligini yaxshilash uchun yuklar qo'llaniladi (1.56-rasm). Inersion yuk (1.56, a-rasm) faqat o'z massasi bilan beton qorishmasiga bosim berib, barcha turdagi jihozlar uchun tavsiya etiladi; vibratsion yuk (1.56, b-rasm) titratmaydigan bo'shliq yaratuvchilarda qo'llaniladi.

Inersiyasiz yuk asosiy bosim qo'shimcha vibroizolyatsion massa (1.56, d-rasm) yoxud avtonom vibro uyg'otuvchi (1.56, e-rasm), yoxud kuch (pnevmatik) yostiqlari (1.56, f-rasm), yoxud gidro yoki pnevmotsilindlar (1.56, j-rasm) yordami bilan ta'minlanib, elliptik chayqalishlardagi vibromaydonchalar bilan birga qalinligi 30–60 sm bo'lgan mahsulotlar uchun qo'llaniladi. Yuklarning barcha turlari qorishmani dastlabki zichlashdan 15–30 s dan keyin harakatga keltiriladi.

Bizda SMJ–187A, SMJ–200B (1.58-rasm), SMJ–199A va SMJ–164 vibromaydonchalari keng qo'llaniladi. Ular unifikatsiyalashtirilgan ikki valli vibrobloklardan iborat. Ularda 47,5 Gts chayqalish chastotali, 0,4–0,6 mm amplitudada 3x6, 3x12 va 3x18 m o'lchamdagi mahsulotlarni qoliplash mumkin.



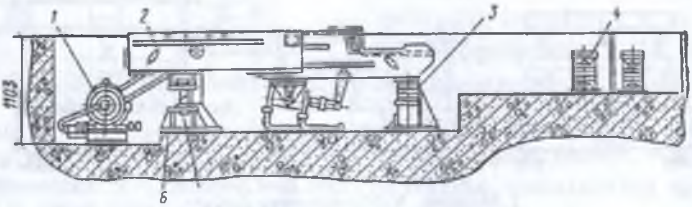
1.56-rasm. Yuklamalarning turlari:
a – inersion; b – alohida vibro-qo'zg'atuvchili inersion; d – noinersion; e – alohida vibroqo'zg'atuvchili noinersion; f – pnevmatik yostiqli noinersion; j – gidro va pnevmosilindrli noinersion.



1.57-rasm. SMJ–200B rusumli vibromaydoncha chizmasi:
1 – o'ng tomon uzatgichi; 2 – ko'ndalang val (o'q); 3 – chap tomon uzatgichi; 4 – kardan val; 5 – vibroblok; 6 – tayanch rama; 7 – shovqindan himoyalovchi g'ilof.

Zarbali-vibratsion maydonchalar SMJ–460, VRA–8 rezonans tartibda ishlaydi. Ularning mutanosiblashtiruvchi ramasi chiziqli qayishqoq elementlar bilan bog'liq va rezinali asoslarga biriktirilgan. Ramalar ular o'rtasida joylashtirilgan buferlar bilan zarblashadi. Qoliplar elektromagnit usulda biriktirilgan. Ularda 3x6 va 1,5x6 m o'lchamdagi mahsulotlarni 9–11 va 8–10 Gts chayqalish chastotasi va 6–10 mm aplitudada qoliplash mumkin.

Bo'ylama-gorizontal chayqalishlarga ega SMJ–280 (1.58-rasm) vibromoslamasi ham rezonansli tartibda ishlaydi va gorizonat yo'naltirilgan chayqalishlarni hosil qiluvchi ikki vibroguruhga ega. Pnevmatik traverslarga biriktirilgan qolip ikki qator qayishqoq proklad-



1.58-rasm. SMJ–280 rusumli vibromoslama chizmasi:
1 – uzatgich; 2 – vibroguruhli rama; 3 – ramaning tayanchi; 4 – qolipning tayanchi; 5 – vibroguruh; 6 – oraliqdagi (qo'zg'almas) tayanch.

kalarga tayanadi. Bu moslamalarda 40–48 Gts chayqalishlar chastotasidagi va 0,4–0,6 mm amplitudada 3x12 m o'lchamdagi mahsulotlar qoliplanadi.

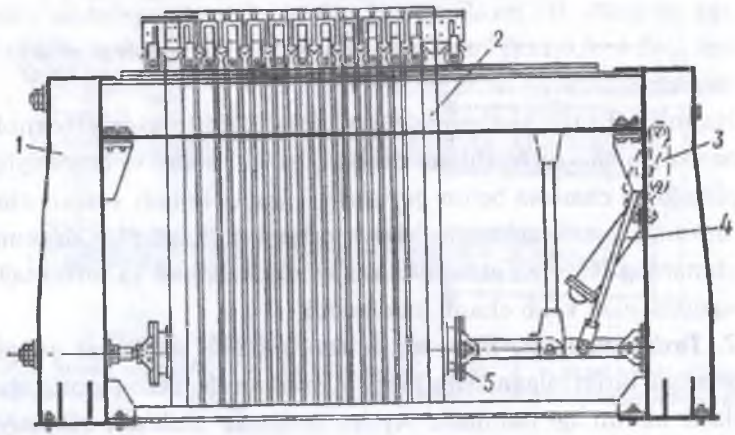
Hajmli vibrozichlash qoliplash jarayonining asosiy texnologik o'lchamlari – vibrozichlashning amplitudasi, chastotasi va davomiyligidir. Amplituda va chastota beton qorishmasining qoliplash xususiyatlari va titrash turiga qarab tanlanadi. Mahsulotlarni qoliplashning davomiyligi qorishmaning bikirligi, armaturalash konfiguratsiyasi va turi, majburiy chayqalishlardan kelib chiqib aniqlanadi.

*2. **Tashqi titratish.*** Bu usul, asosan, alohida statsionar qoliplarda devorlariga biriktirilgan titratkichlar yordamida beton qorishmasini zichlash uchun qo'llaniladi. Ayrim hollarda zichlash vibrouyg'otuvchilar bilan jihozlangan harakatlanuvchi qoliplarda ro'y beradi. Vertikal vibroqoliplarda quvurlar, ventilyatsion bloklar, yashash joylari uchun sanitar-texnik kabinalar, binolarning hajmli elementlari, zinapoyalar, karniz bloklari, balkalar, ichki devorlar panellari, to'siqlarni tayyorlash ratsional hisoblanadi. Bu usul o'lchamlarning yuqori darajada aniqligi, mahsulotlar qirralarining to'ppa-to'g'riligi va yon tomonlarining silliqligi bilan farqlanadi.

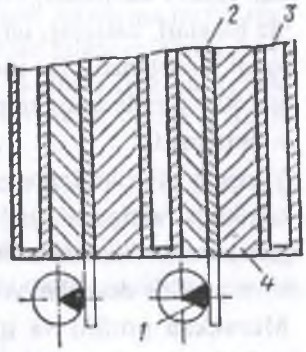
Vertikal vibroqoliplar gorizontal qoliplarga nisbatan ancha murakkab konstruksiyaga ega. Ularda bitta asosiy qoliplanuvchi tekislik o'rniga kamida ikkitasi mavjud bo'ladi. Bu teksiliklar ikkala vertikal tekis va profilli devorlar yordamida hosil qilinadi.

Murakkab profilli va quyuq armaturalangan vertikal qoliplarda mahsulotlarni qoliplashda hamma kesimlari bo'ylab bir xil zich tuzilmali betonni hosil qilish qiyin. Bu hollarda qorishma qolipga osilib qo'yiladigan titratkichlar yordamida zichlashtiriladi.

Kassetali moslamalar qator vertikal otseklardan va yig'ish-ajratish mexanizmlaridan tashkil topadi (1.59-rasm). O'zaro juft joylashgan otseklarda bir mahsulotni ikkinchisidan ajratib turuvchi ajratuvchi list o'rnatilgan. Otseklarda mahsulotga issiqlik yo'li bilan ishlov berganda bug'larni uzatish uchun yo'lakcha bo'ladi. Moslamalarda 10–12 donagacha mahsulotlar qoliplanadi.



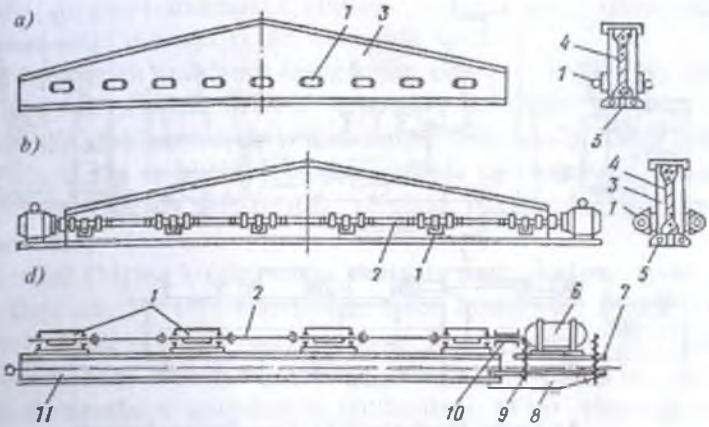
1.59-rasm. Kasseta moslamasining chizmasi:
1 – ustun; 2 – bo'linmalar; 3 – tortqilar (tyaga); 4 – gidroprivod; 5 – tirgaklar.



1.59-rasm. Kasseta qolipining bo'luvchi listlariga vibrouyg'otuvchilarni yon tomondan o'rnatish chizmasi:
1 – vibrouyg'otuvchi; 2 – bo'luvchi list; 3 – bug' bo'linmasi; 4 – mahsulot.

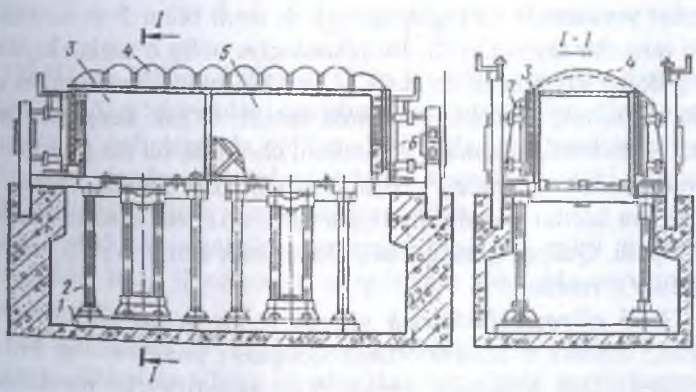
Vibrouyg'otuvchilar ajratuvchi devorlarning bortlariga biriktiriladi, ammo ularni ajratuvchi listlarning yuqori qismiga biriktirish ancha samarali (1.59-rasm) va bu kam harakatlanadigan qorishmalarni ishlatish imkonini beradi. Turli profilli balkalar yakka qoliplarda tayyorlanadi (1.60-rasm). Bunda tashqi titratkichlar ishlatiladi.

Yakka vibroqoliplarning turlaridan biri – blok-xonalar tayyorlanadigan moslamalar. Pastki plitali hajmli bloklar «stakan» turdagi moslamalarda, yuqori qismi esa «qalpoq» turdagi moslamalarda qoliplanadi (1.61-rasm).

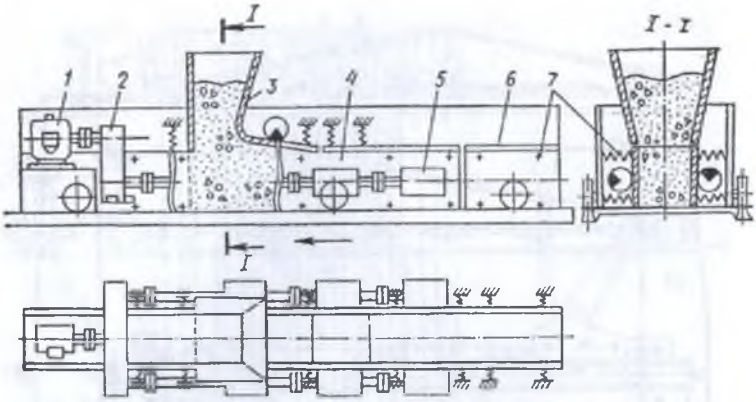


1.60-rasm. Yakka tartibdagi vibroqoliplar:
1 – titratkich; 2 – kardan val (o'q)i; 3 – qolipning borti; 4 – mahsulot; 5 – qolipning asosi (poddon); 6 – elektrodvigatel; 7 – balka; 8 – amortizator; 9 – dyurit muftasi; 10 – elektrodvigatel plitasi; 11 – kronshteyn.

Ko'chuvchan sirpanuvchi vibroqoliplar (1.62-rasm) qoliplanadigan mahsulotlar bo'ylab beto'xtov (yoxud izchil) ko'chib yuradigan vibrouyg'otuvchi bilan jihozlangan qolip elementdan iborat; qoliplash jarayonida zudlik bilan qoliplarni yechish amalga oshiriladi.



1.61-rasm. "Qalpoq" turidagi hajmiy-qoliplash moslamasi:
1 – poydevor ramasi; 2 – serdechnikni yo'naltiruvchi; 3, 5 – serdechniklar; 4 – pnevmoyuk; 6, 7 – mos holdagi bo'ylama va ko'ndalang shitlar.



1.62-rasm. Harakatlanuvchi vibroqolipning chizmasi:
1 – elektrodvigatel; 2 – sinxronizator; 3 – bunker; 4 – vibroseksiyalar; 5 – vibrobloklar; 6 – stabilizatorlar; 7 – prujinali osqi (podveska).

Tashqi titratishda 40–60 sm qalinlikdagi mahsulotlar uchun mahsulotning ust qismiga perpendikulyar 50 Gts chastotaga ega garmonik chayqalishni qo'llash ancha samarali hisoblanadi. 4–8 sm qalinlikdagi quyuq armaturalangan konstruksiyalarni qoliplashda 66 Gts dan ortiq chastota maqsadga muvofiq bo'ladi.

SMJ–93A, 2750/1A, 2750/2A, 2750/3A va 2750/4A yakka vibroqoliplar yordamida vibrogidropresslash usuli bilan 5 m uzunlikdagi bosimli quvurlar tayyorlanadi. Bu texnologiya qolip o'zagiga kiydirilgan rezina g'ilofga suv bosimi ostida 8 MPa ichki radial bosim bilan qotish vaqtida betonning siqilishini nazarda tutadi. O'zak kengayib qolipga tortuvsiz joylashtirilgan spiralli armaturani cho'zadi, bu esa gidropresslash jarayonida tashqi qolipning kengayishiga imkon beradi. Tashqi qolip prujinalar va boltlar yordamida bog'langan ikki yoxud to'rtta qismdan tashkil topadi. Qolipga qorishmani zichlashtirish uchun VP–5 pnevmatik titratkichlar o'rnatiladi.

3. Ustki vibrozichlashtirish yig'ma temir-beton sanoatida keng tarqalgan, chunki u mahsulotlarni qoliplash jarayonining butunlay mexanizatsiyalash imkonini beradi. Vibrouzaytiruvchi moslamalarni qo'llash ancha samarali hisoblanadi. Vibrouzatgich qorishmani qolipga joylashtirish va uni vibratsiya ta'siri ostida zichlashtirish jara-

yonlarini uyg'unlashtiradi. Qoliplash jarayoni ustki vibratsiyaning mahsulot ustki qismiga ta'siri natijasida kechadi.

Vibrouzatgich moslama agregatning titrovchi bunkerida qorishmani oldindan zichlashtirishni va so'ngra qorishma, qolip va titratuvchi qolip shakllantiruvchi o'rtasidagi bo'shliqlarni to'dirish imkonini beradi. Qolip va ishchi organ qoliplashda nisbiy ko'chuvchanlikka ega. Vibrouzatgich gorizontal, vertikal yoxud egri qoliplashda qo'llaniladi.

Vertikal chizma ko'chuvchan shitlarda mahsulotlarni tayyorlashda qo'llaniladi. 30—60 s bikirlikdagi beton qorishmasi titrovchi bunkerdan tinimsiz ravishda pastga tushadi. Bunda konstruksiya ham bir tomondan, ham boshqa tomondan qoliplanishi mumkin. Bu usul hajmli elementlarni qoliplashda qo'llaniladi. O'zak vibrouyg'otgich bilan jihozlanadi.

Keng sathli konstruksiyalar tayyorlashda qoliplovchi yuza ostiga qorishmaning teng, tekis hamda tez uzatilishi uchun vibrobunkerga tutash chizig'i gorizontga 45 gradus burchak bo'yicha egilishi zarur.

Vertikal vibrouzatgich moslamalarning o'lchamlari vibrobunker hajmiga n_b qarab belgilanadi. n_b qoliplanadigan mahsulot hajmi $n_{maks.}$ dan 1,2—1,3 marotaba katta, tinimsiz to'ldirganda esa $n_b=0,5n_{maks.}$ (1,25—1,3) bo'lishi kerak.

Vibrobunker tirqishining balandligi sm da quyidagiga teng:

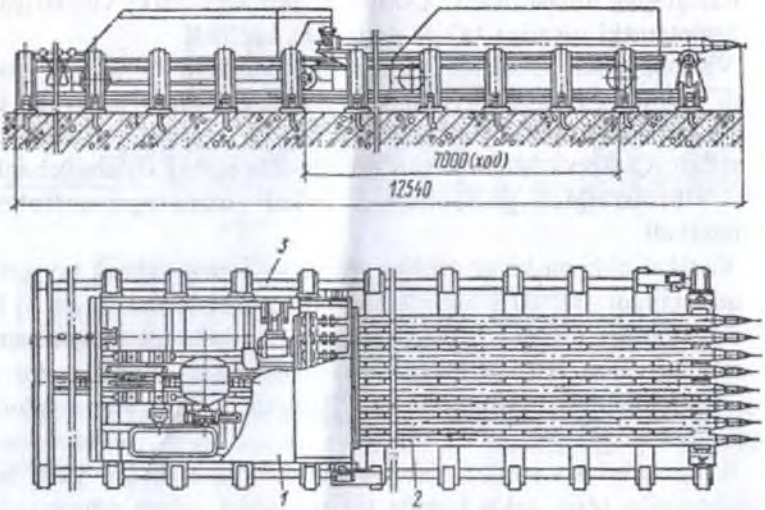
$$h_m = 12h_b.$$

2387U va 3488 stabilizator bilan jihozlangan vibrouzatgich moslamasi 15—20 s bikirlikdagi qorishmalardan tayyorlanadigan mahsulotni beto'xtov qoliplaganda qo'llanadi. Bunday moslamalar lentali oziqlantiruvchi statsionar bunkerlar bilan komplektlanishi, shuningdek, beton yotqizgichlarda o'rnatilishi mumkin.

SMJ—475 vibrouzatgich moslamasi mahsulot enini tartibga soluvchi ilgichlar bilan jihozlangan va qoliplash yakunida qorishmani uzatishni to'xtatadi.

Vertikal qoliplash 1385 tipdagi vibrouzatgich moslama kassetakonveyer liniya tarkibiga kiradi. Har bir siklda tayyorlangan qolip qoliplash postiga kelib tushadi.

SMJ—40 va KJB—82 vibrouzatgich moslamalari quvurlarni qo-



1.63-rasm. SMJ–227 rusumli qoliplash mashinasining chizmasi:
1 – aravacha (aravacha); 2 – vibrovkladish (bo'shliq hosil qiluvchilar); 3 – yo'naltiruvchi aravachalar.

liplashga mo'ljallangan. Qorishmani joylash jarayonida qolip qorishma bilan to'ldirilishi va zichlanishi darajasi bo'yicha vibroo'zak qolipga nisbatan siljiydi.

4. Ichki vibrozichlashtirish. Ichki vibrozichlashtirishda pnevmatik chuqurli titratkichlar qo'llaniladi. Chuqurli titratkichlar, asosan, mexanizatsiyalashtirilgan ishlab chiqarishda va qalin armaturalangan mahsulotlarni zichlashtirish uchun yordamchi vosita sifatida qo'llaniladi.

Vibrovkladishli moslamalar ikki tomoni ochiq teshiklarga ega bo'lgan mahsulotlarni tayyorlashda qo'llaniladi. Vibrovkladishlar muayyan konfiguratsiyadagi qattiq metall korobkalar bo'lib, ularning ichida 96,5 Gts chayqalish chastotali titratkichlar yoxud debalans vallar biriktirilgan bo'ladi. Bevosita zichlashtiriladigan qorishmalarni ichki vibrozichlashtirishda vibroimpulslarni uzatish hajmli va tashqi vibrozichlashtirishlarga nisbatan energiya sarflanishini pasaytirish imkonini beradi.

Vibroo'zakchalar bo'shliqli mahsulotlarni qoliplash uchun ko'plab moslamalarda qo'llaniladi (masalan, SMJ–24, SMJ–227). Moslamalar vibrovkladish-bo'shliq hosil etuvchilarni qolipga kiritish va ularni yangi quyilgan betondan chiqarib olish mexanizmlari bilan jihozlangan (1.63-rasm).

Ichki titratish 30–45 Gts dagi chastotada vibrovkladishlar bilan olib boriladi. Vibrouyg'otuvchilarning chayqalishlari beton qorishmasining kontaktli yuziga normal bo'lgan tarkibiy qismga ega bo'lishi lozim. Zichlashtirish qatlamining maksimal qalinligi silindr qolipda 200 mm va bo'shliq hosil qiluvchi to'g'ri burchakli qolipda 300 mm ni tashkil etadi.

Gorizontal holatda konstruksiyalarni qoliplashda 0,015 MPa dan ko'p bo'lmagan statistik bosimli vibroyukni qo'lash maqsadga muvofiq. Titratish davomiyligi yuksiz 20–40 s va yuk bilan titratish 1,5–3 minut 3000 min^{-1} chastotada. 4000–4500 min^{-1} chastotada zichlashtirish vaqti 1,5–2 marta kamayadi.

1.25. Vibropresslash va vibroshtamplash

Bir vaqtning o'zida bosim bilan titratish bikir qorishmalarni ishlatish va belgilangan profildagi yuzali mahsulotga ega bo'lish imkonini beradi. Buning uchun shtapm tariqasida titrovchi plita qo'llaniladi. Vibropresslash yuk bilan titratishda, vibroshtamplashda va vibroprokatda amalga oshiriladi. Bikir qorishmalardan mahsulotlarni tayyorlashda titrashning davomiyligi ortadi, zichlashtirish uchun zarur chayqalish amplitudasi ham o'sadi.

Bikir qorishmalardan mahsulotlarni vibromaydonchalarda qoliplashda yukni qo'llash qariyb ikki marta zichlash davomiyligini qisqartiradi. Yuklarning ikki turdagilari qo'llaniladi: inersion va inersiyasiz.

Inersion yuklar o'z massalari bilan «uyg'otuvchi-beton qorishmasi» tizimining chayqalishlarida ishtirok etadi; inersiyasizlarda bosim qo'shimcha massa yordamida yoki kuch ta'sirining boshqa manbasi bilan hosil qilinadi. Birinchi holatda qo'shimcha massa yordamida bosim o'tkazish mahsulot bilan kontakti bo'lgan qismiga yo'naltiriladi. Ikkinchi holatda esa pnevmatik yostiqlar va gidropnevmosilindrlar

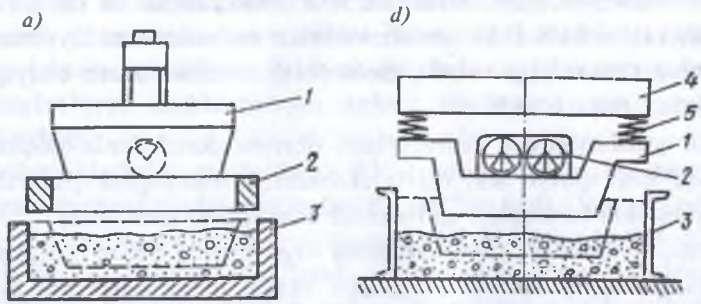
qo'llaniladi. Bunda satistik bosim 0,001–0,002 MPa bo'lishi lozim.

Yo'naltirilgan chayqalishlardagi vibromaydonchalarda mahsulotlar qoliplanganda statistik bosim 0,002–0,004 MPa gacha ortishi mumkin.

Vibroshtamplash – bir vaqtning o'zida vibroimpulslar va bosimni qoliplanuvchi mahsulotning ochiq yuqori qismidan qorishmaga uzatish turi bo'lib, bunda vibratsiya va bosim bir ishchi organ – profilli yoxud tekis titrovchi plita orqali uzatiladi. Vibroshtamp nafaqat zichlovchi, balki mahsulotning yuz qismiga u yoki bu shaklni beradigan qoliplovchi vosita ham bo'lishi mumkin.

Vibroshtamplashda (1.64, a-rasm) oldindan beton qorishmasi quyilgan qolipga vibroshtamp tushiriladi. Titrash boshlanganda shtamp pastga tushadi, o'zining va qolip o'rtasidagi chuqurlikka bortli cheklagichlar tomonidan belgilangan qorishmani siqadi. Beton qorishmasi zichlanib shtamp va qolip o'rtasidagi bo'shliqni to'ldiradi va mahsulot shakliga kiradi.

Bir massali chayqalish harakatlariga ega vibroshtamplovchi moslama eng keng tarqalgan. Shuningdek, ikki massali chayqaluvchi tizim ham qo'llanilib, u mexanik podressorli yukka egaligi bilan farqlanadi (1.64, b-rasm). Bu, odatda, bikir beton qorishmasining samarali zichlanishi ro'y beradi va belgilangan mahsulot profilining



1.64-rasm. Beton qorishmasini vibroshtamplash jarayoni chizmasi:
a – bir massali vibroshtamp bilan; b – ikki massali vibroshtamp bilan; 1 – vibroshtamp; 2 – siquvchi chegaraviy rama; 3 – bort jihozi; 4 – noinersiyaviy yuklama; 5 – elastik ressorlar.

shtamplanuvi shtampning o'z massasi va unga nisbatan qo'shimcha faol bosim ta'sirida hosil bo'luvchi beton qorishmasiga qo'shimcha ta'sir evaziga yuz beradi. Bikir beton qorishmalaridan mahsulotlarni qoliplash statistik yukning qarshilik ko'rsatuvchi kuchga nisbati 0,4–0,5 ni tashkil etsa, samarali bo'ladi. Bikir qorishmaga qarab solishtirma statistik bosim 0,01–0,02 MPa ni tashkil etadi.

1.26. Sirg'aluvchan vibroshtamplash

Sirg'aluvchan vibroshtamplash uzun o'lchamli va armosementli mahsulotlarni, bikir beton qorishmalardan tayyorlangan egri chiziqli qobiqlarni qoliplashda qo'llaniladi. Bu usulning o'ziga xos xususiyati shundaki, mahsulotni eni bo'ylab qoplab turadigan shtampning vibratsiyalovchi plitasi qolipning bort devorlari yuqori chekkasida sirg'aladi va bu holatda mahsulotning loyiha qalinligiga teng bo'lgan qolip tagidan boshlanadigan masofani saqlab qoladi. Bu chizma bo'yicha ishchi organ mahsulotning faqat bir qismini egallaydi va vibroshtamp yoxud konstruksiya harakatlanganda suriladigan va stansionar vibroshtamp qorishmaning zichlanishi vibratsiya va bosimning bir vaqtda ta'sir ko'rsatishida yuz beradi.

Qolipga qorishmani joylash usuliga qarab vibroshtamplar zaif qatlamli beton qorishma bilan joylangan (birinchi tip) va vibronasadka bilan avvaldan zichlangan (ikkinchi tip) bo'ladi. Sirg'aluvchan vibroshtamp ishining asosiy o'lchamlari: chayqalishlarning yo'naltirilganligi, ularning chastotasi va amplitudasi, betonga bo'lgan solishtirma bosimi. Gravitatsion va prujinali vibroshtamplar uchun birinchi tip yuk massasi 0,005–0,008 MPa oralig'ida bo'ladi. Ikkinchi tipdagi sirg'aluvchan vibroshtamplar uchun beton qorishmasining shtampga nisbatan statistik bosimi Q_b, nasadkadagi beton qorishmasining statistik bosim Q_{st} va gidroshtampning harakatlanishida hosil bo'ladigan Q_{gd} gidrodinamik bosim summasi bilan aniqlanadi:

$$Q_b = Q_{st} + Q_{gd};\ Q_{st} = PS\mu;\ Q_{gd} = QnS\mu_1 \times i^2h^2_b$$

Bu yerda R – nasadkadagi qorishma ustunining bosimi, MPa; S – shtamp maydoni, m²; Q – qorishma bikirligi, s; n – vibro-

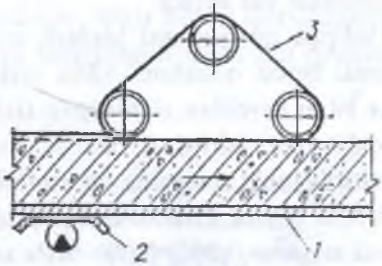
shatmp harakatining tezligi, m/s; i,h_b – shtampning uzunligi va qalinligi, m; μ, μ_1 – shatmpning egilish burchagiga bog'liq bo'lgan o'lchamsiz koeffitsientlar.

12–15 gradus egrilikdagi vibratsiyaning vibroshtamp harakati tomoniga yo'naltirilishi mahsulotning sifatli qoliplanishini ta'minlaydi. Betonning shtampga yopishishini bartaraf etish qo'shimcha yuqori sifatli vibratsiya yoxud yupqa po'lat list qoplamasi bilan amalga oshiriladi.

1.27. Vibroprokat

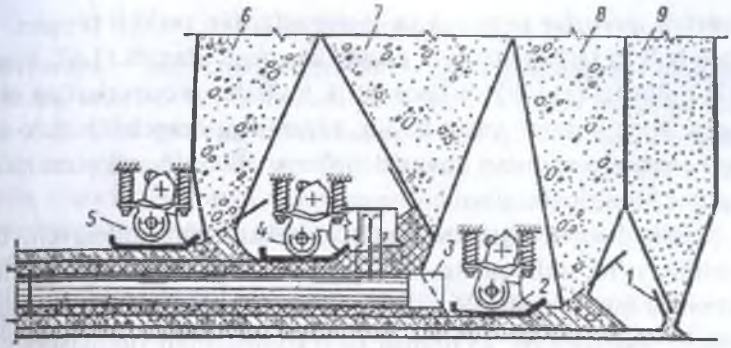
Vibroprokat – harakatlanuvchi stan lentasida yoxud stendda harakatlanuvchi betonlovchi mashina yordamida tinimsiz qoliplash usulidir. Unda qorishma sirg'aluvchi zichlashtiruvchi valiklar, plitalar va boshqalarning presslovchi bosimi bilan uyg'unlashadi.

N. Y. Kozlovning vibroprokatli stanida (1.65-rasm) 500 va 600 markali tez qotuvchi sementlarda bikirligi kamida 40 s bo'lgan mayda zarrachali betonlardan devor panellari va orayopma plitalar qoliplanadi.



1.65-rasm. N. Y. Kozlov stanidagi beton qorishmasining vibroprokat chizmasi:
1 – harakatlanuvchi metall tasma; 2 – vibrobalka; 3 – kalibrlash seksiyasi

Qorishtirgichdan beto'xtov tushadigan beton qorishmasi lentaning butun eni bo'yicha shnek bilan joylanadi va stan qoliplovchi seksiya mexanizmlari bilan zichlashtiriladi. Qorishma qoliplovchi lenta orqali vibrobrus bilan tekislanadi va zichlashtiriladi. So'ngra qoliplovchi lenta harakatlanganda mahsulot kalibrlovchi seksiya valiklari bilan loyiha qalinligiga qadar prokatlash yo'li bilan kalibrlashtiriladi.



1.66-rasm. Betonlovchi kombayn ishchi organlarining joylashish chizmasi:
1 – to'sqich (zatvor); 2 – pastki yuza titratkichi; 3 – bo'shliq hosil qilgich; 4 – o'rta qatlam titratkichi; 5 – yuqori yuza titratkichi; 6 – yuqori qatlam beton qorishmasi; 7 – o'rta qatlam beton qorishmasi; 8 – quyi qatlam beton qorishmasi; 9 – qum.

Betonlovchi kombayn uch qatlamli orayopma bo'shliqli nastillarni poligonlarda betinim qoliplash uchun qo'llaniladi. Bunday kombayn (1.66-rasm) o'ziyurar portal, betonlovchi mashinalar, bo'shliq hosil qiluvchilar, zichlovchi moslamalar va bunkerlar bilan jihozlangan. Portal relsli yo'l bilan stend bo'ylab harakatlanadi, mashina portal ichida eniga va vertikal bo'ylab harakatlanishi mumkin. Bu esa ko'p yarusli qoliplash imkonini beradi (10 qatorgacha). Mashina harakatlanarkan, bir vaqtning o'zida qorishmaning uch qatlamini zichlashtiradi, bunda bo'shliq hosil qiluvchilar qaytish-olg'a harakatlarni sodir etadi va shu tarzda yangi quyilgan betonlar bilan birikishiga yo'l qo'ymaydi. Portalga o'rnatilgan yon profillashtiruvchi reykalar mahsulotni qoliplashni ta'minlaydi.

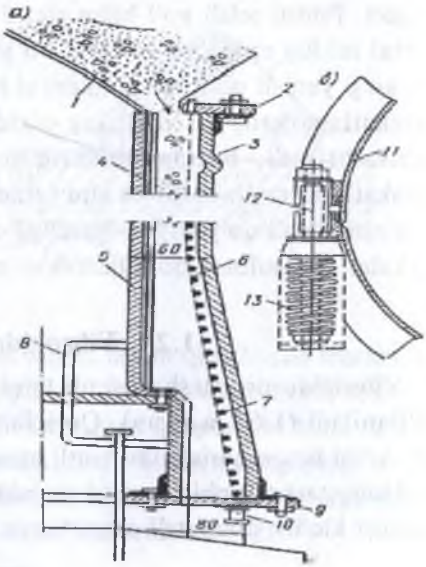
1.28. Vibrogidropresslash

Vibrogidropresslash bosimli temir-beton quvurlarni tayyorlashda qo'llaniladi (1.67, a-rasm). Qoliplash jarayoni ikki bosqichdan iborat. Avval beton qorishmasi vintli beton joylovchi bilan qolipga solinadi. Qolip tashqi qobiq konsul va ichki o'zakdan iborat. Tashqi qolip (qobiq) kichik diametrli quvurlar uchun ikkita yarim qolip va katta

diametrli quvurlar uchun 4 ta segmentlardan tashkil topgan. Ular o'zaro bolt va tarirovkalangan prujinalar orqali ulanadi (1.67, b rasm). Ichki qolip (o'zak) ikkita konsentrik joylashgan quvurlardan tashkil topgan. Kichik quvur yaxlit bo'lib, kattasining devorlari teshik-teshik quvur (perfofirovannaya quvur)dan iborat. Ikki devorli o'zakka rezina g'ilof kiydiriladi.

Kichik diametrdagi quvurlar uchun kam harakatlanuvchi beton qorishmalarini zichlantirish MV–64 osma pnevmatik titratkichlar yordamida amalga oshiriladi, katta diametrli quvurlar uchun esa yuk ko'tarish qobiliyati 20–28 tonnali ko'p komponentli vibrmaydonchalar ishlatiladi. Bu holatda vibratsiya tashqi kojux orqali tarqaladi.

Betonlashdan keyin qolip gidropresslash postiga o'tkaziladi. U yerda o'zakning teshikli va teshiksiz devorlari orasiga issiq suv uzatiladi. 30 minut dvomida bosim 3–3,5 MPa gacha ko'tariladi. Bosim ostida suv o'zak devorlari orqali o'tadi, rezinali g'ilofga ta'sir ko'rsatadi, uni cho'zadi va qolipda beton qorishmasini presslaydi. Bosim ostida mahsulot 5–7 s, beton loyiha mustahkamligiga yetmaguncha saqlanadi.

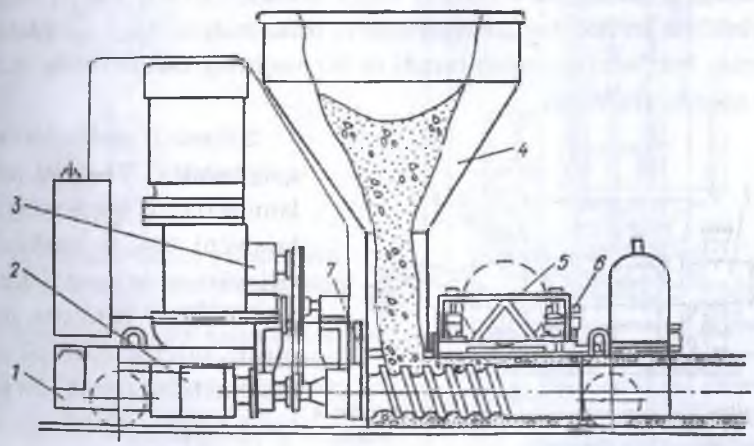


1.67-rasm. Trubani vibrogidropresslash usuli bilan qoliplash: *a – qoliplash chizmasi; b – qolipni ulash detali; 1 – beton bilan ta'minlovchi bunker; 2 – tayanch (упорное) halqasi; 3 – tashqi qolip; 4 – rezina g'ilof; 5 – ichki qolip; 6 – bo'ylama armatura; 7 – spiralsimon armatura; 8 – issiq suv yuborish quvuri; 9 – pastki tayanch halqasi; 10 – stopor muftasi; 11 – tashqi qolip; 12 – tutashtiruvchi chok; 13 – prujina.*

1.29. Ekstruziya

Ekstruziya — bu siqilayotgan beton qorishmasiga bir vaqtning o'zida ham, titratish ham presslash yo'li bilan ta'sir ko'rsatishga asoslangan usul. 30 s ga teng bikirlikdagi beton qorishmasi vibratsiya ta'sirida muayyan darajada suyuladi va presslash kamerasiga o'tadi. Bu yerda u qorishma yangi qoliplangan mahsulotning chekka qismi, kameraning yon devorlari va ishchi organning pressllovchi yuzi o'rtasidagi maydonda siqiladi.

Qoliplovchi agregat (1.68-rasm) qabul bunkeri, maydonli titratkich, harakatlanish mexanizmli shnekli siquvchidan iborat. Beton qorishmasi shnek bilan ushlanadi va ekstruder presslash kamerasiga uzatiladi. Qorishmaning yangi porsiyalari mahsulotning qoliplangan qismlariga tiqiladi va refaol kuch qoliplashtiruvchi agregatni shnekka qarama-qarshi bo'lgan yo'nalishga itaradi. Bu usul bilan mahsulotlar bortli elementlari bo'lmagan poddon yoxud stendlarda qoliplanadi, chunki yangi qoliplangan mahsulotlarning zichligi 0,3—0,4 MPa ga teng. Ishlanuvchi beton qorishmasining qalinligi bu usul bo'yicha 400 mm ni tashkil etadi.



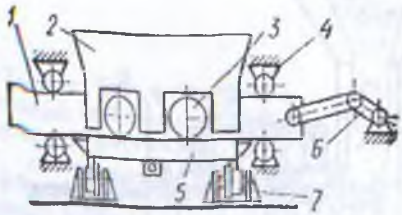
1.68-rasm. Ko'p bo'shliqli to'shamalarni vibropresslab tayyorlovchi uskuna: *1 — o'ziyurar rama; 2 — shneklardagi titratkichlar yo'naltiruvchisi; 3 — shneklarning yo'naltiruvchisi; 4 — beton qorishmasining bunkeri; 5 — yuzani vibratsiyalovchi moslama; 6 — shneklar; 7 — ko'ndalang armaturalarni uzatuvchi plunjer moslamasi.*

1.30. Rolikli presslash

Aylanuvchi rolik ostiga beton qorishmasi ko'p marotabali sochilganda qorishmaning o'ta zich – «zichlantirilgan yadro» hajmi hosil bo'ladi. Rolik ostiga yangi beton qorishmasi porsiyalari sochilganda zichlangan qatlamlar yuqoriga va yon tomonlarga siqib chiqariladi. Yangi porsiyalarning yetkazilishiga qarab ularning qalinligi kamayadi, ular ajralmas holda cho'ziladi. Qorishma bo'lakchalari qatlam doirasida o'zaro siljishadi va qatlamlar bir-biriga qarab harakatlanadi, bunda qatlamlarning go'yoki o'zaro aralashuvi yuz beradi.

Gorizontal qoliplarda rolikli qolip moslamasining prinsipial chizmasi 1.69-rasmda keltiriladi. Avval roliklar aylanish harakatiga keltiriladi, so'ngra qolip roliklar ostiga o'tkaziladi va rolik ostiga beton qorishmasiga sochiladi. Qorishma mahsulotning butun eni va qalinligi bo'ylab aylanadi. Qolipning mahsulot bilan harakatlanish tezligi qorishma qoldig'ini mahsulotning zichlangan qismidan siqib chiqarish tezligi bilan aniqlanadi.

Tekis mahsulotlarni qoliplashtirish uchun roliklarning o'qlarida joylashgan barqarorlashtiruvchi balka mashinalarning ishchi organi ko'rinishida bo'ladi. Barqarorlashtiruvchi balka mahsulotning qoliplangan qismini buzilishdan saqlab turadi va bir vaqtning o'zida uning ochiq yuz qismini tekislaydi.



1.69-rasm. Gorizontal rolikli presslash uskunasi:
1 – harakatlanuvchi balka; 2 – taqsimlovchi bunker; 3 – shakl beruvchi rolik; 4 – qo'zg'almaydigan balkaning harakat yo'naltiruvchisi; 5 – qolip; 6 – shatun-krivoshipli mexanizm; 7 – rolikli konveyer.

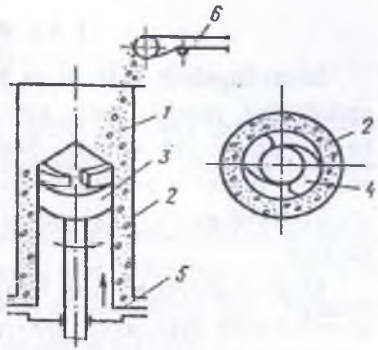
Silindrli mahsulotlarni qoliplashda (1.70-rasm) roliklarning o'qlari agregatning aylanuvchi barqarorlashtirish silindiriga joylashtiriladi. Mahsulotlarni beto'xtov qoliplash tezligi 0,5–12 m/minutni tashkil etadi. Bu usul bilan mayda zarrali qorishmalardan silindr shaklli (bosimsiz quvurlar) yoxud tekis yuzali (reshetkalar yoki qovurg'ali plita) temir-beton

va beton mahsulotlari qoliplanadi. Qoliplanuvchi qatlam qalinligi 1,5–20 sm ni tashkil etadi.

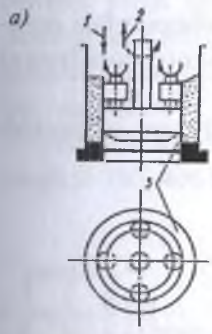
Rolikli qoliplash mahsulotlari yaxshi sifatdagi yuz qismga, sovuqqa chidamli, kam sement xarajatida yuqori beton marakalariga ega bo'ladi.

Jihoz uzoq chidaydi, kam shovqinli va yuqori darajali mexanizatsiyalashuvni ta'minlaydi.

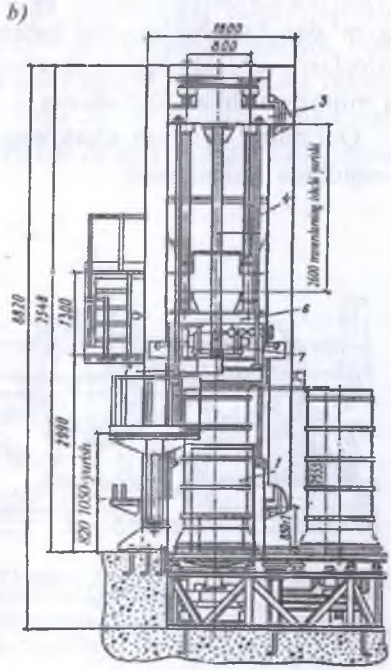
Quvurlarni vertikal rolikli qoliplashda SMJ–194 dastgohi (1.71-rasm) qoliplarni o'rnatish uchun ikki uyali buriluvchi stolga ega.



1.70-rasm. Trubaga radial presslab shakl berish uskunasi:
1 – beton quvur; 2 – tashqi qolip; 3 – presslovchi o'zak; 4 – presslovchi lippaklar; 5 – poddon; 6 – beton qorishmasini eltuvchi.



1.71-rasm. Kesim yuzasi shakli halqasimon bo'lgan mahsulotlarni qoliplash uskunasi:
a – kesim yuzasi shaklli halqasimon bo'lgan mahsulotlarni rolikli qoliplash chizmasi; 1 – roliklar; 2 – mo'tadillashtiruvchi silindr; 3 – shakl berilayotgan mahsulot; b – umumiy ko'rinish; 1 – gidrouzatma; 2 – elektr jihozlari; 3 – aylanuvchi mexanizmli traverslar; 4 – bunker; 5 – qorishma uzatuvchi manba; 6 – aylantiruvchi moslamali aylanma stol; 7 – quvur tutashuv qismini shakllantiruvchi moslama.



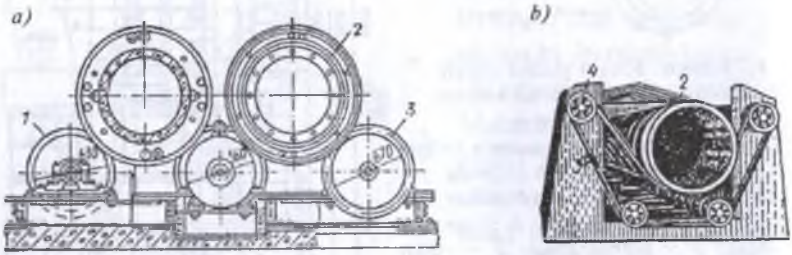
1.31. Sentrifugalash

Sentrifugalash bosimli va bosimsiz quvurlarni, elektruzatgich tayanchlarini, yoritish, aloqa, ustunlar va halqali boshqa konstruksi-yalarni tayyorlashda ishlatiladi. Sentrifugalash usuli bilan qoliplashda rolikli, remenli yoxud o'qli sentrifugalar qo'llaniladi; qoliplar yechilmaydigan va ikki yarim qolipdan tarkib topgan yechiladigan bo'ladi.

Mahsulotlarni bu usul bilan qoliplash (1.72, 1.73-rasmlar) beton qorishmasini aylanuvchi qolipga uzatishdan iborat, qorishma uning o'qi bo'ylab taqsimlanadi. Katta uzunlikdagi mahsulotlarda qorishma avvaldan yarim qolipga joylashtiriladi. Aylanma bo'yicha qorishmani taqsimlash va zichlantirish markazdan qochuvchi va dinamik kuchlar hisobiga amalga oshiriladi. Quvurlarni qoliplash uchun 4–6 sm harakatchanlikdagi beton qorishmasi qo'llaniladi. Bunda to'ldiruvchining yirikligi 15–20 mm dan oshmasligi, sement sarfi 400 kg/m^3 dan kam bo'lmasligi lozim. 500–1500 mm diametrdagi mahsulotlarni qoliplashning davomiyligi 15–25 minut, qorishmani ta'minlovchi bilan joylash esa – 10–20 minut.

Qolipning aylanish chastotasi 1 minutda qorishmani taqsimlash bosqichida aniqalanadi:

$$n_{taqs} = 600 / \sqrt{2r_i}$$



1.72-rasm. Quvurlarga shakl beruvchi sentrifugalarning prinsipial chizmalari: *a – rolikli; b – osma tasmada aylanuvchi (клиноременный); 1 – harakat uzatuvchi rolik; 2 – quvur qolipi; 3 – erkin harakatlanuvchi rolik; 4 – harakat manbayi.*

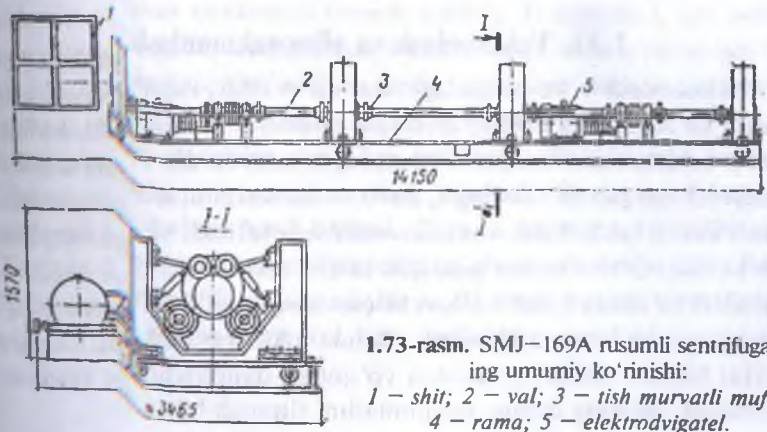
Qorish[illegible]haning zichlanish bosqichida:

$$\eta_{zichl}=3240\sqrt{Pr_T/(r_T^3-r_I^3)}$$

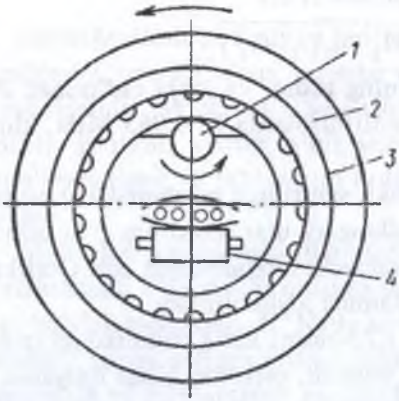
Bu yer[illegible]a r_T va r_I – mahsulotning tashqi va ichki radiuslari; P – qorishmag[illegible] radial bosim (rolikli sentrifugalarda P=0,065 MPa, klino-remenniyla[illegible]da P=0,14 MPa).

SMJ–1[illegible]06A va SMJ–104A rolikli sentrifuga moslamalari bosimsiz quvurlarni [illegible]oliplash uchun mo'ljallangan; ular sentrifuga o'qi bo'ylab harakatlana[illegible]ligan tovushni izolyatsiyalovchi moslamalarga ega. Qorishma qolipga len[illegible]ali ta'minlovchilar yordamida joylashtiriladi.

SMJ–1[illegible]69A rolikli sentrifuga (1.73-rasm) katta uzunlikdagi temir-beton tiraglichlar LEP tayanchlari, yoritish, svetofor, aloqa liniyalari va boshqalarni [illegible]oliplash uchun mo'ljallangan. Sentrifugalash vaqtida vertikal bo'yicha q[illegible]lipning chayqalishidan va ishdagi xavfsizlikni ta'minlash maqsadida [illegible]rcha tiragichlar bosib turadigan mexanizmli predoxranitelli roliklar bi[illegible]n jihozlangan. Qoliplarda qorishmani taqsimlashning davomiyligi [illegible] minutdan, zichlashtirishda – 12 minutdan oshmaydi, butun qoliplash si[illegible], shu jumladan, moslamani o'rnatish, qorishmani yuklash, uni taqsiml[illegible]h va zichlashtirish bilan birga 25–50 minutni tashkil etadi. To'ldiruvch[illegible]lonalarining maksimal yirikligi 20 mm, qorishmadagi sement miqdori 35[illegible] 400 kg/m³.



1.73-rasm. SMJ–169A rusumli sentrifuganing umumiy ko'rinishi:
1 – shit; 2 – val; 3 – tish murvatli mufta; 4 – rama; 5 – elektrodvigatel.



1.74-rasm. Quvurni markazdan qochma prokat bilan qoliplash chizmasi:
1 – prokat mashinasining vali (o'q); 2 – yechiladigan halqa; 3 – qolip; 4 – lentali qorishma eltuvchi.

Markazdan qochuvchi prokat – sentrifugalash turlaridan biri bo'lib, 5 metrgacha uzunlikdagi va 1200–3000 mm diametrdagi kam bosimli va bosimli quvurlarni ishlab chiqarish uchun qo'llaniladi.

Markazdan qochuvchi kuch, asosan, beton qorishmasini taqsimlashga mo'ljallangan. Quvur devorlari beton qorishmasi prokat mashinasining aylanuvchi vali va qolip o'rtasida prokat orqali qoliplanadi (1.74-rasm). Qolipning ichida val bo'ladi. Val aylanish harakatini qolipga uzatadi va lentali ta'minlovchi tomonidan uzatilgan 150–300 s bikirlikdagi beton qorishmasi markazdan qochuvchi kuch bilan qolipning devorlari bo'ylab taqsimlanadi va qolipning og'irligi bilan hosil qilinuvchi 1–5 MPa bosim ostida zichlanadi.

1.32. Vakuumlash va vibrovakuumlash

Vakuumlash – bu betondagi tutash g'ovaklar, kapillyarlardagi past bosim va atmosfera bosimi o'rtasida tafovutni yaratishga asoslangan beton qorishmasini zichlash texnologik jarayonidir. Namlik bosimi gradienti natijasida suv bug'i, havo va havosimon qorishma atmosferali bosim hududidan vakuum-manbaga intiladi va betondan chiqib ketadi. O'sha bosim gradient ta'siri ostida va kapillyar siqilish kuchlari ta'sirida hosil bo'luvchi (suvning kapillyarlardan chiqarilishiga qarab) beton zichlanadi. Bunda erkin suvning ortiqcha miqdorini hajmni kamaytirmasdan yo'qotish qandaydir texnik samara bermaydi, shuning uchun vakuumlashni titratish bilan, ya'ni vibrovakuumlash bilan uyg'unlashtirish maqsadga muvofiq.

Titratish beton qorishmasini joylashtirish va zichlash uchun amalga oshiriladi, so'ngra esa qoliplangan mahsulot vakuumlashtiriladi. Vibratsiya juda qisqa muddatga qorishma bo'lakchalari o'rtasidagi qarshiliklarni yo'q qilish va g'ovakli bo'shliqni qattiq komponentlarning bo'lakchalari bilan to'ldirish uchun ishga solinadi.

Shu bilan birga, titratishda vakuumlashtirish zonasidan tashqaridagi ortiqcha namlik vakuum harakatlanish zonasiga ko'tariladi va betondan chiqariladi. Shunday qilib, vibrovakuumlash moslamasi nafaqat beton qorishmasini zichlashtiradi, balki betondan siqib chiqariladigan suv miqdorini ham oshiradi. Ikki-uch kun yoshdagi vakuumlashtirilgan betonning mustahkamligi titratilgan beton zichligiga nisbatan 40—60% ga ko'p bo'ladi.

1.33. Beton qorishmasini torkretlash

Beton qorishmasining zichlanishi qolipning yuz qismiga pnevmatik va mexanik ta'sir kuchi orqali ta'minlanadigan qoliplash usuli ***torkretlash*** deb ataladi. Bu usul qorishmani qorishtirish, trasportirovka qilish, joylashtirish va zichlash bosqichlarini o'z ichiga oladi. Torkret-beton zichligi yuqori, chidamli, suv o'tkazmaydi va sovuqqa bardoshli bo'lib, bosimli temir-beton quvurlar va boshqalar uchun himoya qatlami sifatida qo'llaniladi.

Torkret-beton moslamasi sement-pushka, kompressor, suv uchun bak, havo tozalagich, shlanglardan iborat bo'ladi. Quruq beton qorishmasi sement-pushkaga solinadi, u yerdan qorishma siqilgan havo bilan shlang bo'ylab idishga uzatiladi, idishga suv boshqa shlang orqali tushadi. Quruq qorishma suv bilan ho'llanib, 90—100 m/s tezlikda qoliplanuvchining yuz qismiga otiladi, natijada 20 mm gacha qalinlikdagi pishiq qatlam hosil bo'ladi. Zarurat bo'yicha 100—200 mm qatlamli beton qorishmalarni joylashtirishda shpris-beton ishlatiladi. Torkret-betondan farqi shundaki, u 25 mm gacha yiriklikdagi to'ldiruvchiga ega va sementni kam sarflaydi.

2-bob. TEMIR-BETON BUYUMLARI ISHLAB CHIQARISH

Kapital qurilish hajmining oshishi mamlakatda temir-beton buyumlari ishlab chiqarishning ko'payishiga sabab bo'lmoqda. Shu munosabat bilan qurilish materiallari sanoati oldida temir-beton buyumlari ishlab chiqarish texnologiyasini mukammallashtirish vazifasi turibdi.

Yig'ma temir-beton buyumlari sanoati hozirda sanoat, fuqaro va uy-joy qurilishi uchun tom qoplamalarining hammasini, 30% bino va inshoat devorlari, bino poydevorlarining 30%i va sanoat binolari karkaslarining 60% ini tayyorlab chiqarmoqda.

Yig'ma binolar qurilishining ko'payishi sababli uy, fuqaro va sanoat qurilishida temir-beton buyumlari sarfi sezilarli darajada oshdi. Mamlakatda sanoat binolari, inshoot va uy-joy qurilishida hajmiy-rejalashtirish yechimini umumiylashtirish tizimi ishlab chiqilgan. Ishlab chiqarilayotgan temir-beton buyumlarning 80% i umumiylashtirilgan.

Yig'ma temir-beton konstruksiyalar rivojlanishining asosiy yo'nalishi buyum va konstruksiyalarga ishlatiladigan material hamda metall, energiya sarfini kamaytirish, zavodda tayyorlik darajasini oshirish bo'lib qolmoqda.

2.1. Yig'ma temir-beton buyumlari korxonasida mahsulot va ishlab chiqarishning xususiyatlari

Turli buyum va konstruksiyalarni tayyorlash usulidan aynan birini tanlash o'sha usulning turi, texnologik o'ziga xosligi va ishlab chiqarish hajmiga bog'liq. Shu bilan birga aynan bir buyumni ishlab chiqarishdagi texnik iqtisodiy ko'rsatkichlarni hisobga olish ham ahamiyatlidir.

Temir-beton buyumlarining yuzdan ortiq turlari mavjud. Ishlab chiqarishda tejamkorlikka erishish uchun ularning turini imkon qadar kamaytirish lozim.

Temir-beton buyumlari quyidagi xususiyatlariga ko'ra bo'linadi: qaysi yo'nalishda ishlatilishiga ko'ra – sanoat, uy, fuqaro qurilishi

uchun; bino yoki inshootdagi ishlatilish o'rniga ko'ra – poydevor, tom qoplamasi, devor va boshqa hokazolar uchun; geometrik shakliga ko'ra – ustunsimon, plitali, blokli, panjarali va h.k.; ko'ndalang kesimining shakli va xususiyatiga ko'ra – uzluksiz, g'ovak, qovurg'ali, qat-qat va h.k.; armatura qo'yilishining xususiyatiga ko'ra – betonli (armaturasiz), temir-betonli (oddiy yoki tortilgan armaturali); betonning turiga ko'ra – og'ir, yengil, yacheykali beton.

Bir xil turdagi buyumlar, agar konstruksiyasi va o'lchami har xil bo'lsa, bir turli buyumning o'lchamiga ko'ra yoki bir turdagi buyumga armatura turlicha joylangan, detallari har xil yoki texnologik tirqishlari turlicha bo'lsa, markasiga ko'ra farqlanadi.

Tayyorlash texnologiyasidan unisi yoki bunisini tanlash buyumning shakli, uning o'lchami, og'irligi, betonning turi va armatura qo'yilish usuliga ko'ra tanlanadi.

Korxonaga rentabel ishlash imkonini beradigan eng maqbul ishlab chiqarish quvvatini tanlash qo'yilayotgan mablag'ning hajmi, mahsulot tannarxi va transport xarajatlariga ko'ra belgilanadi. Korxona ishlab chiqarish quvvati ikki marta oshirilganda umumiy mablag' sarfi 15–20%, yig'ma temir-beton buyumlarining tannarxi esa 5–8% kamayadi.

Ma'lum bir qurilish turi (uy qurilishi, sanoat) uchun lozim bo'ladigan barcha mahsulot turini ishlab chiqarishga ixtisoslashgan temir-beton buyumlari zavodida bir nechta texnologik liniyalar mavjud bo'lib, ularning har birida ma'lum bir buyum tayyorlanadi va bunday usul ishlab chiqarishni tejamli ishlaydigan qilib tashkil etish imkonini beradi.

Temir-beton buyumlari sanoatida tayyorlanayotgan buyumning nomi va ko'rinishiga ko'ra korxonalar quyidagicha bo'linadi: ixtisoslashgan korxona – uy qurilishi korxonalari; yirik panelli uy qurilish korxonalari va sexlari; hajmiy-blokli uy qurilish zavodlari; zavod qurish kombinatlari; qishloq xo'jaligi qurilishi korxonalari; quvur, shpal, elektr ustunlari va boshqa mahsulot turlarini chiqaruvchi tor ixtisosli zavodlar; temir-beton buyumlari chiqaruvchi universal zavodlar; sanoat korxonalari kombinatlari; temir-beton buyumlari poligonlari.

Ixtisoslashgan korxonalar (kombinat va zavodlar) bino va inshootlar montaji uchun lozim bo'ladigan umumiy buyum va konstruksiyalarni ishlab chiqaradi. Bunday korxonalarning ba'zi texnologik liniyalari ma'lum bir detalni ishlab chiqarishgagina ixtisoslashgan bo'ladi.

Uy qurilishi korxonalari turli ko'rinishdagi uylar uchun lozim bo'ladigan buyum turlari va qurilmalarni tayyorlaydi. Bular sirasiga ichki, tashqi devor panellari, tosh qoplamalari, sanitar-texnik kabinalar, zinapoyalar, qo'shimcha elementlar kiradi. Shuningdek, korxona ularning montajini ham bajaradi. Uy qurilishi korxonasining mahsuloti — tayyor uy bo'ladi.

Mamlakatimizda yirik panelli uy qurilishining katta tajribasi to'plangan va yiliga 100—140 ming m^2 uy qurilishiga mo'ljallangan kombinatlarning umumiy loyihalari ishlab chiqilgan. Bunday korxonalarda turli tipdagi 9—16 qavatli uylar tayyorlanadi.

Hajmiy-blokli uy qurilish zavodlari uy va jamoat binolari qurilishi uchun tayyor temir-beton elementlarini yetkazib beradi.

Zavod qurish kombinatlarida sanoat inshootlari uchun umumiylashtirilgan buyum turlari tayyorlab chiqariladi. Bular sirasiga fermalar, kran osti balkalari, ustun, devor va tom panellarini kiritish mumkin. Bunday korxonalarning ishlab chiqarish quvvati yiliga 200 ming m^3 temir-beton buyumlarini tashkil etadi.

Qishloq qurilish kombinatlari chorvachilik majmualari, ishlab chiqarish binolari, don omborlari, silos saqlash joylari, madaniy va uy-joy binolari qurilishi uchun konstruksiyalar yetkazib beradi.

Tor ixtisosli zavodlar konstruksiyasi va tayyorlash texnologiyasi bir xil bo'lgan standart buyumlarni chegaralangan miqdorda ishlab chiqarishga ixtisoslashgan bo'ladi. Bunday korxonalar sirasiga shpal tayyorlash, elektr ustunlari, metro va shaxta tirkagichlari. temir-beton quvurlari tayyorlash zavodlari kiradi.

Universal zavod va poligonlar turli nomdagi har xil buyumlarni ishlab chiqarishga mo'ljallangan. Bunday zavodlarda ixtisoslashgan zavodlarga qaraganda maxsus jihozlar kamroq bo'ladi. Turli mahsulot ishlab chiqarish uchun uskunalarni qaytadan tayyorlash bunday korxonalarning samaradorligini kamaytiradi.

2.2. Texnologik liniyani tanlash

Liniyalarning turi va soni buyumning nomi va korxonaning ishlab chiqarish quvvatiga ko'ra tanlanadi. Texnologik liniya va uskunalarni tanlash buyum konstruksiyasi va texnologik ko'rsatkichlarining qoliplash va qotish vaqtidagi muvofiqligiga ko'ra tanlanadi.

Ko'p temir-beton buyumlari uchun quyidagi o'lchamlar olinadi: betonning turi va markasi, buyumning shakli, kesmasining o'ziga xosligi, geometrik o'lchami va undan og'ish chegarasi, armaturaning turi, armaturaning joylashish tig'izligi, buyumning og'irligi va yuzasining tekislik darajasi. Shu ko'rsatkichlar bo'yicha texnologik liniyaning yillik ishlab chiqarish quvvatiga ko'ra buyumlar tayyorlanadi.

Bir guruhga birlashtirish jarayoni bir-biriga yaqin buyumlarning asosiy texnologiyasini tanlashdan boshlanadi va bunday buyumlarga ehtiyoj doimiy bo'lishi nazarda tutiladi. Guruhlar soni texnologik liniyalarning soniga teng bo'lishi kerak. Shundan so'ng asosiy buyumlar guruhiga ular xususiyatiga ko'ra yaqin bo'lgan buyumlar tanlanadi va bunda ularning ishlab chiqarish hajmi, asosiy buyumlar bilan noteng ishlash koeffitsientiga ko'paytirilganda, eng yuqori bo'lishi kerak (2.1-jadvalda ko'rsatilgan).

Noteng koeffitsientlar

2.1-jadval

Bajariladigan ish turi	Konfiguratsiyasi murakkab bo'lmagan bir qatlamli buyumlar	Konfiguratsiyasi murakkab bo'lgan ko'p qatlamli va fakturalangan buyumlar
Mexanizatsiyalashgan	1,15–1,1	1,25–1,15
Qo'l mehnati	1,25–1,15	1,35–1,12

Izoh: *Maxsuslashirilgan postlarda bir turdagi mahsulotni tayyorlashda bajariladigan operatsiyalar uchun koeffitsientlar; chiziq ortida – postlarda turli ko'rinishdagi guruhlashtirilgan mahsulotlar ishlab chiqarishda bajariladigan operatsiyalar uchun koeffitsientlar.*

2.3. Ishlab chiqarishning agregat usuli

1. Ishlab chiqarishni tashkil etish. Ishlab chiqarish agregat usuli bilan tashkil etilganda buyum silkitish maydonchalari yoki maxsus jihozlangan uskunalar qoliplash mashinasi va beton taqsimlash mashinalaridan iborat bo'lgan agregatlarda qoliplanadi.

Qolipga solingan buyum ko'prik kran bilan, beton tezroq qotishi uchun issiqlik bilan ishlov berish kameralariga olib o'tiladi.

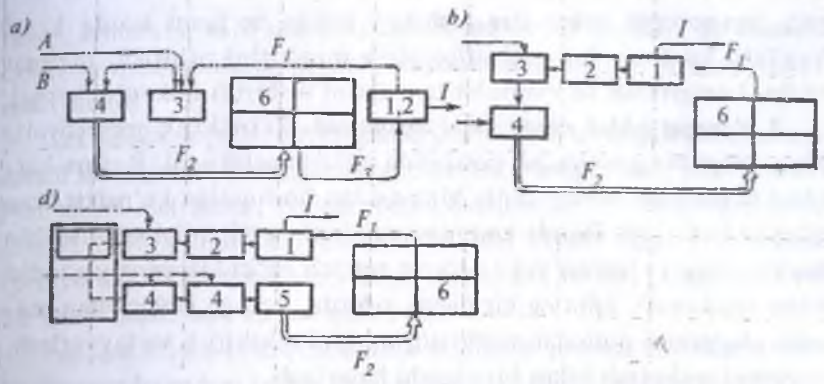
So'nggi bosqichda buyum maxsus joyda kameradan olinib qolipdan tushiriladi. Tayyor mahsulot qabul qilinganidan so'ng omborga jo'natiladi, bo'shagan qoliplar esa navbatdagi texnologik siklga tayyorlanib qoliplash joyiga qaytariladi.

2.1-rasmda ishlab chiqarishni agregat usulida tashkil etishning umumiy chizmasi ko'rsatilgan. Ya'ni texnologik jarayon oltita ish joyiga taqsimlanadi: buyumni qolipdan tushirish va tekshirish; qolipni yig'ish; qolipni beton quyishga tayyorlash; armatura karkasini yotqizish; qolipni beton bilan to'ldirish va zichlash; beton yuzasini tekislash yoki ho'l betonga dekorativ ishlov berish; buyumni issiqlik kameralariga joylash va uni kameradan olish.

Yuqoridagilardan ba'zilari bir vaqtning o'zida bo'ladi, ya'ni qolipdan tushirish, buyumni tekshirish va qolipni tayyorlash qoliplash vaqt davomiyligida bajariladi. Texnologik jarayon tarkibiy qismlarga bo'linib, yagona ish surati belgilanganda ishlab chiqarishni to'xtovsiz usulda tashkil etish imkoniyati ham bor. To'xtovsiz usulda ishlanganda texnologik liniya kerakli tashish va yetkazib berish vositalari bilan to'ldiriladi.

Ishlab chiqarishni agregat usulida tashkil etishning o'ziga xos xususiyatlari mavjud va umumiy chizmada (2.1, b-rasm) qolipni bir o'rindan boshqa o'ringa ko'chirishda rolikli konveyer ishlatiladi. Ikki shoxobchali chizmada esa (2.1, d-rasm) umumiy ritm saqlanganda ishlab chiqarish usuli konveyer usuliga yaqinlashadi.

Agregat texnologiya liniyasining davomiyligi buyumni qoliplash davomiyligi bilan belgilanadi (2.2-jadval).



2.1-rasm. Agregat liniyani tashkil etish chizmasi:
a — an'anaviy usul; b — rolikli konveyerli; d — ikki shoxobcha va aravachali; 1 — buyumni qolipdan tushirish; 2 — qolipni tozalash va moylash; 3 — armatura yotqizish; 4 — buyumni qoliplash; 5 — buyumni me'yoriga yetkazish; 6 — issiqlik bilan ishlov berish; A — armatura karkaslarini yetkazib berish; B — beton qorishmasini yetkazib berish; F_1 — qolipni uzatish; F_2 — buyumni kameraga olish; F_3 — buyumni kameradan olish; I — buyumni omborga jo'natish.

Agregat usuli ko'p ishlatiladi va xarajatlarni oshirmasdan turli buyumlar ishlab chiqarish mumkin. Agregat texnologiyasi yetarli darajada tez o'zgaruvchan bo'lgani uchun uskunalarni almashtirish va qayta moslash natijasida boshqa turdagi buyumlar ishlab chiqa-

2.2-jadval

Buyumning nomi	Silkitish maydonchasining o'lchami, m			
	3x6		2x12	
	Bitta qolipdagi beton hajmi, m^3 gacha			
	1,5	2,5	3	5
Nomurakkab shakldagi bir qatlamli	12	15	22	28
Murakkab shakldagi bir qatlamli	15	20	34	40
Ko'p qatlamli yoki fakturalangan	30	35	45	52

***Izoh:** 1. Buyumlar avtomatlashgan postlarda qoliplanganda 0,8 koeffitsienti qo'llaniladi.*

2. Xususiyati yuqorida ko'rsatilgandan keskin farq qiladigan qoliplashlarda qoliplash davomiyligi siklogramma yoki eng ko'p ishlaydigan post vaqti bilan belgilanadi.

rish, texnologik uskunalar nisbatan sodda bo'lgani holda 1 m^3 bug'lash kamerasidan mahsulot olish miqdorini oshirish, mehnat sarfini kamaytirish va mahsulot tannarxini tushirish imkonini beradi.

2. Agregat ishlab chiqarishni loyihalash. Texnologik operatsiyalar birin-ketin bir qancha ish postlarida amalga oshiriladi. Ketma-ketlikka rioya etish uchun qolip bir postdan boshqasiga ko'prikli kran bilan olib o'tiladi. Bunda kranning yuk ko'taruvchanligi tashiladigan buyum qolip va travers yoki avtomat tutqich og'irliklarining yig'indisi bilan aniqlanadi. Ishning bir qismi, odatda, boshqa ishlar bilan masalan, buyumni qolipdan tushirish, qolipni tekshirish va tayyorlash, buyumni qoliplash bilan bir vaqtda bajariladi.

Umumiy loyihalarda qabul qilingan qoliplash postlaridagi uzluksiz agregat liniyalarida qolip silkitish maydonchasiga qolip uzatuvchi yordamida o'tkaziladi (2.3-jadval).

Texnologik liniya quyidagilardan tarkib topadi: beton joylashtiruvchi moslamali qoliplash agregati; armaturani tayyorlash, elektr bilan qizitish yoki mexanik tortish moslamasi; qolip uzatuvchi; qotish kameralari; qolipdan tushirish joylari; buyumni sovitish joyi; me'yoriga keltirish o'rni; texnik nazorat posti; qoliplarni tozalash va moylash

Qolip uzatuvchi mexanizmining texnik xususiyatlari

2.3-jadval

Ko'rsatkich nomi	SMJ–35A	SMJ–153
	Beton ariqlarni qoliplash uchun	O'lchami 3x6 metrgacha bo'lgan buyumlarni qoliplash uchun
Silkitish maydonchasining turi	SMJ–181A	SMJ–200A, SMJ–187A
Yuk ko'tarishi, t	10	5
Harakatlanish tezligi, m/min	10	9
Yo'lining uzunligi , m	9,73	8,33
Platformaning ko'tarish balandligi, mm	80	80
Elektr dvigatelning quvvati, kVt	4,5	3
O'lchami, m	18,33x1,01x1,25	15x1,21x1,19
Og'irligi, t	3,38	2,8

posti; armatura, turli qismlar, issiqni saqlovchi qismlar, qo'shimcha qolip va moslamalarni saqlash maydonchasi; tayyor mahsulotni sinash stendi.

Texnologik liniyalar o'rnatilganda ularni kesib o'tadigan yoki qarama-qarshi keladigan ishlab chiqarish oqimlari bo'lmasligi kerak, ya'ni yetkazib beriladigan materiallar, ayniqsa, beton qorishmasi; buyumlar va qoliplar. Ularni tashish masofasi minimal bo'lishi kerak. Agar bir oraliqda (prolyotda) ikkita texnologik liniya joylashgan bo'lsa, ularga bitta yuk ko'tarish moslamasi xizmat qilishi lozim.

Agregat ketma-ketlik usuli o'rta va kichik quvvatli zavodlarda katta bo'lmagan hajmdagi ishlab chiqarishga ko'proq muvofiq keladi. Bunday usul uzunligi 12 m, kengligi 3 metrgacha va balandligi 1 metrgacha bo'lgan buyumlarni ishlab chiqarishga to'g'ri keladi. Ba'zi hollarda o'lchami bundan ham katta bo'lgan buyumlarni tayyorlash mumkin. Bu usul kam mablag' sarflangan holda keng turdagi mahsulot xillarini ishlab chiqarish imkonini beradi.

Liniyaning bir yillik ishlab chiqarish quvvati mahsulot turi, qoliplash usuli va qoliplash postining bir kecha-kunduzdagi ish soati bilan quyidagi formulaga asosan aniqlanadi:

$$P = 55,2CB\sum_{i=1}^{m} n_1 \frac{Vi}{t_i}$$

Bu yerda C – bir yildagi ish kunlari; B – qoliplash postining 1 kecha-kunduzdagi ish soati; n_1 – i sonli buyumni 1 soatdagi qoliplash soni; V_1 – i qolipdagi beton hajmi; t_i – i qolipdagi buyumni qoliplash siklining davomiyligi.

Buyumni qoliplash sikli davomiyligi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$T_{ц} = t + \frac{l_o}{v_o} + \frac{l_1 n_o}{v} + t_o$$

Bu yerda t – qolipni silkitish maydonchasiga qo'yish va undan olishga ketadigan vaqt; l_1 – qoliplanadigan buyumning uzunligi; l_0 – silkitish maydonchasiga qolipni qo'ygandan so'ng beton yotqi-

zuvchining yuksiz yurish vaqti; v — beton yotqizuvchining ish tezligi; v_0 — beton yotqizuvchining yuksiz yurish tezligi; n_0 — qolip beton bilan to'lgunga qadar beton yotqizuvchining necha marta borib kelishi; t_0 — qoliplash bilan bog'liq bo'lmagan boshqa ishlarning davomiyligi (beton qorishmasini tekislash, yuqorigi armatura to'rni qo'yish, yuksiz va yuk bilan silkitish va h.k.).

Qotirish kamerasining ish quvvati quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$\Pi = \sum_{i=1}^{n} C_1 V_2 K_1 C_2 n_1$$

Bu yerda C_1 — kameraning bir kecha-kunduzdagi aylanishlar soni; V_2 — bir xil tipdagi kameralar guruhining hajmi; K_1 — ushbu tipdagi qotirish kamerasining yuklash koeffitsienti; C_2 — yillik ish vaqti fondi kecha-kunduzda; n_1 — bir xil tipdagi qotish kameralari soni.

Kameralarni beton bilan to'ldirish koeffitsienti tenglama yordamida hisoblab chiqiladi yoki 2.4-jadvalga asosan qabul qilinadi:

$$K_0 = n_2 q / V_3$$

Bu yerda q — bitta buyumning hajmi; n_2 — kameraga solinadigan buyumlar soni; V_3 — bitta kameraning hajmi.

Bitta liniyada turli buyumlar chiqarilganda kamerani buyum betoni bilan to'ldirishning o'rtacha koeffitsienti quyidagi formula bilan topiladi:

$$K_{o\check{r}} = \frac{100}{a_1 / K_{01} + a_2 / K_{02} + \dots a_n / K_{0n}}$$

Bu yerda a_1 — umumiy chiqarilgan buyumlar har bir guruhining solishtirma vazni; K_{on} — kameraning har bir guruhdagi buyum bilan to'ldirilish koeffitsienti.

Kameraning aylanish sikli quyidagi tenglama bilan hisoblanadi:

$$T_0 = t_z + t_r + t_T + t_v$$

Bu yerda t_z — buyumni kameraga solish vaqti; t_r — buyumni kameradan chiqarish vaqti; t_T — beton qotishini tezlashtirish dav-

Ba'zi buyumlar bo'yicha K_0 ning o'rtacha ko'rsatkichi

2.4-jadval

Buyum	Kameralar uchun K_0 ko'rsatkichi	
	Ixtisoslashgan	Universal
Ko'p bo'shliqli qovurg'ali, yalpi plitalar	0.36	0.24
Rigellar	0,27	0,05
Zinapoyalar	0.25	0.06
Ustunlar	0.34	0,12

omiyligi; t_v – buyumga issiqlik bilan ishlov berilgunga qadar ushlab turilish vaqti.

1 m^3 kameradan bir kecha-kunduzda olinadigan mahsulot quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$R=K_0K_{ob}$$

Bu yerda K_{ob} – kameraning bir kecha-kunduzda aylanish koeffitsienti:

$$K_{ob}=24/T_0$$

1m^3 kameradan bir yilda olinadigan mahsulot quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$R_1= K_0K_{ob}V_1$$

Bu yerda V_1 – sexda qabul qilingan ish vaqti tartibida uskunaning bir yilda ishlash vaqti. Turli buyumlarning V_1 vaqti turlicha va u issiqlik bilan ishlov berish kamerasining 1m^3 dan bir yilda olinadigan mahsulotga bog'liq bo'ladi (2.5-jadval).

Qoliplar soni quyidagi tenglama bilan hisoblanadi:

$$m_3=6,3(T_f/T_s)r$$

Bu yerda T_f – aylanish vaqti, soatda; r – qoliplash agregatlarining soni.

Yarim konveyerli liniyalar texnologik hisob-kitobi agregat ketma-ketlik usulidagi liniyalar formulasi bilan topiladi.

Turli buyumlar uchun 1 m³ kameradan mahsulot olish ko'rsatkichi

2.5-jadval

Buyum nomi	Bir yilda 1 m³ kameradan mahsulot olinishi, 1 m³	Buyum nomi	Bir yilda 1 m³ kameradan mahsulot olinishi, 1 m³
Orayopma va yopma plitalar	130–180	Rigellar	90–100
Yengil betondan ishlangan bir qatlamli devor panellari	90–140	Ustunlar	80–100
		Zinalar va zina maydonchalari	70–90
Yuqoridagi mahsulot. uch qatlamli	120–160	Oraliq devor, to'siq, ravoq va yopmalar	60–80

3. Ko'p bo'shliqli panellar ishlab chiqarish. Agregat-oqim texnologiyasida ko'p bo'shliqli panellarni tayyorlash uchun maxsus moslamali qoliplash mashinalari ishlatiladi.

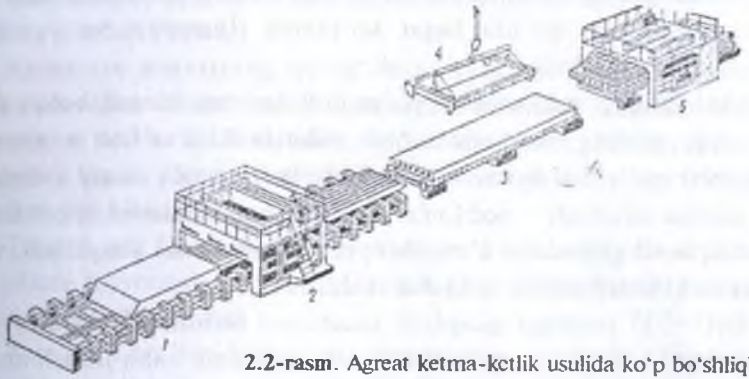
Sanoat korxonalari 6260x1990 mm o'lchamli va balandligi 220 mm bo'lgan, zo'riqtirilgan yoki oddiy karkasli armaturali ko'p bo'shliqli panellar uchun mashinalar ishlab chiqaradi.

Agregat ketma-ketlik usulida panel ishlab chiqaradigan uskunalar tarkibiga quyidagilar kiradi: silkituvchi moslamali (bo'shliq hosil qiluvchi-vibrovkladish) qoliplash mashinasi, beton yotqizuvchi, silkitish yuklama shiti va qolip uzatuvchi. Buyum poddonlarda qoliplanadi, bortlari qoliplash tugashi bilan olib tashlanadi. Yon bortlari silkitish moslamalari bilan birga qo'zg'alib boradi. Ko'ndalang bortlar esa richaglar yordamida qoliplash mashinasining aravachasi bilan ulangan sharnirlarda qoladi.

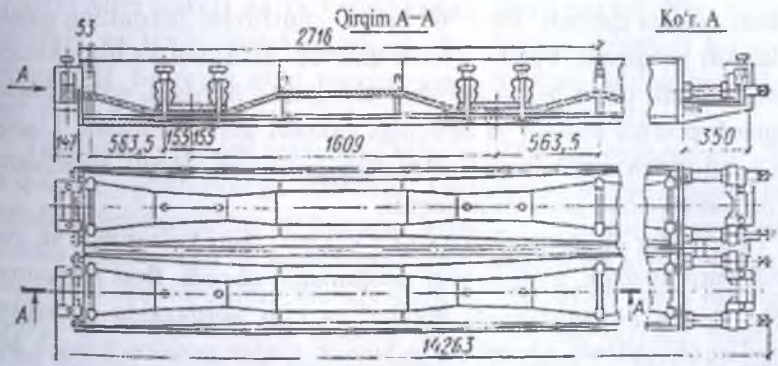
Silkitish yuklama shiti beton qorishmasining bikirligi 30–60 s bo'lgan bo'shliqli panellar qoliplanganda ishlatiladi. Tishlashib qolmasligi uchun shag'alning yirikligi 20 mm dan oshmasligi kerak.

Texnologik jarayon quyidagi chizmaga asosan olib boriladi. Ko'tarish platformasidan aravachaga avtomat tutqich bilan olib qo'yilgan tortilgan armaturali poddon qoliplash moslamasi tomonga olib boriladi va qoliplash platformasi ustunlari orasiga qo'yiladi. Silkitish moslamali va yon bortlar qo'yilgan aravacha poddon tomonga boradi va bir vaqtning o'zida unga ko'ndalang bortlar tushiriladi.

Qolipga yuqorigi armatura to'ri, unga payvandlangan vertikal karkas va ilmoqlar bilan tushiriladi. Beton yotqizuvchi post bo'ylab boradi va qolipga kerakli betonning yarmi solinadi va bir vaqtning o'zida silkituvchi moslama betonni zichlaydi. Shundan so'ng silkituvchi moslama olinadi, yon va ko'ndalang bortlar chiqariladi, silkitish shiti chiqarib olinadi.



2.2-rasm. Agreat ketma-ketlik usulida ko'p bo'shliqli panellar tayyorlash uchun moslama:
1 – qoliplash mashinasi; 2 – beton yotqizuvchi; 3 – poddon; 4 – avtomat tutqich; 5 – silkitish shitli va bortli o'zi yurar portal.



2.3-rasm. Ko'chma kuchlanish qolipi.

Avtomat tutqichli kran bilan buyum qo'yilgan poddon olinadi va issiqlik kamerasiga yo'llanadi. Har bir postda operatsiyani bajarish muddati deyarli bir xil. Bu holat ketma-ketlik usulida ishlab chiqarishni 15 daqiqa oraliq bilan tashkil etish imkonini beradi.

Ko'p zavodlarda qoliplash moslamalari avtomat tartibda ishlaydi, shu jumladan, qoliplangan buyumlar shu zahotiyoq opalubkadan tushiriladi, silkitish maydonchasidagi poddon tortilgan armatura bilan qo'yiladi, qo'lda faqat ko'tarish ilmoqlari va vertikal armaturalar qo'yiladi.

SMJ turidagi uskunalar to'plami qoliplash mashinasi, beton yotqizuvchi, poddon, avtomatik tutqich, silkitish shitli va bort moslamali o'zi yurar portaldan iborat bo'ladi. Qoliplash postida asosiy qoliplash ishi amalga oshiriladi — poddonlar uzatiladi, bort moslamalari qo'yiladi, bo'shliq hosil qiluvchilar o'rnatiladi, beton qorishmasi yotqiziladi, yuk bilan zichlashtiriladi va qolipdan tushiriladi.

SMJ—227 turidagi qoliplash mashinasi bo'shliq hosil qiluvchi aravachani harakatlantiruvchi mexanik moslama bilan jihozlangan. Aravacha payvandlangan rama va g'ildiraklardan iborat. Mashina boshqatdan moslashtirilganda aravachadagi silkitish vkladishlari almashtiriladi. SMJ—228 o'zi yurar portal beton yotqizuvchi bilan umumiy izga ega va poddonni yetkazib berib, uni qoliplash postiga qo'yadi. Bortlar tushirilib, poddonda qotirilgandan so'ng portal tayyorlash postiga qaytadi. SMJ—69 beton yotqizuvchi betonning pastki qatlamini yotqizadi, bo'shliq hosil qiluvchi kiritiladi va qorishmani zichlashtiradi, qolip beton qorishmasi bilan to'ldiriladi, so'ng portal qoliplash postiga suriladi va buyumga yuklash shiti tushiriladi. Uzoqdan boshqarish moslamasini o'rnatish qoliplash siklini 10 minutgacha kamaytirish imkonini beradi.

Vkladishlar chiqarilgandan so'ng yuklash shiti ko'tariladi va yuqorida tutib turiladi, so'ngra bort moslamalari olinadi. Bort moslamalarida to'rtta pnevmosilindr mavjud va ular yordamida mahsulot qolipdan chiqariladi. Qoliplangan buyum turgan poddon issiqlik bilan ishlov berish kamerasiga yuboriladi.

Texnologik liniya tayorlash posti bo'lishini nazarda tutadi va u yerda elektrotermik usulida tortilgan simli armatura poddonga o'rnatiladi. So'ng portal poddonni ko'tarish va qoliplash postiga uzatish uchun suriladi va shu usulda sikl yana qaytariladi.

4. Temir-beton shpallar ishlab chiqarish. Ko'pchilik zavodlarda o'n xonali qoliplarda shpal tayyorlashning agregat usuli qo'llaniladi. Kuchlangan qolip bo'ylama balka, yonlama hovonli devor va bikir qovurg'alardan iborat.

Armatura paketining qo'zg'almas tutqichi qolipning yonida, qo'zg'aluvchan tutqich esa konsollarga o'rnatiladi. Shpallar sexning 18x144 m o'lchamli liniyasida tayyorlanadi va ikki smenada ishlanganda bunday liniyaning ishlab chiqarish quvvati yiliga 255 ming shpalni tashkil etadi.

Texnologik liniya beshta alohida bo'limdan iborat: armatura, qoliplarni tayyorlash, qoliplash, issiqlik bilan ishlov berish va so'nggi ishlov berish bo'limlari.

Armatura bo'limida buxtani o'rash, sim paketlarini tayyorlash, katushkani ushlash va tortish postlari joylashadi. Armatura sifatida sovuq holatida tortilgan, kam uglerodli, davriy profilli diametri 3 mm bo'lgan sim ishlatiladi. Simni buxtadan katushkaga o'rash posti ikkita buxta ushlagich, to'xtatish moslamasi, simni tozalash moslamasi va o'rash dastgohidan iborat.

Armatura paketi 44 ta katushkadan tayyorlanadi. Sim tormoz roliklari va tutib turish ramkalaridan butun uzunligi bo'yicha o'tkaziladi. Simning uchi maxsus qisqich bilan ushlab turiladi va bolt bilan qotiriladi, so'ng aylana arra bilan qirqiladi.

Tayyor sim o'rami traverslar bilan rolikli konveyerga qo'yiladi va qolipga tortish postiga uzatiladi. Tortishning birinchi bosqichida tortish lozim darajaning 30 foizigina bajariladi, shundan so'ng qolipga ajratish diafragmasi va armaturani tutib turgich qo'yiladi. Ikkinchi bosqichda sim to'plami 380 kN gacha tortiladi va ichki taranglik susaygunga qadar 4 daqiqa shunday holatda ushlab turiladi. Shundan so'ng tortish kuchi me'yordagi darajaga qadar – 360 kN gacha bo'shatiladi va maxsus vintlar bilan qotiriladi.

Sim to'plami solingan qolip kran bilan birinchi qoliplash postiga o'tkaziladi. Bu postda sakkizta silkitish blokidan iborat bo'lgan silkitish moslamasi, qoliplar uchun rolikli konveyer va o'zi yurar beton yotqizuvchi bo'ladi. Bu yerda qolipga qorishma solinib 3 daqiqa zichlanadi. Shundan so'ng qolip ikkinchi postga o'tkaziladi. Qoliplash past bosim ostida amalga oshiriladi. Natijada shpal kerakli shaklga kiradi. Uchinchi postda qolipdan diafragma va bo'shliq hosil qiluvchilar olinadi. Shundan so'ng qolip kran bilan bug'lash kamerasiga olinadi va u yerda beton 3+4+2 soat davomida 85°C haroratda 95 foizdan kam bo'lmagan namlikda qotiriladi.

Liniyada har biriga 8–10 dona qolip sig'adigan sakkizta bug'lash kamerasi mavjud. Bug'lash tugaganidan so'ng qolip anker g'ilofini olish va kuchlanishni betonga o'tkazish postiga olinadi. Bu vaqtda betonning mutahkamligi 35 MPa dan kam bo'lmasligi kerak.

Qolip kran bilan gidravlik dastakli ag'dargichga olinadi va bu yerda u 180° o'girilib plastinkali konveyerga tushiriladi, qolip esa tozalash, moylash va diafragmalar o'rnatish postiga yuboriladi. Shpal kesish postiga, undan esa taxlashga yuboriladi. Shpal 20 donadan qilib taxlanadi va 8 soat ushlab turiladi, so'ngra tayyor mahsulot omboriga jo'natiladi.

Texnologik jarayon yopiq aylana usulda, bitta qolipga 10–12 daqiqa sarflanib davom etadi. Beton qorishmasini tayyorlash, issiqlik bilan ishlov berish, armatura tortilishini nazorat qilish va qoliplarni bir postdan boshqasiga olish avtomatlashtirilgan. Beton qorishmasi uchun yirikligi 0,14–5 mm bo'lgan qum va 5–20 mm bo'lgan shag'al, 500 markali past alyuminatli portlandsement ishlatiladi. Bir texnologik liniyaga 32–34 nafar ishchi talab etiladi.

5. Yirik o'lchamli panellarni tayyorlash. 3x6 o'lchamli yassi va qovurg'ali panellarni tayyorlash uchun qolip yotqizuvchi va silkitish moslamali avtomatlashtirilgan uskunalar qo'llaniladi. Tayyor qolip qolip yotqizuvchi yordamida silkitish maydonchasiga olinadi, so'ng silkitib qoliplovchi buyumni silkitish nasadka yordamida shaklga soladi va lozim bo'lganda silkitish maydonchasi ishlatiladi.

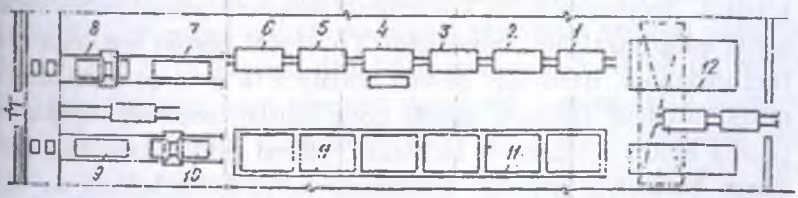
Moslama avtomatlashtirilgan va avtomat tartibda ish bajarilganda markaziy boshqaruv pultidan qolip yotqizuvchini ishlatuvchi moslama harakatga keltiriladi va u silkitish maydonchasiga olinadi, shu tartibda jarayon avtomatik tarzda davom etadi.

Kengligi 3 m va uzunligi 12 m bo'lgan panel qoliplovchi moslama yuk ko'taruvchanligi 24 tonna bo'lgan silkitish maydonchasi, silkitib qoliplash mashinasi va rolikli konveyerdan iborat. Konveyerda uchta post joylashadi.

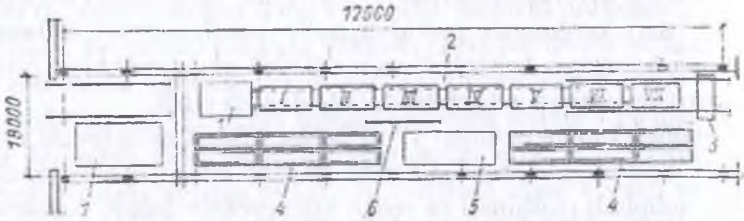
Birinchi postda tortilgan armatura kesiladi, buyum qolipdan olinadi. Ikkinchi postda armatura sterjenlari yotqiziladi va gidrodomkrat yoki elektr bilan qizitish usulida tortiladi. Uchinchi postda armatura to'ri va qo'shimcha qismlar yotqiziladi.

Tayyorlangan qolip konveyerlar seksiyasiga o'tkaziladi. Beton yotqizuvchi birinchi marta o'tganda beton qorishmasi panelning bo'ylama qovurg'alariga yotqizilib, silkitish maydonchasida zichlanadi. Beton yotqizuvchi orqaga qaytganda beton panelning ko'ndalang qovurg'alariga yotqiziladi. Betonning ikkinchi qatlami vibronasadka bilan zichlanadi va rezina g'ildirak bilan tekislanadi.

6. Rolikli konveyerli agregat liniyasi. Bunday liniyaning o'ziga xosligi konveyer liniyasi elementlarining alohida qoliplash posti bilan muvofiqlashgani va chuqur kamerada issiqlik bilan ishlov berilishidadir (2.4-rasm). Texnologik liniya 6x2 m bo'lgan yo'l plitalari, 9 m uzunlikkacha bo'lgan rigellar va 6x3 m li tom yopish plitalarini tayyorlashga mo'ljallangan.



2.4-rasm. Rolikli konveyerli agregat liniya chizmasi:
1–6 – rolikli konveyerning ish postlari; 7 – qo'shimcha post; 8 – qoliplash posti; 9 – ishlov berish posti; 10 – gidro va termoizolyatsiya postlari; 11 – issiqlik bilan ishlov berish kamerasi; 12 – armatura va buyumlarni taxlash joyi.



2.5-rasm. Rigellar ishlab chiqarishning yarim konveyer liniyasi:
1 – tayyor mahsulot joyi; 2 – seksiyali rolikli konveyer; 3 – beton yotqizuvchi; 4 – qotirish kameralari; 5 – armatura ombori; 6 – sterjenlarni elektr bilan qizitish moslamasi; I – qolip yon bortlarining ochilishi va kuchlanishni betonga berish; II – qoliplarni tozalash; III–IV – armaturani qo'yish va tortish; V – qolip yon bortlarining yopilishi; VI – qo'shimcha post; VII – beton qorishmasini solish va zichlashtirish.

Ish postlari liniyalari maksimal darajada mexanizatsiyalashgan, ko'p seksiyali rolikli konveyerdan iborat va bunday liniyada buyum solingan qolip bitta postdan ikkinchi postga o'tkaziladi. Post seksiyalari bitta harakatlantiruvchi moslamaga ega. Ular bir vaqtda ishga tushadi, biroq alohida-alohida o'chiriladi. Postda jami bo'lib to'qqizta post va ikkita uzoqdan boshqarish pulti mavjud.

Texnologik jarayon quyidagicha kechadi: issiqlik bilan ishlov berilgandan so'ng buyum solingan qolip kran bilan birinchi postga olinib, u yerda qolipning old bortlari olinadi. Ikkinchi postda yon bortlar olinadi va abraziv disk bilan armatura sterjenining ilmoqlari kesiladi. Shundan so'ng tayyor plita kran bilan ko'tarilib omborga olib ketiladi. Bo'shagan qolip konveyerda uchinchi postga yuboriladi. U yerda qolip tozalanib, moylanadi. To'rtinchi postda tortilgan armatura joylanadi. Beshinchi postda armatura to'ri va qo'shimacha detallar qo'yiladi. Oltinchi postda qolip bortlari yopiladi. Sakkizinchi postda beton quyiladi va zichlanib, yuzasi valik bilan tekislanadi. Zarur bo'lganda plitalar qalinligiga ko'ra kalibrlanadi va diskli mashina bilan ishlov beriladi (to'qqizinchi post). Tayyorlash sikli 17 daqiqani tashkil etadi. Shundan so'ng buyum 6–8 soatga chuqur kameraga qo'yildi. Bunday kameralar issiqlik bilan ishlov berish sifatini oshirish imkonini beradi.

So'ngi yillarda yarim konveyerli usul ko'proq ishlatilmoqda. Bunday konveyerlarda rigellar, ustunlar, balka va boshqa buyumlar tayyorlanadi. Bunday liniyalarning ishlash ritmi 18–25 daqiqani tashkil etadi.

2.4. Ishlab chiqarishning konveyer usuli

1. Ishlab chiqarishni tashkil etish. Konveyer usuli agregat ketma-ketlik usulining takomillashtirilgan ko'rinishidir. Konveyer usulida texnologik jarayon alohida elementlarga bo'linadi va bu elementlar alohida postlarda bir vaqtning o'zida bajariladi.

Konveyer usulida buyum solingan qolip bitta postdan boshqasiga maxsus transport vositalarida olib o'tkaziladi va har bir postda alohida bo'linma ishlaydi. Konveyer usuli uchun ish ritmining majburiyligi xosdir. Ya'ni buyum yopiq aylana bo'ylab ma'lum tezlikda o'tib boradi. Buyumni tayyorlash jarayoni texnologik operatsiyalarga taqsimlanadi va ularning har biri yoki bir nechtasi bir postda amalga oshiriladi.

Issiqlik agregatlari konveyer halqasining bir qismi hisoblanadi va tizimning ichida majburiy usulda ishlaydi. Bu texnologik postlar oralig'i ma'lum masofada bo'lishini talab etadi.

Konveyerlar ishlash usuliga ko'ra davriy yoki to'xtovsiz ishlash xususiyatiga ega bo'lishi mumkin. Qoliplarni harakatlantirish usuliga ko'ra relsda yoki rolikli konveyerda yuruvchi; issiqlik agregatlarining joylashishiga ko'ra konveyerga parallel, vertikal yoki gorizontal bo'ladi. Bular orasida davriy, relslarda harakatlanuvchi, 6–15 postdan iborat uzluksiz konveyerni tashkil etadigan konveyerlar ko'proq ishlatiladi. Buyumlar 12–15 daqiqali ritm bilan tayyorlanadi. O'tish tezligi 0,9–1,3 m/s. Siklning bitta elementi tugaganidan so'ng arava poddonlar zanjiri bitta postning uzunligi bo'yicha olib o'tiladi. Buyumni qoliplash uchun zamonaviy mashina va uskunalar ishlatiladi. Zarur bo'lganda tashqi ishlov berish posti tashkil etiladi. Har bitta post material va yarim tayyor mahsulotlar bilan ta'minlanadi.

Aravachali konveyerlar bir-biridan qoliplash uskunalari, issiqlik bilan ishlov berish usuliga ko'ra farq qilib, tirqishli yerosti kamerali,

vertikal kamerali va kamerasiz issiqlik bilan ishlov berish liniyalariga bo'linadi.

Umumiylashtirilgan yo'lakda joylashgan ikki shoxobchali konveyer liniyasi qoliplarni tushirish va qolip yig'ish postlari, estakadada joylashgan osma qoliplash uskunasi, yerosti issiqlik bilan ishlov berish kameralari, qo'shimcha operatsiyalar uchun ishlatiladigan portal manipulyatorlardan tarkib topgan. Yagona trasport oqimida asosiy liniya bilan bir qatorda kran ishlatish operatsiyalari minimal bo'lgan pardoz berish konveyeri ham mavjud. Bunday liniya texnologik jarayonning qisqa bo'lishini, transport oqimi samaradorligini ta'minlaydi va ishlab chiqarishni oshiradi.

Konveyer texnologiyalarini ishlatishga bir turdagi mahsulotlarni ixtisoslashgan ishlab chiqarish usullari ko'proq muvofiq keladi. Bularga misol qilib tom yopish va qoplash panellari, ichki devor panellari, shpal va boshqa mahsulot turlarini keltirish mumkin.

2. Konveyer ishlab chiqarishni loyihalashtirish. Davriy ishlaydigan konveyer liniyalarining yillik mahsuldorligi P bir kecha-kunduzda ishlab chiqariladigan mahsulot turi, qoliplash tartibi, qoliplash postining ishlash davomiyligi B_1 bilan belgilanib, quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$P = \frac{B_1}{r} \sum_{i=1}^{m} m v_i \cdot 60$$

Bu yerda r, v_1 — konveyerning ishlash ritmi va tezligi, daqiqa.

Konveyer postlarining soni:

$$m_1 = \sum_{1}^{n} \frac{T_n}{r}$$

Bu yerda T_n — konveyer to'la siklining ishlash davomiyligi, daqiqa.

Qoliplar soni quyidagi formula bilan topiladi:

$$m_3 = \left(m_1 + \frac{T_0}{r} 60 \right) 1,05$$

Bu yerda T_0 — issiqlik bilan ishlov berishning davomiyligi, soat.

Tunnel kameralarining ishlash uzunligi quyidagi tenglama bilan topiladi:

$$L_p = \frac{T_0}{r} 60\left(L_{sr} + 1\right) - l + 2l_0$$

Bu yerda L_{sr} — vagonetkaning uzunligi, m; l — ikkita vagonetka oralig'idagi masofa, m; l_0 — chetki vagonetka bilan kamera oxirigacha bo'lgan masofa, m.

Qotish vaqtida taxlamdagi paketlar soni quyidagicha topiladi:

$$m_n = 60T_0 / rm_{sr}$$

Bu yerda m_{sr} — paketdagi termoqoliplar soni.

Doimiy ishlaydigan konveyerning mahsuldorligi quyidagi tenglama bilan topiladi:

$$P = B_1 vbK_{p.l} N_{sr}$$

Bu yerda v — konveyerning harakat tezligi, m/s; b — konveyer qoliplash lentasining kengligi; $K_{p.l}=0,9-0,95$ — bort qurilmalari va boshqa qo'shimcha moslamalar qo'yilgani uchun lentada maydon kamayishini hisobga olish koeffitsienti; N_{sr} — qoliplanayotgan buyumlarning o'rtacha olingan balandligi, m.

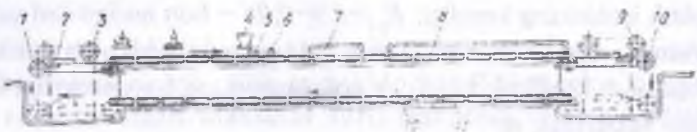
Amaldagi konveyer liniyalarining ma'lum vaqt ichida qancha ish bajara olish imkoniyati haqidagi ma'lumotlar 2.6-jadvalda keltirilgan.

Liniyaning ma'lum vaqt ichida qancha ish bajara olish imkoniyati

2.6-jadval

Liniya	Qoliplar soniga ko'ra liniyaning 1 soatdagi o'tkazish imkoniyati	Liniya	Qoliplar soniga ko'ra liniyaning 1 soatdagi o'tkazish imkoniyati
Bir qatlamli alohida bir plita turini ishlab chiqarishga mo'ljallangan	4,2–5,1	Ko'p qatlami alohida bir plita turini ishlab chiqarishga mo'ljallangan	1,5–2,5
Bir qatlamli turli plitalar ishlab chiqarishga mo'ljallangan	2,9–4,2	Bir qatlamli buyumlar ishlab chiqarishga mo'ljallangan ikki yarusli stan	2,3–2,7

3. Ikki yarusli standa panel tayyorlash. Ikki yarusli stan — yassi temir-beton buyumlarni tayyorlash uchun ishlatiladigan vertikal berkitilgan konveyerdir (2.6-rasm). Uning yuqori yarusida qolipdan tushirish, qoliplarni tozalash va moylash postlari joylashadi. 3, 4 va 5-postlar armatura va qo'shimcha detallarni joylash uchun ishlatiladi. Boshqa postlarda qolipga beton solinadi, zichlanadi va silliqlanadi. Shundan so'ng beton solingan qolip saqlash joyiga o'tkaziladi, so'ng buyumdan qo'shimcha detallar, detallar tutqichi va boshqa moslamalar olinadi va qolip dastlabki ishlov berish kamerasiga o'tadi. Yarus oxiriga yetgandan so'ng qolip tushirish moslamasiga uzatiladi va issiqlik bilan ishlov berilishi uchun pastki yarusga tushiriladi. Jarayon davomida qoliplar qatori to'laligicha harakatga keladi va so'nggi vagonetka qolip ko'targich platformasiga chiqariladi. Shundan so'ng ko'targich va tushirgich yuqoriga ko'tarilib, jarayon qaytariladi.



2.6-rasm. Ikki yarusli stan chizmasi:
1 — ko'targich; 2 — surish moslamasi; 3 — ko'targich dastagi; 4 — beton yotqizuvchi; 5 — silkitish moslamasi; 6 — tekislash moslamasi; 7 — saqlash zonasi; 8 — dastlabki issiqlik bilan ishlov berish kamerasi; 9 — tushirgich dastagi; 10 — tushirgich; 11 — qolip; 12 — issiqlik bilan dastlabki ishlov berish kamerasi.

Keramzitbeton panel tayyorlash uchun joylashish darajasi yuqori bo'lgan g'ovakli qorishma ishlatiladi. Qotish jarayonini tezlashtirish uchun konveyer liniyasiga dastlabki isitish kamerasi o'rnatilgan. Bunday kamerada buyum 60 — 70 daqiqa bo'ladi va bu eshik, deraza yonbag'irlarini olish, ularga dastlabki ishlov berish, bortlarni ochish va issiqlik bilan ishlov berish kamerasiga olingunga qadar uning burchaklarini to'g'rilash imkonini beradi.

Tirqishli kamera haroratni ko'tarish va izotermik ushlab turish hududlariga bo'lingan, yuqori bosimli bug' beruvchi (P=0,6 MPa; t = 164°C) perfoquvurlar o'rnatilgan bo'ladi. Issiqlik bilan ishlov be-

rishning optimal tartibi quyidagicha: haroratning ko'tarilishi – 3 soat, izotermik qizitish – 8 soat, buyumni sovitish – 2 soat. Issiqlik jarayonini boshqarish avtomatik amalga oshiriladi. Ikkita vagonetka qolip sig'adigan sovitish zonasi ventilyator bilan jihozlangan, kamera devorlarida harorat mo'tadilligini saqlashga mo'ljallangan tirqish yopqichlari mavjud. Sovigan buyum qolipdan tushirish postiga olinadi va u yerda bort qulflari ochilib, tayyor mahsulot olinadi va vaqtinchalik saqlash joyiga olib o'tiladi. Qolip tozalanadi, moylanadi, vitrajlar, qo'shimcha detal va moslamalar o'rnatiladi.

Konveyer texnologiyasi jarayonni ketma-ket bajariladigan bir necha operatsiyalarga bo'ladi, uskunalar aniq ixtisoslash va ishni atomatlashtirish imkonini beradi. Liniyaning ikki yarusda joylashgani ishlab chiqarish maydonini qisqartiradi.

4. Qiya yopiq konveyerda mahsulot ishlab chiqarish. Qiya yopiq konveyer liniyasi issiqlik bilan ishlov berish kamerasini sex polining ostida, qoliplash tarmog'ining yaqinida bo'lishini nazarda tutadi va bu holat qoliplash sexida ishlab chiqarish maydonini tejash va ish sharoitini yaxshilash imkonini beradi.

Uskuna o'lchami 7200x3300x400 mm bo'lgan buyumlar ishlab chiqarish imkonini beradi. Sanoat qurilishi buyumlaridan tashqari bunday liniyalarda boshqa temir-beton buyumlari ham ishlab chiqarilishi mumkin. Qoliplash uskunasi ishni 20–30 daqiqalik ish oralig'ida tashkil etiladi. Ikki smenali ish tartibida liniyaning bir yillik ishlab chiqarish hajmi 100–140 ming m^2 ni tashkil etadi.

Konveyerning qoliplash qismi 10 postdan iborat. Konveyer silkitish maydonchasi, ag'daruvchi mexanizm, bortlarni ochish va yopish mexanizmi, beton yuzasini silliqlash moslamasini o'z ichiga oladi.

Buyumga yopiq registrlar bilan jihozlangan ikkita tirqishli kamerada issiqlik bilan ishlov beriladi.

Konveyer issiq qoliplashga mo'ljallangan. Har bitta kamerada 12 dona vagonetka-qolip va suruvchilar bo'lib, ular buyum bilan vagonetka-qolipni uzatuvchi aravachadan tushiradi. Kamera yopqichi ustida panelni yuvish, qoliplarni ta'mirlash postlari, ishlov berish konveyerlari bo'ladi.

Qiya konveyerda mehnat talablik ikki yarusli konveyerdagiga qaraganda 15–20% kam bo'ladi.

5. Ichki devor va orayopma panellarni ishlab chiqarishga mo'ljallangan uch yarusli stan. Ikki yarusli deb nomlanadigan konveyer liniyalari mamlakatimiz korxonalarida keng qo'llaniladi. Vaqt o'tib texnologiya rivojlanishi bilan qo'shimcha kameralari, ikkinchi yarusda, asosiysi bilan yon qatorda, uchinchi yarusda joylashgan qiya yopiq stanlar, vagonetka-qoliplar ko'ndalang joylashgan silkitish maydonchali, turli stanlar mavjud.

Bugungi kunda bunday uskunalarda ichki devor panellarining 96 foizi, yopgich panellarning 42 foizi ishlab chiqarilmoqda. Uch yarusli stanning yuqori yarusi sex poli darajasida joylashadi va u yerda buyum qolipdan olinib, qoliplar tayyorlanadi, armaturalar joylanadi, beton yotqizilib tekislanadi

Birin-ketin joylashgan boshqa yaruslar tirqishli issiqlik bilan ishlov berish kamerasidan iborat. Vagonetka-qolip yuqoridagi yarusdan navbati bilan pastki yarusga tushirish moslamasi bilan uzatib turiladi. Stanning qarama-qarshi tomonida joylashgan ko'targich birinchi qolipni yuqori yarusga olib chiqadi.

Ikki yarusli stanlardan farqli ravishda alohida ish postlarida uskunalar takomillashtirilib, texnologik jarayon soddalashtirilgan.

Panelning chet qirrasida qolipdan tushirish qiyaligi mavjud. Qolipning ko'ndalang bortlari poddonga payvandlangan va shu bois vagonetka-qoliplar ustki yarusda uzluksiz harakat qilib turadi. Qolip-vagonetkalar poezdi ikki qismga bo'lingan: tayyorlash postida qoliplar ko'targichning surish moslamasi bilan harakatga keltiriladi, qoliplash, silliqlash va ushlab turish postlarida qo'shimcha harakat qilish moslamasi o'rnatilgan. Shunday usulda tayyorlash postidagi siklning barcha operatsiyalari qo'zg'almas vagonetka-qolipda amalga oshiriladi.

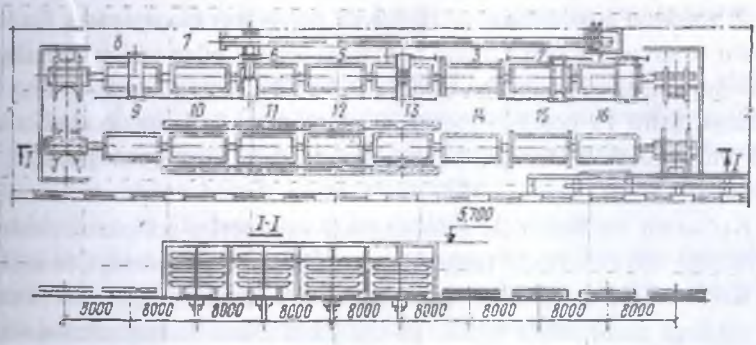
Standa vagonetka-qolip va statsioner qoliplash moslamasining harakatlanish vaqtida beton qorishmasining belgilangan qismi qolipga tushadi. Beton qorishmasini taqsimlash, yotqizish, miqdorini belgilash va zichlashtirish qolip bortlariga tayangan silkitish balkasi bilan amalga oshiriladi. Silkitish intensivligini oshirish beton qorishmasi bikirligini (standart konus cho'kmasining 1—2 sm ga) oshirish imkonini beradi.

Operator pulti kameradan tashqariga olib chiqilgan, ish jarayoni oynavand vitraj orqali kuzatiladi.

Beton qorishtirish bo'limi qoliplash postining ustida joylashadi va shu bois uzatish takti minimumga qadar kamaytirilgan. Bunday usul, ayniqsa, beton qorishmasi beton aralashtirgichda qizdirilganda maqsadga muvofiq bo'ladi. Yangi qoliplangan buyumni silliqlash uchun o'zi yurar mashinalar ishlatiladi.

Yuqorigi yarusda ikki soat ushlab turilgandan so'ng qolip pastga olinadi va u yerda 3 soat davomida harorat 95 darajagacha ko'tariladi va shundan so'ng izotermik kamerada 4 soat ushlab turiladi va oxirida ventilyatorlar o'rnatilgan sovitish kamerasiga olinadi.

6. Vertikal issiqlik bilan ishlov berish kamerali konveyerlar. Tashqi devor uchun ishlatiladigan keramzit betonli panellar maksimal darajada mexanizatsiyalashgan, avtomatlashtirilgan konveyerlarda tayyorlanadi. Konveyer ikkita liniyadan – buyumni qoliplash va uni qotirish bo'limlaridan iborat (2.7-rasm).



2.7-rasm. Tashqi devor panellari ishlab chiqarish konveyer liniyasi:
1 – qolipni tozalash; 2 – qolipni moylash; 3 – bortlarni yopish; 4 – keramik plitalarni yotqizish; 5 – armatura karkaslari va qo'shimcha detallarni o'rnatish; 6 – keramzit beton qorishmani yotqizish va zichlashtirish; 7 – qorishmani yotqizish va silliqlash; 8 – buyumni ushlab turish; 10–13 – issiqlik bilan ishlov berish; 14 – buyumni sovitish; 15 – qolip bortlarini ochish; 16 – panellarni pardozlovchi konveyerga o'tkazish.

Har bir liniyaning transport qismi rolikli konveyer, aravacha-qolip va zanjirli harakatlantirish moslamasidan iborat. Qolip bir liniyadan boshqasiga o'zi harakatlanadigan uzatish aravachalari yordamida

uzatiladi va har bir postda buyum solingan qolip ma'lum holatda ushlab turiladi.

Konveyer 15–20 daqiqalik oraliq bilan ishlaydi. Ish sikli qoliplarni tozalashdan boshlanadi. Shundan so'ng qolip keramik gilamlarni yotqizish postiga, 2-postga o'tadi. Qolipni bir o'rindan ikkinchisiga olish jarayonida uning yon qirralari, qo'shimcha detallar va bortlari forsunkalar yordamida moylanadi. 3-post bort qulflarni yopishga mo'ljallangan sharnirli-richagli mexanizm bilan jihozlangan. 4–5-postlarda keramik plitalar taxlami ustiga qorishma yotqiziladi, armatura karkaslari, qo'shimcha detallar qo'yiladi. 6-postda keramzit betonli qorishma yotqiziladi. 6-post silkitib qoliplovchi mashina bilan jihozlangan. 7-postda qorishmani yotqizuvchi mexanizm qorishmaning yuqori qatlamini 5–10 mm qalinlikda yotqizadi va valik bilan tekislaydi. Shundan so'ng qolip travers aravachasi bilan qotirish kamerasi liniyasiga olib o'tiladi. 9-postda qoliplangan buyumdan yuqorigi deraza o'rni tutqichi olinadi.

*7. **Karkasli bino ustunini va rigellarini tayyorlash konveyerlari.*** Karkasli binolar ustun va rigellari tirqishli kamerada issiqlik bilan ishlov beriladigan konveyer liniyalarida amalga oshiriladi. Vertikal yopiq konveyerning yer ustidagi qismi 10 postdan iborat va ular odimi 770 mm bo'ladi. Rels yo'lining oralig'i 1500 mm. Yer ostidagi tirqishli kameralar yonma-yon joylashadi.

Ko'tarish va tushirish moslamalari vagonetka-qoliplarni uzatish aravachasi orqali ko'tarib tushiradi va ularni ikkala kameraga tushiradi.

Ko'tarish kamerasi surish mexanizmi bilan jihozlangan. Konveyerning yer ustidagi qismi uchta vagonetka-qolipdan iborat va buyumni sovitish kamerasi vazifasini bajaradi.

Buyumni tayyorlash jarayoni quyidagi ketma-ketlikda amalga oshiriladi: 1-postda mexanik ochish vositasi bilan yon bortlar ochiladi, oraliq to'siqlar olinadi, qo'shimcha detallar chiqariladi, buyum olinib, qoliplar tozalanadi va moylanadi. 2-postga qolip bortlari ochilgan holda keladi. Bu yerda armatura qo'yiladi, to'siqlar, qo'shimcha detallar o'rnatiladi. 3-postda armaturaning to'g'ri qo'yilganligi tekshiriladi va qolip bortlari yopiladi. 4-post qoliplash posti. Estakadada turadigan beton yotqizuvchi betonni bir tekis yot-

qizadi, beton tekislanadi va silkitish mexanizmi bilan zichlanadi. 5-post qo'shimcha hisoblanadi. 6-postda silliqlash mashinasi bilan beton silliqlanadi. 7-postda buyum tekshirilib, lozim darajaga keltiriladi. Shundan so'ng vagonetka-qolip tushirish mexanizmi yordamida pastki yarusga olinadi. Ikkita yarusda issiqlik bilan ishlov berish davomiyligi 11—12 soat bo'lgan 20 dona vagonetka-qolip bo'ladi.

Konveyerning ishi avtomatlashtirilgan, barcha mexanizmlar masofadan turib, markaziy pultdan boshqariladi.

8. Vibroprokat stanida buyumlar tayyorlash. Bunday usulning boshqalaridan farq qiladigan jihati shundaki, texnologik jarayon — beton qorishmasini tayyorlashdan boshlab tayyor buyumni chiqarishga qadar bitta moslamada — soatiga (og'ir beton ishlatilganda) 30 m yoki soatiga (engil beton ishlatilganda) 15 m tezlikda harakatlanuvchi bitta konveyerda bajariladi.

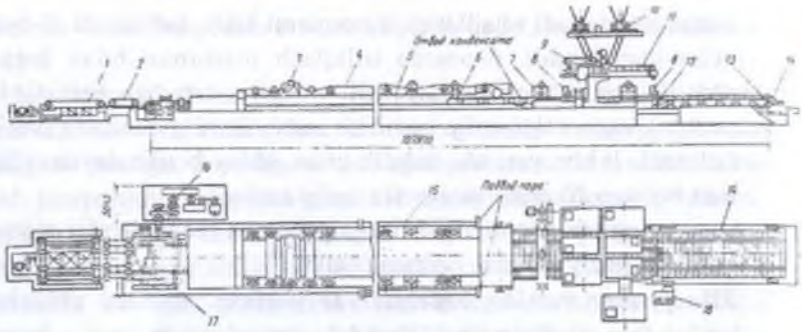
Miqdorlash bo'limidan materiallar ikki valli qorishtirgichga tushadi, beton qorishmasi esa qoliplash lentasiga beriladi. Qoliplash lentasiga qoliplash qismlari, bort bruslari va boshqa elementlar mahkamlangan bo'ladi.

Lenta uchastkalariga armatura karkasi, o'rnatish detallari, elektr o'tkazgichlar qo'yiladi va shundan so'ng unga beton qorishmasi yotqiziladi va silkitish mexanizmi bilan zichlanadi. Qoliplash lentasidagi buyum issiqlik bilan ishlov berish kamerasiga olinadi va u yerda 2—4 soat davomida harorat 98 darajagacha ko'tariladi (2.8-rasm).

Tirqishli kamera rezinalashgan lenta va bir nechta issiqlik bilan bosim berish vallari bilan jihozlangan. Kameradan chiqqanda betonning mustahkamligi loyihadagining 70 foizini tashkil etadi.

Lenta valga kelganda aylanib qarama-qarshi tomonga harakatlana boshlaydi va buyumni tushiradi, o'z navbatida buyum rolikli konveyerga, undan ag'darish moslamasiga o'tadi va oxirida ko'prik kran bilan tushiriladi.

Ish samaradorligini oshirish va sement sarfini kamaytirish uchun qorishtirgichda beton qorishmasi 30—40 va hatto 60—70 darajaga qadar qizdiriladi. Ba'zan sement sarfini kamaytirish uchun kimyoviy qo'shimchalar qo'shiladi.



2.8-rasm. Vibroprokat stanida mahsulot tayyorlash chizmasi:
1 – o'girish mexanizmi; 2 – o'tkazish moslamasi; 3 – tekislash moslamasi; 4 – rezina lenta; 5 – issiqlik bilan ishlov berish kamerasi; 6 – og'irlik valiklari; 7 – silkitib tekislash moslamasi; 8 – beton yotqizuvchi; 9 – bir valli beton aralashtirgich; 10 – miqdorlash bo'linmasi; 11 – ikki valli beton aralashtirgich; 12 – silkitish moslamasi; 13 – tortish moslamasi; 14 – qoliplash lentasi; 15 – bug' berish joyi; 16 – qoliplash lentasini harakatlantiruvchi mexanizm; 17 – shpatlovkalash moslamasi; 18 – boshqaruv pulti.

2.5. Ishlab chiqarishning stend usuli

1. Ishlab chiqarishni tashkil etish. Stend usulida buyum qo'zg'almas qoliplarda qoliplanadi va u qoliplangan joyining o'zida qotadi. Texnologik jihoz va ish bo'linmalari bu vaqtda stenddagi bir qolipdan boshqasiga o'tib turadi.

Armaturasi tortilgan uzun o'lchamli konstruksiyalarni uzun stendlarda (75–150 m va undan uzunroq), shuningdek, uzunasiga bitta, eniga ikkita va undan ortiq buyumga mo'ljallangan kalta stendlarda qoliplash mumkin. Uzun stendlar bir vaqtning o'zida birin-ketin joylashgan bir nechta qolipda bir nechta bir xil buyum tayyorlash uchun ishlatiladi. Armaturani yotqizish, tortish, beton yotqizish va uni qotirish bir stendning o'zida amalga oshiriladi.

Uzun stendlar tortiladigan sim yoki to'qilgan armatura paketi qayerda to'planishiga ko'ra paketli yoki tortiladigan turlarga bo'linadi. Paketli stendlarda tortilgan armatura paketi stenddan tashqarida – stend yonida bo'ladigan paket tayyorlash liniyasida tayyorlanadi. Tortilgan stendlarda bunday paket qoliplash stendining o'zida tayyorlanadi.

Stendlar, shuningdek, buyum va konstruksiyalarni tik yoki yotiq holatda qoliplash usuliga ko'ra ham farq qiladi. Universal – turli buyumlar va ixtisoslashgan, ya'ni bir turdagi buyumlarni tayyorlashga mo'ljallangan stendlar ham mavjud.

Stend usuli bilan uskuna ko'p o'zgartirilmasdan turli buyum xillarini ishlab chiqarish mumkin. Stend liniyalari katta o'lchamdagi buyumlar ishlab chiqarishda, ayniqsa, samarali hisoblanadi.

Liniyali stendlar oldindan zo'riqtirilgan ommaviy konstruksiyalar ishlab chiqarishda, ayniqsa, to'g'ri keladi. Liniya stendlari paketli va tortma bir nechta buyumni stend uzunligi bo'yicha bir vaqtning o'zida ishlab chiqarish uchun ishlatiladi.

Paket stendlarida armatura paketlari alohida moslamada yig'iladi, so'ng stend yoki qolipning ushlab turish joyiga mahkamlanadi.

Tortma stendlarda armatura stendning chetidagi g'altakdan tortib olinadi va stendning bor bo'yicha tortiladi.

Armatura joylash usuli uskunaning mexanizatsiyalashish darajasini belgilaydi. Paketli stendlarda armatura ixcham joylashadigan buyumlar – svay, to'sin, tayanch tayyorlash maqsadga muvofiqdir. Paketdagi armatura gidrodomkrat bilan tortiladi. Armaturasi donalab yoki umumiy tortilishi talab etiladigan buyumlarni tortma stendlarda tayyorlash maqsadga muvofiq.

Qisqa stendlar uning bo'yiga barobar bo'lgan bir buyumni yoki eniga ikkita buyumni tayyorlashga mo'ljallangan. Armaturani tortish gidrodomkrat bilan stend tayanchida yoki elektr qizitish usuli bilan amalga oshiriladi.

2. Stend usulida ishlab chiqarishni tashkil etish. Stend texnologiyasi katta o'lchamli oldindan zo'riqtirilgan konstruksiyalar, uzunligi 12 m dan ortiq va sanoat hamda fuqaro qurilishi uchun mo'ljallangan qurilmalar uchun muvofiq keladi.

Liniyali stendlarda buyum tayyorlash vaqtida quyidagi qoidalarga amal qilish lozim: liniyali stendning uzunligi – 75–120 m; stendning eng kichik o'lchami 3,6 m; sexdagi stendlar liniyasining soni ishlab chiqarishning uzuluksiz bo'lishini ta'minlashi zarur, biroq 2 donadan kam bo'lmasligi kerak.

Stend texnologik liniyaning bir yillik ishlab chiqarish quvvati quyidagi formula bilan topiladi:

$$P = \frac{FB_1}{T_0} \sum_{i=1}^{i=n} n_i q_i K_i$$

Bu yerda F – stend liniyasining maydoni; T_0 – stend texnologik liniyasining aylanish vaqti; n_i – i buyum uchun lozim bo'ladigan stend liniyalari soni; q_i – i buyum uchun 1 m^2 stend liniyasidagi lozim bo'ladigan beton hajmi; K_i – stend liniyasi maydonidan foydalanish koeffitsienti, 0,8–0,88 ga teng qilib olinadi.

Bir stend liniyasining aylanish vaqti quyidagi formula bilan topiladi:

$$T_0 = T_p + T_n + T_a + T_u + T_v$$

Bu yerda T_p – qolipdan tushirish, tortish moslamalarini bo'shatish, armaturani kesish, buyumni stenddan olish, tozalash, moylash vaqti; T_n – armaturani joylash va tortish vaqti; T_a – zo'riqtirilgan armaturani joylash vaqti; T_u – beton qorishmasini yotqizish va zichlash vaqti; T_v – issiqlik bilan ishlov berish vaqti.

Bir kecha-kunduzda aylanish koeffitsienti:

$$K_{ob} = 24/T_0$$

Stenddagi 1 m^2 qoliplash maydonidan yillik mahsulot olininishi quyidagi formula bilan topiladi:

$$S_{tm} = K_i K_{ob} V_1$$

Uzun stendda qoliplar soni mumkin qadar ko'proq bo'lishi kerak (bu ishlab chiqarish darajasiga ta'sir qiladi), tortiladigan armatura oldingi traverslarda uning joylashish tartibiga aniq qilib olinadi.

Tortiladigan armatura sarfi tejamli bo'lishi stend uzunligidan to'g'ri foydalanishga bog'liq. Chiqindilar quyidagi tenglama bilan aniqlanishi mumkin:

$$A = \frac{100(L - nl_1)}{nl_1}$$

Bu yerda L – stenddagi tortilgan armaturalar uchi orasidagi

masofa; n — bitta stend liniyasidagi buyumlar soni; l_1 — buyumning uzunligi.

Shu bilan birga:

$$A = A_3 + A_n$$

Bu yerda A_3 — tortilgan armatura chiqindilari va u stendning konstruksiyasiga bog'liq bo'ladi; A_n — stend konstruksiyasiga bog'liq bo'lmaydian chiqindilar:

$$A_3 = A - A_n \left(\frac{L - nl_1 - 2_c - l(n-1)}{nl_1} \right) 100;$$

$$A_n = \frac{2_c + l(n-1)}{nl_1}$$

Bu yerda c — armatura uchidan stenddagi birinchi qolip oxirigacha bo'lgan masofa; l — yonma-yon joylashgan qoliplar chetlari orasidagi masofa.

Ishlab chiqarishda foydalanilayotgan stendlar tahlili shuni ko'rsatadiki, armaturaning umumiy chiqindisi 12—16 foizni tashkil etadi.

2.7-jadvalda 12, 18 va 24 m uzunlikdagi buyum tayyorlashda stendlarning maqsadga muvofiq bo'lgan uzunlik ko'rsatkichlari keltirilgan.

Liniyali stendlar

2.7-jadval

Bir stenddagi buyumlar soni	Stendning foydali uzunligi (quyidagi uzunlikdagi buyumlar uchun), m		
	12	18	24
1	13	19	25
2	25,5	37,5	49,5
3	38	55	74
4	50,5	74,5	98,5
5	63	93	123
6	75,5	111,5	147,5
7	88	130	172
8	100,5	148,5	196,5
9	113	167	221
10	125,5	185,5	245,5
11	138	204	270
12	150,5	222,5	294,5

Armatura sarfi quyidagi hollarda kam bo'ladi: 12—18 metrlik buyumlar uchun stend uzunligi 37,5—38 m bo'lganda; 12, 18 va 24 m buyumlar uchun stend uzunligi 74—75,5 va 147—150,5 m, 18—24 m buyumlar uchun 221—222,5 m bo'lganda.

3. Uzun stendlarda buyum tayyorlash. Aksariyat yig'ma temir-beton zavodlarida oldindan tortilgan temir-beton konstruksiyalar tayyorlash uchun paketli stendlar ishlatiladi.

Paketli stend ikkita qoliplash liniyasidan iborat bo'ladi. Kichik liniyada balandligi past bo'lgan buyumlar tayyorlanadi. Ikkinchi liniyada esa balandligi 2 m gacha bo'lgan buyumlar qoliplanadi.

Paketlar alohida texnologik liniyalarda tayyorlanadi. Bunday liniyalarda g'altak va gidravlik press mavjud.

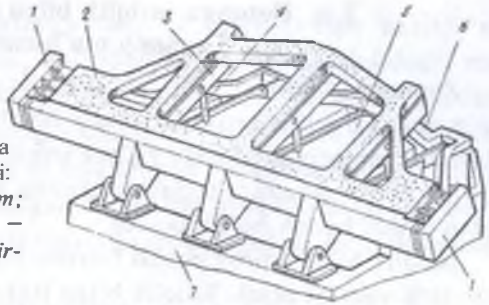
Oxiriga qisqich o'rnatilgan tayyor paketlar 300—400 mm ga suriladi va keyingi paketning boshlanishiga qisqich tayyorlanadi, ikkinchi va uchinchi qisqichlar o'rtasidagi simlar aylana arra bilan kesiladi.

Chiyralgan armaturani yotqizish usuli paket stendlarinikidan farq qiladi. Stend o'ram tortuvchi aravacha bilan jihozlanadi.

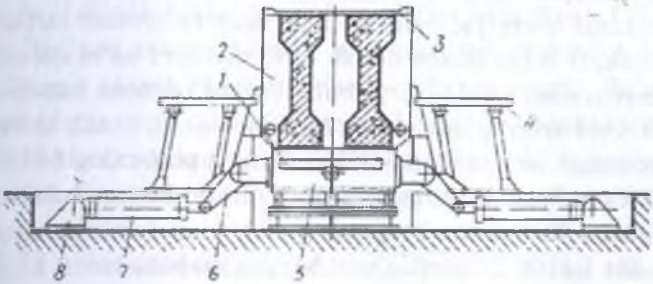
Buyumlar vertikal holatda qoliplanganda ikki xil qolip ishlatiladi (ikki nishabli balkalar): poddonga sharnir bilan biriktirilgan ochiladigan bortli va almashtiriladigan bortli. Qolip chetlari bortga mahkamlanadi. Buyum gorizontal holatda qoliplanganda esa bort sifatida opalubka ishlatiladi va maxsus qotirish moslamalari bilan mahkamlanadi.

4. Buyumlarni kalta stendlarda tayyorlash. Zamonaviy zavod texnolgiyasida kalta stendlar uzunligi 12—18 m bo'lgan yopqichlar, kolonna va karkasli binolar balkalari, uzunligi 18 va 24 m bo'lgan yopma balka va fermalar tayyorlashda ishlatiladi. Kalta stendlarning o'zgartirish oson bo'lgan texnologiyasi, qizuvchan qoliplar beradigan afzallik qoliplarning mahsulot berish darajasini 2—4 marta oshiradi.

Kalta stendlarda buyumlar gorizontal holatda tayyorlanadi. Ko'p zavodlar kalta stendlarda, gorizontal holatda bir vaqtning o'zida ikkita segment fermalari tayyorlanadi. Shu bilan birga 1,2x1,1 m o'lchamli temir-beton balka qoliplashga tayyorlangan



2.9-rasm. Fermalarni qoliplashda FEGUS – 24 uskunasi chizmasi:
1 – travers; 2 – buyum; 3 – o'giriluvchi rama; 4 – gidrosilindr; 5 – kesson; 6 – tirkagich rama; 7 – asos.



2.10-rasm. Katta o'lchamdagi temir-beton buyumlar tayyorlashda ishlatiladigan stend chizmasi:
1 – armaturani tortish traverslari; 2 – ochiladigan yon bortlar; 3 – yechiladigan burchak bortlari; 4 – yig'iladigan podmost; 5 – poddon; 6 – richag; 7 – gidrosilindr; 8 – kronshteyn.

2 ta fermaning pastki belbog'idagi armaturalar tortilish kuchini qabul qiladi.

Fermalar ommaviy ishlab chiqarilganda mexanizatsiyalashgan buriladigan qolipli stend ishlatiladi (2.9-rasm). Issiqlik bilan ishlov berish tugaganidan so'ng tortilgan armatura sterjenlarining uchi qirqib tashlanadi. Qolip tozalanib, moylanib, navbatdagi qoliplashga tayyorlanadi.

Uzun o'lchamli buyumlar (balkalar) mexanizatsiyalashgan stendlarda tayyorlanadi (2.10-rasm). Qoliplash moslamasi poddondan, ochiladigan yon bortlari va yechiladigan burchak bortlaridan iborat.

2.6. Betonga issiqlik bilan ishlov berish. Umumiy ma'lumotlar

Zamonaviy qurilish ishlarida betondan foydalanish samaradorligi ko'p jihatdan temir-beton buyumlar ishlab chiqarish suratiga bog'liq. Zavod texnologiyasi asosida yig'ma temir-beton ishlab chiqarish sharoitida beton qotishini tezlashtirishning asosiy vositasi unga issiqlik bilan ishlov berish bo'lib qoladi.

Issiqlik bilan ishlov berish buyum tayyorlash umumiy siklining 70–80% vaqtini oladi. Issiqlik bilan ishlov berish uchun beton tayyorlashga sarflanadigan umumiy issiqlik energiyasining 70 foizigacha ishlatiladi. Issiqlik bilan ishlov berishdagi xarajatlar nafaqat bug' va boshqa turdagi energiya, balki qoliplar soni va sement sarfiga ham bog'liq. Issiqlik bilan ishlov berish davomiyligini ba'zi qoliplar aylanishi davomiyligi belgilaydi va bular bahosi korxona barcha ishlab chiqarish fondlarining anchagina qismini tashkil etadi. Qoliplarga zavod uskunalari uchun sarflanadigan barcha po'latning 60–70 foizi sarflanadi va qoliplar amortizatsiyasiga to'lovlar boshqa barcha uskunalarnikidan 1,5–2 marta ko'p.

Zavodda ishlab chiqariladigan barcha mahsulotning 85 foiziga qadari kameralarda, bug' me'yordagi atmosfera bosimi va harorat 60–100°C bo'lgan sharoitda bug'lanadi. Bug'lashdan tashqari yana avtoklavda betonni 174–191°C to'ydirilgan 0,9–1,3 MPa bosimda bug'lash, berk qolipni tashqarisidan qizdirish yo'li bilan betonni induksion tok bilan elektr magnit maydonida isitish usullari ishlatiladi.

Korxonalarda betonni qizdirish 2,5 soatdan 24 soatgacha davom etadi. Biroq, asosan, beton 12–13 soat qizdiriladi. Samarali texnologik usullarni ishlatmasdan turib bug'lashni tezlashtirish sement sarfini oshiradi. Misol uchun bug'lash 13 soatdan 6–7 soatga kamaytirilganda markasi M 200 bo'lgan betonda sement sarfi 80–100 kg/m^3 ko'payadi.

Issiqlik bilan ishlov berishni tezlatish uchun kimyoviy qo'shimchalar qo'shish, issiq qorishmani qoliplash, ikki bosqichli issiqlik bilan ishlov berish, yuqori sifatli sementdan foydalanish kabi usullar ishlatiladi.

Temir-beton buyumlarga issiqlik bilan ishlov berish ular jo'natiladigan (o'tuvchan, qolipdan chiqarish darajasidagi) mustahkamlikka erishguncha davom etadi. Bunday holatda bug'langandan so'ng 28 sutka o'tganda beton talab qilingan darajadagi mustahkamlikka, ya'ni belgilangan mustahkamlikka erishilishi lozim. Betonning jo'natiladigan darajadagi mustahkamligi deb buyum zavoddan iste'molchiga jo'natiladigan darajadagi mustahkamlikka aytiladi.

O'tuvchan mustahkamlik oldindan zo'riqtirilgan buyumlar uchun belgilanadi va armatura oldindan tortilishining unga o'tkazish vaqtida zarur bo'ladigan beton mustahkamligini belgilaydi. O'tuvchan va jo'natiladigan mustahkamlik muayyan bir mahsulot turi uchun belgilangan texnik shartlar bilan tartibga solinadi. Ba'zi hollarda jo'natiladigan mustahkamlik iste'molchi va loyihachi tashkilot bilan kelishiladi. Qolipdan chiqarish mustahkamlik, betonni qolipdan chiqarish va zavod ichida xavfsiz transportirovka qilish mumkin bo'lgan minimal mustahkamlikni nazarda tutadi. U tayyorlovchi korxona tomonidan belgilanadi.

M 150 va undan yuqori markali yengil va og'ir betondan tayyorlangan buyumlar uchun jo'natiladigan mustahkamlik 50 foizdan yuqori bo'lishi, M 100 markali og'ir va yengil betondan tayyorlangan buyumlar uchun esa muvofiq ravishda 70 va 80 foizdan kam bo'lmasligi kerak.

Mahsulot 28 kunlik bo'lganda loyihada belgilangan yukning kamida 90 foizi tushadigan hamda tashish va montaj qilish vaqtida unga yilning sovuq vaqtida bo'ladigan hisobiga yaqin yuk tushadigan holatlarda betonning jo'natilgandagi mustahkamligi uning loyihadagi markasiga teng qilib belgilanishi mumkin. Betonning jo'natiladigan mustahkamligi sababli kamaytirilganda sement sarfini ancha kamaytirish imkonini beradi.

2.8-jadvalda QN 386–74 umumiy me'yorlari bo'yicha issiqlik bilan ishlov berilgan sharoitda jo'natish mustahkamligi o'zgarishiga qarab sement sarfini o'zgartirish ko'rsatilgan.

Betonning turli jo'natiladigan mustahkamlikda sement sarfi (QN 386–74 bo'yicha)

2.8-jadval

Jo'natish mustahkamligi, loyihadagi %	Betonning loyihadagi markasi	Konusning cho'kishi, sm	Markasiga qarab sement sarfining belgilanishi, kg	
			400	500
70	M 200	4–6	295	260
		1–3	280	245
	M 300	4–6	385	340
		1–3	360	320
	M 400	4–6	420	380
		1–3	395	360
100	M 200	4–6	360	325
		1–3	340	305
	M 300	4–6	495	430
		1–3	465	405
	M 400	4–6	600	480
		1–3	560	450

Issiqlik bilan ishlov berishning davomiyligiga sementning minerologik tarkibi katta ta'sir ko'rsatadi. Alitli sementlarning ishlatilishi dastlabki mustahkamlik yuqori bo'lishini ta'minlaydi. Kam alyuminatli sementlar umumiy sikli 8 soatgacha bo'lgan qisqa bug'lash tartibida mustahkamligi sekin ko'payishi va bug'lash ko'paytirilganda mustahkamlik tez ko'payishi bilan farqlanadi. Bunday sementlar ishlatilganda issiqlik-namlik bilan ishlov berishning davomiyligi, odatda, 13–15 soat bo'ladi.

O'rta alyuminatli sementlar bug'lashning dastlabki vaqtida mustahkamligini tez oshiradi va keyingi qizitish vaqtida mustahkamlik sekinroq ortadi. O'rta alyuminatli sementlar ishlatilganda issiqlik-namlik bilan ishlov berishning davom etishi 10–13 soat bo'ladi. Bug' bilan qizdirilganda yuqori alyuminatli sementlarni ishlatish tavsiya etilmaydi. Chunki bunday sementlar qisqa vaqt ichida tez qotgandan so'ng mustahkamligi va qotishi sekin oshadi. Issiqlik bilan ishlov berishning qisqa tartibida tez qotadigan sementlarni ishlatish samarali

hisoblanadi. Chunki bunday sementlarga beton mustahkamligi tez oshishi va isitgandan so'ng mustahkamlik absolyut qiymatining balandligi xos bo'ladi.

Yig'ma temir-beton ishlab chiqarishda issiqlik-namlik bilan ishlov berilganda tez qotadigan shlakoportlandsementni ishlatish keng tarqalgan.

Bunday sharoitda shlakoportlandsement qanday holatda bo'lishi klinker va shlakning kimyoviy mineral tarkibi, maydalanganlik darajasiga bog'liq. 7–9% S_3A va 50–60% C_3S klinker asosidagi shlakoportlandsementni ishlatish, ayniqsa, samarali bo'ladi. 30–40% shlak qo'shilgan shlakoportlandsementning mustahkamligi bug' bilan ishlov berilgandan so'ng 1 va 28 kunlik potlandsementnikidan yuqori bo'ladi. Sementda shlak ulushining oshishi, klinkerda S_3A va suv-sement nisbati miqdorining kamligiga qarab betonning bug'lash samaradorligi oshib boradi. Oddiy shlakoportlandsementda ham bug'lashdan so'ng jo'natish mustahkamligi portlandsement ishlatgandagi kabi bo'lishi uchun unga 90–95°C darajada uzoq vaqt ishlov berilishi yoki sement sarfi 5–10% ko'paytirilishi kerak. Tez qotadigan shlakoportlandsement mustahkamlik ko'payishi jihatidan shunday markadagi portlandsement bilan teng bo'ladi.

Shlakoportlandsementning portlandsementga nisbatan afzalligi shundaki, bug'langandan so'ng mustahkamligi tez ko'payadi. Sementda shlak miqdori 80% bo'lganda bug'langan betonning mustahkamligi me'yorida qotadigan markali betonnikidan 20–30% yuqori bo'ladi. Issiqlik-namlik bilan ishlov berish shlakoportlandsementdan tayyorlangan betonning bir qancha xususiyatlariga samarali ta'sir qiladi: uning sovuqqa, tuzlarga chidamliligi ortadi, yorilishi kamayadi.

Oxirgi vaqtlarda bir qator sement zavodlarida shlakoportlandsement tayyorlash uchun elektrotermofosfor shlaklar – fosforni elektrotermik usulda ishlab chiqarishda bo'ladigan chiqit ishlatilayapti. Elektrotermofosforli shlaklarni maydalash uchun sarflanadigan elektr quvvatining miqdori domna shlaklariga qaraganda 14% kam. Elektrotermofosforli shlak asosidagi shlakoportlandsementning mustahqamligi, bug'langandan so'ng xuddi shunday domna shlaklarnikiga nisbatan yuqori bo'ladi.

Bug'lanadigan beton qotishini tezlashtirish, sement va elektr sarfini kamaytirish yo'llaridan biri – beton qorishmasiga elektrolitlar – qotishni tezlatuvchi moddalar qo'shish hisoblanadi. Past haroratli tartibda qizdirilgan kam alyuminatli yoki aralash portlandsement ishlatilgan holatlarda qotishni tezlatuvchi moddalarning ta'siri, ayniqsa, yuqori bo'ladi.

2.9-jadvalda qotishni tezlatuvchilar qo'shilganda bug'langan beton mustahkamligi qanday bo'lishi ko'rsatilgan.

Qotishni tezlatuvchilar qo'shib bug'langan betonning mustahkamligi

2.9-jadval

Sement	Qo'shimchalar va ularning birikmasi (2.1-jadvalga ko'ra)	Bug'langandan so'ng betonning mustahkamligi, R_{28} ga nisbatan %	
		4 soatdan so'ng	28 kunda
Tez qotadigan yoki yuqori alyuminatli portlandsement (C_3A 10 foizdan ko'p)	Qo'shimchasiz	50	100
	CH	60	105
	XK, S–89	60	110
	XK+NN, XK+NNK, NNXK	55	110
O'rta alyuminatli portlandsement (C_3A 6–10%)	Qo'shimchasiz	50	100
	CH	65	110
	XK, S–89	65	115
	XK+NN, XK+NNK, NNXK	60	115
Kam alyuminatli portlandsement (C_3A 6 foizdan kam), shlakoputssolanli portlandsement	Qo'shimchasiz	50	110
	CH	70	110
	XK, S–89	70	125
	XK+NN, XK+NNK, NNXK	65	120

2.9-jadvaldagi ko'rsatkichlar zich to'ldiruvchilar qo'shilib loyiha mustahkamligining 50 foiziga yetgunga qadar bug'langan betondan olingan.

Qator elektrolit tuzlarning beton qotishini tezlashtirishi ularning sement gidratatsiya jarayonini jadallashtirishi bilan tushuntiriladi. So'nggi yillarda qotishni tezlashtiruvchilardan nitrit-nitrat kalsiy (NNK) va nitrit-nitrat-xlorid kalsiy (NNXK) keng ishlatilmoqda. Ushbu kompleks qo'shimchalar armatura zanglashi ingibitorlari bi-

lan bir qatorda qotishni tezlashtiruvchi moddalardan ham iborat bo'lib, armatura uchun xafsizdir. Sement miqdoriga nisbatan olganda 3% NNXK qo'shimchasini ishlatish beton mustahkamligini kamaytirmasdan 10% sementni tejash imkonini beradi. Qotishni tezlashtiruvchilarni qo'shish beton strukturasini yanada mustahkam qilib, izotermik ishlov berish muddatini kamaytiradi. Tajribalardan ayon bo'ladiki, NNK va NNXK qo'shimchalarini qo'shish beton mustahkamligini kamaytirmasdan izotermik qizdirish muddatini 2 marta (8 soatdan 4 soatga qadar) kamaytiradi.

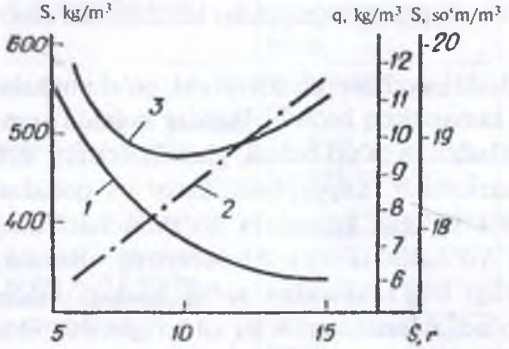
Elektrolit-tezlashtiruvchi qotirgichlar betonga elektrotermo ishlov berishda ham samarali vosita hisoblanadi, elektr quvvati va sarfini kamaytirish imkonini beradi. Elektrolit qo'shilgan betonning nisbiy mustahkamligi issiqlik bilan ishlov berish tartibi kamaytirilganda ham oshadi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, Na_2SO_4 yoki NNXK qo'shimchalarini birgalikda ishlatish sement sarfini 30% kamaytiradi. Tabiiy sharoitda qisqa vaqt qotgandan so'ng 50°C haroratli issiq bilan ikki bosqichda ishlov berib qotishni tezlashtiruvchilar ishlatilganda elektr sarfi keskin kamayadi.

Elektrolit qotishni tezlashtiruvchilar plastiklovchi qo'shimchalar bilan qo'shib ishlatilganda samaraliroq bo'ladi. Bunday holatda kompleks qo'shimchaning plastiklashtirish ta'siri oshadi, plastifikatorning sarfi kamayadi, sement kam sarflanadi. Superplastifikator va qotishni tezlashtiruvchilardan iborat bo'lgan kompleks qo'shimchalarning ishlatilishi kelajagi bor yo'nalishlardan hisoblanadi. Bunday betonlarning mustahkamligi bug'langandan so'ng boshqa oddiy betonnikidan 90% yuqori bo'ladi. Mustahkamlik bir xil bo'lgan sharoitda izotermik qizitish vaqti 2—2,5 soatga kamayadi.

2.7. Betonni bug'lash tartibi

Issiqlik-namlik bilan ishlov berish usullari bug'lash jarayoni ba'zi bosqichlarining uzunligi va izotermik qizitish harorati bilan xarakterlanadi. Betonga issiqlik-namlik bilan ishlov berish uning qurilish-texnik xususiyatlari, sement va issiqlik quvvati sarfi bilan bevosita bog'liq.

Umumiy bug'lash sikli 4 davrga bo'linadi: dastlabki bosqich – buyumga shakl berilgandan boshlab kameradagi harorat osha boshlagan vaqtga qadar; kameradagi harorat oshgan vaqt; izotermik qizitish – belgilangan eng yuqori haroratda ushlab turiladigan vaqt; sovitish davri – kameradagi haroratning pasayish vaqti. Qotish tartibi alohida davrlarning umumiy soatdagi miqdorini bildiradi. Bug'lash tartibi ma'lum cheklovlardan kelib chiqqan holda talab etilgan kriteriyaga qarab belgilanadi. Bunday kriteriya xarajatlarning kam bo'lishi, mahsulot tannarxini kamaytirish, sement sarfining kam bo'lishi va hokazo bo'lishi mumkin. Bug'lash vaqtida keltirilgan xarajatlarning eng kam miqdoriga bug'lash boshlangandan so'ng taxminan 6–8 soatdan so'ng erishiladi. Biroq bunda sement sarfi oshadi (2.11-rasm). Misol uchun, kassetalarda M 400 betondan ishlangan buyumni bug'lash vaqti 10 soatdan 6 soatga kamaytirilganda 400 markali portlandsement sarfi 30%, 500 markali sementniki esa 26% oshgan.



2.11-rasm. Bug'lash tartibining o'zgarishiga qarab 3x6 m o'lchamli qovurg'ali plitalar asosiy ko'rsatkichlarining o'zgarishi:
1 – sement sarfining o'zgarishi, kg/m³; 2 – qolipning metallni talab etish ko'rsatkichining o'zgarishi, kg/m³; 3 – mahsulot tannarxining o'zgarishi, so'm/m³.

Issiq bilan ishlov berishdan oldin buyumni ma'lum vaqt davomida ushlab turish betonga issiqni qabul qilish imkonini beradigan zarur strukturani hosil qiladi. Dastlabki ushlab turish vaqtining qancha bo'lishi betonning dastlabki qotish tezligiga ta'sir qiluvchi barcha omillarga bog'liq. Betonning dastlabki qotish maromi qancha yuqori bo'lsa, dastlabki ushlab turish vaqti ham shunchalik kam bo'lishi mumkin. Bu vaqt 1–2 soatdan 4–8 soatgacha bo'ladi. Qotishni tezlashtiruvchilar qo'shilganda dastlabki ushlab turish vaqtini ham kamaytirish mumkin.

Kamerada haroratni oshirish tezligi doimiy va o'zgaruvchan bo'lishi mumkin. Birinchi holatda haroratning ko'tarilishi soatiga 30 darajadan, ikkinchi holatda esa soatiga 20 darajadan oshiq bo'lmasligi kerak. Ba'zi holatlarda betonni dastlabki ushlab turish maqsadga muvofiq bo'lmaydi yoki uni amalga oshirish qiyin bo'ladi va u haroratli-cho'kish darzlarini hosil qiladi. Bunday sharoitda harorat sekin-asta oshib boradigan tartiblar qo'llaniladi.

Bunday tartibning mohiyati shundaki, beton mustahkamligi oshib borishi bilan harorat ham oshiriladi. Masalan, birinchi soatda – 10 daraja/soat, ikkinchi soatda – 15 daraja/soat va hokazo.

Beton dastlabki mustahkamligiga qarab haroratni oshirish tezligi

2.10-jadval

Betonning (siqilgandagi) dastlabki mustahkamligi, MPa	Kamerada haroratning oshib borish tezligi, daraja/soat	Betonning (siqilgandagi) dastlabki mustahkamligi, MPa	Kamerada haroratning oshib borish tezligi, daraja/soat
0.1–0.2	10–15	0.4–0.5	25–25
0.2–0.4	15–25	0.5–0.6	35–45
		0.6	45–60

2.10-jadvalda betonning siqilgan vaqtdagi dastlabki mustahkamligiga qarab kamerada haroratning ko'tarilib borish tezligi ko'rsatilgan.

Har qanday holatda ham haroratni soatiga 60°C dan oshirish tavsiya etilmaydi.

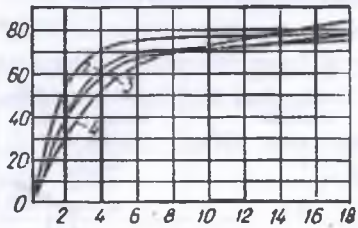
Haroratni sekin-asta yoki bosqichma-bosqich ko'tarib borish tartibi sement sarfini ko'paytirmasdan beton qotishini 2–3 soatga kamaytirish imkonini beradi va bu holat buyum tannarxini tushiradi.

Monolit konstruksiyalarni ishlatish keng tarqalgan sharoitda beton qorishmalarini dastlab elektr bilan qizitish usuli keng tarqalmoqda. Zavod sharoitidagi ishlab chiqarishda bug' bilan qizdirish ko'proq qo'llaniladi. Dastlabki qizdirish issiqlik bilan ishlov berish siklini 2–3 soatga kamaytiradi.

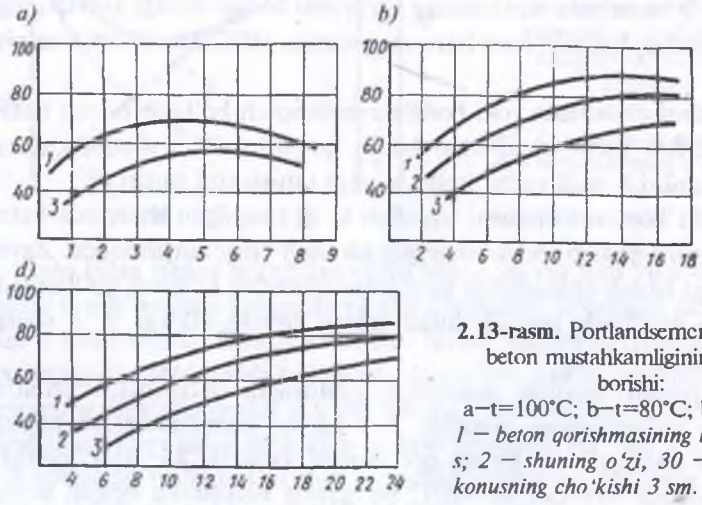
Yirik panelli qurilish sharoitida qizdirilgan qorishmani ishlatish qoliplarga ishlatiladigan metallni 2–3 kg/m^3 kamaytiradi va buyum tannarxini kamaytiradi. Beton qorishmasi, odatda, 85–95°C qizdiriladi. Qorishma harorati 60–65°C bo'lganda betonning qotish tezligi keskin kamayadi. Biroq beton qorishmasini qizdirish energiya quvvat

manbayini oshirish va betonni aralashtiruvchi moslama konstruksiyasini murakkablashtirishni talab etadi. Harorat o'sishi bilan beton qorishmasini tashish va qoliplarga solish vaqtida uning harorati tushishi tezlashadi. Shuning uchun ba'zi holatda qorishmani past haroratda qizdirish tavsiya etiladi.

Beton mustahkamligi intensiv oshib boradigan issiqlik-namlik bilan ishlov berish jarayonining asosiy bosqichi izotermik qizdirish hisoblanadi (2.12 va 2.13-rasmlar). 2.11-jadvalda issiqlik-namlik bilan ishlov berish vaqti, beton markasi va nazorat namunalarini sinab ko'rib muddatiga qarab 400–500 markali portlandsement va shlakoportlandsementli og'ir beton mustahkamligining oshib borishi ko'rsatilgan.



2.12-rasm. Su/S=0,45 bo'lgan beton mustahkamligining izotermik ishlov berish vaqtiga qarab o'zgarishi (tartib: 2+3+5+2 soat, 80°C)
1 – oddiy tez qotuvchi portlandsement; 2 – 400 markali oddiy portlandsement; 3 – 400 markali ShPS (shlakoportlandsement); 4 – 300 markali oddiy ShPS.



2.13-rasm. Portlandsement asosidagi beton mustahkamligining oshib borishi:
a–t=100°C; b–t=80°C; b–t=60°C
1 – beton qorishmasining bikirligi 100 s; 2 – shuning o'zi, 30 – 60 s; 3 – konusning cho'kishi 3 sm.

Kamerada issiqlik yaxshi izolyatsiyalangan sharoitda 2–4 soat ushlab turilgandan so'ng bug' jo'natishni to'xtatish mumkin va bunda kameradagi haroratning tushishi soatiga 4–6°C dan oshmaydi.

Issiqlik bilan ishlov berishni qisqartirish va sement sarfini kamaytirish uchun kamerada ortiqcha bosim bo'lishi va havo nisbiy namligining oshib borishi yaxshi ta'sir qiladi.

Issiqlik-namlik bilan ishlov berilgan og'ir beton mustahkamligining oshishi

2.11-jadval

Loyihaviy mustahkamlik 28 kunlik holatidagi	Tabliliy olingan S/S ko'rsatkich	Issiqlik-namlik bilan ishlov berishning umumiy sikli	Issiqlik-namlik bilan ishlov berilgach, loyihada belgilanganiga nisbatan beton mustahkamligi, %			
			0,5 soat	4 soat	12 soat	24 soat
M 200	1,5–1,3	5	20–30	30–40	34–44	38–48
		7	33–43	40–50	43–53	48–58
		9	41–51	47–57	50–60	55–65
		11	47–57	52–62	55–65	60–70
		13	52–62	56–66	60–70	62–72
		16	55–65	58–68	62–72	64–74
		20	57–67	60–70	63–73	65–75
M 300	2–1,7	5	28–38	35–45	38–48	41–51
		7	38–48	45–55	48–58	50–60
		9	47–57	52–62	55–65	58–68
		11	52–62	57–67	60–70	63–73
		13	56–66	60–70	64–74	66–76
		16	60–70	63–73	66–76	68–78
		20	62–72	65–75	68–78	70–80

Sovuqqa chidamliligi yuqori bo'lishi talab etilgan buyumlarga bug'lashning yumshoqroq tartibi tavsiya etiladi: dastlab ushlab turish 5–8 soat, kamerada haroratning oshishi esa soatiga 10–15°C dan oshiq bo'lmasligi kerak; maksimal mustahkamlikka yetgunga qadar izotermik tutib turish 80°C dan oshmasligi lozim; harorat tartibga solingan holda buyum yuzasi suv bilan sovitib turiladi. Dastlabki kuchlanish yo'qolishining oldini olish uchun harorat o'zgarishi va izotermik qizitishning maksimal harorati har biri uchun 65 va 80°C

dan oshmasligi va beton issiqlik bilan ishlov berilishdan oldin 02,-0,6 MPa mustahkamlikka yetgunga qadar ushlab turilishi kerak. Qisish kuchini uzatish vaqtida betonning sovitish me'yori 2.12-jadvalda keltirilgandan oshmasligi kerak.

Siquvchi kuchni uzatish vaqtida betonni sovitish chegarasi

2.12-jadval

Armatura	Beton markasi	$\gamma = \frac{L_H}{L_Y}$ koeffitsient holatida ruxsat etiladigan sovitish, °C			
		2	4	6	8
Yetti simli eshilgan arqonlar, yuqori mustahkam simli armatura	M 300 – M 500	10	15	20	25
Qizdirib prokatlangan sterjenli armatura	M 200 – M 400	15	19	21	25

L_H – armatura qizdiriladigan qismining uzunligi; L_Y – stend tirkagichlari orasidagi armaturaning umumiy uzunligi.

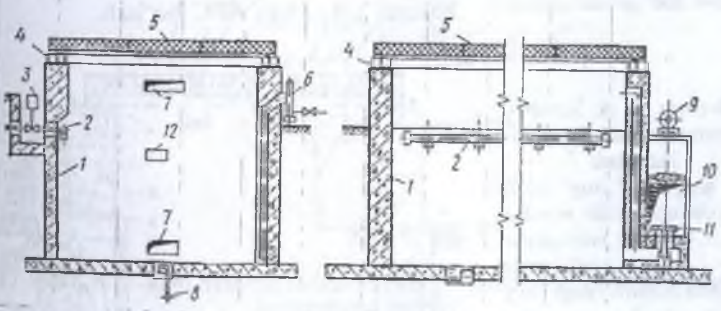
Konstruksion issiqni saqlovchi yengil beton buyumlarga ishlov berilganda tartibga qo'shimcha talab qilib oldindan belgilangan jo'natish namligini ta'minlash qo'yiladi. Shu maqsadda isitish turli isitgichlar asosidagi kameralarda harorat 125–150°C bo'lgan sharoitda amalga oshiriladi. Issiqlik bilan ishlov berishning bug'siz usullari bug'lashdagiga nisbatan namlikni 2 marta kamaytiradi.

Mustahkamligi yuqori bo'lgan yengil betonlar uchun jo'natishda namlik talablari qo'yilmagani uchun quruq tartiblarni ishlatish maqsadga muvofiq bo'lmaydi. Issiqni saqlovchi yengil betonlarga issiqlik bilan ishlov berish tartibi belgilanganda talab etilgan markadagi beton bilan yengil to'ldiruvchi mustahkamligi o'rtasidagi nisbatni hisobga olish kerak. G'ovak to'diruvchining mustahkamligi qancha yuqori va uning betondagi ulushi qancha kam bo'lsa, yengil betonning qotishdagi mustahkamligining oshish tezligi shuncha yuqori bo'ladi. Belgilangan mustahkamlikka erishish uchun yengil beton og'ir betondan ko'ra kamroq vaqt issiq bilan ishlanadi.

2.8. Bug'lash kameralarining tuzilishi

Temir-beton buyumlarni bug'lash uchun davriy va uzluksiz ishlaydigan kameralar ishlatiladi. Yig'ma temir-beton ishlab chiqarishda, ayniqsa, keng tarqalgan kameralarda issiqlik bilan ishlov berish, buyumni joylash va chiqarish uchungina tanaffus qilinib ishlatiladi. Uzluksiz ishlaydigan kameralarda issiqlik bilan ishlov berish uzluksiz amalga oshirilib, tayyor buyum o'rnini boshqasi oladi. Davriy ishlaydigan kameralar, odatda, stend va agregat oqim texnologiyalarida, uzluksiz ishlaydigan kameralar esa konveyer texnologiyalarida foydalaniladi.

Temir-beton buyumlariga issiqlik ishlov berish uchun birinchi navbatda chuqurda joylashgan bug'lash kameralaridan foydalaniladi (2.14-rasm). Davriy ishlaydigan bu qurilmalar hozir ham keng qo'llanilmoqda. Chuqurda joylashgan kameralar to'laligicha yoki yarmigacha yerga kirgan, ba'zan esa yer yuzasida joylashgan bo'ladi. Ko'pincha yerga qisman kirgan (balandligining 2/3–4/5 qismi) ko'p seksiyali blokli kameralar quriladi. Ularning asosiy elementlari devor, kondensat oqib ketadigan moslama, ochiladigan qopqoq, kameraga bug' yetkazib beradigan, ochib-yopgichlar qo'yilgan quvur bo'ladi.



2.14-rasm. Handaq tipidagi bug'lash kamerasi:
1 – kameraning devori; 2 – bug' taqsimlovchi kollektor; 3 – bug' yetkazib beruvchi elektr magnitli ventil; 4 – gidroberkitgich; 5 – kameraning qopqog'i; 6 – gidravlik klapan; 7 – ventilyatsiya tirqishlari; 8 – kondensatni chiqarib yuboruvchi kollektor; 9 – elektr magnitli ventilyatsiya klapani; 10 – ventilyatsiya kanali; 11 – gidroberkitgichli ventilyatsiya shiberi; 12 – avtomat tizim datchiklari.

dan oshmasligi va beton issiqlik bilan ishlov berilishdan oldin 02,-0,6 MPa mustahkamlikka yetgunga qadar ushlab turilishi kerak. Qisish kuchini uzatish vaqtida betonning sovitish me'yori 2.12-jadvalda keltirilgandan oshmasligi kerak.

Siquvchi kuchni uzatish vaqtida betonni sovitish chegarasi

2.12-jadval

Armatura	Beton markasi	$\gamma = \frac{L_H}{L_Y}$ koeffitsient holatida ruxsat etiladigan sovitish, °C			
		2	4	6	8
Yetti simli eshilgan arqonlar, yuqori mustahkam simli armatura	M 300 – M 500	10	15	20	25
Qizdirib prokatlangan sterjenli armatura	M 200 – M 400	15	19	21	25

L_H – armatura qizdiriladigan qismining uzunligi; L_Y – stend tirkagichlari orasidagi armaturaning umumiy uzunligi.

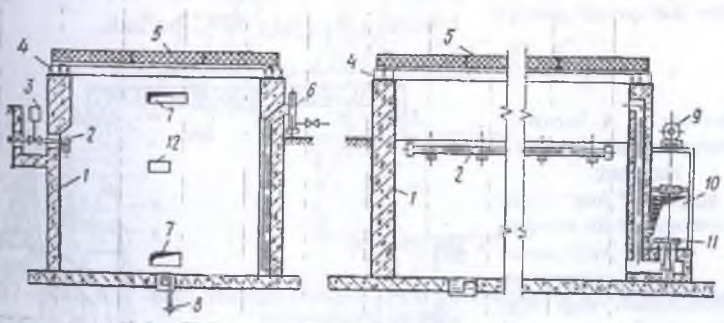
Konstruksion issiqni saqlovchi yengil beton buyumlarga ishlov berilganda tartibga qo'shimcha talab qilib oldindan belgilangan jo'natish namligini ta'minlash qo'yiladi. Shu maqsadda isitish turli isitgichlar asosidagi kameralarda harorat 125–150°C bo'lgan sharoitda amalga oshiriladi. Issiqlik bilan ishlov berishning bug'siz usullari bug'lashdagiga nisbatan namlikni 2 marta kamaytiradi.

Mustahkamligi yuqori bo'lgan yengil betonlar uchun jo'natishda namlik talablari qo'yilmagani uchun quruq tartiblarni ishlatish maqsadga muvofiq bo'lmaydi. Issiqni saqlovchi yengil betonlarga issiqlik bilan ishlov berish tartibi belgilanganda talab etilgan markadagi beton bilan yengil to'ldiruvchi mustahkamligi o'rtasidagi nisbatni hisobga olish kerak. G'ovak to'diruvchining mustahkamligi qancha yuqori va uning betondagi ulushi qancha kam bo'lsa, yengil betonning qotishdagi mustahkamligining oshish tezligi shuncha yuqori bo'ladi. Belgilangan mustahkamlikka erishish uchun yengil beton og'ir betondan ko'ra kamroq vaqt issiq bilan ishlanadi.

2.8. Bug'lash kameralarining tuzilishi

Temir-beton buyumlarni bug'lash uchun davriy va uzluksiz ishlaydigan kameralar ishlatiladi. Yig'ma temir-beton ishlab chiqarishda, ayniqsa, keng tarqalgan kameralarda issiqlik bilan ishlov berish, buyumni joylash va chiqarish uchungina tanaffus qilinib ishlatiladi. Uzluksiz ishlaydigan kameralarda issiqlik bilan ishlov berish uzluksiz amalga oshirilib, tayyor buyum o'rnini boshqasi oladi. Davriy ishlaydigan kameralar, odatda, stend va agregat oqim texnologiyalarida, uzluksiz ishlaydigan kameralar esa konveyer texnologiyalarida foydalaniladi.

Temir-beton buyumlariga issiqlik ishlov berish uchun birinchi navbatda chuqurda joylashgan bug'lash kameralaridan foydalaniladi (2.14-rasm). Davriy ishlaydigan bu qurilmalar hozir ham keng qo'llanilmoqda. Chuqurda joylashgan kameralar to'laligicha yoki yarmigacha yerga kirgan, ba'zan esa yer yuzasida joylashgan bo'ladi. Ko'pincha yerga qisman kirgan (balandligining 2/3—4/5 qismi) ko'p seksiyali blokli kameralar quriladi. Ularning asosiy elementlari devor, kondensat oqib ketadigan moslama, ochiladigan qopqoq, kameraga bug' yetkazib beradigan, ochib-yopgichlar qo'yilgan quvur bo'ladi.



2.14-rasm. Handaq tipidagi bug'lash kamerasi:
1 — kameraning devori; 2 — bug' taqsimlovchi kollektor; 3 — bug' yetkazib beruvchi elektr magnitli ventil; 4 — gidroberkitgich; 5 — kameraning qopqog'i; 6 — gidravlik klapan; 7 — ventilyatsiya tirqishlari; 8 — kondensatni chiqarib yuboruvchi kollektor; 9 — elektr magnitli ventilyatsiya klapani; 10 — ventilyatsiya kanali; 11 — gidroberkitgichli ventilyatsiya shiberi; 12 — avtomat tizim datchiklari.