



Тошкент архитектура
қурилиш институти
ҳузуридаги тармоқ
маркази

“БЕТОН ВА ТЕМИР- БЕТОН ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ”

Мазкур ўқув-услугий мажмуа Олий ва ўрта махсус таълим вазирлигининг 2019 йил 2 ноябрьдаги 1023-сонли буйруғи билан тасдиқланган ўқув режа ва дастур асосида тайёрланди.

Тузувчи: ТАҚИ, т.ф.н., доцент, Х.Х. Камиров

Тақризчи: ТТЙМИ, т.ф.н., доцент, И.М.Махаматалиев.

Ўқув -услугий мажмуа ТАҚИ Кенгашининг 2019 йил 4 сентябрьдаги 1-сонли қарори билан нашрга тавсия қилинган.

МУНДАРИЖА

I. ИШЧИ ДАСТУР	4
II. МОДУЛНИ ЎҚИТИШДА ФОЙДАЛАНИЛАДИГАН ИНТЕРФАОЛ ТАЪЛИМ МЕТОДЛАРИ.....	9
III. НАЗАРИЙ МАТЕРИАЛЛАР	12
IV. АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ МАТЕРИАЛЛАРИ	59
V. КЕЙСЛАР БАНКИ.....	67
VI. ГЛОССАРИЙ.....	79
VII. АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ	88

I. ИШЧИ ДАСТУР

Кириш

Ишчи дастур олий ва ўрта махсус таълим муассасалари педагог кадрларнинг касбий тайёргарлиги даражасини ривожлантириш, уларнинг илғор педагогик тажрибаларни ўрганишлари ҳамда замонавий таълим технологияларидан фойдаланиш бўйича малака ва кўникмаларини такомиллаштиришни мақсад қилади.

Ишчи дастур мазмунида хориж таълим тажрибаси, ривожланган давлатларда таълим тизими ва унинг ўзига хос жиҳатлари ёритиб берилган.

Ушбу ишчи дастур бетон ва темирбетондан фойдаланиш қурилиш технологиялари соҳасида кўпгина ютуқларга эришиш ва шу билан бирга чидамли, пишиқ-пухта, улкан, нодир бино ва иншоотларни барпо этиш имконини бермоқда. Шундай экан уларни асримиз материали десак янглишмаймиз. Бу турдаги темирбетондан қурилишда кенг кўламда фойдаланиш уларни ишлаб чиқариш технологияси билан боғлиқ. Олдиндан зўриқтирилган темирбетон конструкцияларни уларни лойиҳаланган ҳолида қўлбола усулда механик асбоб ускуналар (тортиш домкратлари, вибраторлар ва бошқ.) ёрдамида тайёрлаш - технологик ускуналар лойиҳасини тайёрлашни қийинлаштиради ва бу механизмлардан фойдаланиш самараси жуда паст бўлади. Шунинг учун завод шароитида тайёрлаш учун фақатгина кенг фойдаланиладиган олдиндан зўриқтирилган темирбетон конструкцияларнинг хилларини танлаб олиш зарур бўлади. Бу эса келгусида конструкция турлари ва уларнинг хилларини ошиб боришига ёрдам беради.

Ишчи дастурнинг мазмуни тингловчиларни **“Бетон ва темир-бетон технологиялари”** модулидаги назарий методологик муаммолар, чет эл тажрибаси ва унинг мазмуни, тузилиши, ўзига хос хусусиятлари, илғор ғоялар ва махсус фанлар доирасидаги билимлар ҳамда долзарб масалаларни ечишнинг замонавий усуллари билан таништиришдан иборат.

Модулнинг мақсади ва вазифалари

“Бетон ва темир-бетон технологиялари” модулининг мақсади: педагог кадрларни қайта тайёрлаш ва малака ошириш курси тингловчиларини қурилиш материаллари, буюмлари ва конструкцияларини ишлаб чиқариш соҳасидаги инновацияларга доир билимларини такомиллаштириш, инновацион технологияларни ўзлаштириш, жорий этиш, таълим амалиётида қўллаш ва яратиш бўйича кўникма ва малакаларини таркиб топтириш.

“Бетон ва темир-бетон технологиялари” модулининг вазифалари:

- бетон ва темир-бетон технологиялари соҳасидаги меъёрий хужжатлар, ишлаб чиқариш тизимидаги мавжуд муаммолар ва энергия ва материал иқтисод қилиш билан боғлиқ самарадор технологиялардаги инновацияларни ўрганишга йўналтириш;

- тингловчиларда бетон ва темир-бетон махсулотлари ишлаб чиқариш соҳасидаги илғор технологияларига доир олган янги билимларини ўз фанларини ўқитишда ўринли ишлата олиш кўникмаларини ҳосил қилишдан иборат.

Модул бўйича тингловчиларнинг билими, кўникмаси, малакаси ва компетенцияларига қўйиладиган талаблар

“Бетон ва темир-бетон технологиялари” курсини ўзлаштириш жараёнида амалга ошириладиган масалалар доирасида:

Тингловчи:

- бетон ва темир-бетон технологиялари соҳасидаги сўнгги ютуқлар, меъёрлар тизими;
- қурилиш меъёр ва қоидаларига киритилган ўзгартиришлар;
- бетон ва темир-бетон технологиялари соҳасидаги фанларни ўқитишдаги илғор хорижий тажрибалар;
- махсулот ишлаб чиқаришдаги инновациялар;
- бетон ва темир-бетон технологиялари соҳасидаги долзарб масалалар;
- махсулот ишлаб чиқаришда энергия ва ресурс тежамкорлигини ошириш усуллари ҳақида **билиши** керак.

Тингловчи:

- Ўзбекистон Республикасининг архитектура ва қурилиш соҳасидаги меъёрий ҳужжатлар тизимидаги ўзгаришларни амалиётга татбиқ эта олиш;
- бетон ва темир-бетон махсулотлари ишлаб чиқаришни самарали ташкил қилиш;
- бетон ва темир-бетон махсулотлари ишлаб чиқаришда замонавий энергия ва ресурс тежамкор технологияларни қўллаш олиш;
- махсулот тури ва фойдаланиладиган соҳасига қараб зарур бетон таркибларини лойиҳалай олиш;
- бетон ва темир-бетон махсулотлари ишлаб чиқаришда кимёвий қўшимчалардан унумли фойдалана олиш;
- илмий адабиётларда келтирилган замонавий маълумотларни излаб топа олиш ва уларни таҳлил эта олиш **кўникмаларига** эга бўлиши лозим.

Тингловчи:

- бетон ва темир-бетон технологиялари соҳасидаги халқаро эришилган ютуқлардан фойдаланиш ва илғор технологияларни жорий эта олиш;
- ишлаб чиқариладиган махсулот сифатини замонавий асбоб ва усуллар ёрдамида аниқлай олиш;
- махсулот сифатини таъминлаш учун самарали технологик жараёнларни танлаш ва ташкил эта олиш **малакаларига** эга бўлиши зарур.

Тингловчи:

- ўз фанларини ўқитишда бетон ва темир-бетон технологиялари соҳасидаги меъёрий ҳужжатлар тизимидаги, бетон ва темир-бетон ишлаб чиқариш соҳасидаги инновациялардан ҳамда илғор хорижий тажрибалардан янгиликлардан ўринли фойдалана олиш **компетенцияларига** эга бўлиши лозим.

Модулни ташкил этиш ва ўтказиш бўйича тавсиялар

“Бетон ва темир-бетон технологиялари” модулини ўқитиш жараёнида қуйидаги инновацион таълим шакллари ва ахборот-коммуникация технологиялари қўлланилиши назарда тутилган:

- замонавий ахборот технологиялари ёрдамида интерфаол маърузаларни ташкил этиш;

- амалий машғулотлар замонавий таълим услублари ва инновацион технологияларга асосланган ҳолда ўтказишни назарда тутилади.

Модулнинг ўқув режадаги бошқа модуллар билан боғлиқлиги ва узвийлиги

“Бетон ва темир-бетон технологиялари” модули бўйича машғулотлар ўқув режасидаги “Қурилиш материаллари умрбоқийлиги”, “Замонавий қурилиш материаллари ва конструкциялари ” ва бошқа блок фанлари билан узвий боғланган.

Модулнинг олий таълимдаги ўрни

Фан олий таълим муассасалари педагог кадрларининг касбий тайёргарлиги даражасини ривожлантириш, уларнинг бетон ва темир-бетон технологияларида замонавий энергия ва ресурс тежамкор технологиялар ва соҳадаги инновациялар бўйича малака ва кўникмаларини такомиллаштиришга қаратилганлиги билан аҳамиятлидир. Модулни ўзлаштириш орқали тингловчилар ўз фанларини ўқитишда бетон ва темир-бетон технологиялари соҳасидаги меъёрий ҳужжатлар тизимидаги, бетон ва темир-бетон ишлаб чиқариш соҳасидаги инновациялардан ҳамда илғор хорижий тажрибалардан янгиликлардан ўринли фойдалана олиш креатив ва технологик касбий компетентликка эга бўладилар.

Модул бўйича соатлар тақсимоти

№	Модул мавзулари	Тингловчининг ўқув юкلامаси, соат					
		Ҳаммаси	Аудитория ўқув юкلامаси				Мустақил таълим
			Жами	Жумладан			
				Назарий	Амалий	Қўчма машғулот	
1.	Бетон ва темир-бетон. умумий маълумотлар	2	2	2			
2.	Бетон қоришмаси	2	2	2			
3.	Бетонлар ва қоришмалар учун кимёвий қўшимчалар	2	2	2			
4.	Монолит қурилиш	2	2	2			
5.	Бетон ва темир-бетондан тарихий ва замонавий қўлланилгани таҳлили	4	4		4		
6.	Оддий умумқурилиш ва махсус бетонлар таркибини лойиҳалаш.	4	4		4		
	Жами	16	16	8	8		

НАЗАРИЙ МАШҒУЛОТЛАР МАЗМУНИ

1-мавзу: Бетон ва темир-бетон. Умумий маълумотлар. Кириш. Бетонлар классификацияси. Бетон тайёрлаш учун материаллар. Бетон ва темирбетон конструкцияларининг асосий турлари ва уларга қўйиладиган талаблар.

2-мавзу: Бетон қоришмаси. Цемент қотиши жараёни. Цемент гидратацияси ва цемент хаами хоссаларини аниқлаш. Бетон қоришмаларининг хоссалари ва уларни аниқлаш усуллари. Бетон хоссаларига таъсир этувчи омиллар. Қурилиш индустриясида энергия тежамкорлик.

3-мавзу: Бетонлар ва қоришмалар учун кимёвий қўшимчалар. Бетон ва темирбетон конструкцияларни тайёрлашда фойдаланиладиган қўшимчалар классификацияси. Гранулометрияни оптималлаштиришда кукун тўлдиргичлардан фойдаланиш. Махсус юқори мустаҳкамликка эга бетон (УНРС-100-150 МПа).

4-мавзу: Монолит қурилиш. Умумий маълумотлар. Қуйма бетон. Хоссалари. Фойдаланиш соҳалари.

АМАЛИЙ МАШҒУЛОТЛАР МАЗМУНИ

1-амалий машғулот: Бетон қоришмаси.

2-амалий машғулот: Бетонлар ва қоришмалар учун кимёвий қўшимчалар.

3-амалий машғулот: Монолит қурилиш.

4-амалий машғулот: Бетон ва темирбетон буюмлари ва конструкцияларини ишлаб чиқаришда инновацион технологиялар.

Бетон ва темир-бетондан тарихий ва замонавий қўлланилгани таҳлили. Умумқурилиш ва махсус бетонларнинг таркибини ҳисоблаш. Завод шароитида йиғма темир-бетон ва монолит қурилишда фойдаланиладиган бетон ва темир-бетон таҳлили. Бетон ва темир-бетон технологиясида ресурстежамкорлик йўллари.

ЎҚИТИШ ШАКЛЛАРИ

Мазкур модул бўйича қуйидаги ўқитиш шаклларидан фойдаланилади:

- маърузалар, амалий машғулотлар (маълумотлар ва технологияларни англаб олиш, ақлий қизиқишни ривожлантириш, назарий билимларни мустаҳкамлаш);
- давра суҳбатлари (қўрилаётган лойиҳа ечимлари бўйича таклиф бериш қобилиятини ошириш, эшитиш, идрок қилиш ва мантиқий хулосалар чиқариш);
- баҳс ва мунозаралар (лойиҳалар ечими бўйича далиллар ва асосли аргументларни тақдим қилиш, эшитиш ва муаммолар ечимини топиш қобилиятини ривожлантириш).

II. МОДУЛНИ ЎҚИТИШДА ФОЙДАЛАНИЛАДИГАН ИНТЕРФАОЛ ТАЪЛИМ МЕТОДЛАРИ.

Амалий машғулот дарсларини ўтказиш даврида маълумотларни таҳлил қилиш, солиштириш ва таққослашнинг Венн диаграммаси ва Т жадвалидан фойдаланилади.

Венн диаграммаси.

Методнинг мақсади: 2 ва 3 жиҳатларни ҳамда умумий томонларини солиштириш ёки таққослаш ёки қарама-қарши қўйиш учун қўлланилади. Тизимли фикрлаш, солиштириш, таққослаш, таҳлил қилиш кўникмаларини ривожлантиради.

Тингловчиларни Венн диаграммасини тузиш қоидаси билан танишадилар. Алоҳида кичик гуруҳларда диаграмма Венни тузадилар ва кесишмайдиган жойларни (х) тўлдирадилар

Доираларни кесишувчи жойида, икки-уч доиралар учун умумий бўлган, маълумотлар рўйхатини тузади.

Венн диаграммаси



Т – жадвал

Бита концепция (маълумот)нинг жиҳати ўзаро солиштириш ёки уларни (ха/йўқ, ҳа/қарши) учун.

Методнинг мақсади: Танқидий мушоҳада ривожлантиради

Т – жадвал қоидалари танишилади. Якка тартибда расмийлаштирилади.

Ажратилган вақт оралиғида тартибда (жуфтликда) тўлдиради, унинг чап томонига сабаблари ёзилади, ўнг томонига эса чап томонда ифода қарама – қарши ғоялар, омиллар ва шу кабилар.

Жадваллар жуфтликда (гурухда) таққосланиши тўлдирилиши
Барча ўқув гурухи ягона Т – тузади.

Монолит қурилишнинг авзалликлари ва камчиликлари

Авзалликлари

- Ишларнинг тез бажарилиши;
- Намунавий қурилиш элементларига боғлиқ бўлмаган холда бинонинг хоҳлаган шаклини танлаш имкониятининг мавжудлиги;
- Чокларнинг йўқлиги бинонинг товуш ва иссиқлик изоляциясини яхшилайти, дарзлар кетишининг олди олинади, бинонинг вазни пасаяди, конструкция мустаҳкамлигининг ортиши унинг умрбоқийлигини ортиради;
- Юқори совуқ таъсирига чидамлилиқ.

Камчиликлари

Каркас-панелли қурилишга нисбатан меҳнат ва харажат жихатидан юқори;

- инженерлик тизимлари ва мўрилар аввалдан кўзда тутилган холда барпо этилиши керак, чунки кейинчалик маълум ўзгартиришларни киргизиш қийинчиликлар туғдиради;
- Бетонлаш ишлари +5⁰Сдан юқори ҳароратда бажарилиши лозим, шунинг учун қиш кунлари бетонлаш ишлари бетон қоришмасини иситиш (бажариладиган ишларнинг сифатини пасайтириш ва энергия харажатларини ортишига олиб келади), ёки қиш вақтларида бетонлаш ишларини бажариш имконини берувчи махсус қўшимчалардан фойдаланиш зарур.

“Кейс-стади” методи

«Кейс-стади» - инглизча сўз бўлиб, («case» – аниқ вазият, ҳодиса, «stadi» – ўрганмоқ, таҳлил қилмоқ) аниқ вазиятларни ўрганиш, таҳлил қилиш асосида ўқитишни амалга оширишга қаратилган метод ҳисобланади. Мазкур метод дастлаб 1921 йил Гарвард университетиде амалий вазиятлардан иқтисодий бошқарув фанларини ўрганишда фойдаланиш тартибида қўлланилган. Кейсда очик ахборотлардан ёки аниқ воқеа-ҳодисадан вазият сифатида таҳлил учун фойдаланиш мумкин. Кейс ҳаракатлари ўз ичига қуйидагиларни камраб олади: Ким (Who), Қачон (When), Қаерда (Where), Нима учун (Why), Қандай/ Қанақа (How), Нима-натижа (What).

“Кейс методи” ни амалга ошириш босқичлари

Иш босқичлари	Фаолият шакли ва мазмуни
<p>1-босқич: Кейс ва унинг ахборот таъминоти билан таништириш</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ якка тартибдаги аудио-визуал иш; ✓ кейс билан танишиш(матнли, аудио ёки медиа шаклда); ✓ ахборотни умумлаштириш; ✓ ахборот таҳлили; ✓ муаммоларни аниқлаш
<p>2-босқич: Кейсни аниқлаштириш ва ўқув топшириғни белгилаш</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ индивидуал ва гуруҳда ишлаш; ✓ муаммоларни долзарблик иерархиясини аниқлаш; ✓ асосий муаммоли вазиятни белгилаш
<p>3-босқич: Кейсдаги асосий муаммони таҳлил этиш орқали ўқув топшириғининг ечимини излаш, ҳал этиш йўллари ишлаб чиқиш</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ индивидуал ва гуруҳда ишлаш; ✓ муқобил ечим йўллари ишлаб чиқиш; ✓ ҳар бир ечимнинг имкониятлари ва тўсиқларни таҳлил қилиш; ✓ муқобил ечимларни танлаш
<p>4-босқич: Кейс ечимини ечимини шакллантириш ва асослаш, тақдимот.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ якка ва гуруҳда ишлаш; ✓ муқобил вариантларни амалда қўллаш имкониятларини асослаш; ✓ ижодий-лойиҳа тақдимотини тайёрлаш; ✓ якуний хулоса ва вазият ечимининг амалий аспектларини ёритиш

Кейсни бажариш босқичлари ва топшириқлар:

- Кейсдаги муаммони келтириб чиқарган асосий сабабларни белгиланг(индивидуал ва кичик гуруҳда).
- Мобил иловани ишга тушириш учун бажариладагина ишлар кетма-кетлигини белгиланг (жуфтликлардаги иш).

III. НАЗАРИЙ МАТЕРИАЛЛАР

1-мавзу: Бетон ва темирбетон. Умумий маълумотлар.

Режа:

- 1.1.Кириш.
- 1.2.Бетонлар классификацияси.
- 1.3.Бетон тайёрлаш учун материаллар.
- 1.4.Бетон ва темирбетон конструкцияларининг асосий турлари ва уларга қўйиладиган талаблар.

Таянч иборалар: бетон, темирбето, минерал боғловчи, махсус бетонлар, конструкция, йирик тўлдирувчи, майда тўлдирувчи, кукунли тўлдирувчи, бетон класси, бетон маркаси, совуқ таъсирига чидамлилиқ.

1.1.Кириш.

Техник ва иқтисодий кўрсаткичлари даражаси бўйича бетон ва темирбетон дунёда қурилиш буюмлари ишлаб чиқариш тизимида ханузгача асосий конструкцион материал бўлиб қолмоқда. Ноёб хоссаларга эгаллиги сабабли уларлардан фойдаланиш соҳалари кенгайиб бормоқда ва шу билан бирга кўпгина ҳолларда конструкциялар тайёрлашда қиммат бўлган металлнинг ҳам ўрнини эгалламоқда.

Бетон ва темирбетондан фойдаланиш қурилиш технологиялари соҳасида кўпгина ютуқларга эришиш ва шу билан бирга чидамли, пишиқ-пухта, улкан, нодир бино ва иншоотларни барпо этиш имконини бермоқда. Шундай экан уларни асримиз материали десак янглишмаймиз.

Бетон деб боғловчи моддалар, сув, майда ва йирик тўлдирувчиларнинг маълум пропорционал миқдорларда олинган қоришмани яхшилаб аралаштириш, зичлаштириш ва қотишиш натижасида олинган сунъий тош материалга айтилади.¹

Бу инградиентлар аралаштирилганида улар пластик масса ҳосил қилиб, зарур қолипларга жойланади ва қотиб қаттиқ ҳолатга ўтади. Қоришмадаги сув ва цемент орасидаги кимёвий реакция ва қулай ҳарорат таъсирида натижасида нисбатан секин қотади. Қотишиш даврини ўрта алоҳида фазаларга ажратиши мумкин.

Дастлабки деб белгиланган биринчи босқич тугаши учун 30 минутдан 60 минутгача вақт талаб этади.

¹ Neville. Adam M. Concrete technology / A.M. Neville. J.J. Brook*. 2nd ed. p. cm. Second edition 2010.

Бу фаза вақтида, бетон қоришмасининг пластиклиги камайади. Сўнги тугаиш деб аталувчи иккинчи босқич аралаштириш операциясидан кейин 5 дан 6 соатгача давом этиши мумкин.

Бу давр давомида бетон юзасининг қаттиқлиги нисбатан юмшоқ бўлади.

Учинчи босқич мустаҳкаликнинг ортишидан ташиқил топади. Бу жараён дастлабки босқичда тез рўй беради. Бетон қорилганидан кейин тахминан бир ойгача давр мобайнида ўзининг потенциал мустаҳкамлиги ва қаттиқлигининг асосий қисмига эришади.

Бетон қоришмасида фойдаланиладиган компонентларнинг сифати ва миқдорига кўра бетон хоссалари кенг кўламда ўзгартирилиши мумкин. Бетон сиқилишга етарли даражада мустаҳкамликка эга бўлишига қарамай чўзилишга, эгилишга, буралишга бўлган мустаҳкамлиги паст.

Шундай қилиб, юқорида келтирилган ҳолатларда оддий бетондан фойдаланиш чегараланади. Шунга қарамай цмнтли бетондан оддий конструкцияларни – балкалар, плиталар, таянч дворлари ва боиқ, тайёрлаида фойдаланилганида уларнинг чўзилиш зоналарига пўлат арматуралар жойлаштирилиб кейин бетонланиши мумкин. Пўлат арматура деб аталувчи пўлат стерженлар чўзувчи зўриқишларни қабул қилиш учун фойдаланилади.

Бу учулда тайёрланган бетон – темирбетон деб аталади.

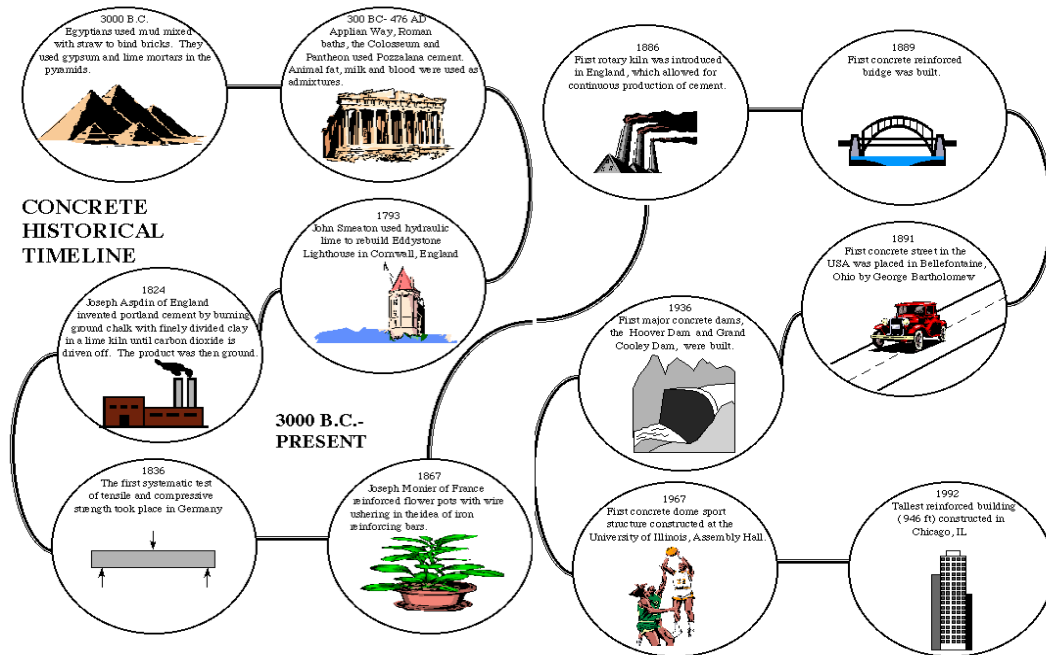
Бетон ва темир-бетон тарихи

Жозеф Монье



У 1867 йил 16 июлда ўзининг кучайтилган туваклар учун патентини олган. Ўз тажриба синовларини давом этдириб темир билан кучайтилган цементли қувурлар ва бассейнлар (1868 й.), уйларнинг фасадлари учун темир-цементли панеллар (1869 й.), темир-цементдан кўприклар (1873 й.) ва темир-бетон балкалар (1878 й.) ихтиролари учун патентлар олган.

<http://1000projects.ru/page.php?see=kogda-poyavilsa-beton>



<http://matse1.matse.illinois.edu/concrete/time.html>

1.2. Бетонлар классификацияси

ГОСТ 25192 бўйича қурилишда фойдаланиладиган бетонлар қуйидаги асосий кўрсаткичлари бўйича синфларга ажратилади:

- асосий фойдаланиш соҳасига кўра;
- коррозия турларига чидамлигига кўра;
- тўлдирувчиларининг турига кўра;
- структурасига кўра;
- қотиш шароитига кўра;
- мустаҳкамлигига кўра;
- мустаҳкамлигини ортиши тезлигига кўра;
- ўртача зичлигига кўра;
- совуқ таъсирига чидамлилигига кўра;
- сув ўтказмаслигига кўра;
- едирилишига кўра.

Бетонлар классификацияси

Классификация белгиси	Бетон тури	Таърифи
Асосий фойдаланиш	Конструкция	Бино ва иншоотларнинг механик хоссалари бўйича талаблар қўйиладиган бетонлар.

соҳасига кўра	Махсус	Бино ва иншоотларнинг механик хоссалари бўйича қўйиладиган талаблардан ташқари функционал талаблар (иссиқлик изоляцияси, иссиқлик таъсирига чидамлик, кимёвий чидамлик, коррозия таъсирига чидамлик, декоративлик, радиациядан ҳимояловчи, зўриқувчан, гидротехник ва бошқ.) қўйиладиган бетонлар.
<i>Коррозия турларига чидамлигига кўра</i>	А	Коррозия хавфи бўлмаган жойларда фойдаланиладиган бетонлар (ХО);
	Б	Карбонатизация таъсирида коррозия юзага келиши мумкин бўлган шароитларда фойдаланиладиган бетонлар (ХС);
	В	Хлоридлар таъсирида коррозия юзага келиши мумкин бўлган шароитларда фойдаланиладиган бетонлар (ХД ва ХС);
	Г	Кетма-кет музлаш ва эриш таъсирида коррозия юзага келиши мумкин бўлган шароитларда фойдаланиладиган бетонлар (ХФ);
	Д	Кимёвий коррозия юзага келтирадиган шароитда фойдаланиладиган бетонлар (ХА).
Тўлдиргич турига кўра	Зич тўлдиргичлар асосида	Зич тоғ жинслари ёки зич шлаклар асосидаги бетонлар
	Ўта зич тўлдиргичлар асосида	Руда таркибли тоғ жинслари, чўян қириндиси, металл қипиғи ва бошқ. асосидаги бетонлар.
	Ғовак тўлдиргичлар асосида	Табиий ва сунъий серғовак тўлдиргичлар асосидаги бетонлар
Тўлдиргичнинг йириклиги бўйича	Йирик донали	Йирик тўлдиргичли бетонлар
	Майда заррали	Майда тўлдиргич асосидаги бетонлар
Боғловчисининг турига кўра	Цементли, шу жумладан композицион боғловчилар асосида	Цементлар, шу жумладан портландцемент клинкери ва турли минерал қўшимчалар асосида (портландцемент, шлакли портландцемент, сульфат таъсирига чидамли, оқ ва рангли цементлар, ВНВ, ва бошқ.), гилтупроқли ёки гилтупроқли клинкер таркибли (гилтупроқли, зўриқувчан, киришмайдиган ва бошқ.) асосидаги бетонлар.

Оҳакли боғловчилар асосида	Автоклавда қотадиган оҳакли боғловчи ва кремнезёмтаркибли қўшимчалар асосидаги бетонлар.
Шлакли боғловчилар асосида	Шлак-ишқорли боғловчилар, оҳак ёки цемент, ёки гипс билан фаоллаштирилган шлаклар ёки куллар асосидаги бетонлар.
Гипсли боғловчилар асосида	Қурилиш гипси, ангидрит, гипс-цемент-пуццолан боғловчи асосидаги бетонлар.
Махсус боғловчилар асосида	Анорганик ва органик боғловчилар (олтингурутли, полимер, фосфат, магнезиал, суяқ шишали боғловчилар) асосидаги бетонлар.

Сиқилишдаги мустаҳкамлиги бўйича цементлар қуйидаги классларга бўлинади: 22,5; 32,5; 42,5; 52,5. ²

Қотиш вақти бўйича цементлар қуйидагиларга бўлинади:

- Секин қотувчи – қотиш вақтининг бошланиши 2 соатдан ортиқ;
- Нормал қотувчи - қотиш вақтининг бошланиши 45 минутдан то 2 соатгача;
- Тез қотувчи - қотиш вақтининг бошланиши 45 минутдан қисқа.

Бетон қоришмасини жойлаш ва зичлаш бўйича: __шиббаланган, вибрацияланган, прессланган, виброштампланган, вибропрокатланган, босим билан вибропрокатланган (кучли вибропрокат), центрифугаланган, торкретланган, вакуумланган, виброфаоллаштирилган ва бошқалар.

Бетоннинг қотиш вақтида иссиқ-нам ишлови берилиши ва тутиб турилишига кўра: нормал, буғланган, 100⁰С ҳароратда сувда иситилган, электроэнергия ёрдамида, мой билан иситилган, автоклав ёки буғланган, комбинацияланган, махсус ишлов берилган ва бошқалар.

Ташқи муҳитнинг агрессив кимёвий таъсирига махсус услуб билан аниқланадиган қаршилик кўрсатиш даражаси бўйича: сульфат таъсирига чидамли, денгиз сувига чидамли, кислота таъсирига чидамли ва бошқалар.

Юқори ҳарорат ва олов таъсирига чидамлилиги бўйича (иссиқликка чидамли бетонлар):

- а) 1770⁰С дан юқори чидамли оловбардош;
- б) 1580⁰ дан 1770⁰С гача оловбардош;
- в) 1580⁰С гача оловбардош.

1.3.Бетон тайёрлаш учун материаллар.

Цемент

² Concrete Technology theory and practice. M.S. Shetty. S. Chand & Company Ltd. First Multicolour Illustrative Revised Edition 2005-page

Умумқурилиш ва махсус мақсадларда фойдаланиладиган бетонлар учун цемент танлашни жадвалларда келтирилган маълумотларга таянган ҳолда амалга ошириш зарур³

Конструкциядан фойдаланиш шароитига кўра цемент танлаш

№	Цемент	Конструкциядан фойдаланиш шароити							
		Бинонинг ички қисмида		Очиқ шароитда	Сульфатлар миқдори бўйича агрессив муҳит таъсирида			Сув ва совуқнинг ўзгариш таъсирида	Гидротехник иншоотларнинг ерошти ва ички қисмида
		W < 60%	W > 60%		турғун ҳарорат ва намлик шароитида	доний музлаш-эриш ва намланиш-куриш шароитида			
1	ПЦ ДО ¹	Р	Р	Р	Н	Н	Д	Д	
2	ПЦ Д5, Д20 ¹	Р	Р	Р	Н	Н	Н	Д	
3	ШПЦ ¹	Р	Р	Д	Д	Д	Н	Д	
4	БТЦ ¹	Р	Р	Р	Н	Н	Н	Н	
5	БШПЦ ¹	Р	Р	Д	Д	Д	Н	Н	
6	ССПЦ ²	Д	Д	Д	Р	Р	Р	Н	
7	ССШПЦ ²	Д	Д	Д	Р	Д	Н	Н	
8	ППЦ ¹	Н	Д	Н	Р	Н	Н	Р	
9	НЦ ³	Д	Р	Р	Р	Д	Р	Н	

Изоҳ: 1 - ГОСТ 10178; 2 - ГОСТ 22226 ; 3 - ТУ 21-26-13-90 бўйича.

Р - тавсия этилади; Д - техник-иқтисодий асосланганда руҳсат этилади; Н - йўл қўйилмайди.

³ Concrete Technology theory and practice. M.S. Shetty. S. Chand & Company Ltd. First Multicolour Illustrative Revised Edition 2005

Бетоннинг классификацияси бўйича цемент маркасини танлаш

Цемент маркази	Сиқилишдаги мустаҳкамлик бўйича бетоннинг классификацияси					
	B10	B20	B30	B35	B40	B50
Тавсия этиладиган	M300	M300	M400	M500	M600	M600
Рухсат берилладиган	M300	M400	M500	M550, M600	M500, M550	M550

Бетоннинг қотиш шароити бўйича цемент маркасини танлаш

Қотиш шароити	1 - жадвал бўйича цемент тури (тартиб рақами)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Мўтадил ва мўтадилга яқин	Р	Р	Д	Р	Д	Р	Д	Р	Р
10°C хароратдан паст	Д	Д	Н	Р	Н	Д	Н	Н	Р
Иссиқ-нам ишлов берилганда:	Д	Д	Н	Р	Р	Н	Н	Н	Р
—13 соатгача бўлган режимда	Р	Р	Р	Д	Д	Р	Р	Н	Д
— 13 соатдан ортиқ бўлган режимда									

Изох: Д, Р, Н — 1 - жадвал изоҳига қаранг

ТЎЛДИРУВЧИЛАР

Тўлдирувчилар атамаси инерт ва кимёвий фаол бўлмаган ва цемент билан ёпишиши натижасида бетон олиши учун фойдаланиладиган материалларнинг умумий номидир. Фойдаланиладиган кўпчилик тўлдирувчилар шагалтош, чақиқтош, қум булар табиий материаллардир. Сунъий ва ишлов берилган тўлдирувчиларга гишт парчаси ва домна шлакларини бўлиши мумкин. Пемза, кокс, ёғоч қипиғи, кўпчитилган шлак, кўпчитилган сланец, кўпчитилган вермикулит ва бошқ. Паст зичликка эга бетонларни тайёрлашда фойдаланилади.

Классификацияси

Тўлдиргичлар икки гуруҳга бўлиниши мумкин: (а) йирик донали тўлдиргичлар ва (б) майда тўлдиргичлар.

Тўлдиргичларнинг сифати

Бетон ва темирбетон конструкцияларини тайёрлашда фойдаланиладиган табиий тўлдиргичлар норматив хужжатларнинг талабларига жавоб бериши керак.

Тўлдиргичларнинг баъзи зарур хоссалари қуйидагилар: (1) мустаҳкамлик (2) ўлчами (3) донасининг шакли (4) юзасининг текстураси (5) градуировкаси (6) ўтказмаслиги (7) тозаллиги (8) кимёвий инертлиги (8) юқори ҳароратдаги физик ва кимёвий стабиллиги (10) иссиқликдан кенгайиш коэффициентини, ва (11) нархи. Тўлдиргичлар кимёвий инерт, мустаҳкам, қаттиқ, чекланган зовакликка эга,

ёпишиб қолган гил-тупроқ, кўмир, кўмир қолдиқларисиз бўлиши керак. Бетон мустаҳкамлиги, барқарорлиги пасайтирувчи ва арматуранинг коррозиясига сабаб бўлувчи органик ёки бошқа қўшимчаларсиз бўлиши керак. Зарарли моддалар миқдорининг чегаралари қуйидаги жадвалда келтирилган.

Зарарли моддалар миқдорининг чегаралари

Зарарли моддалар	Майда тўлдиргич		Йирик тўлдиргич	
	бутун	майда ланган	бутун	майдал анган
Кўмир ва лигнит	1.00	2.90	1.00	1.00
Лой бўлақлар	1.00	1.00	1.00	1.00
Майда бўлақчалар	-	-	3.00	-
Сланец	1.50	-	-	-
Ҳамма зарарли моддалар миқдори, % **	1.00	2,00	5,00	5.00

Тўлдиргич массасига нисбатан %.*

*Слюдадан ташқари***

Бетоннинг мустаҳкамлиги тўлдиргич мустаҳкамлигига боғлиқ. Гранитли тўлдиргич пемза ёки куйдирилган гилтупроқли тўлдиргичларга нисбатан юқори мустаҳкамлик олиши имконини беради.

Тўлдирувчилар сифати одатда (i) майдалашдаги мустаҳкамлик (ii) майдаланиши ёки (iii) таъсир катталиклари каби иборалар билан белгиланади.

Йирик тўлдиргичнинг ўлчамидан унинг ишлаш характериага қараб фойдаланилади. Йирик тўлдиргич етарли даражада майда бўлиб бутун хажмни тўлдирди олиши керак. Йирик тўлдиргич уч хил шаклда, яъни думалоқ, ноаниқ шаклда ва қиррали бўлиши мумкин. Шунинг учун гадир-будир юзали тўлдиргичдан фойдаланиб тайёрланган бетон силлиқ юзали тўлдиргичдан фойдаланиб тайёрланган бетонга нисбатан мустаҳкам бўлади.

Тўлдиргичлар тоза ва гилтупроқ, чанг ва бошқалардан холи бўлиши керак. Гилтупроқ ва бошқа ёпишувчан қопламалар алоҳида зарралар ва цемент орасидаги адгезияга ёмон таъсир этади.

Олтингурут ва ёнмай қолган кўмир ва бошқалар кимёвий таъсир натижасида шишиши мумкин ва арматурага таъсир этади. Тўлдиргичлар цемент матрицасининг иссиқликдан кенгайиши коэффициентига яқин коэффициентга эга бўлишлари керак.

Хулоса қилиб айтганда тўлдиргичлар инерт минерал моддадан ташкил топган бўлиб, улар тоза, ишқаланишига қаршилиги юқори, ёпишиб қолган хар хил қўшимчалардан холи, зич, етарли даражада мустаҳкам бўлиб, цемент мустаҳкамлигидан тўла фойдалана олиши имконини бериши керак.

Тўлдирувчининг энг йирик ўлчами

Конструкциялар	Тўлдиргичнинг майда –йириклигини белгиловчи шартлар
Вертикал	- арматура стерженлари орасидаги энг кичик оралиқнинг 0,75 ўлчами; - конструкция энг кичик ўлчамининг 0,33 қисмига тенг, лекин 150 ммдан кўп эмас.
Горизонтал	- конструкция қалинлигининг 0,5 қисмига тенг, лекин 150 ммдан кўп эмас
Йўл ва аэродром қопламалари	- 40 мм

Йирик тўлдирувчининг мустаҳкамлик бўйича энг паст маркази

Тоғ жинслари	Бетон класси							
	B12,5	B15	B20	B25	B30	B35	B40	B45
Отилиб чиққан	800	800	800	800	800	1000	1000	1200
Метаморф	600	600	600	600	800	1000	1000	1200
Чўкинди	300	300	400	600	800	1000	1000	1200
Майдаланиш кўрсаткичи	Др16	Др16	Др16	Др12	Др12	Др8	Др8	Др8

Йирик тўлдирувчининг тавсия этиладиган донадорлик таркиби

Йирик тўлдирувчининг энг йирик ўлчами, мм	Йирик тўлдирувчидаги фракциялар миқдори, %				
	5 - 10	10 - 20	20 - 40	40 - 70	70 - 120
20	25 - 40	60 - 75	-	-	-
40	15 - 25	20 - 35	40 - 65	-	-
70	10 - 20	15 - 25	20 - 35	35 - 55	-

Майда тўлдиргич

Қурилиш ишлари учун фойдаланиладиган майда тўлдиргич – кум, ГОСТ 10268, 8736 талабларига жавоб бериши керак.

Бетон қоришмасининг технологик ва бетоннинг қурилиш-техник хоссаларига кумнинг гранулометриқ таркиби (йириклик модули), чангсимон ва гилтупроқ зарраларининг миқдори ва сув талабчанлиги энг катта таъсир кўрсатади.⁴

Йириклик модули 1,5—2 бўлган қумлар цемент сарфини 5%гача, йириклик модули 1,5 дан паст бўлганда 12%гача оширади. Қум таркибидаги чангсимон ва гилтупроқ зарралари миқдори 3 %дан кўп бўлса цемент сарфи 5% ва ундан кўп ошиши мумкин.

⁴ Concrete Technology theory and practice. M.S. Shetty. S. Chand & Company Ltd. First Multicolour Illustrative Revised Edition 2005

Қўшимчалар

Бетон қоришмасининг технологик ва бетоннинг қурилиш-техник хоссаларини яхшилаш мақсадида кимёвий қўшимчалардан фойдаланиш ГОСТ 7473 талабларига мувофиқ амалга оширилади.

Тавсия этиладиган қўшимчалар

ГОСТ 24211 бўйича қўшимчаларнинг синфи	Намуна	Миқдори*	Фойдаланишдаги самара
Суперпластификаторлар	С-3, ДФ, СМФ	0,4 — 0,8	Бетон қоришмасининг сув талабчанлигини 20%дан ортиқ камайтиради
Пластикликни кучли оширувчилар	ЛСТМ-2, ЛТМ, МТС-1	0,15—0,3	Бетон қоришмасининг сув талабчанлигини 20%гача камайтиради
Пластикликни ўртача оширувчилар	ЛСТ, УПБ, пдк	0,1—0,2	Бетон қоришмасининг сув талабчанлигини 10%гача камайтиради
Пластикликни кам оширувчилар	шелок, нчк, ГКЖ-10, ГКЖ-11	0,05—0,1	Бетон қоришмасининг сув талабчанлигини 5%гача камайтиради, 3—5% ҳаво жалб қилишни таъминлайди, совуққа чидамликни 50-100 циклга оширади
Коррозия ингибиторлари	НН, ТБН, БХН, БХК	2	Темирбетонда ги арматуранинг коррозиясини олдини олади

Изоҳ. * % цемент массасига нисбатан қуруқ модда ҳисобида.

1.4. Портландцемент ва уларнинг турлари.

Портландцемент - портландцемент клинкери, гипс тош (5%гача) ва қўшимчаларни майин қилиб туйиб олинadиган гидравлик боғловчидир.

Клинкернинг минералогик таркиби

$3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ -уч кальцийли силикат - C_3S -алит 45-60%

$2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ -икки кальцийли силикат- C_2S -белит 15-30%

$3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ -уч кальцийли алюминат- C_3A - 5-15%

$4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$ -тўрт кальцийли алюмоферрит – 19-20%

Цементда боғланмаган СаО миқдори 0,5% дан боғланмаган MgO миқдори 5% дан ошмаслиги керак, акс холда хажми ўзгариши нотекис бўлади.

Клинкерларнинг классификацияси

Клинкер	Тахминий миқдор, %			
	C ₃ S	C ₂ S	C ₃ A	C ₄ AF
Алитли	60 кўпи билан	15 камида	-	-
Нормал (алит миқдорига кўра)	60...37,5	15...37,5	-	-
Белитли	37,5 камида	37,5 кўпи билан		
Алюминатли	-	-	15 кўпи билан	10 камида
Нормал (алюминатли миқдорига кўра)	-	-	15...7	10...18
Целитли	-	-	7 камида	18 кўпи билан

ГОСТ 30515 Цементлар. Умумий техник шартлар бўйича цементлар қуйидаги синфларга бўлинади:

1. Фойдаланишига кўра:

- умумқурилиш учун;
- махсус.

2. Клинкерининг турига кўра цементлар:

- портландцемент клинкери асосида;
- гилтупроқли (юқори гилтупроқли) клинкер асосида;

сульфоалюминат (-феррит) клинкери асосида

Минерал қўшимчанинг тури ва миқдори ҳар бир конкрет цемент турига қараб чегараланади (ГОСТ 31108-2003)

ГОСТ 30515-97 ва ГОСТ 31108-2003 бўйича ашёвий таркибига турли қўшимчалар ва минерал қўшимчалар билан характерланади. Минерал қўшимчанинг тури ва миқдори ҳар бир конкрет цемент турига қараб чегараланади.

- ЦЕМ I –портландцемент;
- ЦЕМ II – минерал қўшимчали портландцемент;
- Цем III – шлакли портландцемент;
- ЦЕМ IV – пуццолан портландцемент;
- ЦЕМ V – композицион цемент.

№	Цемент номи	Цемент номининг ? ис? ача белгиланиши	Цементнинг ашёвий таркиби, масса бўйича, %							Ёрдамчи компонентлар
			Асосий компонентлар							
			Портландцемент клинкери	Гранулаланган домна ёки ЭТФ шлаги	Пуццолан	Учувчан кул	Глиеж ёки куйдирилган сланец	Микрокремнезём	О?актош	
Кл.	Ш.	П.	З.	Г	МК	И				
	Портландцемент	ЦЕМ 1	95-100	-	-	-	-	-	-	0-5
	Минерал ?ўшимчали** шлакли портландцемент	ЦЕМ II/A-Ш	30-94	6-20	-	-	-	-	-	0-5
		ЦЕМ II/B-Ш	65-79	21-35	--	-	-	-	-	0-5
	пуццолан	ЦЕМ II/A-П	80-94	-	6-20	-	-	-	-	0-5
	учувчан кул	ЦЕМ II/A-З	80-94	-	-	6-20	-	-	-	0-5
	глиежи ёки куйдирилган сланецли	ЦЕМ II/A-Г	80-94	-	-	-	6-20	-	-	0-5
	микрокремнезёмли	ЦЕМ II/A-МК	90-94	-	-	-	-	6-10	-	0-5
	о?актошли	ЦЕМ II/A-И	80-94	-	-	-	-	-	6-20	0-5
	композицион***	ЦЕМ II/A-К	80-94	6-20						0-5
I	Шлакли портландцемент	Цем III/A	35-64	-	-	-	-	-	-	0-5
V	Пуццолан цемент***	ЦЕМ IV/A	65-79	21-35						0-5
/	Композицион цемент***	ЦЕМ V/A	40-78	11-30	11-30	-	-	-	-	0-5

*Катталик цементнинг асосий ва ёрдамчи компонентларнинг, гипсдан таш?ари 100% деб ?абул ?илинган.

** ЦЕМ II турдаги цементларнинг номларида (композицион цементдан таш?ари) «минерал ?ўшимчалар билан» деган сўзнинг асосий компонентларнинг – минерал ?ўшимчалар номи кўрсатилади.

*** Минерал ?ўшимчалар турларини умумлаштирилгани –асосий компонентлар цемент номида кўрсатилиши керак

Цементга кукун кўшимчалар

• Майин кукунли кўшимчаларни бетон хоссаларини яхшилаш, цементни иқтисод қилиш учун бетон қорғунча ёки қоршма тайёрлаш вақтида қўшилади.

- Цементли
- Пуццолан
- Номинал инерт

Бетон мустаҳкам бўлишига қарамай, мўрт бўлганлиги сабабли, унинг эгилишдаги ва чўзилишдаги мустаҳкамлиги сиқилишдаги мустаҳкамлигининг ўндан бирини ташкил этади. Шунинг учун унинг бу кўрсаткичини яхшилаш мақсадида уни пўлат арматура билан кучлантирилади.⁵

Олдиндан зўриқтирилган темирбетондан юқори мустаҳкамликка эга ва мустаҳкамлиги оширилган арматурадан самарали фойдаланиб, конструкция элементларининг кесимида дарзлар ҳосил бўлишга қаршилигини ошириш, дарзларни белгиланган чегарада очилишини таъминлаш, юкланишнинг кўп марта таъсир этишига дучор бўладиган конструкцияларнинг бикрлигини ошириш ва деформациясини камайтириш, конструкция массасини камайтириш ва юқори маркага эга бетондан фойдаланиш эвазига фойдаланилади.

Йиғма темир-бетон маҳсулотлари ва конструкциялари классификация асосида қуйидаги аломатлари белгиланган: бетон кўриниши, унинг зичлиги, арматуралашни кўриниши, ички тузилиши ва қўлланилиши.

Бетон тури ва қўлланиладиган боғловчилар бўйича маҳсулотлар фарқланади: цементли бетонлар-оғир ва оддий зич тўлдирувчилар асосида, алоҳида оғир

⁵ Neville. Adam M. Concrete technology / A.M. Neville. J.J. Brook*. 2nd ed. p. cm. Second edition 2010.

бетонлар ва ғовак тўлдирувчи энгил бетонлар, ғовак бетонлар ва махсус бетонлар – иссиқ ва кимёвий таъсирга чидамли, манзарали. Маҳсулотда қўлланиладиган бетонлар зичлиги бўйича ўта оғир бетонлар зичлиги 2500 кг/м^3 дан юқори, оғир бетонлар зичлиги $1800\text{-}2500 \text{ кг/м}^3$, энгил бетонлар зичлиги $500\text{-}1800 \text{ кг/м}^3$ ва ўта энгил бетонлар зичлиги 500 кг/м^3 дан кам (иссиқлик ўтказмайдиган) бўлади.

Арматуралаш турига қараб темир-бетон маҳсулотлари олдиндан зўриктирилган ва оддий арматурланган турига бўлинади.

Маҳсулот бир турдаги бетондан тайёрланганда тузилишига кўра яхлит ва ичи ковак; бир қатламли, икки қатламли, кўп қатламли, ҳар хил бетон туридан тайёрланган ёки турли материалларни қўллаш, масалан иссиқ ўтказмайдиган бўлиши мумкин. Бир турдаги темир-бетон маҳсулотлари бир биридан ўлчовлари билан, масалан девор блоки, бурчак блоки, дераза ости блоки ва бошқалар билан фарқланади. Бир тур ўлчовдаги маҳсулотлар маркаларга нисбатан бўлиниши мумкин.

Маркаларга бўлиш асосида турли арматуралаш, монтаж тешикларининг мавжудлиги, ёки қўндириладиган деталларининг турлилиги эътиборга олинади.

Йиғма темир-бетон маҳсулотларини қўлланишига кўра: уй-жой ва жамоат бинолари, саноат бинолари, қишлоқ хўжалик, транспорт, гидротехника иншоотлари қурилиши ва умумий фойдаланишдаги маҳсулотлар бўлиши мумкин. Маҳсулотлар максимал даражагача заводда тайёрланган бўлиши керак. Қисмлардан иборат ва комплекс маҳсулотлар истеъмолчига тугатилган, қоида бўйича битказилган, йиғилган ҳолатда, қўшимча ва қайта ишлов талаб қилмайдиган, безалмайдиган ҳолатда етказилади.

Назорат саволлари:

1. Бетон маркасига кўра цемент маркаси ва тури.
2. Қум ва йирик тўлдиргичнинг донадорлик таркиби ГОСТ талабларига мос келишини. Қумнинг майда-йириклигини ва сув талабчанлигини. Йирик тўлдиргичнинг конструкция кесим юзаси бўйича мос келишини.
3. Цемент-сув нисбатини.
4. Сув-цемент нисбатини.

Фойдаланилган адабиётлар:

1. Neville. Adam M. Concrete technology / A.M. Neville. J.J. Brook*. 2nd ed. p. cm. Second edition 2010.
2. Concrete Technology theory and practice. M.S. Shetty. S. Chand & Company Ltd. First Multicolour Illustrative Revised Edition 2005.
3. Li, Zongjin, Dr. Advanced concrete technology / Zongjin Li. WILEY. 2011.
4. The Science and Engineering of Materials, Sixth Edition. Authors Donald R. Askeland, Pradeep P. Fulay, Wendelin J. Wright. 2011.

5. Акрамов Ҳ.А., Нуритдинов Ҳ.Н. Бетон ва темир-бетон буюмлари ишлаб чиқариш технологияси. Дарслик (Акрамов Ҳ.А., Нуритдинов Ҳ.Н., Тошкент, ТАҚИ, 2010 йил 592 бет.

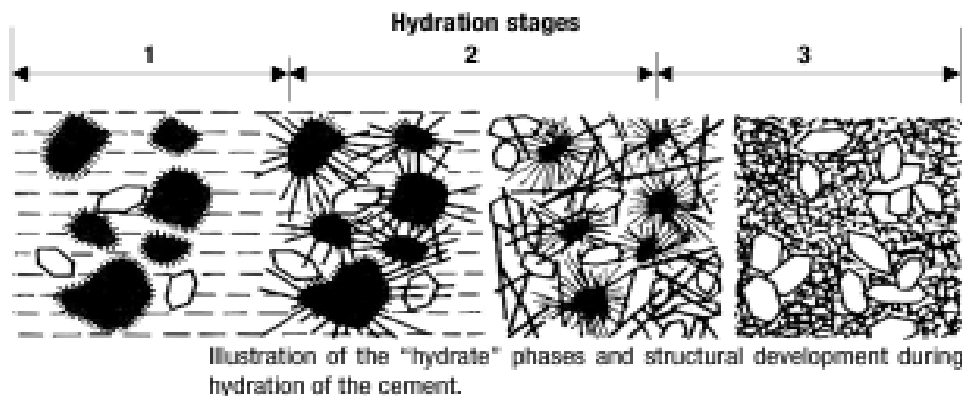
2-мавзу: Бетон қоришмаси.

Режа:

- 2.1. Цемент қотиши жараёни.
- 2.2. Цемент гидратацияси ва цемент хаамири хоссаларини аниқлаш.
- 2.3. Бетон қоришмаларининг хоссалари ва уларни аниқлаш усуллари.
- 2.4. Бетон хоссаларига таъсир этувчи омиллар.
- 2.5. Қурилиш индустриясида энергия тежамкорлик.

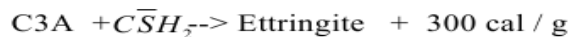
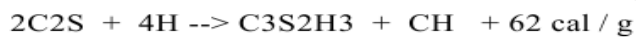
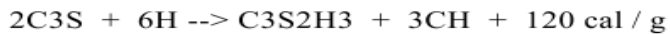
Таянч иборалар: сув-цемент нисбати, гидратация, структура ҳосил бўлиши, цемент хаамири, ҳоваклар, капилляр ҳоваклар, гелли ҳоваклар, қотиши вақти, харакатланувчанлик, қатламланиш, жойланувчанлик.

2.1. Цемент қотиши жараёни.

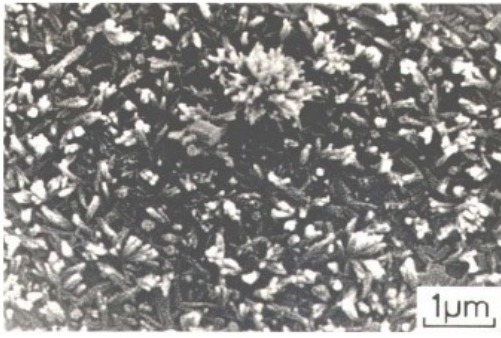


CHEMICAL REACTIONS

Extremelly important!!!



Цемент сув билан аралаштирилганида юз берадиган реакциялар



3 hours



10 hours

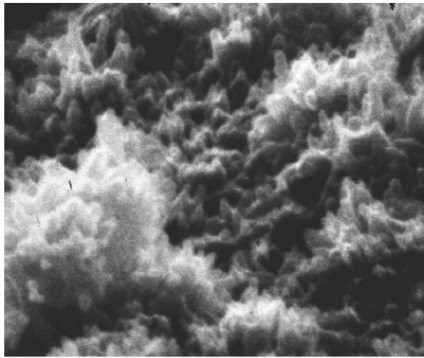
CE 60
Instructor: Paulo Monteiro

Courtesy: Prof. Karen Scrivener

Цемент қотишида структура хосил бўлишининг бошланиши



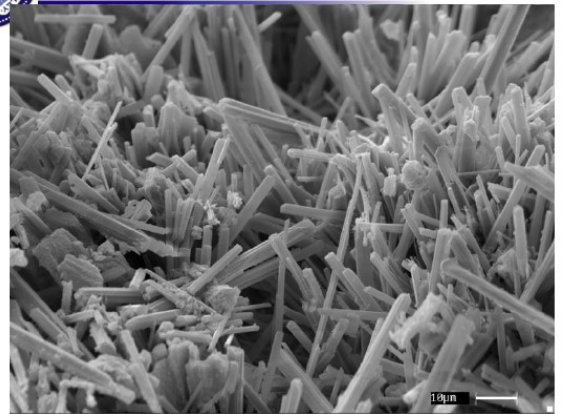
C-S-H



CE 60
Instructor: Paulo Monteiro

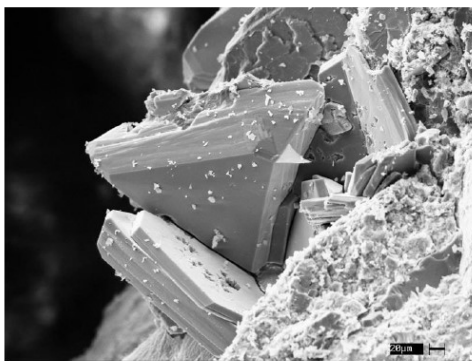


Ettringite

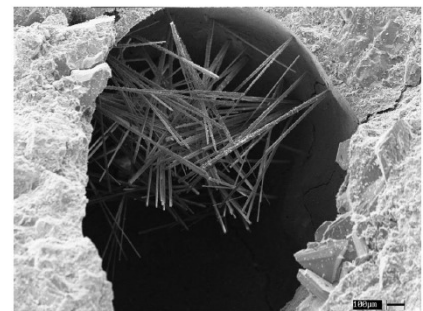


Instructor: Paulo Monteiro

Review – Identify the crystal



Review 2 -- Identify the crystal





Water inside the pores

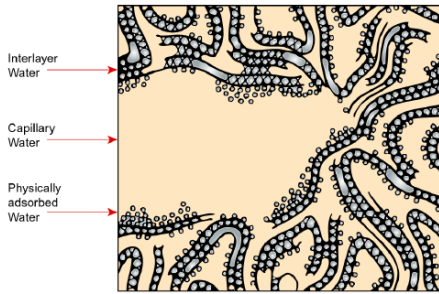


Figure 2-9

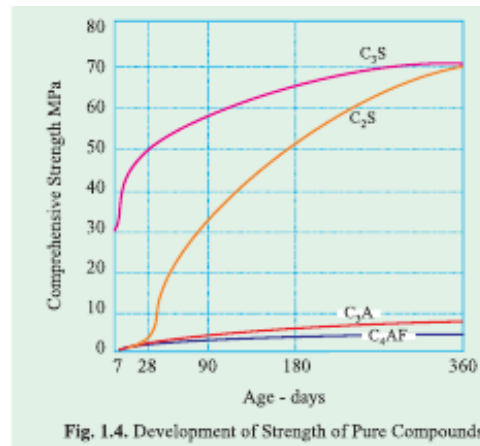


Fig. 1.4. Development of Strength of Pure Compounds

Цемент тоши гидратацияси даврида минералларнинг ҳосил бўлиши⁶

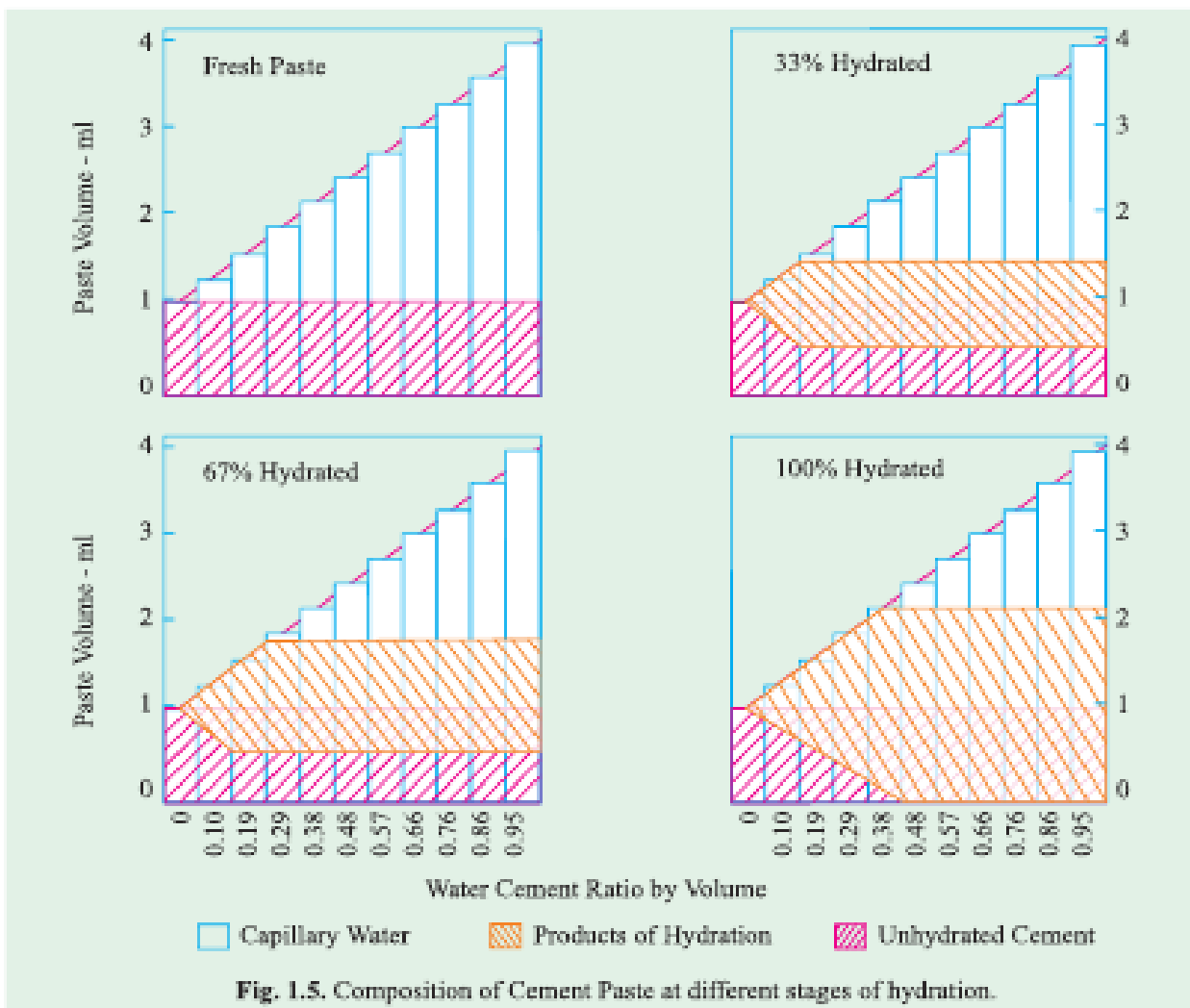


Fig. 1.5. Composition of Cement Paste at different stages of hydration.

Сунъий тош ҳосил бўлиш даврида фазаларнинг ўзгариши⁷

⁶ Concrete Technology theory and practice. M.S. Shetty. S. Chand & Company Ltd. First Multicolour Illustrative Revised Edition 2005. p.21

⁷ Concrete Technology theory and practice. M.S. Shetty. S. Chand & Company Ltd. First Multicolour Illustrative Revised Edition 2005. p.23

Table. 2.4. Typical Properties of Concrete and Mortar with Pyrament Cement.

Material	Compressive strength MPa	Flexural Strength MPa
Hardened Concrete		
4 hours	17	3.45
1 day	34	5.52
28 days	69	8.27
Hardened Mortar		
2 hours	17	—
3 hours	24	4.1
1 day	41	6.9
7 days	69	10.3



Vicat Apparatus and Accessories.



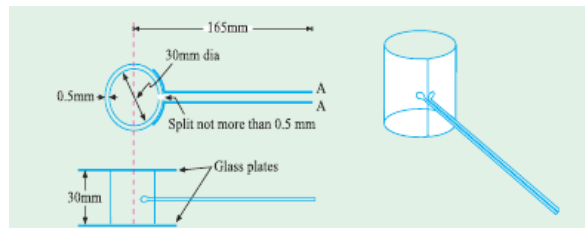
Automatic Vicat Apparatus.



Automatic / Manual 5 litre Mortar Mixer.



Heat of hydration Apparatus.



Цемент қотиш жараёнини ўрганиш учун асбоблар.⁸

Бетон қоришмаларининг хоссалари.

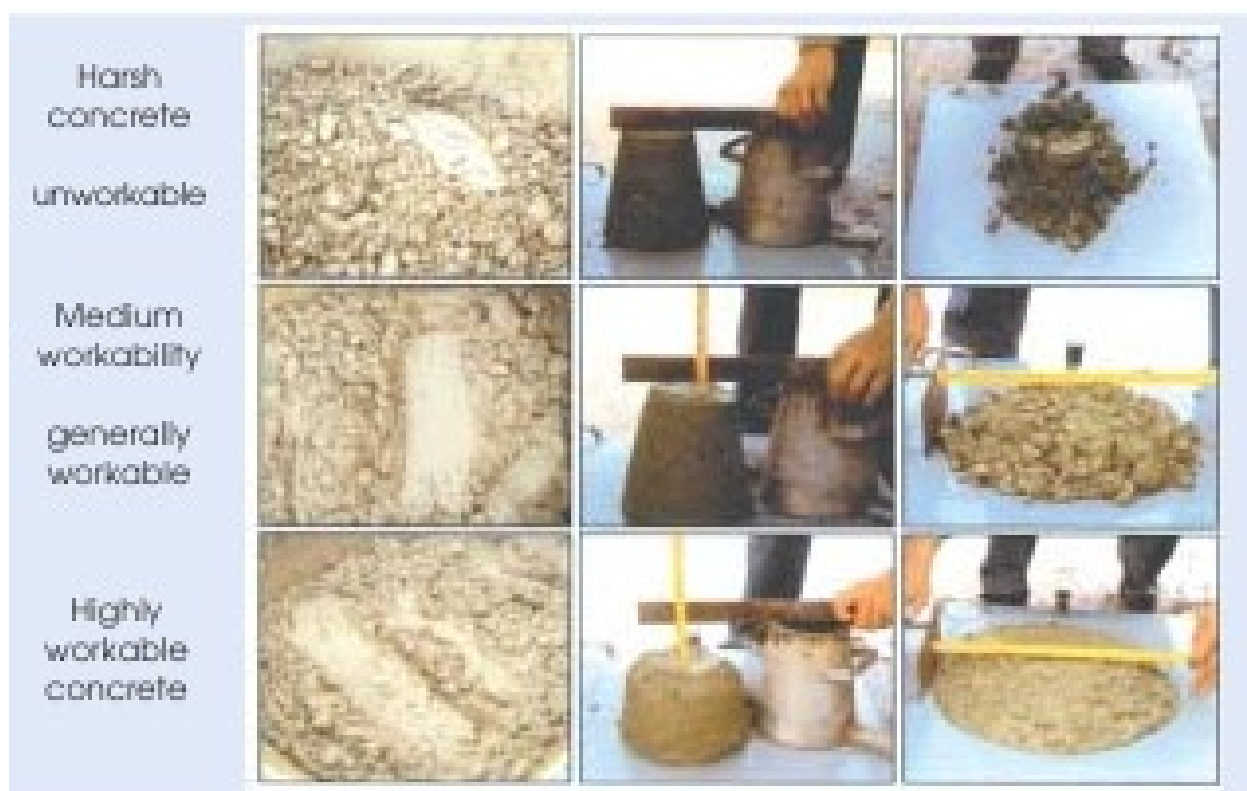
Бетон қоришмасини икки таркибий қисмдан ташкил топган система деб қараш мумкин. Булар – боғловчи ҳамири ва тўлдирувчилардир. Асосий структура ҳосил этувчи бўлиб бетон таркибидаги боғловчи ҳамири ҳисобланади. Унинг таркибига цемент, сув, аксарият ҳолларда майдаланган минерал қўшимчалар ёки кул қиради. Цемент зарралари ва майда туйилган қўшимчалар ўлчамлари кичик ҳамда катта нисбий юзаси билан фарқланадилар, натижада цемент ҳамирида “қаттиқ жисм – суяқлик” ҳолати юзага келади. Бундай системада адсорбцион

⁸ Concrete Technology theory and practice. M.S. Shetty. S. Chand & Company Ltd. First Multicolour Illustrative Revised Edition 2005 p.52-54

кучлар, молекуляр ва капилляр ўзаро таъсирлашув кучлироқ намоён бўлади ва улар системанинг боғланиш даражасини оширади.⁹

Бетон қоришмасига хусусиятли бўлган жиҳатлардан бири унинг қулай тўшалувчанлиги, ёки шаклланиувчанлиги, жумладан, берилган шаклни бир текисда ёйилиб қоплаши ва айна вақтда бир турлигини ва монолитлигини сақлашидир. Қулай тўшалувчанлик бетон қоришмасининг шаклни (қолипни) тўлдириш жараёнида ҳаракатчанлиги(оқувчанлиги), пластиклиги, яъни ёрилмасдан деформацияланиши билан аниқланади.

Бетоннинг ҳаракатланувчанлиги¹⁰



Бетон қоришмасини осон қолиплаш, компонентлар орасидаги ишқаланиш кучини пасайтириш ва унинг оқувчанлиги ортишига қуйидаги омиллар таъсир этади:

- (a) Қоришмадаги сув миқдори;
- (b) Компонентлар нисбати;
- (c) Тўлдирувчилар ўлчами;
- (d) Тўлдирувчилар шакли;
- (e) Тўлдирувчиларнинг юзаси текстураси;
- (f) Тўлдирувчиларнинг солиштирма сирт юзаси;
- (g) Фойдаланилган қўшимчалар тури ва миқдори

⁹ Neville. Adam M. Concrete technology / A.M. Neville. J.J. Brook*. 2nd ed. p. cm. Second edition 2010.

¹⁰ Concrete Technology theory and practice. M.S. Shetty. S. Chand & Company Ltd. First Multicolour Illustrative Revised Edition 2005 p.219

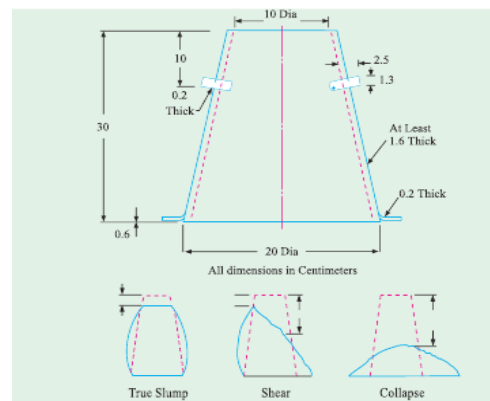
Бетон қоришмасининг турли шароитларда ўзини тутишини таърифлаш учун унинг реологик хараakterистикаларидан фойдаланадилар: сурилишдаги чегаравий зўриқиш, релаксация даври ва қовушқоқлик. Бундай хусусиятларни аниқлаш учун вискозиметрлардан фойдаланилади.

Бундай тажрибалар асосан илмий-тадқиқот абoраторияларда амалга оширилади. Ишлаб чиқариш шароитларида эса одатда бетон қоришмасини ҳаракатчанлигини (оқувчанлиги) турли мосламалар ёрдамида назорат қиладилар. Бу жиҳозлар тез ва нисбатан оддий ҳолда бетон қоришмасининг зарурий хараakterистикаларини олиш имконини беради.

Бетон қоришмасининг жойлашувчанлигини ўлчаш

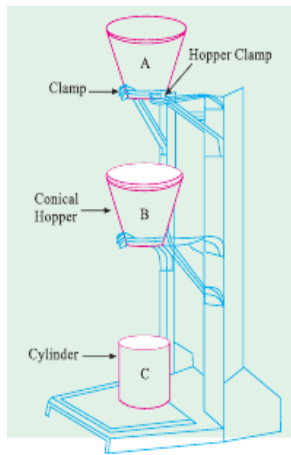
Бетоннинг ишлов берувчанлиги мураккаб хоссадир. Шунинг учун аниқ ўлочларни бажариш қийиндир. Кўплаб тадқиқотчилар томонидан бу хоссани ўрганиш учун турли усуллар таклиф этилган ва улар бажарилиши бўйича бир-бирга ўхшашдир. Одатда бетон жойлашувчанлигини ўлчаш учун қуйидаги синовлар бажарилади:

- (А) Конус чўкиши;
- (б) Зичлашувчанлик коэффициентини аниқлаш;
- (С) Оқувчанликни аниқлаш; (d) Келли синови
- (Е) Vee Vee Консистометр синови.



Конус чўкишини аниқлаш ускунаси¹¹

¹¹ Concrete Technology theory and practice. M.S. Shetty. S. Chand & Company Ltd. First Multicolour Illustrative Revised Edition 2005 p.222-234



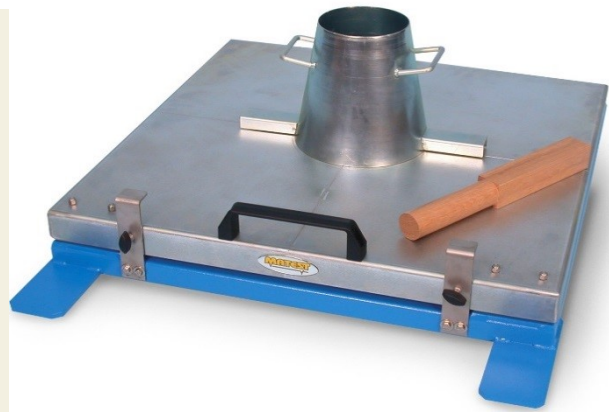
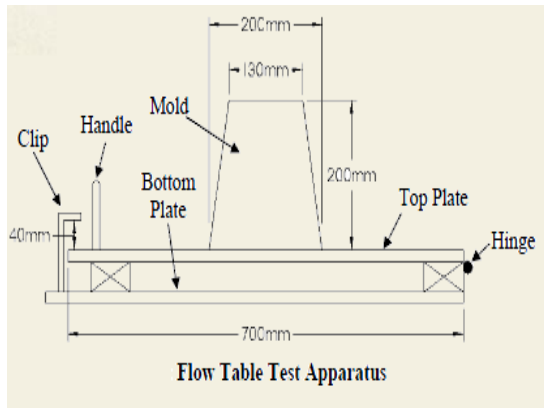
Зичлашувчанлик коэффицентини аниқлаш ускунаси



Янги бетон қоришмасининг ишлов берувчанлиги вақолипга жойлашувчанлигини аниқлаш учун ишлаб чиқарилган. Қурилмадан қурилиш майдонида ҳам фойдаланиш мумкин.

Бетон қоришмасининг оқувчанлигини аниқлаш асбоби





Ушбу асбобдан қоришманинг қатламланувчанлиги ва сув ажралиб чиқиши ўлчашда фойдаланилади

Силкитиш таъсирида бетон қоришмасининг оқувчанлигини аниқлаш асбоби



Лаборатория синовларида вибрация натижасида бетоннинг жойлашувчанлигини аниқлаш учун мўлжалланган асбоб

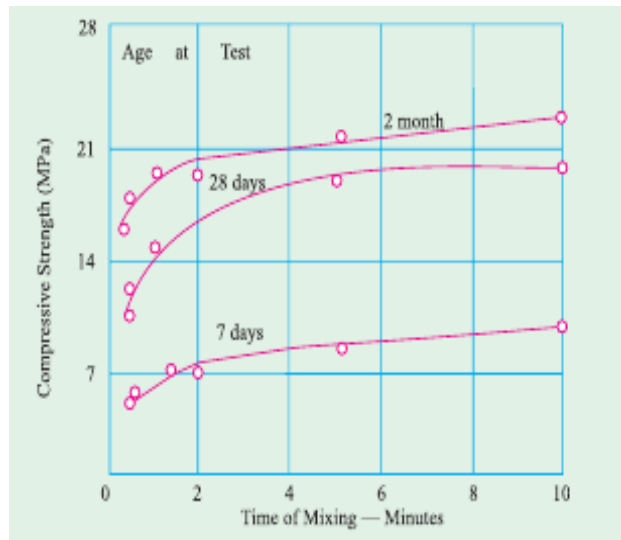
Бетон ишлаб чиқариш жараёни

Сифатли бетон ишлаб чиқаришда жараённинг ҳар бир босқичида бажариладиган ишларни сифатли қилишни талаб этади.

Маълумки бир хил компонентлардан фойдаланган ҳолда бурли сифатли бетон олиш мумкин. Шунинг учун юқори сифатли бетон олиш учун бажариладиган ишларни қандай ва сифатли бажарилиши лозимлигини билишимиз зарур. Бетон ишлаб чиқариш қуйидаги босқичларни ўз ичига олади:

- (А) Компонентларни ўлчаш;
- (б) Аралаштириш;
- (с) Ташиш;
- (D) Жойлаш;
- (и) Зичлаш
- (е) Ишлов бериш (пардозлаш).¹²

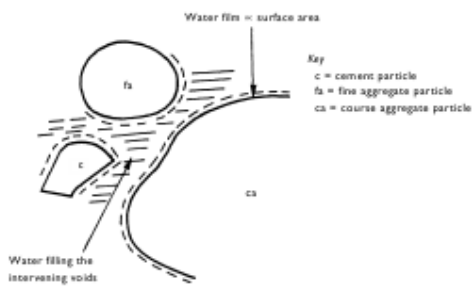
¹² Neville. Adam M. Concrete technology / A.M. Neville. J.J. Brook*. 2nd ed. p. cm. Second edition 2010.



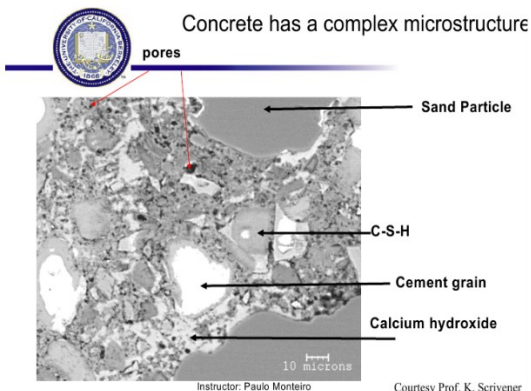
Аралаштириш вақтининг бетон мустаҳкамлигига таъсири

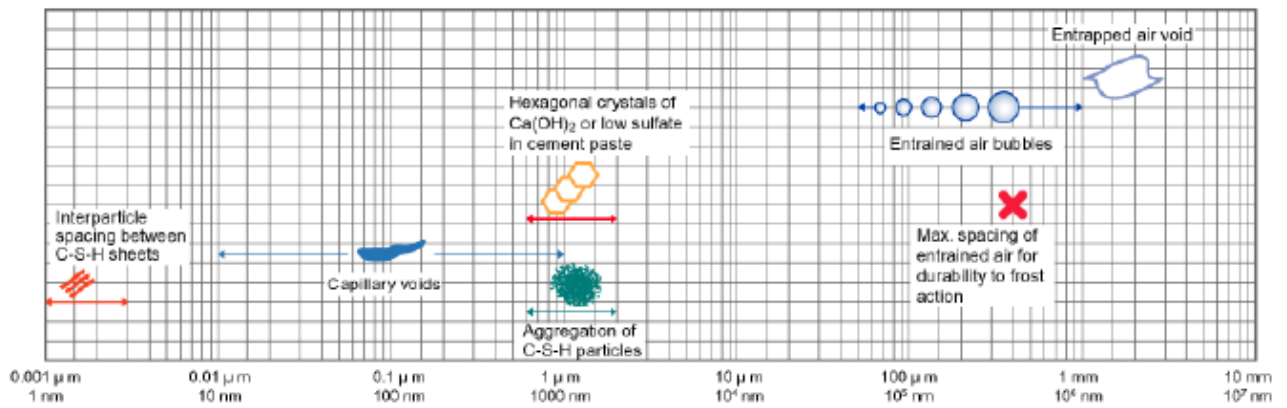


Замонавий бетон заводлари

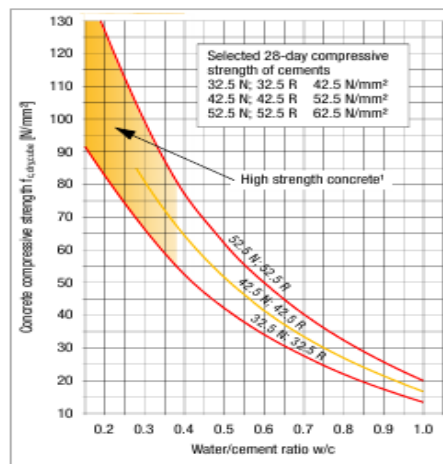
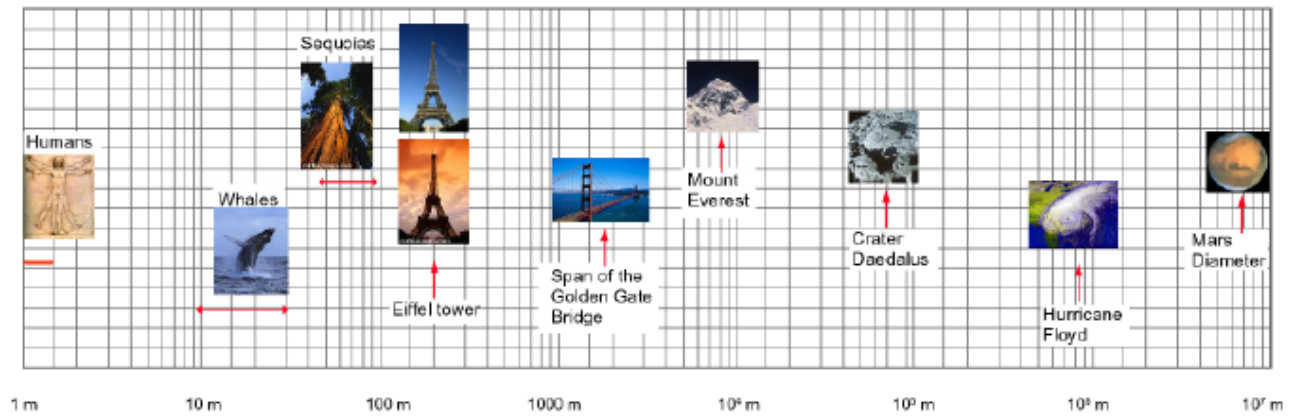


Бетонда қоришмасида сувнинг тарқалиши





Dimensional range of solid and pores in a hydrated cement paste.



Бетон мустаҳкамлигининг сув-цемент нисбатига боғлиқлиги

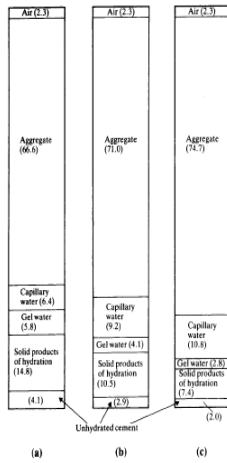
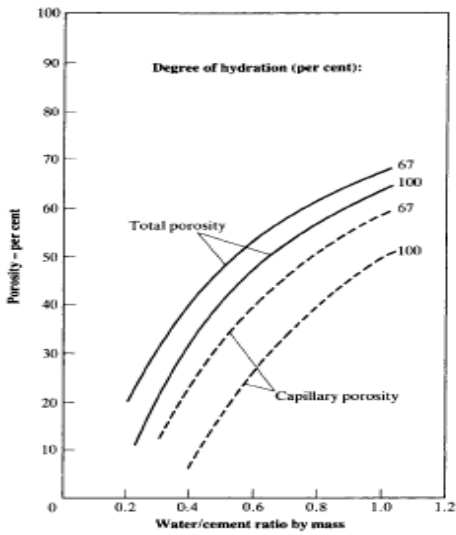


Fig. 6.10: Volumetric proportions of concrete with a degree of hydration $h = 0.7$ for the following mixes (by mass): (a) 1:4 with a water/cement ratio of 0.40; (b) 1:6 with a water/cement ratio of 0.55; and (c) 1:9 with a water/cement ratio of 0.75; entrapped air content of 2.3 per cent; specific gravity of aggregate 2.6

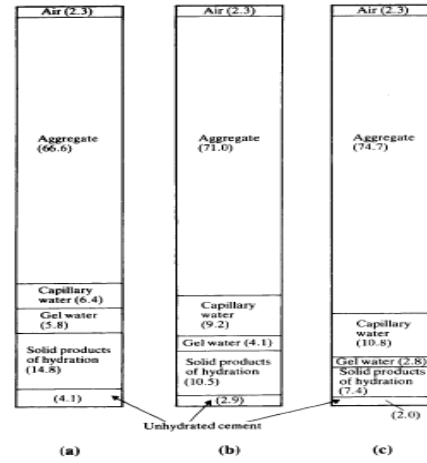


Fig. 6.10: Volumetric proportions of concrete with a degree of hydration $h = 0.7$ for the following mixes (by mass): (a) 1:4 with a water/cement ratio of 0.40; (b) 1:6 with a water/cement ratio of 0.55; and (c) 1:9 with a water/cement ratio of 0.75; entrapped air content of 2.3 per cent; specific gravity of aggregate 2.6

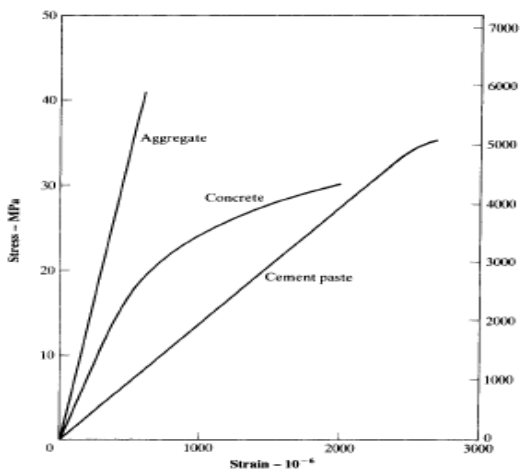
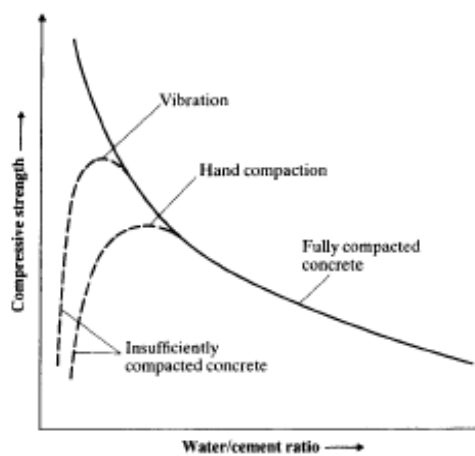


Fig. 6.11: Stress-strain relations for cement paste, aggregate, and concrete



Relation between strength and water/cement ratio of concrete

Бетон муштақамлигининг сув-цемент нисбатига боғлиқлиги¹³

¹³ Neville. Adam M. Concrete technology / A.M. Neville. J.J. Brook*. 2nd ed. p. cm. Second edition 2010.p. 105,110,111,117,119

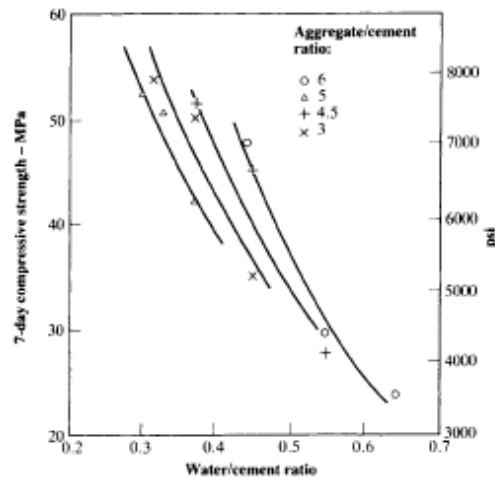


Fig. 6.16: Influence of the aggregate/cement ratio on strength of concrete (From: B. G. SINGH, Specific surface of aggregates related to compressive and flexural strength of concrete, *J. Amer. Concr. Inst* 54, pp. 897-907 (April 1958).)

Назорат саволлари:

1. Бетон қоришмасининг сув талабчанлиги бўйича 1 м³ бетон учун сув сарфини.
2. Цемент сарфини. Аниқланган цемент миқдорини минимал руҳсат этиладиганибилан солиштириш.
3. Зич бетон қоришмасини олиш учун 1 м³ бетонга материаллар сарфини ҳисоблаш.
4. Бетон таркибини массаси бўйича нисбий ўлчамларда ҳисоблаш.

Фойдаланилган адабиётлар:

1. Neville. Adam M. Concrete technology / A.M. Neville. J.J. Brook*. 2nd ed. p. cm. Second edition 2010.
2. Concrete Technology theory and practice. M.S. Shetty. S. Chand & Company Ltd. First Multicolour Illustrative Revised Edition 2005.
3. Li, Zongjin, Dr. Advanced concrete technology / Zongjin Li. WILEY. 2011.
4. The Science and Engineering of Materials, Sixth Edition. Authors Donald R. Askeland, Pradeep P. Fulay, Wendelin J. Wright. 2011.
5. Акрамов Ҳ.А., Нуритдинов Ҳ.Н. Бетон ва темир-бетон буюмлари ишлаб чиқариш технологияси. Дарслик (Акрамов Ҳ.А., Нуритдинов Ҳ.Н., Тошкент, ТАҚИ, 2010 йил 592 бет.

3-мавзу: Бетонлар ва қоришмалар учун кимёвий қўшимчалар.

Режа:

3.1.Бетон ва темирбетон конструкцияларни тайёрлашда фойдаланиладиган қўшимчалар классификацияси.

3.2.Гранулометрияни оптималлаштиришда кукун тўлдиргичлардан фойдаланиш.

3.3.Махсус юқори мустаҳкамликка эга бетон (УНРС-100-150 МПа).

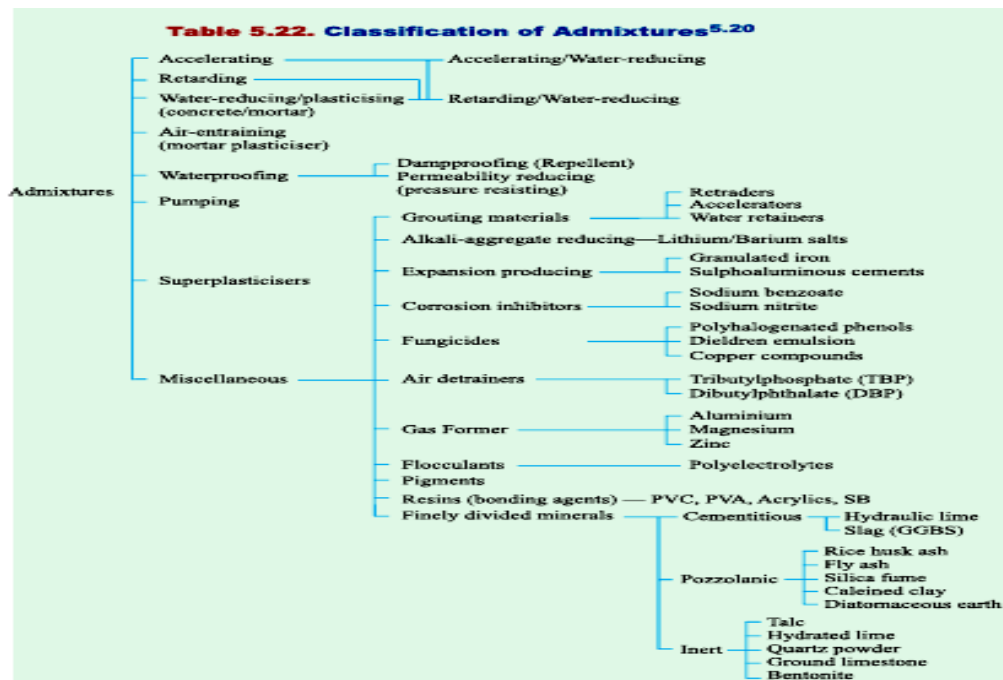
Таянч иборалар: кимёвий қўшимчалар, кукун қўшимчалар, пластификатор, суперпластификатор, комплекс қўшимчалар, конус чўкиши, учувчан кул, микросилика, толалар,фибра, гранулометрия.

3.1. Бетон ва темирбетон конструкцияларни тайёрлашда фойдаланиладиган қўшимчалар классификацияси.

Бетон ёки қурилиш қоришмаларининг зарур техник хоссаларини олиш учун, шунингдек цементни иқтисод қилиш мақсадида турли қўшимчалардан фойдаланилади. Одатда улар икки турга бўлинади:

Кимёвий қўшимчалар – бетон қоришмасига жуда оз миқдорда (цемент массасига нисбатан 2% гача) қўшилиб бетон қоришмаси ва бетон хоссасини зарур йўналишда ўзгартириш имконини беради.

Майин қилиб тўйилган кукун қўшимчалар - цементни иқтисод қилиш учун фойдаланиб, зич ва мустаҳкам бетон олиш имконини берадилар.¹⁴



Кимёвий қўшимчаларнинг классификацияси¹⁵

¹⁴ Concrete Technology theory and practice. M.S. Shetty. S. Chand & Company Ltd. First Multicolour Illustrative Revised Edition 2005

Кимёвий қўшимчалардан фойдаланиш – бу бетоннинг техник хоссаларини бошқаришнинг энг қулай ва оддий усуллардан бири бўлиб, ишлаб чиқариш технологиясини ҳам бошқариш имконини беради. Аввал бетон тайёрлашда турли кимёвий маҳсулотлардан ва саноат чиқиндиларидан фойдаланилган. Ҳозирги вақтда бетон ишлаб чиқариш саноатида фойдаланиладиган махсус тайёрланган қўшимчалардан фойдаланилади.

Кимёвий қўшимчалар таъсир самрасига кўра қуйидаги синфларга бўлинади:

- Бетон хоссаларини бошқарувчи қўшимчалар:
 - Сув ушлаб турувчи – бетон қоришмасидан сув ажралиб чиқишини пасайтирувчи қўшимчалар;
 - Пластикловчи – бетон қоришмаси ҳаракатланувчанлигини оширувчи қўшимчалар;
 - Стабилловчи – бетон қоришмасини қатламланувчанлигини олдини олувчи қўшимчалар.
- Бетоннинг қотиши ва бетон қоришмасининг тишлашишини бошқарувчи қўшимчалар:
 - Бетон қоришмасининг тишлашишини тезлатувчи (секинлатувчи) қўшимчалар;
 - Бетон қотишини тезлатувчи қўшимчалар;
 - Бетон қотишини ташқи муҳитнинг паст ҳароратида ҳам қотишини таъминловчи қўшимчалар.
- Бетон қоришмаси ва бетоннинг ғоваклиги ва зичлигини бошқарувчи қўшимчалар:
 - Газ ҳосил қилувчи қўшимчалар;
 - Ҳаво жалб қилувчи қўшимчалар;
 - Зичловчи (бетон ғовақларини колматация қилувчи) қўшимчалар;
 - Кўпик ҳосил қилувчи қўшимчалар.
- Бетон деформациясини бошқарувчи қўшимчалар.
- Бетоннинг химоя хоссаларини оширувчи ва металл коррозиясини секинлаштирувчи қўшимчалар.
 - г) маҳсулотларга нам-иссиқ ишлови бериш вақтини 40%гача қисқартириш, қолипдан ечиб олишни, монолит конструкцияларга юк қўйиш вақтини тезлаштириш;
 - д) қиш вақтида қолипланган бетонларга иссиқлик ишловини бермасдан қотириш;
 - е) бетоннинг совуқ таъсирига чидамлилигини 2-3 ва ундан кўп марта ошириш имконини;
 - ж) бетоннинг зичлиги ва ўтказмаслигини 1-2 марказга ортириш;
 - з) бетон ва темир-бетоннинг турли агрессив муҳитлар таъсирига чидамлилигини ортириш.

Қўшимчаларнинг алоҳида классификация гуруҳларининг таърифлари.

¹⁵ Concrete Technology theory and practice. M.S. Shetty. S. Chand & Company Ltd. First Multicolour Illustrative Revised Edition 2005. p. 199

• **Пласикловчи қўшимчалар**– бетон қоришмаларининг ҳаракатланувчанлиги ёки жойлашувчанлигини оширувчи сирт-фаол хоссаларга эга моддалар. Темир-бетон конструкциялар технологиясида қўшимчаларнинг пласикловчи самараларидан фойдаланиш махсулотларни қолиплашни осонлаштиради ёки ҳаракатланувчанлигини сақлаган ҳолда сув миқдорини камайтириш ва шунинг хисобига бетоннинг ғоваклигини пасайтириш, зичлиги, мустаҳкамлигини ошириш ва бошқа хоссаларини яхшилаш имконини беради.

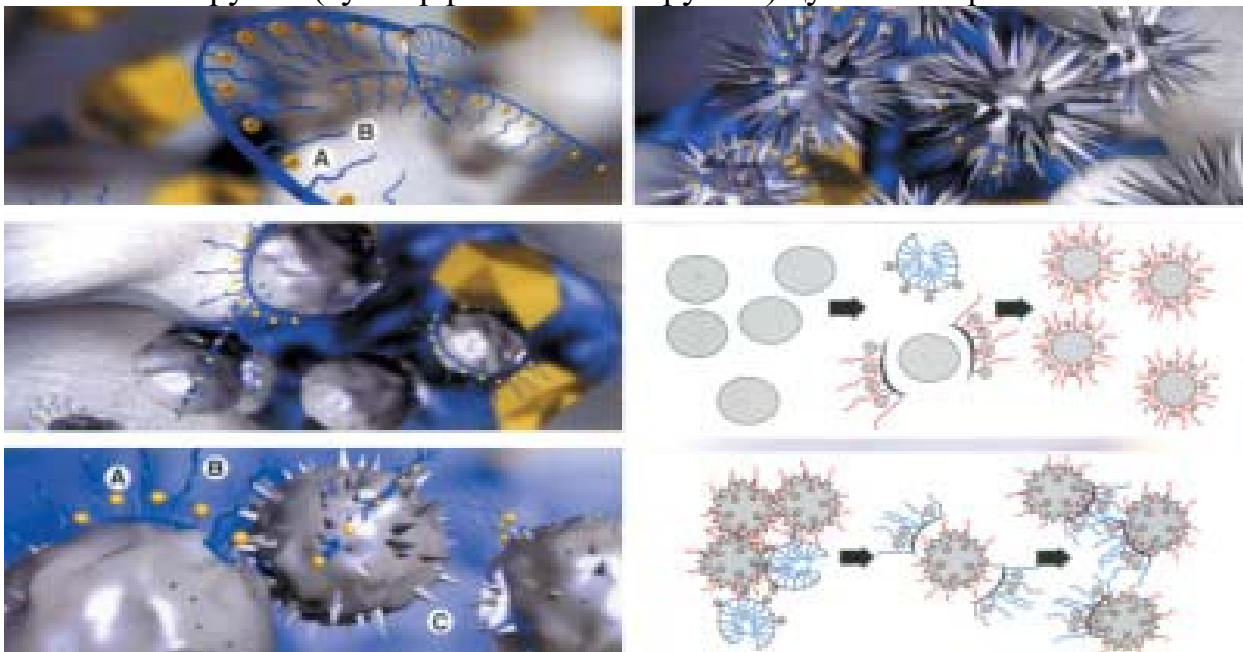
• **Стабилловчи қўшимчалар** – бетон қоришмасини қатламланишини пасайтиришга ёрдам берувчи моддалар.

• **Кўпик ҳосил қилувчи қўшимчалар** – зарур ҳажм ортишига ва турғун техник кўпик олишга бетон қоришмаси компонентлари билан аралаштирилганда ячейкали ёки сеғовак структурани ҳосил қилиш имконини берувчи сирт-фаол моддалар.¹⁶

• **Ғовак ҳосил қилувчи қўшимчалар** – бетон танасида мақсадли ҳаво ёки газсимон ғовакларни ҳосил қилиш имконини берувчи моддалар.

• **Бетон қотишини бошқарувчи** – бетон мустаҳкамлигини ортиши кинетикасини зарур йўналишда ўзгартирувчи (тезлатувчи ёки секинлатувчи) моддалар. Қотишни тезлаштирувчи қўшимчаларни қўшиш қисқа вақтларда зарур мустаҳкамликка эришиш, баъзи ҳолларда юқори сўнги мустаҳкамликка эришиш имконини беради.

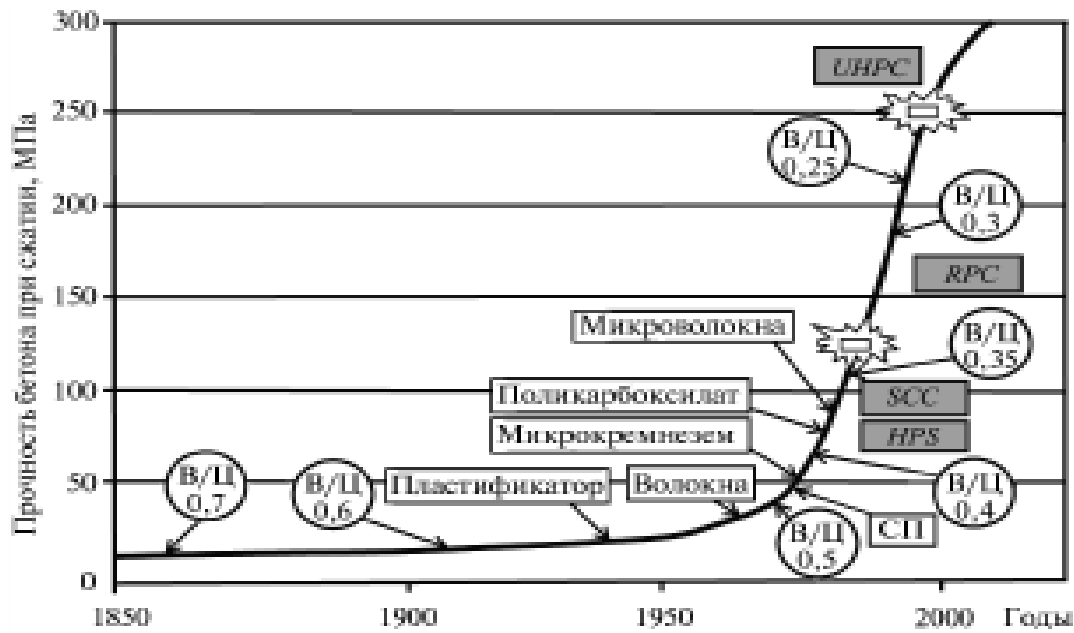
• **Бетон мустаҳкамлигини оширувчи қўшимчалар** - бетон зичлигини ортириб, унинг сув ўтказмаслик ва совуқ таъсирига чидамлигини, маълум ҳолларда турли агрессив муҳит таъсирида кимёвий чидамлигини ошириш имконини берувчи (сув сарфини камайтирувчи) қўшимчалар.



Акрил асосдаги янги авлод суперпластификаторининг таъсир механизми¹⁷

¹⁶ The Science and Engineering of Materials, Sixth Edition. Authors Donald R. Askeland, Pradeep P. Fulay, Wendelin J. Wright. 2011.

¹⁷ Concrete Technology theory and practice. M.S. Shetty. S. Chand & Company Ltd. First Multicolour Illustrative Revised Edition 2005. p.146



Кимёвий қўшимчалардан фойдаланиш ривожини

- **Сув таъсирига қарши қўшимчалар** – сувнинг муздаш ҳароратини пасайтирувчи ва бетонни салбий ҳароратда қотишини таъминловчи моддалар.
- **Гидрофобловчи қўшимчалар** – ғовақлар ва капиллярлар деворига гидрофоб (сув итариш) хоссаларини берувчи моддалар.

Сув-цемент нисбати.

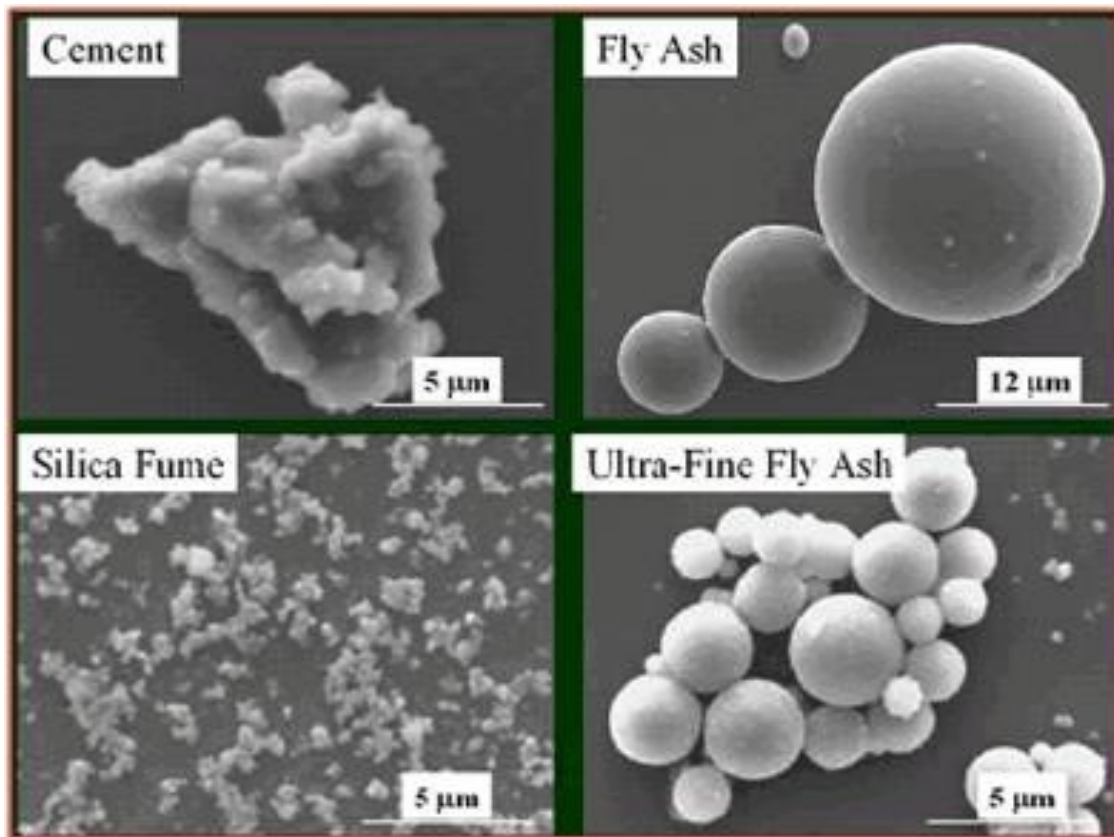
Сув-цемент нисбати бетон хоссаларини белгиловчи энг муҳим параметрлардан биридир.

Назарий жиҳатдан цементнинг тўла гидратацияси учун унинг массасига нисбатан 22-25% сув талаб этилади.¹⁸

Амалда эса зарур сув миқдори 33%ни ташкил этади.

Ушбу цемент учун сув миқдорини пасайтириш ва цемент зарраларини бирига яқинлаштириш учун ва шу билан бирга қотган цемент тошининг зичлигини ошириш муҳим масаладир. Бу эса мустаҳкамликни ортиши ва ўтказувчанликни пасайтиришга олиб келади.

¹⁸ Concrete Technology theory and practice. M.S. Shetty. S. Chand & Company Ltd. First Multicolour Illustrative Revised Edition 2005



Бетон ва темир бетонлар учун кукунли қўшимчалар

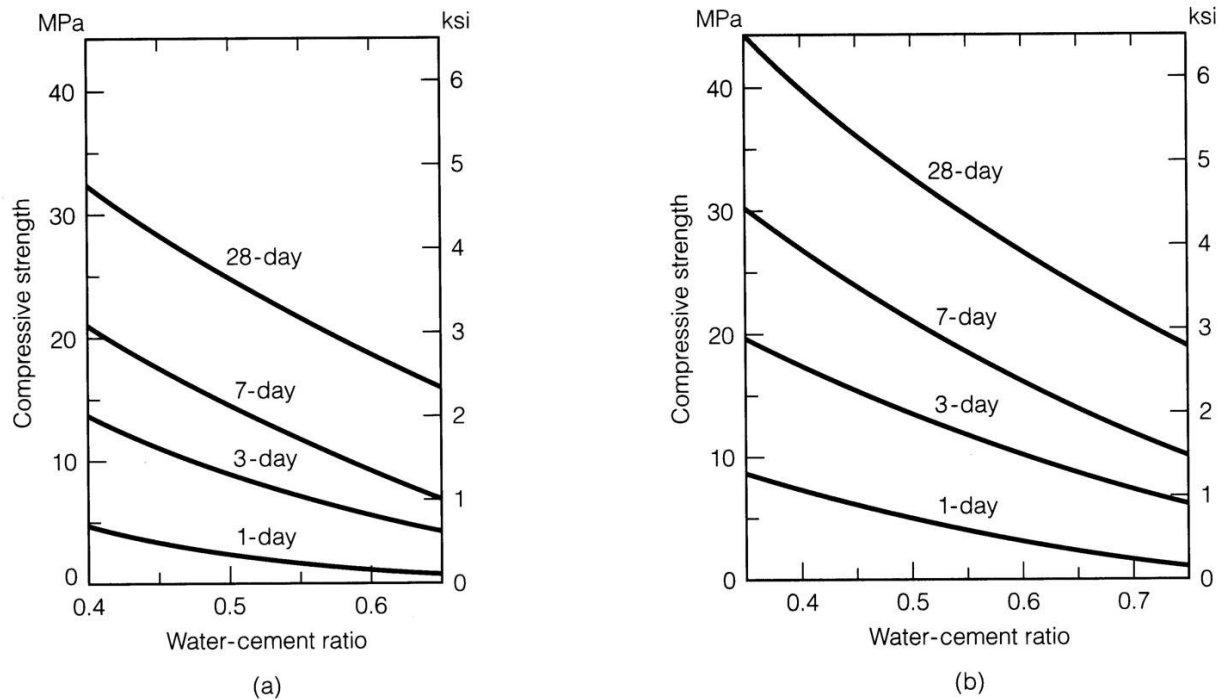


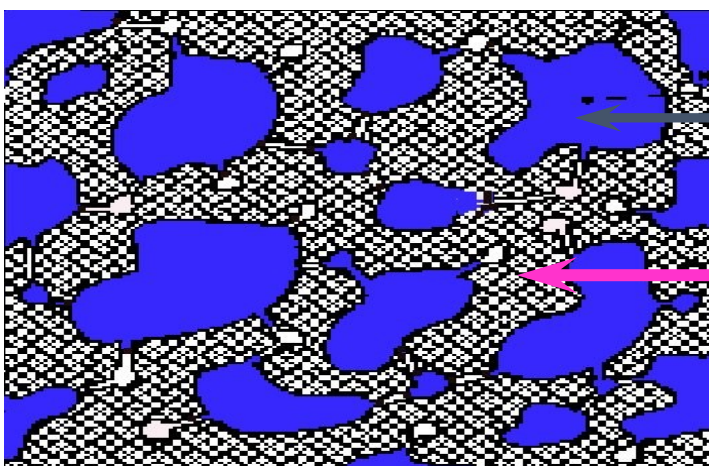
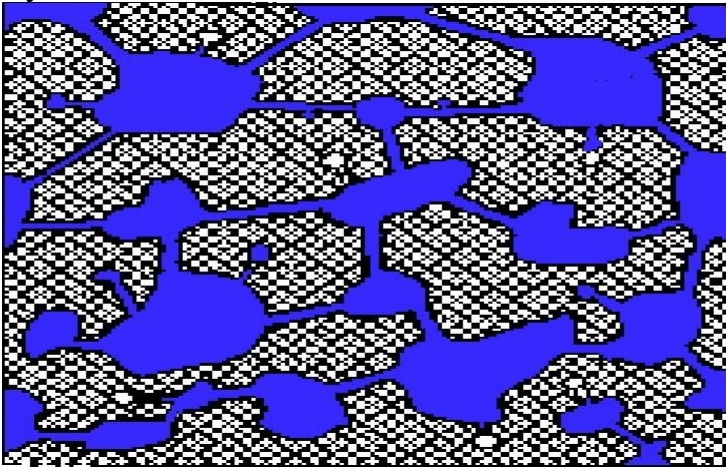
FIGURE 6.7 Typical age-strength relationships of concrete based on compression tests of 0.15 × 0.30 m (6 × 12 in.) cylinders, using Type I portland cement and moist-curing at 21°C (70°F): (a) air-entrained concrete, (b) non-air-entrained concrete. (Kosmatka and Panarese 1988)

Цемент тошининг ғоваклари

- Бетон мустаҳкамлиги ва умрбоқийлиги хажмининг ўзгармаслиги цемент пастасининг гидрат фазасига боҳлиқ.
- Қотган цемент пастасида икки хил ғоваклар ҳосил бўлади:
- - гелли ҳоваклар;
- -капилляр ғоваклар.
- Одатда бетон таркибида ҳаво ҳам мавжуд бўлади.

Цемент тошининг ғоваклари

Гель ғоваклари C-S-H қатламлари орасидаги қалинлиги 0,5 дан то 2,5 нм гача бўлган фазо. Ўз ичига қатламлараро фазо, микроғоваклар ва кичик изоляцияланган капиллярлар ғовагини ўз ичига олади. Мустаҳкамлик ва ўтказувчанликка кам таъсир этади. Киришиш ва силжишга таъсир этиши мумкин.¹⁹



Capillary Pores

C-S-H
Framework

¹⁹ Concrete Technology theory and practice. M.S. Shetty. S. Chand & Company Ltd. First Multicolour Illustrative Revised Edition 2005

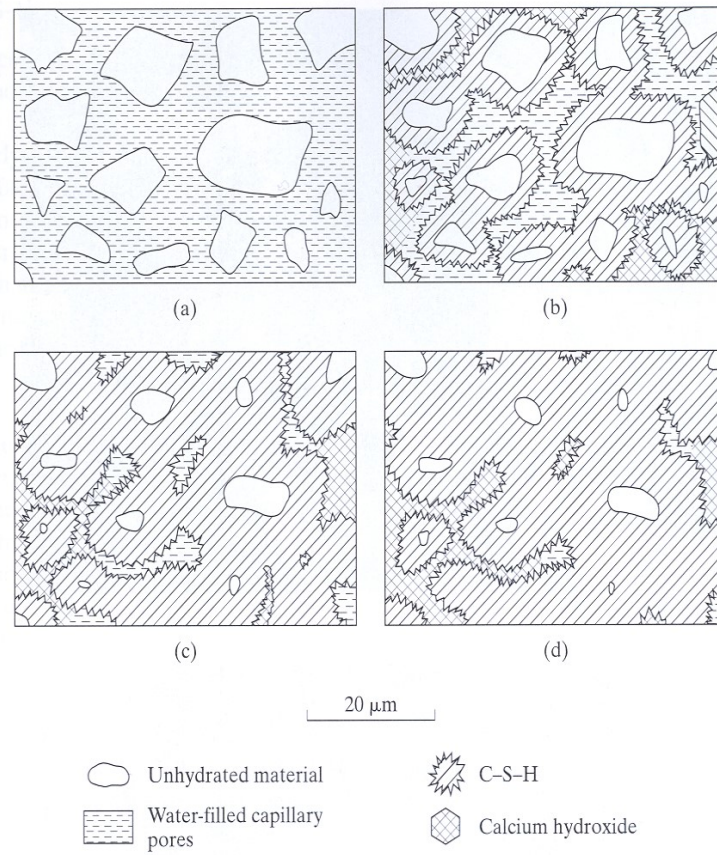
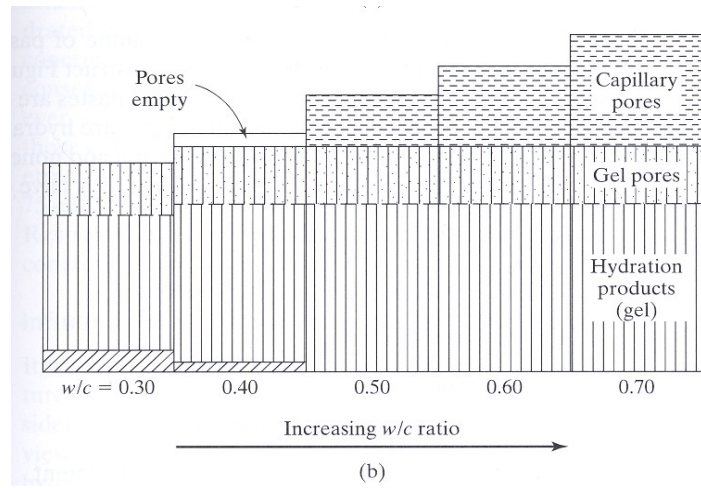


FIGURE 4.7

Schematic outline of microstructural development in portland cement pastes: (a) initial mix; (b) 7 days; (c) 28 days; and (d) 90 days. (Calcium sulfoaluminates are included as part of C-S-H for simplification, although they crystallize as separate phases.)

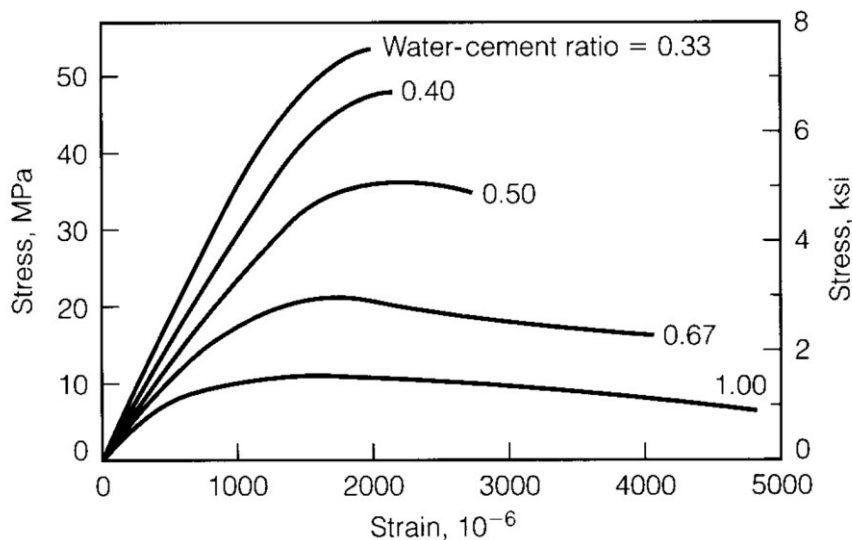
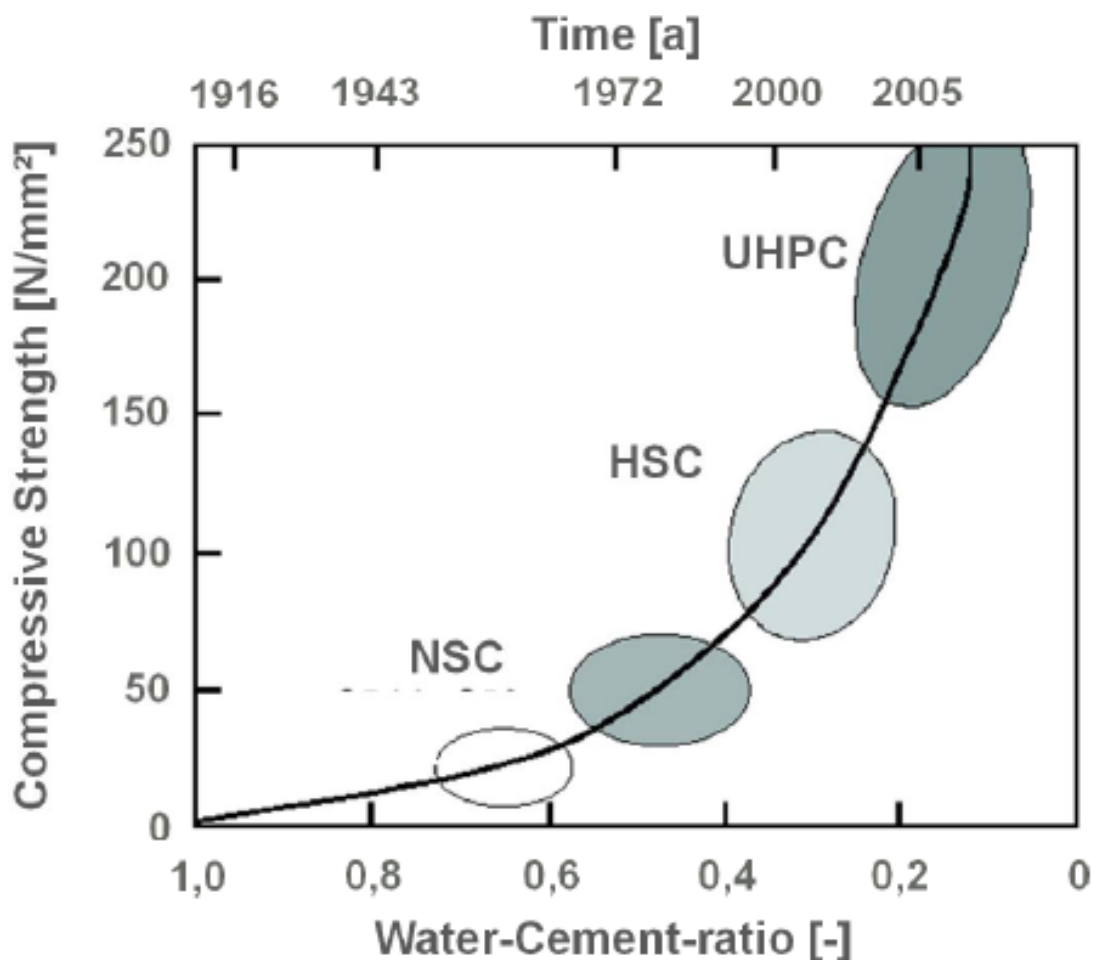


FIGURE 7.10 Typical stress-strain relations for compressive tests on 0.15 m by 0.30 m concrete cylinders with different water-cement values at an age of 28 days.

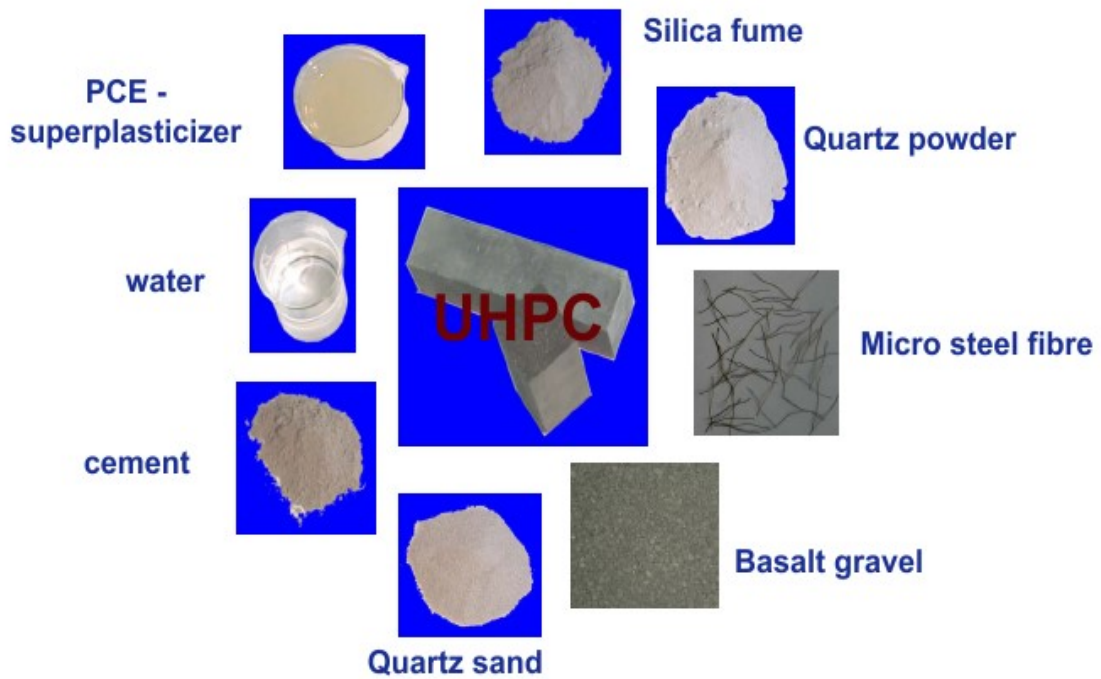


Махсус юқори мустаҳкамликка эга бетон (UHPC)

Жуда юқори зич микроструктура

- Юқори самара
- Сиқилишдаги юқори мустаҳкамлик (150-230 МПа)
- Юқори чустаҳкалик
- Бетоннинг технологияси юқори

Composition of UHPC



Янги тайёрланган UHPC хоссалари



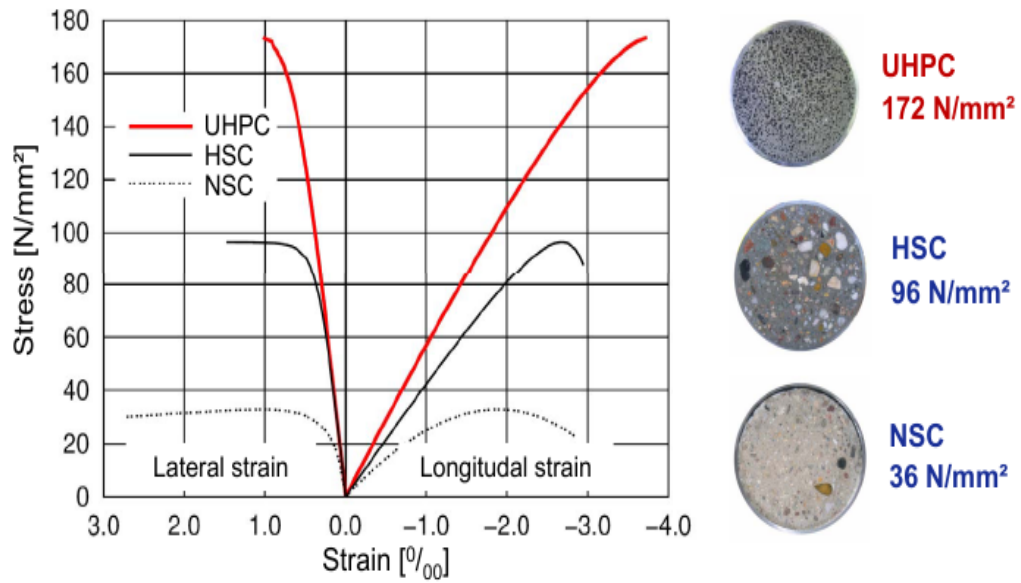
UHPC мустаҳкамлигига

- хом ашё таркиби
- аралаштириш

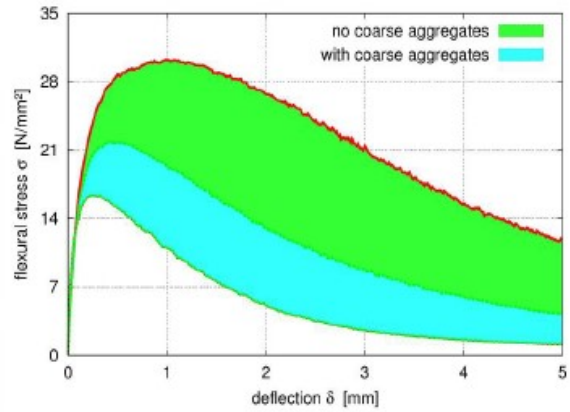
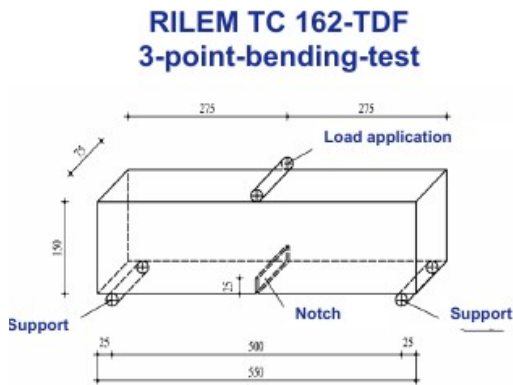
Суперпластификатор тури ва миқдори таъсир этади.

UHPC нинг бир ўқи бўйича сиқилишдаги мустаҳкамлиги

Properties of UHPC in Uniaxial Compression



УНПСнинг чўзилишдаги хоссалари



A Comparison of the Material Costs

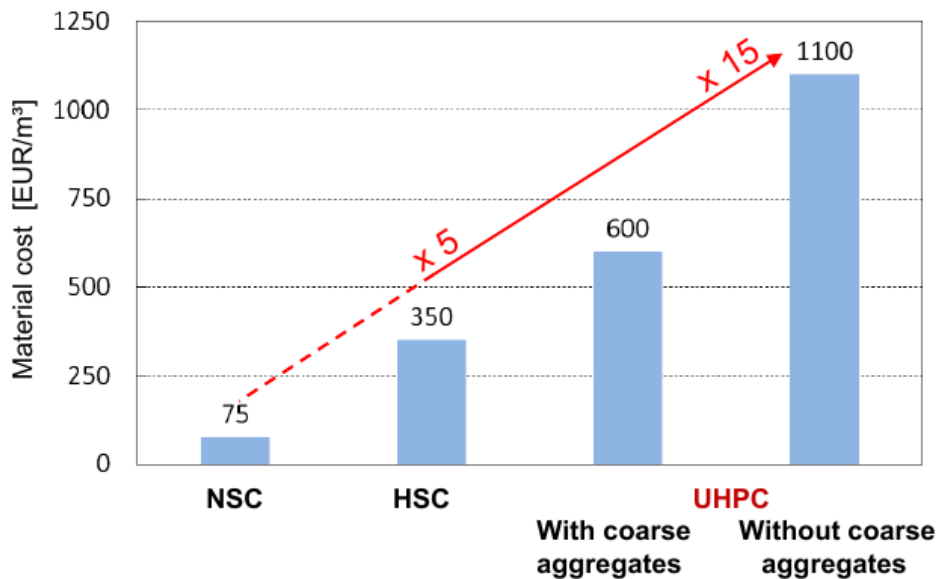


Table 7.8. Composition of Experimental Concretes Produced in a Ready-mix Plant^{7,9} (In U.S.A.)

Concrete type	Reference	Silica fume	Fly ash	Sag + silica fume		
W/(c + m)		0.30	0.30	0.30	0.3	0.25
Water kg/m ³		127	128	129	131	128
Cement						
ASTM Type II	kg/m ³	450	425	365	228	168
Silica fume	kg/m ³	-	45	-	45	54
Fly ash	kg/m ³	-	-	95	-	-
Sag	kg/m ³	-	-	-	183	320
Dolomite limestone		1100	1110	1115	110	1100
Coarse aggregate	kg/m ³					
Fine aggregate	kg/m ³	815	810	810	800	730
Superplasticizer*	L/m ³	15.3	14	13	12	13
Sump after 45 minutes (mm)		110	180	170	220	210
Strength at 28 day	(MPa)	99	110	90	105	114
Strength at 91 day	(MPa)	109	118	111	121	126
Strength at 1 year	(MPa)	119	127	125	127	137

* Sodium salt of a naphthalin sulphonate

Ўта юқори мустаҳкамликка эга бетонларнинг таркиблари

Tab. 1 Examples of mix proportions and results o mechanical strength

Type of material	unit	Mix 1	Mix 2	Mix 3	Mix 4	Mix 5	Mix 6
CEM II/A-S 42,5 R + slag + microsilika	kg/m ³	831	870	926	840	880	980
Ground quartz filler	kg/m ³	0	0	255	110	50	50
Steel microfiber 13/0,2 mm	kg/m ³	100	120	100	120	120	120
Sand 0/4 – type I	kg/m ³	1216					
Sand 0/2 – type II	kg/m ³			871			
Sand 0/2 – type III	kg/m ³						
Sand 0/2 – type IV	kg/m ³		1235		1160	1177	1094
Super plasticizer	kg/m ³	40	40	40	30	30	30
Water	kg/m ³	165	160	165	160	160	160
Test results after 28 days of curing in water – EN 196-1							
Bulk density	kg/m ³	2380	2450	2400	2430	2450	2470
Compression strength	MPa	143,5	153	152,5	163,5	173,5	189
Bending strength	MPa	28,9	31	31,9	31,2	31,2	34

UHPC таркиби (масса бўйича, %) ²⁰

²⁰Yail J. Kim. Recent Advances in Ultra-high Performance Concrete. J Rec Const Resources Vol. 1, No. 3 1(3)163-172(2013).

Table 2. Composition of materials for UHPC (percent by weight)

Reference	Cement	W/C ratio	Fiber	SCM	Quartz powder	Super-plasticizer	Sand	Compressive strength
B&C	28%	0.28	7%(S)	9%(SF)	8%	1%	40%	200 MPa
Bonneau	28%	0.27	6%(S)	9%(SF)	9%	2%	41%	190 MPa
HDR	37%	0.14	6%(S)	9%(SF)	0%	2%	41%	160 MPa
R&C	32%	0.19	6%(S)	7%(SF)	13%	1%	35%	200 MPa
W&L	32%	0.22	0.007%(CNT)	8%(SF)	8%	0.2%	44%	194 MPa
Ahlborn	26%	0.20	6%(S)	Pre	Pre	1%	Pre	194 MPa

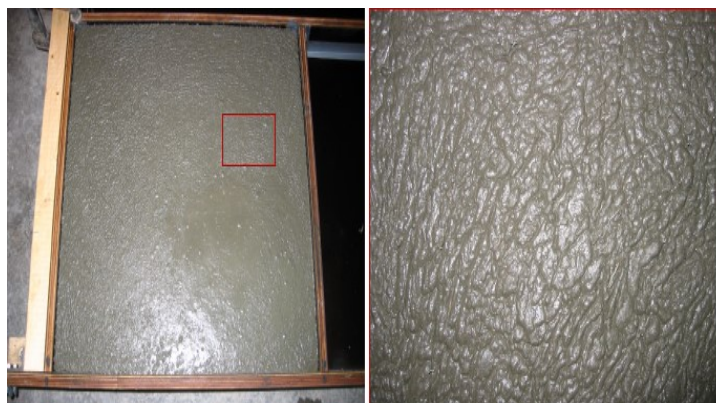
Yail J. Kim. Recent Advances in Ultra-high Performance Concrete. J Rec Const Resources Vol. 1, No. 3 1(3)163-172(2013).

УНРС таркиби,%

Table 2
Recipes of developed UHPC.

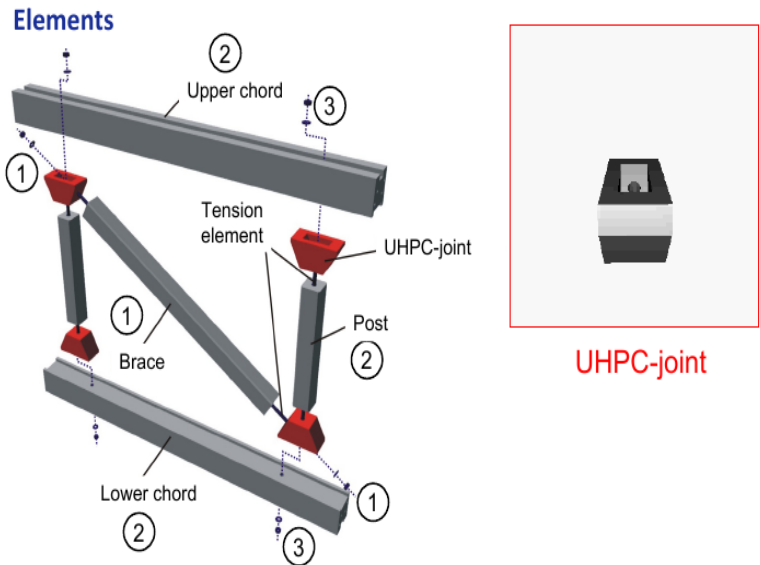
Materials	UHPC1 (kg/m ³)	UHPC2 (kg/m ³)	UHPC3 (kg/m ³)
CEM I 52.5 R	874.9	612.4	608.9
Limestone	0	262.5	0
Quartz	0	0	175.0
Microsand	218.7	218.7	218.7
Sand 0-2	1054.7	1054.7	1054.7
Micro-silica	43.7	43.7	43.7
Water	202.1	202.1	202.1
Superplasticiser	45.9	45.9	45.9
Water/cement ratio	0.23	0.33	0.29

Қуйилган қоришма юзаси «Фил териси» ўхшаган янги тайёрланган УНРС хоссаси (тайёрлангандан тахминан 15 минут²¹)



²¹ Precast Elements Made of UHPC – From Research to Application – Graz University of Technology Institute for Structural Concrete

Modular Truss System made of UHPC



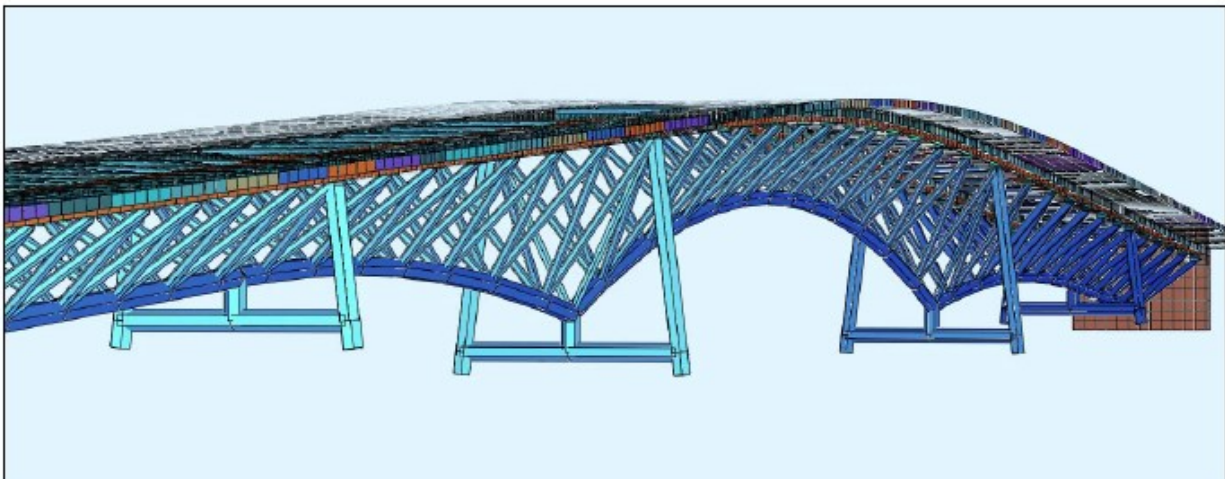
The Gärtnerplatz Bridge

Bending Test



The Gärtnerplatz Bridge

Structural Analysis



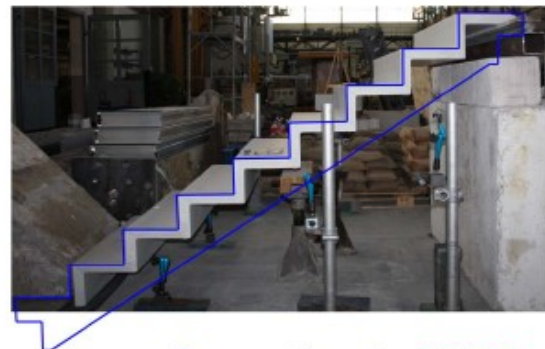
The Gärtnerplatz Bridge
Precast UHPC Element for upper chords



UHPC – Stair without Conventional Reinforcement



Comparison



	Conventional stair	UHPC-stair
Concrete volume	0,850 m ³	0,205 m ³
Mass	2.125 kg	515 kg



Figure 8: Four bending test. Example of deflection observed with sprayed Ductal® mixes at 28d

Назорат саволлари:

1. Бетон қоришмасининг сув талабчанлиги бўйича 1 м³ бетон учун сув сарфини.
2. Цемент сарфини. Аниқланган цемент миқдорини минимал руҳсат этиладиганибилан солиштириш.
3. Зич бетон қоришмасини олиш учун 1 м³ бетонга материаллар сарфини ҳисоблаш.
4. Бетон таркибини массаси бўйича нисбий ўлчамларда ҳисоблаш.

Фойдаланилган адабиётлар:

1. Neville. Adam M. Concrete technology / A.M. Neville. J.J. Brook*. 2nd ed. p. cm. Second edition 2010.
2. Concrete Technology theory and practice. M.S. Shetty. S. Chand & Company Ltd. First Multicolour Illustrative Revised Edition 2005.
3. Li, Zongjin, Dr. Advanced concrete technology / Zongjin Li. WILEY. 2011.
4. The Science and Engineering of Materials, Sixth Edition. Authors Donald R. Askeland, Pradeep P. Fulay, Wendelin J. Wright. 2011.
5. Акрамов Ҳ.А., Нуритдинов Ҳ.Н. Бетон ва темир-бетон буюмлари ишлаб чиқариш технологияси. Дарслик (Акрамов Ҳ.А., Нуритдинов Ҳ.Н., Тошкент, ТАҚИ, 2010 йил 592 бет.

4-мавзу: Монолит қурилиш/

Режа:

- 4.1. Умумий маълумотлар.
- 4.2. Қуйма бетон. Хоссалари.
- 4.3. Фойдаланиш соҳалари.

Таянч иборалар: монолит бетон, опалубка, бетонни парвариш қилиш, бетонни қуйиш, бикрлик, жойлашувчанлик, оқувчанлик, қуруқ иссиқ иқлим шароити, сальбий ҳарорат.

4.1. Умумий маълумотлар.

Монолит қурилиш — темир-бетондан бино ва иноотларни барпо қилиш технологияси бўлиб, у қисқа вақт ичида ҳар қандай баландликдаги ва шаклдаги бино ва иншоотларни барпо этиш имимконини берувчи технологиядир.

Монолит қурилиш қуйидаги асосий технологик босқичлардан иборат:

- Арматура каркасларини ўрнатиш;
- Опалубка (қолиплар)ни ўрнатиш;
- Бетонни қуйиш;
- Қуйилган бетонни иситиш (қиш вақтида);

- Бетонни парвариш қилиш;
- Қолипларни ечиб олиш.

Монолит бетоннинг авзалликлари:

- Ишларнинг тез бажарилиши;
- Намунавий қурилиш элементларига боғлиқ бўлмаган ҳолда бинонинг хоҳлаган шаклини танлаш имкониятининг мавжудлиги;
- Чокларнинг йўқлиги бинонинг товуш ва иссиқлик изоляциясини яхшилайти, дарзлар кетишининг олди олинади, бинонинг вазни пасаяди, конструкция мустаҳкамлигининг ортиши унинг умрбоқийлигини ортиради;
- Юқори совуқ таъсирига чидамлилиқ.²²

Юқоридагиларга қарамай монолит қурилишнинг маълум даражада камчиликлар мавжуд

- каркас –панелли қурилишга нисбатан меҳнат ва харажат жихатидан юқори;
- инженерлик тизимлари ва мўрилар аввалдан кўзда тутилган ҳолда барпо этилиши керак, чунки кейинчалик маълум ўзгартиришларни киргизиш қийинчиликлар туғдиради;
- Бетонлаш ишлари +5⁰Сдан юқори ҳароратда бажарилиши лозим, шунинг учун қиш кунлари бетонлаш ишлари бетон қоришмасини иситиш (бажариладиган ишларнинг сифатини пасайтириш ва энергия харажатларини ортишига олиб келади), ёки қиш вақтларида бетонлаш ишларини бажариш имконини берувчи махсус қўшимчалардан фойдаланиш зарур.
- Юқори мустаҳкамликни ва конструкциянинг монолитлигини таъминлаш учун бетонлаш ишлари узлуксиз ва бир неча йўналишда бажарилиши лозим;
- Бетон қоришмасини зичлаш ниҳоятда сифатли амалга оширилиши зарур, акс ҳолда ҳар қандай ҳаракат самрасиз бўлиши мумкин;
- Темир-бетон деворлар юқори иссиқлик ўтказувчанликка эга, шунинг учун қўшимча иссиқлик изоляция ишларини бажариш зарур бўлади;
- Монолит конструкциялар хоналардаги товуш изоляциясини етарли даражада таъминлаб бера олмайди (айниқса зарбадан юзага келадиган товушларда).

Монолит қурилишда фойдаланиладн бетон қоришмалари кўрсаткичларининг меъёри

Жойлашувчанлик бўйича маркаси	Жойлашувчанлик		Қоришма тавсифи
	бикрлик, С	Харакатланувчанлик, см	
Ж1	1-10	-	Ўртача бикр
П1	-	1-8	камъаракатчан
П2	-	8-16	Харакатчан
П3	-	16-24	Юқори харакатчан
П4	-	24и более	Қуйма

Турли конструкцияларни бетонлаш учун бетонқоришмаси кўрсаткичларининг тахминий даражаси

Конструкция тури	Харакатланувчанлик (КЧ), см
Пойдевор ва поллар ости тўшамаси	1-2
Массив, арматураланмаган ва сийрак арматураланган	2-8
Каркасли, темир-бетон (плиталар, балкалар, колонналар)	4-12
Зич арматураланган темир-бетон	8-16
Арматураланмаган бурғулаб киргазиладиган қозиқлар	8-10
Арматураланган бурғулаб киргазиладиган қозиқлар	12-16
Босим усулида бетонланадиган бурғулаб киргазиладиган қозиқлар	16-24
Шахталар	16-20
Қўйиладиган деталли ва зич арматураланган конструкциялар	20-24

• Оғир бетон класси қирралари 150×150×150 мм бўлган намуналарни 28 кун нормал шароитда қотгандан кейин мустақамликка синалиб аниқланади ва қуйидагича белгиланади - В3,5; В5,0; В7,5; В10; В12,5; В15; В20; В25; В30; В35; В40; В45; В50; В55; В60 (ГОСТ 10180-90). Бетон классидан сиқилишдаги

мустаҳкамликка (МПа) ўтиш учун В 0,778 коэффициентига бўлинади. Мисол учун В10 классига учун ўртача мустаҳкамлик $10/0,778 = 12,86$ Мпа га тенг бўлади.²³

• Совуқ таъсирига чидамлилиқ бўйича оғир бетон маркалари қуйидагилардир: F50; F75; F100; F150; F200; F300; F400; F500 (ГОСТ 10060.0-95), сув ўтказмаслик бўйича маркалари эса W2; W4; W6; W8; W12

Енгил бетонларнинг тавсифлари

Бетон тури	Ўртача зичлиги, кг/м ³	Мустаҳкамлик бўйича классига	Совуқ таъсирига чидамлилиқ бўйича маркаси	Иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти
Конструкция	1400-2000	В12,5-В40	F25-F50	0,64-0,99
Конструкция-иссиқлик изоляцияловчи	800-1400	В3,5-В12,5	F75-F150	0,23-0,64
Иссиқлик изоляцияловчи	500-800	В1-В3,5	Белгиланмаган	0,17-0,29

Монолит бетон қоришмасини қуйидаги усуллар ёрдамида зичлаш мумкин:

- (А) қўлда зичлаш;
- (Я) трамбовкалаш;
- (Б) вибрация ёрдамида зичлаш;
- (Я) ички вибратор ёрдамида зичлаш;
- (II) Опалубка га ўрнатилган ташқи вибратор ёрдамида зичлаш;
- (III) Юзали вибраторлар ёрдамида;
- (IV) Рейкалик вибратор ёрдамида;
- (V) Виброкаток;
- (VI) Титратиш ва босим остида зичлаш ва бошқалар.

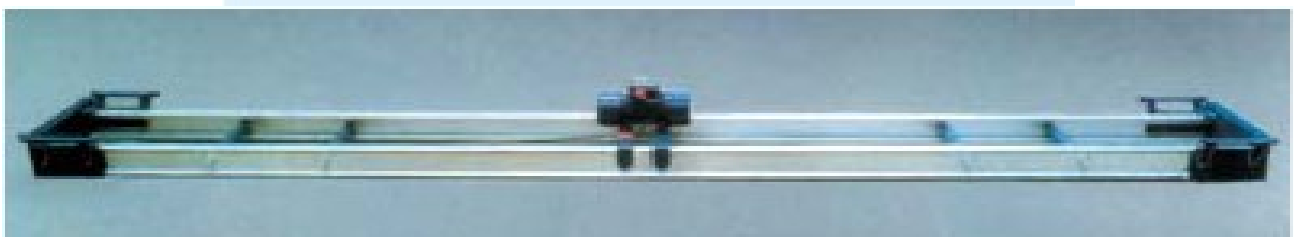
²³ Li, Zongjin, Dr. Advanced concrete technology / Zongjin Li. WILEY. 2011.

Table 6. 7. Characteristics and Applications of Immersion Vibrators

Sr. No.	Characteristics of Vibrator				Application
	Length of the Vibrating Needle	Diameter of the Vibrating Needle	Recommended frequency of vibration under no Load State, Min Vibration	* Recommended vibration Acceleration (operation in Air), Min	
	mm	mm	VPM	g†	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
(i)	up to 350	up to 35	9000	30 to 50	Plastic, workable concrete in very thin members and confined places and for fabrication of laboratory test specimens. Suitable as an auxiliary to larger vibrators in prestressed work, where many cables and ducts cause congestion in the forms.
(ii)	250 to 500	Over 35 up to 60	9000	Over 30 up to 60	Plastic, workable concrete in thin walls, columns, beams, precast piles, light bridge decks, and along construction joints.
(iii)	250 to 700	Over 60 up to 75	7000	Over 60 up to 75	Plastic, workable concrete in general construction, such as walls, columns, beams, precast piles, heavy floors, bridge deck and roof slabs. Auxiliary vibration adjacent to forms mass concrete and pavements.
(iv)	300 to 450	Over 75 up to 90	7000	Over 75 up to 90	Mass and structural concrete deposited in increments up to 2 m ³ in heavy construction in relatively open forms, in power houses, heavy bridge piers and foundations and for auxiliary vibration in dam construction near forms and around embedded items and reinforcing steel.
(v)	200 to 475	Over 90	6000	Over 90	Mass concrete containing 15 cm. aggregate deposited in increments up to 8 m ³ , in gravity dams, large piers, massive walls, etc. Two or more vibrators will be required to operate simultaneously to melt down and consolidate increments of concrete of 4 m ³ or greater volume deposited at one time in the forms.

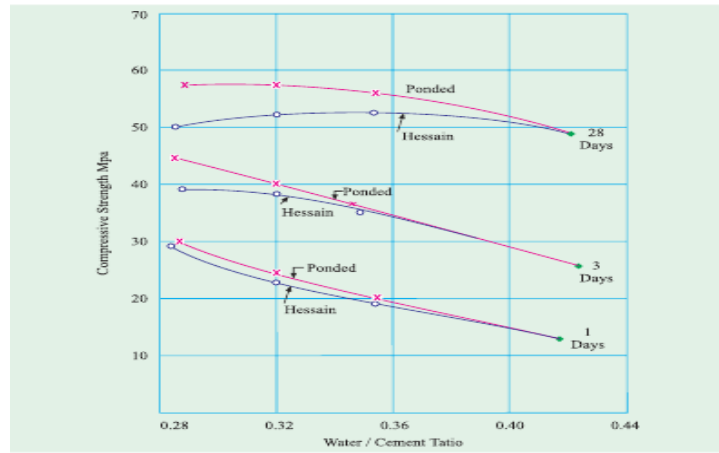
* Value of a acceleration measured in concrete should not be less than 75 per cent of the values given above.

† Acceleration due to gravity.



Бетон қоришмасини зичлаш ускуналари²⁴

²⁴ Concrete Technology theory and practice. M.S. Shetty. S. Chand & Company Ltd. First Multicolour Illustrative Revised Edition 2005 p.267-268



Бетон мустаҳкамликка тез эришишига қуйидагилар таъсир этиши мумкин²⁵:

- (А) Бетон шикастланишга фақат қисқа вақт юз бериши;
- (Б) Бетон элементларига жуда қисқа вақт ишлов бериш имконияти бўлса;
- (С) Қурилиш майдонинг торлиги;
- (D) ишлар етарли даражада сифатли ташкил этилмаса;
- (Е) опалубка миқдорининг камлиги, ёки зарур ўлчамдаги опалубкаларнинг етишмаслиги;²⁶

(Г) кейинги қуйиш ишларини бажариш учун опалубкани вақтида ечиб олинмаслиги

Бетонга юқори ҳароратда таъсир этдириш қуйидагича бажарилиши мумкин:

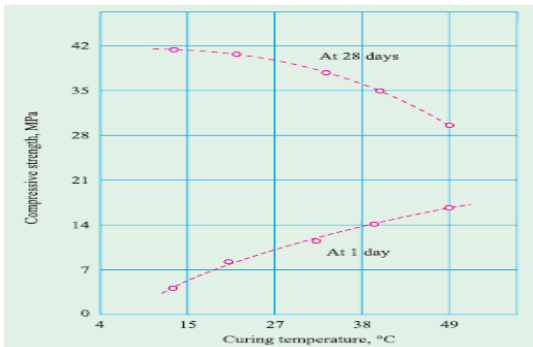
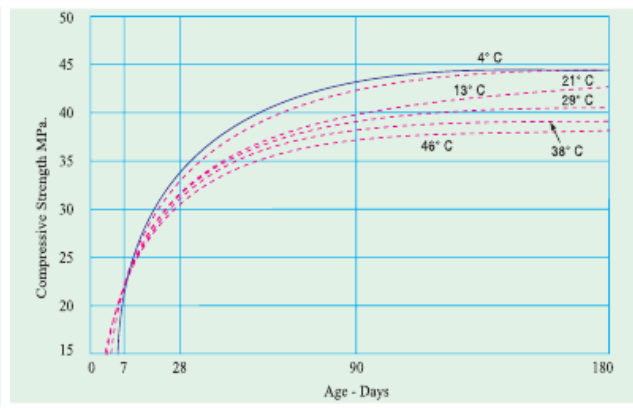
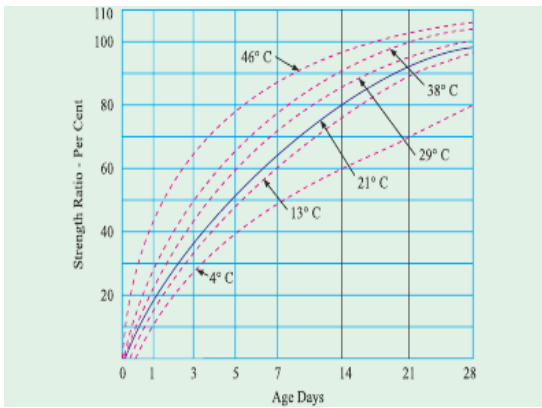
- (А) табиий шароитда (оддий атмосфера босимида) буғлаш;
- (Б) юқори босим остида термик ишлов бериш;
- (С) Инфрақизил нурлари билан ишлов бериш;
- (D) Электр токи ёрдамида қотишни тезлаштириш.



Beam under steam curing.

²⁵ Concrete Technology theory and practice. M.S. Shetty. S. Chand & Company Ltd. First Multicolour Illustrative Revised Edition 2005 p.281-283

²⁶ The Science and Engineering of Materials, Sixth Edition. Authors Donald R. Askeland, Pradeep P. Fulay, Wendelin J. Wright. 2011.



Монолит қурилиш жараёнида қуйма бетон қоришмасидан фойдаланиш қуйидаги асосий масалаларни ҳал қилишга қаратилган:

- Мустаҳкамликнинг қандайлигидан қатъий назар қаттиқ фаза билан тўйинган цемент елимини тайёрлаш ва иложи борича цемент зарралари гидратациясини тўлиқ кетишини таъминлаш;

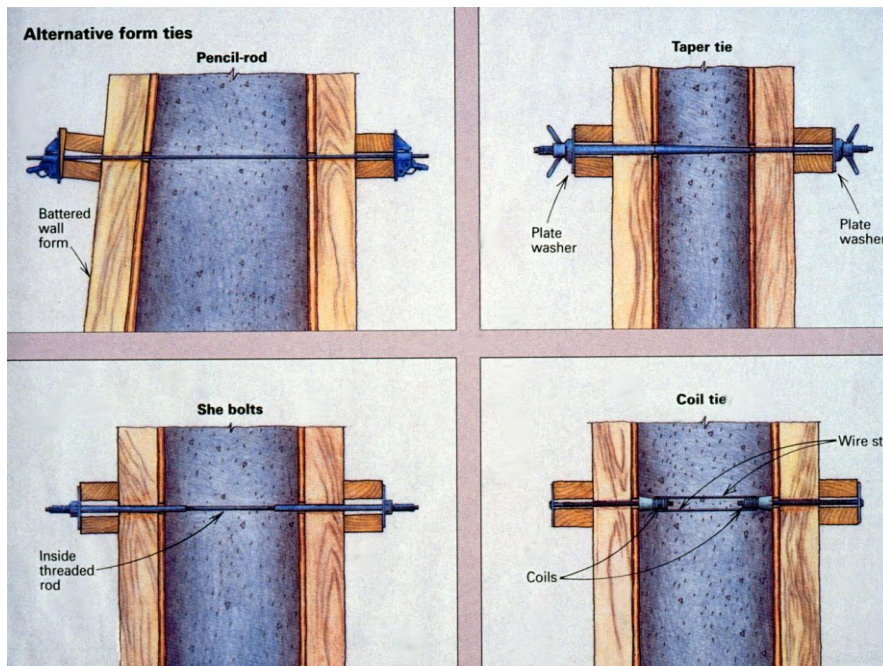
- Бетон танасида майда дарзлар ҳосил бўлишини камайтириш;

- Бетоннинг лойиҳавий мустаҳкамлигини таъминлаш ва эксплуатация хоссаларини таъминлаш учун зарур миқдордаги цемент елими ҳажмини ҳосил қилишни таъминлаб, цемент сарфини пасайтириш билан бирга сув сарфини ҳам пасайтиришдан иборат.²⁷

- Ҳосил қилинган цемент елими тўлдириувчилар зарраларининг юзасини қоплашга етишини таъминлаш зарур.

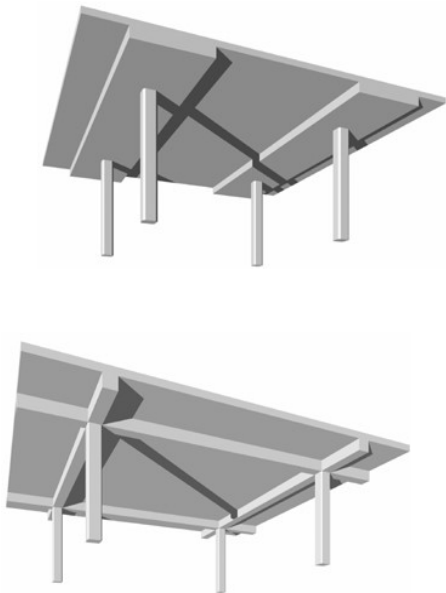
- Қуйма бетондан бетонлаш ёрдамида юпқа, зич арматуралан-ган бетон иншоатларини барпо этиш бошқа технологияларга нисбатан узлуксизликни таъминлаш, бетон қоришмасини ётқизиш-нинг юқори интенсивлиги билан ажралиб туради.

²⁷ Li, Zongjin, Dr. Advanced concrete technology / Zongjin Li. WILEY.



Қуйма бетондан тайёрланадиган деворлар





Монолит ораёпмалар турлари

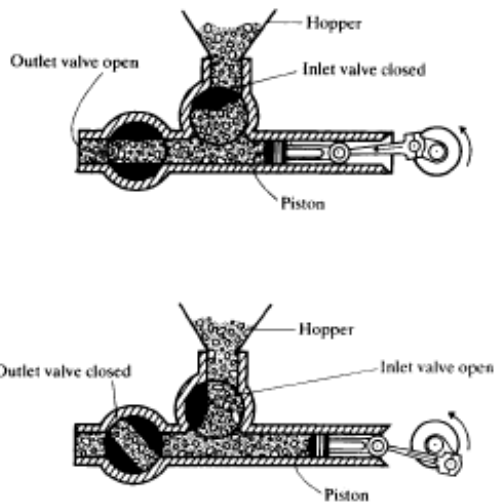


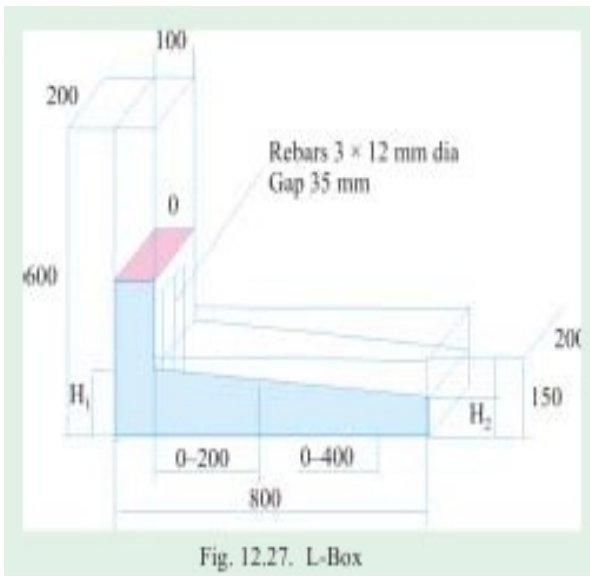
Fig. 7.4: Direct-acting concrete pump
(Based on *ACI Manual of Concrete Practice*.)

Бетон насос ишлаш принципи²⁸



Self Compacting Concrete (SCC)

²⁸ Concrete Technology theory and practice. M.S. Shetty. S. Chand & Company Ltd. First Multicolour Illustrative Revised Edition 2005 p.251



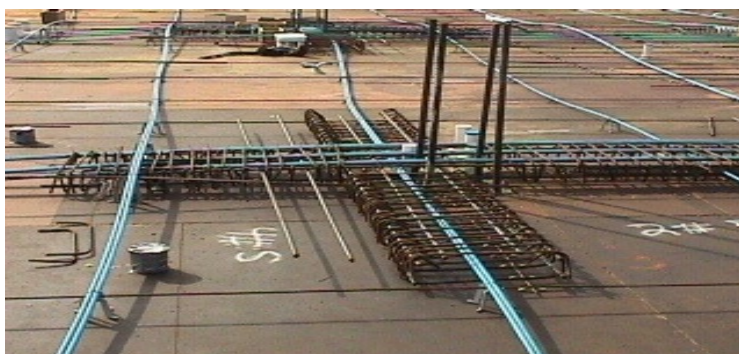
Concrete flowing through L-Box
Courtesy : Hindustan Construction Company



Concrete passing through U-Box
Courtesy : Hindustan Construction Company

Table 12.16. Shows Typical SCC Mixes in Japan 12.17

Ingredient	Powder Type	VMA Type	Combined Type
Water kg/m^3	175	165	175
Cement kg/m^3	530	220	298
Fly ash kg/m^3	70	0	206
GGBFS kg/m^3	0	220	0
Silica Fume kg/m^3	0	0	0
FA. kg/m^3	751	870	702
C.A. kg/m^3	789	825	871
High, Range Water reducing admixtures kg/m^3	9.0	4.4	10.6
VMA kg/m^3	0	4.1	0.0875
Sump flow test dia. of spread mm	625	600	660



Икки томони текис ораёпмалар

Икки томони вафлисимон ораёпмалар

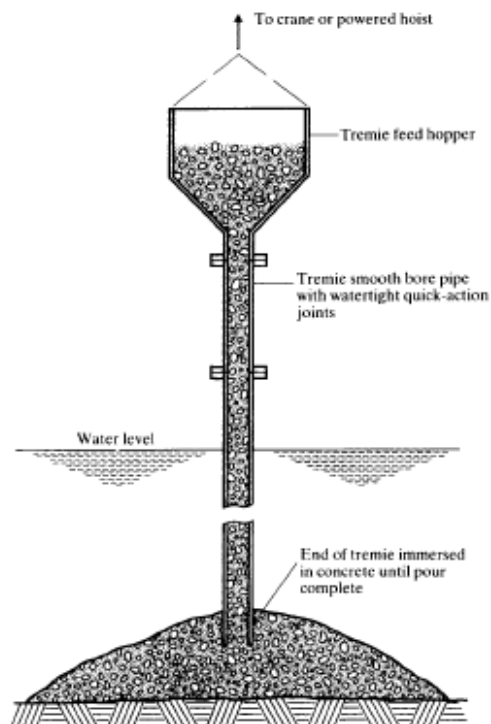
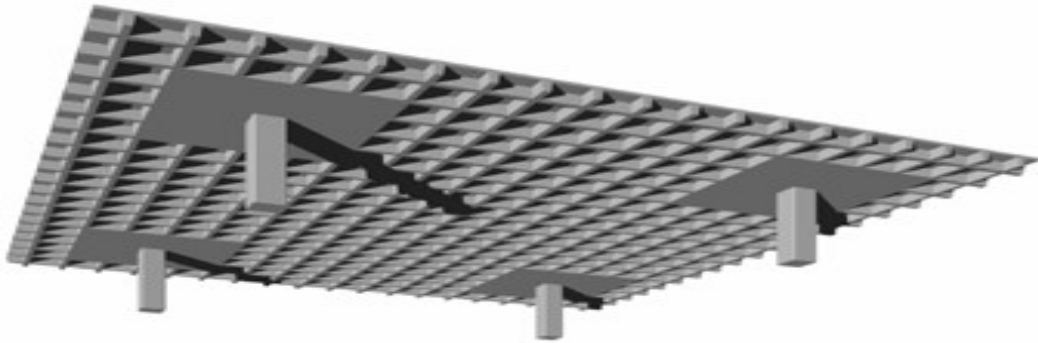
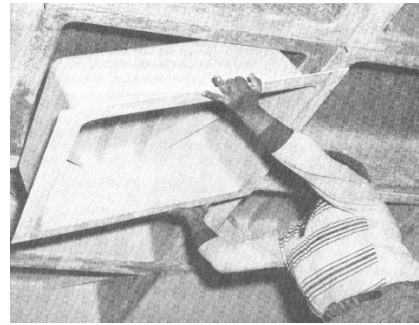


Fig. 7.10: Underwater concreting
(Based on CONCRETE SOCIETY, Underwater concreting,
Technical Report, No. 3, p. 13 (London, 1971).)

Назорат саволлари:

1. Бетоннинг дастлабки мустақамлигига эришишига энергия таъсирини қандай изохлаш мумкин?
2. Бетон ва темирбетондан маҳсулот ишлаб чиқаришдаги энергия сарфи миқдори нималарга боғлиқ?
3. Бетон ва темирбетондан маҳсулот ишлаб чиқаришда энергияни қандай усуллар ёрдамида иқтисод қилиш мумкин?

Фойдаланилган адабиётлар:

1. Neville. Adam M. Concrete technology / A.M. Neville. J.J. Brook*. 2nd ed. p. cm. Second edition 2010.
2. Concrete Technology theory and practice. M.S. Shetty. S. Chand & Company Ltd. First Multicolour Illustrative Revised Edition 2005.
3. Li, Zongjin, Dr. Advanced concrete technology / Zongjin Li. WILEY. 2011.
4. The Science and Engineering of Materials, Sixth Edition. Authors Donald R. Askeland, Pradeep P. Fulay, Wendelin J. Wright. 2011.
5. Акрамов Ҳ.А., Нуритдинов Ҳ.Н. Бетон ва темир-бетон буюмлари ишлаб чиқариш технологияси. Дарслик (Акрамов Ҳ.А., Нуритдинов Ҳ.Н., Тошкент, ТАҚИ, 2010 йил 592 бет.

IV. АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ МАТЕРИАЛЛАРИ

1-амалий машғулот: Бетон ва темир-бетондан тарихий ва замонавий қўлланилгани таҳлили.

Машғулотдан мақсад. Қадимий ва замонавий бетон ва темирбетон ишлаб чиқариш ва фойдаланишдаги эришилган ютуқ ва камчиликлар ҳақида маълумотларни ўзлаштириш ва ҳозирги вақтда соҳада эришилган ютуқлар билан солиштириш.

Масаланинг кўйиши: <https://www.youtube.com/watch?v=8uQmvjMNaoc> сайтида National Geographic томонидан жойлаштирилган «Бетон» номли фильни кўриш ва таҳлил қилиш.

Фильнинг ҳар бир мавзуга бағишланган қисмидан кейин тингловчилар қуйидаги масалаларни муҳокама этиб ўз фикрларини билдирадilar.

Муҳокама учун саволлар.

1. Қадимий бетонлар. Пуццолан қўшимчалар бошқа қўшимчалардан қайси жихатлари билан ажралиб туради. Ғишт майдаси (кукуни) қўшимча сифатида қандай самара беради? Ҳозирги вақтда бу соҳада қандай таркибларни биласиз?

2. Гидротехник ишшоатлар учун бетонлар. Бетоннинг сув ўтказмаслигини ошириш учун қандай чоралар кўришни тавсия этасиз? Бетон қотишидаги экзотермияни қандай усуллар билан пасайтириш мумкин?

3. Монолит қурилишда бетондан фойдаланиш. Ташқи муҳит ҳарорати юқори бўлганида бетонни тез қотиб қолишини олдини олиш учун қандай чоралар кўриш мумкин? Бетоннасослар ёрдамида узатиладиган бетон қоришмасининг хусусиятини қандай чоралар ҳисобига яхшилаш мумкин?

Назорат саволлари:

1. Бетоннинг дастлабки мустаҳкамлигига эришишига энергия таъсирини қандай изохлаш мумкин?

2. Бетон ва темирбетондан маҳсулот ишлаб чиқаришдаги энергия сарфи миқдори нималарга боғлиқ?

3. Бетон ва темирбетондан маҳсулот ишлаб чиқаришда энергияни қандай усуллар ёрдамида иқтисод қилиш мумкин?

Фойдаланилган адабиётлар:

1. Neville. Adam M. Concrete technology / A.M. Neville. J.J. Brook*. 2nd ed. p. cm. Second edition 2010.

2. Concrete Technology theory and practice. M.S. Shetty. S. Chand & Company Ltd. First Multicolour Illustrative Revised Edition 2005.

3. Li, Zongjin, Dr. Advanced concrete technology / Zongjin Li. WILEY. 2011.

4. The Science and Engineering of Materials, Sixth Edition. Authors Donald R. Askeland, Pradeep P. Fulay, Wendelin J. Wright. 2011.

5. Акрамов Ҳ.А., Нуритдинов Ҳ.Н. Бетон ва темир-бетон буюмлари ишлаб чиқариш технологияси. Дарслик (Акрамов Ҳ.А., Нуритдинов Ҳ.Н., Тошкент, ТАҚИ, 2010 йил 592 бет.

2-амалий машғулот: Оддий умумқурилиш ва махсус бетонлар таркибини лойиҳалаш.

Ишдан мақсад: Бетон таркибини ҳисоблаш.

Вазифани бажариш учун ҳар бир тингловчи ўзининг вариантыга кўра 1-жадваллардан танлаб олади. Ҳар бир вариант учун қидагиларни аниқлаш ва ҳисоблаш зарур;

1. Бетон маркасига кўра цемент маркаси ва тури.

2. Қум ва йирик тўлдиргичнинг донадорлик таркиби ГОСТ талабларига мос келишини. Қумнинг майда-йириклигини ва сув талабчанлигини. Йирик тўлдиргичнинг конструкция кесим юзаси бўйича мос келишини.

3. Цемент-сув нисбатини.

4. Сув-цемент нисбатини.

5. Бетон қоришмасининг сув талабчанлиги бўйича 1 м³ бетон учун сув сарфини.

6. Цемент сарфини. Аниқланган цемент миқдорини минимал руҳсат этиладиганибилан солиштириш.
7. Зич бетон қоришмасини олиш учун 1 м³ бетонга материаллар сарфини ҳисоблаш.
8. Бетон таркибини массаси бўйича нисбий ўлчамларда ҳисоблаш.
9. Бетон таркибини ҳажми бўйича нисбий ўлчамларда ҳисоблаш.
10. Қум ва йирик тўлдиргичнинг намлиги сабабли материалларни ўлчашни ўзгаришини.
11. Бетон қоришмасининг ишчи таркибини масса бўйича нисбий ўлчов бирлигида.
12. Бетон қоришмасининг ишчи таркибини ҳажм бўйича нисбий ўлчов бирлигида.
13. V дм³ ҳажмли бетон қорғичда (1-жадвал) бир марта тайёрланадиган бетон қоришмасининг ҳажми ва ишчи таркибини.
14. Бетон қорғичда бир марта тайёрлаш учун материалларнинг сарфи.
15. 7⁰С ҳароратли бетон қоришмасини олиш учун материалларни иситиш ҳарорати.
16. Бетоннинг лойиҳавий мустаҳкамликка эришадиган вақт 20 сутка эмас, балки t_1 ва t_2 (4-жадвал) вақтда эришадиган бўлса цемент сарфини ўзгаришини.
17. Нормал шароитда қотган бетоннинг t_1 вақтдаги ғовақлигини кимёвий боғланган сув миқдоридан (4-жадвал) келиб чиққан ҳолда аниқлаш.

Вариантлар бўйича дастлабки маълумотлар

1-жадвал

Вариант	Класс В	М _б (Д _б)	КЧ, см	ПЖ, с	Конструкциянинг номи	d_{min} -мм	l_{min} , мм	V , дм ³
1	B15	200	10 ... 12	-	т/б плита	300	75	750
2	B20	250	8 ... 10	-	т/б ригель	400	40	2400
3	B20	250	12 ... 16	-	т/б балка	300	70	1200
4	B10	150	8 ... 10	-	т/б балка	300	75	2400
5	B10	150	16 ... 20	-	т/б балка	300	100	1200
6	B15	200	12 ... 16	-	т/б плита	200	80	750
7	B20	250	10 ... 12	-	т/б балка	180	70	2400
8	B15	200	5 ... 7	-	т/б балка	500	120	750
9	B10	150	2 ... 4	-	т/б балка	300	100	2400
10	B20	250	8 ... 10	-	т/б плита	200	50	1200
11	B20	250	2 ... 4	-	т/б плита	200	50	2400
12	B15	200	5 ... 7	-	т/б балка	400	100	2400
13	B20	250	2 ... 4	-	т/б плита	120	100	1000
14	B20	250	2 ... 4	-	т/б балка	180	75	750
15	B10	150	16 ... 20	-	т/б балка	300	100	1200

d_{min} – конструкция кесимининг минимал ўлчови, мм; l_{min} – арматура стерженлари орасидаги масофа, мм.

Вариантлар бўйича дастлабки маълумотлар

2-жадвал

В	Элақлардаги айрим қолдиқлар, %
---	--------------------------------

	чақиқ тош (шағалтош)						қум					
	70	40	20	10	5	Ост.	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	Ост.
1	-	15	35	20	25	5	15	15	30	25	15	-
2	10	5	35	23	27	0	24	16	27	20	10	3
3	-	4	15	30	41	10	5	15	22	44	14	-
4	-	5	47	30	15	3	1	20	18	36	25	-
5	-	4	40	30	21	5	4	11	32	30	3	20
6	5	15	32	40	8	-	13	20	25	27	10	5
7	-	2	25	30	30	13	8	16	22	24	20	10
8	5	8	40	20	20	7	12	32	28	20	4	4
9	2	20	5	40	30	3	5	35	30	15	10	5
10	-	3	50	15	26	6	20	20	20	20	20	-
11	3	12	50	20	10	5	15	15	30	30	10	-
12	-	8	22	50	15	5	25	20	35	10	5	5
13	-	8	20	50	20	2	25	20	35	5	10	5
14	-	50	20	15	10	5	20	10	30	20	10	10
15	10	20	30	28	12	0	10	23	25	31	11	-

Вариантлар бўйича дастлабки маълумотлар

3-жадвал

Вариант Т	Зичлик, кг/дм ³		Тўқма зичлик, кг/дм ³				Масса бўйича намлик, %	
	кум(К)	Чақик тош (Ч)	К _{кур.}	Ч _{кур.}	К _{н.}	Ч _{н.}	К	Ч
1	2,64	2,68	1,47	1,56	1,41	1,62	3	1
2	2,65	2,68	1,59	1,43	1,52	1,47	6	2
3	2,62	2,65	1,44	1,50	1,39	1,53	3	1
4	2,64	2,71	1,57	1,53	1,53	1,57	4	2
5	2,64	2,65	1,42	1,50	1,39	1,56	5	2
6	2,62	2,65	1,56	1,42	1,51	1,45	4	1
7	2,68	2,65	1,58	1,48	1,51	1,56	7	2
8	2,65	2,67	1,65	1,35	1,55	1,41	4	1
9	2,67	2,70	1,53	1,56	1,48	1,60	5	2
10	2,64	2,69	1,60	1,55	1,52	1,58	5	2
11	2,61	2,65	1,49	1,54	1,41	1,58	7	3
12	2,62	2,65	1,44	1,50	1,40	1,56	3	1
13	2,70	2,65	1,45	1,50	1,39	1,53	4	2
14	2,62	2,71	1,56	1,51	1,50	1,54	6	3
15	2,65	2,69	1,56	1,54	1,49	1,57	4	1

Вариантлар бўйича дастлабки маълумотлар

4-жадвал

Вариант №	Бетон қоришмасини олиш учун материалларни иситиш ҳарорати					R _ц	Лойиҳавий вақт		H ₂ O ким.боғл. %
	Цемент (-)	К (-)	τ				τ ₁	τ ₂	
			Йирик тўлдиргич (-)	Сув (+)	Бетон қоришм. ҳарорати, °C				
1	10	26	16	75	24	400	7	180	20
2	12	12	12	68	18	500	14	180	19
3	6	10	10	68	22	600	14	90	18
4	11	14	14	70	25	400	14	290	21
5	11	11	11	70	19	400	21	90	17
6	4	9	9	70	20	500	14	90	19
7	13	13	13	75	20	300	21	90	20
8	8	8	8	60	20	600	7	90	19
9	7	15	15	81	23	400	7	45	16
10	13	13	13	65	18	600	7	90	20
11	15	15	15	75	22	600	7	90	18
12	16	10	15	75	20	600	7	90	20
13	5	10	10	60	20	600	14	180	21
14	5	10	10	72	30	400	7	90	19,5
15	10	10	10	60	21	400	21	90	18

Қўшимча масалалар.**• Масала**

Маркаси 200 бўлган оғир бетонни тайёрлаш учун маркаси 400 бўлган портландцемент ва ўртача сифатли тўлдиргичлардан фойдаланилди. Ана шу бетон учун С/Ц нисбати нечага тенглиги аниқлансин.

• Масала

Оғир цементли бетоннинг номинал таркиби қуйидаги нисбатда лойиҳаланди: 1:2:4. ва $C/Ц = 0,45$. 1 м³ бетон учун 315 кг цемент сарф бўлса 250 м³ бетон тайёрлаш учун сарф бўладиган материаллар миқдори аниқлансин. Қумнинг намлиги 3%, чақиқтошниги эса 2%.

• Масала

Зичлиги $\rho_{б,см} = 2300 \text{ кг/м}^3$ ва $C/Ц = 0,42$ бетон қоришмасини Ц:Қ:Ч=1:2:4 нисбатдаги таркиби аниқлансин.

Масала

Хажми 500 литр бўлган бетонқорғичда бир марта тайёрлаш учун қумсиз бетон қоришмаси таркиби аниқлансин. Бетоннинг ички таркиби (масса бўйича) Ц/Ч=1:1,25. 1 м³ бетон қоришмаси учун 150 кг цемент зарур. Цемент ва чақиқтошнинг тўкма зичлиги 1250 кг/м³ ва 1520 кг/м³ га тенг.

Масала

Таркиби 1:8 (хажм бўйича), С/Ц-0,65 бўлган 1 м³ абсолют зич цемент-кумли бетон учун материаллар сарфини аниқланг. Кумнинг бўшлиғи 42%, цемент эса 3100 кг/м³ зичликка ва 1300 кг/м³ тўкма зичликка эга.

Масала

200 ва 300 маркали 1 м³ бетон учун цемент сарфи аниқлансин. Цементнинг активлиги – 400 кг/см², бетон қоришмасининг сув талабчанлиги 196 л/м³. Мустаҳкамлик формуласи бўйича $A=0,6$.

Масала

1 м³ бетон учун цемент сарфи 250 кг ва сувники – 200 л бўлганида бетоннинг мустаҳкамлиги 14 МПа га тенг бўлди. Мустаҳкамлик формуласидан фойдаланиб ва сув талабчанликнинг доимийлиги қоидасидан фойдаланиб, тенг ҳаракатланувчи қоришмалар учун 1 м³ бетон учун цемент сарфи 350 ва 400 кг гача оширилса бетон мустаҳкамлиги нечага тенг бўлиши аниқлансин.

Масала

Нам-иссиқ ишлови берилганидаги мустаҳкамлиги 40 МПа ва корхонадан бериладиган мустаҳкамлиги 28 МПа бўлган бетоннинг 28 кунлик даврдаги мустаҳкамлиги аниқлансин ва таркиби ҳисоблансин.

Масала

Нам шароитда ишловчи, нам иссиқ ишлови берилганидан кейинги мустаҳкамлиги 30 МПа бўлган олдиндан зўриктирилган ригель учун бетон таркибини ҳисоблаб топилсин.

Масала

Бетон қоришмасининг ишчи таркиби масса бўйича қуйидаги нисбатга эга бўлганида Ц:П:Щ=1:2:4, С/Ц нисбати 0,42 ва ўртача зичлиги 2300 кг/м³ бўлган бетон учун материаллар сарфи аниқлансин.

Масала

Куруқ шароитда ишловчи, иссиқ нам ишлови берилганидан кейинги мустаҳкамлиги 30 МПа бўлган олдиндан зўриктирилган конструкция учун бетон таркиби ҳисоблансин.

Назорат саволлари:

1. Бетон қоришмасининг сув талабчанлиги бўйича 1 м³ бетон учун сув сарфини.
2. Цемент сарфини. Аниқланган цемент миқдорини минимал руҳсат этиладиганибилан солиштириш.
3. Зич бетон қоришмасини олиш учун 1 м³ бетонга материаллар сарфини ҳисоблаш.
4. Бетон таркибини массаси бўйича нисбий ўлчамларда ҳисоблаш.

Фойдаланилган адабиётлар:

1. Neville. Adam M. Concrete technology / A.M. Neville. J.J. Brook*. 2nd ed. p. cm. Second edition 2010.
2. Concrete Technology theory and practice. M.S. Shetty. S. Chand & Company Ltd. First Multicolour Illustrative Revised Edition 2005.
3. Li, Zongjin, Dr. Advanced concrete technology / Zongjin Li. WILEY. 2011.
4. The Science and Engineering of Materials, Sixth Edition. Authors Donald R. Askeland, Pradeep P. Fulay, Wendelin J. Wright. 2011.
5. Акрамов Ҳ.А., Нуритдинов Ҳ.Н. Бетон ва темир-бетон буюмлари ишлаб чиқариш технологияси. Дарслик (Акрамов Ҳ.А., Нуритдинов Ҳ.Н., Тошкент, ТАҚИ, 2010 йил 592 бет.

V. КЕЙСЛАР БАНКИ

1-Кейс: Бетон таркибини танлаш ва бетонни парвариш қилиш.

Ирригация каналларида сувни тежаш ва уни ерга сингиб кетмаслигини олдини олиш мақсадида очик каналлар қурилишида қарши филтрацион ишларини олиб бориш кўзда тутилган. Каналларда қарши филтрлашни ҳар турдаги жихозини жойлаштириш ишлари ҳозирги кунда қўлланиляпти (бетонли, темирбетонли, асфалтли қопламалар). Улар жуда чидамли, ишонарли, уларни механизациялаш ва жойлаштириш ишларини тўлиқ ҳолла қўлланилади.

Қоплама учун 200...300 маркали гидротехник бетон қўлланилади ва бу талабга жавоб беради. Ўзбекистон ҳудуди ёзда қуруқ иссиқ иқлим шароити ва қиш вақтида совуқ бўлиши билан ажралиб туради. Канал деворларининг қалинлиги одатда 14 см гача бўлади. Қуруқ иссиқ иқлим шароитида бетонлаш ишлари бажарилганидан сўнг бетон қотиш вақтида кўпгина ҳолларда тайёр бетон юзасида дарзлар ҳосил бўлиш муаммоси юзага келади.

Бетон қоришмани ҳаракати 2...5 см, фракцияни йирик тўлдирилиш ўлчами 40мм дан кўп эмас, қоплама қалинлиги 1/3.

Каналларда қарши филтрацион қоплама қалинлиги

Каналдаги сувнинг чуқурлиги, м	Қоплама қалинлиги, см	
	бетонли	темирбетонли
1,0...1,5	6...8	6
1,5...2,0	8...10	6
2,0...2,5	8...10	6...8
2,5...3,0	10...12	6...8
3,0...3,5	12...14	8...10
3,5...4,0	12...14	10...12

Қотаётган бетонда дарзлар ҳосил бўлиш сабабларини ёритиб беринг? Тўлдирувчиларнинг ўлчами қандай танланади? Дарзлар ҳосил бўлишининг олдини олиш учун қандай чоралар кўрилиши керак?

2-Кейс: Бето ва темирбетон ишлаб чиқаришда энергиятежамкорлик.

Замонавий қурилиш ишларида бетондан фойдаланиш самарадорлиги кўп жиҳатдан темир-бетон буюмлар ишлаб чиқариш суратига боғлиқ бўлади.

Завод технологияси асосида йиғма темир-бетон ишлаб чиқариш шароитида бетон қотишини тезлаштиришнинг асосий воситаси унга иссиқлик билан ишлов бериш бўлиб қолади.

Иссиқлик билан ишлов бериш буюм тайёрлаш умумий циклининг 70-80% вақтини олади. Иссиқлик билан ишлов бериш учун бетон тайёрлашга сарфланадиган умумий иссиқлик энергиясининг 70 фоизигача ишлатилади.

Иссиқлик билан ишлов беришдаги ҳаражатлар на фақат буғ ва бошқа турдаги энергия эмас, балки қолиплар сони ва цемент сарфига ҳам боғлиқ бўлади.

Иссиқлик билан ишлов бериш давомийлигини баъзи қолиплар айланиши давомийлиги белгилайди ва булар баҳоси корхона барча ишлаб чиқариш фондларининг анчагина қисмини ташкил этади. Қолипларга завод ускуналари учун сарфланадиган барча пўлатнинг 60-70 фоизи сафрланади ва қолиплар амортизациясига тўловлар бошқа барча ускуналарникидан 1,5-2 марта кўпдир.

Заводда ишлаб чиқариладиган барча маҳсулотнинг 85 фоизига қадари камераларда, буғ меъёрадаги атмосфера босими ва ҳарорат 60-100°C бўлган шароитда буғланади. Буғлашдан ташқари яна автоклавда бетонни 174-191°C тўйдирилган 0,9-1,3 МПа босимида буғ билан буғлаш, берк қолипни ташқарисидан қиздириш йўли билан, бетонни индукцион ток билан, электр магнит майдонида иситиш усуллари ишлатилади.

Корхоналарда бетонни қиздириш 2,5 соатдан 24 соатгача давом этади. Бирок асосан, бетон 12-13 соат қиздирилади. Самарали технологик усулларни ишлатмасдан туриб буғлашни тезлаштириш цемент сарфини оширади. Мисол учун буғлаш 13 соатдан 6-7 соатга камайтирилганда маркаси М 200 бўлган бетонда цемент сарфи 80-100 кг/м³ кўпаяди.

Темир-бетон буюмларига иссиқлик билан ишлов бериш улар жўнатиладиган (ўтувчан, қолипдан чиқариш даражасидаги) мустаҳкамликка эришгунча давом этади. Бундай ҳолатда буғлангандан сўнг 28 сутка ўтганда бетон талаб қилинган даражадаги мустаҳкамликка, яъни белгиланган мустаҳкамликка эришилиши лозим. Бетонни жўнатиладиган даражадаги мустаҳкамлиги деб буюм заводдан истеъмолчига жўнатиладиган даражадаги мустаҳкамликка айтилади.

Ўтувчан мустаҳкамлик олдиндан зўриқтирилган буюмлар учун белгиланади ва арматуранинг олдиндан тортилишини унга ўтказиш вақтида зарур бўладиган бетон мустаҳкамлигини белгилайди. Ўтувчан ва жўнатиладиган мустаҳкамлик муайян бир маҳсулот тури учун белгиланган техник шартлар билан тартибга солинади. Баъзи ҳолларда жўнатиладиган мустаҳкамлик истеъмолчи ва лойиҳачи ташкилот билан келишилади.

Қолипдан чиқариш мустаҳкамлик, бетонни қолипдан чиқариш мумкин бўлган ва завод ичида хавфсиз транспортировка қилиш мумкин бўлган минимал мустаҳкамликни назарда тутаяди. У тайёрловчи корхона томонидан белгиланади.

М 150 ва ундан юқори маркали енгил ва оғир бетондан тайёрланган буюмлар учун жўнатиладиган мустаҳкамлик 50 фоиздан юқори бўлиши, М100 аркали оғир ва енгил бетондан тайёрланган буюмлар учун эса мувофиқ равишда 70 ва 80 фоиздан кам бўлмаслиги керак.

Бетоннинг дастлабки мустаҳкамлигига эришишига энергия таъсирини қандай изохлаш мумкин? Бетон ва темирбетондан маҳсулот ишлаб чиқаришдаги энергия сарфи миқдори нималарга боғлиқ? Бетон ва темирбетондан маҳсулот ишлаб чиқаришда энергияни қандай усуллар ёрдамида иқтисод қилиш мумкин?

3-Кейс.

Moving a Reinforced-Concrete Building: Case Study

Dory Telem¹; Aviad Shapira, M.ASCE²; Ytzhak D. Goren³; and Cliff J. Schexnayder, F.ASCE⁴

Abstract: The project management team directing the construction of a concrete building learned during the last stages of construction that the building encroached by 190 cm into the permit specified setback. This case study discusses how the Internet was used to aid the contractor in addressing the problem and the particular solution adopted for moving the building. The steps taken by the project management team from the moment the problem was discovered through moving the building to its correct location are described. Practitioners can learn much from the creative approach used by this project team to find a solution to the challenges of such a unique problem.

DOI: 10.1061/(ASCE)0733-9364(2006)132:2(115)

CE Database subject headings: Concrete structures; Concrete construction; Data collection; Internet; Relocation; Case reports.

Introduction

In March 2000, Ghiora Mehler Building Works Ltd. (Mehler 2004) began construction of the official residence for the Japanese ambassador to Israel. This company, which specializes in construction of luxury homes and commercial and public buildings in Israel, has over 30 years of diverse project experience. This was a very prestigious and high profile project in Herzliya Pituah, a city located just north of Tel-Aviv on the Mediterranean coast. The Japanese, after requesting a limited number of preselected contractors to present portfolios of their work, allow only approved contractors to submit competitive bids for the contract. Ghiora Mehler submitted the low bid and a contract was awarded without any further negotiations.

Even though this was a residence, the structural frame of the building was reinforced concrete—heavily reinforced concrete because it conformed to the Japanese earthquake standards. Until August 2000 the project was progressing according to schedule and within budget. At that time, however, the surveyor, who was laying out the location of an additional small structure on the site, discovered that the positioning of the residence did not conform to the building permits. The building as constructed was 190 cm

to the east of its correct location and it protruded by that distance into the required and contractually specified setback space.

Striving to serve the client, the project management team decided to postpone the finger pointing and to focus on meeting the challenge of positioning the structure correctly. This paper focuses on the creative and professional manner in which a procedure for moving the building was decided upon and how the building was moved.

Moving Heavy Structures

There are three main reasons why buildings are moved: (1) for preservation—for example, Cape Hatteras Lighthouse (Cape Hatteras Lighthouse 2001; Lighthouse 1993); (2) when for construction, site, or schedule reasons the structure is assembled in a specific location and then moved to its final location—for example, Coleman Bridge (Eskins 1997); or (3) to correct a mistake, as presented in this case.

Because of the uniqueness of most heavy moving operations, the equipment required for these undertakings is in most cases designed for the specific operation by the company in charge of executing the move. It is possible to find a wide variety of equipment combinations, such as hydraulic jacks, wheeled/crawler/rail-mounted carriages, shoring systems made of timber/steel, and temporary reinforced-concrete supports used to accomplish these types of projects. In the majority of cases, regardless of the specific means used, the structure is first lifted and only then is it moved or transported (Kennedy and Kennedy 2003; Koster 2003; Xu 2001; Anders 2000; Hunt 2000; Phillips 2000; Powell 1999). After it is transported to the desired location it is lowered onto a newly prepared foundation.

The operation presented here is unique as compared to other reported cases in that the building, in spite of its considerable weight, was moved without being lifted.

The Building

At the time the location error was detected, construction of the building's reinforced-concrete frame was almost complete. All of the reinforced concrete floors and walls had been cast; the only remaining structural work was that of casting the roof (Fig. 1).

¹PhD Student, Faculty of Civil and Environmental Engineering, Technion—Israel Institute of Technology, Haifa 32000, Israel.

²Associate Professor, Faculty of Civil and Environmental Engineering, Technion—Israel Institute of Technology, Haifa 32000, Israel.

³Project Manager, 23 Zamir St., Caesarea 38900, Israel; formerly, Chief Engineer, Ghiora Mehler Building Works Ltd., 95 Hanasi St., Herzliya Pituah 46399, Israel

⁴Eminent Scholar Emeritus, Del E. Webb School of Construction, Box 870204, Arizona State Univ., Tempe, AZ 85287-0204; 2004 Lady Davis Visiting Scholar, Technion—Israel Institute of Technology, Haifa 32000, Israel.

Note. Discussion open until July 1, 2006. Separate discussions must be submitted for individual papers. To extend the closing date by one month, a written request must be filed with the ASCE Managing Editor. The manuscript for this paper was submitted for review and possible publication on June 22, 2004; approved on May 26, 2005. This paper is part of the *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 132, No. 2, February 1, 2006. ©ASCE, ISSN 0733-9364/2006/2-115-124/\$25.00.



Fig. 1. State of building before move

The building rests on a mixed sand and clay-sand soil, which is the natural soil found at the building site. After excavation to the required foundation elevation these natural soils were compacted to 98% AASHTO T-180 (AASHTO 1990) using a smooth drum steel-wheel roller. Upon this compacted material is a 45-cm-thick reinforced-concrete raft foundation. The raft foundation and the structure were designed to the Japanese earthquake standard. The use of a raft foundation and the design standard were specified by the Japanese to their Israeli design team.

One meter above the 820 m² raft foundation is a second slab. This second slab is 20 cm thick and approximately 800 m² in area. The purpose of this second slab is to create what is referred to as a technical area. Within this technical area, which is sandwiched between the two slabs, are the building's plumbing, HVAC, and electrical systems. While 1 m does not provide standing room it does allow easy access to all systems. Rising above the technical-area-covering slab are a basement of 625 m², a ground floor of 625 m², and a second floor of 550 m². The ground and second floor slabs each have a thickness of 20 cm. The total building enclosure is 2,600 m² (1,800 m² for living and the 800 m² technical floor).

Seeking a Solution

After recovering from the shock of discovering the problem the contractor began to seek solutions. The architect first proposed cutting off the protruding 190 cm that extended into the setback zone and adding floor space to the opposite side of the building. A new floor plan was developed by the architect and presented to the owner. The owner, however, was not receptive to this idea and clearly stated that the "contract specified residence" was what must be provided.

The contractor then conceived the idea of lifting the building with cranes and moving it as necessary. A calculation of the building weight (concrete and steel in the structure) at that point in construction revealed that the crane would have to lift approximately 4,800 tons. This weight made lifting impossible as a crane of such capability was not available and even if such a large crane was located there was insufficient space adjacent to the building for positioning such a monster machine. A Demag CC 12,600, one of the largest capacity commercial cranes available, is only rated at 1,600 tons (at a radius of 12 m) and the width from outside edge of crawler to outside edge of crawler for this machine is 12.2 m. After one month of shut down there was no

viable plan as to how to proceed. But the contractor still believed that moving the structure might be possible. The one positive note during this period was that the structural engineer held to the philosophy that every member of the project team needed to be committed to solving the problem.

The contractor recognized that he lacked knowledge about moving such a heavy structure and was now fully cognizant of the necessity for obtaining expert advice on how to proceed. After finding that experience with moving such a heavy building was not available in Israel, the contractor was not sure as to how to locate such knowledge internationally. At this point the architect mentioned to the contractor that an Internet search might produce results.

Website

With the idea that a website would serve as a means for obtaining expert assistance, the contractor turned to an information technology consultant. This was one of the most significant steps taken by the project team. Though this consultant had never developed a website for a construction company, he did have experience leading the development of pioneering Internet projects. The consultant crafted a website (no longer active) that supplied all of the important project information and explained what had to be accomplished. A descriptive writeup, sketches, measurements, the calculated building weight, and project pictures were posted on the website. Initially the contractor instructed this consultant to concentrate on expertise located in North America.

Data mining

Using data mining tools, the consultant identified and created a data base of companies in North America involved in moving buildings or supplying equipment for moving buildings. To each of these companies an email was sent which sought to verify the contact information and to obtain an initial indication of interest. A second email was sent to those companies that expressed an interest in the work. This second email provided a link to the project website and specifically requested submission of proposed methods for moving the structure.

The creation of this website specifically designed for seeking solutions to the problem of moving such a heavy concrete structure together with the data mining search that identified companies with the required expertise proved a success. Four days after launching the search more than 80 serious responses were received from North America. This group of responses supplied the contractor with a valuable overview of the principal methods used for moving heavy structures. Some of the suggested methods were ruled out immediately because their application was limited to smaller and lighter structures. They were viable methods for moving wooden houses weighing up to 1,000 ton but not really applicable to the heavy concrete structure that was the immediate problem.

The contractor then directed the information technology consultant to expand the data mining search to Europe. Similar emails, seeking professional services, were sent to European companies. After analyzing all of the proposals, it was determined that the two most experienced companies specializing in providing equipment for this unique undertaking were located in Switzerland and Germany.

Word of Mouth

At this point a small demolition subcontractor who had often worked with the building contractor informed the company owner about a company in The Netherlands that moved large structures. This subcontractor knew about the company because he often purchased used equipment from them and while in their yard in Belgium had seen some of their equipment for moving large structures. Therefore, on the advice of his friend the contractor contacted this third company.

Selecting a Method

Specialists from these three companies were invited individually to Israel to visit the construction site and to conduct their own investigation of conditions. The contractor paid for their travel and provided the visitors with all relevant data.

Opinions

The first individual to visit the project was from the Swiss company. After spending about two hours inspecting the work and the site, this specialist announced that he had come with a preconceived plan to lift and move, but had now changed his mind and proposed that the building be pushed into the proper location. This was the first time anyone suggested pushing or jacking the building. This method is sometimes referred to as propulsion. This engineer concluded that lifting the building was not required. By applying a large horizontal force, greater than the static friction between the raft foundation and the surface below it, he believed that the building could be slid into its new proper position.

A representative from the company in The Netherlands was the second specialist to visit the project. After completing the inspection he announced that he was satisfied they could move the building. When asked how he proposed to proceed he said "lift and move." At that point the contractor asked if jacking the building was possible. This specialist immediately replied in the positive to the jacking suggestion.

A professor representing the German company was the last to visit the site. He proposed a plan of lifting the building on inflated pillows and using a track system to skid the building into its correct location. This method of moving structures had been successfully implemented several times in different locations around the world and did not involve a large risk. Again the contractor inquired as to whether the specialist thought the building could be pushed without lifting. This specialist immediately said "no." He went on to explain that by pushing you would cause the entire building to shift "out of balance" and it would develop cracks and possibly fracture.

The contractor realized that lifting and skidding the building would be very costly as one of the early responses from a mover in the United States had stated, "Our usual solution is to jack the piece after installation of a supporting frame, and then to skid it on a track with skid shoes. We did this two times recently with pieces over 4,000 tons, but the cost was very expensive (over 1 million US \$)." Nevertheless, the contractor requested that each of the three companies submit a formal proposal for accomplishing the move. It was requested that the proposal include a general description of the planned method and a cost estimate.

Both the Swiss and Dutch companies proposed jacking. The Germany firm submitted a proposal to lift and skid which was

almost eight times more expensive than jacking. Additionally, the German firm submitted a very detailed engineering report discussing how the building would react to jacking. This report caused the contractor grave concern, as it concluded that the task could not be achieved by applying the propulsion method. It predicted that the horizontal force would cause the building to crack and eventually to collapse.

Decision—A Partner

Research by the contractor revealed that up to that point in time, the propulsion method had never been executed on a reinforced-concrete structure of this size. In executing this pioneering endeavor, the project team could afford no mistakes and one of the key elements needed in order to achieve success was choosing the right company to execute the move.

Given its negative opinion on the application of the propulsion method, the German company was eliminated from consideration. The dilemma of choosing between the Dutch and the Swiss companies was hard. They both had demonstrated experience with specialized projects and left a strong professional impression on the contractor. The fee stipulated by the two companies for their services was almost identical.

The deciding selection factor was "attitude" toward the work. Whereas the Swiss company demanded that in the case of a failure, it would still be paid half the fee, the Dutch engineers were not willing to regard failure as an option, and consequently stated that if the operation were not successful, they would not receive a fee. The contractor felt strongly about this attitude—determination to succeed and willingness to share the risk. This attitude convinced the Ghiora Mehler Company that the Dutch engineers were the partners they wanted for this challenging work. Risk sharing strengthened the need for the two companies to work as one unit. Hence the Dutch company, Mammoet (2004), was given the project and a contract was executed.

Planning

Once the method and equipment were selected, detailed planning began. During this planning stage (1) the resisting forces were calculated and verified in the laboratory; (2) a jack support reaction system was designed; (3) the necessary strengthening of the structure was investigated; and (4) work activities were scheduled.

Resisting Force

The layers of the foundation were as follows (from bottom to top).

1. Foundation material: A compacted natural sand, 98% modified (AASHTO T-180-90).
2. Leveling mat. The structure has a 7-cm-thick lean concrete leveling mat that was placed on the compacted sand. This concrete had a design strength of 20 MPa.
3. Bituminous seal coat. A brushed-on 6 mm seal of bituminous material (chemifren) had been applied to the top of the leveling mat.
4. Bituminous sheets. A layer of 5-mm-thick bituminous material separated the seal coat from the raft foundation slab.
5. Raft foundation slab. A 45-cm-thick concrete slab having top and bottom mats of welded wire fabric reinforcement. The reinforcing wire was 12 mm in diameter, spaced 10 cm cen-

ter to center. The design strength of the concrete was 30 MPa. This was the structure's primary foundation element.

Because the foundation system was composed of multiple layers, calculations and theoretic analysis were not deemed adequate for defining the friction forces or predicting the sliding performance. Therefore to determine the driving force required to slide the structure, the contractor contacted the Technion's (Israel Institute of Technology) Building and Infrastructure Testing Laboratory and a testing program was agreed upon and conducted. Using soil sampling obtained from the building's foundation, measurements were made of dry density and moisture content. Additionally, direct shear tests using the usual apparatus and direct shear tests using a double shear box apparatus were carried out. The concrete raft (design strength of 30 MPa) and the bitumen sheet were also modeled. Bitumen sheets were supplied by the contractor. All of the tests were carried out according to ASTM standards.

The dry density and moisture content were measured at the site using a nuclear gauge (Standards Institution of Israel 1997). The tests were conducted at three different points around the building. The consolidated drained direct shear tests on compacted sand samples were conducted to obtain a value for the angle of internal friction (ϕ) of the sand. Test specimens were of 6.33 cm diameter by 2.54 cm height.

Two sets of direct shear tests were performed using double shear box apparatus. The instrument consisted of three cells. Its dimensions are 30 cm (length), 30 cm (width), and 7.5 cm (height). The tests were done in order to obtain the value of friction (resistance to shear) between the sand and lean concrete and between the concrete raft and the bitumen sheets.

In the first set of shear tests sand material was compacted in the upper and lower cells, while the concrete plate was inserted in the middle cell of the instrument. In the second set of the tests, bitumen sheets were inserted in the upper and lower cells, and concrete plate—in the middle cell.

From the laboratory results, it was concluded that the horizontal force required for pushing the 4,800-ton structure would be something greater than 28,000 kN. The laboratory results indicated that the movement of the building would take place between the bottom of the 45-cm-raft foundation slab and the lean concrete leveling mat. The bituminous layers, placed between the foundation slab and the lean concrete leveling mat, would provide a "relatively smooth" surface upon which the building would slide.

It was realized, however, that for the first push it would be necessary to overcome the static frictional forces caused by the interlocking irregularities of the foundation slab and the lean concrete slab but the coefficient of static friction defies precise prediction. It was expected that the foundation slab conformed to any roughness or even possibly internal areas having a slight slope that occurred in the supporting lean concrete slab and these would contribute to static friction.

Therefore, after studying the laboratory findings and consulting with the Dutch firm, it was decided to use six hydraulic jacks. Each jack was rated at a maximum force of 7,000 kN. The potential propelling force of the six jacks used concurrently was 42,000 kN or 150% (42,000/28,000) of the minimum propelling force indicated by the laboratory experiments.

The next issue was determining the most appropriate manner of positioning the jacks along the eastern face of the building. This was when the cooperation of the structural engineer came into play. Literally working day and night he analyzed the effect of jack placement schemes on the structure. Five different

schemes (plans) were passed back and forth by email between the contractor and the Dutch firm. To the contractor's advantage was the fact that the building had been designed to a very strict earthquake code.

Two alternatives were identified for further examination (Figs. 2 and 3). The cross hatched areas in Figs. 2 and 3 indicate new concrete additions to the raft foundation that were to be cast to strengthen the structure. These two alternatives were identical in terms of the force distribution relative to the structure's center of gravity; Alternative II (Fig. 3), however, required less strengthening of the structure, and was therefore chosen.

Reaction System

Having addressed the question of force application, the contractor with the help of the structural and geotechnical engineers approached the problem of how to absorb the reaction forces. It was crucial to distribute these forces in a manner that would prevent them from causing damage to the area surrounding the structure and particularly to a nearby street with buried utilities which were only 8 m from the building.

The decision was made to construct a reinforced-concrete retaining wall on the eastern face of the site (Fig. 4). The structural engineer continued to do yeoman service, with no additional compensation, by developing the necessary construction drawing so work could proceed. These were not nice clean plan sheets but what he provided the contractor (Figs. 4 and 5) contained the information required for the reaction system to be constructed within the scheduled time frame. This wall would receive and distribute the reaction force from the jacks. The retaining wall was a system of 29 vertical piers each 90 cm in diameter and 12 m in length (Fig. 5).

Each pier was designed to absorb a maximum load of 2,000 kN. The piers were connected at their tops and at the raft foundation level by horizontal concrete beams. The lower beam, cast at the raft level, served as a bumper onto which the jacks were attached. The design strength for the concrete in the piers and the upper beam was 30 MPa. The concrete in the foundation level beam had 40 MPa design strength. The upper beam served two purposes: (1) to tie the piers together, and (2) to provide the necessary downward force (weight) to the wall.

Strengthening the Structure

It was necessary to execute several structural adjustments to the structure so that the propelling forces from the jacks could act through the raft foundation without causing damage to the building. After consultation with the structural engineer, it was decided to cast complementary additions to the raft foundation so that it would have a trapezoid shape (Fig. 6).

A 10-cm-thick leveling mat 190 cm in width was constructed across the full 35 m of the west side of the building to provide a continuous sliding surface during the push (as noted in Fig. 7, activity 10, "Casting a slab under the pergola").

Schedule

The time necessary for shipping the equipment to Israel and placing it on site was fixed. There was nothing that the contractor could do to accelerate this time duration. Therefore, it was decided that this transport fix duration would be the critical path for all of the on-site activities that had to be accomplished before jacking could proceed (Fig. 7). While the equipment was being

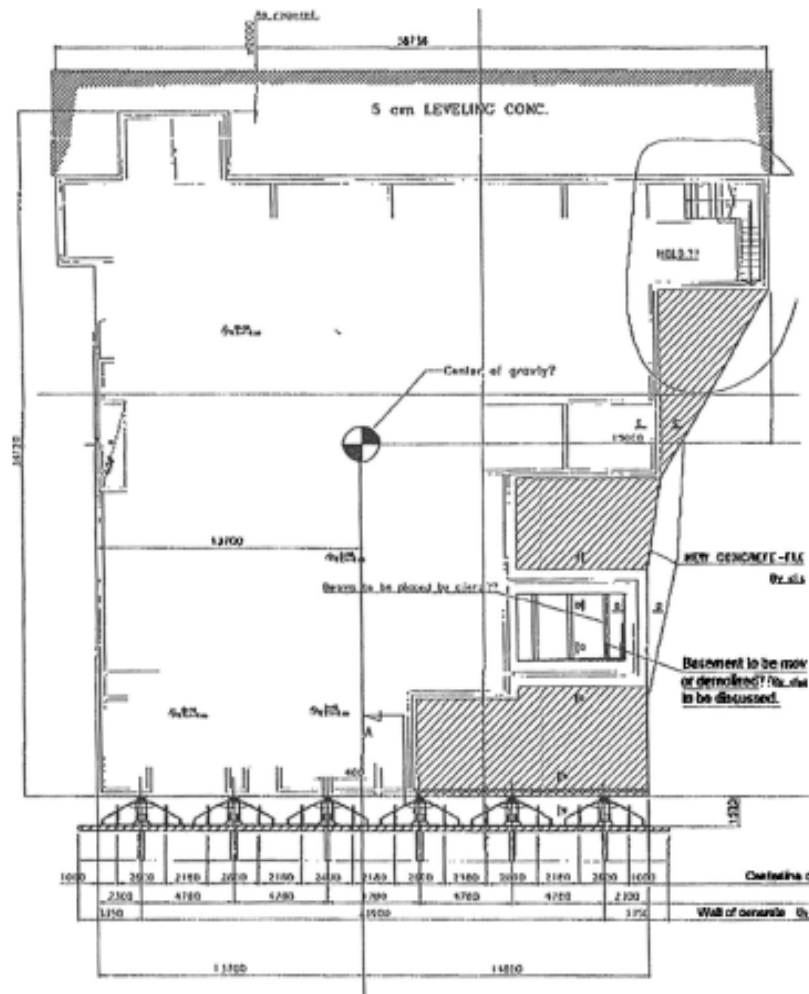


Fig. 2. Alternative I positioning of hydraulic jacks

prepared in The Netherlands and sent to Israel by ship, as seen on the schedule (Fig. 7), the following on-site activities were completed:

- Drilling and casting the retaining wall piers on the eastern side of the building.
- Constructing the upper concrete beam.
- Excavating, after the upper beam had gained sufficient strength, the area between the retaining wall and the building on the eastern side of the site.
- Construction of the lower beam and casting of concrete between the piers in order to prevent the exposed soil, between the piers, from collapsing.
- Excavating material from the south, west, and north sides of the building, to create a space for the building's movement.
- Cutting and clearing the dirt under a wall bordering an outdoor pergola, which was originally built lower than the planned sliding surface.
- Casting additions to the raft foundation.
- Casting a slab under the pergola and extension of the leveling mat on the west side of the building.

The time from the end of concrete placement to the actual

moving of the building was two weeks (see Fig. 7). This provided the required time duration for the new concrete to gain the necessary strength.

Execution of the Move

The equipment from The Netherlands arrived on site, accompanied by a technician and an engineer from the firm. After unloading and inspection of the equipment, a mobile crane was brought to the site, and within one workday, the jacks were set in place (Fig. 8). The jacks were mounted onto the raft foundation slab so they moved with the building and did not have to be handled during the pushing operation. The decision on how to mount the jacks for such operations requires careful consideration for the logistics of handling the jacks and a thoughtful analysis of how to conduct the operation in a safe manner (see Fiori and David 2004).

To monitor the building for cracking the Japanese sent their own team of building inspectors from Japan. This team glued thin

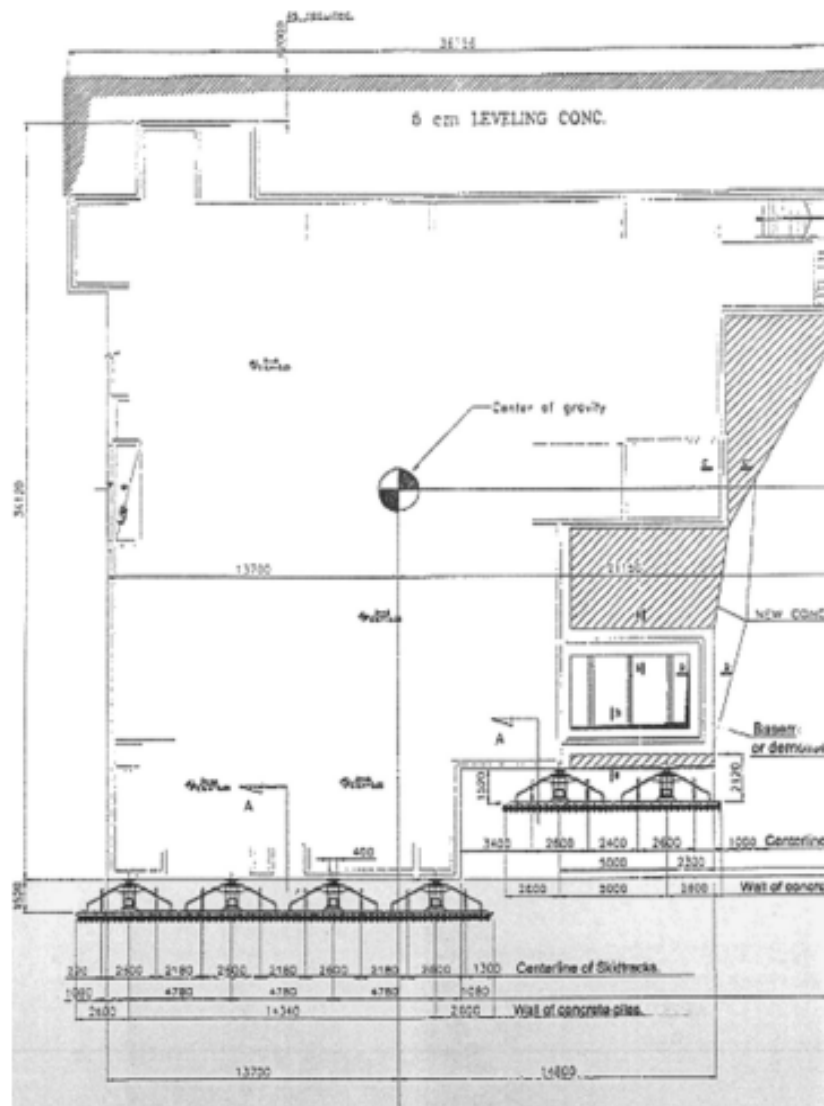


Fig. 3. Alternative II positioning of hydraulic jacks

strips of paper across the meeting edges of walls, ceilings and walls, and floors and walls to detect any displacements of the structural frame during the move.

A critical requirement for achieving success was that the six jacks of the jacking system all worked as a single-force-generating unit. This was accomplished by the use of a computerized control unit. This control unit regulated the force applied by the individual jacks. The control unit also permitted the manipulation of the direction and the velocity of the building's movement. The contractor had a surveyor to continually check elevation and horizontal position as the jacking progressed.

The plan was that the jacking would be carried out in four stages with the building moving approximately 50 cm with each push. The stroke (piston length) of the jacks prescribed the push distance that could be accomplished at one time. After each stage, the jacks were closed back to their original length. This stage process permitted corrective steering of the building.

Required Force

At 5 a.m., after a final inspection of the jacks and the application of oil to the new leveling concrete on the west side, the pushing operation began. Though the effect of static friction had been considered when the decision was made concerning total jacking force necessary (this was why the jacks had the capability to develop 42,000 kN), to the concern of all the structure did not move as the applied jacking force steadily increased past first 30,000 kN and then 35,000 kN. The jacking force had to be increased to nearly 40,000 kN before initial motion of the building was achieved. Once motion began, the required jacking force dropped to about 25,000 kN, 3,000 kN below the laboratory predicted value. At the beginning of each push there was again the necessity to overcome static friction but never again was a force approaching 40,000 kN required.

The actual jacking time for each push was 20 min. As the jacks

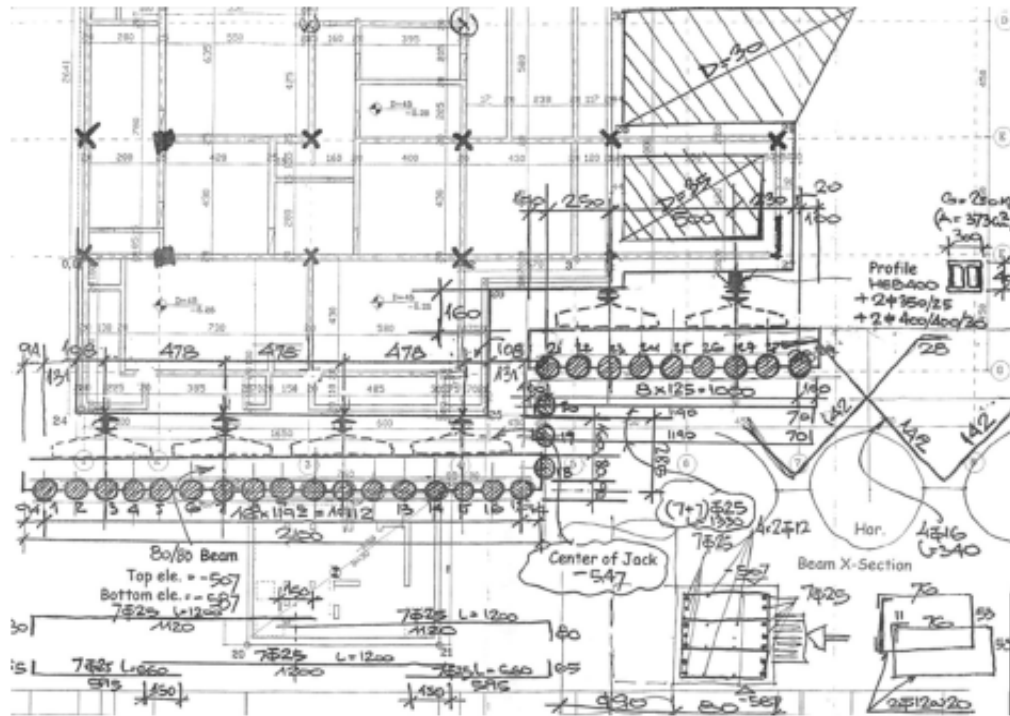


Fig. 4. Design sketch system of reinforced concrete piers

moved with the structure the gap that opened between the piers and the jacks with each push was filled with timber beams. The beech wood beams were 10 cm by 10 cm and cut in 1 meter lengths specially prepared for this purpose (Fig. 9).

Problem

With the first push the foundation slab of the building moved forward onto the new 10 cm leveling mat. However, as the push continued, something unexpected happened: the oiled leveling mat addition, which was constructed to aid the sliding of the building slab, was shoved forward like a plate. It appeared that the leveling mat began to act as a blade pushing a wave of foundation soil ahead of itself and together the leveling mat and building slab began to ride up on this wedge of soil. At the end of the first push the surveyor confirmed the leading edge of the building slab was approximately 2.5 cm high. The decision was immediately made to jack hammer and remove the 10 cm leveling mat. A labor crew was assembled to tackle this work while a second crew worked at installing the necessary timber cribbing between the lower beam of the reaction wall and the now retracted jacks.

The cribbing crew installed the five alternating layers (one vertical then one horizontal) of cribbing in about 1.5 h. In this same time period the labor crew removed all of the leveling concrete that was in front of the foundation slab and leveled the area. Once these activities were completed the second push began. When the jacks reached the end of this 50 cm push the surveyor confirmed that the leading edge of the foundation slab had come back almost to the proper elevation.

Verification

Again there was a 1.5 h stop to close the jacks and install additional cribbing. After the third push was completed the foundation was once more level and resting at the proper elevation. After 8 h the fourth push had been completed and the building moved the required 190 cm west. To confirm that the building was properly positioned, a final survey was performed. After reviewing the survey results to verify that there were no vertical or horizontal deviations and after the Japanese team verified that there was no structural damage, success was announced.

The next day the jacking equipment was packed and shipped back to The Netherlands, and the finishing work on the building resumed.

Successful Project

The work of actually constructing the building had been delayed three months by this positioning problem. The first month of the delay was spent recovering from shock, seeking authority to request a permit variance, and developing proposals to modify the structure. Neither the variance nor the modification idea was acceptable to the owner. Therefore a second month was spent developing a process for moving the building. Once the jacking method was decided upon, a third month was required for shipping the equipment from The Netherlands and completing the construction of the force resisting wall and structural strengthening of the building.

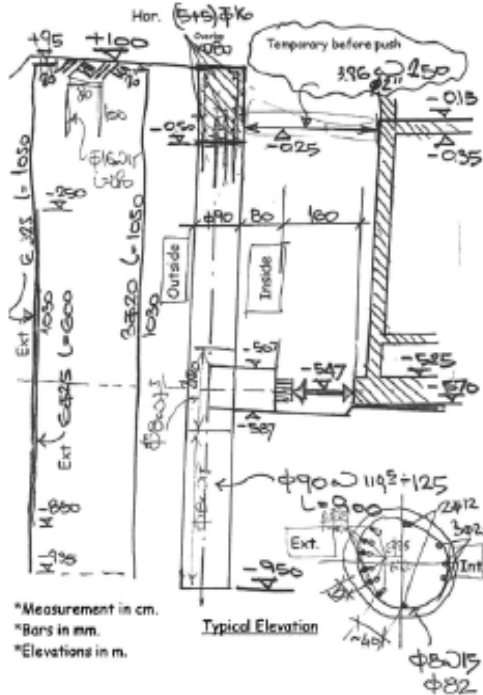


Fig. 5. Design sketch of retaining-wall pier

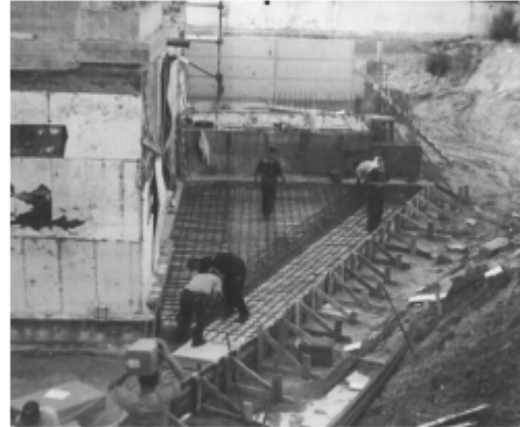


Fig. 6. Casting additions to raft foundation

In spite of this delay the contractor completed the project one month ahead of schedule and the residence (Fig. 10) was then accepted by the owner.

Conclusion

The repositioning of the building was a difficult undertaking. Success was the product of several factors:

- Fulfilling the client's needs: The contractor wisely decided that when the problem was first discovered the most appropriate action was to concentrate on finding the solution that would best serve the client. The client wanted the building positioned precisely according to the original plans and that was exactly what was delivered.

BEAR	ACTIVITIES	DURATION	START	FINISH	PRGC.	CORRECTION	29-Oct		5-Nov		12-Nov		19-Nov		26-Nov							
							s	mt	w	f	s	mt	w	f	s	mt	w	f	s	mt		
1	DRIPPING THE EQUIPMENT	25d	28/10	23/11	-	-	[Gantt bar spanning from 29-Oct to 23-Nov]															
2	SPILING AND CASTING THE RETAINING WALL BEARS	6d	28/10	03/11	-	-	[Gantt bar from 29-Oct to 03-Nov]															
3	CONSTRUCTING THE UPPER CONCRETE BEAM	4d	03/11	08/11	2	10-30	[Gantt bar from 03-Nov to 08-Nov]															
4	EXCAVATING MATERIAL FROM THE SOUTH, WEST, AND NORTH SIDES OF THE BUILDING	3d	03/11	03/11	3	10+0	[Gantt bar from 03-Nov to 03-Nov]															
5	EXCAVATING MATERIAL FROM THE EAST SIDE OF THE BUILDING	3d	08/11	08/11	3	10+0	[Gantt bar from 08-Nov to 08-Nov]															
6	CONSTRUCTION OF THE LOBBY BEAM	3d	08/11	12/11	5	10+0	[Gantt bar from 08-Nov to 12-Nov]															
7	CASTING OF CONCRETE BETWEEN THE PIERS	3d	08/11	12/11	5	10+0	[Gantt bar from 08-Nov to 12-Nov]															
8	CUTTING AND CLEARING THE DIRT UNDER A WALL BORDERING AN OUTDOOR PERGOLA	3d	03/11	07/11	4	10+0	[Gantt bar from 03-Nov to 07-Nov]															
9	CASTING ADDITIONS TO THE RAFT FOUNDATION	3d	08/11	07/11	4	10+0	[Gantt bar from 08-Nov to 07-Nov]															
10	CASTING A SLAB UNDER THE PERGOLA	4d	08/11	12/11	8	10+0	[Gantt bar from 08-Nov to 12-Nov]															
11	ALLOWING THE CONCRETE TO GAIN THE NECESSARY STRENGTH	13d	12/11	25/11	10	10+0	[Gantt bar from 12-Nov to 25-Nov]															
12	UNLOADING AND REPECTING THE EQUIPMENT ON SITE	1d	23/11	23/11	1	10+0	[Gantt bar from 23-Nov to 23-Nov]															
13	PLACEMENT OF THE HYDRAULIC JACKS	1d	28/11	28/11	12	10+0	[Gantt bar from 28-Nov to 28-Nov]															
14	MOVING THE BUILDING	1d	28/11	28/11	13	10+0	[Gantt bar from 28-Nov to 28-Nov]															
TOTAL DURATION							29 days															

Fig. 7. Schedule of moving operations



Fig. 8. Placement of hydraulic jacks



Fig. 10. Completed building



Fig. 9. Push in progress and timber cribbing being used

- Gathering knowledge: The contractor recognized his limitations in relation to moving heavy structures and therefore launched an Internet site to seek solutions to the problem. The Internet site allowed the contractor to gather vital information from professionals around the globe very quickly.
- Analyzing engineering parameters: The contractor sought to reduce risk and reduce uncertainty during the planning stage of the operation. To do this expert engineering support was sought from experts at a research laboratory. A structural model was used to verify analytical calculations. Based on the modeling and the calculations the constructor reduced the risk by properly protecting the structure and its surroundings.
- Selecting committed partner: The persons involved in this operation demonstrated full commitment to the project—a factor that proved vital for achieving project success. Even when one specialist ventured a pessimistic opinion, the team continued to seek solutions. The selected partner stated that failure was not an option, and accepted the project risk.
- Detailed planning: A proper level of detailed planning was required to make the operation successful. This included such items as the appropriate jacking system and reaction absorption system, site logistics, and equipment handling, and the construction schedule for this operation. Everything had to be planned in detail to ensure success, which was accomplished in this effort.

Acknowledgment

The writers would like to express their appreciation to Mr. Danny Golan for explaining the process used in soliciting a construction solution by means of an Internet website.

References

- AASHTO. (1990). "Moisture-density relations of soils." *AASHTO T 180-90*, Washington, D.C.
- Anders, J. (2000). "The Hatteras Lighthouse." *Struct. Mover*, 18(1), 50–59.
- Cape Hatteras Lighthouse Relocation Articles and Images. (2001). (www.nps.gov/caha/lrp.htm), U.S. Department of the Interior, National Park Service, Cape Hatteras, National Seashore, N.C.
- Eskins, W. A. (1998). "Construction of the new Coleman Bridge: Fifth

- Roebbling lecture, 1997." *J. Constr. Eng. Manage.*, 124(3), 173–175.
- Fiori, C. M., and David, S. A. (2004). "Bridge superstructure lowering operation—U.S. 60 widening, Mesa, Arizona." *Pract. Period. Struct. Des. Constr.*, 9(2), 102–107.
- Hunt, C. S. (2000). "Preserving an American treasure." *Civ. Eng. (N.Y.)*, 70(7), 66–67.
- Kennedy, H., and Kennedy, K. (2003). "Moving the Mars Stone Chapel—Pulaski, Tennessee." *Struct. Mover*, 21(2), 10–11.
- Koster, G. (2003). "Complex viaduct completely moved." *Struct. Mover*, 21(1), 50–55.
- "Lighthouse moved to new home." (1993). *Civ. Eng. (N.Y.)*, 63(12), 14.
- Mammoet. (2004). Mammoet Holding B.V., Van Seumeren Group. (www.mammoet.com).
- Mehler, Ghiora Building Works Ltd. (2004). (www.mehler.co.il/english.htm).
- Phillips A. (2000). "Tall order." *Natl. Geogr.*, 197(5), 98–105.
- Powell, A. E. (1999). "Back from the brink." *Civ. Eng. (N.Y.)*, 69(10), 52–57.
- Standards Institution of Israel. (1997). "In-situ test of density and moisture content of soil by nuclear gauge." *SI J454*, Tel Aviv, Israel.
- Xu, X. (2001). "Eight story masonry move in China." *Struct. Mover*, 19(2), 10–13.

VI. ГЛОССАРИЙ

Термин	Ўзбек тилидаги шарҳи	Инглиз тилидаги шарҳи
<i>Автобетонқорғич</i>	шассисига бетонқорғич ўрнатилган бетон тайёрлаш ва уни жойлаш жойига ташиш, шунингдек бетон заводидан истеъмолчига тайёр бетонни етказиб берувчи автомобиль.	A concrete mixer (also commonly called a cement mixer) is a device that homogeneously combines cement, aggregate such as sand or gravel, and water to form concrete. A typical concrete mixer uses a revolving drum to mix the components. For smaller volume works portable concrete mixers are often used so that the concrete can be made at the construction site, giving the workers ample time to use the concrete before it hardens. An alternative to a machine is mixing concrete by hand. This is usually done in a wheelbarrow; however, several companies have recently begun to sell modified tarps for this purpose.
<i>Автоклав</i>	(франц. <i>autoclave</i> , грек. <i>autōs</i> – ўзи, лат. <i>clavis</i> - калит) – юқори босим остида (жараёнларни тезлигини ошириш учун) қиздириб физикавий-кимёвий жараёнларни амалга ошириш учун герметик ёпиқ аппарат	An autoclave is a pressure chamber used to carry out industrial processes requiring elevated temperature and pressure different from ambient air pressure.
<i>Автоклав материаллари</i>	– силикат боғловчилар (оҳак, цемент ва уларнинг аралашмалари) ва анорганик тўлдиргичлар (асосан кум, шлак ва кул) асосидаги юқориҳарорат ва босим таъсирида қотадиган қурилиш материаллари ва буюмлари. Тайёрлаш вақтида тўйинган буғ билан буғлаб, 8-16 соат давомида иссиқ-нам ишлови берилади. Бу материалларга силикат ғишт, серғоак бетонлар мисол бўла олади.	Silicate binding (lime, cement, and their compounds) and inorganic fillers (sand, slag and ash) on yuqoriharorat the influence of pressure and hardening of building materials and products. Steam cooking with saturated steam at the time of 8-16 hours in a hot-wet processing. This material silicate bricks, concrete serg'oak example.
<i>Айланма печь</i>	ётиқ цилиндр шаклидаги (думалок) саноат печи. Айланма печь бўйлама ўқи атрофида айланади ёки тебранади. Металларни суюқлантириш, материалларни	A rotary kiln is a pyroprocessing device used to raise materials to a high temperature (calcination) in a continuous process. Materials produced using rotary kilns include:

	<p>қуритиш, болғалаш ёки штамплаш учун металл хом ашёни қиздириш, металл буюмларга иссиқлик ишлови бериш, цемент пишириш ва б. мақсадлар учун мўлжалланган. Печнинг айланиб туриши натижасида иссиқлик бир текис тақсимланади, шунинг учун печнинг ички қопламаси узокқа чидайди. Айланма печда материал ёки буюмлар ёнилғининг ёниш маҳсулотлари, электр токи ёки электр ёйи билан қиздирилади. Қуритиш ва иссиқлик ишлови бериш (термик ишлаш)да материал печнинг бир бошидан киритилиб, иккинчи бошидан чиқарилади; бундай печлар узлуксиз ишлаши мумкин.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Cement • Lime • Refractories • Metakaolin • Titanium dioxide • Alumina • Vermiculite • Iron ore pellets
Арматура	<p>(лот. armatura – қурол-яроғ, ускуна, жихоз)– бу детал ёки ускуналар йиғими бўлиб, машина, конструкция ёки иншоотнинг асосий қисми бўлмай туриб, уларнинг тўғри ишлашини таъминлаб беради. Темир-бетонда арматурадан конструкцияни эгилишга яхши ишлаши учун фойдаланилади.</p>	<p>Armature, rebar Rebar (short for reinforcing bar), also known as reinforcing steel, reinforcement steel,^[1] is a steel bar or mesh of steel wires used as a tension device in reinforced concrete and reinforced masonry structures to strengthen and hold the concrete in tension. Rebar's surface is often patterned to form a better bond with the concrete.</p>
Арматура каркаси	<p>арматура стерженларидан ясалган каркас.</p>	<p>reinforcing cage</p>
Арматуралаш	<p>материал ёки конструкцияни бошқа мустаҳкамроқ материаллар билан кучлантириш.</p>	<p>Reinforcement</p>
Арматурани анкерлаш зонаси	<p>таранглаштириладиган арматуранинг узунлиги уни маҳкамлаш учун етарли бўлган охириги учлари зонаси.</p>	<p>rebar reinforcement zone</p>
Белит	<p>икки кальцийли силикатдаги турли элементлар қаттиқ эритмаларининг умумлаштирилган номи. Портландцемент клинкерининг иккинчи асосий</p>	<p>Belite is an industrial mineral important in Portland cement manufacture. Its main constituent is dicalcium silicate, Ca_2SiO_4, sometimes formulated as $2 \text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ (C_2S in cement chemist notation).</p>

	<p>минералларидан биридир - $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ (C_2S). У алитдан дастлабки кунларда секин қотиши билан фаркланади. Унинг асосий мустаҳкамлиги бир йил атрофида тўпланади. Бу мустаҳкамлик алитнинг мустаҳкамлигига яқин.</p>	
<p>Бетон</p>	<p>маълум миқдорда ўлчаб олинган боғловчи модда, майда ва йирик тўлдирғичлар ва сув аралашмасидан ташкил топган қоришманинг аста-секин қотиши натижасида ҳосил бўлган сунъий тош. У сув билан боғловчини реакцияси натижасида боғловчи модданинг заррачаларидан, янги ҳосил бўлган минераллардан, тўлдирғичлардан, сув, баъзи вақтларда кўшилган кўшимчадан, киритилган ҳаводан иборат бўлган мураккаб кўп компонентли система.</p>	<p>Concrete is a composite material composed of coarse aggregate bonded together with a fluid cement which hardens over time. Most concretes used are lime-based concretes such as Portland cement concrete or concretes made with other hydraulic cements, such as ciment fondu. However, road surfaces are also a type of concrete, asphalt concrete, where the cement material is bitumen, and polymer concretes are sometimes used where the cementing material is a polymer.</p>
<p>Бетон заводи</p>	<p>бир ёки бир неча қурилиш майдонларига хизмат қилувчи ва бетон қоришмаси ёки курук бетон қоришмасини тайёрлаш учун вақтинчалик ёки доимий корхона.</p>	<p>A concrete plant, also known as a batch plant or batching plant or a concrete batching plant, is a device that combines various ingredients to form concrete. Some of these inputs include sand, water, aggregate (rocks, gravel, etc.), fly ash, potash, and cement. There are two types of concrete plants: <i>Dry mix</i> plants and <i>Wet mix</i> plants. A concrete plant can have a variety of parts and accessories, including: mixers (either <i>tilt-up</i> or <i>horizontal</i> or in some cases both), cement batchers, aggregate batchers, conveyors, radial stackers, aggregate bins, cement bins, heaters, chillers, cement silos, batch plant controls, and dust collectors (to minimize environmental pollution).</p>
<p>Бетон насоси</p>	<p>янги тайёрланган бетон қоришмасини қувурлар орқали ётқизиш жойига етказиб бериш учун плунжерли (поршенли) насосли машина.</p>	<p>A concrete pump is a machine used for transferring liquid concrete by pumping. There are two types of concrete pumps.</p>

<p>Гидравлик боғловчи моддалар</p>	<p>хам ҳавода ҳам сувда қотиб ўз мустаҳкамлигини ҳавода ҳам сувда ҳам (сувда яхшироқ) ошириб боради.</p>	<p>Hydraulic cements (e.g., Portland cement) set and become adhesive due to a chemical reaction between the dry ingredients and water. The chemical reaction results in mineral hydrates that are not very water-soluble and so are quite durable in water and safe from chemical attack. This allows setting in wet condition or underwater and further protects the hardened material from chemical attack. The chemical process for hydraulic cement found by ancient Romans used volcanic ash (activated aluminium silicates^[citation needed]) with lime (calcium oxide).</p>
<p>Гидратация</p>	<p>минерал боғловчининг, мисол учун цементнинг сув билан ўзаро таъсирининг цемент тошининг ҳосил бўлиши жараёнидир.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Hydration Mineral hydration, an inorganic chemical reaction where water is added to the crystal structure of a mineral
<p>Гранулометрия (донадорлик таркиби)</p>	<p>тўлдиргич доналарининг йириклиги ва ундаги алоҳидаги фракциялар миқдорини ҳисобга олувчи хусусият.</p>	<p>Granulometry is the measurement of the size distribution in a collection of grains.</p>
<p>Донадор домна шлаги</p>	<p>металлургия саноатининг чиқиндисидир. Металл олишда домна қозони сиртига кўтарилган эритмани тез суръатда совутиб йирик қум сингари ғовак доналардан ташкил топган (5-10 мм) шлак олинади.</p>	<p>Ground-granulated blast-furnace slag (GGBS or GGBFS) is obtained by quenching molten iron slag (a by-product of iron and steel-making) from a blast furnace in water or steam, to produce a glassy, granular product that is then dried and ground into a fine powder.</p>
<p>Йиғма темир-бетон</p>	<p>заводда тайёрланган темир-бетон конструкциялар.</p>	<p>Precast concrete is a construction product produced by casting concrete in a reusable mold or "form" which is then cured in a controlled environment, transported to the construction site and lifted into place. In contrast, standard concrete is poured into site-specific forms and cured on site. Precast stone is distinguished from precast concrete by using a fine aggregate in the mixture, so the final product approaches the appearance of naturally occurring rock or stone.</p>
<p>Йирик тўлдиргич</p>	<p>шағал тош ва чақиқ тош.</p>	<p>Coarse aggregate</p>

<p>Керамзит</p>	<p>кўп ғовакли, мустахкам, енгил ғовак тўлдиргич. Керамзит олишда хом ашё сифатида таркибида 6-12% темир оксиди (1-3% органик аралашмалар) бўлган енгил эрувчан лой ишлатилади. Нам ёки ним курук усулда тайёрланган лой 1100-1300°C да хумдонда 30-60 минутда пиширилади. Пиширига жараёнида лойдаги органик аралашмалар қўйиб, компонентлар ўртасида оксидланиш бошланади ва газ ажрала бошлайди. Натижада лой кўпчийди ва унда ғоваклар ҳосил бўлади.</p>	<p>Lightweight expanded clay aggregate (LECA) or expanded clay (exclay) is a light weight aggregate made by heating clay to around 1,200C (2,190F) in a rotary kiln. The yielding gases expand the clay by thousands of small bubbles forming during heating producing a honeycomb structure. LECA has an approximately round or potato shape due to circular movement in the kiln, and is available in different sizes and densities. LECA is used to make lightweight concrete products and other uses.</p>
<p>Клинкер</p>	<p>асосан кальций силикатлари, алюминатлари ва алюмоферритларидан ташкил топган, хом ашёни пишириб олинган, портландцемент ишлаб чиқариш учун фойдаланиладиган маҳсулот.</p>	<p>In the manufacture of Portland cement, clinker occurs as lumps or nodules, usually 3 millimetres (0.12 in) to 25 millimetres (0.98 in) in diameter, produced by sintering (fused together without melting to the point of liquefaction) limestone and aluminosilicate materials such as clay during the cement kiln stage.</p>
<p>Конструкция</p>	<p>1. Иншоотнинг аввалдан тайёрланадиган ва мураккаброқ бутун (иншоот) таркибида бўлувчи жойига ташиб олиб бориладиган қисми. 2. иншоотнинг ўзаро боғланган моддий қисмларини (девор, устун, шифт, гумбаз каби) ифодаловчи жиҳат</p>	<p>Construction is the process of constructing a building or infrastructure. Construction differs from manufacturing in that manufacturing typically involves mass production of similar items without a designated purchaser, while construction typically takes place on location for a known client. Construction as an industry comprises six to nine percent of the gross domestic product of developed countries. Construction starts with planning,^[citation needed] design, and financing and continues until the project is built and ready for use</p>
<p>Микроструктура</p>	<p>микроскоп орқали катталаштирилганда кўзга кўринувчи структурага айтилади.</p>	<p>Microstructure is the small scale structure of a material, defined as the structure of a prepared surface of material as revealed by a microscope above 25× magnification.^[1] The microstructure of a material (such as metals, polymers, ceramics or composites) can strongly influence physical properties such as strength, toughness, ductility, hardness,</p>

		<p>corrosion resistance, high/low temperature behavior or wear resistance. These properties in turn govern the application of these materials in industrial practice. Microstructure at scales smaller than can be viewed with optical microscopes is often called nanostructure, while the structure in which individual atoms are arranged is known as crystal structure. The nanostructure of biological specimens is referred to as ultrastructure.</p>
<p>Олдиндан зўриқтирилган темир-бетон</p>	<p>махсулотни тайёрлаш вақтида арматурада ёки унинг маълум қисмида ҳисоб-китоблар асосида арматурани таранглаб дастлабки чўзувчи зўриқишларни ҳосил қилиб, бетонда ёки унинг маълум қисмида сиқилишни ҳосил қилиб тайёрланган темир-бетон конструкциялари, элементлари ва буюмларидир.</p>	<p>Prestressed concrete is a method for overcoming concrete's natural weakness in tension. It can be used to produce beams, floors or bridges with a longer span than is practical with ordinary reinforced concrete. It is often used in commercial and residential construction as a foundation slab. Prestressing tendons (generally of high tensile strength steel cable or rods) are used to provide a clamping load which produces a compressive stress that balances the tensile stress that the concrete compression member would otherwise experience due to a bending load. Traditional reinforced concrete is based on the use of steel reinforcement bars, rebars, inside poured concrete. Prestressing can be accomplished in three ways: pre-tensioned concrete, and bonded or unbonded post-tensioned concrete.</p>
<p>Оғир бетон</p>	<p>зич тўлдирувчилардан (майда ва йирик) фойдаланиб тайёрланган - йирик донали ёки фақат майда тўлдирувчидан фойдаланиб тайёрланаган - майда заррали, 1800 дан то 2500 кг/м³ зичликка эга бўлган зич структурали бетон.</p>	<p>Heavyweight concrete uses heavy natural aggregates such as barites or magnetite or manufactured aggregates such as iron or lead shot. The main land-based application is for radiation shielding (medical or nuclear). Offshore, heavyweight concrete is used for ballasting for pipelines and similar structures.</p>
<p>Пластикловчи қўшимчалар</p>	<p>жуда оз миқдорда қўшилишига қарамай пасталарнинг ҳаракатланувчанлиги (оқувчанли, яхши жойлашувчанлиги)ни оширувчи қўшимчалар.</p>	<p>Plasticizers (UK: plasticisers) or dispersants are additives that increase the plasticity or fluidity of a material. The dominant applications are for plastics, especially polyvinyl chloride (PVC). The properties of other materials are also improved when</p>

		blended with plasticizers including concrete, clays, and related products. According to 2014 data, the total global market for plasticizers was 8.4 million metric tonnes
Портландцемент	портландцемент клинкери ва гипсни биргаликда майин туйиш натижасида олинган кукунсимон материалга айтилади. Туйиш пайтида фаол минерал қўшимча ёки бошқа қўшимчалар қўшилиши мумкин.	Portland cement is the most common type of cement in general use around the world, used as a basic ingredient of concrete, mortar, stucco, and most non-speciality grout. It was developed from other types of hydraulic lime in England in the mid 19th century and usually originates from limestone. It is a fine powder produced by heating materials in a kiln to form what is called clinker, grinding the clinker, and adding small amounts of other materials. Several types of Portland cement are available with the most common being called ordinary Portland cement (OPC) which is grey in color, but a white Portland cement is also available.
Портландцемент клинкери	(30...25 %) гилтупроқ ва (75...80 %) оҳактош ёки табиий мергелни қиздириб бириктириш натижасида олинадиган маҳсулот.	portland cement clinker In the manufacture of Portland cement, clinker occurs as lumps or nodules, usually 3 millimetres (0.12 in) to 25 millimetres (0.98 in) in diameter, produced by sintering (fused together without melting to the point of liquefaction) limestone and aluminosilicate materials such as clay during the cement kiln stage.
С/Ц (сув/цемент нисбати)	янги тайёрланган бетон аралашмасида сув массасининг цемент массасига нисбати тушунилади.	The water–cement ratio is the ratio of the weight of water to the weight of cement used in a concrete mix. A lower ratio leads to higher strength and durability, but may make the mix difficult to work with and form. Workability can be resolved with the use of plasticizers or super-plasticizers.
Совуққа чидамлилик	материални сувга тўйинган холида кўп марта кетма-кет музлатиб ва эритилганда бузилиб кетмасдан ва мустаҳкамлигини йўқотмаслик қобилияти ва мустаҳкамлиги 25%, массаси 5% дан ортик камаймаса, бу материал совуққа чидамли деб	Frost Resistance (of building materials), the ability of building materials in a wet condition to withstand many cycles of freezing and thawing without disintegrating. The basic cause of the disintegration of materials acted upon by low temperatures is that the water filling the pores of the material expands when it freezes. Frost resistance depends primarily on the structure of the mater

	хисобланади.	<p>ial:the larger the pores that water can penetrate, the lower frost resistance will be.</p> <p>The concept of frost resistance and methods of testing for it were first proposed in 1886 by Professor N. A. Belevskii.</p> <p>The degree of frost resistance is determined on the basis of laboratory tests of samples of the material. The frost resistance value is the number of cycles of freezing and thawing the material can undergo before losing 25 percent of its initial strength or 5 percent of its weight.</p>
Сифат	маълум материал ёки маънавий эҳтиёжларни қондириш имконини берувчи фойдали хоссалар мажмуи. У ишончлилиқ, узоқ вақтга чидамлилиқ, тежамлилиқ, фойдалиллиқ ва б. лар билан характерланади.	Quality. In manufacturing, a measure of excellence or a state of being free from defects, deficiencies and significant variations. It is brought about by strict and consistent commitment to certain standards that achieve uniformity of a product in order to satisfy specific customer or user requirements.
Стерженли арматура	стерженли текис ёки даврий профилли пўлат арматура; баъзи холларда термик ишлов бериб ёки тортиб мустаҳкамланган.	Rebar (short for reinforcing bar), also known as reinforcing steel, reinforcement steel, ^[1] is a steel bar or mesh of steel wires used as a tension device in reinforced concrete and reinforced masonry structures to strengthen and hold the concrete in tension. Rebar's surface is often patterned to form a better bond with the concrete.
Темирбетон	пўлат арматура ва бетонни бириктириб олинган яхлит махсулотга айтилади.	Reinforced concrete (RC) is a composite material in which concrete's relatively low tensile strength and ductility are counteracted by the inclusion of reinforcement having higher tensile strength and/or ductility. The reinforcement is usually, though not necessarily, steel reinforcing bars (rebar) and is usually embedded passively in the concrete before the concrete sets.
Технология	грек тилидан (techne) таржима қилганда санъат, маҳорат, билиш маъноларини инглатади, булар эса ўз навбатида жараёнлардир. жараёнлар - бу қўйилган	technology ("science of craft", from Greek τέχνη, <i>techne</i> , "art, skill, cunning of hand"; and -λογία, <i>-logia</i> ^[3]) is the collection of techniques, skills, methods and processes used in the production of goods or services or in the

	мақсадга эришиш учун маълум харакатлар мажмуасидир.	accomplishment of objectives, such as scientific investigation. Technology can be the knowledge of techniques, processes, etc. or it can be embedded in machines, computers, devices and factories, which can be operated by individuals without detailed knowledge of the workings of such things.
--	--	---

VII. АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ

Махсус адабиётлар:

1. Neville. Adam M. Concrete technology / A.M. Neville. J.J. Brook*. 2nd ed. p. cm. Second edition 2010.
2. Concrete Technology theory and practice. M.S. Shetty. S. Chand & Company Ltd. First Multicolour Illustrative Revised Edition 2005.
3. Li, Zongjin, Dr. Advanced concrete technology / Zongjin Li. WILEY. 2011.
4. The Science and Engineering of Materials, Sixth Edition. Authors Donald R. Askeland, Pradeep P. Fulay, Wendelin J. Wright. 2011.
5. Акрамов Ҳ.А., Нуритдинов Ҳ.Н. Бетон ва темир-бетон буюмлари ишлаб чиқариш технологияси. Дарслик (Акрамов Ҳ.А., Нуритдинов Ҳ.Н., Тошкент, ТАҚИ, 2010 йил. 592 бет.

Интернет ресурслари:

1. www.lex.uz.
2. <http://matse1.matse.illinois.edu/concrete/time.html>.
3. <http://1000projects.ru/page.php?see=kogda-poyavilsa-beton>.