DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.15044653

БЕТОННИНГ ХОССАЛАРИ ВА ТАРКИБИНИ БОШҚАРИШ АСОСЛАРИ

Бахриддин ҲАСАНОВ	*“ТИҚХММИ” Миллий тадқиқот университети “Қурилишни ташкиллаштириш ва технологияси” кафедраси мудири, т.ф.д., профессор*
Галина ФЫРЛИНА	*“ТИҚХММИ” Миллий тадқиқот университети “Қурилишни ташкиллаштириш ва технологияси” кафедраси катта ўқитувчиси*
Сарвар МЕЛИҚЎЗИЕВ	*“ТИҚХММИ” Миллий тадқиқот университети “Қурилишни ташкиллаштириш ва технологияси” кафедраси доценти*
Мирзоҳид РАДЖАБОВ	*“ТИҚХММИ” Миллий тадқиқот университети “Қурилишни ташкиллаштириш ва технологияси” кафедраси ассистенти*
Исомиддин УМАРОВ	*“ТИҚХММИ” Миллий тадқиқот университетининг Қарши ирригация ва агротехнологиялар институти “Гидротехника иншоотлари ва насос станциялари” кафедраси ассистенти*
Ислом АБДУРАХМОНОВ	*“ТИҚХММИ” Миллий тадқиқот университети “Гидротехника қурилиши” таълим йўналишининг 2-курс талабаси*

Аннотация. *Тадқиқот мақсадларига мувофиқ бетон қоришмаси ва бетон таркиби қуйидаги талабларни қаноатлантириши лозим:*

– белгиланган бошланғич материалларда максимал даражадаги мустаҳкамлик таъминланиши;

– қабул қилинган, “титратиб-уриб-перистальтик зичлаш” технологиясига мос қолипланиши;

– бетон қоришмасини белгиланган даражада сувсизлантириш натижасида сув-цемент нисбатининг (С/Ц) қолдиқ миқдори, цемент хамирининг меъёрий қуюқлигидаги миқдори [С/Ц] га яқин бўлиши таъминланиши.

Қабул қилинган зарурий шартлар бетон таркибини лойиҳалашнинг физик-аналитик усулидан фойдаланганда етарли ҳисобланади [1,2].

Усулнинг ўзига хос хусусиятлари қуйидагилардан иборат: катта ҳажмдаги маълумотлардан фойдаланиш; ихтиёрий коэффициентларнинг йўқлиги; технологик константалар ёки параметрларнинг қатнашмаслиги. Бетон таркибини белгилашда зарур маълумотлар дастлабки лаборатория тажрибалари, ускуна ва жиҳозларнинг технологик параметрлари ҳамда бетоннинг ва тайёрланадиган конструкциянинг хусусиятлари бўйича аниқланади [3,4].

Экспериментал тадқиқотларда дастлабки олтита мустақил маълумотлар оқимидан фойдаланилади:

бетон таркибий қисмларининг физик-механик хоссалари

PRINT ISSN 3060-4672

VOLUME 6 | ISSUE 4 | 2024

($R_ц$, $ρ_ц$, $ρ_ц°$, [С/Ц], $p_к$, $γ_к$, $ρ_ш$, $γ_ш$, $γ_щ°$);

бетон қоришмаси ва бетон таркибидаги хом-ашёнинг лаборатория синовлари маълумотлари (a, b, c, Ку, А, Б);

бетон қоришмаси ва бетоннинг лойиҳавий хусусиятлари

(Rб, F, W, КЧ, Қ);

бетонланадиган маҳсулотнинг хусусиятлари (V, h, l, μ);

ускуналар, механизмлар ва қурилмаларнинг технологик хусусиятлари

(t_h, t_b, T_O, t_0);

хом-ашёнинг бирлик ҳажмдаги нархи (Сц, Сқ, Сщ, Сэ, Сг).

Кўриниб турибдики, санаб ўтилган дастлабки маълумотлар ҳажми нафақат ишлатилган материалларни, балки маҳсулотни шакллантириш шартларини ҳам ҳар томонлама тавсифлайди.

Марказий ўқига нисбатан симметрик бўлган конструкцияларни шакллантириш учун илгари ишлаб чиқилган технологик шароитлар, юқорида айтилганларга қўшимча равишда, бетон таркибини белгилашда бетон қоришмаси ва зичлаб ўзгартирилган бетонда масса мувозанатига риоя қилиш лозимлиги талаб этилади [5,6]. Бу бошланғич ва зичланган (сувсизлантирилган) бетон учун мутлақ ҳажм тенгламасини текширишда намоён бўлиши лозим.

Калит сўзлар: *бетон таркиби, бошланғич материаллар, талаб этиладиган қолипланиш, титратиб-уриб-перистальтик зичлаш, бетон қоришмасини сувсизлантириш, қолдиқ С/Ц миқдори, цемент хамирининг меъёрий қуюқлиги [С/Ц], физик-аналитик усул, технологик параметрлар, қолипланадиган конструкция, модификацияланган бетон, кам ҳаракатли-ярим қуруқ бетон қоришмаси, бетон таркибининг шаклланиши, бетоннинг мустаҳкамлиги.*

ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ СВОЙСТВАМИ И СОСТАВОМ БЕТОНА

Бахриддин ХАСАНОВ
Заведующий кафедрой «Организация и технология строительства» Национального исследовательского университета «ТИИИМСХ», доктор технических наук, профессор.

Галина ФЫРЛИНА
Старший преподаватель кафедры «Организация и технология строительства» Национального исследовательского университета «ТИИИМСХ».

Сарвар МЕЛИКУЗИЕВ
Доцент кафедры «Организация и технология строительства» Национального исследовательского университета «ТИИИМСХ».

Мирзохид РАДЖАБОВ
Ассистент кафедры «Организация и технология строительства» Национального исследовательского университета «ТИИИМСХ».

FUNDAMENTALS OF MANAGING THE PROPERTIES AND COMPOSITION OF CONCRETE

Bakhriddin KHASANOV
Head of the Department of "Organization and Technology of Construction" at the National Research University "TIIAME", Doctor of Technical Sciences, Professor.

Galina FYRLINA
Senior lecturer at the Department of "Organization and Technology of Construction" at the National Research University "TIIAME".

Sarvar MELIKUZIEV
Associate Professor at the Department of "Organization and Technology of Construction" at the National Research University "TIIAME".

Mirzokhid RADJABOV
Assistant of the Department of "Organization and Technology of Construction" at the National Research University "TIIAME".

Исомиддин УМАРОВ
Ассистент кафедры «Гидротехнические сооружения и насосные станции» Каршинского института ирригации и агротехнологий Национального исследовательского университета «ТИИИМСХ»

Ислом АБДУРАХМОНОВ
Студент 2 курса направления бакалавриатуры «Гидротехническое строительство» Национального исследовательского университета «ТИИИМСХ»

Аннотация. *Выбор состава бетона в соответствии с поставленными задачами исследования должен удовлетворять следующим требованиям:*

- максимально достижимой прочности на заданных исходных материалах;

- требуемой формуемости, соответствущей принятому виброударно – перистальтическому прессованию;

- заданному уровню обезвоживания бетонной смеси, обеспечивающим остаточное В/Ц, близкое к нормальной густоте цементного теста.

Принятые условия являются необходимыми и достаточными, при использовании физико-аналитического метода проектирования состава бетона [1,2].

Отличительными особенностями метода являются: использование большого объема информации и отсутствие произвольных коэффициентов, технологических постоянных или параметров. Необходимые данные для назначения составов бетона определяются по данным предварительных лабораторных опытов, заданных технологических параметров механизмов и оборудования, а также проектных характеристик бетона и формуемой конструкции [3,4]. Для экспериментальных исследованый всего используется шесть независимых информационных потоков исходных данных:

- физико-механические свойства составляющих бетона

(Rц, ρц, ρц°, [С/Ц], ρк, γк, ρщ, γщ, γщ°);

- лабораторные данные испытаний исходных материалов в бетонной смеси и бетоне (a, b, c, Ку, А, Б);

- проектные характеристики бетонной смеси и бетона (Rб, F, W, КЧ, Кj);

- характеристики бетонируемого изделия (V, h, l, μ);

- технологические характеристики оборудования, механизмов и приспособлений (th, tb , TO, t0);

- стоимость единицы объема исходных материалов (Сц, Ск, Сщ, Сэ, Сг).

Isomiddin UMAROV
Assistant of the Department "Hydraulic structures and pumping stations" of the Karshi Institute of Irrigation and Agrotechnologies of the National Research University "TIIAME"

Islom ABDURAKHMONOV
2nd-year Bachelor's degree student in "Hydraulic construction" at the National Research University "TIIAME"

Abstract. *The selection of the concrete composition in accordance with the research tasks must satisfy the following requirements:*

- achieving maximum possible strength with the specified initial materials;

- required workability corresponding to the accepted vibro-impact peristaltic pressing;

- the specified level of dewatering of the concrete mixture, ensuring a residual water-cement ratio close to the normal consistency of cement paste.

The accepted conditions are necessary and sufficient when using the physical-analytical method of concrete mix design [1,2].

Distinctive features of the method include: the use of a large amount of information and the absence of arbitrary coefficients, technological constants, or parameters. Necessary data for the designation of concrete compositions are determined based on preliminary laboratory experiments, specified technological parameters of mechanisms and equipment, as well as design characteristics of the concrete and the formed structure [3,4]. For experimental research, six independent information flows of initial data are used:

physical and mechanical properties of concrete components.

($R_ц$, $ρ_ц$, $ρ_ц°$, [С/Ц], $ρ_к$, $γ_к$, $ρ_щ$, $γ_щ$, $γ_щ°$); results of laboratory tests of concrete mixes and raw materials in concrete (a, b, c, Ку, А, Б);

design features of concrete mix and concrete Rб, F, W, КЧ, Кj);

properties of the concreting composition (V, h, l, μ);

technological characteristics of equipment, mechanisms, and devices

(th, tb , TO, t0);

the price per unit volume of primary raw materials (Сц, Ск, Сщ, Сэ, Сг).

The volume of preliminary data presented above comprehensively describes not only the raw materials used, but also the conditions of product formation.

PRINT ISSN 3060-4672
VOLUME 6 | ISSUE 4 | 2024

Очевидно, что перечисленный объем исходной информации всесторонне характеризует не только используемые материалы, но и условия формования изделия.

Разработанные ранее технологические условия формования бетонных труб, помимо изложенного выше, требуют, при назначении состава бетона учитывать соблюдение баланса масс в бетонной смеси и уплотненном, модифицированном бетоне [5,6]. Это должно проявляться в проверке уравнения абсолютных объемов для исходного и уплотненного (обезвоженного) бетона.

Ключевые слова: *состав бетонной смеси, физико-аналитический метод, исходные материалы, требуемое уплотнение, виброударно-перистальтическое прессование, обезвоживание бетонной смеси, количество остаточного В/Ц, нормальная густота цементного теста-[В/Ц], технологические свойства, малоподвижная-полусухая бетонная смесь структура образование бетона, модифицированный бетон, прочность бетона.*

In addition to the information provided above, previously developed technological conditions for the preparation of concrete pipes require compliance with the proportions of the concrete mixture and quantities in compacted, modified concrete when determining the composition of concrete [5,6]. This should manifest itself when considering the equation of the absolute volumes of the initial and compacted dehydrated concrete.

Keywords: *composition of the concrete mixture, physico-analytical method, starting materials, required molding, vibration-whipping-peristaltic sealing, dewatering of the concrete mixture, the amount of residual water-cement ratio (W/C), normal consistency of cement paste - (W/C), technological properties, molding structure, low-temperature, semi-finished product-dry concrete mixture, formation of the concrete structure, modified concrete, concrete strength.*

КИРИШ

Тадқиқотлар давомидаги мураккабликлардан бири сув-цемент нисбатининг дастлабки қийматини танлашдан иборат бўлди. Бетоннинг энг юқори мустаҳкамлигига эришиш учун С/Ц нисбатини цемент хамирининг меъёрий қуюқлиги [С/Ц] қийматига тенг миқдорда олиш кифоядек кўринади [5,6,7]. Аммо кам ҳаракатли, ярим қуруқ бетон қоришмасини қолиплаш сезиларли даражадаги мураккабликни юзага келтиради. Бундан ташқари, қоришма таркибидан ортиқча сувни сиқиб чиқариш ва тўлиқ зичланмаслик ҳолатлари натижасида бетоннинг мустаҳкамлиги камаяди. Бетоннинг юқори мустаҳкамлигига эришиш учун иккита қарама-қарши талабларни ўзаро мувофиқлаштириш лозим бўлади:

- Rмах таъминланиши учун С/Ц миқдорини камайтириш;

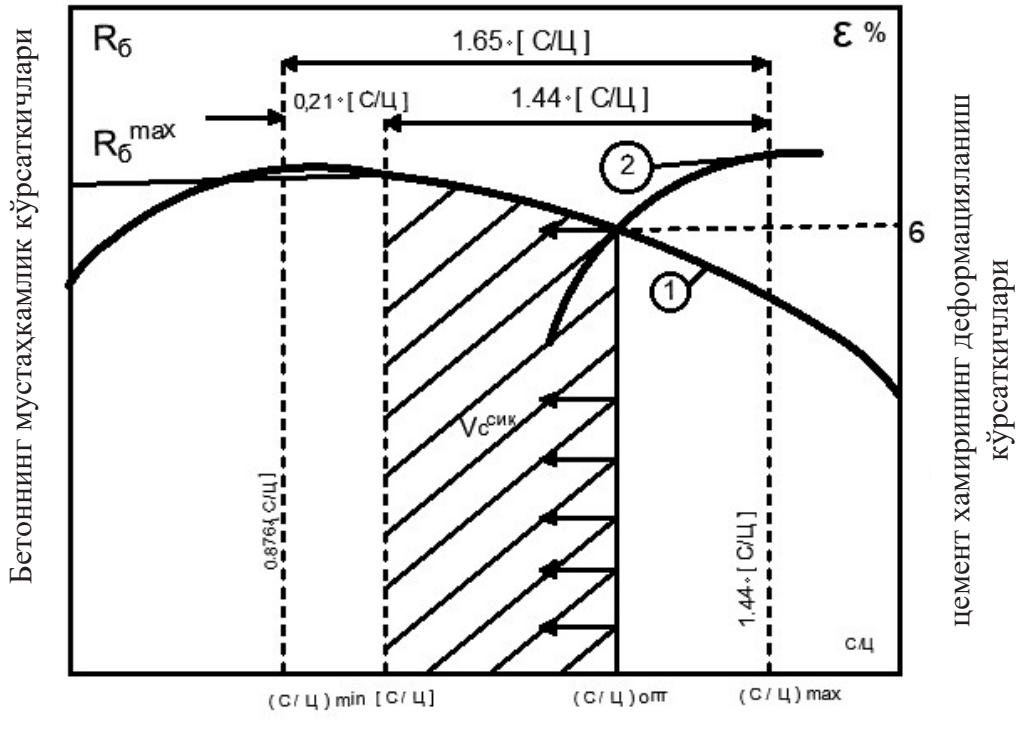
- зичланадиган қоришманинг реологик хоссалари ва бетон структураси оптимал шаклланиши учун мақбул шароитларни таъминлаш мақсадида маълум бир цемент сарфида С/Ц миқдорини ошириш.

Юқоридаги иккита қарама-қарши шартларнинг ўзаро боғлиқлиги 1-расмда келтирилган. Бетоннинг сув-цемент нисбати, цемент хамирининг сувни максимал миқдорда ушлаб туриши асосида аниқланади, И.Н. Ахвердов [8], оптимал сув-цемент нисбати миқдорининг ўзгариши (С/Ц)мин дан (С/Ц) мах оралиғида бўлади. (С/Ц)мин қийматида [9] Копт коэффициентининг қиймати = 0.876·[С/Ц] бўлади. Цемент хамирининг сувни ушлаб туриш максимал даражаси, цемент тошининг 1,65 [С/Ц] га тенг бўлган энг катта қиймати нуқтасидан ҳисобланади. Демак, (С/Ц)мах қуйидагича ифодаланади:

$$(С/Ц)max = 1.65 \cdot Копт = 1.65 \cdot 0.876 \cdot [С/Ц] = 1.44 \cdot [С/Ц].$$

Тажрибаларда Оҳангарон заводининг М400 маркали, ([С/Ц] = 0,24...0.25) портланд цементи ишлатилган ва (С/Ц)max 0,34...0.36 га тенг бўлган.

Юқори даражада зичланган бетонда сув-цемент нисбатининг оптимал миқдорини аниқлаш графиги ($\varepsilon_{опр}$ = 6,0%)



1-расм. 1 - бетон мустаҳкамлигининг ўзгариши эгри чизиғи;
2 - цемент хамирининг зичланганлик кўрсаткичи эгри чизиғи.

Усуллар.

Бетон таркибларини лойиҳалаш методологиясига мувофиқ [1,2], бетон қоришмасининг учта асосий хусусиятлари аниқланади:

1. Бетон қоришмасининг қуюқлиги кўрсаткичи:

$$G = 1 - КЧ/КЧ_{чег} \text{ ёки } G = lgК/К_0 \qquad (1)$$

бу ерда, $КЧ_{чег}$, $К_0$ - конус чўкишининг чегаравий қиймати ва юқори ҳаракатчан бетон қоришмасининг шартли қуюқлиги ($КЧ_{чег}$ = 20 см, $К_0$ = 0,62 с).

2. Максимал қуюқлилик кўрсаткичи қуйидагича аниқланади

$$[G] = G + c \cdot Z \qquad (2)$$

бу ерда, с - цемент квалиметри.

3. Бетон қоришмасининг ҳаракатчанлик коэффициенти:

$$m=1/(1+G) \qquad (3)$$

Бетон таркибини лойиҳалаш усули [1,2] уч боғлиқликдан фойдаланишни инобатга олади: Боломей тенгламаси (Rб = f (Ц/С)), мутлақ ҳажмлар тенгламаси ($V_б = \Sigma V_к$) ва бетон қоришмасининг қолипланишини аниқлаш тенгламаси (G = f(X,Y,Z)).

PRINT ISSN 3060-4672
VOLUME 6 | ISSUE 4 | 2024

Бизнинг ҳолатда, С/Ц = const бўлганда бетон таркибидаги тўртта номаълум тўлдирувчини (Ц, С, Қ, Щ) аниқлаш учун иккита тенгламадан фойдаланилди. Демак, бетоннинг дастлабки таркибини белгилаш ва оптималлаштиришда қуйидаги усул қабул қилинди.

1. Қум-цемент нисбатини қуйидагича белгилаймиз

$$x = Қ/Ц \qquad (4)$$

масалан, x = 0,6 деб қабул қилиш мумкин.

2. Бетонни қум билан тўйинтириш қуйидагича аниқланади

$$X = \frac{x}{1/\rho^{\circ}_{ц} + С/Ц} \qquad (5)$$

бу ерда, $р_ц^{\circ}$ - гидратланган цемент зарраларининг зичлиги.

3. Бетонни шебень билан тўйинтириш қуйидагича аниқланади

$$Y = \frac{[G] - a \cdot X}{в} \qquad (6)$$

бу ерда, а - қум квалиметри;

в - шебень квалиметри.

4. Бетондаги шебеннинг максимал тўкма ҳажми қуйидагича ҳисобланади

$$V_0 = \frac{Y}{m + Y} \qquad (7)$$

бу ерда, m - бетон қоришмасининг ҳаракатчанлик коэффициенти.

5. Бетон қоришмасининг максимал зичланиш қийматини ($V_б$=1000л) ҳисобга олган ҳолда, бетондаги қум-цемент-сув аралашмаси (раствор)нинг ҳажми қуйидагича аниқланади

$$V_p = 1000 - V_0 \cdot \frac{\gamma^{\circ}_{щ}}{\rho_{щ}} \qquad (8)$$

бу ерда, $\gamma_щ^{\circ}$- шебеннинг зичланган ҳолатдаги тўкма зичлиги;

$\rho_щ$ - шебеннинг зичлиги.

6. Бир килограмм цементдан ҳосил бўладиган “қум-цемент-сув” аралашмаси (раствор) миқдори қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$\varphi_р = \frac{1}{\rho^{\circ}_{ц}} + \frac{С}{Ц} + \frac{x}{\rho_ц} \qquad (9)$$

бу ерда, $\rho_ц^{\circ}$- гидратланган цемент заррачаларининг зичлиги;

$\rho_ц$- қум заррачаларининг зичлиги.

7. Ҳажми 1 м^3 бўладиган бетонни тайёрлаш учун керакли материаллар сарфи қуйидагича ҳисобланади:

$Ц = V_р/\varphi_р$ (10)

$С = Ц \cdot С/Ц$ (11)

$Қ = Ц \cdot х$ (12)

$Щ = V_0 \cdot \gamma щ°$ (13)

8. Бетоннинг ўртача ҳисобий зичлиги қуйидагича аниқланади:

$\gamma_б = Ц + С + Қ + Щ$ (14)

Юқорида келтирилган ҳисоблар, х нинг ўзгарувчан қийматлари 0,1 оралиқдан қабул қилинган ҳолда жадвал шаклида бажарилган (1-жадвал).

Натижалар ва муҳокама.

Бетон мустаҳкамлигининг ўзгариши эгри чизиғини (1-расм) цемент хамирининг зичланганлик эгри чизиғи билан солиштириб, С/Ц қийматларининг функцияси сифатида таққослаганда, (С/Ц)опт қиймати (С/Ц) мах га нисбатан 9-12% кам бўлиши лозимлигини аниқлаш мумкин. Демак ишлатилган цементлар учун:

(С/Ц)опт = 0,31 - 0,32

(С/Ц)опт = 0,32 = const = 1,28·[С/Ц]

Бетон қоришмаси таркибидаги ортиқча сувни сиқиб чиқариш жараёни, киритилган кимёвий қўшимчаларнинг самарадорлигини камайтириши мумкинлиги сабабли $R_б$ эгри чизиғи, кимёвий қўшимчаларсиз бетон учун мўлжалланган. (С/Ц)опт қиймати шундай танланганки, натижада, бетон қоришмаси таркибидаги ортиқча 15-18% сувни сиқиб чиқариш жараёнида, зичланган бетон таркибидаги С/Ц миқдори цемент хамирининг меъёрий қуюқлигидаги сув-цемент нисбати [С/Ц] миқдорига яқин бўлиши таъминланади. Бундай ҳолда, бетоннинг етарлича зичланишига ва мумкин бўлган максимал мустаҳкамлигига эришилади.

Белгиланган С/Ц қиймати, бетон қоришмасидаги цемент хамирини суюлтириши мумкинлиги қуйидаги формулада аниқланади.

$$Z = 1/[С/Ц] = 1/С/Ц$$

бу ерда, [С/Ц] – меъёрий қуюқликдаги цемент хамирининг сув-цемент нисбати.

Демак, цемент хамирини суюлтириш, меъёрий қуюқликдаги хамир ва бетон қоришмасининг цемент-сув нисбати фарқига мутаносиб эканлиги шубҳасиз.

Тадқиқотлар жараёнида Қўйлиқ (бозори)даги кўприклар темирбетон конструкциялари (КТБК) экспериментал заводининг ишлаб чиқариш шароитлари учун ўхшаш бетон таркиблари ҳисоблаб чиқилган. Бетон таркибларини лойиҳалашда маълумотлар дастлабки материалларни синаш ва бетон қоришмаси ва бетонни экспериментал ўрганиш натижасида олинган.

PRINT ISSN 3060-4672
VOLUME 6 | ISSUE 4 | 2024

Минимал сарфли цемент ва энг юқори зичликга (Уб = 2427 кг/м^3) тенг бўлган 7-таркибни қабул қилиб (1-жадвал), бетон қоришмасининг таркиби 1:0,85:2,89 ва С/Ц = 0,32 га тенг бўлганда, бетон қоришмасининг қабул қилинган таркибини, зичликга, яъни 15-18% миқдордаги сув сиқиб чиқарилгандан сўнгги массалар баланси бўйича текширганимизда, Скол = 131 - 126 л / м^3 ташкил этди.

Массалар балансини мутлақ ҳажмлар тенгламасидан, қолипланаётган бетон конструкцияси деворининг қалинлиги 150 мм бўлганда $\left(\varepsilon = \frac{\Delta C}{C + \Delta C}\right)$, цемент хамири 6% миқдорида сиқилишини ҳисобга олган ҳолда текширамиз.

$$V_{\text{ц}}^{\text{қол}} + V_{\text{С}}^{\text{қол}} \approx V_{\text{к}}^{\text{зич}} \qquad (15)$$

1- жадвал

Бетоннинг ўхшаш таркиблари бўйича ҳисобий жадвал

Таркиб рақами	x	X	Y	V_0	$V_р$	$\varphi_р$	Ц	С	Қ	Щ	$\gamma_б$
				м^3	м^3	дм^3/кг	кг/м^3	кг/м^3	кг/м^3	кг/м^3	кг/м^3
1	0,6	0,88	3,48	0,88	450	0,91	485	158	297	1469	241
2	0,7	1,02	3,0	0,87	460	0,95	484	155	339	1442	242
3	0,8	1,17	2,52	0,85	473	0,98	483	154	386	1407	243
4	0,9	1,31	2,04	0,82	491	1,02	481	154	433	1358	242
5	1,0	1,46	1,56	0,78	518	1,06	489	156	489	1287	242
6	1,1	1,61	1,08	0,71	561	1,10	510	163	561	1171	240
Бетоннинг оптимал таркиби											
3а	0,85	1,24	2,28	0,83	481	1,0	480	154	408	1385	242

1-жадвалдан олинган ҳисобий натижаларни киритиб ва бетон қоришмасидан сиқиб чиқариладиган сув миқдорини 15% миқдорида қабул қилиб, қуйидагиларни аниқлаймиз:

480(1-0,02)/2,74+154(1-0,15) = 480/2,74+154(1-0,18) ёки 303 л = 303 л

Текширув натижалари бетон структурасида зичлик шарти бажарилганлигини кўрсатмокда.

Зичланган бетон таркибида маълум миқдорда газ фазасининг сақланиб қолишини таъкидлаш лозим. Зичланган бетон структурасининг петрографик тадқиқотлари натижаларига кўра, унинг миқдори бетон ҳажмнинг 0,6% дан кам қисмини ташкил этади. Анъанавий, титратиб зичланган бетонларда Л.А. Малинина [10] ўтказган тадқиқотлар натижаларига кўра газ фазасининг қолдиқ ҳажми 2-4%, яъни титратиб-уриб-перистальтик зичланган бетондаги қолдиқ газ фазасидан 4-7 баравар юқори. Газ фазасининг ушбу ҳажмини биз, анъанавий бетонларнинг қиёсий петрографик тадқиқотларини бажарганда ҳам кузатдик.

Бетон таркибини белгилашда унинг совуққа чидамлилиги ГОСТ 10060-87 қоидаларидан фойдаланган ҳолда тадқиқ этилди.

Белгиланган совуққа чидамли бетон таркиблари “компенсация омили фактори Фк” қийматидан фойдаланган ҳолда аниқланди, яъни ҳаво ва бўшлиқлар ҳажмлари йиғиндисининг бетондаги эркин сув миқдори ҳажми (бетонда ҳосил бўладиган муз миқдори ҳажми) нисбатига тенг.

Бетоннинг совуққа чидамлилик структуравий характеристикасини қуйидаги формулада ҳисоблаш мумкин.

$$Ф = (V_Х + V_Б)/V_С \qquad (16)$$

бу ерда, $V_Х$ – зичланган қоришмадаги ҳаво ёки газ ҳажми,%;

$V_Б$ – бетондаги ғоваклар-бўшлиқлар ҳажми,%;

$V_С$ – бетондаги эркин, -20^0 С да музлайдиган сув ҳажми.

ГОСТ 10060-87 да келтирилган меъёрий маълумотларга кўра, компенсация омили қийматини < 4% хатолик билан бетоннинг совуққа чидамлилиги функцияси сифатида ифодалаш мумкин

$$Ф_к^{норм} = Ф_0 \cdot [1-exp(-5F/100)] \qquad (17)$$

бу ерда, $Ф_0$ = 1,4 – кимёвий қўшимчаларсиз бетон учун чекловчи компенсация омили;

F – бетоннинг совуққа чидамлилиги бўйича лойиҳавий даражаси F50 циклдан F500 циклгача.

Ҳисоблаш натижалари 2-жадвалда келтирилди.

Бетоннинг белгиланган совуққа чидамлилик шарти ГОСТ 10060-87 да келтирилган формулага мувофиқ таъминланиши, бетоннинг ҳақиқий компенсация омили зарур бўлган лойиҳавий совуққа чидамлилик қийматидан катта бўлганда кузатилди. Бетоннинг ҳақиқий компенсация омили қуйидагига тенг:

$$Ф_к = (10в + 0{,}12\ Ц/\rho_ц) / Ц(С/Ц - 0{,}27) \qquad (18)$$

Белгиланган совуққа чидамли бетон учун талаб этиладиган компенсация омили цемент Ц сарфига, С/Ц қийматининг ўзгаришига, махсус кимёвий қўшимчалардан фойдаланиш сабабли бетон таркибига кирган ҳаво ҳажмига $V_Х$ боғлиқ.

PRINT ISSN 3060-4672
VOLUME 6 | ISSUE 4 | 2024

Лозим бўлганда бетоннинг совуққа чидамлилиги шартларида, қоришмадан маълум миқдордаги сувни сиқиб чиқариш натижасида С/Ц қиймати ўзгаришини инобатга олиш лозим.

2-жадвал. *Компенсация омили белгиланган совуққа чидамли бетон маркасига боғлиқлиги.*

Совуққа чидамлилик бўйича бетон маркаси, цикларда	Компенсация омили – $Ф_к$, қуйидаги кўрсаткичлардан кам эмас		
	ГОСТ 10060-87 бўйича	4.17- формула бўйича	Оғиш
50	0,35	0,31	+0,04
75	0,45	0,44	+0,01
100	0,55	0,55	-
150	0,70	0,74	-0,04
200	0,85	0,88	-0,03
300	1,05	1,09	-0,04
400	1,20	1,21	-0,01
500	1,30	1,29	+0,01

Белгиланган совуққа чидамли бетон таркибини лойиҳалаш қуйидаги тартибда бажарилади:

1. Бетоннинг лойиҳавий мустаҳкамлигини таъминлаш шартига мувофиқ С/Ц қиймати аниқланади.

2. Белгиланган совуққа чидамлилик бўйича бетон учун керакли компенсация омили (17) формула ёрдамида ҳисобланади (2-жадвал).

3. Белгиланган совуққа чидамли бетон учун рухсат этилган максимал цемент сарфи, аниқланган С/Ц қийматини инобатга олган ҳолда (18) формула ёрдамида ҳисобланади.

$$Ц_{max} = \frac{10V_{х}}{Ф_{к}^{действ}\left(\frac{С}{Ц} - 0{,}27\right) - 0{,}12 \cdot Ц/\rho_{ц}} \qquad (19)$$

4. Аниқланган Цмах цемент сарфи, гидротехник бетоннинг зичлигини таъминлаш учун минимал цемент сарфи ($Ц_{min}$ = 210 кг/м^3) ёки бетон қоришмасининг белгиланган ҳаракатчанлигини таъминлаш учун зарур бўлган минимал цемент сарфи билан таққосланади.

5. Белгиланган $Ф_к$ қийматига ва бетон қоришмасининг қолипланишини таъминлаш учун минимал $Ц_{min}$ цемент сарфини қабул қилган ҳолда С/Ц янги қиймати ҳисобланади.

$$\frac{С}{Ц} = 0{,}27 + \frac{1}{ф_к}\left(\frac{10 \cdot V_х}{Ц_{min}} + \frac{0{,}12Ц}{\rho_ц}\right) \quad (20)$$

Аниқланган С/Ц қиймати бетондаги қолдиқ С/Ц қиймати билан таққосланади

$$Ф_к^{ҳақиқий} = \frac{\frac{V_х}{Ц} + 0.04}{\frac{С}{Ц} - \left[\frac{С}{Ц}\right]}$$

бу ерда, – ҳаво ёки газ ҳажми, л / м³;

1 м³ бетон тайёрлаш учун цемент Ц сарфи, кг / м³;

[С/Ц] – цемент хамирининг меъёрий қуюқлигини таъминлайдиган миқдор.

Бетоннинг белгиланган совуққа чидамлилигини таъминлаш учун ҳақиқий компенсация омили $Ф_к^{ҳақиқий}$ меъёрий компенсация омилидан катта ёки унга тенг бўлиши лозим: $Ф_к^{ҳақиқий} \geq Ф_к^{меъёрий}$

Бетоннинг совуққа чидамлилик шарти қуйидагича:

$$\frac{\frac{V_х}{Ц} + 0.04}{\frac{С}{Ц} - \left[\frac{С}{Ц}\right]} \geq Ф_к^{меъёрий}$$

Охирги қиймат (17) формула ёки ГОСТ 10060-87 даги 7-жадвалдан аниқланади.

Тадқиқот натижаларига кўра, титратиб-уриб-перистальтик зичланган бетонда интеграл ғоваклик 2,3% ни ташкил этади, яъни ғоваклардаги ҳаво ҳажми = 23 л/м³. Демак цемент сарфи Ц = 480 кг/м³, $(С/Ц)_{қолдиқ}$ = 0,29 бўлганда бетоннинг ҳақиқий компенсация омили қуйидагига тенг:

$Ф_к^{ҳақиқий}$ = (23/480 + 0,04) / (0,29 - 0,26) = 1,36

Лойиҳавий совуққа чидамли бетон учун F300 - 400$фк^{норм}$ = 1,2 (2-жадвал).

Демак, $Ф_к^{ҳақиқий}$ = 1,36 > $Ф_к^{меъёрий}$ = 1,2

Титратиб-уриб-перистальтик зичланган бетоннинг совуққа чидамлилик даражаси, = 1,36 га тенг, яъни 500 (F500) дан ортиқ бўлади.

ХУЛОСАЛАР.

1. B100 ва ундан юқори синфли мустаҳкам бетонлар: қоришма ва бетоннинг хоссалари ва таркибини бошқариш; бетон таркибини лойиҳалашда ишлаб чиқилган физик-аналитик усулдан фойдаланиш; бетон қоришмасини титратиб-уриб-перистальтик зичлаш ва модификациялаш асосида тайёрланади.

PRINT ISSN 3060-4672
VOLUME 6 | ISSUE 4 | 2024

2. Бетоннинг юқори мустаҳкамлиги бетон таркибида қолган С/Ц миқдори цемент хамирининг меъёрий қуюқлигидагига яқин бўлганда, қоришма таркибига минимал цемент сарфига нисбатан 10-12% миқдорида ортиқча цемент қўшиш натижасида ошиши тадқиқотларда асосланди.

3. Титратиб-уриб-перистальтик зичланадиган ва модификацияланадиган бетоннинг оптимал таркибини танлашда, бетоннинг ўхшаш таркиблар жадвалидан фойдаланилади ва таркибларнинг технологик параметрлари дастлабки лаборатория тажрибалари давомида олинади.

ФОЙДАЛАНИЛГАН МАНБАЛАР:

1. Пунагин В.Н., Савин Л.С., Хасанов Б.Б. Шишкин 0.0. Фиаико-аналитичний метод проектування складив бетону. – Днипропетровськ: НВО «Захист», 1994. – 156 с.

2. Рекомендации по проектированию составов тяжелого (обычного) бетона. – Т.: Госстрой УзССР, 1982. – 62 с.

3. Bakhridin Khasanov, Nikolai Vatin, Temur Mirzaev, Abdugani Suyunov and Mirzokhid Radjabov. Analysis of the mode of squeezing out excess water for mixing concrete mixture in the process of peristaltic compaction, IOP Conf. Series: Materials Scienceand Engineering 1030 (2021) 012021 doi:10.1088/1757-899X/1030/1/012021.

4. Bakhridin Khasanov, Lyudmila Irmuhamedova, G Firlina, Temur Mirzaev. Theoretical foundations of the structure formation of cement stone and concrete. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 869 (2020) 032032 IOP Publishing doi:10.1088/1757-899X/869/3/032032.

5. B. Khasanov and T. Mirzaev, “Production of extra-strong concrete axisymmetric products,” in E3S Web of Conferences, 2019, vol. 97, doi: 10.1051 / e3sconf / 20199706011.

6. Bakhridin Khasanov, Nikolai Vatin, Timur Mirzaev, Abdugani Suyunov and Mirzokhid Radjabov. Physicochemical fundamentals of modifying concrete mix and concrete, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 1030 (2021) 012022 doi:10.1088/1757-899X/1030/1/012022.

7. Беликов В.А., Гуща К-З.П., Русанова Л.П. и др. Влияние водоцементного отношения на свойства бетона // В кн.: Сборные железобетонные конструкции из высокопрочного бетона, НИИЖБ. – Москва, 1976. – С. 28-43.

8. Ахвердов И.Н. Основы физики бетона. – М.: Стройиздат, 1981. – 464 с.

9. Ахвердов И.Н. Высокопрочный бетон. – М.: Стройиздат, 1961. – 163 с.

10. Малинина Л.А. Тепловлажностная обработка тяжелого бетона. – М.: Стройиздат, 1977. – 117 с.