

| | | |
|---|---|-----------------------------------|
| Ўзбекистон Республикаси Давлат архитектура ва қурилиш қумитаси (Давархитектқурилишқум) | Қурилиш меъёрлари ва қоидалари | КМК 2.06.08-97 |
| | Гидротехника иншоотлари бетон ва темир бетон тузилмалари | СНиП 2.06.08-87 урнига |

Ушбу меъёрлар янгитдан қурилувчи ва қайтадан қурилувчи доимий ёки даврий тарзда сув мухити таъсирида булувчи гидротехника иншоотлари бетон ва темирбетон тузилмаларини лойихалаштиришга тааллуқлидир.

Гидротехника иншоотларининг сув мухити таъсирига учрамайдиган бетон ва темирбетон тузилмалари элементлари, КМК 2.03.01-97 талабларига мувофиқ лойихалаштирилиши лозим, автомобил ва темирйул йуллари кутармалари остида жойлашувчи куприклар, транспорт туннеллари ва куврлар бетон ва темирбетон тузилмалари КМК 2.05.03-97 буйича лойихалаштирилиши лозим.

Сейсмик ҳудудларда, чуқувчи, буқувчи ва физик-механик хусусиятлари жихатдан кучсиз тупроқлар мавжуд булган ҳудудларда қурилиши мулжалланган иншоотлар лойихаларида, бундай иншоотларга булган мувофиқ равишдаги медресий ҳужжатларда қушимча равишдаги талабларга риоя қилиниши лозим.

Ушбу меъёрларда қабул қилинган асосий харфий белгилашлар ва улар индекслари маълумот тарзида берилган 1 иловада келтирилган.

1 УМУМҲИЙ НИЗОМЛАР

1.1 Гидротехника иншоотлари бетон ва темирбетон тузилмаларини лойихалаштиришда КМК 2.06.01-97 талабларини ва гидротехника иншоотлари алоҳида қурилишларини лойихалаштириш буйича қурилиш қоидаларига риоя қилиниши жоиз.

1.2 Бетон ва темирбетон тузилмалар турини танлаш (яхлит, йиғма-яхлит, йиғма, шу жумладан дастлаб қучланган ҳолда ва асосга анкерланган) уларни материалталаблиги, қувватталаблиги, меҳнатталаблигини ҳамда қурилиш таннархини мумкин қадар пасайтирилишини ҳисобга олган ҳолда қурилишнинг муайян шароитларида уларни қулланишини техник-иктисодий жихатдан мақсадга мувофиқлигидан келиб чиққан ҳолда амалга оширилиши лозим.

Йиғма тузилмалар элементларини юқори мустаҳкамликка булган бетон ва арматуралардан булган тузилмаларнинг дастлабки қучланишли ҳолатларини мувофиқлиги қуриб чиқилиши лозимдир.

Уларнинг элементлари асосий улчамлари, тузилма турлари, шунингдек темирбетон тузилмаларини арматура билан туйинганлик даражасини вариантларни техник-иктисодий жихатдан солиштирилиши асосида қабул қилиниши лозим.

1.3 Йиғма тузилмалар элементлари, махсуслаштирилган қорхоналарда механизациялаштирилган тарзда тайёрлаш шартларига жавоб бериши лозим.

Йиғма тузилмаларни тайёрлаш шароитлари, ташиш, монтаж қилувчи механизмларнинг юк қутариш лаёқати куприклар ва бошқа сунъий иншоотларнинг йиғма

элементларини уларни монтаж қилиш жойидаги қутариб тураолиш лаёқати қабиларни ҳисобга олган ҳолда уларни йириклаштирилиши мақсадга мувофиқлигини қуриб чиқилиши жоиздир.

1.4 Яхлит тузилмалар учун инвентар қолип қулланишига йул берувчи бир хил тарзга келтирилган улчамларни қузда тугилиши жоиз.

1.5 Йиғма тузилмалардаги боғланиш тузилишлари ва элементлар бириктирилиши қучайишларни, сув утказмаслик, совуқбардошлик, ёрикбардошликларни ишончли тарзда узатиш, туташ доирасидаги элементларнинг узларини мустаҳкамлигини, шунингдек қушимча тарзда ётқизилган бетоннинг тузилма бетони билан туташини ерида боғланишини таъминлашлари лозим.

1.6 Лойихалаштириш ва қурилиш тажрибалари орқали етарлича синалмаган гидротехника иншоотлари тузилмаларини лойихалаштирилишида, тузилмаларнинг статик ва динамик ишлари мураккаб шароитлари учун (қачонки қучланиш ва деформация ҳолати тавсифлари зарурий ҳақиқийлик билан ҳисоб орқали аниқланиши мумкин булмаганда) ҳисобларга қушимча тарзда тажрибавий изланишлар тажриба ишлаб-чиқариш синовлари утказилиши қузда тугилиши жоиз.

1.7 Тузилмаларнинг талаб этилувчи сув утказмаслик ва совуқбардошлигини таъмин этилиши учун, шунингдек уларнинг ҳисобий қесимларида сувнинг қарши босимини қамайтириш учун қуйидаги тадбирлар қузда тугилиши жоиз:

мувофиқ русумли бетоннинг босимли ёқлари томонидан ва ташқи сиртидан (айниқса сувнинг узгарувчи сатҳи доираларида) сув утказмаслик ва совуқбардошлик буйича;

бетонга сирт-фаол қушимчаларни қуллаш (хаво тортувчи, пластификацияловчи ва б.);

деформацион чокларда филтрланишга қарши элементларни (зиқлаштирилишларни) жихозлаш ва горизонтал қурилиш чоклар тайёрлашнинг махсус технологиясини қуллаш;

иншоотларнинг ташқи сиртларини гидроизоляция ва иссиқгидроизоляциялаш;

иншоот ёқларига бирлашиб турувчи, фойдаланиш чоғидаги юкланишлардан қузилишга бардош берувчи бетонни сиқиб маҳкамлаш;

босим ёқлари томонидан сув қочиришни жихозланишини амалга ошириш.

Тадбирлар турини танлаш вариантларни техник-иктисодий жихатдан солиштириш асосида амалга оширилиши жоиз.

| | | |
|--|---|---|
| Ўзбекистон Республикаси Энергетика Вазирлиги томонидан киритилган | Ўзбекистон Республикаси Давлат Архитектура ва қурилиш қумитасининг 1998 йил 31 январ 11^а - сонли буйруғи билан тасдиқланган | Амалга киритилиш муддати 1998 йил 1 июн. |
|--|---|---|

Расмий нашр

2 БЕТОН ВА ТЕМИРБЕТОН ТУЗИЛМАЛАР УЧУН МАТЕРИАЛЛАР.

БЕТОН

2.1 Гидротехника иншоотлари бетон ва темирбетон тузилмалари учун булган бетон РСТ Үз 728-96 ва ушбу қисм талабларини қаноатлантириши лозим.

2.2 Гидротехника иншоотлари бетон ва темирбетон тузилмаларини лойихалаштиришда ишнинг қуриниши ва шароитларига боғлиқ равишда бетоннинг сифат курсаткичларини урнатилиши жоиз, улардан асосийлари қуйидагилардир:

а) бетоннинг қафолатланган мустаҳкамлиги қийматига жавоб берувчи, $q = 0,95$ билан таъминланган сикиш мустаҳкамлиги, Мпа буйича бетон синфлари. Яхлит иншоотларда $q = 0,90$ билан таъминланган қафолатланган мустаҳкамлик қийматларига эга булган бетонлар қулланилишига йул қуйилади.

Бетонли гравитацион туфонларнинг ички доираси учун $q = 0,85$ билан таъминланган гравитацион мустаҳкамлик қийматига эга булган бетонлар қулланилишига йул қуйилади.

Лойихаларда сикиш мустаҳкамлиги қуйидагича булган бетон синфлари кузда тутилиши жоиз: В5; В7,5; В10; В12,5; В15; В17,5; В20; В22,5; В25; В27,5; В30; В40.

Жоиз асослашлар билан бетонларнинг юқорида келтирилганлардан фарқланувчи сикиш мустаҳкамлиги буйича синфларнинг оралик қийматлари урнатилишига йул қуйилади. Бундай бетонлар тавсифлари интерполяция буйича қабул қилинади;

б) чузилиш асосидаги мустаҳкамлик буйича бетон синфлари. Бу тавсиф шундай ҳолларда урнатилдики, қачонки у бош аҳамият касб этса ва ишлаб чиқаришда назорат қилинса.

Лойихаларда чузилиш асосидаги мустаҳкамлик буйича бетонларнинг қуйидаги синфлари кузда тутилиши жоиз: В0,8; В1,2; В1,6; В2,0; В2,4; В2,8; В3,2;

в) совукбардошлик буйича бетон русумлари.

Лойихаларда совукбардошлик буйича бетонларнинг қуйидаги русумлари кузда тутилиши жоиз: F50; F75; F100; F150; F200; F300; F400; F500; F600; F700; F800;

Эслатма. Жоиз асослашлар билан совукбардошлик буйича F25 ва F1000 русумли бетонлардан фойдаланиш мумкин;

г) сув утказмаслик буйича бетон русумлари.

Лойихаларда сув утказмаслик буйича қуйидаги русумли бетонлар кузда тутилиши жоиз: W2; W4; W6; W8; W10; W12; W14; W16; W18; W20.

2.3 Гидротехника иншоотлари тузилмалари бетонларига лойихаларда урнатилган ва тажрибавий изланишлар орқали тасдиқланувчи талаблар қуйилади: горизонтал қурилиш чокларини сурилиш мустаҳкамлиги буйича, чегаравий чузилишлик, тубдаги ва муаллақ чуқиндилари булган оқим орқали ишқаланишга булган қаршилик курсатиш хусусияти, кавитацияга қарши бардошлилик, бетон қотиши чоғидаги иссиқлик ажралиши, цементда булган ишқорларни ундаги тулдирувчи билан зарарли узоро таъсирини мавжуд эмаслиги, бетон юзасини биологик объектлар

таъсирларига (сувуглари, дарё ва қул усимликлари, чиғаноклар ва х.к) булган қаршилиги ва б.

Бетоннинг чегаравий чузилиши қиймати ва горизонтал қурилиш чокларининг сурилиш мустаҳкамлиги мувофиқ равишда тавсия этилувчи 2 илованинг 6 ва 8 жадвалларида келтирилган.

2.4 Гидротехника иншоотлари тузилмаларининг бетонларига сикиш ва чузиш мустаҳкамлиги, совукбардошлик, сув утказмаслик ва х.к. буйича қуйилган талаблар табақалаштирилган тарзда урнатилиши лозим, бунда бетоннинг техник тавсифларига булган талаблар қурилиш ва фойдаланиш даврида бетонни иншоотларнинг турли доира ва қисмларида ҳақиқий ишлаш шароитларига мувофиқ бўлиши лозим.

2.5 Бетоннинг сикиш мустаҳкамлиги буйича, ук буйлаб чузилиш ва сув утказмаслик буйича унинг синфларига жавоб берувчи қотиш муддати (ёши) қоидага қура дарё гидротехника иншоотларини учун 180 сут, денгиз ва дарё бандаргоҳ иншоотлари йиғма ва яхлит тузилмалари учун 28 сут тарзида қабул қилинади. Бетоннинг совукбардошлиги буйича лойихавий русумига жавоб берувчи қотиш муддати (ёши) 28 сут тарзида қабул қилинади; илик қолипда барпо этилувчи яхлит тузилмалар учун - 90 сут;

Агар тузилманинг амалдаги ҳақиқий юқланиш муддатлари маълум бўлса, уларни барпо этиш усуллари, бетоннинг қотиш шароитлари, қулланилувчи цементнинг қуриниши ва сифати маълум бўлса, у ҳолда бетоннинг синфи ва русуми бошқа ёшда урнатилишига йул қуйилади.

Эслатма. Яхлит тузилмаларда бетоннинг совукбардошлик хусусиятини назорат синовлари бетоннинг 28 сут ешида утказилишига йул қуйилади.

2.6 Сикиш ва чузиш мустаҳкамлиги буйича бетон синфлари, тузилмаларнинг амалдаги ҳақиқий юқланиш вақтини ҳисобга олган ҳолда иншоотнинг ҳисобий доираларидаги қучланиш даражасига боғланган ҳолда урнатилиши лозим (2.13 б.).

Қул мата тақдорланувчи юқланишлар таъсирига қараб ҳисобланувчи обир бетондан булган темирбетон элементлар ҳамда узакли сикик темирбетон тузилмалар учун (қозик оёқлар устидаги эстакадалар, қозик оёқ чамбарак ва х.к туридаги қирғокбуйлар) сикиш мустаҳкамлиги қамида В15 булган синфдаги бетон қулланилади.

Дастлабки қучланган элементлар учун сикиш мустаҳкамлиги қамида В15 - узакли арматурали тузилмалар учун; қамида В30 - қозик ёки вибрация билан тупрок ичига чуқутирилган элементлар учун.

2.7 Совукбардошлик буйича талаблар узгарувчан сув сатхи доирасидаги бетонга ва ташқи сувости бетонига нисбатан қулланилади. Совукбардошлик буйича бетон русуми қурилиш ноҳияси иқлимий шароитларига ҳамда йил давомида кетма-кет музлаш ва эриш ҳисобий даврлари сонига боғлиқ равишда (узок муддатли кузатишлар буйича) улардан фойдаланиш шарт-шароитларини ҳисобга олган ҳолда урнатилди.

Узгарувчан сув сатхи доирасидаги иншоотлар тузилма ва қисмлари учун (унинг устидаги икки метрли доирани ҳисобга олган ҳолда) бетон русуми совукбардошлик буйича 1 жадвал орқали қабул қилинади.

1 Жадвал

| Иқлимий шароитлар | Совукбардошлик буйича йил давомида кетма-кет музлаш ва эриш даврлари сонидagi бетон русуми | | | | | |
|-------------------|--|----------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|
| | шу жумладан 50 гача | 51 дан 75 гача | 76 дан 100 гача | 101 дан 150 гача | 151 дан 200 гача | 201 дан 250 гача |
| Үрта миёна | F50 | F100 | F150 | F200 | F300 | F400 |
| Каттик | F100 | F150 | F200 | F300 | F400 | F600 |
| Үта каттик | F200 | F300 | F400 | F500 | F600 | F800 |

Эслатма: 1. Иклимий шароитлар энг совук ойнинг уртача ойлик харорати билан тавсифланади: урта миёна-манфий 10°C дан юкори; каттик - манфий 10°C дан ш.ж. манфий 20°C гача; ута каттик - манфий 20°C дан паст.

2. Курилиш тумани учун энг совук ойнинг уртача харорати КМК 2.01.01-94 буйича, шунингдек гидрометеорологик хизмат маълумотлари буйича аникланади.

3. Хисобий даврларнинг 250 дан ортик булгани сониди бетонларнинг махсус куринишлари ёки доимий иссиқлик химояси кулланади.

Куп йиллик ва ёйилиш доирасида оқимни йиллик бошқариш сув омборида улик хажм горизонтгача булган сув омборлари билан булган гидроузеллар тузилмалари учун совукбардошлик буйича бетон русумлари камида урта миёна иклим учун - F100, каттик иклим учун - F150 ва ута каттик иклим учун - F200 булиши лозим.

Иншоотлар сув усти доираси учун совукбардошлик буйича бетон русумлари атмосфера таъсирларини хисобга олган холда, аммо энг камида урта миёна иклим учун - F50, каттик иклим учун - F100, ва ута каттик иклим шароитлари учун - F150 этиб тайинланади.

Босимли иншоотлар учун совукбардошлик буйича бетон русумлари 1 жадвал буйича тайинланади. Бунда кетма-кет музлаш - эриш даврлар сонларини аниқлашда куёш радиацияси ва тузилма сиртидаги иссиқлик изоляцияси таъсири хисобга олинади.

2.8 Сув утказмаслик хусусияти буйича бетон русуми метрлар хисобида олинган максимал босимни тузилма калинлигига (ёки босимли ёғидан сув кочириш жихозигача булган масофа) у хам метрлар хисобида, нисбати каби аниқланган босим градиентига боғлиқ равишда ва иншоот билан туташиб турувчи сув харорати, °C, 2 жадвал буйича ёки сув - мухитининг тажовузкорлигига боғлиқ равишда КМК 2.03.11-96 ва КМК 3.04.02-97 га мувофиқ тайинланади.

Денгиз иншоотларининг ёрилишга бардошли булмаган босимли темирбетон тузилмаларида ва ёрилишга бардошли булмаган босимсиз тузилмаларида, сув утказмаслик хусусияти буйича бетон русуми камида W4 булиши лозим.

Тузилмаларнинг босимли ёғини гидроизоляция оркали (экран оркали) химоялашда сув утказмаслик хусусияти буйича бетон русуми экран ортида жойлашган бетондаги босим градиентига боғлиқ равишда кабул қилинади.

2.9 Сирт - фаол моддалар (ЛСТ, СДО, ЛХД ва б.) булган қушимчарни кенг куламда куллаш шунингдек муво-

фик меъёрий ҳужжатлар талабларига жавоб берувчи майиндисперс маъданли қушимчаларни куллаш кузда тутилиши жоиздир.

Гидротехника иншоотлари бетонлари учун қушимчалардан омилкорлик билан фойдаланиш соҳалари 3 иловада келтирилган.

2.10 Иншоотлар бетоннинг олиб келинувчи чуқиндили сув оқимининг ишқаланишига булган қаршилиқ курсатиш хусусиятига ёки кавитацияга бардошлигига булган талаблар қуйилишида сиқиш мустаҳкамлиги буйича бетон синфи камида В25, совукбардошлик буйича бетон русуми камида F300, сув утказмаслик буйича бетон русуми камида W8 булиши лозим.

2.11 Агар гидротехника иншоотлари бетон ва темирбетон тузилмаларининг техник-иктисодий хисоблар буйича сув утказмаслик хусусиятларини ошириш учун таранглатувчи цемент асосидаги бетонлардан, тузилманинг уз обирлиги туфайли булган юкланишни камайтириш учун эса энгил бетонлардан фойдаланиш мақсадга мувофиқ буладиган булса, у холда бундай бетонларнинг синф ва русумлари КМК 2.03.01-97 буйича кабул қилинади.

2.12 Фойдаланиш жараёнида ташқи хавонинг салбий хароратларига ёки тажовузкор сув таъсирларига дучор булиши мумкин булган йиғма тузилмалар элементлари туташ жойларини қуйиб яхлитлаш учун совукбардошлик ва сув утказмаслик хусусиятлари буйича туташ элементлар учун кабул қилинувчилардан паст булмаган лойиха русумидаги бетонлар кулланилиши жоиз.

2.13 Гидротехника иншоотлари русумий ёши 180 сутка (ёки 1 йил) булган бетони меъёрий ва хисобий қаршиликларини иншоотнинг фойдаланиш юкланишлари билан юклантириш вақтига нисбатан талаб қилинувчи бетоннинг лойихалаштиришда урнатиловчи хисобий қаршиликларидан келиб чиққан холда, қайсики курсатилган вақтгача бетон томонидан эришилувчи хақиқий ёшини хамда иншоот барпо этиш шарт-шароитларини хисобга олган холда қуйидаги формулалар оркали аникланади:

2 Жадвал

| Сув харорати °C | Сув утказмаслик буйича босим градиентларидаги бетон русумлари | | | |
|----------------------------|---|---------------------|----------------------|----------------------------------|
| | шу жумладан 5 гача | 5 дан юкори 10 гача | 10 дан юкори 20 гача | 20 дан юкори шу жумладан 30 гача |
| Шу жумладан 10 гача | W2 | W4 | W6 | W8 |
| 10 дан юкори шу ж. 30 гача | W4 | W6 | W8 | W10 |
| 30 дан юкори | W6 | W8 | W10 | W12 |

Эслатма. Босим градиенти 30 дан юкори булган тузилмалар учун бетон русуми сув утказмаслик хусусияти буйича W14 ва ундан юкори этиб тайинланади.

сиқишга:

$$R_b = \frac{R_{b\tau}}{\gamma_{\tau} \cdot \gamma_r} ; \quad (1)$$

$$R_{b,ser} = \frac{R_{b\tau,ser}}{\gamma_{\tau} \cdot \gamma_r} ; \quad (1')$$

чузилишга:

$$R_{bt} = \frac{R_{bt\tau}}{\gamma_{\tau} \cdot \gamma_r} ; \quad (2)$$

$$R_{bt,ser} = \frac{R_{bt\tau,ser}}{\gamma_{\tau} \cdot \gamma_r} ; \quad (2')$$

бунда R_b , R_{bt} , $R_{b,ser}$ и $R_{bt,ser}$ - бетоннинг мувофиқ равишда 180 суткалик (ёки 1 йил) русумий ёшидаги биринчи ва иккинчи гуруҳлар чегаравий ҳолатлари учун сиқиш ва чузиш буйича хисобий қаршиликлари;

$R_{b\tau}$, $R_{bt\tau}$, $R_{b\tau,ser}$ и $R_{bt\tau,ser}$ - мувофиқ равишда иншоотларнинг мустаҳкамлик ва ёрилишга бардошлилик хисоблари буйича уларни фойдаланиш юкланишлари билан юкланиш вақтига нисбатан талаб қилинувчи биринчи ва иккинчи гуруҳлар чегаравий ҳолатлари учун мувофиқ келувчи бетоннинг сиқиш ва чузиш буйича хисобий қаршиликлари булиб, улар ушбу меъёрларнинг 5, 6

кисмларида берилган талабларга мувофиқ, шуниндек гидротехника иншоотларининг айрим куришишларини лойихалаштириш буйича меъёрларга мувофиқ аникланади;

$\gamma_{tc}, \gamma_{\pi}$ - тажрибавий йул билан аникланувчи, булар мавжуд булмаган такдирда 3 жадвал буйича қабул қилинувчи бетон ёшини мувофиқ холдаги унинг сиқиш ва чузишдаги мустаҳкамлигига таъсирини ҳисобга олувчи коэффициентлар;

γ_r - назорат намуналари холидаги ва иншоотдаги бетоннинг мустаҳкамликлари орасидаги тафовутни ҳисобга олувчи коэффициентлар булиб, қуйидагича қабул қилинади:

1,0 - бетонни кул вибраторлари орқали тақсимлаш ва зичлаштириш билан бетон қоришмасини механизация йули орқали тайёрлаш, ташиш ва етказиб узатилишида;

1,1 - бетон қоришмасини автоматик йул билан тайёрлаш, уни ташиш, қуйиш ва зичлаштиришнинг тула механизациялаштирилишида.

| Иншоотни юклантириш вақтигача булган бетоннинг ёши йил | Коэффициент γ_{tc} | | Коэффициент γ_{π} |
|--|---|--|----------------------------|
| | уртача йиллик ташқи ҳаво ҳарорати остида булган туманлар учун 0 °C ва ундан юқори | уртача йиллик ташқи ҳаво ҳарорати манфий туманлар учун | |
| 0,5 | 1,0/0,9 | 1,0/0,9 | 1,0/0,9 |
| 1,0 | 1,1/1,0 | 1,05/1,0 | 1,05/1,0 |
| 2,0 | 1,15/1,10 | 1,10/1,05 | 1,10/1,05 |
| 3,0 ва ундан ортиқ | 1,20/1,15 | 1,15/1,10 | 1,15/1,10 |

Эслатма. Суратда γ_{tc} ва γ_{π} коэффициентларининг бетоннинг 180 суткалик русумий ёшидаги, махражда эса бетоннинг 360 суткалик ёшидаги қийматлари келтирилган.

2.14 Сиқиш ва ук буйича чузиш мустаҳкамлиги буйича бетон синфи, 2.13 курсатмаларига мувофиқ аниқланган бетоннинг ҳисобий қаршиликлари қийматларига боғлиқ равишда 4 ва 5 жадваллар буйича қабул қилинади.

3 Жадвал

4 Жадвал

| Сиқиш мустаҳкамлиги буйича бетон синфи | Бетоннинг меъёрий ва ҳисобий қаршиликлари, МПа (кгс/см ²) | | | | | |
|--|--|---|-------------------------|--|-----------------------------|-------------------------|
| | Мейёрий қаршиликлар иккинчи гуруҳ чегаравий ҳолатлари учун ҳисобий қаршиликлар | | | Биринчи гуруҳ чегаравий ҳолатлари учун ҳисобий қаршиликлар | | |
| | Ук буйича сиқиш (призмавий мустаҳкамлик) R_{bn} ; $R_{b,ser}$ | Ук буйича чузилиш, R_{bm} ; $R_{b,ser}$ | | Ук буйича сиқиш (призмавий мустаҳкамлик) R_b | Ук буйича чузилиш, R_{br} | |
| | | вибрацияланган бетон | босиб текисланган бетон | | вибрацияланган бетон | босиб текисланган бетон |
| B 5 | 3,5 (35,7) | 0,55 (5,61) | 0,39 (3,98) | 2,8 (28,6) | 0,37 (3,77) | 0,26 (2,65) |
| B 7,5 | 5,50 (56,1) | 0,70 (7,14) | 0,58 (5,92) | 4,5 (45,9) | 0,48 (4,89) | 0,39 (3,98) |
| B 10,0 | 7,50 (76,5) | 0,85 (8,67) | 0,78 (7,96) | 6,0 (61,2) | 0,57 (5,81) | 0,52 (5,35) |
| B 12,5 | 9,50 (96,5) | 1,00 (10,20) | 0,95 (9,70) | 7,5 (76,5) | 0,66 (6,73) | 0,63 (6,42) |
| B 15,0 | 11,30 (115) | 1,15 (11,70) | 1,10 (11,20) | 8,9 (91,0) | 0,75 (7,65) | 0,73 (7,45) |
| B 17,5 | 13,00 (133) | 1,27 (13,0) | 1,23 (12,6) | 10,3 (105) | 0,83 (8,41) | 0,80 (8,20) |
| B 20 | 14,90 (152) | 1,40 (14,3) | 1,38 (14,1) | 11,7 (120) | 0,90 (9,18) | 0,90 (9,15) |
| B 22,5 | 16,70 (170) | 1,50 (15,3) | — | 13,1 (134) | 0,97 (10,0) | — |
| B 25 | 18,50 (189) | 1,60 (16,3) | — | 14,5 (148) | 1,05 (10,7) | — |
| B 27,5 | 20,20 (206) | 1,70 (17,3) | — | 15,8 (161) | 1,12 (11,4) | — |
| B 30 | 22,00 (224) | 1,80 (18,4) | — | 17,0 (173) | 1,20 (12,2) | — |
| B 35 | 25,50 (260) | 1,95 (19,9) | — | 19,5 (199) | 1,30 (13,3) | — |
| B 40 | 29,00 (296) | 2,10 (21,4) | — | 22,0 (224) | 1,40 (14,3) | — |

5 Жадвал

| Сикиш мустахамлиги буйича бетон синфи | Үк буйича чузилишдаги бетоннинг меъёрий ва хисобий каршиликлари, МПа (кгс/см ²) | |
|---------------------------------------|--|---|
| | Меъёрий каршиликлар; иккинчи гуруҳ чегаравий ҳолатлари учун хисобий каршиликлари $R_{bt} ; R_{bt,ser}$ | Биринчи гуруҳ чегаравий ҳолатлари учун хисобий каршиликлар R_{bt} |
| B _t 0,8 | 0,80 (8,10) | 0,62 (6,32) |
| B _t 1,2 | 1,20 (12,2) | 0,93 (9,49) |
| B _t 1,6 | 1,60 (16,3) | 1,25 (12,7) |
| B _t 2,0 | 2,00 (20,4) | 1,55 (15,8) |
| B _t 2,4 | 2,40 (24,5) | 1,85 (18,9) |
| B _t 2,8 | 2,80 (28,6) | 2,15 (21,9) |
| B _t 3,2 | 3,20 (32,6) | 2,45 (25,0) |

2.15 Бетоннинг хисобий каршиликлари биринчи гуруҳ R_{bt} ва R_{bt} чегаравий ҳолатлари учун бетоннинг мустахамлигига юкланишлар мужассамлиги, юклантирилиш схемаси, кесим буйича деформациялар градиенти, кундаланг кесим шакллари, мураккаб кучланишли ҳолат, тузилмалар тури улчамлари, қурилиш чоклари, юкланишларнинг тез-тез такрорланиб туриши, арматуралашнинг ёйиклиги арматуралаш коэффициенти ва бошқа омиллар таъсирларини хисобга олувчи бетоннинг ишлаш шароитлари коэффициенти γ_{bi} қупайтириш йули билан камаяди (ёки қупаяди). Бетоннинг ишлаш шароитлари коэффициенти қийматлари 6 жадвалда келтирилган.

6 Жадвал

| Бетоннинг ишлаш шароитлари коэффициенти киритилишини шарт қилиб қуювчи омиллар | Бетоннинг ишлаш шароити коэффициенти, γ_{bi} | |
|--|---|------------------------|
| | Шартли белгилар | Қиймати |
| 1 | 2 | 3 |
| 1. Бетон тузилмалар | | |
| а) юкланиш ва таъсирларнинг асосий мужассамлиги | γ_{b1} | 0,9 |
| б) сейсмик юкланишларни хисобга олмаган ҳолда юкланиш ва таъсирларнинг алоҳида мужассамлиги | γ_{b1} | 1,0 |
| в) сейсмик юкланишларни хисобга олган ҳолда юкланиш ва таъсирларнинг алоҳида мужассамлиги | γ_{b1} | 1,1 |
| г) сув босимини қабул қилувчи ва кесимнинг чузилган доираси қаршилигини хисобга олмаган ҳолда хисоблаувчи ва таъсирларнинг муҳит таъсирига дучор бўлмаган марказлашмаган ҳолда сикилган элементлар | γ_{b2} | 1,3 |
| д) бошқа бетон элементлар | γ_{b2} | 1,0 |
| е) деформациялар градиентини кесим буйича таъсири | γ_{b3} | 2.16 б. буйича |
| ж) тузилмалар кундаланг кесими шаклининг таъсири | γ_{b4} | 2.17 б. буйича |
| з) мураккаб кучланиш ҳолатининг таъсири | γ_{b5} | 2.18 ва 2.19 б. буйича |
| и) тузилмалар улчамлари таъсири | γ_{b6} | 7.9 б. |

буйича

6 Жадвал (давومي)

| | | |
|---|----------------|----------------|
| 2. Темирбетон тузилмалар | | |
| а) юкланиш ва таъсирларнинг асосий мужассамлиги | γ_{b7} | 1,1 |
| б) юкланиш ва таъсирларнинг сейсмик юкланишларни хисобга олмаган ҳолда алоҳида мужассамлиги | γ_{b7} | 1,2 |
| в) сейсмик юкланишларни хисобга олган ҳолда юкланиш ва таъсирларнинг алоҳида мужассамлиги: | | |
| - А-I, А-II, А-III, Вр-1 муътадил кесимлар буйича булган синфли арматуралар билан элементларни хисоблашда | γ_{b7} | 1,3 |
| - шу каби бошқа синфли арматура билан | γ_{b7} | 1,2 |
| - олма кесимлар буйича элементларни хисоблашда | γ_{b7} | 1,1 |
| г) арматура катори сонининг таъсири | γ_{b8} | 2.20 б. буйича |
| д) арматуралаш ва унинг ёйилиш коэффициенти таъсири | γ_{b9} | 2.21 б. буйича |
| е) чузилган доирадаги бетоннинг нота-ранг ишлаши таъсири | γ_{b10} | 2.22 б. буйича |
| ж) турли белгили юкланишлар амал қилганда текис кучланиш ҳолатининг таъсири | γ_{b11} | 2.23 б. буйича |
| 3. Бетон ва темирбетон тузилмалар | | |
| а) қуп марта такрорланувчи юкланишлар | γ_{b12} | 2.24 б. буйича |
| б) бетон мустахамлигига қурилиш чокларининг таъсири: | | |
| - сикилган бетонни | γ_{b13} | 1,0 |
| - чузилган бетонни | γ_{b13} | 2.25 б. буйича |

Эслатма. Бетон мустахамлигига таъсир этувчи бир нечта омилларни бир вақтнинг узида амал қилишида хисоблашда иш шароитларининг мувофиқ коэффициенти қупайтмаси киритилади, аммо бу камида $\gamma_b = 0,45$ ва қупи билан $\gamma_b = 2,0$ бўлиши, лекин $\gamma_{b3} = 2,0$ дан ортик бўлмалиги лозим.

Иккинчи гуруҳ чегаравий ҳолатлари учун бетоннинг хисобий каршиликлари $R_{bt,ser}$ ва $R_{bt,ser}$, 6.2, 6.3, 6.4, 7.9 ва 7.13 б.б. да қурсатилган ҳолатларни истисно этган ҳолда хисобга бетоннинг ишлаш шароитлари коэффициенти $\gamma_{bi} = 1,0$ киритилади.

2.16 Чузилган бетоннинг мустахамлигига кесим буйича деформация градиенти таъсирини хисобга олувчи бетон тузилмалари иш шароитлари коэффициенти қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$\gamma_{b3} = 1 + \frac{C}{h_t}, \quad (3)$$

бунда C - бетон синфи, унинг таркибининг тузилиш тартиби, намлиги ва бошқа омилларга боғлиқ параметр;

h_t - бетоннинг қизикли-тарангликда ишлашини тахмин орқали аниқланган қисимнинг чузилиш доираси баландлиги (см).

7 Жадвал

| Сикиш мустахамлиги бетон синфи | B5 | B7,5 | B10 | B12,5 | B15 | B20 | B25 | B30 | B35 | B40 |
|--------------------------------|----|------|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|--------------------------------|----|------|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|

| | | | | | | | | | | |
|-------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| C, см | 8,0 | 7,9 | 7,7 | 7,5 | 7,33 | 6,7 | 6,1 | 5,5 | 4,9 | 4,4 |
|-------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|

C параметри кийматини тажрибавий изланишлар асосида аниқланади. I ва II синф иншоотлари учун C параметр дастлабки лойihalаш боскичида, III ва IV синф иншоотлари учун эса барча ҳолатларда C параметрни 7 жадвал буйича қабул қилинишига йул берилади.

2.17 Тортишган бетоннинг мустаҳкамлигига унинг кундаланг кесим шакли таъсирини ҳисобга олувчи бетон тузилмалари ишлаш шароитлари коэффициентини булиб, қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$\gamma_{b4} = 1 - K \left(1 - \frac{1}{\gamma_{b3}} \right), \quad (4)$$

бунда K - кесим шаклига ва унинг улчамлари узоро нисбатига боғлиқ коэффициент.

Туғри бурчақли, юмалок, чалишган кесимлар, шуниндек сикилган доирада тоқча билан тавр шаклли кесимлар учун K = 0 булади.

Ҳақасимон кесимлар учун K коэффициент ички диаметр улчамларини таъқиси нисбатига тенг булади.

Таврли чузилган доирада тоқча билан булган кесимлар учун, қутича симон ва икки таврли кесимлар учун K коэффициентини қуйидагича аниқланади:

$$\frac{b_f - b}{h_f} \geq 6 \quad \text{булганда}$$

$$K = 1 - \frac{h_f}{2h_t}, \quad \text{формула орқали} \quad (5)$$

бунда b_f и h_f - чузилган тоқчанинг кундаланг кесими кенлиги ва баландлиги;

$$\frac{b_f - b}{h_f} < 6 \quad \text{булганда мажбурий 4 илова номо-}$$

граммаси орқали аниқланади.

2.18 Бетоннинг мустаҳкамлигига икки укли мураккаб кучланиш ҳолатининг таъсирини ҳисобга олувчи бетон тузилмаларида бетоннинг ишлаш шарт-шароитлари коэффициентини қуйидаги формулалар орқали аниқланади:

а) турли ишорали кучланишларнинг амал қилишида:
- сикилган бетоннинг мустаҳкамлигини текширишда

$$\gamma_{b5} = \left(1 + \frac{\sigma_1}{|\sigma_3|} \cdot \frac{R_b}{R_{bt}} \right)^{-1}, \quad (6)$$

- чузилган бетоннинг мустаҳкамлигини текширишда

$$\gamma_{b5} = \left(1 + \frac{|\sigma_3|}{\sigma_1} \cdot \frac{R_{bt}}{R_b} \right)^{-1}, \quad (7)$$

бунда σ_1 ва σ_3 - мувофиқ холда бетондаги чузувчи ва бош сиқувчи кучланишлар, МПа.

б) бир ишорали кучланишни амал қилишида $\gamma_{b5} = 1,0$

2.19 Бетоннинг мустаҳкамлигига ҳажмий мураккаб кучланиш ҳолатини таъсир қилишини ҳисобга олувчи бетон

тузилмаларида бетоннинг ишлаш шарт-шароитлари коэффициентини қуйидаги формулалар орқали аниқланади:

а) турли томонлардан сикилишида

$$\gamma_{b5} = 1 + 4(1 - \alpha_2) \frac{\sigma_1}{R_b}, \quad (8)$$

б) икки укли сикилишда учинчи уқ буйича чузилиш билан:

- сикилган бетоннинг мустаҳкамлигини текширишда (6) формула орқали

- чузилган бетоннинг мустаҳкамлигини текширишда

$$\gamma_{b5} = \left(1 + \frac{|\sigma_2| + |\sigma_3|}{\sigma_1} \cdot \frac{R_{bt}}{R_b} \right)^{-1}, \quad (9)$$

в) икки укли чузилишда учинчи уқ буйича сикилиш билан:

- сикилган бетоннинг мустаҳкамлигини текширишда

$$\gamma_{b5} = \left(1 + \frac{\sigma_1 + \sigma_2}{|\sigma_3|} \cdot \frac{R_b}{R_{bt}} \right)^{-1}, \quad (10)$$

- чузилган бетоннинг мустаҳкамлигини текширишда (7) формула орқали.

бунда α_2 - бетоннинг самарали фоқалик коэффициентини;

σ_2 - қатталиги буйича уртача булган бош кучланиш, МПа.

I ва II синф иншоотлари учун α_2 коэффициент тажрибавий йул орқали аниқланиши жоиз. Тажрибавий маълумотлар мавжуд булмаган тақдирда α_2 коэффициентини қуйидаги формула орқали аниқланишига йул берилади:

$$\alpha_2 = 0,5 \left(1 - \frac{\sigma_1}{R_b} \right), \quad (11)$$

аммо $\alpha_2 = 0,15$ дан кам булмалиги керак.

2.20 Арматуралаш схемаси таъсирини ҳисобга олувчи, темирбетон тузилмалари чузилган бетоннинг иш шартлари коэффициентини қуйидагиларга тенг қилиб қабул қилинади:

$\gamma_{b8} = 1,0$ - бир қаторли арматуралашда, шуниндек одатдагича қуп қуп қаторли булганда, қачонки арматуралар қаторлари орасидаги ёки қатордаги стерженлар орасидаги масофа $8d$ дан ортик булганда (d - арматура диаметри);

$\gamma_{b8} = 1,2$ - қуп қаторли арматуралашда қачонки арматура қаторлари орасидаги ёки қатордаги стерженлар орасидаги масофа $8d$ га тенг ва ундан кам булганда.

2.21 Коэффициент ва арматуралаш дисперслиги таъсирини ҳисобга олувчи, марказий чузилган темирбетон элементлари бетони иш шартлари коэффициентини, қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$\gamma_{b9} = 1 + \mu^2 \nu^2 \frac{100}{d}, \quad (12)$$

бунда μ - арматуралаш коэффициентини;

$$\nu = \frac{E_s}{E_b}$$

$100 \frac{\mu}{d} \leq 0,05$ булганда, $\gamma_{b9} = 1,0$ этиб кабул килинади.

2.22 Чузилган бетон иш шартлари коэффиценти, унинг нотаранг ишлаши таъсирини ҳисобга олинганда, куйидаги формулалар оркали аникланади:

- кесимнинг чузилган доирасини бир каторли арматуралашда, шунингдек одатдагича куп каторли булганда

$$\gamma_{b10} = 1 + \frac{a + 4d}{h_t}, \quad (13)$$

аммо бундан ортик эмас:

$$\gamma_{b10} = 1 + \frac{C + 4d}{h_t}, \quad (14)$$

- куп каторли дисперс арматуралашда, қачонки арматура каторлари ёки катордаги стерженлар орасидаги масофа $8d$ га тенг ёки ундан кам булганда

$$\gamma_{b10} = 1 + \frac{a + 4d_h + \sum a_i''}{h_t}, \quad (15)$$

аммо бундан куп эмас:

$$\gamma_{b10} = 1 + \frac{C + 4d_h + \sum a_i''}{h_t}, \quad (16)$$

(13) - (16) формулаларда:

a - кесимнинг чузилган ёқидан пастки катор уқигача булган масофа;

a_i'' - арматура каторлари орасидаги масофа;

C - 7 жадвал оркали аниқланувчи параметр;

h_t - кесимнинг чузилган доираси баландлиги;

d_h - чузилган арматура юкори катори стерженлари диаметри.

Эслатма. γ_{b10} коэффиценти аниқлашда келтирилган кесим куриб чиқилади, бунда сиқилган доирада мавжуд булган арматуралар ҳисобга олинмаслигига йул қуйилади.

2.23 Темирбетон элементлари чузилган бетоннинг турли ишорали кучланишлар таъсири остидаги текис кучланган ҳолатини ҳисобга олувчи иш шароитлари коэффиценти куйидаги формула буйича аникланади:

$$\gamma_{b11} = \left(1 + \gamma_{b8} \gamma_{b10} \frac{\sigma_{mc}}{\sigma_{mt}} \cdot \frac{R_{bt,ser}}{R_{b,ser}} \right)^{-1}, \quad (17)$$

$\gamma_{b8} \gamma_{b10} \geq 2,0$ булганда $\gamma_{b8} \gamma_{b10} = 2,0$ этиб кабул килинади.

2.24 Бетон ва темирбетон тузилмалар бетони иш шартлари коэффиценти, уларни куп қайта такрорланувчи юкланишларини таъсирини ҳисобга олган ҳолда, куйидаги формула оркали аникланади:

$$\gamma_{b12} = 1,3 - \frac{LgN}{Lg2 \cdot 10^6} (1,3 - \gamma'_{b12}), \quad (18)$$

бунда N - юкланиш даврлари сони;

γ'_{b12} - юкланиш даврлари $N = 2 \cdot 10^6$ булгандаги бетоннинг иш шартлари коэффиценти булиб, 8 жадвал буйича кабул килинади.

Даврлар сони 9 жадвал келтирилган N дан кам булганда $\gamma'_{b12} = 1,0$ этиб кабул килинади.

8 Жадвал

| Бетоннинг намлик буйича ҳолати | Куп қайта такрорланувчи юкланишлардаги ва куйидагиларга тенг давр асимметрияси коэффицентидаги ρ_b , бетоннинг иш шартлари коэффицентлари γ'_{b12} | | | | | | | |
|--------------------------------|--|-----|------|-----|------|------|------|-----|
| | 0-0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 |
| Табий намликдаги | 0,65 | 0,7 | 0,75 | 0,8 | 0,85 | 0,9 | 0,95 | 1,0 |
| Сувга туйингандаги | 0,45 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,85 | 0,95 | 1,0 |

Эслатма. 1. Синфи 28 сут ёшида урнатилган бетон учун γ'_{b12} коэффиценти КМК 2.03.01-97 16 жадвалига мувофиқ кабул килинади.

2. ρ_b коэффиценти $\rho_b = \frac{\sigma_{b,min}}{\sigma_{b,max}}$ га тенг тенгдир, бунда $\sigma_{b,min}$ ва $\sigma_{b,max}$ мувофиқ равишда бетондаги кучланиш узгариши даври чегараларидаги энг кичик ва энг катта кучланишлар.

9 Жадвал

| Даврнинг асимметрияси коэффиценти ρ_b даги юкланишнинг даврларининг минимал сони N_{min} | | | | | | | | |
|---|----------------|--------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------|
| 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 |
| $3 \cdot 10^3$ | $6 \cdot 10^3$ | 10^4 | $2 \cdot 10^4$ | $3 \cdot 10^4$ | $6 \cdot 10^4$ | $2 \cdot 10^5$ | $2 \cdot 10^6$ | 10^8 |

2.25 Бетонлаш чоклари таъсирини ҳисобга олувчи бетон ва темирбетон тузилмалар тузилмалар чузилган бетони иш шартлари коэффиценти, тажрибалар асосида аникланади.

I ва II синф иншоотлари учун дастлабки лойihalаштириш босқичларида, III-IV синф иншоотлари учун эса - барча ҳолатлар учун $\gamma_{b13} = 0,5$ этиб кабул килинишига йул қуйилади.

Сикилган бетон учун барча холатлар учун γ_{b13}
 $=1,0$ этиб кабул килинади.

2.26 Яхлит тузилмалар бетонини сикиш ва
 чузишдаги бошлангич таранглик модули E_b 10жадвал
 буйича кабул килинади.

Юпка деворли стерженли ва плитали элементларни
 мустахамлик ва деформацияларга ҳисоблашда, йирик
 тулдирувчининг максимал диаметри 40 мм ва конус боғиши
 8 см ва ундан ортик булган бетон учун булгани каби, бетон-
 нинг таранглик модули барча холатлар учун 10 жадвал
 буйича кабул килинади.

10 Жадвал

| Бетон ара- лашма-сини зич- лаштириш усули | Бетон аралашма- сини ко- нусининг ботиши, см | Йирик тулди- рувчининг максимал улчами, мм | Бетонни сикиш мустахамлиги синфидаги унинг сикиш ва чузиш бошлангич таранглик модули E_b $\cdot 10^{-3}$ МПа (кгс/см ²) | | | | | | |
|---|--|--|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | | B5 | B7,5 | B10 | B12,5 | B15 | B17,5 | B20 |
| Вибра- циялаш | 4 дан кам | 40 | 23,0(235) | 28,0(285) | 31,0(315) | 33,5(340) | 35,5(360) | 37,0(380) | 38,5(395) |
| | | 80 | 26,0(265) | 30,0(305) | 34,0(345) | 36,5(375) | 38,5(395) | 40,0(410) | 41,5(425) |
| | | 120 | 28,5(290) | 33,0(340) | 36,5(375) | 38,5(395) | 40,5(415) | 42,0(430) | 43,5(445) |
| | 4 - 8 | 40 | 19,5(200) | 24,0(245) | 27,0(275) | 29,5(300) | 31,5(320) | 33,0(335) | 34,5(350) |
| | | 80 | 22,5(230) | 28,0(285) | 30,0(305) | 32,5(330) | 34,5(350) | 36,0(370) | 37,5(380) |
| | | 120 | 24,5(250) | 29,0(295) | 32,5(330) | 35,0(355) | 37,0(380) | 38,5(395) | 40,0(410) |
| | 8 дан юкори | 40 | 13,0(135) | 16,0(165) | 18,0(185) | 21,0(215) | 23,0(235) | 25,5(260) | 27,0(275) |
| | | 80 | 15,5(160) | 19,0(195) | 22,0(225) | 24,5(250) | 26,5(270) | 28,5(290) | 30,0(305) |
| | | 120 | 17,5(180) | 21,5(220) | 24,5(250) | 27,0(275) | 29,0(295) | 31,0(315) | 32,5(330) |
| Босиб текислаш | — | 40 | Бетонлаш катлами буйлаб | | | | | | |
| | | 80 | 20,5(210) | 25,0(255) | 28,0(285) | 30,0(285) | 32,0(325) | 33,5(340) | 35,0(355) |
| | — | 40 | 16,0(165) | 18,5(190) | 20,5(210) | 20,5(210) | 23,5(240) | 25,0(255) | 26,0(265) |
| | | | 80 | 18,0(185) | 20,5(210) | 22,5(230) | 22,5(230) | 25,5(260) | 27,0(275) |
| | | 40 | Бетонлаш катламига кундаланг | | | | | | |
| | | | 80 | 16,0(165) | 18,5(190) | 20,5(210) | 20,5(210) | 23,5(240) | 25,0(255) |

10 Жадвал (давоми)

| Бетон ара- лашма-сини зич- лаштириш усули | Бетон аралашма- сини ко- нусининг ботиши, см | Йирик тулди- рувчининг максимал улчами, мм | Бетонни сикиш мустахамлиги синфидаги унинг сикиш ва чузиш бошлангич таранглик модули E_b $\cdot 10^{-3}$ МПа (кгс/см ²) | | | | | |
|---|--|--|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | | B22,5 | B25 | B27,5 | B30 | B35 | B40 |
| Вибра- циялаш | 4 дан кам | 40 | 39,5(405) | 41,0(420) | 42,0(430) | 43,0(440) | 45,5(465) | 46,0(470) |
| | | 80 | 42,5(435) | 43,5(445) | 44,5(455) | 45,0(460) | 46,5(475) | 47,5(485) |
| | | 120 | 44,5(455) | 45,5(465) | 46,5(475) | 47,0(480) | 48,5(495) | 49,5(505) |
| | 4 - 8 | 40 | 36,0(365) | 37,0(380) | 38,0(385) | 39,5(405) | 41,0(420) | 42,5(435) |
| | | 80 | 39,0(400) | 40,0(410) | 41,0(420) | 42,0(430) | 44,0(450) | 45,5(465) |
| | | 120 | 41,0(420) | 42,0(430) | 43,0(440) | 44,0(450) | 45,5(465) | 46,5(475) |
| | 8 дан юкори | 40 | 28,5(290) | 30,0(335) | 31,5(320) | 32,5(330) | 34,5(350) | 36,0(365) |
| | | 80 | 31,5(320) | 33,0(335) | 34,0(345) | 35,0(360) | 36,5(370) | 37,5(385) |
| | | 120 | 34,0(345) | 35,0(350) | 36,0(365) | 37,0(380) | 38,0(390) | 39,0(400) |
| Босиб текислаш | — | 40 | Бетонлаш катлами буйлаб | | | | | |
| | | 80 | 36,0(365) | 37,0(375) | 38,0(385) | 39,0(400) | 40,5(415) | |
| | — | 40 | 27,0(275) | 28,0(285) | 29,0(295) | 30,0(305) | 31,5(320) | |
| | | | 80 | 29,5(300) | 30,5(310) | 31,5(320) | 32,5(330) | 34,0(335) |
| | | 40 | Бетонлаш катламига кундаланг | | | | | |
| | | | 80 | 27,0(275) | 28,0(285) | 29,0(295) | 30,0(305) | 31,5(320) |

Котишини тезлаштириш учун атмосфера босими
 ёки автоклавларда иссиқлик ишловларига ичига олинган
 бетонлар таранглик модули КМК 2.03.01-97 буйича кабул
 килинади.

Бетоннинг сурилиш модули G_b , $0,4 E_b$ га тенг этиб
 кабул килинади.

Кундаланг деформация бошлангич коэффициенти
 (Пуассон коэффициенти) ν куйидагиларга тент килиб
 олинади:

яхлит тузималар учун - 0,15;
 стерженли ва плитали, тузилмалар учун - 0,20.

2.27 Оғир бетоннинг зичлиги тажрибавий маълумотлар
 булмаган холларда 11 жадвал буйича, кабул кили-
 нишига йул куйилади.

11 Жадвал

| | |
|---|---|
| Тулдирувчи зичлиги г/см ³ | Тулдирувчининг максимал йириклигидаги, мм, бетоннинг уртача зичлиги ρ , г/см ³ |
|---|---|

| | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|
| | 10 | 20 | 40 | 80 | 120 |
| 2,60 - 2,65 | 2,26 | 2,32 | 2,37 | 2,41 | 2,43 |
| 2,65 - 2,70 | 2,30 | 2,36 | 2,40 | 2,45 | 2,47 |
| 2,70 - 2,75 | 2,33 | 2,39 | 2,44 | 2,49 | 2,50 |

Арматура

2.28 Гидротехника иншоотлари темирбетон тузил-
 маларини арматуралаш учун мувофиқ равишдаги давлат
 стандартлари ёки урнагилган тартибда тасдиқланган ва
 куйидаги курунишларнинг бирига мансуб булган техника-
 вий шартлар талабларига жавоб берувчи арматурабоп пулат
 кулланилади:

стенженли арматурабоп пулат:

-иссиқ холда уралган-силлик А-синф даврий ке-
 симли А-II, А-III, А-V, А-V синфлар;

- иссиқлик ва иссиқлик-механик жихатдан му-
стахкамланган-даврий кесимли Ат-IIIс, Ат-IVс, Ат-Vск
синфлар;

- тортиб олиш оркали мустахкамланган А-IIIв
синф;

сим арматурали пулат;

- оддий, совук холда тортилган Вр-1 синфи даврий
кесимли сим.

Тахт килиш деталлари ва бирлаштирувчи уламалар
учун, койдага кура прокатли углеродли пулат ишлатилади.

Темирбетон тузилмаларини арматуралаш учун
ярокли булган арматурабоп пулат русумлари, уларни иш
шароитлари ва курилиш ноҳиясида энг совук беш кун-

ликдаги ташки хавонинг уртача хароратига боғлиқ равишда
КМК 2.03.01-97 буйича кабул килиниши жоиз, бандаргоҳ ва
транспорт иншоотлари учун КМК 2.05.03-97 буйича кабул
килинади.

А-IIIв, А-IV, А-V синфлари арматурабоп пулатини
даслабки кучланишли тузилмалар учун куллаш тавсия эти-
лади.

2.29 Гидротехника иншоотлари темирбетон тузил-
маларида кулланилувчи арматуралар асосий курилишлари
меъёрий ва ҳисобий каршиликлари, арматура синфига
боғлиқ равишда 12 жадвал буйича кабул килиниши лозим.

12 Жадвал

| Арматура синфи ва курилиши | Иккинчи гуруҳ чегара- вий холатлари учун чузилиш меъёрий каршиликлари ва чузилиш ҳисобий каршиликлари, МПа (кгс/см ²), $R_{sn}; R_{s,ser}$ | Арматуранинг биринчи гуруҳ чегаравий холатлари учун ҳисобий карши- ликлари, МПа (кгс/см ²) | | |
|---|---|---|--|-----------------------|
| | | чузилишга | | сикилишга R_{sc} |
| | | узунасига R_s | кундаланг (халқасимон кискичлар, букилган стерженлар) R_{sw} | |
| А - I | 235 (2400) | 225 (2300) | 175 (1800) | 225 (2300) |
| А - II | 295 (3000) | 280 (2850) | 225 (2300) | 280 (2850) |
| А - III, мм | | | | |
| 6 - 8 | 390 (4000) | 355 (3600) | 285* (2900) | 355 (3600) |
| 10 - 40 | 390 (4000) | 365 (3750) | 290* (3000) | 365 (3750) |
| А - IV | 590 (6000) | 510 (5200) | 405 (4150) | 400 (4000) |
| А - V | 785 (8000) | 680 (6950) | 545 (5550) | 400 (4000) |
| Синф стерженли арматура | | | | |
| Кучланиш ва узайишлар | 540 (5500) | 490 (5000) | 390 (4000) | 200 (2000) |
| Факат узайишлар | 540 (5500) | 450 (4600) | 360 (3700) | 200 (2000) |
| А-IIIв синф назоратли тортиб олиш оркали мустахкамланган | | | | |
| 3 | 410 (4200) | 375 (3850) | 270 (2750) | 375 (3850) |
| 4 | 405 (4150) | 365 (2700) | 265 (2700) | 365 (3750) |
| 5 | 395 (4050) | 360 (3700) | 260 (2650) | 360 (3700) |
| мм диаметрли Вр-1 синф сим армату- ра | | | | |

Эслатма: Диаметри узуна буйлаб булган стерженлар диаметридан 1/3 га кичик А-III арматурали ҳақасимон кискичлар учун булган
пайвандли синчларда, R_{sw} 255 МПа (2600 кгс/см²) га тенг булади. Арматуранинг бетон билан боғланиши мавжуд булмаганида R_{sc} нолга тенг
булади.

Бош чузувчи кучланишлар буйича арматураларни
ҳисоблашларда (тусинлар - деворлар, калта консоллар ва б.)
арматура ҳисобий каршиликларини узуна буйлаб булган
арматуранинг эғувчи момент таъсири остида булгани каби
кабул килинади.

Жоиз асослашлар булаганда гидротехника ин-
шоотлари темирбетон тузилмалари учун бошка синфлар
стерженли ва симли арматураларини куллашга йул куйила-
ди. Уларнинг меъёрий ҳисобий тавсифлари КМК 2.03.01-97
буйича кабул килинади.

2.30 Тарангланмовчи арматура иш шартлари ко-
эффицентлари 13 жадвал буйича, тарангланувчининг эса -
КМК 2.03.01-97 буйича кабул килинади.

13 Жадвал

| Арматура иш шароитлари коэффицентлари киритили- шини тақозо этувчи омиллар | Арматура иш шароитлари коэф- фициенти | |
|---|--|-------------|
| | шартли белгилар | киймат |
| Купкайта тақоррланувчи юклани- шлар | γ_{s1} | к.. 5.31 б. |
| Темирбетон элементлар | γ_{s2} | 1,1 |
| Пулаттемирбетон тузилмалар (очик ва ерости) | γ_{s3} | 0,9 |

Эслатма. Бир вақтнинг узида амал килувчи бир нечта
омиллар мавжуд булганда иш шароитлари мувофиқ коэффици-
ентлари купайтмалари ҳисобга киритилади.

Чегаравий холатлар иккинчи гуруҳи ҳисобларида
арматура иш шароитлари коэффицентлари бир бутунга тенг
этиб кабул килинади.

2.31 Тарангланмовчи стерженли арматура ҳисобий
каршиликлари чидамликка ҳисоблашда куйидаги форму-
ла буйича аниқланади:

$$R'_s = \gamma_{s1} R_s, \quad (19)$$

бунда γ_{s1} - арматура иш шароитлари коэффицентлари
булиб, куйидаги формула буйича аниқла-
нади.

$$\gamma_{s1} = 3,25 - \frac{LgN}{Lg2 \cdot 10^6} (3,25 - \gamma'_{s1}), \quad (20)$$

аммо $\gamma_s = 1,0$ дан катта булмаслиги керак.

бунда γ'_{s1} - кучланиш даврлари сони $N = 2 \cdot 10^6$
булгандаги арматура иш шароитлари коэф-
фициенти.

γ'_{s1} киймат куйидагича аниқланади:

А-I, А-II ва А-III синфлари арматураси учун (21) формула буйича, арматуранинг бошка синфлари учун эса КМК 2.03.01-97 буйича.

$$\gamma'_{s1} = \frac{1,8\eta_o\eta_s\eta_c}{1 - \rho_s \left(1 - \frac{\eta_o\eta_s\eta_c}{1,8}\right)}, \quad (21)$$

бу ерда η_o - 14 жадвал буйича қабул қилинувчи, арматура синфини ҳисобга олувчи коэффициент;

η_s - 15 жадвал буйича қабул қилинувчи, арматура диаметрини ҳисобга олувчи коэффициент;

η_c - 16 жадвал буйича қабул қилинувчи пайвандли туташ турини ҳисобга олувчи коэффициент

ρ_s - давр асимметрияси коэффициенти,

$$\rho_s = \frac{\sigma_{s,min}}{\sigma_{s,max}}, \text{ бунда } \sigma_{s,min} \text{ ва } \sigma_{s,max} -$$

чузилган арматурадаги мувофик равишдаги энг кам ва энг куп кучланишлар.

(20) формула $N < 20 \cdot 10^6$ булганда адолатлидир.

Юкланиш даврлари сони $N \geq 2 \cdot 10^6$ булганида $\gamma'_{s1} = \gamma'_{s1}$ этиб қабул қилинади.

Агар (21) формула буйича аниқланувчи γ'_{s1} коэффициент 1,0 дан катта булса, чузилган арматура чидамликка текширилмайди.

14 Жадвал

| Арматура синфи | η_o коэффициент |
|----------------|----------------------|
| А-I | 0,44 |
| А-II | 0,32 |
| А-III | 0,28 |

15 Жадвал

| Арматура диаметри, мм | 20 гача | 30 | 40 | 60 |
|-----------------------|---------|-----|------|-----|
| η_s коэффициент | 1,0 | 0,9 | 0,85 | 0,8 |

Эслатма. Арматура диаметри оралик кийматлари учун чизикли интерполяция буйича қабул қилинади.

16 Жадвал

| Стерженли арматуранинг пайвандли бириктиш тури | η_c коэффициенти |
|---|-----------------------|
| Қуйидагича турдаги туташлишли боғланишлар: | |
| - КС - М (механик тозалаш билан) | 1,0 |
| - кесиб ташлаш усули билан | 0,95 |
| - счётка тури | |
| - КС - О (механик тозалашсиз) | 0,8 |
| Пулат таглик устида, унинг қуйидагича узунлигида, ваннали бир электродли пайванд усулида бажарилган туташлиш: | |
| - туташувчи стерженлар энг кичигининг 5 | |

| | |
|--|------|
| ва ундан ортик диаметрида | 0,8 |
| - туташувчи стерженлар энг кичигининг 1,5-3 диаметрида | 0,6 |
| Жуфтлашган симметрик туташликлар | 0,55 |
| Эслатма. Пайвандли бириктишлари мавжуд булмаган арматура учун, бир бутунга тенг этиб қабул қилинади. | |

2.32 Дастлабги кучланган тузилмалар арматурачи чидамликка булган ҳисобларидаги арматура ҳисобий қаршиликлари КМК 2.03-01-97 буйича аниқланади.

2.33 Таранглашмовчи арматура таранглик модули 17 жадвал буйича, бошка қурилишдаги арматураларники эса КМК 2.03.01-97 буйича қабул қилинади.

2.34 Гидротехника иншоотлари темирбетон тузилмалари чидамликка булган ҳисобларида бетоннинг сиқилган доирасидаги нотаранг деформациялар, арматуранинг бетонга келтириш коэффициентиларини ν' 18 жадвал буйича қабул қилиш билан, бетоннинг таранглик модулини пасайтириш билан ҳисобга олинади.

17 Жадвал

| Арматура қурилиши | Арматура синфи | Арматура таранглик модули $E_s \cdot 10^{-3}$, МПа (кг/см ²) |
|-------------------|----------------|---|
| Стерженли | А-I, А-II | 210 (2100) |
| | А-III | 200 (2000) |
| | А-IV, А-V | 190 (1900) |
| | А-IIIв | 180 (1800) |
| Арматурали сим | Вр-1 | 170 (1700) |

18 Жадвал

| Сиқил мустаҳкамлиги буйича бетон синфи | В15 | В20 | В25 | В30 | В35 | В40 |
|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Келтириш коэффициенти ν' | 20 | 23 | 20 | 18 | 15 | 10 |

3. ТУЗИЛМАВИЙ ТАЛАБЛАР

3.1 Харорат ва намлик таъсирлари остида синалувчи тузилмалар лойihalаштирилишида куйидаги тузилмавий ва технологик тадбирлар кулланиши жоиз.

Тузилмавий ечимлар:

берилган табиий шароитларда энг макбул тузилмани танлаш;

тузилмани доимий ва вақтинчалик харорат-киришув чоклари билан киркиш;

ташки бетон юзаларида иссиқлик изоляцияси жиҳози;

дастлабки кучланган арматурани куллаш (юпка деворли тузилмалар учун).

Технологик тадбирлар:

паст хароратли русумидаги цементларни куллаш, хаво чакирувчи ва пластификацияловчи кушимчалардан, кулчикинди ва бошкарлардан фойдаланиш билан цемент сарфини камайтириш оркали бетоннинг иссиқлик ажратиш хусусиятини пасайтириш;

бетонлаш кавати баландлигининг энг фондали муҷассамлиги иншоотнинг барпо этилиш берилган жадаллигидаги катламлар ётқизилиш ораликлари хисобига бошланғич иссиқлик ва экзотермияни максимал тарқатиш;

бетон массивлари сиртини ташки муҳитнинг кескин узгарувчи хароратларидан химоя қилиш ҳамда доимий ва вақтинчалик иссиқлик изоляцияси ёки иссиқлик гидроизоляция ёрдамида, сув қуйиш, хаво оркали йилнинг иссиқ пайтларида нам ҳолатни сақлаб туриш учун харорат ва нам режимларни бошқариш;

бетон терилмасини совутишни қувурли усулини куллаш;

бетоннинг бир жинслилигини қутариш, унинг юқори тортилишини таъминлаш, уқ буйлаб тортишиш буйича чегаравий мустаҳкамлигини ошириш;

статик жиҳатдан ноаниқ тузилмаларни туташтириш, шунингдек бетон хароратини унинг минимал фойдаланиш хароратларига яқин хароратларида яхлит тузилмаларни бир бутун ҳолга келтириш.

ДОИМИЙ ВА ВАҚТИНЧАЛИК ЧОКЛАР

3.2 Ёриклар пайдо булишини олдини олиш ёки яхлит бетон ва темирбетон иншоотларида уларни очилишини камайтириш учун доимий харорат - киришув ва чуқиш чоклари, шунингдек вақтинчалик қурилиш чоклари қузда тугтилиши жоиз.

Доимий чоклар иншоотлар қисмларини қурилиш жараёнида булгани каби, фойдаланиш жараёнида ҳам узоро алмашиниш имкониятини таъминлашлари лозим.

Вақтинчалик қурилиш чоклари қуйидагиларни таъминлашлари лозим:

иншоотларни барпо этиш жараёнида бетондаги харорат-киришув кучланишларини пасайтирилиши;

қурилиш даврида иншоот қисмларининг нотекис чуқишидан келиб чиққан зуриқишларни пасайтирилиши;

иншоотни барпо этиш буйича булган ишларни талаб этилувчи жадаллигини риоя қилиниши;

армотузилмалар, қолиплар, йифма элементлар бир хилга келтирилиши ва ш.к.

3.3 Иншоотлардаги доимий чоклар бошдан оёқ ёки хароратнинг сезиларли узғариб туришига дучор булувчи юзалар буйича қирқимлар қуринишида бажарилиши мумкин.

Доимий ва вақтинчалик чоклар оралик масофалари иқлимий ва геологик шароитлар, иншоотларнинг тузилмавий жиҳатдан узига ҳослиги, ишларни амалга ошириш кетма-кетлиги в.х.к. га боғлиқ равишда тайинланади.

Хароратнинг салмоқли узғаришларига дучор булган ва уларнинг ҳаракатлари қояли асос ёки иншоотнинг

ички қисми бетони билан боғланганлиги туфайли қийинлашадиган иншоот бир бутун яхлит ва йифма-яхлит оралидаги масофа 10 қисм талабларига мувофиқ булган ҳисоблашлар оркали аниқланади. Қояли асослар устида булган бетон иншоотлар доимий чоклари оралидаги масофа 30м дан ортиқ булмаслиги лозим.

3.4 Йифма-яхлит тузилмалар учун, бу тузилмаларни яхлит ҳолга келтиришда боғланиш юзалари буйича жоиз боғланишни таъмин этувчи тадбирлар қузда тугтилиши зарур.

3.5 Харорат-киришиш кучланишларини шунингдек асоснинг нотекис чуқишлари таъсирларини камайтириш учун, хароратларни тенгашиши ва чуқишни барқарорлашишдан кейин (туғалланиш блоклари). Бетон билан тулдирилувчи вақтинчалик кенгайтирилган чоклар бажарилишига йул қуйилади.

УЗУНА ВА ҚУНДАЛАНГ АРМАТУРАЛАШ

3.6 Гидротехника иншоотлари яхлит темирбетон элементларида (қайсики, бу элементлар қундаланг қесимлари 1,5 м дан ортади ва қоидага қура уларда қурилиш чоклари мавжуд булади), гидротехника туннеллари ишловларида эса - барча ҳолатларда арматуралаш минимал фойзи чекланмайди ва ишчи арматура қесими ҳисоблашга мувофиқ тайин этилади.

Юпка деворли темирбетон элементлари узун арматураси қундаланг қесим юзаси бетоннинг ҳисобий қесими юзасининг қаида 0,05% миқдориди қабул қилиниши лозим.

3.7 Қесим баландлиги ва кенлиги буйича арматура стерженлари орасида булган масофа қуз қамрови билан олганда арматурани бетон билан бирга қушма қоришмасини ётқизиш ва зичлаштириш қулайлигини ҳисобга олган ҳолда тайинланиши лозим.

Яхлит булмаган тузилмалар учун қуз қамрови буйича стерженлар орасидаги масофа, ҚМК 2.03.01-97 талабларига мувофиқ қабул қилинади.

Яхлит темирбетон тузилмаларида қуз қамрови буйича ишчи арматура стерженлари орасидаги масофа қесим кенлиги буйича бетон тулдирувчиси йириклиги билан, аммо қаида $2,5d$ йирикликда аниқланади, бунда d - ишчи арматура диаметри.

3.8 Бетоннинг химоя катлами қалинлиги қуйидаги тарзда қабул қилинади:

қаида 30 мм ишчи арматура учун, тақсиманувчи арматура учун ҳамда баландлиги 1,5 м гача булган тусинлар ва плиталардаги қомутлар шунингдек қичик томони 1,5 м гача булган устунлар учун 20 мм;

қесимининг максимал улчами 1,5 м дан катта булган яхлит тузилмалар ишчи ва тақсимланувчи арматуралари учун қаида 60 мм ва стержен диаметридан қичик булмаган ҳолда.

Денгиз гидротехника иншоотлари темирбетон тузилмаларида бетоннинг химоя катлами қалинлиги қуйидагича қабул қилиниши жоиз:

- стерженли ишчи арматура учун - қаида 50 мм;
- тақсимланувчи арматура ва қалқали қисқич учун - қаида 30 мм.

Заводда тайёрланган йифма темирбетон элементлар учун сиқишдаги мустаҳкамлик буйича В15 ва бундан юқори синфи бетони қулланилишида, химоя катлами қалинлиги юқорида қуратиб утилган миқдорларга қарши уларок 10 мм га қамайтирилиши мумкин.

Тажовузқор муҳитли шароитларда темирбетон тузилмаларидан фойдаланишда химоя катлами қалинлиги ҚМК 2.03.11-96 талабларини ҳисобга олган ҳолда тайинланиши жоиз.

3.9 Яхлит ёрилишбардош булмаган темирбетон плиталарда ва кесим баландлиги 60 см ва ундан ортик хамда арматуралаш коэффициенти $\mu = 0,008$ булган деворларда жоиз асослашлар булганда кесим баландлиги буйича ёриклар очилиши максимал кенглигини камийишига имкон берувчи, элемент кесими буйича арматуранинг куп каторли жойлаштирилишига йул куйилади.

3.10 Агар арматура стержнлари икки ва ундан ортик каторларда жойлашган булса, у холда бу каторлардаги стерженлар диаметрлари бир - бирларидан купи билан 40% га фарк килиши керак.

3.11 Дастлабки кучанмаган гидротехника иншоотлари чидамлилиқ муддати шартларидан, арматура диаметри иссиқ холатда олинган пулатдан булган стерженли ишчи арматура учун камида 10 мм, тукилган ёки туташ пайвандлашни куллаш оркали тайёрланган спираллар ва синчлар учун - камида 6 мм.

3.12 Чузилган ва сикилган арматура узунасига булган стерженлари муътадил ёки КМК 2.03.01-97 талабларига мувофиқ элемент узун укига олма равишдаги кесимга келтирилиши лозим, кайсики, улар хисоб буйича талаб килинмайди.

3.13 Бир йуналишда ишловчи элементлар учун тақсимланувчи арматура, энг катта эгувчи момент билан бирга ишчи арматура майдонининг купи билан 10% микдорда тайинланади.

3.14 Арматуранинг пайвандли бирлашишларини бажаришда КМК 2.03.01-97 талаблари бажарилиши жоиз.

3.15 Чидамлилиқка хисобланаётган тузилмаларда, бир кесимда коидага кура стерженли чузилган ишчи арматуранинг купи билан ярми туташини лозим.

Чузилган ишчи арматура учун, бундай тузилмаларда аркон ташлашни куллашга (пайвандсиз ва пайванд билан) йул куйилмайди.

3.16 Эгилувчи элементларда, кесим баландлиги 700 мм дан ортик булганда ён ёклар олдида тузилмавий узун стерженлар урнатилилиши лозим. Улар орасидаги масофа баландлик буйича 400 мм дан ортик булмаслиги, кундаланг кесим юзаси - куйидаги улчамли бетон кесим юзасининг камида 0,1% микдорида булиши лозим: элемент баландлиги стерженлар орасидаги масофага, кенглиги-элемент кенгигининг ярмисига тенг, аммо 200 мм дан ортик булмаслиги керак.

3.17 Якинида узун хисобий арматура куйилувчи темирбетон элементларнинг барча сиртларида, шунингдек чеккалардаги узун стерженларни камраб турувчи кундаланг арматура кузда тутилиши зарур. Кундаланг стерженлар орасидаги масофа купи билан 500 мм булиши ва элемент ёки икки баробаридаги кенглигидан ортик булмаслиги лозим.

3.18 Сикма халклар орасидаги масофа тукилган синчларда купи билан $15d$, пайвандлиларда - купи билан $20d$ этиб кабул килинади, бунда d - сикилган кундаланг арматуранинг энг кичик диаметри. Иккала холда хам сикма халкалар орасидаги масофа купи билан 500 мм булиши лозим.

Кундаланг арматура тузилмаси сикилган узун стерженларини исталган йуналиш остида ёнбошга буртиб чикишга карши махкамланишини таъмин этиши лозим.

Ишчи арматуранинг аркон ташлаб пайвандсиз ёки элементнинг узун арматура билан туйиниши 3% дан ортик микдорни ташкил этса, сикма халкалар купи билан $10d$ ва 300 мм дан ортик булмаган масофада урнатилади.

Яхлит марказлашмаган тарзда сикилган, сикилган арматурани хисобга олмаган холда хисобланган элементларда, тузилмавий кундаланг боғланишлар орасидаги масофа (сикма халкалар билан) элемент баландлигининг (кенглиги) икки баробарига булган микдоргача кулайтирилишига йул куйилади.

3.19 Эгилган арматураси мавжуд булмаган ва кундаланг арматура хисоб буйича талаб этилган холда элементлардаги вертикал ва кундаланг стерженлари орасидаги масофа куйидагича кабул килиниши лозим:

а) таянчли кесимларда (канотнинг камида $1/4$) кесим баландлиги камида ёки 450 мм тенг булганда - купи билан $h/2$ ва 150 мм дан куп эмас;

кесим баландлиги 450 мм дан ортик булганда - купи билан $h/3$ ва 500 мм дан ортик эмас;

кесим баландлиги 2000 мм ва ундан ортик булганда - купи билан $h/3$;

б) канотнинг колган кесимга кесим 300-2000 мм булганда купи билан $(3/4)h$ ва 500 мм дан ортик эмас.

3.20 Буралиш билан эгилишга ишловчи элементларда, тукилган сикма халкалар улар учларининг очилиш жойи билан сикма халканинг 30 диаметрига ёпилган булиши, пайвандли синчларда эса иккала йуналишдаги барча кундаланг стерженлар ёпиқ чизик хосил килган холда бурчакдаги узун стерженларга пайванд килинган булиши лозим.

3.21 Темирбетон элементларида тешиклар арматура турлари ва синчлар катакчалари доирасида жойлаштирилиши лозим.

Улчамлари тур катакчалар улчамларидан ортик булган тешиклар кушимча арматура оркали хошияланади. Унинг кесимининг жаъми майдони уша йуналишдаги узилган ишчи арматура кесимидан кам булмаслиги лозим.

3.22 Арматура ва пулат копламанинг биргаликдаги иши таъминланадиган пулат-темирбетон тузилмалар лойихалаштирилишида, коплама калинлиги монтаж ва ташиш шартлари буйича минималдан кам булмаган тарзда кабул килиниши керак. ГЭС сув утказиш йули пулат-темирбетон элементларида пулат коплама калинлиги $A_{si} < A_s$ шартларидан кабул килиниши лозим (бунда A_{si} ва A_s - мувофиқ равишда пулат коплама ва стерженли арматуранинг, элемент хисобий кесимидаги кесим юзаси).

3.23 Темирбетон тузилмалар арматураси армофермалар, армопакет, пайвандланувчи синч ва турлар курилишида кузда тутилиши лозим.

Армотузилмалар турлари кабул килинган ишларни амалга ошириш усулини хисобга олган холда тайинланади. Улар бетонни механизациялашган тарзда узатилиши ва унга яхшилаб ишлов берилишини таъминлашлари лозим.

Арматурани темирбетон тузилмаларда урнатишни металлни бетонлаш блокига махкамланиши учун тузилмавий элементларга сарф буладиган металлни мумкин кадар тежаш индустрия усуллари билан амалга оширилиши жоиз.

Курилиш даври юкларини узига олиш учун, фойдаланиш даври юкланишларига хисоб оркали аниқланган арматура кесим юзасини орттирилишига коидага кура йул куйилмайди.

3.24 Узгарувчи сув сатхи доирасида булган, салбий хароратлар таъсирига дучор булувчи бетон иншоотларнинг очик юзалари, шунингдек иссиқ курук иклим шароитларида баропо этилувчи ишоатларнинг очик юзаларини А-II синф 16 мм диаметрли турлар билан арматуралашга йул куйилади. Бошка барча холларда бетон иншоотларнинг очик юзаларини тузилмавий арматуралашга йул куйилмайди.

ДАСТЛАБКИ КУЧЛАНГАН ТЕМИРБЕТОН ЭЛЕМЕНТЛАРНИ ТУЗИЛМА ХОЛИГА КЕЛТИРИШ БУЙИЧА КУШИМЧА КУРСАТМАЛАР

3.25 Дастлабки кучланган элементларни тузилма холига келтиришда КМК 2.03.01-97, алоҳида куринишдаги иншоотларни лойихалаштириш буйича СНиПлар ва 3.26-3.31 б.б. талабларини бажарилиши жоиз.

3.26 Тортилган арматурага қандай булмасин деталларни павандлаш ва омонат ҳолда бириктиришларга йул қуйилмайди.

Бу талаб бетонни сиқиб қуйилгандан кейин берилган кучланишлан сунг буюмдан чиқиб турувчи таранг арматурага деталлар пайвандланишига тааллуқли эмас.

3.27 Нотаранг узун арматура элементнинг ташқи юзасига шундай жойлаштирилиши керакки, бунда кундаланг арматура (сиқма халка) нотаранг арматурани камраб олсин.

3.28 Кобирғали элементлари булган стерженли таранг арматура элемент хар қайси кобирғаси ўқи буйича ёқи унга симметрик ҳолда жойлаштирилиши керак.

3.29 Диаметри 10 мм ва ундан ортиқ булган даврий кесимли иссиқ ҳолда чузилган пулатдан булган арматура стерженлари тайёрланмалари узунлиги буйича улаш, қоидага қура алоқавий туташтириш - пайвандаш орқали амалга оширилади.

Алоқавий пайвандлаш учун керакли жихозлар булмаган тақдирда ёйсимон пайвандлашни қуллашга йул қуйилади. А-Шв синф арматураси стерженлари тортилгунга қадар пайвандланиши зарур. Юқланиш остида эгилган стерженлар пайвандли туташ ерларини энг қуп зуриқувчи ерларда жойлаштирилиши тавсия этилмайди.

3.30 Дастлабқи кучланган элементлар охирларида кучланишлар узатиш доирасининг қаида 60% ва 20 см дан қам булмаган қисм узунлигида қушимча кундаланг арматура урнатилган булиши лозим (арматуранинг барча узун стерженларини қамраб олувчи пайвандлаш турлари, 5-10 см қадамли сиқма халқалар ва х.к.)

Агар тарангланувчи узун арматура элемент ён томонлари яқинида юқори ёқи пастиқ ёқлар олдида тупланган ҳолда жойлашадиган булса, у ҳолда охирги қисмларда кундаланг арматура қузда тутилиши зарурдир (ҳисобларда кундаланг қушларга булган ёътиборни ҳисобга олмовчи).

Кундаланг арматуранинг жаъми майдони шундай тайинланиши лозимки, бу арматура биринчи йуқотишларни ҳисобга олган ҳолда, қесимнинг бир ёқи олдида жойлашган, узун тарангланувчи арматуранинг тортишиш билан қидамлиққа ҳисобланувчи 30% миқдориди қуқланишларни тузилмаларда қабул қила олсин.

Қушимча тарздаги кундаланг арматуранинг жаъми қесим юзаси қуйидаги формулалар орқали аниқланиши жоиз:

қидамлиққа ҳисобланмовчи тузилмалар учун:

$$A_{sw,ad} = 0,2 \frac{\sigma_{sp}}{R_{sw}} A_{sp}, \quad (22)$$

қидамлиққа ҳисобланувчи тузилмалар учун:

$$A_{sw,ad} = 0,3 \frac{\sigma_{sp}}{R_{sw}} A_{sp}, \quad (23)$$

бунда σ_{sp} - КМК 2.03.01-97 буйича қабул қилинувчи, биринчи йуқотишларни ҳисобга олган ҳолдаги арматурадаги дастлабқи қуқланиш;

A_{sp} - қесимнинг бир ёқи олдидаги сиқма халқалар ичида жойлашган тарангланувчи кундаланг арматура қесимлар юзалари ичидаги энг қаттаси.

3.31 Қушимча тарздаги кундаланг арматура А-II ёқи А-III синфидаги арматурабоп пулатдан булган пайвандланган епиқ сиқма халқалар қуринишида қузда тутилиши тавсия этилади.

Агар, элементлар таяниш шартларида, унинг охирги қисмида пулатдан булган таянч плитаси урнатиладиган булса, у ҳолда қушимча тарздаги кундаланг арматура у билан пайвандлаш орқали бириктирилади.

4. АСОСИЙ ХИСОБИЙ ХОЛАТЛАР

4.1 Бетон ва темирбетон тузилмалар ҳисоблари чегаравий ҳолатлар услуби буйича ҳамда КМК 2.06.01-97 га мувофиқ равишда амалга оширилиши жоиз.

Бетон ва темирбетон тузилмалар юқланиш ва таъсирларнинг барча мужассамлигида биринчи

гурух чегаравий холатлар буйича, иккинчи гурух чегаравий холатлари буйича эса - юкланиш ва таъсирларнинг факат асосий асосий мужассамлигидаги ҳисоблар талабларини каноатлантириши лозим.

Чегаравий холатлар буйича ҳисоб кондага кура тузилмани барпо этиш, ташиш, монтаж қилиш ва ундан фойдаланишнинг барча босқичлари учун амалга оширилади.

4.2 Бетон тузилмалар куйидагича ҳисобланиши лозим:

биринчи гурух чегаравий холатлари буйича;

- мустаҳкамлиги буйича тузилманинг 5 қисмга мувофиқ равишда холати турғунлиги ва шаклини текшириш орқали, иккинчи гурух чегаравий холатлари буйича:

- ёриклар пайдо булиши буйича - 6 ва 7 қисмларга мувофиқ равишда.

Темирбетон ва пулат - темирбетон тузилмалар куйидагича ҳисобланади:

биринчи гурух чегаравий холатлари буйича:

- мустаҳкамлиги буйича тузилманинг 5-қисмга мувофиқ равишда холати ва шаклининг турғунлигини текшириш билан;

- чидамлилиги буйича қуп қайта такрорланувчи юкланшда 5-қисмга мувофиқ равишда.

Иккинчи гурух чегаравий холатлари буйича:

- ёриклар пайдо булиши буйича - шундай холатлардаки, қачонки иншоотдан муътадил фойдаланиш шартлари буйича уларни пайдо булишига йул қуйилмайди (ёрикбаврдош) ёки ёриклар очилиши катталигини чеклаш буйича (ёрикбардош эмас) булганда - 6 қисмга мувофиқ равишда;

- деформациялар буйича - шундай холатлардаки, қачонки суриллишлар катталиги тузилмадан ёки унда булган механизмлардан муътадил фойдаланиш имкониятларини чеклаши мумкин булганда - 6 қисмга мувофиқ равишда.

Пулат-темирбетон тузилмалар лойихалаштирилишида қушимча равишда мустаҳкамликни ҳисоблаш жоиз:

- металл қопламага транспорт, монтаж ва қурилиш юкланишлари таъсири - КМК 2.03.05-97 Пулат тузилмаларга мувофиқ равишда,

- туноқасимон арматура ва бетоннинг қушма ҳолда ишлашнинг таъмин этувчи анкерлар.

4.3 Гидротехника иншоотлари бетон ва темирбетон элементлар тузилмаларини ҳисоблашларда чегаравий холатларни кириб келишига йул қуйилмаслигини таъмин этувчи куйидаги шартлардан бирини риоя қилиниши жоиз:

$$\gamma_n \gamma_{lc} F \leq \gamma_c R;$$

$$\gamma_n \gamma_{lc} \sigma \leq \gamma_c \phi (\gamma_b R_b; \gamma_s R_s);$$

бунда F, R - деформация ёки бошқа параметрнинг умумлаштирилган қучи таъсирининг мувофиқ равишдаги ҳисобий қийматлари (қуч, момент), қайсики улар орқали элементнинг чегаравий холати ва умумлаштирилган тутиб туриш қобилиятини баҳоланиши амалга оширилади;

$R_b; R_s$ - бетон ва арматуранинг мувофиқ равишдаги ҳисобий қаршиликлари;

σ - ҳисобий қучланишлар (бетон ёки арматурадаги);

ϕ - функция булиб, унинг қуриниши элементнинг қучланиш-деформацияланган холати тавсифи, уни фойдаланиш даврида буладиган юкланишлар билан юклантириш муддатларида боғлиқ равишда аниқланади;

γ_n - иншоотнинг масъулияти (тайинланиши) буйича ишончилиқ коэффициентлари булиб,

унинг у ёки бу чегаравий холатлар ёки бошқа чегаравий холатлар кириб келишидаги тубдан асосийлиги ва ахамиятини ҳисобга олади ва КМК 2.06.01-97 га мувофиқ равишда қабул қилинади.

γ_{lc} - юкланишларнинг мужассамлиги коэффициенти булиб, КМК 2.06.01-97 мувофиқ равишда қабул қилинади.

γ_c - иншоотнинг тури ёки тузилмаси, материал қуриниши, ҳисобий схемалар яқинлиги, чегаравий холат тури ва омилларни ҳисобга олувчи иш шароитлари коэффициенти булиб, гидротехника иншоотлари ҳамда улар тузилма ва элементлари айрим қуринишларини лойихалаштирилишига булган меъёрий ҳужжатлар орқали урнатилди;

$\gamma_b; \gamma_s$ - бетон ва арматура иш шароитлари мувофиқ равишдаги коэффициенти булиб, 6 ва 13 жадваллар буйича аниқланади.

4.4 Йиғма-яхлит тузилмалар, шуниндек тутиб туривчи арматурали тузилмалар, тузилма ишлашининг икки босқичи учун ҳисобланиши жоиз:

тузилмадан фойдаланиш жойида ётқизилган бетоннинг - шу бетоннинг уз обирлиги ва иншоотни барпо этишнинг берилган босқичида таъсир этувчи бошқа юкланишлар таъсирига нисбатан берилган мустаҳкамликка эришгунингача;

тузилмадан фойдаланиш жойида ётқизилган бетоннинг уз обирлигини ҳисобга олган ҳолда тузилмадан фойдаланиш давридаги таъсир этувчи юкланишларга нисбатан берилган мустаҳкамликка эришгунингача.

Мустаҳкамликка булган ҳисоблар ҳисобий юкланишларга қучайиш ва қучланишларни жамламаган ҳолда алоҳида икки босқичлар буйича амалга оширилади.

4.5 Асосида анкерланган туфонлар учун тузималар ҳисоби билан бир қаторда анкер жихозларининг тутиб туриш қобилиятини-аниқлаш, бетон ва анкерлардаги қучланишларни релаксациялаш учун тажрибавий изланишлар утқазилиши лозим. Анкерларни коррозиядан химоя қилиш буйича тадбирлар қузда тугилиши жоиз.

Даслаб қучланган тузилмалар учун лойихада анкерлар ёки улар элементларини такроран тортиш имкониятлари қузда тугилиши, шунингдек бетондаги анкерлар холати устидан назорат қузатувлари утқазилиши жоиз.

4.6 Йиғма тузилмалар элементларини қутариш, ташиш ва монтаж қилишда юзага келувчи зуриқишларга, элементнинг уз обирлиги туфайли юкланишга ҳисоблашда, КМК 2.03.01-97 буйича тайинланувчи динамиклик коэффициенти киритилади.

4.7 Бетон ва темирбетон элементларининг мустаҳкамлиги ва ёрикбардошликларини баҳолаш усули (зуриқиш ёки қучланишлар буйича) улар улчамлари нисбати орқали аниқланади. 19 жадвалда элементлар синфланиши ва улар улчамлари нисбатига боғлиқ равишдаги уларнинг чегаравий холати кириб келишининг баҳолаш усуллари келтирилган.

19 Жадвал

| | Элемент улчамлари нисбати | Элемент номланиши | Чегаравий холат кириб келишини баҳолаш усули | |
|-------------------------------------|---------------------------|-------------------------|--|--------------------|
| | | | Зуриқишлар буйича | Қучланишлар буйича |
| А. Тусинли тузилмалар - $b \leq 3h$ | | | | |
| 1. | $l/h \geq 6$ | Стерженли элемент-тусин | + | — |
| 2. | $3 \leq l/h < 6$ | Қалта тусин | + | + |

| | | | | |
|--------------------------------------|-----------------------|----------------------------------|---|---|
| 3. | $l/h < 3$ | Тусин-девор | — | + |
| Б. Консоль тузилмалари - $b \leq 3h$ | | | | |
| 4. | $l/h \geq 3$ | Стерженли элемент-консоль | + | — |
| 5. | $1,5 \leq l/h < 3$ | Калта консоль | + | + |
| 6. | $l/h < 1,5$ | Консолли девор | — | + |
| В. Плитали тузилмалар- $b > 3h$ | | | | |
| 7. | $a/h \geq 6$ | Юпка плита | + | — |
| 8. | $3 \leq a/h < 6$ | Калин плита | + | + |
| 9. | $a/h < 3$ | Хажмли элемент | — | + |
| Г. Равокли ва халкасимон тузилмалар | | | | |
| 10. | $t/R \leq 0,1$ | Юпка равок, халка | + | — |
| 11. | $0,1 < t/R \leq 0,25$ | Уртача калинликдаги равок, халка | + | + |
| 12. | $t/R > 0,25$ | Калин равок, халка | — | + |

Эслатма: 19 жадвалда куйидаги ифодалар қабул қилинган: l - тусин ёки консоль узунлиги (каноти); b ва h - элементнинг мувофиқ равишдаги кенглиги ва қундаланг кесими баландлиги; a - плитанинг кичик томони узунлиги; t - халка девори ва равок калинлиги; R - равок, халка ук чизифи узунлиги.

4.8 Иншоотнинг тутиб туриш қобилияти ҳамда уни муътадил фойдаланишга яроқлилигини текширишда қоидага қура ички зуриқишлар (эғувчи ва бурувчи моментлар, муътадил ва қирқиб утувчи қучлар), қучланишлар, сурилиш ва бурилиш бурчаклари қоидага қура бетоннинг ёриқлар пайдо қилиш ва урмалаш хусусияти, материаллар қучланиш ва деформациялари орасидаги нозичиқ боғланиш, шунингдек иншоотни барпо этиш ва юклантириш кетма-кетлигини ҳисобга олган ҳолда аниқланади.

Элементлар қесимларидаги зуриқиш ва қучланишларни тузилманинг таранг ишлашини қузда тутган равишда шундай ҳолларда аниқланишига йул қуйиладик, қачонки тузилмаларни, уларнинг узини нотаранг тутишини ҳисобга олган ҳолдаги ҳисоблаш услубий қулланмаси ишлаб чиқилмаган ёки ҳисоб иншоотни лойихалаштирилишининг оралик босқичида бажариладиган бўлса.

4.9 Статик жихатдан аниқланувчи стерженли элементлар, юпка плита ва равокларни ҳисоблашда дастлабки ҳолатлари буйича биринчи ва иккинчи гуруҳ ички зуриқишлар (эғувчи ва бурувчи моментлар, муътадил ва қирқиб утувчи қучлар); шунингдек сурилиш ва бурилиш бурчаклари материаллар қаршилиги услублари буйича аниқланиши лозим. Чизикли сурилиш ва бурилиш бурчакларини аниқлашда, бетонда ёриқлар пайдо бўлиши натижасида қесимлар қаттиклигини узғариши ҳисобга олиниши зарур. Ёрик пайдо бўлиш шартлари 6.2б.га мувофиқ қабул қилинади.

Статик жихатдан аниқлаб бўлмайдиган тузилмаларда, юпка плиталар ва равокларда ички зуриқиш ва сурилишлар қоидага қура бетонда ёриқлар пайдо бўлиши натижасида қесимлар қаттиклигини узғаришини шарт қилган ҳолдаги нотаранг ишлашини ҳисобга олган ҳолда аниқланади.

4.10 Элементларнинг қучланишлар буйича мустаҳкамлиги ва ёрилишга бардошлигини баҳолашда (тусин-деворлар, консоль деворлар, калин равоклар ва қувурлар ҳамда хажмли элементлар), булардан охириги таранглик назарияси услублари ёки тажрибавий йусинда 4.8 б. ни ҳисобга олган ҳолда аниқланади.

4.11 Қалта тусинлар ва консоллар, уртача калинликдаги калин плиталар ва равоклар мустаҳкамлиги ва ёрикбардошлигини текшириш қучланишлар буйича булгани қаби, зуриқишлар буйича ҳам амалга оширилишига йул қуйилади, элементнинг ҳисобий қесимларидаги қучланишлар таранглик назарияси услуби ёки тажрибавий йул

орқали, 4.8 б. қурсатмаларини ҳисобга олган ҳолда, зуриқиш эса қесимдаги қучланишлар тенг таъсир этувчи эпюралари қатталиги буйича аниқланади: $N = D - Z$; $M = D \cdot z$ (бу ерда D ва Z - сиқувчи ва қузувчи қучланишларнинг тенг таъсир этувчи эпюралари; z - жуфт ички қучлар елкаси).

4.12 Консоль туридаги плита элементлар ёки икки қарама-қарши томонларга таяниб турувчи элементлар, қайсики юкланиш уларнинг кенглиги буйича бир текисда тарқалган, мустаҳкамлик ва ёрикбардошлиқ буйича консоль ёки тусинли элементларга айнан уҳшаш тарзда аниқланади. Бу ҳолатда ҳисоблар плитанинг яққа ҳолдаги кенглиги қисми учун амалга оширилади.

4.13 Элемент ҳисобий қесимларидаги сувнинг қарши босими микдори тузилманинг фойдаланиш давридаги ишлаш шарт-шароитларини ҳисобга олган ҳолда, шунингдек 4.7 б. да қурсатилган тузилмавий ва технологик тадбирларни ҳисобга олган ҳолда аниқланади.

Гидротеника иншоотлари яхлит босимли ва сув ости бетон ва темирбетон тузилмалар элементларида сувнинг қарши босими хажмли қуч сингари ҳисобга олиниши ва ҚМК 2.06.06-97 буйича аниқланиши лозим.

Стерженли ва плитали элементларда сувнинг қарши босими қуриб чиқилаётган ҳисобий қесимга қуйилган қузувчи қуч сифатида ҳисобга олиниши лозим, бунда материалнинг солиштирма оғирлиги тортиб қуришни ҳисобга олмаган ҳолда қабул қилинади.

Сувнинг қарши босими бетонлаштириш чоклари билан тасодифий мос қелувчи қесимларни ҳисоблашдаги булгани қаби, яхлит қуйма қесимлар учун ҳам ҳисобга олинади.

4.14 Босимли, стерженли, плитали, равокли ва халкасимон элементлар ҳисобий қесимларидаги қарши босим зуриқишини, қарши босим таъсирини шарт қилиб қуйилгани ҳолда қучланишлар эпюраси юзасига тенг қилиб қабул этилади. Қурсатиб утилган қучланишлар қесимнинг алоҳида нукталарида $p\alpha_{2b}$ га тенг қилиб қабул этилади,

бунда p - гидростатик босим жадаллиги; α_{2b} - бетондаги қарши босим самарали майдони қоэффиенти.

Ёрикбардош элементлар учун сувнинг гидростатик босими жадаллигининг узғариши қизикли қонуни босимли ёкдаги босим микдоридан (юқориги) паски ёк микдоригача қабул қилинади.

Ёрикбардош булмаган элементлар учун гидростатик босим узғариши қизикли қонуни фақат қесимнинг сиқилга доираси қегараси ичида қабул қилинади. Ёриқлар қегарасида сув сатхи остида ёриқларни қуқурлашишини билан аниқланувчи бир хил маромдаги босим қабул қилинади.

Қарши босим самарали майдони қоэффиенти α_{2b} I ва II синф иншоотлари учун филтрланишга қарши жихозларни ҳисобга олган ҳолда тажрибавий изланишлар асосида аниқланади.

Стерженли ва плита элементларининг эғилувчи, марказлашмаган тарзда сиқилган ва марказлашмаган тарзда қузилган қесимларида, тажрибавий изланиш маълумотлари мавжуд булмаган тақдирда қуйидаги қийматлар қабул қилинишига йул қуйилади α_{2b} ;

1,0 - қесимларнинг қузилган доирасида ва ёриқлар тарқалган доирада,

0,0 - элементлар қесимининг сиқилган доирасида.

Бетоннинг сиқилган доираси баландлиги текис қесимлар қараиясидан қелиб қикқан ҳолда аниқланади. Ёрикбардош булмаган элементларда устига қуйилган юқ остида қузилган бетон иши ҳисобга олирмайди ва қесимнинг сиқилган доирасида бетоннинг қучланишлар эпюраси шакли учбурчак тарзида қабул қилинади.

Кушимча кучланишларни аниқлашдаги кесимнинг кучланиш ҳолати қуриниши қарши босим кучини ҳисобга олмаган ҳолда барча юқланишлар таъсири остидаги текис кесимлар фаразиясидан келиб чиққан ҳолда урнатилади.

4.15 Гидротехника иншоотлари бетон ва темирбетон тузилмалари элементларини ҳисоблашда, доимий тавсифда булувчи (эстакада, уйқчалик тузилмалар, краности йуллари тусинлари ишларни амалга ошириш учун кушимча арматура ва х.к.) қурилиш даври кушимча боғланишларни ҳисобга олиниши жоиз.

4.16 Таъмирлаш ёки қайта тузишда кучайтирилиши лозим булган бетон ва темирбетон тузилмалар элементлари ҳисоблари, бетон ва арматура деформацияланиши қайта тузиш ва диаграммалари бошланиши онда урин тутувчи, бетон ва арматурадаги булган кучланишларни ҳисобга олган ҳолда утказилади.

4.17 Ушбу меъёрлар билан қатъийлаштирилмаган ҳисоблар (дастлаб кучланган тузилмалар ҳисоби, умумий ҳолатдаги кесимлар ҳисоби, шу жумладан марказлашмаган тарздаги қийшиқ сикилиш ва қийшиқ эгилиш, қалта консоллар ҳисоби, эзилиш ва узилишга булган ҳисоблар, тахт қилиш деталлари ҳисоби ва б.), КМК 2.03.01-97 курсатмалари буйича, бандаргоҳ ва транспорт иншоотларни лойихалаштиришда эса шуниндек КМК 2.05.03-97 курсатмалари буйича бажарилади. Бунда, ушбу меъёрларда қабул этилган коэффициентлар ҳисобга олиниши зарур.

5 БЕТОН ВА ТЕМИРБЕТОН ТУЗИЛМАЛАРИ ЭЛЕМЕНТЛАРИНИНГ МУСТАХКАМЛИГИ ВА ЧИДАМЛИЛИГИНИ ҲИСОБЛАШ

Бетон элементлари мустахкамлиги ҳисоблари

5.1 Элементлар мустахкамлиги ҳисоблари, зуриқишлар орқали ифода этилувчи чегаравий ҳолатлар қириб келиш шарт-шароитлари (к. 19 жад-вал), уларнинг узун укига муътадил булган кесимлар учун 5.2-5.7 б.б. курсатмаларига мувофиқ равишда амалга оширилади.

Чегаравий ҳолат қириб келиш шарт-шароитларини кесимлардаги зуриқишлар орқали ифодалаш мумкин булмаганда, элементлар мустахкамлиги ҳисоблари бош кучланишлар таъсир этиш майдонлари учун 5.2, 5.3, 5.8 ва 5.9 курсатмаларига мувофиқ равишда бажарилади.

5.2 Фойдаланиш шартлари буйича ёриқлар пайдо булишига йул қуйилувчи марказлашмаган тарздаги сикилган элементлар, кесимнинг юк остида чузилган доирасидаги бетон қаршилигини ҳисобга олмаган ҳолда ҳисобланади.

Барча эгилувчи элементлар, шуниндек марказлашмаган тарзда сикилган элементлар, қайсики улардан фойдаланиш шартлари буйича ёриқлар пайдо булишига йул қуйилмайдиган булса, бетонни юк остида чузилишига булган қаршилигини ҳисобга олган ҳолда ҳисобланади.

5.3 Мустахкамлиги кесимнинг юк остида чузилган доирасидаги бетон мустахкамлиги орқали аниқланувчи бетон тузилмаларини қулланилишига шундай ҳолатда йул қуйиладики, қачонки агар уларда ёриқлар пайдо булиши вайрон булишга, йул қуйиб булмайдиган деформациялар ёки тузилманинг сув утказмаслик хусусиятини бузилишига олиб келмайдиган булса. Бунда, бундай тузилмалар элементларининг ҳарорат - намлик таъсирларини ҳисовга олган ҳолда 7 қисм талабларига мувофиқ равишда ёриқбардошлигини текшириш амалга оширилиши лозим.

Эгилувчи элементлар

5.4 Чегаравий ҳолат қириб келиш шарт-шароитлари зуриқишлар орқали ифодаланувчи, кучланиш таъсир текислигига нисбатан симметрик булган эгилувчи бетон элементлари ҳисоби, қуйидаги формула буйича амалга оширилади:

$$\gamma_{lc}\gamma_n M \leq \gamma_c \gamma_b R_{brt} W_t, \quad (24)$$

бунда γ_{lc}, γ_n - КМК 2.06.01-97 буйича қабул қилинувчи коэффициентлар;

γ_c - гидротехника иншоотларининг ало-ҳида қурилишларининг лойихалаштирилишига булган қурилиш меъёр ва қоидалари буйича қабул қилинувчи, иншоотнинг иш шароитлари коэффициентини;

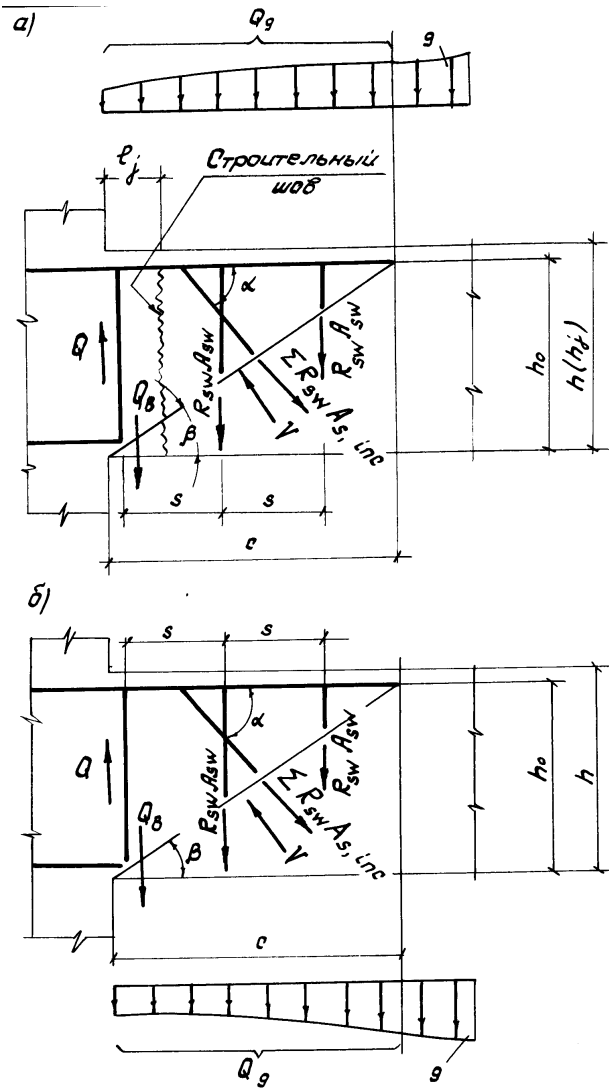
чикилаётган офма кесимдан бир томонга жойлашган ташки юкланишдан буладиган барча кундаланг кучлар тенг таъсир этувчиси;

$\sum \gamma_s R_{sw} A_{sw}$; - офма кесимни кесиб утувчи

$\sum \gamma_s R_{sw} A_{s,inc} \sin \alpha$ мувофик равишдаги халкасимон

кискич ва эгилган стерженлар томонидан кабул килинувчи кундаланг зуриқишлар йиғиндиси;

α - эгилган стерженларни офма кесимдаги элемент узунлигига булган офма бурчаги.



5 Чизма. Кундаланг куч таъсирига нисбатан мустақкамлигини ҳисоблашда темирбетон элементи буйлама укига офма кесимдаги зуриқишлар схемаси.

- а) - юкланиш элемент томонига таъсир қилади;
- б) - юкланиш элементдан бошқа томонга таъсир қилади.

Агар ташки юкланиш 5, а, чизмада курсатилганидек элемент томонга таъсир курсатадиган булса, ҳисобий кундаланг куч куйидаги формула буйича аникланади:

$$Q_1 = Q - Q_g - V \cos \beta, \quad (73)$$

бунда Q - таянч кесимдаги кундаланг куч;

Q_g - элементга офма кесим проекцияси узунлигининг элемент узунлигига таъсир этувчи ташки юкланиш тенг таъсир этувчиси;

V - офма кесимда амал килувчи, пьезометрик босим ва $\alpha_{2b} = 1,0$ чизикли таксимланишни фарз этган ҳолда аникланувчи карши босим кучи.

Агар ташки юкланиш 5, б чизмада курсатилганидек элемент томонга таъсир курсатса, у ҳолда Q_g (73) формулада ҳисобга олинмайди.

5.23 Агар (61) шарт $Q_b = Q_{b1}$ ва $Q_b = Q_{b2}$ булганда бажарилмаса, сикма халкалар билан арматураланган элементлар ҳисоби энг хавfli офма кесим буйича куйидаги шартлардан амалга оширилишига йул берилади:

$$\gamma_{lc} \gamma_n Q \leq \gamma_c (\gamma_{b7} Q_{b1} + Q_{sw}), \quad (74)$$

$$\gamma_{lc} \gamma_n Q \leq \gamma_c (\gamma_{b7} Q_{b2} + Q_{sw}), \quad (75)$$

бунда Q_{sw} - энг хавfli офма кесим чегараларида сикма халкалар орқали кабул килинувчи кундаланг зуриқиш булиб, куйидаги формула орқали аникланади:

$$Q_{sw} = q_{sw} \sqrt{\frac{0,6 \varphi_s (1 + \varphi_n) \gamma_j R_{bt} b h_o^2}{q_{sw}}}, \quad (76)$$

бунда q_{sw} - элемент узунлиги бирлигига офма кесим чегараларида сикма халкаларда булган зуриқиш булиб, куйидаги формула орқали аникланади:

$$q_{sw} = \frac{\gamma_s R_{sw} A_{sw}}{S}, \quad (77)$$

бунда S - сикма халкалар қадами.

Элементлар ҳисобида (74) ва (75) шартлардан ҳосил килинган энг кам сикма халкалар сони кабул килинади.

5.24 Олдинда турувчи эгилма охири ва кейинги эгилманинг боши ораликларидagi, шуниндек таянч билан таянчга энг яқин турган эгилма охири орасидagi, кундаланг стерженлар (сикма халкалар) орасидagi масофа куйидаги формула орқали аникланади:

$$S_{max} = \frac{\gamma_c \gamma_{b7} \varphi_2 R_{bt} b h_o^2}{\gamma_{lc} \gamma_n Q_1}, \quad (78)$$

5.25 Кесим баландлиги узгарувчан булган элементларнинг кундаланг куч таъсирига булган ҳисоби куйидаги тарзда амалга оширилади:

агар элементнинг ёқларидан бири горизонтал ёки вертикал, иккинчиси эса офма булса, элемент уки мувофик равишда горизонтал ёки вертикал тарзда кабул килинади. Офма кесимнинг ишчи баландлиги сифатида офма кесим элемент укига муътадил ишчи қисми проекцияси кабул килинади:

- офма ҳолдаги сикилган ёнқиррали элемент учун - сикилган доирадаги офма кесим охири олдида (6, а чизма);
- офма ҳолдаги чузилган ёнқиррали элемент учун - чузилган доирадоги офма кесим бошланиши олдида (6, б чизма);

агар элементнинг иккала ёнқирралари офма ҳолда булса, элемент уки сифатида элемент ёнқиррасидан бир хил узокликда булган ҳолдаги нукталар геометрик жойи кабул килиниши лозим. Кесимнинг ишчи баландлиги сифатида

офма кесимнинг элемент укига нормаль булган ишчи кисми проекцияси кабул килинади.

5.26 Элемент узунлиги булган хисоби кундаланг кучлар таъсири остидаги мустахкамликка текширилувчи кесимлар учун, шунингдек узунлигига чузилган арматура майдонининг узгариш нуктасидан утувчи (арматуранинг назарий узлиши нуктаси ёки унинг диаметрининг узгариши), ва элементнинг кундаланг кесими кескин узгарадиган жойларда куйидаги формула оркали амалга ошириш жоиз:

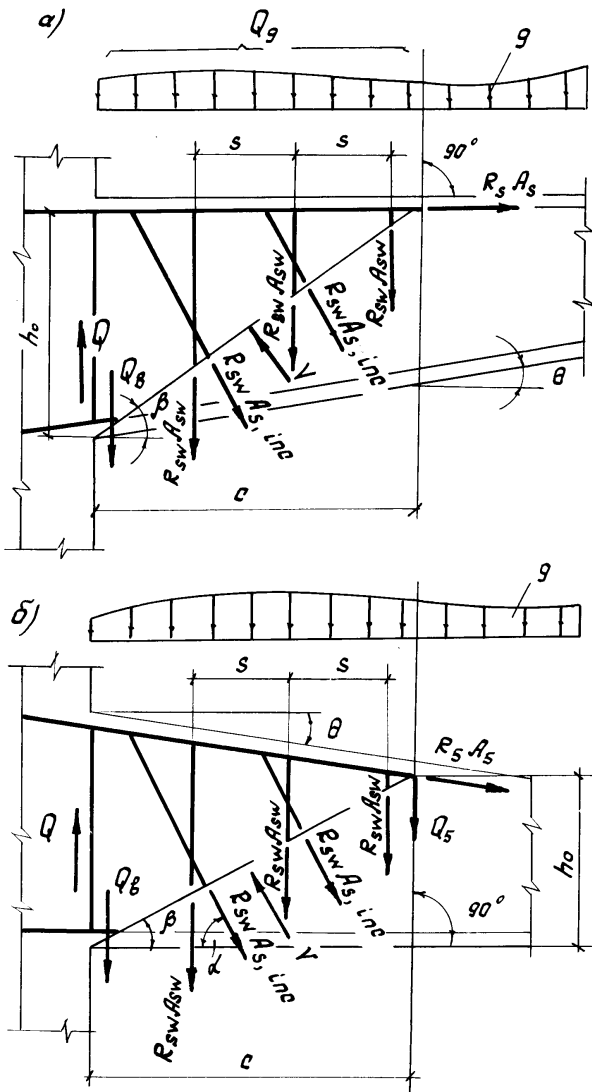
лашган (карши босимни хисобга олган холда) барча ташки кучлар momenti;

$\gamma_s R_s A_s z$; - офма кесимнинг чузилган доираси-

$\Sigma \gamma_s R_{sw} A_{s,inc} z_{s,inc}$ ни кесиб утувчи буйлама арматура

$\Sigma \gamma_s R_{sw} A_{sw} z_{sw}$ эгилган стерженлар ва сикма халкалардаги зуриқишларга мувофиқ укка нисбатан моментлар йиғиндиси;

$z, z_{s,inc}, z_{sw}$ - уша укка нисбатан эгилган стерженлар ва сикма халкалардаги буйлама арматуралардаги зуриқишлар елкалари (7 чизма).

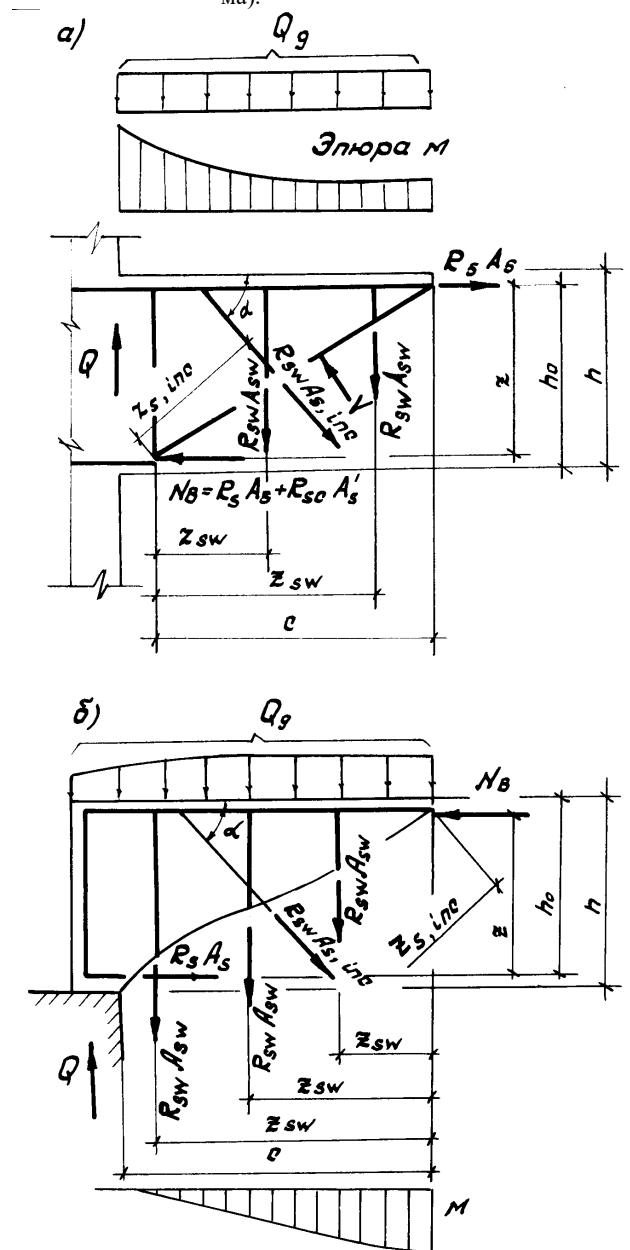


6 Чизма. Офма ёкли темирбетон элементи буйлама укига офма кесимда, унинг кундаланг куч таъсирига нисбатан мустахкамлигини хисоблашдаги зуриқишлар схемаси.

- а) - офма ёк кистирилган;
- б) - офма ёк чузилган.

$$\gamma_{lc} \gamma_n M \leq \gamma_c (\gamma_s R_s A_s z + \Sigma \gamma_s R_{sw} A_{s,inc} z_{s,inc} + \Sigma \gamma_s R_{sw} A_{sw} z_{sw}), \quad (79)$$

бунда M - сикилган доирада ва момент таъсири текислигига тик булган тенг таъсир этувчи зуриқишлар куйилган нуктадан утувчи укка нисбатан куриб чиқилаётган офма кесимдан бир томонда жой-



7 Чизма. Эгувчи момент таъсирига нисбатан мустахкамлигини хисоблашда темирбетон элемент буйлама укига офма кесимдаги зуриқишлар.

- а) - элемент таянчга кистирилган;
- б) - ёркин таянчли элемент.

Агар офма кесим эгувчи момент ишорасини узгариш доирасида жойлашган булса, эгилишга булган текши-

риш иккала ёқлар олдида жойлашган буйлама арматура билан олма кесим кесишувчи нукталарга нисбатан амалга оширилади. Бунда $Q_b = 0$ этиб кабул қилинади.

Элементнинг буйлама укига булган муътадил буйича улчанган, олма кесимдаги сикилган доира баландлиги, 5.14-5.16 б.б. талабларига мувофик аникланади.

5.27 Доимий ёки бир маромда узгарувчи кесимлар баландлиги билан булган элементлар олма кесими муътадиллигини эгувчи момент таъсирига булган хисоблари куйидаги ҳолатларнинг бирида амалга оширилмаслигига йул куйилади:

- агар буткул буйлама арматура таянчгача ёки элемент охиригача етказилса ва етарли анкерланишга эга булса;
- фазовий ишловчи плитали тузилмаларда;
- агар элемент узунлиги буйича узилувчи буйлама эгилган стерженлар, улар хисоблар буйича талаб этилмайдиган муътадил кесим урнида куйидаги формула оркали аникланувчи l_g ва ундан ортик узунликда урнатиладиган булса:

$$l_g = \frac{\gamma_{lc}\gamma_n Q - 0,75\gamma_c\gamma_s R_{sw} A_{s,inc} \sin \alpha}{1,5q_{sw}}, \quad (80)$$

бунда Q - стерженнинг назарий узилиш нуктаси оркали утувчи, муътадил кесимдаги кундаланг куч;

$A_{s,inc}, \alpha$ - l_g узунликдаги кесим доираларида жойлашган эгилган стерженларнинг мувофик равишдаги кесим майдони ва оғиш бурчаги;

q_{sw} - l_g узунликдаги кесимдаги элемент узунлик бирлигига нисбатан сикма халкалардаги зуриқиш булиб, куйи-даги формула оркали аникланади:

$$q_{sw} = \frac{\gamma_s R_{sw} A_{sw}}{S}, \quad (81)$$

бунда d - узилувчи стержен диаметри, см;
-агар куйидаги шарт бажарилса:

$$\gamma_{lc}\gamma_n Q \leq 0,25\gamma_c\gamma_{b7} R_{btr,ser} b h_o, \quad (82)$$

босимли деворларни хисобга олмаганда, таранг асосдаги тузилмаларда.

5.28 Сикма халкалар билан арматураланган, доимий баландликка эга булган эгилувчи ва марказ-лашмаган тарзда сикилган элементлар хисоблари, ушбу меъёрлар хисобий коэффициентларини хисобга олган ҳолда КМК 2.03.01-97 талабларига мувофик амалга оширилишига йул берилади.

5.29 Узунлиги h баландликдаги таянч кесими тенг ёки унинг баландлигидан кам булган консол хисоби, (киска консол) КМК 2.03.01-97 буйича амалга оширилади.

5.30 Чегаравий ҳолатларининг кириб келиши бетондаги бош кучланиш оркали ифодаланувчи темирбетон элементлар куйидаги шартлардан аникланади:

$$\begin{aligned} \gamma_{lc}\gamma_n k_x \sigma_{mt} &\leq \gamma_c\gamma_s \mu_x R_s \\ \gamma_{lc}\gamma_n k_y \sigma_{mt} &\leq \gamma_c\gamma_s \mu_y R_s, \quad (83) \\ \gamma_{lc}\gamma_n k_z \sigma_{mt} &\leq \gamma_c\gamma_s \mu_z R_s \end{aligned}$$

бунда $k_x; k_y; k_z$ - элементнинг арматураланиш схемаси ва арматура ишининг сурилишга таъсирини (мих-чупли самара) хисобга олувчи коэффициентлари;

$\mu_x; \mu_y; \mu_z$ - мувофик равишда x, y ва z уқларига тик булган кесимлар арматураланиш коэффициентлари.

k_x, k_y ва k_z коэффициентлари кийматлари амалий тажриба оркали аникланади. Бу коэффициентлар кийматларини 5-Илова график-лари буйича арматура диаметри ва σ_{mt} кучланишлар траекторияси α_x, α_y ва α_z оғиш бурчакларининг x, y ва z уқларига нисбатан боғланган ҳолда аникланишига йул куйилади.

$\alpha_i < 20$ булганда $k_i = 1,0$ этиб кабул қилинади.

Бош чузувчи σ_{mt} кучланишлар икки узоро тик булган йуналишлар буйича (ортогонал турлар билан арматуралаш), ёки σ_{mt} кучланишлар траекторияси буйлаб бир томонга йуналтирилган стерженлар оркали кабул қилинадиган ҳолатларда (83) шартларда куйидагилар кабул қилинади:

- турлар билан арматуралашда:

$$\mu_z = 0; k_z = 0,$$

- σ_{mt} векторга параллел булган стерженлар оркали арматуралашда:

$$\mu_z = \mu_y = 0; k_z = k_y = 0; k_x = 1,0.$$

5.31 Чегаравий ҳолатлари зуриқишлар оркали ифода этилувчи, туғри бурчак кесимли яхлит темирбетон элементларини лойихалаштиришда, буйлама кесимлар муътадиллигини бетараф ук хамда буйлама курилиш чоклари сатхидаги бетондаги иккиламчи кучланишлар таъсирига (элементнинг чузилган доирасиди ёриклар пайдо булганидан кейин) куйидаги шартлардан текширилиши лозим:

- бетараф ук сатхида

$$\gamma_{lc}\gamma_n \sigma_{sw} \leq \gamma_c\gamma_s R_{sw}, \quad (84)$$

- буйлама курилиш чоки сатхида:

$$\gamma_{lc}\gamma_n \sigma_{sw,j} \leq \gamma_c\gamma_s R_{sw}, \quad (85)$$

$$\gamma_{lc}\gamma_n \tau_{sw,j} \leq \gamma_c k_R (R_{sw}, R_b), \quad (86)$$

бунда σ_{sw} - бетараф ук сатхида сикма халка-лардаги чузувчи кучланиш;

$\sigma_{sw,j}; \tau_{sw,j}$ - буйлама курилиш чоки сатхида сикма халкалардаги мувофик равишдаги чузувчи ва уринма кучланишлар;

$k_R (R_{sw}, R_b)$ - сикма халкаларни михчуп тар-зидаги ишида, буларнинг киркилишга булган муътадил мезони.

$k_R (R_{sw}, R_b)$ мезон амалий тажриба оркали аникланади III ва IV синф иншоотлари учун:

$$k_R (R_{sw}, R_b) = 5,2\sqrt{R_{sw} R_b}, \quad (87)$$

Элементнинг бетараф уқи сатхида сикма халкалардаги чузувчи кучланишлар куйидаги формула оркали аникланади:

$$\sigma_{sw} = \frac{\sigma'_t b s \left[1 - \left(\frac{R_{bt\tau}}{\sigma'_t} \right)^2 \right]}{\pi m d_{sw}^2}, \quad (88)$$

бунда σ'_t - бетараф ук сатхида бетондаги максимал иккиламчи чузувчи кучланиш;

b - элемент кесими кенглиги;

m - элементнинг кундаланг кесимидаги сикма халкалар стерженлари сони;

d_{sw} ; s - мувофик равишда стерженлар диаметри ва сикма халкалар қадами.

Буйлама курилиш чоки сатхидаги сикма халкаларда булган чузувчи кучланишлар куйидаги формула оркали аникланади:

$$\sigma_{sw,j} = \frac{\sigma'_{t,j} b s}{\pi m d_{sw}^2}, \quad (89)$$

бунда $\sigma'_{t,j}$ - буйлама курилиш чоки сатхида бетондаги максимал иккиламчи кундаланг чузувчи кучланиш.

Буйлама курилиш чоки сатхида сикма халкаларда буладиган дахлдор кучланишлар куйидаги формула оркали аникланади:

$$\tau_{sw,j} = \frac{4(\tau_j - R_{sh,j}) b s}{\pi m d_{sw}^2}, \quad (90)$$

бунда τ_j - буйлама курилиш чоки сатхидаги дахлдор кучланишларнинг уртача киймати;

$R_{sh,j}$ - муътадил чузувчи кучланишлар $\sigma'_{t,j}$ мавжудлигида курилиш чокнинг киркилишга булган мустахкамлиги;

τ_j киймат куйидаги формула оркали аникланади:

$$\tau_j = 0,5(\tau_j^o + \tau_j'), \quad (91)$$

бунда τ_j^o ва τ_j' - элементнинг чузилган доирасидаги муътадил ёриклар ораликлари кесимидаги курилиш чоки сатхида мувофик равишдаги муътадил ёриклар пайдо булишигача ва улар пайдо булгандан кейинги дахлдор кучланишлар.

Буйлама курилиш чокнинг киркилишга булган мустахкамлиги куйидаги формула оркали аникланади:

- ишлов берилмаган чоклар учун

$$R_{sh,j} = \frac{0,6\tau_j R_{bt\tau}}{\tau_j + 3\sigma'_{t,j}}, \quad (92)$$

- ишлов берилган чоклар учун (цемент пардасини олиб ташлаш, штраблар жихозлаш в х.к.)

$$R_{sh,j} = \frac{1,2\tau_j R_{bt\tau}}{\tau_j + 2,4\sigma'_{t,j}}, \quad (93)$$

Буйлама курилиш чоки сатхида, муътадил ёриклар пайдо булгунча булган бетондаги дахлдор кучланишлар куйидаги формула оркали аникланади:

$$\tau_j^o = \frac{QS_j}{Ib}, \quad (94)$$

бунда S_j - курилиш чоки билан чекланган кундаланг кесим кесимининг статик момент.

Элементдаги σ'_t ; $\sigma'_{t,j}$; τ_j' иккиламчи кучланишлар M эгувчи момент ва Q киркувчи куч таъсирлари остида ёрилган элементлар ҳисобларидан аникланади.

Темирбетон элементлари чидамлилигини ҳисоблаш

5.32 Элементнинг буйлама укига муътадил булган кесимлар чидамлилиги куйидаги шартлардан келиб чиққан холда амалга оширилиши жоиз:

сикилган бетон учун -

$$\gamma_{lc}\gamma_n\sigma_c \leq \gamma_c\gamma_b R_{bt}, \quad (95)$$

чузилган арматуралар учун -

$$\gamma_{lc}\gamma_n\sigma_s \leq \gamma_c\gamma_{s1} R_s, \quad (96)$$

бунда σ_c ва σ_s - мувофик равишда бетондаги сик-увчи кучланишлар ва арматурадаги чузувчи кучланишлар максимал кийматлари;

$$\gamma_b = \gamma_{b7}\gamma_{b12}$$

Сикилган арматура чидамлиликка ҳисобланмайди.

5.33 Ёрикбардош элементларда, бетондаги σ_c

кучланиш ва σ_s арматурадаги кучланишлар максимал эгувчи моментнинг амал қилиш доирасида келтирилган кесимлар буйича таранг жисм учун булган каби 2.34 б. курсатмаларини ҳисобга олган холда ҳисоблаш оркали аникланади.

Ёрикбардош булмаган элементларда келтирилган кесимлар майдони ва каршилик momenti бетоннинг чузилган доирасини ҳисобга олмаган холда аникланади. Арматурадаги кучланиш ушбу меъёрларнинг 6.7 б. га мувофик аникланади.

5.34 Элемент буйлама укига олма кесимлар чидамлилиги куйидаги шартлар оркали бажарилади:

$$\gamma_{lc}\gamma_n\sigma_{mt} \leq \gamma_c\gamma_b R_{bt\tau}, \quad (97)$$

бунда σ_{mt} - бетондаги бош чузувчи кучланишлар;

$$\gamma_b = \gamma_{b5}\gamma_{b7}\gamma_{b12}\gamma_{b13}$$

Бетондаги бош чузувчи кучланишлар микдори 5.8 б. курсатмаларини ҳисобга олган холда (32) формула оркали аникланади.

Туғри бурчак кесимли параллел чузилган ва сикилган ёкли стерженли элементлар учун бош чузувчи кучланишлар аникланишида $\sigma_y = 0$ этиб қабул қилиниши-

га; σ_x ва τ_{xy} кучланишларни эса куйидаги формулалар оркали аникланишиги йул қуйилади:

$$\sigma_x = \frac{My}{I_{red}} \pm \frac{N}{A_{red}}, \quad (98)$$

$$\tau_{xy} = \frac{QS_{red}}{I_{red} \cdot b}, \quad (99)$$

бунда A_{red} ва I_{red} - келтирилган кесимнинг унинг обфирлик марказига нисбатан инерцияси майдони ва momenti;

S_{red} - дахлдор кучланиш аниклани-лувчи сатхда, укдан бир томонда ётувчи, келтирилган кесим кисмининг статик моменти;

$у$ - келтирилган кесим обирлик марказидан дахлдор кучла-нишлар аникланувчи сатхдаги чизиккача булган масофа;

b - уша сатхдаги кесим кенглиги.

(98) формуладаги "мусбат" ишора марказлашмаган тарзда чузилган, "манфий" ишора марказлашмаган тарзда сикилган элементлар учун кабул килинади.

Келтирилган кесимнинг геометрик параметрлари 2.34 б. курсатмаларини хисобга олган холда аникланиши жоиз.

Кесим баландликлари узгарувчан булган элементлар учун τ_{xy} дахлдор кучланишлар 5.8 б. курсатмаларини хисобга олган холда аникланади.

Агар (97) формула шартлари бажарилмаса, бош чузувчи кучланишлар тенг таъсир ётувчиси бутунлай, $\sigma_s \leq \gamma_s R_s$ кучланишларга ёга булган кундаланг арматурага утказилиши лозим.

6 БЕТОН ВА ТЕМИРБЕТОН ТУЗИЛМАЛАРИ ЭЛЕМЕНТЛАРИНИ ЁРИКЛАР ПАЙДО БУЛИШИ ВА НАМОЁН ЭТИШ ХАМДА ДЕФОРМАЦИЯЛАР БУЙИЧА ХИСОБЛАШ

Бетон ва темирбетон элементларини ёриклар пайдо булиши буйича хисоблаш

6.1 Бетон ва темирбетон элементларини ёриклар пайдо булиши буйича хисоблаш куйидагича амалга оширилади:

а) фойдаланиш шартлари буйича ёйриклар булшига йул куйилмайдиган холларда;

б) ёриклар пайдо булш доираларини намоеън этиш учун статик жихатдан аникланиб булмайдиган стерженли ва яхлит тузилмаларни 4.8 ва 4.9 б.б.га мувофик хисоблашда.

в) гидротехника иншоотларининг айрим куринишларини лойихалаштириш меъёрлари махсус шартлари мавжуд булганда.

Ёриклар булшига йул куйилмовчи тузилмалар каторига куйидагилар киради:

узшарувчан сув сатхи доирасида булувчи ва даврий равишдаги музлаш ва эришга дучор булувчи, зарурий химоя килиниши мумкин булмаган босимли ва босимсиз элементлар;

тузилмавий ёки технология тадбирларлар оркали тузилмаларга куйилувчи сув утказмаслик талаблари бажарилишини таъмин этиш мумкин булмаган тузилмалар;

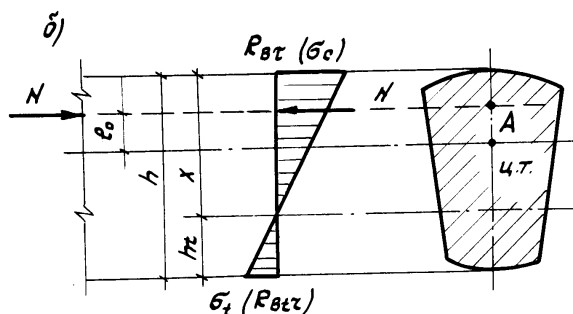
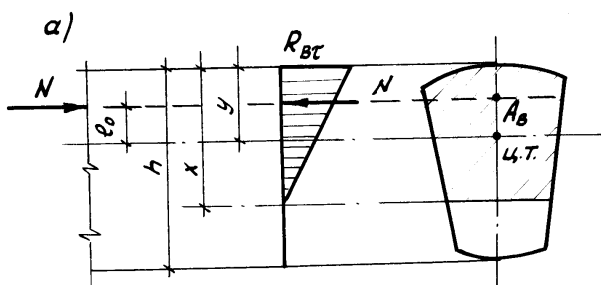
$\gamma_b = \gamma_{b1}\gamma_{b2}\gamma_{b3}\gamma_{b4}\gamma_{b13}$ - 6 жадвал буйича кабул килинувчи бетоннинг иш шароитлари коэффициенти;

R_{bt} - тузилмани фойдаланиш юкланишлари билан юкланиш вақтида талаб килинувчи, бетоннинг юк остида чузилишга булган ҳисобий қаршилиги;

W_t - бетонни таранг ишлашини фараз қилиш билан аниқланувчи, қесимнинг юк остида чузилган ёки учун қаршилик моменти.

Марказлашмаган тарзда сиқилган элементлар

5.5 Юкланиш таъсирига нисбатан симметрик булган, чегаравий ҳолати кириб келиш шарт-шароитлари зуриқишлар орқали ифодаланувчи бетон тузилмалар марказлашмаган тарзда сиқилган элементлари (1 чизма), чекка сиқувчи ва чузувчи қучланишлар микдорларини чеклаш шартларидан келиб чиққан ҳолда куйидаги формулалар буйича ҳисобланади.



1 Чизма. Марказлашмаган тарзда сиқилган бетон элементи буйлама укига муътадил қесимдаги қучланишлар эпюраси ва зуриқишлар схемаси

- a) - қесимнинг чузилган доираси қаршилигини ҳисобга олмаган ҳолда.
- б) - қесимнинг чузилган доираси қаршилигини ҳисобга олган ҳолда.

Қесимнинг юк остида чузилган доираси қаршилигини ҳисобга олмаган ҳолдаги ҳисобда:

$$\gamma_{lc}\gamma_n\sigma_c \leq \varphi\gamma_c\gamma_b R_{bt}, \quad (25)$$

бунда σ_c - сиқувчи чекка қучланиш;

φ - элементларнинг эгилувчанлиги таъсирини ҳисобга олувчи ва 20 жадвал буйича кабул килинувчи коэффициент;

$$\gamma_b = \gamma_{b1}\gamma_{b2};$$

R_{bt} - тузилманинг фойдаланиш юкланишлари билан юкланиш вақтида талаб килинувчи, бетоннинг сиқилишга булган ҳисобий қаршилиги.

Туғри бурчакли қесимлар куйидаги формула буйича ҳисобланади:

$$\gamma_{lc}\gamma_n N \leq 1,5\gamma_c\gamma_b\varphi (0,5 - \eta)R_{bt}A, \quad (26)$$

бунда $A = bh$ - элементнинг қундаланг қесими майдонни;

$\eta = \frac{e_o}{h}$ - юкланиш куйилиш нисбий эксцентриситети

20 Жадвал

| l_o/b туғри бурчак шаклидаги қесим учун | l_o/r эркин симметрик шаклидаги қесим учун | φ Коэффициенти |
|---|--|------------------------|
| 4 гача | 14 гача | 1,00 |
| 4 | 14 | 0,98 |
| 6 | 21 | 0,96 |
| 8 | 28 | 0,91 |
| 10 | 35 | 0,86 |

Жадвалда кабул қилинган ифодалар
 l_o - элементнинг ҳисобий узунлиги
 b - туғри бурчакли қесимнинг энг кичик улчами
 r - қесим инерциясининг энг кичик радиуси

Қесимнинг юк остида чузилган доираси қаршилигини ҳисобга олган ҳолдаги ҳисобда:

$$\gamma_{lc}\gamma_n \left(\frac{Ne_o}{W_c} + \frac{N}{A} \right) \leq \varphi\gamma_c\gamma_b R_{bt}, \quad (27)$$

бунда W_c - қесимнинг сиқилган ёки учун қаршилик моменти булиб, бетоннинг таранг ҳолда ишлашини фараз этган ҳолда аниқланади;

$$\gamma_b = \gamma_{b1}\gamma_{b2}$$

$$\gamma_{lc}\gamma_n \left(\frac{Ne_o}{W_t} - \frac{N}{A} \right) \leq \varphi\gamma_c\gamma_b R_{bt}, \quad (28)$$

бунда $\gamma_b = \gamma_{b1}\gamma_{b2}\gamma_{b3}\gamma_{b4}\gamma_{b13}$

(27) формула буйича шуниндек $e_o \leq \frac{W_t}{A}$

булгандаги қучланишлар бир хил маънога эга булган эпюра билан булган, марказлашмаган тарзда сиқилган бетон элементлар ҳисобланади.

5.6 $l_o/b > 12$ ёки $l_o/r > 35$ булганда, эгилувчан бетон элементларини ҳисоблашда юкланишнинг давомий тарздаги таъсирини тузиманинг тутиб туриш қовилиятига таъсири КМК 2.03.01-97 талавларига мувофиқ равишда, ушбу меъёрларда кабул қилинган ҳисобий коэффицентларни киритиш орқали ҳисобга олиниши лозим.

5.7 (26) формула буйича ҳисобланувчи туғри бурчак қесимли элементларда қесимнинг оғирлик марказига нисбатан ҳисобий зуриқиш эксцентриситети қиймати юкланишлар асосий мужассамлиги ва сейсмик таъсирларни уз ичига олмовчи алоҳида қучланишлар мужассамлигида 0,3 h дан ортик булмалиги, ва сейсмик таъсирларни уз ичига

олувчи алоҳида кучланишлар мужассамлигида $0,325h$ дан ортик булмаслиги лозим.

Икки таврли, таврли, кутичасимон ва кесим ядроси ташқарисига чикувчи эксцентриситетларда туфри бурчақлидан фарқ килувчи бошқа шаклдаги кундаланг кесимли марказлашмаган тарзда сикилган бетон элементлар, шуниндек $e_o > 0,3h$ (ёки $e_o > 0,325h$) булгандаги туфри бурчақли туртбурчақ кесимли элементлар булинувчи узун ёриқлар пайдо булишига йул куймовчи шартлар буйича текширишлари лозим:

$$\gamma_{lc} \gamma_n \sigma_{yt} \leq \varphi \gamma_c \gamma_b R_{bt}, \quad (29)$$

бунда σ_{yt} - сикилган доира чегарасида узун майдонлар буйича таъсир этувчи чузувчи кучланиш.

Чузувчи кучлиношлар σ_{yt} , шунингдек улар таъсир этиш чегарларидаги доираси баландлиги h_{yt} , умумий холда охириги элементлар хисобий услуби оркали аникланади.

В20 ва ундан юкори синф бетонидан тайёрланган туфри туртбурчақ кесимли элементлар учун, агар куйидаги шартлар бажариладиган булса, булинувчи узун ёриқлар пайдо булишига йул куймаслик буйича булган текширишлар килинмаса ҳам булади:

$$\gamma_{lc} \gamma_n \sigma_c \leq 12 \varphi \gamma_c \gamma_b R_{bt}, \quad (30)$$

бунда $\gamma_b = \gamma_{b1} \gamma_{b5} \gamma_{b13}$

5.8 Чегаравий холатлари кириб келиш шарт-шароитлари зуриқишлар оркали ифодаланувчи эгилувчи бетон ва марказлашмаган тарзда сикилган элементлар, хисобий кесимларда салмоқли кундаланг кучлар таъсир этиш холатида куйидаги шартлардан офма кесимлар мустахамлиги буйича текширилади:

$$\gamma_{lc} \gamma_n \sigma_{mt} \leq \gamma_c \gamma_b R_{bt}, \quad (31)$$

бунда $\gamma_b = \gamma_{b1} \gamma_{b2} \gamma_{b3} \gamma_{b5} \gamma_{b13}$;

σ_{mt} - офма майдончалар буйича таъсир этувчи, бетондаги бош чузувчи кучланиш.

Бош чузувчи кучланишлар бетараф ук сатҳида, кесимнинг офирлик маркази сатҳида, шунингдек кесим кенглигининг кескин узгариш жойларида аникланади, бу эса таврли, икки таврли, хочли, кутичасимон ва бошқа кесимларга хосдир.

Бетондаги бош чузувчи ва сикувчи кучланишлар куйидаги формула буйича хисоблаб топилади:

$$\sigma_{mt(mc)} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2}, \quad (32)$$

бунда σ_x ва σ_y - элементнинг узун ва параллел равишдаги узун укига мувофик равишда тик булган бетон майдончаларидаги муътадил кучланишлар;

τ_{xy} - бетондаги тегишли дахлдор кучланишлар.

σ_x , σ_y ва τ_{xy} - кучланишлар бетоннинг таранг

холда ишлашини фараз килган холда аникланади. σ_x ва σ_y кучланишлар (32) формулага агар улар чузувчи булса "мусбат" ишора билан, ва сикувчи булса "манфий" ишора билан куйилади.

Узгарувчан баландликли кесимли элементлар учун тегишли дахлдор кучланишлар τ_{xy} таранглик назарияси ёки МКЭ буйича аникланади. Ёқлардан бирининг иккинчисига нисбатан офма булган бурчагининг Θ 30 гача булган кийматларида τ_{xy} куйидаги формула буйича аникланишига йул куйилади:

$$\tau_{xy} = \frac{QS_y}{Ib} + \frac{Mtg\Theta}{Ih} (1,5y^2 - hy), \quad (33)$$

бунда y - элементнинг горизонтал (вертикал) ёқидан дахлдор кучланишлар кийматлари аникланувчи нуктагача булган масофа;

S_y - горизонталь (вертикаль) билан "у" масофага горизонтал (вертикал) ёқдан чекланган кесим кесимининг статик моменти.

γ_{b3} коэффициентини аниклашда кесимнинг чузилган доираси баландлиги h_t бош чузувчи кучланишлар текислиги кучланишлар эпораси буйича мавжуд булади. Агар дахлдор кучланишлар элементнинг кундаланг кесимида кесувчи куч таъсири билан келиб чиккан булса, $\gamma_{b3} = 1,0$ (яъни $h_t = \infty$) этиб кабул килинади.

5.9 Чегаравий холатлари кириб келиши кучланиш оркали ифодаланувчи бетон элементлар, бош чузувчи σ_{mt}

ва бош сикувчи σ_{mc} кучланишлар микдорларини чекланиши шартларидан келиб чиккан холда хисобланади. Бош чузувчи кучланишлар буйича мустахамликни текшириш (31) формула оркали амалга оширилади. Бош сикувчи кучланишлар буйича мустахамликни текшириш куйидаги формула оркали бажарилади:

$$\gamma_{lc} \gamma_n \sigma_{mc} \leq \gamma_c \gamma_b R_{bt}, \quad (34)$$

бунда $\gamma_b = \gamma_{b1} \gamma_{b2} \gamma_{b5}$.

Темирбетон элементларининг мустахамлигини хисоблаш

5.10 Чегаравий холатлари кириб келиши зуриқиш оркали ифодаланувчи темирбетон элементлар мустахамликларини хисоблаш (к.19 жадвал) уларнинг узун уқларига муътадил булган кесимлар учун, шунингдек энг хавфли йуналиш укига офма тарздаги кесимлар учун 5.11-5.18, 5.20-5.29 б.б. курсатмаларига мувофик равишда амалга оширилиши жоиз.

Бурувчи моментлар мавжуд булганда, чузилган доирада булиши мумкин булган йуналишларнинг энг хавфли спирал ёриқлар билан чегараланган доирасида фазовий кесимлар мустахамлигини текширилиши лозимдир.

Бундан ташқари элементларнинг юкланишларни махаллий таъсирларига булган хисоблари амалга оширилади (эзилиш, босилиш, узилиш).

Чегаравий холатлар кириб келиш шарт-шароитлари кесимлардаги зуриқишлар оркали ифодаланиши мумкин булмаган холатда, темирбетон элементлар мустахамлиги хисоби 5.19 ва 5.30 б.б. курсатмаларига мувофик равишда бетондаги бош чузувчи кучланишлар таъсир этувчи майдончалар учун амалга оширилади.

Элементнинг узун укига муътадил булган кесимлар мустахамлигини хисоблаш

Эгилувчи элементлар

5.11 Элементнинг узунлиги муътадил булган кесимдаги чегаравий зуриқиш куйидаги шартлардан келиб чиққан холда аниқланади:

-бетоннинг узилишга булган каршилиги нолга тенг этиб қабул қилинади;

-бетоннинг сикилишга булган каршилиги бетоннинг сикилган доираси буйича тақсимланган, $R_{b\tau}$ га тенг кучланишлар билан ифодаланади;

- арматурадаги чузувчи кучланишлар чузилишга булган ҳисобий каршиликдан ортрик булмаган тарзда қабул қилинади R_s (стерженли арматура учун) ва R_{si} (ёйма-текис арматура учун);

- арматурадаги сиқувчи кучланишлар сиқишга булган ҳисобий каршиликдан қатта булмаган тарзда қабул қилинади R_{sc} ва R'_{si} ;

-элемент кесимида турли қурилишдаги ва турли синф арматуралари урнатилишида уни мувофиқ равишдаги ҳисобий каршиликлар билан мустаҳкамлик ҳисобига кирилади

Эслатма: Яхлит элементларни (кундаланг кесими баландлиги 1,5 м дан ортувчи ва қоидага қура қурилиш чоклари мавжуд булувчи) бетоннинг сикилган доирасида кучланишларнинг учбурчакли эпюрасини фараз этган холда ҳисобланишига йул қуйилади.

5.12 Ташқи куч кесим симметрияси уқи текислигида таъсир этгани холда ва арматура шу текисликка тик булган элемент ёқлари яқинида жамланган булганда элемент узунлиги муътадил булган кесимлар ҳисоби, чегаравий ҳолат арматуранинг мувофиқ равишдаги иш шароитлари коэффициентларини ҳисобга олган холдаги ҳисобий каршиликка R_s тенг булган, чузилган арматурадаги кучланиш эришилиши билан бир вақтда кириб келгандаги бетоннинг сикилган доираси нисбий баландлиги ξ_R ва бетоннинг сикилган доираси нисбий баландлиги $\xi = x/h_0$

орасидаги нисбатга боғлиқ холда амалга оширилиши лозим. Сикилган доиранинг нисбий баландлиги ξ ташқи ва ички кучлар тизими таъсири остида элементнинг мувофиқ равишдаги мувозанат шартларидан аниқланади.

Қатта эксцентриситет билан марказлашмаган тарзда чузилган ҳамда эгилган темирбетон элементлар қоидага қура $\xi \leq \xi_R$ шартини бажаришлари лозим. Момент ва муътадил куч таъсир этувчи текислигига нисбатан симметрик булган таранглашувчи арматура билан арматураланган элементлар учун, ξ_R нинг чегара қийматлари 21 жадвалга қура, таранглашувчи арматура билан арматураланганлари учун эса КМК 2.03.01-97 буйича қабул қилиниши жоиз.

21 Жадвал

| Арматура синфи | Бетон синфларидаги ξ_R нинг чегаравий қийматлари | | |
|-------------------|--|--------------|--------------------|
| | В17,5 ва ундан паст | В20 дан гача | В30 ва ундан юқори |
| А-I | 0,70 | 0,65 | 0,60 |
| А-II, А-III, Вр-I | 0,65 | 0,60 | 0,50 |

5.13 Агар сикилган арматурани ҳисобга олманган холда аниқланган сикилган доира баландлиги 2а дан кичик булса, у холда ҳисоблашда сикилган арматура ҳисобга олинмаслиги мумкин.

5.14 В30 ва ундан пастки синф бетонларидан булган ва кундаланг кесим вертикал уқига нисбатан симметрик жойлашган эгилувчи пулат-темирбетон (темирбетон) элементлар (2 қизма) $\xi \leq \xi_R$ булганда, қуйидаги мустаҳкамлик шартларини қаноатлантириши лозим:

$$\gamma_{lc}\gamma_n M \leq \gamma_c (\gamma_b R_{b\tau} S_b + \gamma_s R_{sc} S'_s + \gamma_s R'_{si} S'_{si}), \quad (35)$$

бунда бетараф уқ ҳолати қуйидаги шартлардан келиб чиққан холда аниқланади:

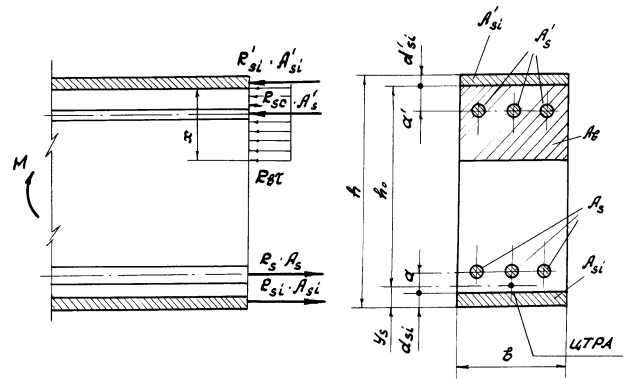
$$\begin{aligned} \gamma_b R_{b\tau} A_b + \gamma_s R_{sc} A'_s + \gamma_s R'_{si} A'_{si} &= \\ &= \gamma_s R_s A_s + \gamma_s R_{si} A_{si}, \end{aligned} \quad (36)$$

(35) ва (36) формулаларда

$R_s, R_{sc}, R_{si}, R'_{si}$ - мувофиқ равишдаги, чузилган ва сикилган стерженли арматура, чузилган ва сикилган ёйма-текис арматураларнинг ҳисобий каршиликлари;

$A_b, A_s, A'_s, A_{si}, A'_{si}$ - мувофиқ равишдаги, бетоннинг сикилган доираси, чузилган ва сикилган стерженли ҳамда чузилган ва сикилган ёйма-текис арматуралар кундаланг кесим юзаси;

S_b, S'_s, S'_{si} - мувофиқ равишдаги, бетоннинг сикилган доираси, сикилган стерженли ва ёйма-текис арматуранинг чузилган стерженли ва ёйма-текис арматурадаги тенг таъсир этувчи зуриқиш қуйилган нуктага нисбатан кундаланг кесим юзаси статик моментлари.



2 Қизма. Эгилувчи пулат-темирбетон элементи буйлама уқига муътадил кесимда, унинг мустаҳкамлигини текширишдаги зуриқишлар схемаси ва кучланишлар эпюралари.

(ЦТРА- чузилган арматурадаги тенг таъсир этувчи зуриқишлар қуйилган нукта)

Ёйма-текис арматуранинг ҳисобий каршиликлари КМК 2.03.05-97 буйича аниқланади.

$$A_b = bx ; A_{si} = bd_{si} ; A'_{si} = bd'_{si} ;$$

$$S_b = A_b (h_0 - 0,5x) ; S'_s = A'_s (h_0 - a') ;$$

$$S'_{si} = A'_{si} (h_0 + 0,5d'_{si}),$$

бунда h ва b - элементнинг кундаланг кесими мувофиқ равишдаги баландлиги ва кенглиги;

a ва a' - мувофиқ равишдаги чузилган ва сикилган арматурадаги тенг таъсир этувчи зуриқи-

шлардан бетон кесимнининг энг якин ёйигача булган масофа;

d_{si} ва d'_{si} - мувофик равишдаги чузилган A_{si} ва сикилган A'_{si} ; ёйик - текис арматура калинлиги;

$h_o = h - y_s - d'_{si}$ - кесимнинг ишчи баландлиги.

Стерженли чузилган ва ёйик-текис арматурадаги тенг таъсир этувчи зуриқишлар куйилган нукта холати (к.2 чизма) куйидаги шартлардан аникланади:

$$y_s = \frac{R_s A_s (a + d_{si}) + 0,5 R_{si} A_{si} d_{si}}{R_s A_s + R_{si} A_{si}}, \quad (37)$$

Куриб чиқилаётган тузилмада қандай дир арматуралаш элементи мавжуд булмаса (сикилган ёйик-текис ва стерженли арматура, чузик ёйик-текис арматура), (35) - (36) формулаларда, шу арматуралаш элементларига мувофик булган кесимнинг геометрик тавсифларини нолга тенг этиб қабул қилинади.

Темирбетон (ёйик-текис арматура мавжуд булмаган туғри бурчак кесимли элементлар учун (35) ва (36) шартлар куйидаги қуринишни қабул қилади:

$$\gamma_{lc} \gamma_n M \leq \gamma_c [\gamma_b R_{b\tau} b x (h_o - 0,5x) + \gamma_c R_{sc} A'_s (h_o - a')], \quad (38)$$

$$\gamma_b R_{b\tau} b x + \gamma_s R_{sc} A'_s = \gamma_s R_s A_s, \quad (39)$$

V30 ва ундан паст синф бетонидан булган пулат-темирбетон (темирбетон) элементлар мустаҳкамлигини $\xi > \xi_R$ булгандаги текширилиши $x = \xi_R h_o$ этиб қабул қилган ҳолда (35) - (39) формулалар буйича амалга оширишга йул қуйилади.

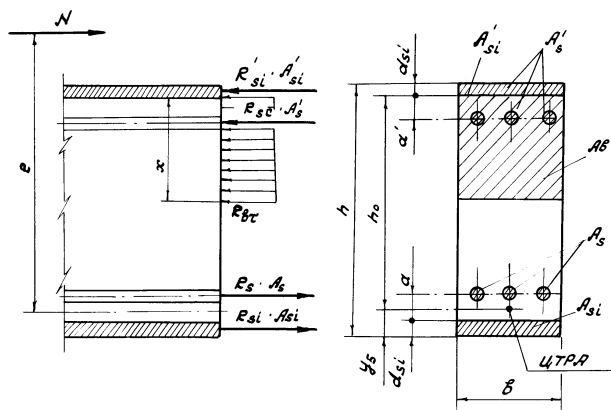
V30 синфидан юкори булган бетондан булган пулат-темирбетон (темирбетон) элементлар мустаҳкамлигини текшириш КМК 2.03.01-97 га мувофик ушбу меъёрларда қабул қилинган ҳисобий коэффициентларни ҳисобга олган ҳолда амалга оширилади.

Марказлашмаган тарзда сикилган элементлар

5.15 V30 ва ундан паст синф бетонидан булган, қундаланг кесим вертикал укига нисбатан симметрик (3.чизма) марказлашмаган тарзда сикилган пулат-темирбетон (темирбетон) элементлар куйидаги мустаҳкамлик шартларига жавоб биришлари лозим:

$$\gamma_{lc} \gamma_n N e \leq \gamma_c (\gamma_b R_{b\tau} S_b + \gamma_s R_{sc} S'_s + \gamma_s R'_{si} S'_{si}), \quad (40)$$

бунда e - ташки узун кучнинг чузилган арматурадаги тенг таъсир этувчи зуриқишлар куйилган нуктага нисбатан куйилган эксцентриситети.



3 Чизма. Марказлашмаган тарзда сикилган пулат-темирбетон элементи буйлама укига муътадил кесимдаги кучланишларининг, унинг мустаҳкамлигини текширишдаги зуриқишлар схемаси ва кучланишлар эпюраси.

(ЦТРА- чузилган арматурадаги тенг таъсир этувчи зуриқишлар куйилган нукта).

Бунда бетараф уқнинг холати куйидагича аникланади:

$$\xi \leq \xi_R \text{ булганда куйидаги шартдан -} \\ \gamma_{lc} \gamma_n N = \gamma_c (\gamma_b R_{b\tau} A_b + \gamma_s R_{sc} A'_s + \gamma_s R'_{si} A'_{si} - \gamma_s R_{sc} A_s - \gamma_s R_{si} A_{si}), \quad (41)$$

$$\xi > \xi_R \text{ булганда куйидаги шартдан -} \\ \gamma_{lc} \gamma_n N = \gamma_c (\gamma_b R_{b\tau} A_b + \gamma_s R_{sc} A'_s + \gamma_s R'_{si} A'_{si} - \gamma_s \sigma_s A_s - \gamma_s \sigma_{si} A_{si}), \quad (42)$$

бунда σ_s ва σ_{si} - мувофик равишда стерженли чузилган ва ёйик-текис арматурадаги куйидаги формула-

лар оркали аниқланувчи кучли-нашлар:

$$\sigma_s = \left(2 \frac{1-\xi}{1-\xi_R} - 1 \right) R_s, \quad (43)$$

$$\sigma_{si} = \left(2 \frac{1-\xi}{1-\xi_R} - 1 \right) R_{si}, \quad (44)$$

Туғри бурчак кесимли элементлар учун:

$$\begin{aligned} A_b &= bx; \quad A_{si} = bd_{si}; \quad A'_{si} = bd'_{si}; \\ S_b &= A_b(h_o - 0,5x); \quad S'_s = A'_s(h_o - a'); \\ S'_{si} &= A'_{si}(h_o - 0,5d'_{si}), \end{aligned}$$

Куриб чиқилган тузилмада қандайдир арматуралаш элементи мавжуд бўлмаганда (сиқилган ёйик-текис ва стерженли арматура, чузилган ёйик-текис арматура) (40)-(42) формулаларда бу арматуралаш элементларга мувофиқ бўлувчи қундаланг кесим геометрик тавсифларини нолга тенг этиб олинади.

Туғри бурчак кесимли темир бетон (ёйик-текис арматура мавжуд бўлмаган) элементлар учун мустахкамлик шартлари (40) куйидаги қуринишни олади:

$$\begin{aligned} \gamma_{lc}\gamma_n N e \leq \gamma_c [\gamma_b R_{b\tau} bx (h_o - 0,5x) + \\ + \gamma_s R_{sc} A'_s (h_o - a')], \end{aligned} \quad (45)$$

бунда бетараф ук ҳолати куйидагича аниқланади:

$$\xi \leq \xi_R \text{ булганда куйидаги шартлардан -}$$

$$\gamma_{lc}\gamma_n N = \gamma_c (\gamma_b R_{b\tau} bx + \gamma_s R_{si} A'_{si} - \gamma_s R_s A_s); \quad (46)$$

$\xi > \xi_R$ булганда куйидаги шартлардан -

$$\gamma_{lc}\gamma_n N = \gamma_c (\gamma_b R_{b\tau} bx + \gamma_s R_{sc} A'_s - \gamma_s \sigma_s A_s), \quad (47)$$

бунда σ_s - чузилган стерженли арматурадаги, (43) формула оркали аниқланувчи кучланиш.

В30 дан юкори синфли бетондан булган марказлашмаган тарзда сиқилган пулат-темирбетон (темирбетон) элементлар мустахкамлигини текшириш, ушбу меъёрларда қабул қилинган ҳисобий коэффицентларини ҳисобга олган ҳолда КМК 2.03.01-84 талабларига мувофиқ амалга оширилади.

5.16 Эгилувчанлиги $l_o / r \geq 35$ булгандаги марказлашмаган тарздаги элементлари, туғри бурчак кесимли элементларининг эса $l_o / b \geq 10$ булгандаги кесимида ҳисоблаш, узун зуриқишнинг эксцентриситети текислигида булгани қаби, унга нисбатан муътадил булган текисликда ҳам КМК 2.03.01-84 талабларига мувофиқ амалга оширилади.

Марказлашмаган тарзда чузилган элементлар

5.17 Марказлашмаган тарзда чузилган пулат-темирбетон (темирбетон) элементлар мустахкамлигини текшириш узун куч N ҳолатига боғлиқ ҳолда амалга оширилади.

Агар узун буйлама куч N арматурадаги тенг таъсир этувчи зуриқишлар ораларига A_s ва A_{si} бир томондан, ва A'_s ва A'_{si} ; иккинчи томондан қуйилган булса

(4, а чизма), марказлашмаган тарзда чузилган элементлар куйидаги мустахкамлик шартларига жавоб беришлари лозим:

$$\gamma_{lc}\gamma_n N \frac{e}{e+e'} \leq \gamma_c (\gamma_s R_s A'_s + \gamma_s R_{si} A'_{si}) \quad (48)$$

$$\gamma_{lc}\gamma_n N \frac{e}{e+e'} \leq \gamma_c (\gamma_s R_s A_s + \gamma_s R_{si} A_{si}) \quad (49)$$

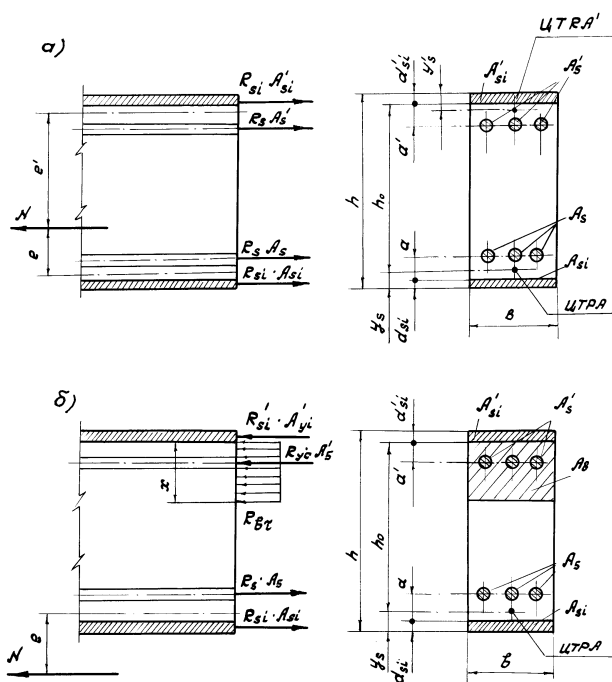
A_s ва A_{si} арматурадаги тенг таъсир этувчи зуриқишлар ҳолати (37) формула буйича аниқланади.

A'_s ва A'_{si} арматурадаги тенг таъсир этувчи зуриқишлар ҳолати куйидаги шартлардан аниқланади:

$$y'_s = \frac{R_s A'_s (a' + d'_{si}) + 0,5 R_{si} A'_{si} d'_{si}}{R_s A'_s + R_{si} A'_{si}} \quad (50)$$

Туғри бурчак кесимли пулат-темирбетон элементларда -

$$A_{si} = bd_{si}, \quad A'_{si} = bd'_{si}$$



4 Чизма. Марказлашмаган тарзда чузилган пулат-темирбетон элементи буйлама укига муътадил кесимдаги, унинг мустахкамлигини текширишдаги зуриқишлар схемаси ва кучланишлар эпюраси.

а) - N булама куч A_s ва A_{si} арматураларга тенг таъсир этувчи зуриқишлар ораларида бир томондан ва A'_s ва A'_{si} иккинчи томондан қуйилган;

б) - N булама куч арматурадаги тенг таъсир этувчи зуриқишлар ораларидаги масофа ташқарисида қуйилган.

Темирбетон элементларининг (ёйик-текис арматура мавжуд бўлмаганда) мустахкамлигини аниқлашда (48)-(49) формулаларда A_{si} , A'_{si} , d_{si} ва d'_{si} кийматларни нолга тенг деб қабул қилинади.

Агар узун куч N A_s ва A_{si} арматураларда бир томондан ҳамда иккинчи томондан A'_s ва A'_{si} арматурала-

рдаги тенг таъсир этувчи зуриқишлар орасидаги масофа доираси ташкарисида куйилган булса, (4, б чизма), $\xi \leq \xi_R$ булгандаги марказлашмаган тарзда чузилган пулат-темирбетон (темирбетон) элементлар куйидаги муштаккамлик шартларига жавоб бериши лозим:

$$\gamma_{lc}\gamma_n Ne \leq \gamma_c (\gamma_b R_{b\tau} S_b + \gamma_s R_{sc} S'_s + \gamma_s R'_{si} S'_{si}) \quad (51)$$

Бунда бетараф уқнинг жойлашиш холати куйидаги шарт оркали аникланади:

$$\gamma_{lc}\gamma_n N = \gamma_c (\gamma_s R_s A_s + \gamma_s R_{si} A'_{si} - \gamma_b R_{b\tau} A_b - \gamma_s R_{sc} A'_s - \gamma_s R'_{si} A'_{si}) \quad (52)$$

Туфри бурчак кесимли элементлар учун:

$$A_b = bx ; A_{si} = bd_{si} ; A'_{si} = bd'_{si} ; S_b = A_b (h_o - 0,5x) ; S'_s = A'_s (h_o - a') ; S'_{si} = A'_{si} (h_o + 0,5d'_{si}).$$

Куриб чиқилган тузилмада қайсидир арматура-лаш элементи мавжуд булмаган холда (сикилган ёйик-текис ва стерженли арматура, чузилган ёйик-текис арматури) (51) ва (52) формулаларда бу арматуралаш элементларига мувофиқ келувчи кундаланг кесимнинг геометрик тавсифларини нолга тенг этиб қабул қилинади.

Туфри бурчак кесимли темирбетон (ёйик-текис арматура мавжуд булмаганда) элементлар учун муштаккамлик шarti (51) куйидагича қуринишни олади:

$$\gamma_{lc}\gamma_n Ne \leq \gamma_c [\gamma_b R_{b\tau} bx (h_o - 0,5x) + \gamma_s R_{sc} A'_s (h_o - a')] \quad (53)$$

Бунда бетараф уқнинг холати куйидаги шарт оркали аникланади:

$$\gamma_{lc}\gamma_n N = \gamma_c (\gamma_s R_s A_s - \gamma_s R_{sc} A'_s - \gamma_b R_{b\tau} bx) \quad (54)$$

Бунда $\xi > \xi_R$ марказлашмаган тарзда чузилган пулат-темирбетон (темирбетон) элементларининг муштаккамлик ҳисоби $\chi = \xi_R h_o$ этиб қабул қилган холда амалга оширилади.

Марказлашган тарзда чузилган элементлар

5.18 Марказлашган тарзда чузилган элементларга, узун куч N таъсир қилиши элементни кундаланг кесимининг барча арматураларидаги тенг таъсир этувчи зуриқишлар билан мос тушувчи элементлар қиради ($e' = e$, к. 4, а чизма).

Марказлашган тарзда чузилган пулат-темирбетон (темирбетон) элементлар куйидаги муштаккамлик шартини қаноатлантириши лозим:

$$\gamma_{lc}\gamma_n N \leq \gamma_c (\gamma_s R_s A_s + \gamma_s R_{si} S_{si}) \quad (55)$$

Туфри бурчак кесимли элементлар учун

$$A_{si} = bd_{si}.$$

Темирбетон (ёйик-текис арматура мавжуд булмаганда) элементлар учун (55) шарт куйидаги қуринишни қабул қилади:

$$\gamma_{lc}\gamma_n N \leq \gamma_c \gamma_s R_s A_s \quad (56)$$

5.19 ГЭС ва ГАЭС ва бошқа иншоотлар сув олиб кириш йули пулат-темирбетон элементлари турбинали сув

утқазгичлар, улар айрилиш ва тирсақлари, турбинали блоклар, кулфагли камералар ва б.) қайсики, уларнинг ҳисобий кесимларидаги чегаравий ҳолатлар кириб келиш шартлари қучланишларнинг бир хилдаги эполада қучланишлар оркали ифодаланади:

$$\gamma_{lc}\gamma_n \sigma_s \leq \gamma_c \gamma_s R_s, \quad (57)$$

$$\gamma_{lc}\gamma_n \sigma_{si} \leq \gamma_c \gamma_s R_{si}, \quad (58)$$

бунда σ_s ва σ_{si} - мувофиқ равишда стерженли арматура ва қопламадаги чузувчи қучланишлар.

Элементнинг узун уқига олма булган кесимларнинг кундаланг куч ва этувчи момент таъсирига булган кесимлар муштаккамлиги ҳисоби.

5.20 Кундаланг куч таъсирига булган ҳисобларда куйидаги шарт бажарилиши лозим:

$$\gamma_{lc}\gamma_n Q \leq 0,25 \gamma_c \gamma_{b7} R_{b\tau} b h_o, \quad (59)$$

бунда b - кесимдаги элементнинг минимал қенглиги.

5.21 Агар куйидаги шартларга риоя қилинадиган булса, элементнинг узун уқига олма булган кесимларнинг кундаланг куч таъсирига булган ҳисоблари амалга оширилмаслиги:

а) фазовий тарзда ишловчи плитали тузилмалар учун ва босимли деворлар вертикал консолларини истисно этган холда таранг асос устидаги тузилмалар учун

$$\gamma_{lc}\gamma_n Q \leq \gamma_c \gamma_{b7} \gamma_j R_{b\tau} b h_o; \quad (60)$$

б) қолган бошқа тузилмалар учун -

$$\gamma_{lc}\gamma_n Q \leq \gamma_c \gamma_{b7} Q_b, \quad (61)$$

бунда Q_b - олма кесимда сикилган доирасида бетон томонидан қабул қилинувчи кундаланг зуриқиш булиб, куйидаги формула оркали аникланади:

$$Q_b = \varphi_2 \varphi_3 \gamma_j R_{b\tau} b h_o t g \beta, \quad (62)$$

бунда $\varphi_2 = 0,5 + 2\xi$,

$\varphi_3 = 1,0$ - кесим баландлиги $h < 0,6$ м булган элементлар учун;

$\varphi_3 = 0,83$ - кесим баландлиги $h \geq 0,6$ м булган элементлар учун;

γ_j - кундаланг қучлар амал қилиш доирасидаги қурилиш чокларининг таъсирини ҳисобга олувчи коэффициент булиб 22 жадвал оркали қабул қилинади.

22 жадвал

| l_j/h_j | 0,45 ва ундан кам | 0,46 дан 0,64 гача | 0,65 ва ундан юкори |
|------------|-------------------|--------------------|---------------------|
| γ_j | 1,0 | 0,9 | 0,8 |

Жадвалда қабул этилган ифодалар:

l_j - сикилган доирадаги олма кесим охиридан утувчи, чок буйича булган кесим ва муътадил кесим ораларидаги масофа (5, а чизма);

h_j - чок буйича кесим баландлиги.

Кесимнинг сикилган доираси нисбий баландлиги ξ куйидаги формулалар буйича аникланади:

эгилювчи элементлар учун -

$$\xi = \mu \frac{R_s}{R_b}; \quad (63)$$

марказлашмаган тарзда сикилган (барча холлар учун) ва марказлашмаган тарзда чузилган катта эксцентриситетли элементлар учун -

$$\xi = \mu \frac{R_s}{R_b} \pm \frac{M}{R_b b h_o}, \quad (64)$$

бунда "мусбат" ва "манфий" ишоралар мувофик равишда марказлашмаган тарзда сикилган ва марказлашмаган тарзда чузилган элементлар учун кулланилиши жоиз.

Кичик эксцентриситетли марказлашмаган тарзда чузилган элементлар учун $Q_b = 0$ деб олинади.

Элементнинг олма кесими ва узун уки орасидаги бурчак β куйидаги формула буйича аникланади:

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{2}{1 + M/Qh_o}, \quad (65)$$

аммо 1,5 дан катта ва 0,5 дан кичик эмас

(61) шартдаги Q_b кундаланг зурикиш, куйидаги формулалар буйича аникланишига йул куйилади:

$$Q_{b1} = \frac{0,6\varphi_s\varphi_3(1+\varphi_n)\gamma_j R_{bt\tau} b h_o^2}{c}, \quad (66)$$

аммо куйидагидан ортик эмас

$$Q_{b2} = \frac{0,8\varphi_s\varphi_3(1+\varphi_n)\gamma_j R_{bt\tau} b h_o}{1 + M/Qh_o}, \quad (67)$$

бунда φ_s - узун араматуранинг таъсирини ҳисобга олувчи ва куйидаги формула буйича аникланувчи коэффициент:

$$\varphi_s = 1 + 50 \frac{A_s}{b h_o}, \quad (68)$$

аммо 2,0 дан катта эмас,

φ_n - узун кучлар таъсирини ҳисобга олувчи (карши босимни ҳисобга олганда) ва куйидаги формулалар буйича аникланувчи коэффициент:

- узун буйлаб сикилувчи кучлар амал килганда

$$\varphi_n = 0,1 \frac{N}{R_{bt\tau} b h_o}; \quad (69)$$

аммо 0,5 дан катта эмас,

- узун буйлаб чузувчи кучлар амал килганда

$$\varphi_n = -0,2 \frac{N}{R_{bt\tau} b h_o}, \quad (70)$$

аммо абсолют миқдори буйича 0,8 дан ортик эмас;

c - таянчдан бошлаб саналганда, олма кесимни элементнинг узун укига булган проекцияси узунлиги.

(65) ва (67) формулаларда M ва Q мувофик равишдаги сикилган доирада олма кесим охиридан утувчи муътадил кесимдаги этувчи момент ва кундаланг куч.

Элемент ҳисобининг умумий ҳолатида c кийматлари каторини аниклашни кузлаган ҳолда Q_{b1} , аникла-

ниши лозим (66). Элементга бир жойга карата тушланган кучлар таъсир курсатганда c киймати таянчдан бу кучлар куйилган нуктагача булган масофага тенг этиб кабул килинади.

Элементга q_1 жадаллик билан таксимланувчи юкланиш таъсир этишида, c куйидаги формула оркали аникланади:

$$c = \sqrt{\frac{0,6\varphi_3(1+\varphi_n)\gamma_j R_{bt\tau} b h_o^2}{q_1}}, \quad (71)$$

Агар (61) шарт унг томонга Q_b урнига Q_{b1} куйилганда каноатланмайдиган булса, олма кесимлар катори таянчланади, кайсики, улар учун M ва Q кийматларини

(67) формула оркали топилиб, Q_{b2} аникланиши ва $Q_b = Q_{b2}$ булгандаги (61) шарт текширилиши лозим.

Агар (61) шарт формуланинг унг томонига кундаланг зурикишлардан бири куйилганда Q_{b1} ёки Q_{b2} рию килнадиган булса, кундаланг араматура ҳисоби амалга оширилмайди.

5.22 Доимий узгармас баландликка эга элементларнинг олма кесимларидаги кундаланг араматура ҳисоблари (5 чизма) куйидаги формула буйича амалга оширилади:

$$\gamma_{lc}\gamma_n Q_1 \leq \gamma_c (\Sigma \gamma_s R_{sw} A_{sw} + \Sigma \gamma_s R_{sw} A_{s,inc} \sin \alpha + \gamma_{b7} Q_b), \quad (72)$$

бунда Q_1 - олма кесимда амал килувчи кундаланг куч яъни, куриб

тупрокка уриб ёки вибрация оркали киргазилувчи кема боғлаш жойи кирфокбуйи устки юза элементлари, тайерлаш боскичлари ташиш ва монтаж килиш учун козик оёклар ва козик-чамбарақлар.

6.2 Буйлама укига муътадил булган ёрикларни пайдо булиши буйича стерженли темирбетон элементларини хисоблаш куйидагича амалга оширилади:

а) марказлашган тарзда чузилган элементлар учун куйидаги формула буйича:

$$N \leq \gamma_c \gamma_b R_{bt,ser} A_{red}, \quad (100)$$

бунда $\gamma_b = \gamma_{b7} \gamma_{b8} \gamma_{b9} \gamma_{b13}$

$\gamma_{b8} \gamma_{b9} > 2$ булганда $\gamma_{b8} \gamma_{b9} = 2,0$ этиб кабул килинади;

б) эгилувчи элементлар учун куйидаги формула буйича:

$$M \leq \gamma_c \gamma_b R_{bt,ser} W_{t,red}, \quad (101)$$

бунда $\gamma_b = \gamma_{b7} \gamma_{b8} \gamma_{b10} \gamma_{b13}$

$\gamma_{b8} \gamma_{b10} > 2$ булганда $\gamma_{b8} \gamma_{b10} = 2,0$ этиб кабул килинади;

в) марказлашмаган тарзда сикилган элементлар учун куйидаги формула буйича:

$$\frac{M}{W_{t,red}} - \frac{N}{A_{red}} \leq \gamma_c \gamma_b R_{bt,ser}, \quad (102)$$

бунда $\gamma_b = \gamma_{b7} \gamma_{b8} \gamma_{b10} \gamma_{b13}$

$\gamma_{b8} \gamma_{b10} > 2$ булганда $\gamma_{b8} \gamma_{b10} = 2,0$ этиб кабул килинади;

г) марказлашмаган тарзда чузилган элементлар учун куйидаги формула буйича:

$$\frac{M}{\gamma_{b10} W_{t,red}} + \frac{N}{\gamma_{b9} A_{red}} \leq \gamma_c \gamma_b R_{bt,ser}, \quad (103)$$

бунда $\gamma_b = \gamma_{b7} \cdot \gamma_{b8} \cdot \gamma_{b13}$

Хисобларда (103) формула буйича куйидагича кабул килинади:

γ_{b9} - худди шундай кундаланг кесимли марказлашган тарзда чузилган элемент учун булгани каби;

γ_{b10} - худди шундай кундаланг кесимли эгилувчи элемент учун булгани каби.

Эслатма. (100) - (103) формулалардаги тенглик ишораси-ёиклар пайдо булишига, тенгсизлик ишораси -ёрикбардошлик шартларига мувофик келади.

6.3 Чегаравий холатлари зуриқишлар оркали ифодаланувчи буйлама укига муътадил бетон элементлари ёриклар пайдо булиши буйича булган хисобларини, уларда $\gamma_{lc} = 1,0$; $\gamma_n = 1,0$ ва $R_{bt,ser}$ урнига R_{bt} кабул килган холда (24) ва (28) формулалар буйича амалга оширилади.

6.4 Бош чузувчи кучланишлар буйича ериклар пайдо булиш хисоблари куйидаги тарзда бажарилади:

- стерженли бетон ва темирбетон тузилмалари буйлама укига олма булган кесимлар ёрикбардошлигини бахолаш учун;

- чегаравий холатлари зуриқишлар оркали ифодалаш мумкин булган хажмли бетон ва темирбетон тузилмаларнинг ёрикбардошлигини бахолаш учун;

- купкайта такрорланувчи юкланишлар таъсири остидаги бетон ва темирбетон тузилмаларининг ёрикбардошлигини бахолаш учун.

Бундай холларда ёриклар пайдо булиш буйича буладиган хисоблар куйидаги шартлардан келиб чиккан холда бажарилади:

$$\sigma_{mt} \leq \gamma_c \gamma_b R_{bt,ser}, \quad (104)$$

бунда

$\gamma_b = \gamma_{b1} \gamma_{b2} \gamma_{b3} \gamma_{b5} \gamma_{b13}$ - бетон элементларини хисоблашларда;

$\gamma_b = \gamma_{b7} \gamma_{b8} \gamma_{b10} \gamma_{b11} \gamma_{b13}$ - темирбетон элементларини хисоблашларда;

$\gamma_b = \gamma_{b1} \gamma_{b2} \gamma_{b5} \gamma_{b12} \gamma_{b13}$ - купкайта такрорланувчи юкланишлар таъсири остидаги бетон элементларини хисоблашларда;

$\gamma_b = \gamma_{b7} \gamma_{b11} \gamma_{b12} \gamma_{b13}$ - куп кайта такрорланувчи юкланишлар таъсири остидаги темирбетон элементларини хисоблашларда.

Элементларнинг кучланиш холатлари 5.86. курсатмаларига мувофик аникланади (104) формула ёклари учун, уларни келтирилган кесими бош марказий инерция уклари билан кесишиш нукталарида, таврли ва куш таврли элементлар учун, кутучасимон кесимлар, шунингдек сикилган токчаларни деворга туташган жойларида амалга оширилади.

Бетон тузилмалар учун $\gamma_{b3} \gamma_{b10}$, темирбетон тузилмалар учун γ_{b10} коэффициентларини аниклашда, чузилган доира баландлиги h_t бош чузувчи кучланишлар текислигидаги кучланишлар эпюраси буйича жойлашган булади.

γ_{b8} коэффициент ёрикбардошлик текширилувчи элемент сохасининг арматураланиш схемасига боғлиқ равишда хисоблаб топилади (бир каторли ёки каторли, дисперс ёки одатлаги).

Темирбетон элементларини ёрикларни намоён килиш буйича хисоблари

6.5 Ёрикбардош булмаган стерженли элементларда буйлама ука муътадил булган ёрикларни намоён килиш буйича хисоблар куйидаги шартлардан келиб чиккан холда бажарилади.

$$a_{cr} \leq \gamma_c \Delta_{cr}, \quad (105)$$

бунда a_{cr} - ёрикларни намоён килиш хисобий кенглиги, мм;

Δ_{cr} - 6,8 б. буйича аникланувчи ёрикларни намоён килиш буйича йул куйилувчи кенглиги, мм.

6.6 Ёрикларни намоён килиш кенглиги a_{cr} куйидаги формула оркали аникланади:

$$a_{cr} \leq \delta \varphi_l \eta \frac{\sigma_s - \sigma_{s,bg}}{E_s} \gamma (4 - 100\mu) \sqrt{d}, \quad (106)$$

бунда δ - куйидаги элементлар учун тенг килиб олинувчи коэффициент:

эгилувчи ва марказлашмаган тарзда сикилган элементлар учун 1,0
марказий ва марказлашмаган тарзда чузилган элементлар учун 1,2

φ_l - куйидагиларга тенг этиб кабул килинувчи коэффициент:

юкланишларни вақтинча таъсирини хисобга олишда 1,0
 $F_t / F_c < 2/3$ булганда 1,0
 $F_t / F_c < 2/3$ булганда 1,3

бунда F_c ва F_t - мувофик равишда тула юкланиш таъсири ва доимий (доимий, давомий, киска муд-

датли) ҳамда давомий юкланишлар таъсирдан (эгувчи момент, муътадил куч ва х.к) энг куп бирлашган зуриқишлар;

бетоннинг хавойй - курук ҳолатидаги куп қайта такрорланувчи юкланишларни ҳисобга олишда

. 2- ρ_s , бунда ρ_s - айлана даврнинг ассиметрия коэффиценти;

η - арматуралар қуринишига қараб қуйидагиларга тенг қилиб олинувчи коэффицент:

даврий кесимли стерженли 1,0
 силлик стерженли 1,4
 даврий кесимли симли 1,2

σ_s - чузилган доираси кесимидаги бетоннинг қарши-лигини ҳисобга олмаган ҳолда 6.7 га мувофиқ аниқланувчи чузилган арматурадаги қучланиш; 4.13 ва 4.14 б.б. га мувофиқ сувнинг фильраниш босимини, ҳисобга олган ҳолдаги чузилган арматурадаги қучланишлар;

$\sigma_{s,bg}$ - бетонни буқиши туфайли арматурада содир буладиган бошланғич қузувчи қучланиш. Сувда турадиган тузилмалар учун $\sigma_{s,bg}=20$ МПа; да-вомий қуришга дучор булган (шу жумладан қу-рилиш даврида) тузилмалар учун $\sigma_{s,bg}=0$;

μ - кесимни арматуралаш коэффиценти
 $\mu = A_s / (bh_o)$, аммо 0,02 дан куп эмас;

d - стерженли арматура диаметри, мм. Стерженлар-нинг турли хил диаметрларида қуйидагича қабул қилинади

$$d = \frac{\sum_1^k n_i d_i^2}{\sum_1^k n_i d_i}$$

бунда n - бир хил диаметрдаги стерженлар сони.

6.7 Ёриқларни очилиш кенглигини ҳисоблашдаги арматурада мавжуд қучланишлар қуйидаги формулалар орқали аниқланади

- эгиловчи элементлар учун

$$\sigma_s = \frac{M}{(A_s z)}, \quad (107)$$

- марказлашган тарзда чузилган элементлар учун

$$\sigma_s = \frac{N}{A_s}, \quad (108)$$

- қатта эксцентриситетлар мавжуд булганда мар-казлашмаган тарзда чузилган ва марказлашмаган тарзда сиқилган элементлар учун

$$\sigma_s = \frac{N(e \pm z)}{A_s z}, \quad (109),$$

кичик эксцентриситетлар мавжуд булганда мар-казлашмаган тарзда чузилган элементлар учун:

S - арматура учун

$$\sigma_x = \frac{Ne'}{A_s (h_o - a')}, \quad (110)$$

S' - арматура учун

$$\sigma_x = \frac{Ne'}{A'_s (h_o - a')}, \quad (111)$$

(107) формуладаги "мусбат" ишора марказлашма-ган тарзда чузилишда, "манфий" ишора марказлашмаган тарзда сиқилишда қабул қилинади.

(107) ва (109) формулаларда z (ички жуфт қучлар елкаси) кесимларни ҳисобий юкланишлардаги му-стаҳкамлиги ҳисоблари натижалари буйича қабул қилини-шига йул қуйилади.

6.8 Босимли яхлит тузилмалар учун ёриқлар очи-лиш кенглиги Δ_{cr} коррозияга чидамлилиги шартлари, ар-матуранинг сақланиши ва музлаш-эриш жараёнларини таъсири буйича 20,21,22 жадвалларда келтирилган микдор-лардан ортик булмаган тарзда қабул қилиниши жоиз.

II- IV синф иншоотлари учун ёриқларнинг очилиш кенглиги жадваллардан олинган Δ_{cr} қийматларини 1,3; 1,6; 2,0 га тенг мувофиқ равишдаги коэффицентларга қупайти-риш орқали аниқланади. Бунда ёриқларнинг очилиш кенглиги 0,5 мм дан ортик булмаган тарзда қабул қилинади.

23,24,25 жадвалларда келтирилган қийматлар А-1, А-II, А-III, Вр-1 синф арматуралари қулланилишини ҳисоб-га олган ҳолда қабул қилинади. Бошқа синф арматуралари қулланилишида ёриқлар очилиши чегаравий кенглиги КМК 2.03.01-97 га мувофиқ, аммо ушбу жадваллар буйича қабул қилинган Δ_{cr} микдорлардан ортик булмаган тарзда қабул қилинади.

Сув мухитининг 1 мг экв/л дан кам булган бикар-бонат ишқорийлигида ёки Cl ва SO_4 ионларининг жаъми 1000 мг/л концентрациясидан қатта булган қийматида Δ_{cr} икки марта қамайтирилиши лозим булади.

Сув мухитининг бикарбонатли ишқорийлигининг урғача йиллик қийматларининг 0,25 мг экв/л дан кам булган микдорларида, ҳамда химоя қилиш тадбирлари мавжуд булмаганида босимли тузилмаларни ёрилишларга бардошли этиб лойихалаштирилиши жоиз.

Химоя этиш тадирларидан фойдаланишда Δ_{cr} қиймат махсус изланишлар асосида урнатилади.

Арматуранинг 40 мм ва ундан ортик диаметрлари-да Δ_{cr} қийматни 25% қупайтирилишига йул қуйилади.

Юпка деворли тузилмалар учун (кесим баландлиги 1,5 м дан қичик) ёриқлар очилиш кенглиги Δ_{cr} КМК 2.03.11-96 буйича аниқланади.

23Жадвал

| Сувнинг гид-рокарбонат ишқорийлиги W мг экв/л | В/Ц бетоннинг Н,м босим остидаги максимал қиймати | | | I синф иншо-отларидаги коррозияга чидамlilik шартлари буйича ёрик-лар очилиши-нинг Δ_{cr} йул қуйилувчи кенглиги |
|---|---|------|------|---|
| | 10 | 50 | 200 | |
| Шу жумладан 0,25 гача | 0,50 | 0,48 | 0,45 | Йул қуйил-майди |
| 0,4 | 0,55 | 0,50 | 0,45 | 0,05 |
| 0,4 | 0,48 | 0,45 | 0,42 | 0,10 |
| 0,8 | 0,63 | 0,48 | 0,52 | 0,05 |
| 0,8 | 0,59 | 0,55 | 0,50 | 0,10 |
| 0,8 | 0,56 | 0,52 | 0,48 | 0,15 |
| 0,8 | 0,54 | 0,50 | 0,46 | 0,20 |
| 0,8 | 0,52 | 0,49 | 0,45 | 0,25 |
| 0,8 | 0,50 | 0,47 | 0,44 | 0,35 |
| 0,8 | 0,48 | 0,45 | 0,43 | 0,50 |
| 1,6 | 0,70 | 0,69 | 0,64 | 0,05 |
| 1,6 | 0,70 | 0,66 | 0,62 | 0,10 |

| | | | | |
|-------------------|------|------|-------------|------|
| 1,6 | 0,68 | 0,64 | 0,60 | 0,15 |
| 1,6 | 0,66 | 0,62 | 0,58 | 0,20 |
| 1,6 | 0,64 | 0,60 | 0,57 | 0,25 |
| 1,6 | 0,62 | 0,58 | 0,55 | 0,35 |
| 1,6 | 0,60 | 0,56 | 0,53 | 0,50 |
| 2,4 | 0,70 | 0,70 | 0,70 | 0,05 |
| 2,4 | 0,70 | 0,70 | 0,69 | 0,10 |
| 2,4 | 0,70 | 0,70 | 0,66 | 0,15 |
| 2,4 | 0,70 | 0,66 | 0,62 | 0,25 |
| 2,4 | 0,68 | 0,64 | 0,60 | 0,35 |
| 2,4 | 0,66 | 0,62 | 0,59 | 0,50 |
| 3,2ва ундан катта | | | чекланмайди | |

| | | | | | | | |
|-----|-------|------|------|------|------|------|------|
| | F 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | F 200 | 0,10 | 0,05 | 0 | 0,20 | 0,10 | 0,05 |
| | F 300 | 0,20 | 0,10 | 0,05 | 0,30 | 0,20 | 0,10 |
| | F 400 | 0,30 | 0,15 | 0,10 | 0,35 | 0,25 | 0,15 |
| 300 | F 50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | F 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | F 200 | 0,05 | 0 | 0 | 0,15 | 0,05 | 0 |
| | F 300 | 0,15 | 0,05 | 0 | 0,25 | 0,10 | 0,05 |
| | F 400 | 0,25 | 0,10 | 0,05 | 0,30 | 0,20 | 0,10 |

24Жадвал

| Мухитни тузилмага курсатадиган таъсири шарт-шароитлари | Босим градиенти I | Арматуранинг сакланиш шартлари буйича 1 синф иншоотларида нонларнинг жаъми концентрацияси сув мухитида, мг/л $[Cl'] + [SO_4'] \cdot 0,25$ булгандаги ёриклар очилишининг йул куйилувчи кенглиги Δ_{cr} , мм. | | | |
|--|---------------------|---|------|------|----------|
| | | 50 дан кам | 100 | 200 | 400-1000 |
| Доимий сувга туйиши | 5 гача | 0,50 | 0,40 | 0,35 | 0,30 |
| | 50 | 0,45 | 0,35 | 0,30 | 0,25 |
| | 300 | 0,40 | 0,30 | 0,25 | 0,20 |
| мобайнида давр сонидоги даврий туйишилар: | 5 гача | 0,30 | 0,25 | 0,20 | 0,15 |
| | 50 | 0,30 | 0,20 | 0,15 | 0,10 |
| | 300 | 0,30 | 0,20 | 0,10 | 0,05 |
| 100 дан кам | 5 гача | 0,25 | 0,20 | 0,15 | 0,10 |
| | 50 | 0,20 | 0,15 | 0,10 | 0,05 |
| | 300 | 0,20 | 0,10 | 0,10 | 0,05 |
| 200-1000 | 5 гача | 0,20 | 0,15 | 0,10 | 0,05 |
| | 50 | 0,20 | 0,10 | 0,10 | 0,05 |
| | 300 | 0,20 | 0,10 | 0,10 | 0,05 |
| Капилляри сурилиш томчи катрлар | - | 0,20 | 0,15 | 0,10 | 0,05 |

Таблица 25

| Музлаш даврларининг хисобий сони | Совукбардошлик йича бетон русуми | Музлаш ва эриш шартлари буйича 1 синф иншоотларидаги ёриклар чилишининг йул уёилувчи кенглиги Δ_{cr} , мм | | | | | |
|----------------------------------|----------------------------------|--|-----------|-----------|--|-----------|-----------|
| | | чучук сувдаги музнинг котиб ёпишган доирасида, хавонинг харорати остида, °C | | | Хавода, сувнинг капиллярли кутарилиш доирасида, хавонинг харорати остида, °C | | |
| | | -9 +4 | -19 +5 | -30 +5 | -9 +4 | -19 +5 | -30 +5 |
| 50 | F 50 | 0,05 | 0 | 0 | 0,15 | 0,10 | 0 |
| | F 100 | 0,10 | 0,05 | 0 | 0,20 | 0,15 | 0,10 |
| | F 200 | 0,20 | 0,15 | 0,05 | 0,30 | 0,25 | 0,15 |
| | F 300 | 0,30 | 0,25 | 0,15 | 0,40 | 0,30 | 0,20 |
| | F 400 | 0,30 | 0,30 | 0,20 | 0,50 | 0,40 | 0,25 |
| 100 | F 50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | F 100 | 0,05 | 0 | 0 | 0,15 | 0,10 | 0 |
| | F 200 | 0,15 | 0,10 | 0,05 | 0,25 | 0,15 | 0,10 |
| | F 300 | 0,25 | 0,20 | 0,10 | 0,35 | 0,25 | 0,15 |
| | F 400 | 0,30 | 0,25 | 0,15 | 0,40 | 0,30 | 0,20 |
| 200 | F 50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Темирбетон тузилмалари элементларини деформациялар буйича хисоблаш

6.9 Темирбетон тузилмалар деформациялари, шунингдек статик жихатдан аниклаб булмайдиган тузилмалар элементларидаги зуриқишлар бетоннинг ёриклари ва нота-ранг хусусиятларини хисобга олган холда курилиш механикаси услублари оркали аникланади.

Мураккаб, статик жихатдан аниклаб булмайдиган тизимларда сурилишларни материаллар каршилиги формулалари буйича аникланишига йул куйилади.

6.10 Юкланишни киска вақтли таъсирида эгилувчи, марказлашмаган тарзда сикилган ва марказлашмаган тарзда чузилган элементларни куйидаги формулалар оркали аникланади:

$$B_k = 0,9E_b I_{red}, \quad (112)$$

ёрикбардош булмаган элементлар ёки улар кисмлари учун

$$B_k = 1,1E_b (I_b + \nu I_s), \quad (113)$$

Эгилувчи элементлар ёрикбардош булмаган туфри бурчакли кундаланг кесимли кисмларининг каттиклигини аниклаш учун маълумот учун берилган б Иловада келтирилган бобликликлар ва номограммадан фойдаланишга йул куйилади.

6.11. Киска муддатли ва узок муддатли юкланишларнинг бир вақтнинг узида таъсир этишида, эгилувчи, марказлашмаган тарзда сикилган ва марказлашмаган тарзда чузилган элементлар каттиклиги куйидаги формулалар оркали аникланади:

- ёрикбардош элементлар ёки улар кисмлари учун

$$B = 0,8E_b I_{red}, \quad (114)$$

- ёрикбардош булмаган элементлар ёки улар кисмлари учун

$$B = B_k (C + \nu) / (\delta C + \nu), \quad (115)$$

бунда C - авомий тарзда таъсир этувчи юкланишлардан буладиган умумлашган зуриқиш;

ν - киска вақт таъсир этиувчи юкланишлардан буладиган умумлашган зуриқиш;

δ - каттикликни пасайиши коэффициенти. Сикилган доирада токчали таврли кесимлар учун $\delta=1,5$, чузилган доирада $\delta=2,5$, туфри бурчакли, куш таврли, кутичасимон ва бошка берк кесимларда $\delta=2,0$.

7 БЕТОН ВА ТЕМИРБЕТОН ТУЗИЛМАЛАРИ ЭЛЕМЕНТЛАРИНИ ХАРОРАТ ВА НАМЛИК-ТАЪСИРЛАРИГА ХИСОБЛАШ

7.1. Харорат таъсирларини ҳисобга олиш куйидаги тарзда амалга оширилади:

а) бетон тузилмалар мустаҳкамлигини 5.36. га мувофиқ ҳисоблашда, шуниндек бу тузилмалар яхлитлигининг бузилиши улар иши статик схемасини узгартириб юбориши, қушимча ташки таъсирларни келтириб чиқариши ёки қарши босимни кутариши, тузилманинг сув утказмаслиги ва купга чидамлилигини пасайишига олиб келиши мумкин булганда;

б) статик жихатдан аниқлаб булмайдиган темирбетон тузилмаларни ҳисоблашда, шуниндек темирбетон тузилмаларини ёриклар пайдо булиш (йул куймаслик) буйича 6.1б. да курсатилган ҳолатларда;

в) тузилмаларга харорат чоклари ва фильтранишга қарши зичлаштиришлар тайинлаш учун иншоотлар элементларининг деформация ва сурилишларини аниқлашда;

г) иншоотни барпо этиш ва ундан муътадил тарзда фойдаланиш шартлари буйича талаб этилувчи харорат режими таъинланишида;

д) туғри бурчак булмаган кесимли юпка деворли (таврли, халқасимон) тушрок билан туташувчи темирбетон элементларини ҳисоблашда.

Агар тузилмаларнинг эркин ҳаракати таъминланган булса, юпка деворли тузилмаларни ҳисоблашда харорат таъсирларини ҳисобга олинмаслигига йул куйилади.

Мувофиқ равишдаги асослашлар булган ҳолда харорат таъсирларини ҳисобга олиш ҳолатлари руйхати гидротехника иншоотларини лойихалаштириш тажриблари асосида харорат таъсирларини ҳисобга олган ҳолда тулдирилиши (ёки кискартирилиши) мумкин.

7.2. Бетон ва темирбетон тузилмаларини ҳисоблашда фойдаланиш ва қурилиш даврларида буладиган харорат таъсирлари ҳисобга олинмиши жоиз.

Фойдаланиш даври харорат таъсирларига ташки ҳаво хароратининг, сув хавзаларидаги сувнинг иклимий узғариб туришлари ва иншоотдан фойдаланиш жихатдан иситиш (ёки совутиш) қиради.

Гидротехника иншоотларининг асосий қуринишларидаги бетон ва темирбетон тузилмалари ҳисобларида ҳисобга олинувчи харорат таъсирларининг муайян руйхати мувофиқ иншоотлар қуринишларини лойихалаштирилишига булган меъёрлар билан, шуниндек, зарур ҳолларда, жоиз асослар булганда, харорат таъсирларини ҳисобга олган ҳолда гидротехника иншоотларини лойихалаштириш тажрибаси асосида лойихалаштириш ташкилотининг қарори билан урнатилиши лозим.

7.3. Гидротехника иншоотлари бетон ва темирбетон тузилмаларини харорат таъсирларига булган ҳисобларида, мувофиқ равишдаги асослашлар билан куёш радиациясининг иссиқлик таъсирларини ҳисобга олинмишига йул куйилади.

7.4. Бетон ва темирбетон тузилмаларни ҳисоблашда намлик таъсирларини ҳисобга олинмиши бу тузилмалардаги бетоннинг қиришиш ёки буртишининг ривожланиши эҳтимоллигига боғлиқ равишда асосланган булиши лозим.

Куйидаги ҳисобларда бетоннинг қиришиши ҳисобга олинмаслигига йул куйилади:

яхлит тузилмалар;

сув остида жойлашиб турувчи, сув билан туташиб турувчи ёки тушрок билан қумилган юпка деворли тузилмалар, агар қурилиш даврида бетоннинг қуриб қолишини олдини олувчи тадбирлар қурилган булса.

7.5 Тузилмаларнинг харорат ва намлик майдонлари ностационар жараёнлар учун қабул қилинган асосий низо-

млрдан фойдаланилган ҳолда қурилиш физикаси услублари орқали ҳисобланади.

7.6 Ташки ҳаво харорати ва намлиги туғрисидаги маълумотлар ва бошқа иклимий тавсифлар қурилиш туманида олиб борилган метеорологик қузатувлар асосида қабул қилиниши лозим. Бундай қузатувлар мавжуд булмаган тақдирда зарурий маълумотлар КМК 2.01.01-94 ва давлат метеорологик хизматининг расмий ҳужжатлари буйича қабул қилинади.

Сув хавзаларидаги сув харорати махсус ҳисоблар ва айнан ухшашликлар асосида аниқланиши лозим.

7.7 I синф иншоотлари учун бетоннинг иссиқлик-физик тавсифлари махсус изланишлар асосида урнатилади. Бошқа синф иншоотлари учун ва I синф иншоотларини дастлабки лойихалаштирилишида бетоннинг курсатиб утилган тавсифлари тавсия этилувчи 2 илованинг 1 ва 2 жадваллари буйича қабул қилинишига йул берилади.

7.8 Тузилмаларнинг иссиқлик-қучланиш ҳолатларини ҳисоблаш учун зарур булган бетоннинг деформациявий тавсифлари куйидагича қабул қилинишига йул куйилади:

ёши 180 суткадан кам булган бетоннинг бошланғич таранглик модули - куйидаги формула буйича:

$$E_b(t) = 10^5 \left/ \left[1,7 + \frac{360}{\chi \left[\ln(t/180) + 5,2 \right]} \right] \right., \quad (116)$$

бунда χ - тавсия қилинувчи 2 илованинг 3 жадвали буйича қабул қилинган улчамсиз параметр;

t - бетон ёши, сут;

180 сутка ва ундан катта ёшидаги бетоннинг бошланғич таранглик модули 2.18 б.га мувофиқ қабул қилинади.

Бетоннинг ёйилиш тавсифлари тавсия қилинувчи 2 илованинг 4 жадвали буйича қабул қилинади.

Иншоотларнинг I синфи учун бетоннинг деформациявий тавсифлари ишлаб чиқариш таркибли бетондан булган намуналар билан изланишлар утказиш орқали аниқланади.

7.9. Бетон ва темирбетон тузилмаларининг харорат туфайли ёриклар пайдо булиш (йул куймаслик) ҳисоблари куйидаги формулалар буйича амалга оширилади:

а) ёриклар пайдо булишини текшириш ва улар улчамларини аниқлашда

$$A(t) \geq \frac{[\gamma_{cm} \eta \psi(t) R_{bm}]^2}{2E_b(t)}, \quad (117)$$

Устки ёриклар пайдо булиши учун (117) шарт чузилиш доираси чегараларида бажарилиши зарур, қайсики, унинг чуқурлиги юзага тик булган йуналишда камида $1,3 d_{max}$ булсин, бунда d_{max} - бетондаги йирик тулдирувчининг максимал улчами;

б) чегаравий ҳолатларнинг иккинчи гуруҳи буйича ҳисобланувчи тузилмаларда ёриклар булишига йул куйилмаслигига:

$$A(t) \leq \frac{[\gamma_{cm} \psi(t) R_{bt}]^2}{2E_b(t)}, \quad (118)$$

в) чегаравий ҳолатларнинг биринчи гуруҳи буйича ҳисобланувчи тузилмаларда ёриклар булишига йул куйилмаслигига

$$A(t) \leq \frac{[\gamma_{cm} \psi(t) R_{bt}]^2}{2E_b(t)}, \quad (119)$$

Бу формулаларда:

$A(t)$ - мувофик равишдаги тулик ва мажбуран булган харорат деформацияларидаги текисликка муътадил ёрикларнинг тортишиш кучланиши иши.
 $A(t)$ киймат 7.10б.га мувофик аникланади;

$R_{bt} : R_{bt}$ - мувофик равишда бетоннинг укли чузилишга булган муътадил ва хисобий каршилиги булиб, 2.14б.га мувофик аникланади;

η - бетонни меъёрий каршилиқдан урта мустахкамликдаги укли чузилиш, ишлаб чикариш таркибли укли чузилишга утиш коэффициенти булиб, 7.11б.га мувофик аникланади.

$\psi(t)$ - бетон мустахкамлигини t ёшига боғлиқ укли чузилишини хисобга олувчи коэффициент булиб, 7.12б. га мувофик кабул килинади;

$E_b(t)$ - бетоннинг таранглик модули булиб, 7.8б.га мувофик аникланади.

γ_{cm} - иш шароитлари коэффициенти, яхлит иншоотлар учун 1,15, колганлари учун -1,0.

7.10 $A(t)$ иш киймати куйидаги формулалар оркали аникланади;
 - бир укли чузилиш ва текис кучланишли холлар учун:

$$A(t) = \int_{t_0}^t \sigma^+(\tau) \frac{\partial [\varepsilon(\tau) - \alpha T(\tau)]}{\partial \tau}, \quad (120)$$

- текис деформацияланган холат учун:

$$A(t) = \int_{t_0}^t \sigma^+(\tau) \frac{\partial [\varepsilon(\tau) - \alpha(1 + \nu)T(\tau)]}{\partial \tau}, \quad (121)$$

бунда τ - утувчи вақт;

t_0 - бетоннинг котиш вақти,

$T(\tau)$ - бетоннинг вақт ондаги харорати

α - бетоннинг чизикли кенгайиш харорат коэффициенти;

$\varepsilon(\tau)$ - бетоннинг вақт буйича узгарувчи таранглик модули ва ёйилишлигини хисобга олган холда аникланувчи деформацияси;

$\sigma^+(\tau)$ - бетондаги чузувчи кучланиш;

$$\sigma^+(\tau) = \sigma(\tau) \quad \sigma(\tau) > 0 \text{ булганда};$$

$$\sigma^+(\tau) = 0 \quad \sigma(\tau) \leq 0 \text{ булганда}$$

бунда $\sigma(\tau)$ - бетонни вақт мобайнида таранглик модули ва ёйилишлигини узгарашини хисобга олган холда аникланган бетондаги кучланишлар.

7.11 η коэффициент куйидаги формула оркали аникланади:

$$\eta = (1 - u \cdot \mathcal{G})^{-1}, \quad (122)$$

Бунда u - бетоннинг кафолатланган мустахкамлиги урнатилган таъминланганлигига q боғлиқ коэффициент булиб, куйидагиларга тенг

$$q = 0,95 \text{ булганда } 1,64$$

$$q = 0,90 \text{ булганда } 1,26$$

$$q = 0,85 \text{ булганда } 1,04.$$

\mathcal{G} - ишлаб чикариш таркибли бетоннинг мустахкамлигининг жузъий узгариш коэффициенти

Иншоотларнинг I ва II синфлари учун \mathcal{G} коэффициентининг киймати ишлаб чикариш таркибли бетондан булган йирик улчамли намуналарда изланишлар утказиш оркали урнатилади. Бошка синф иншоотлари учун ва I ва II синф иншоотларини дастлаб лойихалаштирилишида $q = 0,95$ булганда $\mathcal{G} = 0,135$; $q = 0,90$ булганда $\mathcal{G} = 0,173$; $q = 0,85$ булганда $\mathcal{G} = 0,213$ га тенг килиб олинишига йул куйилади.

7.12 $\psi(t)$ киймат бетон ёшига боғлиқ равишда курилиш даври учун тавсия килинувчи 2 Илованинг 5 жадвали буйича, фойдаланиш даври учун кондага кура 1,0 га тенг килиб кабул килинади.

Иншоотларнинг I ва II синфлари учун $\psi(t)$ коэффициенти ишлаб чикариш таркибли катта улчамли намуналар билан изланишлар утказиш оркали аникланади.

7.13 Иншоотларнинг I ва II синфлари учун техник-иктисодий асослаш билан, иншоотларнинг III-IV синфлари учун эса - барча холларда харорат таъсирлари туфайли ёриклар пайдо булиши (йул куймаслик) буйича хисоблар куйидаги формула буйича амалга оширилишига йул куйилади:

$$\sigma(t) \leq \gamma_{cm} \gamma_{b3} \varepsilon_{lim} \varphi(t) E_b(t), \quad (123)$$

бунда $\sigma(t)$ - t вақти ондаги хароратли кучланишлар;

ε_{lim} - бетоннинг чегаравий чузилиши булиб, тавсия этилувчи 2 Илованинг 6 жадвали буйича аникланади;

$\varphi(t)$ - ε_{lim} ни бетон ёшига боғлиқлигини хисобга олувчи коэффициент булиб, тавсия этилувчи 2 Илованинг 7 жадвали буйича аникланади.

γ_{b3} коэффициентини аниқлашда h_t киймат блок чегараларидаги чузувчи кучланишлар эпюраси кисми узунлигига тенг этиб кабул килинади, (123) формула буйича хисоблашларда $h_0 \geq 100$ см булганда, ёки чузувчи кучланишлар эпюраси кисмида нол булган кучланиш градиенти доираси мавжуд булганда $\gamma_{b3} = 1,0$.

| | | |
|---|--|-----------------------------------|
| Государственный комитет Республики Узбекистан по архитектуре и строительству | Строительные нормы и правила | КМК 2.06.08-97 |
| | Бетонные и железобетонные конструкции гидротехнических сооружений | Взамен СНиП 2.06.08-87 |

Настоящие нормы и правила распространяются на вновь строящихся и реконструируемых бетонных и железобетонных конструкций гидротехнических сооружений, находящихся постоянно или периодически под воздействием водной среды.

Элементы бетонных и железобетонных гидротехнических сооружений, не подвергающихся воздействию водной среды, следует проектировать в соответствии с требованиями КМК 2.03.01-97, бетонные и железобетонные конструкции мостов, транспортных туннелей и труб, расположенных под насыпями автомобильных и железных дорог, следует проектировать по КМК 2.05.03-97.

В проектах сооружений, предназначенных для строительства в сейсмических районах, в районах распространения просадочных, набухающих и слабых по физико-механическим свойствам грунтов, должны соблюдаться дополнительные требования, предъявляемые к таким сооружениям соответствующими нормативными документами.

Основные буквенные обозначения и их индексы, принятые в настоящих нормах, приведены в справочном приложении 1.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 При проектировании бетонных и железобетонных конструкций гидротехнических сооружений необходимо соблюдать требования КМК 2.06.01-87 и строительных правил по проектированию отдельных видов гидротехнических сооружений.

1.2 Выбор типа бетонных и железобетонных конструкций (монолитных, сборно-монолитных, сборных, в том числе предварительно напряженных и заанкеренных в основании) должен производиться исходя из условий технико-экономической целесообразности их применения в конкретных условиях строительства с учетом максимального снижения материалоемкости, энергоемкости, трудоемкости и стоимости строительства.

При выборе элементов сборных конструкций следует предпочтительно рассматривать предварительно напряженные конструкции из высокопрочных бетонов и арматуры.

Типы конструкций, основные размеры их элементов, а также степень насыщения железобетонных конструкций арматурой необходимо принимать на основании сравнения технико-экономических показателей вариантов.

1.3 Элементы сборных конструкций должны отвечать условиям механизированного изготовления на специализированных предприятиях.

Следует рассматривать целесообразность укрупнения сборных конструкций с учетом условий их изготовления, транспортировки, грузоподъемности монтажных механизмов, несущей способности мостов и других искусственных сооружений на путях транспортировки сборных элементов к местам их монтажа.

1.4 Для монолитных конструкций следует предусматривать унифицированные размеры, позволяющие применять инвентарную опалубку.

1.5 Конструкции узлов и соединений элементов в сборных конструкциях должны обеспечивать надежную передачу усилий, водонепроницаемость, морозостойкость, трещиностойкость и прочность самих элементов в зоне стыка, а также связь дополнительно уложенного бетона в стыке с бетоном конструкции.

1.6 При проектировании конструкций сооружений, недостаточно апробированных практикой проектирования и строительства, для сложных условий статической и динамической работы конструкций (когда характер напряженного и деформированного состояния с необходимой достоверностью не может быть определен расчетом) в дополнение к расчетам необходимо предусматривать проведение экспериментальных исследований и опыт-но-промышленных испытаний.

1.7 Для обеспечения требуемой водонепроницаемости и морозостойкости конструкций, а также для уменьшения противодавления воды в их расчетных сечениях необходимо предусматривать следующие мероприятия:

укладку бетона соответствующих марок по водонепроницаемости и морозостойкости со стороны напорной грани и наружных поверхностей (особенно в зонах переменного уровня воды);

применение поверхностно-активных добавок к бетону (воздухововлекающих, пластифицирующих и др.);

устройство противодиффузионных элементов (уплотнений) в деформационных швах и применение специальной технологии подготовки горизонтальных строительных швов;

гидроизоляцию и теплогидроизоляцию наружных поверхностей сооружений;

обжатию бетона, примыкающего к граням сооружения, испытывающим растяжение от эксплуатационных нагрузок;

устройство дренажа со стороны напорной грани.

Выбор типа мероприятия следует производить на основе технико-экономического сравнения вариантов..

| | | |
|------------------------------|---|--|
| Внесены Минэнерго РУз | Утверждены приказом Государственного комитета Республики Узбекистан по архитектуре и строительству от 31 января 1998 г. № 11^а | Срок введения в действие 1 июня 1998 г. |
|------------------------------|---|--|

Издание официальное

2 МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ БЕТОННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

БЕТОН

2.1 Бетон для бетонных и железобетонных конструкций гидротехнических сооружений должен удовлетворять требованиям РСТ Уз 728-96 и на-стоящего раздела.

2.2 При проектировании бетонных и железобетонных конструкций гидротехнических сооружений в зависимости от вида и условий работы необходимо устанавливать показатели качества бетона, основными из которых являются следующие:

а) классы бетона по прочности на сжатие, которые отвечают значению гарантированной прочности бетона, МПа, с обеспеченностью $q=0,95$. В массивных сооружениях допускается применение бетонов со значениями гарантированной прочности с обеспеченностью $q = 0,90$.

Для внутренней зоны бетонных гравитационных плотин допускается применение бетонов со значениями гарантированной прочности с обеспеченностью $q = 0,85$.

В проектах необходимо предусматривать следующие классы бетона по прочности на сжатие: В5; В7,5; В10; В12,5; В15; В17,5; В20; В22,5; В25; В27,5; В30; В35; В40.

При надлежашем обосновании допускается устанавливать промежуточные значения классов бетона по прочности на сжатие, отличающиеся от перечисленных выше. Характеристики этих бетонов следует принимать по интерполяции;

б) классы бетона по прочности на осевое растяжение. Эту характеристику устанавливают в тех случаях, когда она имеет главенствующее значение и контролируется на производстве.

В проектах необходимо предусматривать следующие классы бетона по прочности на осевое растяжение: В₁0,8; В₁1,2; В₁1,6; В₁2,0; В₁2,4; В₁2,8; В₁3,2;

в) марки бетона по морозостойкости.

В проектах необходимо предусматривать следующие марки бетона по морозостойкости: F50; F75; F100; F150; F200; F300; F400; F500; F600; F700; F800;

Примечание. При надлежашем обосновании могут использоваться марки бетона по морозостойкости F25 и F1000;

г) марки бетона по водонепроницаемости.

В проектах необходимо предусматривать следующие марки бетона по водонепроницаемости: W2; W4; W6; W8; W10; W12; W14; W16; W18; W20.

2.3 К бетону конструкций гидротехнических сооружений следует предъявлять дополнительные, устанавливаемые в проектах и подтверждаемые экспериментальными исследованиями требования: по прочности на сдвиг горизонтальных строительных швов, предельной растяжимости, сопротивляемости истиранию потоком с донными и взвешенными наносами, стойкости против кавитации, тепловыделению при твердении бетона, отсутствию вредного взаимодействия щелочей цемента с заполнителями, сопротивляемости поверхности бетона воздействию биологических объектов (водоросли, речные и озерные растения, моллюски и т.д.) и др.

Значения предельной растяжимости бетона и сдвиговой прочности горизонтальных строительных швов приведены соответственно в табл. 6 и 8 рекомендуемого приложения 2.

2.4 Требования к бетону конструкций гидротехнических сооружений по прочности на сжатие и растяжение, морозостойкости, водонепроницаемости и т.д. необходимо устанавливать дифференцированно, при этом требования к техническим характеристикам бетона должны соответствовать фактическим условиям работы бетона раз-

личных зон и частей сооружений в период строительства и эксплуатации.

2.5 Срок твердения (возраст) бетона, отвечающий его классам по прочности на сжатие, на осевое растяжение и марке по водонепроницаемости, принимается, как правило, для конструкций речных гидротехнических сооружений 180 сут., для сборных и монолитных конструкций морских и речных портовых сооружений 28 сут. Срок твердения (возраст) бетона, отвечающий его проектной марке по морозостойкости, принимается 28 сут.; для массивных конструкций, возводимых в теплой опалубке - 90 сут.

Если известны сроки фактического нагружения конструкций, способы их возведения, условий твердения бетона, вид и качество применяемого цемента, то допускается устанавливать класс и марки бетона в ином возрасте.

Примечание. Контрольные испытания морозостойкости бетона массивных конструкций допускается проводить в возрасте бетона 28 сут.

2.6 Классы бетона по прочности на сжатие и растяжение должны назначаться в зависимости от уровня напряжений в расчетных зонах сооружения, с учетом фактического времени нагружения конструкций (п. 2.13).

Для железобетонных элементов из тяжелого бетона, рассчитываемых на воздействие многократно повторяющейся нагрузки и железобетонных сжатых стержневых конструкций (набережные типа эстакад на сваях, сваях-оболочках и т.п.) следует применять бетон класса по прочности на сжатие не ниже В15.

Для предварительно напряженных элементов следует применять бетон класса по прочности на сжатие: не менее В15 – для конструкций со стержневой арматурой; не менее В30 – для элементов, погружаемых в грунт забивкой или вибрированием.

2.7 Требования по морозостойкости предъявляются только к бетону, который находится в зоне переменного уровня воды, и наружному подводному бетону. Марку бетона по морозостойкости следует назначать в зависимости от климатических условий района строительства и числа расчетных циклов попеременного замораживания и оттаивания в течение года (по данным долгосрочных наблюдений), с учетом эксплуатационных условий.

Для конструкций и частей сооружений в зоне переменного уровня воды (включая двухметровую зону над ней) марку бетона по морозостойкости следует принимать по табл. 1.

Для конструкций гидроузлов с водохранилищами многолетнего и годового регулирования стока в зоне работки водохранилища до горизонта мертвого объема марки бетона по морозостойкости

Таблица 1

| Климатические условия | Марки бетона по морозостойкости при числе циклов попеременного замораживания и оттаивания в год | | | | | |
|-----------------------|---|-------------|--------------|---------------|---------------|---------------|
| | до 50 включ. | от 51 до 75 | от 76 до 100 | от 101 до 150 | от 151 до 200 | от 201 до 250 |
| Умеренные | F50 | F100 | F150 | F200 | F300 | F400 |
| Суровые | F100 | F150 | F200 | F300 | F400 | F600 |
| Особо суровые | F200 | F300 | F400 | F500 | F600 | F800 |

Примечания: 1. Климатические условия характеризуются среднемесячной температурой наиболее холодного месяца: умеренные - выше минус 10°C; суровые - от минус 10°C до минус 20°C включительно; особо суровые - ниже минус 20°C.

2. Среднемесячные температуры наиболее холодного месяца для района строительства определяется по КМК 2.01.01-94, а также по данным гидрометеорологической службы.

3. При числе расчетных циклов более 250 следует применять специальные виды бетонов или постоянную теплозащиту.

должны быть не ниже F100 - для умеренных, F150 - для суровых и F200 - для особо суровых климатических условий.

Для надводной зоны сооружений марки бетона по морозостойкости назначаются с учетом ат-мосферных воздействий, но не ниже F50 - для умеренных, F100 - для суровых и F150 - для особо суровых климатических условий.

Для напорных сооружений марки бетона по морозостойкости назначают по табл. 1. При этом при определении числа циклов попеременного замораживания-оттаивания следует учитывать влияние солнечной радиации и теплоизоляции поверхности конструкции.

2.8 Марку бетона по водонепроницаемости назначают в зависимости от градиента напора, определяемого как отношение максимального напора в метрах к толщине конструкции (или расстояние от напорной грани до дренажа) в метрах, и температуры контактирующей с сооружением воды, °C, по табл. 2, или в зависимости от агрессивности воды-среды в соответствии с КМК 2.03.11-96 и КМК 3.04.02-97.

В нетрещиностойких напорных железобетонных конструкциях и в нетрещиностойких безнапорных конструкциях морских сооружений проектная марка бетона по водонепроницаемости должна быть не ниже W4.

При защите напорной грани конструкций гидроизоляцией (экраном) марка бетона по водонепроницаемости принимается в зависимости от градиента напора в бетоне, расположенном за экраном.

2.9 Следует предусматривать широкое применение добавок поверхностно-активных веществ (ЛСТ, СДО, ЛХД и др.), а также применение тон-кодисперсных минеральных добавок, отвечающих требованиям соответствующих нормативных документов.

Области рационального применения добавок для бетонов гидротехнических сооружений приведены в приложении 3.

2.10 При предъявлении к бетону сооружений требований сопротивляемости истиранию потоком воды с

влекомыми наносами или стойкости против кавитации класс бетона по прочности на сжатие должен быть не ниже B25, марка бетона по морозостойкости - не ниже F300, марка бетона по водонепроницаемости - не ниже W8.

2.11 Если по технико-экономическим расчетам для повышения водонепроницаемости бетонных и железобетонных конструкций гидротехнических сооружений целесообразно использовать бетоны на напрягаемом цементе, а для снижения нагрузки от собственного веса конструкции - легкие бетоны, то классы и марки таких бетонов следует принимать по КМК 2.03.01-97.

2.12 Для замоноличивания стыков элементов сборных конструкций, которые в процессе эксплуатации могут подвергаться воздействию отрицательных температур наружного воздуха или воздействию агрессивной воды следует применять бетонные проектных марок по морозостойкости и водонепроницаемости не ниже принятых для стыковых элементов.

2.13 Нормативные и расчетные сопротивления бетона гидротехнических сооружений в марочном возрасте 180 суток (или 1 год) следует определять, исходя из устанавливаемых при проектировании расчетных сопротивлений бетона, требуемых ко времени нагружения сооружения эксплуатационными нагрузками, с учетом реального возраста, который будет иметь бетон к указанному времени, и условий возведения сооружения по формулам:

на сжатие:

$$R_b = \frac{R_{bt}}{\gamma_{tc}\gamma_r}; \quad (1)$$

$$R_{b,ser} = \frac{R_{bt,ser}}{\gamma_{tc}\gamma_r}; \quad (1')$$

Таблица 2

| Температура воды, °C | Марки бетона по водонепроницаемости при градиентах напора | | | |
|-----------------------|---|-------------|--------------|-----------------------|
| | до 5 включит. | св. 5 до 10 | св. 10 до 20 | св. 20 до 30 включит. |
| До 10 включит. | W2 | W4 | W6 | W8 |
| Св. 10 до 30 включит. | W4 | W6 | W8 | W10 |
| Свыше 30 | W6 | W8 | W10 | W12 |

Примечание. Для конструкций с градиентом напора свыше 30 следует назначать марку бетона по водонепроницаемости W14 и выше.

на растяжение:

$$R_{bt} = \frac{R_{bt\tau}}{\gamma_{tc}\gamma_r}; \quad (2)$$

$$R_{bt,ser} = \frac{R_{bt\tau,ser}}{\gamma_{tc}\gamma_r}; \quad (2')$$

где: R_b , R_{bt} , $R_{b,ser}$ и $R_{bt,ser}$ - расчетные сопротивления бетона на сжатие и растяжение соответственно для предельных состояний первой и второй групп в марочном возрасте 180 суток (или 1 год);

R_{bt} , $R_{bt\tau}$, $R_{bt,ser}$ и $R_{bt\tau,ser}$ - расчетные сопротивления бетона на сжатие и растяжение соответ-

ственно для предельных состояний первой и второй групп требуемые по расчетам прочности и трещиностойкости сооружений ко времени их нагружения эксплуатационными нагрузками и определяемые в соответствии с требованиями разделов 5, 6 настоящих норм, а также норм по проектированию отдельных видов гидротехнических сооружений;

$\gamma_{\tau c}, \gamma_{\pi}$ - коэффициенты, учитывающие влияние возраста бетона на его прочность при сжатии и растяжении соответственно, определяемые экспериментально, а при их отсутствии принимаемые по таблице 3;

γ_r - коэффициент, учитывающий различие в прочности бетона в контрольных образцах и сооружениях и принимаемый равным:

1,0 - при механизированном изготовлении, транспортировке и подаче бетонной смеси, с распределением и уплотнением ее ручными вибраторами;

1,1 - при автоматизированном приготовлении бетонной смеси, полностью механизированной ее транспортировке, укладке и уплотнении.

Таблица 3

| Возраст бетона ко времени нагружения сооружения, год | Коэффициент $\gamma_{\tau c}$ | | Коэффициент γ_{π} |
|--|---|--|----------------------------|
| | для районов со среднегодовой температурой наружного воздуха 0 °С и выше | для районов с отрицательной среднегодовой температурой наружного воздуха | |
| 0,5 | 1,0/0,9 | 1,0/0,9 | 1,0/0,9 |
| 1,0 | 1,1/1,0 | 1,05/1,0 | 1,05/1,0 |
| 2,0 | 1,15/1,10 | 1,10/1,05 | 1,10/1,05 |
| 3,0 и более | 1,20/1,15 | 1,15/1,10 | 1,15/1,10 |

Примечание. В числителе приведены значения коэффициентов $\gamma_{\tau c}$ и γ_{π} при марочном возрасте бетона 180 суток, в знаменателе - при возрасте бетона 360 суток.

2.14 Класс бетона по прочности на сжатие и осевое растяжение следует принимать по табл. 4 и 5 в зависимости от значений расчетных сопротивлений бетона, определенных в соответствии с указаниями п. 2.13.

Таблица 4

| Класс бетона по прочности на сжатие | Нормативные и расчетные сопротивления бетона, МПа (кгс/см ²) | | | | | |
|-------------------------------------|---|---|-----------------|--|-----------------------------|-----------------|
| | нормативные сопротивления; расчетные сопротивления для предельных состояний второй группы | | | расчетные сопротивления для предельных состояний первой группы | | |
| | сжатие осевое (призмная прочность), $R_{bn}; R_{b,ser}$ | растяжение осевое, $R_{bt}; R_{bt,ser}$ | | сжатие осевое (призмная прочность), R_b | растяжение осевое, R_{bt} | |
| | | бетон вибрированный | бетон укатанный | | бетон вибрированный | бетон укатанный |
| В 5 | 3,5 (35,7) | 0,55 (5,61) | 0,39 (3,98) | 2,8 (28,6) | 0,37 (3,77) | 0,26 (2,65) |
| В 7,5 | 5,50 (56,1) | 0,70 (7,14) | 0,58 (5,92) | 4,5 (45,9) | 0,48 (4,89) | 0,39 (3,98) |
| В 10,0 | 7,50 (76,5) | 0,85 (8,67) | 0,78 (7,96) | 6,0 (61,2) | 0,57 (5,81) | 0,52 (5,35) |
| В 12,5 | 9,50 (96,5) | 1,00 (10,20) | 0,95 (9,70) | 7,5 (76,5) | 0,66 (6,73) | 0,63 (6,42) |
| В 15,0 | 11,30 (115) | 1,15 (11,70) | 1,10 (11,20) | 8,9 (91,0) | 0,75 (7,65) | 0,73 (7,45) |
| В 17,5 | 13,00 (133) | 1,27 (13,0) | 1,23 (12,6) | 10,3 (105) | 0,83 (8,41) | 0,80 (8,20) |
| В 20 | 14,90 (152) | 1,40 (14,3) | 1,38 (14,1) | 11,7 (120) | 0,90 (9,18) | 0,90 (9,15) |
| В 22,5 | 16,70 (170) | 1,50 (15,3) | — | 13,1 (134) | 0,97 (10,0) | — |
| В 25 | 18,50 (189) | 1,60 (16,3) | — | 14,5 (148) | 1,05 (10,7) | — |
| В 27,5 | 20,20 (206) | 1,70 (17,3) | — | 15,8 (161) | 1,12 (11,4) | — |
| В 30 | 22,00 (224) | 1,80 (18,4) | — | 17,0 (173) | 1,20 (12,2) | — |
| В 35 | 25,50 (260) | 1,95 (19,9) | — | 19,5 (199) | 1,30 (13,3) | — |
| В 40 | 29,00 (296) | 2,10 (21,4) | — | 22,0 (224) | 1,40 (14,3) | — |

Таблица 5

| Класс бетона по прочности на растяжение | Нормативные и расчетные сопротивления бетона при осевом растяжении, МПа (кгс/см ²) | |
|---|---|---|
| | нормативные сопротивления; расчетные сопротивления для предельных состояний второй группы $R_{btm}; R_{bt,ser}$ | расчетные сопротивления для предельных состояний первой группы R_{bt} |
| В _r 0,8 | 0,80 (8,10) | 0,62 (6,32) |

| | | |
|--------------------|-------------|-------------|
| В _r 1,2 | 1,20 (12,2) | 0,93 (9,49) |
| В _r 1,6 | 1,60 (16,3) | 1,25 (12,7) |
| В _r 2,0 | 2,00 (20,4) | 1,55 (15,8) |
| В _r 2,4 | 2,40 (24,5) | 1,85 (18,9) |
| В _r 2,8 | 2,80 (28,6) | 2,15 (21,9) |
| В _r 3,2 | 3,20 (32,6) | 2,45 (25,0) |

2.15 Расчетные сопротивления бетона для предельных состояний первой группы R_{bt} и $R_{bt\tau}$ снижаются (или повышаются) путем умножения на коэффициенты условий работы бетона γ_{bi} , учитывающие влияние на его прочность сочетания нагрузок, схемы нагружения, градиента деформаций по сечению, формы поперечного сечения, сложного напряженного состояния, типа и размеров конструкций, строительных швов, многократного повторения нагрузок; схемы, коэффициента и дисперсности армирования; других факторов. Значения коэффициентов условий работы бетона приведены в табл. 6.

Расчетные сопротивления бетона для предельных состояний второй группы $R_{bt,ser}$ и $R_{bt\tau,ser}$ вводят в расчет с коэффициентом условий работы бетона $\gamma_{bi} = 1,0$, за исключением случаев, указанных в п.п. 6.2, 6.3, 6.4, 7.9 и 7.13.

Таблица 6

| Факторы, обуславливающие введение коэффициента условий работы бетона | Коэффициент условий работы бетона γ_{bi} | |
|--|---|-----------|
| | условное обозначение | значение |
| 1 | 2 | 3 |
| 1. Бетонные конструкции | | |
| а) основное сочетание нагрузок и воздействий | γ_{b1} | 0,9 |
| б) особое сочетание нагрузок и воздействий без учета сейсмических | γ_{b1} | 1,0 |
| в) особое сочетание нагрузок и воздействий с учетом сейсмических | γ_{b1} | 1,1 |
| г) внецентренно сжатые элементы, не воспринимающие напор воды и не подверженные действию агрессивной среды, рассчитываемые без учета сопротивления растянутой зоны сечения | γ_{b2} | 1,3 |
| д) другие бетонные элементы | γ_{b2} | 1,0 |
| е) влияние градиента деформаций по сечению | γ_{b3} | по п.2.16 |

Продолжение таблицы 6

| 1 | 2 | 3 |
|---|---------------|------------------|
| ж) влияние формы поперечного сечения конструкции | γ_{b4} | по п.2.17 |
| з) влияние сложного напряженного состояния | γ_{b5} | по п.2.18 и 2.19 |
| и) влияние размеров конструкции | γ_{b6} | по п.7.9 |
| 2. Железобетонные конструкции | | |
| а) основное сочетание нагрузок и воздействий | γ_{b7} | 1,1 |
| б) особое сочетание нагрузок и воздействий без учета сейсмических | γ_{b7} | 1,2 |

Таблица 7

| Класс бетона по прочности на сжатие | B5 | B7,5 | B10 | B12,5 | B15 | B20 | B25 | B30 | B35 | B40 |
|-------------------------------------|-----|------|-----|-------|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| $C, \text{ см}$ | 8,0 | 7,9 | 7,7 | 7,5 | 7,33 | 6,7 | 6,1 | 5,5 | 4,9 | 4,4 |

ность растянутого бетона формы их поперечного сечения, определяется по формуле

$$\gamma_{b4} = 1 - K \left(1 - \frac{1}{\gamma_{b3}} \right), \quad (4)$$

| | | |
|--|----------------|------------|
| в) особое сочетание нагрузок и воздействий с учетом сейсмических: | | |
| - при расчете элементов с арматурой класса А-I, А-II, А-III, Вр-1 по нормальным сечениям | γ_{b7} | 1,3 |
| - то же с арматурой других классов | γ_{b7} | 1,2 |
| - при расчете элементов по наклонным сечениям | γ_{b7} | 1,1 |
| г) влияние числа рядов арматуры | γ_{b8} | по п.2.20 |
| д) влияние коэффициента и дисперсности армирования | γ_{b9} | по п.2.21 |
| е) влияние неупругой работы бетона растянутой зоны | γ_{b10} | по п. 2.22 |
| ж) влияние плоского напряженного состояния при действии напряжений разного знака | γ_{b11} | по п. 2.23 |
| 3. Бетонные и железобетонные конструкции | | |
| а) многократное повторение нагрузки | γ_{b12} | по п. 2.24 |
| б) влияние на прочность бетона строительных швов | | |
| - сжатого бетона | γ_{b13} | 1,0 |
| - растянутого бетона | γ_{b13} | по п.2.25 |

Примечание. При одновременном действии нескольких факторов, влияющих на прочность бетона, в расчет вводится произведение соответствующих коэффициентов условий работы, но не менее $\gamma_b = 0,45$ и не более $\gamma_b = 2,0$.

2.16 Коэффициент условий работы бетонных конструкций, учитывающий влияние на прочность растянутого бетона градиента деформаций по сечению определяется по формуле:

$$\gamma_{b3} = 1 + \frac{C}{h_t}, \quad (3)$$

но не более $\gamma_{b3} = 2,0$,

где C - параметр, зависящий от класса бетона, его структуры, влажности и др. факторов;

h_t - высота растянутой зоны сечения (см.), определенная в предположении линейно упругой работы бетона.

Значения параметра C следует определять на основании экспериментальных исследований. Для сооружений I и II классов на предварительной стадии проектирования, а для сооружений III и IV классов во всех случаях параметр C допускается принимать по табл. 7.

2.17 Коэффициент условий работы бетонных конструкций, учитывающий влияние на проч-

где K - коэффициент, зависящий от формы сечения и соотношения его размеров.

Для прямоугольных, круговых, крестовых сечений, а также для тавровых сечений с полкой в сжатой зоне: $K = 0$.

Для кольцевых сечений коэффициент K равен отношению размеров внутреннего диаметра к наружному.

Для тавровых сечений с полкой в растянутой зоне, для коробчатых и двутавровых сечений коэффициент K следует определять:

$$\text{при } \frac{b_f - b}{h_f} \geq 6 \quad \text{по формуле}$$

$$K = 1 - \frac{h_f}{2h_t}, \quad (5)$$

где b_f и h_f - ширина и высота поперечного сечения растянутой полки;

$$\text{при } \frac{b_f - b}{h_f} < 6 \quad \text{по номограмме обязательного}$$

приложения 4.

2.18 Коэффициент условий работы бетона бетонных конструкций, учитывающий влияние на его прочность двухосного сложного напряженного состояния определяется по формулам:

- а) при действии напряжений разного знака:
- при проверке прочности сжатого бетона

$$\gamma_{b5} = \left(1 + \frac{\sigma_1}{|\sigma_3|} \cdot \frac{R_b}{R_{bt}} \right)^{-1}, \quad (6)$$

- при проверке прочности растянутого бетона

$$\gamma_{b5} = \left(1 + \frac{|\sigma_3|}{\sigma_1} \cdot \frac{R_{bt}}{R_b} \right)^{-1}, \quad (7)$$

где σ_1 и σ_3 - соответственно главные растягивающие и главные сжимающие напряжения в бетоне, МПа.

- б) при действии напряжений одного знака $\gamma_{b5} = 1,0$.

2.19 Коэффициент условий работы бетона бетонных конструкций, учитывающий влияние на его прочность объемного сложного напряженного состояния определяется по формулам:

- а) при всестороннем сжатии

$$\gamma_{b5} = 1 + 4(1 - \alpha_2) \frac{\sigma_1}{R_b}, \quad (8)$$

- б) при двухосном сжатии с растяжением по третьей оси:

- при проверке прочности сжатого бетона - по формуле (6)

- при проверке прочности растянутого бетона

$$\gamma_{b5} = \left(1 + \frac{|\sigma_2| + |\sigma_3|}{\sigma_1} \cdot \frac{R_{bt}}{R_b} \right)^{-1}, \quad (9)$$

- в) при двухосном растяжении со сжатием по третьей оси:

- при проверке прочности сжатого бетона

$$\gamma_{b5} = \left(1 + \frac{\sigma_1 + \sigma_2}{|\sigma_3|} \cdot \frac{R_b}{R_{bt}} \right)^{-1}, \quad (10)$$

- при проверке прочности растянутого бетона - по формуле (7)

где α_2 - коэффициент эффективной порис-тости бетона;

σ_2 - среднее по величине главное напряжение, МПа.

Для сооружений I и II классов коэффициент α_2 надлежит определять экспериментальным путем. При отсутствии экспериментальных данных допускается коэффициент α_2 определять по формуле:

$$\alpha_2 = 0,5 \left(1 - \frac{\sigma_1}{R_b} \right), \quad (11)$$

но не менее $\alpha_2 = 0,15$.

2.20 Коэффициент условий работы растянутого бетона железобетонных конструкций, учитывающий влияние схемы армирования, принимается равным:

$\gamma_{b8} = 1,0$ - при однорядном армировании, а также при обычном многорядном, когда расстояние между рядами арматуры или между стержнями в ряду больше $8d$ (d - диаметр арматуры);

$\gamma_{b8} = 1,2$ - при многорядном армировании, когда расстояние между рядами арматуры или между стержнями в ряду равно и меньше $8d$.

2.21 Коэффициент условий работы бетона центрально растянутых железобетонных элементов, учитывающий влияние коэффициента и дисперсности армирования, определяется по формуле:

$$\gamma_{b9} = 1 + \mu^2 \nu^2 \frac{100}{d}, \quad (12)$$

где μ - коэффициент армирования;

$$\nu = \frac{E_s}{E_b}$$

При $100 \frac{\mu}{d} \leq 0,05$ следует принимать $\gamma_{b9} = 1,0$.

2.22 Коэффициент условий работы растянутого бетона, учитывающий влияние его неупругой работы, определяется по формулам:

- при однорядном армировании растянутой зоны сечения, а также при обычном многорядном

$$\gamma_{b10} = 1 + \frac{a + 4d}{h_t}, \quad (13)$$

$$\text{но не более } \gamma_{b10} = 1 + \frac{C + 4d}{h_t}, \quad (14)$$

- при многорядном дисперсном армировании, когда расстояние между рядами арматуры или между стержнями в ряду равно и меньше $8d$

$$\gamma_{b10} = 1 + \frac{a + 4d_h + \sum a_i''}{h_t}, \quad (15)$$

но не более

$$\gamma_{b10} = 1 + \frac{C + 4d_h + \sum a_i''}{h_t}, \quad (16)$$

В формулах (13) - (16)

a - расстояние от растянутой грани сечения до оси нижнего ряда арматуры;

a_i'' - расстояние между рядами арматуры;

C - параметр определяемый по табл. 7;

h_i - высота растянутой зоны сечения;

d_h - диаметр стержней верхнего ряда растянутой арматуры.

Примечание. При определении коэффициента γ_{b10} рассматривается приведенное сечение, при этом наличие арматуры в сжатой зоне допускается не учитывать.

2.23 Коэффициент условий работы растянутого бетона железобетонных элементов учитывающий влияние плоского напряженного состояния при действии напряжений разного знака, определяется по формуле:

$$\gamma_{b11} = \left(1 + \gamma_{b8} \gamma_{b10} \frac{\sigma_{mc}}{\sigma_{mt}} \cdot \frac{R_{bt,ser}}{R_{b,ser}} \right)^{-1}, \quad (17)$$

При $\gamma_{b8} \gamma_{b10} \geq 2,0$ следует принимать $\gamma_{b8} \gamma_{b10} = 2,0$.

2.24 Коэффициент условий работы бетона бетонных и железобетонных конструкций, учитывающий влияние многократного их нагружения, определяется по формуле:

$$\gamma_{b12} = 1,3 - \frac{LgN}{Lg2 \cdot 10^6} (1,3 - \gamma'_{b12}), \quad (18)$$

где N - число циклов нагружения;

γ'_{b12} - коэффициент условий работы бетона при числе циклов нагружения $N = 2 \cdot 10^6$, принимаемый по табл. 8.

При числе циклов N менее, приведенных в табл.

9, следует принимать $\gamma_{b12} = 1,0$.

2.25 Коэффициент условий работы растянутого бетона бетонных и железобетонных конструкций, учитывающий влияние швов бетонирования, следует определять на основании экспериментов.

Для сооружений I и II классов на предварительных стадиях проектирования, а для сооружений III и IV классов - во всех случаях допускается принимать $\gamma_{b13} = 0,5$.

Для сжатого бетона во всех случаях следует принимать $\gamma_{b13} = 1,0$.

2.26 Начальный модуль упругости бетона массивных конструкций при сжатии и растяжении E_b следует принимать по табл. 10.

Таблица 8

| Состояние бетона по влажности | Коэффициенты условий работы бетона γ'_{b12} при многократно повторяющейся нагрузке и коэффициенте асимметрии цикла ρ_b , равном | | | | | | | |
|-------------------------------|---|-----|------|-----|------|------|------|-----|
| | 0-0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 |
| Естественной влажности | 0,65 | 0,7 | 0,75 | 0,8 | 0,85 | 0,9 | 0,95 | 1,0 |
| Водонасыщенный | 0,45 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,85 | 0,95 | 1,0 |

Примечания. 1. Коэффициент γ'_{b12} для бетонов, класс которых установлен в возрасте 28 сут. принимается в соответствии с табл. 16 КМК 2.03.01-97.

2. Коэффициент ρ_b равен $\rho_b = \frac{\sigma_{b,min}}{\sigma_{b,max}}$, где $\sigma_{b,min}$ и $\sigma_{b,max}$ - соответственно наименьшее и наибольшее напряжения в бетоне в пределах цикла изменения нагрузки.

Таблица 9

| Минимальное число циклов нагружения N_{min} при коэффициенте асимметрии цикла ρ_b | | | | | | | | |
|--|----------------|--------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------|
| 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 |
| $3 \cdot 10^3$ | $6 \cdot 10^3$ | 10^4 | $2 \cdot 10^4$ | $3 \cdot 10^4$ | $6 \cdot 10^4$ | $2 \cdot 10^5$ | $2 \cdot 10^6$ | 10^8 |

Таблица 10

| Способ уплотнения бетонной смеси | Осадка конуса бетонной смеси, см | Максимальный размер крупного заполнителя, мм | Начальные модули упругости бетона при сжатии и растяжении $E_b \cdot 10^{-3}$ МПа (кгс/см ²) при классе бетона по прочности на сжатие | | | | | | |
|----------------------------------|----------------------------------|--|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | | B5 | B7,5 | B10 | B12,5 | B15 | B17,5 | B20 |
| ВИБРИРОВАНИЕ | менее 4 | 40 | 23,0(235) | 28,0(285) | 31,0(315) | 33,5(340) | 35,5(360) | 37,0(380) | 38,5(395) |
| | | 80 | 26,0(265) | 30,0(305) | 34,0(345) | 36,5(375) | 38,5(395) | 40,0(410) | 41,5(425) |
| | | 120 | 28,5(290) | 33,0(340) | 36,5(375) | 38,5(395) | 40,5(415) | 42,0(430) | 43,5(445) |
| | 4 - 8 | 40 | 19,5(200) | 24,0(245) | 27,0(275) | 29,5(300) | 31,5(320) | 33,0(335) | 34,5(350) |
| | | 80 | 22,5(230) | 28,0(285) | 30,0(305) | 32,5(330) | 34,5(350) | 36,0(370) | 37,5(380) |
| | | 120 | 24,5(250) | 29,0(295) | 32,5(330) | 35,0(355) | 37,0(380) | 38,5(395) | 40,0(410) |
| | свыше 8 | 40 | 13,0(135) | 16,0(165) | 18,0(185) | 21,0(215) | 23,0(235) | 25,5(260) | 27,0(275) |
| | | 80 | 15,5(160) | 19,0(195) | 22,0(225) | 24,5(250) | 26,5(270) | 28,5(290) | 30,0(305) |
| | | 120 | 17,5(180) | 21,5(220) | 24,5(250) | 27,0(275) | 29,0(295) | 31,0(315) | 32,5(330) |
| УКАТКА | | 40 | 20,5(210) | 25,0(255) | 28,0(285) | 30,0(285) | 32,0(325) | 33,5(340) | 35,0(355) |
| | | 80 | 23,0(235) | 27,0(275) | 30,5(310) | 30,5(310) | 35,0(350) | 36,5(375) | 38,0(390) |
| | | | Вдоль слоев бетонирования | | | | | | |
| | | | Поперек слоев бетонирования | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|--|----|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 40 | 16,0(165) | 18,5(190) | 20,5(210) | 20,5(210) | 23,5(240) | 25,0(255) | 26,0(265) |
| | 80 | 18,0(185) | 20,5(210) | 22,5(230) | 22,5(230) | 25,5(260) | 27,0(275) | 28,0(285) |

Продолжение табл. 10

| Способ уплотнения бетонной смеси | Осадка конуса бетонной смеси, см | Максимальный размер крупного заполнителя, мм | Начальные модули упругости бетона при сжатии и растяжении $E_b \cdot 10^{-3}$ МПа (кгс/см ²) при классе бетона по прочности на сжатие | | | | | |
|----------------------------------|----------------------------------|--|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | | B22,5 | B25 | B27,5 | B30 | B35 | B40 |
| ВИБРИРОВАНИЕ | менее 4 | 40 | 39,5(405) | 41,0(420) | 42,0(430) | 43,0(440) | 45,5(465) | 46,0(470) |
| | | 80 | 42,5(435) | 43,5(445) | 44,5(455) | 45,0(460) | 46,5(475) | 47,5(485) |
| | | 120 | 44,5(455) | 45,5(465) | 46,5(475) | 47,0(480) | 48,5(495) | 49,5(505) |
| | 4 - 8 | 40 | 36,0(365) | 37,0(380) | 38,0(385) | 39,5(405) | 41,0(420) | 42,5(435) |
| | | 80 | 39,0(400) | 40,0(410) | 41,0(420) | 42,0(430) | 44,0(450) | 45,5(465) |
| | | 120 | 41,0(420) | 42,0(430) | 43,0(440) | 44,0(450) | 45,5(465) | 46,5(475) |
| свыше 8 | 40 | 28,5(290) | 30,0(335) | 31,5(320) | 32,5(330) | 34,5(350) | 36,0(365) | |
| | 80 | 31,5(320) | 33,0(335) | 34,0(345) | 35,0(360) | 36,5(370) | 37,5(385) | |
| | 120 | 34,0(345) | 35,0(350) | 36,0(365) | 37,0(380) | 38,0(390) | 39,0(400) | |
| УКАТКА | | 40 | Вдоль слоев бетонирования | | | | | |
| | | 80 | 36,0(365) | 37,0(375) | 38,0(385) | 39,0(400) | 40,5(415) | 44,0(450) |
| | | 40 | Поперек слоев бетонирования | | | | | |
| | | 80 | 27,0(275) | 28,0(285) | 29,0(295) | 30,0(305) | 31,5(320) | 34,0(335) |
| | | 40 | 27,0(275) | 28,0(285) | 29,0(295) | 30,0(305) | 31,5(320) | 34,0(335) |
| | | 80 | 29,5(300) | 30,5(310) | 31,5(320) | 32,5(330) | 34,0(335) | |

При расчете на прочность и по деформациям тонкостенных стержневых и плитных элементов модуль упругости бетона следует во всех случаях принимать по табл. 10 как для бетона с максимальным диаметром крупного заполнителя 40 мм и осадкой конуса, равной 8 см и более.

Модуль упругости бетонов, подвергнутых для ускорения твердения тепловой обработке при атмосферном давлении или в автоклавах, следует принимать по КМК 2.03.01-97.

Модуль сдвига бетона G_b следует принимать равным $0,4 E_b$.

Начальный коэффициент поперечной деформации (коэффициент Пуассона) ν принимается равным:

- для массивных конструкций - 0,15;
- для стержневых и плитных конструкций - 0,20.

2.27 Плотность тяжелого бетона при отсутствии опытных данных допускается принимать по табл. 11.

Таблица 11

| Плотность заполнителя г/см ³ | Средняя плотность бетона ρ , г/см ³ при максимальной крупности заполнителя, мм | | | | |
|---|--|------|------|------|------|
| | 10 | 20 | 40 | 80 | 120 |
| 2,60 - 2,65 | 2,26 | 2,32 | 2,37 | 2,41 | 2,43 |
| 2,65 - 2,70 | 2,30 | 2,36 | 2,40 | 2,45 | 2,47 |
| 2,70 - 2,75 | 2,33 | 2,39 | 2,44 | 2,49 | 2,50 |

АРМАТУРА

2.28 Для армирования железобетонных конструкций гидротехнических сооружений следует применять ар-

матурную сталь, отвечающую требованиям соответствующих государственных стандартов или утвержденных в установленном порядке технических условий и принадлежащую к одному из следующих видов:

стержневая арматурная сталь:

- горячекатанная - гладкая класса А-I, периодического профиля классов А-II, А-III, А-IV, А-V;
- термически и термомеханически упроченная - периодического профиля классов Ат-IIIс, Ат-IVс, Ат-Vск;
- упроченная вытяжкой класса А-IIIв;

проволочная арматурная сталь:

- холоднотянутая проволока обыкновенная - периодического профиля класса Вр-I.

Для закладных деталей и соединительных накладок следует применять, как правило, прокатную углеродистую сталь.

Марки арматурной стали для армирования железобетонных конструкций в зависимости от условий их работы и средней температуры наружного воздуха наиболее холодной пятидневки в районе строительства следует принимать по КМК 2.03.01-97, а для портовых и транспортных сооружений также по КМК 2.05.03-97.

Арматурную сталь классов А-IIIв, А-IV, А-V рекомендуется применять для предварительно напряженных конструкций.

2.29 Нормативные и расчетные сопротивления основных видов арматуры, применяемой в железобетонных конструкциях гидротехнических сооружений, в зависимости от класса арматуры должны приниматься по табл. 12.

При расчете арматуры по главным растягивающим напряжениям (балки-стенки, короткие консоли и др.) расчетные сопротивления арматуры следует принимать как для продольной арматуры на действие изгибающего момента.

При надлежащем обосновании для железобетонных конструкций гидротехнических сооружений допускается применять стержневую и проволочную арматуру других классов. Их нормативные и расчетные характеристики следует принимать по КМК 2.03.01-97.

Таблица 12

| Вид | Нормативные сопротив- | Расчетные сопротивления арматуры для предельных состояний первой группы, |
|-----|-----------------------|--|
|-----|-----------------------|--|

| и класс арматуры | ления растяжению и расчетные сопротив- ления растяжению арма- туры для предельных состояний второй группы, (кгс/см ²), $R_{sn}; R_{s,ser}$ | МПа (кгс/см ²) | | |
|--|--|--|--|--|
| | | растяжению | | сжатию R_{sc} |
| | | продольной R_s | поперечной (хомутов, отогнутых стержней) R_{sw} | |
| Стержневая арматура классов: А - I А - II А - III, диаметром, мм 6 - 8 10 - 40 А - IV А - V | 235 (2400) 295 (3000) 390 (4000) 390 (4000) 590 (6000) 785 (8000) | 225 (2300) 280 (2850) 355 (3600) 365 (3750) 510 (5200) 680 (6950) | 175 (1800) 225 (2300) 285* (2900) 290* (3000) 405 (4150) 545 (5550) | 225 (2300) 280 (2850) 355 (3600) 365 (3750) 400 (4000) 400 (4000) |
| Упрочненная вытяжкой класса А - Шв с контролем: напряжений и удлинений только удлинений | 540 (5500) 540 (5500) | 490 (5000) 450 (4600) | 390 (4000) 360 (3700) | 200 (2000) 200 (2000) |
| Проволочная арматура класса Вр - I, диаметром, мм: 3 4 5 | 410 (4200) 405 (4150) 395 (4050) | 375 (3850) 365 (2700) 360 (3700) | 270 (2750) 265 (2700) 260 (2650) | 375 (3850) 365 (3750) 360 (3700) |

Примечание: * В сварных каркасах для хомутов из арматуры А-III, диаметр которых меньше 1/3 диаметра продольных стержней, R_{sw} равно 255 МПа (2600 кгс/см²). При отсутствии сцепления арматуры с бетоном R_{sc} равно нулю.

2.30 Коэффициенты условий работы ненапрягаемой арматуры следует принимать по табл. 13, а напрягаемой - по КМК 2.03.01-97.

Таблица 13

| Факторы обуславливающие введение коэффициентов условий работы арматуры | Коэффициенты условий работы арматуры | |
|--|--------------------------------------|-------------|
| | условное обозначение | значение |
| Многочасовое повторение нагрузки | γ_{s1} | см. п. 2.31 |
| Железобетонные элементы | γ_{s2} | 1,1 |
| Сталежелезобетонные конструкции (открытые и подземные) | γ_{s3} | 0,9 |

Примечание. При наличии нескольких факторов, действующих одновременно, в расчет вводится произведение соответствующих коэффициентов условий работы.

Коэффициент условий работы арматуры при расчете по предельным состояниям второй группы принимается равным единице.

2.31 Расчетные сопротивления ненапрягаемой стержневой арматуры при расчете на выносливость следует определять по формуле:

$$R'_s = \gamma_{s1} R_s, \quad (19)$$

где γ_{s1} - коэффициент условий работы арматуры, определяемый по формуле

$$\gamma_{s1} = 3,25 - \frac{LgN}{Lg2 \cdot 10^6} (3,25 - \gamma'_{s1}), \quad (20)$$

но не более $\gamma_{s1} = 1,0$,

где γ'_{s1} - коэффициент условий работы арматуры при числе циклов нагружения $N = 2 \cdot 10^6$.

Значения γ'_{s1} определяются:

для арматуры классов А-I, А-II и А-III по формуле (21), а для других классов арматуры - по КМК 2.03.01-97.

$$\gamma'_{s1} = \frac{1,8\eta_o\eta_s\eta_c}{1 - \rho_s \left(1 - \frac{\eta_o\eta_s\eta_c}{1,8} \right)}, \quad (21)$$

Здесь η_o - коэффициент, учитывающий класс арматуры, принимаемый по табл. 14;

η_s - коэффициент, учитывающий диаметр арматуры, принимаемый по табл. 15;

η_c - коэффициент, учитывающий тип сварного стыка, принимаемый по табл. 16;

ρ_s - коэффициент асимметрии цикла,

$$\rho_s = \frac{\sigma_{s,min}}{\sigma_{s,max}}, \text{ где } \sigma_{s,min} \text{ и } \sigma_{s,max} - \text{соответственно наименьшее и наибольшее}$$

напряжения в растянутой арматуре.

Формула (20) справедлива при $N < 2 \cdot 10^6$.

При числе циклов нагружения $N \geq 2 \cdot 10^6$ следует принимать $\gamma_{s1} = \gamma'_{s1}$.

Растянутая арматура на выносливость не проверяется, если коэффициент γ'_{s1} , определяемый по формуле (21), больше 1,0.

Таблица 14

| Класс арматуры | Коэффициент η_o |
|----------------|----------------------|
| А - I | 0,44 |
| А - II | 0,32 |
| А - III | 0,28 |

Таблица 15

| Диаметр арматуры, мм | до 20 | 30 | 40 | 60 |
|----------------------|-------|-----|------|-----|
| Коэффициент η_s | 1,0 | 0,9 | 0,85 | 0,8 |

Примечание. Для промежуточных значений диаметра арматуры принимается по линейной интерполяции.

Таблица 16

| Тип сварного соединения стержневой арматуры | Коэффициент η_c |
|--|----------------------|
| Контактное стыковое типов: | |
| - КС - М (с механической зачисткой) | 1,0 |
| - способом отрезания | 0,95 |
| - щеточного типа | |
| - КС - О (без механической зачистки) | 0,8 |
| Стыковое, выполненное способом ванной одноэлектродной сварки на стальной подкладке при ее длине: | |
| - 5 и более диаметров наименьшего из стыкуемых стержней | 0,8 |
| - 1,5 - 3 диаметра наименьшего из стыкуемых стержней | 0,6 |
| Стыковое с парными симметричными накладками | 0,55 |

Примечание. Для арматуры не имеющей сварных соединений, принимается равным единице.

2.32 Расчетные сопротивления арматуры при расчете на выносливость предварительно напряженных конструкций определяются по КМК 2.03.01-97.

2.33 Модули упругости ненапрягаемой арматуры принимаются по табл. 17, а арматуры других видов - по КМК 2.03.01-97.

Таблица 17

| Вид арматуры | Класс арматуры | Модуль упругости арматуры $E_s \cdot 10^{-3}$, МПа (кг/см ²) |
|--------------|----------------------|---|
| Стержневая | A-I, A-II | 210 (2100) |
| | A-III | 200 (2000) |
| | A-IV, A-V | 190 (1900) |
| | A-III _b | 180 (1800) |
| | Арматурная проволока | Bp-1 |

2.34 При расчете железобетонных конструкций гидротехнических сооружений на выносливость неупругие деформации в сжатой зоне бетона следует учитывать снижением модуля упругости бетона, принимая коэффициенты приведения арматуры к бетону V' по табл. 18.

Таблица 18

| Класс бетона по прочности на сжатие | B15 | B20 | B25 | B30 | B35 | B40 |
|-------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Коэффициент приведения V' | 20 | 23 | 20 | 18 | 15 | 10 |

3 КОНСТРУКТИВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

3.1 При проектировании конструкций, испытывающих температурные и влажностные воздействия, необходимо предусматривать следующие конструктивные и технологические мероприятия.

Конструктивные решения:

- выбор наиболее рациональной конструкции в данных природных условиях;
- разрезка конструкции постоянными и временными температурно-усадочными швами;
- устройство теплоизоляции на наружных бетонных поверхностях;

- применение предварительно напряженной арматуры (для тонкостенных конструкций).

Технологические мероприятия:

- снижение тепловыделения бетона применением низкотермичных марок цемента, уменьшением расхода цемента за счет использования воздухововлекающих и пластифицирующих добавок, золы-уноса и др.;
- максимальное рассеивание начальной теплоты и экзотермии за счет наиболее выгодного сочетания высоты ярусов бетонирования и интервалов между укладкой ярусов при заданной интенсивности роста сооружения;
- регулирование температурного и влажностного режимов поверхностей бетонных массивов для защиты этих поверхностей от резких коле-

баний температуры среды и сохранения в теплое время года во влажном состоянии с помощью постоянной или временной теплоизоляции или теплогидроизоляции, поливки водой, устройства шатров с кондиционированием воздуха и т.п.;

- применение трубного охлаждения бетонной кладки;
- повышение однородности бетона, обеспечение его высокой растяжимости, повышение предела прочности на осевое растяжение;
- замыкание статически неопределимых конструкций, а также омоноличивание массивных конструкций при температурах бетона близких к его минимальным эксплуатационным температурам.

ПОСТОЯННЫЕ И ВРЕМЕННЫЕ ШВЫ

3.2 Для предотвращения образования трещин или уменьшения их раскрытия в монолитных бетонных и железобетонных сооружениях необходимо предусматривать постоянные температурно-усадочные и осадочные швы, а также временные строительные швы.

Постоянные швы должны обеспечивать возможность взаимных перемещений частей сооружений как в процессе строительства, так и в процессе эксплуатации.

Временные строительные швы должны обеспечивать:

- снижение температурно-усадочных напряжений в бетоне в процессе возведения сооружений;
- снижение усилий, вызванных неравномерной осадкой частей сооружений в строительный период;
- соблюдение требуемой интенсивности работ по возведению сооружения;
- унификацию армоконструкций, опалубки, сборных элементов и т.п.

3.3 Постоянные швы в сооружениях могут выполняться сквозными или в виде надрезов по поверхностям, подверженным значительным колебаниям температуры.

Расстояние между постоянными и временными швами следует назначать в зависимости от климатических и геологических условий, конструктивных особенностей сооружений, последовательности производства работ и т.п.

В частях массивных монолитных и сборно-монолитных сооружений, которые подвержены значительным колебаниям температуры и перемещения которых затрудняются связью со скальным основанием или с бетоном внутренних частей сооружения, расстояние между температурно-усадочными швами определяют расчетом в соответствии с требованиями разд. 7. Расстояния между постоянными швами в бетонных сооружениях на скальном основании должно быть не более 30 м.

3.4 Для сборно-монолитных конструкций необходимо предусматривать мероприятия, обеспечивающие надлежащую связь по поверхностям контакта при омоноличивании конструкций.

3.5 Для уменьшения температурно-усадочных напряжений, а также влияния неравномерных осадок основания допускается устраивать временные расширенные швы, заполняемые бетоном (замыкающие блоки) после выравнивания температур и стабилизации осадок.

ПРОДОЛЬНОЕ И ПОПЕРЕЧНОЕ АРМИРОВАНИЕ

3.6 В массивных железобетонных элементах гидротехнических сооружений (элементы, высота поперечного сечения которых превышает 1,5 м и имеющие, как правило, строительные швы), а в обделках гидротехнических тунне-

лей - во всех случаях, минимальный процент армирования не ограничивается и сечение рабочей арматуры назначается в соответствии с расчетом.

Площадь сечения продольной арматуры тонкостенных железобетонных элементов должна приниматься не менее 0,05% от площади расчетного сечения бетона.

3.7 Расстояние в свету между арматурными стержнями по высоте и ширине сечения должно обеспечивать совместную работу арматуры с бетоном и назначаться с учетом удобства укладки и уплотнения бетонной смеси.

Расстояние в свету между стержнями для немассивных конструкций следует принимать в соответствии с требованиями КМК 2.03.01-97.

В массивных железобетонных конструкциях расстояния в свету между стержнями рабочей арматуры по ширине сечения определяются крупностью заполнителя бетона, но не менее $2,5d$, где d - диаметр рабочей арматуры.

3.8 Толщину защитного слоя бетона следует принимать:

- не менее 30 мм для рабочей арматуры и 20 мм для распределительной арматуры и хомутов в балках и плитах высотой до 1,5 м, а также в колоннах с меньшей стороной до 1,5 м;

- не менее 60 мм и не менее диаметра стержня для рабочей и распределительной арматуры массивных конструкций с минимальным размером сечения более 1,5 м.

Толщину защитного слоя бетона в железобетонных конструкциях морских гидротехнических сооружений необходимо принимать:

- для рабочей арматуры стержневой - не менее 50 мм;
- для распределительной арматуры и хомутов - не менее 30 мм.

Для сборных железобетонных элементов заводского изготовления при применении бетона класса по прочности на сжатие В15 и выше толщины защитного слоя может быть уменьшена на 10 мм против указанных выше величин.

При эксплуатации железобетонных конструкций в условиях агрессивной среды толщину защитного слоя необходимо назначать с учетом требований КМК 2.03.11-96.

3.9 В массивных нетрещиностойких железобетонных плитах и стенах сечением высотой 60 см и более с коэффициентом армирования $\mu = 0,008$ при надлежащем обосновании допускается многорядное расположение арматуры по сечению элемента, способствующее уменьшению максимальной ширины раскрытия трещин по высоте сечения.

3.10 Если стержни арматуры размещаются в два и более рядов, то диаметры стержней рядов должны отличаться друг от друга не более, чем на 40%.

3.11 Из условия долговечности гидротехнических сооружений без предварительного напряжения диаметр арматуры следует принимать для рабочей стержневой арматуры из горячекатанной стали не менее 10 мм, для спиралей и для каркасов и сеток вязаных или изготовленных с применением контактной сварки - не менее 6 мм.

3.12 Продольные стержни растянутой и сжатой арматуры должны быть заведены за нормальное или наклонное к продольной оси элемента сечение, где они не требуются по расчету, в соответствии с требованием КМК 2.03.01-97.

3.13 Распределительную арматуру для элементов, работающих в одном направлении, следует назначать в размере не более 10% площади рабочей арматуры в месте наибольшего изгибающего момента.

3.14 При выполнении сварных соединений арматуры следует выполнять требования КМК 2.03.01-97.

3.15 В конструкциях, рассчитываемых на выносливость, в одном сечении должно стыковаться, как правило, не более половины стержневой растянутой рабочей арматуры. Применение стыков внахлестку (без сварки и со сваркой) для растянутой рабочей арматуры в этих конструкциях не допускается.

3.16 В изгибаемых элементах при высоте сечения более 700 мм у боковых граней следует устанавливать конструктивные продольные стержни. Расстояние между ними по высоте должно быть не более 400 мм, площадь поперечного сечения - не менее 0,1% площади сечения бетона со следующими размерами: высота элемента равна расстоянию между стержнями, ширина - половине ширины элемента, но не более 200 мм.

3.17 У всех поверхностей железобетонных элементов, вблизи которых ставится продольная расчетная арматура, необходимо предусматривать также поперечную арматуру, охватывающую крайние продольные стержни. Расстояние между поперечными стержнями должно быть не более 500 мм и не более удвоенной ширины грани элемента.

3.18 Во внецентренно сжатых линейных элементах, а также в сжатой зоне изгибаемых элементов при наличии учитываемой в расчете сжатой продольной арматуры необходимо устраивать хомуты.

Расстояние между хомутами следует принимать в вязаных каркасах не более $15d$, в сварных - не более $20d$, где d - наименьший диаметр сжатой продольной арматуры. В обоих случаях расстояние между хомутами должно быть не более 500 мм.

Конструкция поперечной арматуры должна обеспечивать закрепление сжатых продольных стержней от бокового выпучивания в любом направлении.

В местах стыковки рабочей арматуры внахлестку без сварки или если общее насыщение элемента продольной арматурой составляет более 3%, хомуты следует устраивать на расстоянии не более $10d$ и не более 300 мм.

В массивных внецентренно сжатых элементах, рассчитанных без учета сжатой арматуры, расстояние между конструктивными поперечными связями (хомутами) допускается увеличивать до двух высот (ширин) элемента.

3.19 Расстояние между вертикальными и поперечными стержнями в элементах, не имеющих отогнутой арматуры, и в случаях, когда поперечная арматура требуется по расчету, необходимо принимать:

а) на опорах (не менее $1/4$ пролета) при высоте сечения менее или равной 450 мм - не более $h/2$ и не более 150 мм;

- при высоте сечения более 450 мм - не более $h/3$ и не более 500 мм;

- при высоте сечения, равной или более 2000 мм, - не более $h/3$;

б) на остальной части пролета при высоте сечения 300-2000 мм - не более $3/4h$ и не более 500 мм;

при высоте сечения более 2000 мм - не более $3/4h$.

3.20 В элементах, работающих на изгиб с кручением, вязаные хомуты должны быть замкнутые с перепуском их концов на 30 диаметров хомута, а при сварных каркасах все поперечные стержни обоих направлений должны быть приварены к угловым продольным стержням, образуя замкнутый контур.

3.21 Отверстия в железобетонных элементах следует располагать в пределах ячеек арматурных сеток и каркасов.

Отверстия с размерами, превышающими размеры ячеек сеток, должны окаймляться дополнительной арматурой. Суммарная площадь ее сечения должна быть не менее

сечения прерванной рабочей арматуры того же направления.

3.22 При проектировании сталежелезобетонных конструкций, в которых обеспечивается совместная работа арматуры и стальной облицовки, толщину последней следует принимать не менее минимальной по условиям монтажа и транспортирования. В сталежелезобетонных элементах водопроводящего тракта ГЭС толщина стальной облицовки должна приниматься из условия $A_{si} \leq A_s$ (здесь A_{si} и A_s

- площадь сечения соответственно стальной облицовки и стержневой арматуры в расчетном сечении элемента).

3.23 Арматура железобетонных конструкций должна предусматриваться в виде армоферм, армокаркасов, сварных каркасов и сеток.

Типы армокаркасов следует назначать с учетом принятого способа производства работ. Они должны обеспечивать возможность механизированной подачи бетона и тщательной его проработки.

Установку арматуры в железобетонных конструкциях необходимо производить промышленными методами при максимальной экономии металла на конструктивные элементы для закрепления ее в блоке бетонирования.

Увеличение площади сечения арматуры, определенной расчетом на эксплуатационные нагрузки, для восприятия нагрузок строительного периода, как правило, не допускается.

3.24 Открытые поверхности бетонных сооружений, находящиеся в зоне переменного уровня воды и подвергающиеся воздействию отрицательных температур, а также открытые поверхности сооружений, возводимых в условиях жаркого сухого климата, допускается армировать сетками из арматуры класса А-II диаметром 16 мм. Во всех остальных случаях конструктивное армирование открытых поверхностей бетонных сооружений не допускается.

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ УКАЗАНИЯ ПО КОНСТРУИРОВАНИЮ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО НАПРЯЖЕННЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

3.25 При конструировании предварительно напряженных элементов следует выполнять требования КМК 2.03.01-97, КМК на проектирование отдельных видов сооружений и требования п.п. 3.26÷3.31.

3.26 Приварка и прихватка к натянутой арматуре каких-либо деталей не допускается.

Это требование не распространяется на приварку деталей к концам напрягаемой арматуры, выступающим из изделия, после передачи усилий обжатия бетона.

3.27 Продольную ненапрягаемую арматуру следует располагать ближе к наружной поверхности элемента с тем, чтобы поперечная арматура (хомуты) охватывала напрягаемую арматуру.

3.28 Стержневую напрягаемую арматуру в ребристых элементах, следует располагать по оси каждого ребра элемента или симметрично ей.

3.29 Соединение по длине заготовок арматурных стержней из горячекатанной стали периодического профиля диаметром 10 мм и более, как правило, следует производить контактной стыковой сваркой.

При отсутствии оборудования для контактной сварки допускается применять дуговую сварку. Стержни арматуры класса А-III необходимо сваривать до вытяжки. Сварные стыки растянутых стержней не рекомендуется располагать в местах наибольших усилий.

3.30 У концов предварительно напряженных элементов должна быть установлена дополнительная поперечная арматура (сварные сетки, охватывающие все продольные стержни арматуры, хомуты и т.п. с шагом 5-10 см) на длине участка не менее 60% зоны передачи напряжений и не менее 20 см.

Если напрягаемая продольная арматура у торцов элемента располагается сосредоточенно у верхней или нижней грани, то на концевых участках необходимо предусматривать поперечную арматуру (не учитываемую в расчете на поперечные силы).

Суммарная площадь поперечной арматуры должна быть назначена такой, чтобы эта арматура могла воспринять в конструкциях, рассчитываемых на выносливость, 30% усилия натяжения в продольной напрягаемой арматуре, которая расположена у одной грани сечения, с учетом первых потерь.

Суммарная площадь сечения дополнительной поперечной арматуры необходимо определять по формулам:

для конструкций не рассчитываемых на выносливость:

$$A_{sw,ad} = 0,2 \frac{\sigma_{sp}}{R_{sw}} A_{sp} ; \quad (22)$$

для конструкций рассчитываемых на выносливость:

$$A_{sw,ad} = 0,3 \frac{\sigma_{sp}}{R_{sw}} A_{sp} ; \quad (23)$$

где σ_{sp} - предварительное напряжение в арматуре с учетом первых потерь, принимаемое по КМК 2.03.01-97;

A_{sp} - наибольшая из площадей сечения напрягаемой продольной арматуры, расположенной внутри хомутов у одной грани сечения.

3.31 Дополнительную поперечную арматуру рекомендуется предусматривать в виде сварных замкнутых хомутов из арматурной стали классов А-II или А-III.

Если, из условия опирания элемента, на его конце-вом участке устанавливают стальную опорную плиту, то дополнительную поперечную арматуру следует соединять с ней сваркой.

4. ОСНОВНЫЕ РАСЧЕТНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

4.1 Расчеты бетонных и железобетонных конструкций необходимо производить по методу предельных состояний и в соответствии со КМК 2.06.01-97.

Бетонные и железобетонные конструкции должны удовлетворять требованиям расчета по предельным состояниям первой группы при всех сочетаниях нагрузок и воздействий, а по предельным состояниям второй - только при основном сочетании нагрузок и воздействий.

Расчет по предельным состояниям, как правило, следует производить для всех стадий возведения, транспортирования, монтажа и эксплуатации конструкции.

4.2 Бетонные конструкции необходимо рассчиты- вать:

- по предельным состояниям первой группы:
 - по прочности с проверкой устойчивости положения и формы конструкции в соответствии с разделом 5;
 - по предельным состояниям второй группы:
 - по образованию трещин - в соответствии с разде- лами 6 и 7 .

Железобетонные и сталежелезобетонные кон- струкции следует рассчитывать:

- по предельным состояниям первой группы:
 - по прочности с проверкой устойчивости положе- ния и формы конструкции в соответствии с разделом 5;
 - по выносливости при многократно повторяющейся нагрузке в соответствии с разделом 5;
- по предельным состояниям второй группы:
 - по образованию трещин - в тех случаях, когда по условиям нормальной эксплуатации сооружения не допус- кается их образование (трещиностойкие) или по ограниче- нию величины раскрытия трещин (нетрещиностойкие) - в соответствии с разделом 6;
 - по деформациям - в тех случаях, когда величина перемещений может ограничить возможность нормальной эксплуатации конструкции или находящихся на ней меха- низмов - в соответствии с разделом 6.

При проектировании сталежелезобетонных кон- струкций дополнительно необходимо рассчитывать проч- ность:

- металлической облицовки на действие транс- портных, монтажных и строительных нагрузок - в соответ- ствии с КМК 2.03.05-97;
- анкеров, обеспечивающих совместную работу листовой арматуры и бетона.

4.3 При расчетах элементов бетонных и железобе- тонных конструкций гидротехнических сооружений надле- жит соблюдать одно из следующих условий, обеспечиваю- щих недопущение наступления предельных состояний:

$$\gamma_n \gamma_{lc} F \leq \gamma_c R ;$$

$$\gamma_n \gamma_{lc} \sigma \leq \gamma_c \phi (\gamma_b R_b ; \gamma_s R_s) ;$$

где F, R - соответственно расчетные значения обобщен- ного силового воздействия (сила, момент), де- формации или другого параметр по которому производится оценка предельного состояния, и обобщенной несущей способности элемента;

$R_b ; R_s$ - соответственно расчетные сопротивления бетона и арматуры;

σ - расчетные напряжения (в бетоне или в армату- ре);

ϕ - функция, вид которой определяется в зависи- мости от характера напряженно- деформированного состояния элемента, сроков его нагружения эксплуатационными нагрузками;

γ_n - коэффициент надежности по ответственности (назначению) сооружения, учитывающий капи- тальность и значимость последнего при наступлении тех или иных предельных состоя- ний и принимаемый в соответствии с КМК 2.06.01-97;

γ_{lc} - коэффициент сочетаний нагрузок, принимае- мый в соответствии с КМК 2.06.01-97;

γ_c - коэффициент условий работы, учитывающий тип сооружения или конструкции, вид матери- ала, приближенность расчетных схем, вид пре- дельного состояния и другие факторы и уста- навливаемый нормативными документами на проектирование отдельных видов гидротехни- ческих сооружений, их конструкций и элемен- тов;

$\gamma_b; \gamma_s$ - соответственно коэффициенты условий работы бетона и арматуры, определяемые по табл. 6 и 13.

4.4 Сборно-монолитные конструкции, а также конструкции с несущей арматурой надлежит рассчитывать для двух стадий работы конструкции:

до приобретения бетоном, уложенным на месте использования конструкции, заданной прочности - на действие собственного веса этого бетона и других нагрузок, действующих на данном этапе возведения сооружения;

после приобретения бетоном, уложенным на месте использования конструкции, заданной прочности - на нагрузки, действующие при эксплуатации конструкции, включая собственный вес.

Расчет на прочность производится на расчетные нагрузки отдельно по двум стадиям без суммирования усилий и напряжений.

4.5 Для заанкеренных в основание плотин наряду с расчетом конструкций следует производить экспериментальные исследования для определения несущей способности анкерных устройств, релаксации напряжений в бетоне и анкерах. Необходимо предусматривать мероприятия по защите анкеров от коррозии.

Для предварительно напряженных конструкций в проекте необходимо предусматривать возможность повторного натяжения анкеров или их замены, а также проведение контрольных наблюдений за состоянием анкеров в бетоне.

4.6 При расчете элементов сборных конструкций на усилия, возникающие при подъеме, транспортировании и монтаже, нагрузку от собственного веса элемента следует вводить в расчет с коэффициентами динамичности, назначаемыми по КМК 2.03.01-97.

4.7 Способ оценки прочности и трещиностойкости бетонных и железобетонных элементов (по усилиям или по напряжениям) определяется соотношением их размеров. В таблице 19 приведена классификация элементов и способы оценки наступления их предельного состояния в зависимости от соотношения размеров.

4.8 При проверке несущей способности и пригодности к нормальной эксплуатации сооружения внутренние усилия (изгибающие и крутящие моменты, нормальные и перерезывающие силы) напряжения, перемещения и углы поворота следует определять, как правило, с учетом неупругого поведения конструкций, обусловленного трещинообразованием и ползучестью бетона, нелинейной зависимостью между напряжениями и деформациями материалов, а также с учетом последовательности возведения и нагружения сооружения.

Допускается усилия и напряжения в сечениях элементов определять в предположении упругой работы конструкции в тех случаях, когда методика расчета конструкций с учетом их неупругого поведения не разработана или расчет выполняется на промежуточной стадии проектирования сооружения.

4.9 При расчете статически определимых стержневых элементов, тонких плит и арок, по предельным состояниям первой и второй групп внутренние усилия (изгибающие и крутящие моменты, нормальные и перерезывающие силы), а также перемещения и углы поворота следует определять методами сопротивления материалов. При определении линейных перемещений и углов пово-

Таблица 19

| | Отношение размеров элемента | Наименование элемента | Способ оценки наступления предельного состояния | |
|---|-----------------------------|-----------------------|---|----------------|
| | | | По усилиям | По напряжениям |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

| А. Балочные конструкции - $b \leq 3h$ | | | | |
|---|-----------------------|------------------------------|---|---|
| 1 | $l/h \geq 6$ | Стержневой элемент-балка | + | - |
| 2 | $3 \leq l/h < 6$ | Короткая балка | + | + |
| 3 | $l/h < 3$ | Балка-стенка | - | + |
| Б. Консольные конструкции - $b \leq 3h$ | | | | |
| 4 | $l/h \geq 3$ | Стержневой элемент-консоль | + | - |
| 5 | $1,5 \leq l/h < 3$ | Короткая консоль | + | + |
| 6 | $l/h < 1,5$ | Консольная стенка | - | + |
| В. Плитные конструкции - $b > 3h$ | | | | |
| 7 | $a/h > 6$ | Тонкая плита | + | - |
| 8 | $3 \leq a/h < 6$ | Толстая плита | + | + |
| 9 | $a/h < 3$ | Объемный элемент | - | + |
| Г. Арочные и кольцевые конструкции | | | | |
| 10 | $t/R \leq 0,1$ | Тонкая арка, кольцо | + | - |
| 11 | $0,1 < t/R \leq 0,25$ | Арка, кольцо средней толщины | + | + |
| 12 | $t/R > 0,25$ | Толстая арка, кольцо | - | + |

Примечание: В таблице 19 приняты следующие обозначения: l - длина (пролет) балки или консоли; b и h - соответственно ширина и высота поперечного сечения элемента; a - длина меньшей стороны плиты; t - толщина арки, стенки кольца; R - радиус осевой линии арки, кольца.

рота необходимо учитывать изменение жесткости сечений в результате трещинообразования в бетоне. Условия трещинообразования следует принимать в соответствии с п. 6.2.

В статически неопределимых стержневых конструкциях, тонких плитах и арках внутренние усилия и перемещения следует определять методами строительной механики с учетом, как правило, неупругой работы, обусловленной изменением жесткости сечений в результате трещинообразования в бетоне.

4.10 При оценке прочности и трещиностойкости элементов по напряжениям (балки-стенки, консольные стенки, толстые арки и трубы и объемные элементы), последние определяются методами теории упругости или экспериментально, с учетом указаний п. 4.8.

4.11 Проверку прочности и трещиностойкости коротких балок и консолей, толстых плит и арок средней толщины допускается производить как по напряжениям, так и по усилиям. Напряжения в расчетных сечениях элемента определяются методами теории упругости или экспериментально, с учетом указаний пункта 4.8, а усилия - по величинам равнодействующих эпюр напряжений в сечении: $N = D - Z$; $M = D \cdot z$ (здесь D и Z - равнодействующие эпюр сжимающих и растягивающих напряжений; Z - плечо пары внутренних сил).

4.12 Плитные элементы консольного типа или опирающиеся по двум противоположным сторонам, нагрузка по ширине которых распределена равномерно, рассчитываются по прочности и трещиностойкости аналогично консольным или балочным элементам. расчеты в этом случае производятся для участка плиты единичной ширины.

4.13 Величину противодействия воды в расчетных сечениях элементов следует определять с учетом условий работы конструкции в эксплуатационный период, а также с

учетом конструктивных и технологических мероприятий, указанных в п. 1.7.

В элементах массивных напорных и подводных бетонных и железобетонных конструкций гидротехнических сооружений противодавление воды необходимо учитывать как объемную силу и определять по КМК 2.06.06-97.

В стержневых и плитных элементах противодавление воды следует учитывать как растягивающую силу, приложенную в рассматриваемом расчетном сечении, при этом удельный вес материала принимается без учета взвешивания.

Противодавление воды следует учитывать как при расчете сечений, совпадающих со швами бетонирования, так и монолитных сечений.

4.14 Усилие противодавления в расчетных сечениях напорных, стержневых, плитных, арочных и кольцевых элементов следует принимать равным площади эпюры напряжений, обусловленных воздействием противодавления. Указанные напряжения в отдельных точках сечения принимаются равными $p\alpha_{2b}$, где p - интенсивность гидростатического давления; α_{2b} - коэффициент эффективной площади противодавления в бетоне.

Для трещиностойких элементов следует принимать линейный закон изменения интенсивности гидростатического давления воды от величины давления на напорной (верховой) грани до величины давления на низовой грани.

Для нетрещиностойких элементов линейный закон изменения гидростатического давления следует принимать только в пределах сжатой зоны сечения. В пределах трещин принимается равномерное давление, определяемое заглублением трещин под уровень воды.

Коэффициенты эффективной площади противодавления α_{2b} для сооружений I и II классов следует определять на основании экспериментальных исследований с учетом противofильтрационных устройств.

При отсутствии данных экспериментальных исследований в сечениях изгибаемых, внецентренно сжатых и внецентренно растянутых стержневых и плитных элементах допускается принимать следующие значения α_{2b} :

- 1,0 - в растянутой зоне сечений и в зоне распространения трещин,
- 0,0 - в сжатой зоне сечений элементов.

Высота сжатой зоны бетона определяется исходя из гипотезы плоских сечений. В нетрещиностойких элементах работа растянутого бетона не учитывается и форма эпюры напряжений бетона в сжатой зоне сечения принимается треугольной.

Вид напряженного состояния сечения при определении дополнительных напряжений устанавливается исходя из гипотезы плоских сечений при действии всех нагрузок без учета силы противодействия.

4.15 При расчете элементов бетонных и железобетонных конструкций гидротехнических сооружений необходимо учитывать дополнительные связи строительного периода, носящие постоянный характер (эстакады, пазовые конструкции, балки подкрановых путей, дополнительная арматура для производства работ и т.п.).

4.16 Расчеты элементов бетонных и железобетонных конструкций, подлежащих усилению при их ремонте или реконструкции, следует проводить с учетом напряжений в бетоне и арматуре, имевших место к моменту начала реконструкции и диаграмм деформирования бетона и арматуры.

4.17 Расчеты, которые не регламентированы настоящими нормами (расчеты предварительно напряженных конструкций, расчет сечений в общем случае, в том числе расчет на косое внецентренное сжатие и косой изгиб, расчет коротких консолей, расчет на продавливание и отрыв, расчет закладных деталей и др.), следует выполнять по указаниям КМК 2.03.01-97, а при проектировании портовых и транспортных сооружений также КМК 2.05.03-97. При этом необходимо учитывать коэффициенты, принятые в настоящих нормах.

5. РАСЧЕТЫ ПРОЧНОСТИ И ВЫНОСЛИВОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ БЕТОННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Расчет прочности бетонных элементов

5.1 Расчет прочности элементов, условия наступления предельных состояний которых выражаются через усилия (см. табл. 19), следует производить для сечений, нормальных к их продольной оси, в соответствии с указаниями п.п. 5.2 - 5.7.

Расчеты прочности элементов, в которых условия наступления предельного состояния не могут быть выражены через усилия в сечениях, следует выполнять для площадок действия главных напряжений, в соответствии с указаниями п.п. 5.2, 5.3, 5.8 и 5.9.

5.2 Внецентренно сжатые элементы, в которых по условиям эксплуатации допускается образование трещин, рассчитываются без учета сопротивления бетона растянутой зоны сечения.

Все изгибаемые элементы, а также внецентренно сжатые элементы, в которых по условиям эксплуатации не допускается образование трещин, рассчитываются с учетом сопротивления бетона растяжению.

5.3 Бетонные конструкции, прочность которых определяется прочностью бетона растянутой зоны сечения, допускается применять в том случае, если образование трещин в них не приводит к разрушению, к недопустимым деформациям или к нарушению водонепроницаемости конструкции. При этом должна быть проведена проверка трещиностойкости элементов таких конструкций с учетом температурно-влажностных воздействий в соответствии с требованиями разд. 7.

Изгибаемые элементы

5.4 Расчет бетонных изгибаемых элементов, симметричных относительно плоскости действия нагрузки, условия наступления предельного состояния которых выражаются через усилия, необходимо производить по формуле:

$$\gamma_{lc}\gamma_n M \leq \gamma_c \gamma_b R_{bt} W_t, \quad (24)$$

где γ_{lc}, γ_n - коэффициенты, принимаемые по КМК 2.06.01-97;

γ_c - коэффициент условий работы сооружения, принимаемый по строительным нормам и правилам на проектирование отдельных видов гидротехнических сооружений;

$\gamma_b = \gamma_{b1}\gamma_{b2}\gamma_{b3}\gamma_{b4}\gamma_{b13}$ - коэффициенты условий работы бетона, принимаемые по таблице 6;

R_{bt} - расчетное сопротивление бетона на растяжение, требуемое ко времени нагружения конструкции эксплуатационными нагрузками;

W_t - момент сопротивления для растянутой грани сечения, определяемый в предположении упругой работы бетона.

Внецентренно сжатые элементы.

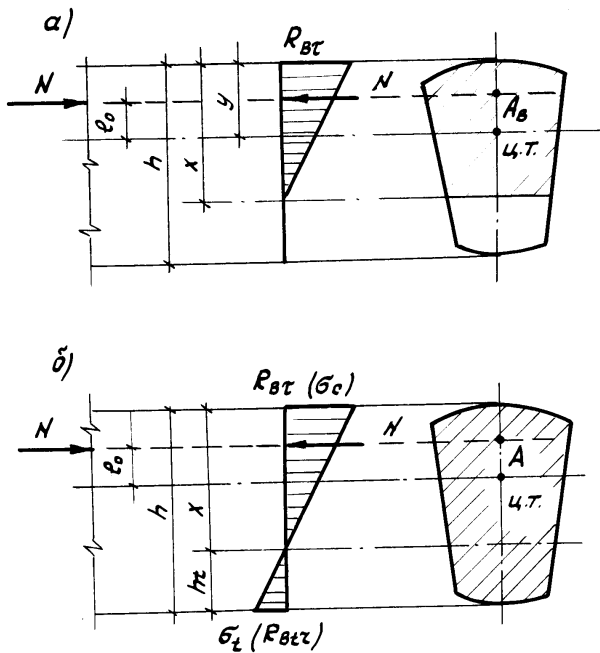
5.5 Внецентренно сжатые элементы бетонных конструкций, симметричные относительно действия нагрузки, условия наступления предельного состояния которых выражаются через усилия, следует рассчитывать в предположении упругой работы бетона (черт. 1), из условия ограничения величин краевых сжимающих и растягивающих напряжений по следующим формулам.

При расчете без учета сопротивления растянутой зоны сечения:

$$\gamma_{lc}\gamma_n \sigma_c \leq \varphi \gamma_c \gamma_b R_{bt}, \quad (25)$$

где σ_c - краевое сжимающее напряжение;

φ - коэффициент, учитывающий влияние гибкости элементов и принимаемый по таблице 20;•



Черт. 1. Схема усилий и эпюра напряжений в сечении, нормальном к продольной оси внецентренно сжатого бетонного элемента.

a – без учета сопротивления растянутой зоны сечения;
б – с учетом сопротивления растянутой зоны сечения.

$$\gamma_b = \gamma_{b1} \gamma_{b2};$$

R_{bt} - расчетное сопротивление бетона на сжатие, требуемое ко времени нагружения конструкции эксплуатационными нагрузками.

Прямоугольные сечения рассчитываются по формуле:

$$\gamma_{lc} \gamma_n N \leq 1,5 \gamma_c \gamma_b \varphi (0,5 - \eta) R_{bt} A, \quad (26)$$

где $A = bh$ - площадь поперечного сечения элемента;

$\eta = e_o/h$ - относительный эксцентриситет приложения нагрузки.

Таблица 20

| l_o/b для сечения прямоугольной формы | l_o/r для сечения произвольной симметричной формы | φ Коэффициент |
|---|---|--------------------------|
| До 4 | До 14 | 1,00 |
| 4 | 14 | 0,98 |
| 6 | 21 | 0,96 |
| 8 | 28 | 0,91 |
| 10 | 35 | 0,86 |

Обозначения, принятые в таблице

l_o - расчетная длина элемента

b - наименьший размер прямоугольного сечения

r - наименьший радиус инерции сечения

При расчете с учетом сопротивления растянутой зоны сечения:

$$\gamma_{lc} \gamma_n \left(\frac{N e_o}{W_c} + \frac{N}{A} \right) \leq \varphi \gamma_c \gamma_b R_{bt}, \quad (27)$$

где W_c - момент сопротивления для сжатой грани сечения, определяемый в предположении упругой работы бетона;

$$\gamma_b = \gamma_{b1} \gamma_{b2};$$

$$\gamma_{lc} \gamma_n \left(\frac{N e_o}{W_t} - \frac{N}{A} \right) \leq \varphi \gamma_c \gamma_b R_{bt}, \quad (28)$$

где $\gamma_b = \gamma_{b1} \gamma_{b2} \gamma_{b3} \gamma_{b4} \gamma_{b13}$.

По формуле (27) следует рассчитывать также внецентренно сжатые бетонные элементы с однозначной эпюрой напряжений при $e_o \leq W_t/A$.

5.6 При расчете гибких бетонных элементов при $l_o/b > 12$ или $l_o/r > 35$ следует учитывать влияние длительного действия нагрузки на несущую способность конструкции в соответствии с требованиями КМК 2.03.01-97 с введением расчетных коэффициентов, принятых в настоящих нормах.

5.7 В элементах прямоугольного сечения, рассчитываемых по формуле (26), значение эксцентриситета расчетного усилия относительно центра тяжести сечения не должно превышать $0,3h$ при основном сочетании нагрузок и при особом сочетании нагрузок, не включающем сейсмические воздействия, и $0,325h$ - при особом сочетании нагрузок, включающем сейсмические воздействия.

Внецентренно сжатые бетонные элементы двутаврового, таврового, коробчатого и другой формы поперечного сечения, отличающейся от прямоугольного, при эксцентриситетах, выходящих за пределы ядра сечения, а также элементы прямоугольного сечения при $e_o > 0,3h$ (или $e_o > 0,325h$) должны проверяться по условию недопущения образования продольных трещин откола:

$$\gamma_{lc} \gamma_n \sigma_{yt} \leq \varphi \gamma_c \gamma_b R_{bt}, \quad (29)$$

где σ_{yt} - растягивающее напряжение, действующее по продольным площадкам на границе сжатой зоны.

Растягивающие напряжения σ_{yt} , а также высота зоны h_{yt} , в пределах которой они действуют, определяются в общем случае расчетом методом конечных элементов.

Для элементов прямоугольного сечения, изготовленных из бетона класса В20 и выше, проверку по условию недопущения образования продольных трещин откола можно не делать, если выполняется условие:

$$\gamma_{lc} \gamma_n \sigma_c \leq 12 \varphi \gamma_c \gamma_b R_{bt}, \quad (30)$$

где $\gamma_b = \gamma_{b1} \gamma_{b5} \gamma_{b13}$.

5.8 Бетонные изгибаемые и внецентренно сжатые элементы, условия наступления предельных состояний которых выражаются через усилия, в случае действия в расчетных сечениях значительных поперечных сил следует проверять по прочности наклонных сечений из условия:

$$\gamma_{lc} \gamma_n \sigma_{mt} \leq \gamma_c \gamma_b R_{bt}, \quad (31)$$

где $\gamma_b = \gamma_{b1}\gamma_{b2}\gamma_{b3}\gamma_{b5}\gamma_{b13}$;

σ_{mt} - главное растягивающее напряжение в бетоне, действующее по наклонным площадкам.

Главные растягивающие напряжения определяют на уровне нейтральной оси, на уровне центра тяжести сечения, а также в местах резкого изменения ширины сечения, что характерно для тавровых, двутавровых, крестовых, коробчатых и других сечений.

Главные растягивающие и сжимающие напряжения в бетоне вычисляются по формуле:

$$\sigma_{mt(mc)} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2}, \quad (32)$$

где σ_x и σ_y - нормальные напряжения в бетоне на площадках, перпендикулярных соответственно продольной и параллельной продольной оси элемента;

τ_{xy} - касательные напряжения в бетоне.

Напряжения σ_x , σ_y и τ_{xy} определяются в предположении упругой работы бетона. Напряжения σ_x и σ_y подставляются в формулу (32) со знаком "плюс", если они растягивающие, и со знаком "минус" - если сжимающие.

Для элементов с переменной высотой сечения касательные напряжения τ_{xy} следует определять по теории упругости или МКЭ. При значениях угла наклона одной из граней по отношению к другой Θ до 30° допускается τ_{xy} определять по формуле:

$$\tau_{xy} = \frac{QS_y}{Ib} + \frac{Mtg\Theta}{Ih}(1,5y^2 - hy), \quad (33)$$

где y - расстояние от горизонтальной (вертикальной) грани элемента до точки, в которой определяются значения касательных напряжений;

S_y - статический момент части сечения, ограниченной горизонталью (вертикалью) на расстоянии " y " от горизонтальной (вертикальной) грани.

При определении коэффициента γ_{b3} высота растянутой зоны сечения h_t находится по эпюре напряжений в плоскости главных растягивающих напряжений. Если касательные напряжения в поперечном сечении элемента вызваны только действием перерезывающей силы, следует принимать $\gamma_{b3} = 1,0$ (т.е. $h_t = \infty$).

5.9 Бетонные элементы, условия наступления предельных состояний которых выражаются через напряжения, следует рассчитывать из условия ограничения величин главных растягивающих σ_{mt} и главных сжимающих σ_{mc} напряжений. Проверка прочности по главным растягивающим напряжениям производится по формуле (31).

Проверку прочности по главным сжимающим напряжениям следует выполнять по формуле:

$$\gamma_{lc}\gamma_n\sigma_{mc} \leq \gamma_c\gamma_b R_{bt}, \quad (34)$$

где $\gamma_b = \gamma_{b1}\gamma_{b2}\gamma_{b5}$.

Расчет прочности железобетонных элементов

5.10 Расчет прочности железобетонных элементов, условия наступления предельных состояний которых выражаются через усилия (см. табл. 19), надлежит производить для сечений, нормальных к их продольной оси, а также для наклонных к оси сечений наиболее опасного направления в соответствии с указаниями п.п. 5.11-5.18, 5.20-5.29, 5.31.

При наличии крутящих моментов следует проверить прочность пространственных сечений, ограниченных в растянутой зоне спиральной трещиной наиболее опасного из возможных направлений.

Кроме того следует производить расчет элементов на местное действие нагрузки (смятие, продавливание, отрыв).

Расчет прочности железобетонных элементов, в которых условия наступления предельных состояний не могут быть выражены через усилия в сечениях, следует выполнять для площадок действия главных растягивающих напряжений в бетоне, в соответствии с указаниями п.п. 5.19 и 5.30.

Расчет прочности сечений, нормальных к продольной оси элемента.

5.11 Предельные усилия в сечении, нормальном к продольной оси элемента, следует определять исходя из следующих предпосылок:

- сопротивление бетона растяжению принимается равным нулю;
- сопротивление бетона сжатию представляется напряжениями, равными R_{bt} , распределенными равномерно по сжатой зоне бетона;
- растягивающие напряжения в арматуре принимаются не более расчетного сопротивления растяжению R_s (для стержневой арматуры) и R_{si} (для листовой арматуры);
- сжимающие напряжения в арматуре принимаются не более расчетного сопротивления сжатию R_{sc} и R'_{si} ;
- при установке в сечении элемента арматуры разных видов и классов ее вводят в расчет прочности с соответствующими расчетными сопротивлениями.

Примечание: Допускается массивные элементы (элементы, высота поперечного сечения которых превышает 1,5 м и имеющие, как правило, строительные швы) рассчитывать в предположении треугольной эпюры напряжений в бетоне сжатой зоны.

5.12 Расчет сечений, нормальных к продольной оси элемента, когда внешняя сила действует в плоскости оси симметрии сечения и арматура сосредоточена у перпендикулярных к указанной плоскости граней элемента, необходимо производить в зависимости от соотношения между относительной высотой сжатой зоны бетона $\xi = x/h_0$ и от

носительной высотой сжатой зоны бетона ξ_R , при которой предельное состояние наступает одновременно с достижением в растянутой арматуре напряжения, равного расчетному сопротивлению R_s с учетом соответствующих коэффициентов условий работы арматуры. Относительная высота сжатой зоны ξ определяется из соответствующих условий равновесия элемента под действием системы внешних и внутренних сил.

Изгибаемые и внецентренно растянутые с большим эксцентриситетом железобетонные элементы, как пра-

вило, должны удовлетворять условию $\xi \leq \xi_R$. Для элементов, симметричных относительно плоскости действия момента и нормальной силы, армированных ненапрягаемой арматурой, граничные значения ξ_R надлежит принимать по таблице 21, а армированных напрягаемой арматурой - по КМК 2.03.01-97.

Таблица 21

| Класс арматуры | Граничные значения ξ_R при классе бетона | | |
|-------------------|--|---------------|------------|
| | В17,5 и ниже | от В20 до В30 | В35 и выше |
| А-I | 0,70 | 0,65 | 0,60 |
| А-II, А-III, Вр-I | 0,65 | 0,60 | 0,50 |

5.13 Если высота сжатой зоны, определенная без учета сжатой арматуры, меньше $2a'$, то сжатую арматуру в расчете можно не учитывать.

Изгибаемые элементы

5.14 Изгибаемые сталежелезобетонные (железобетонные) элементы из бетона класса В30 и ниже симметричного относительно вертикальной оси поперечного сечения (черт. 2) при $\xi \leq \xi_R$ должны удовлетворять следующему условию прочности:

$$\gamma_{lc}\gamma_n M \leq \gamma_c (\gamma_b R_{bt} S_b + \gamma_s R_{sc} S'_s + \gamma_s R'_{si} S'_{si}), \quad (35)$$

При этом положение нейтральной оси определяется из условия:

$$\begin{aligned} \gamma_b R_{bt} A_b + \gamma_s R_{sc} A'_s + \gamma_s R'_{si} A'_{si} = \\ = \gamma_s R_s A_s + \gamma_s R_{si} A_{si}, \end{aligned} \quad (36)$$

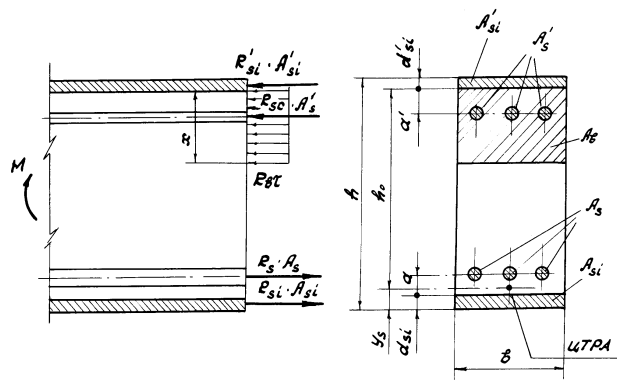
В формулах (35) и (36)

$R_s, R_{sc}, R_{si}, R'_{si}$ - расчетные сопротивления соответственно растянутой и сжатой стержневой арматуры, растянутой и сжатой листовой арматуры;

$A_b, A_s, A'_s, A_{si}, A'_{si}$ - площадь поперечного сечения соответственно сжатой зоны бетона, растянутой и сжатой стержневой арматуры, растянутой и сжатой листовой арматуры;

S_b, S'_s, S'_{si} - статические моменты площади поперечного сечения соответственно сжатой зоны бетона, сжатой стержневой и листовой арматуры относительно точки приложения равнодействующей усилий в растянутой стержневой и листовой арматуре.

Расчетные сопротивления листовой арматуры определяются по КМК 2.03.05-97.



Черт. 2. Схема усилий и эпюра напряжений в сечении нормальном к продольной оси изгибаемого сталежелезобетонного элемента, при проверке его прочности.

(ЦТРА - точка приложения равнодействующей усилий в растянутой арматуре)

Для элементов прямоугольного сечения

$$A_b = bx ; A_{si} = bd_{si} ; A'_{si} = bd'_{si} ;$$

$$S_b = A_b (h_o - 0,5x) ; S'_s = A'_s (h_o - a') ;$$

$$S'_{si} = A'_{si} (h_o + 0,5d'_{si}),$$

где h и b - соответственно высота и ширина поперечного сечения элемента;

a и a' - расстояние от равнодействующей усилий соответственно в растянутой A_s и сжатой A'_s стержневой арматуре до ближайшей грани бетонного сечения;

d_{si} и d'_{si} - толщина соответственно растянутой A_{si} и сжатой A'_{si} листовой арматуры;

$h_o = h - y_s - d'_{si}$ - рабочая высота сечения.

Положение точки приложения равнодействующей усилий в растянутой стержневой и листовой арматуре (см. черт. 2) определяется из условия:

$$y_s = \frac{R_s A_s (a + d_{si}) + 0,5 R_{si} A_{si} d_{si}}{R_s A_s + R_{si} A_{si}}, \quad (37)$$

При отсутствии в рассматриваемой конструкции какого либо элемента армирования (сжатой листовой и стержневой арматуры, растянутой листовой арматуры) в формулах (35) - (36) следует принимать равными нулю соответствующие этим элементам армирования геометрические характеристики сечения.

Для железобетонных (не имеющих листовой арматуры) элементов прямоугольного сечения условия (35) и (36) принимают вид:

$$\begin{aligned} \gamma_{lc}\gamma_n M \leq \gamma_c [\gamma_b R_{bt} bx (h_o - 0,5x) + \\ + \gamma_c R_{sc} A'_s (h_o - a')], \end{aligned} \quad (38)$$

$$\gamma_b R_{bt} bx + \gamma_s R_{sc} A'_s = \gamma_s R_s A_s, \quad (39)$$

Проверку прочности сталежелезобетонных (железобетонных) элементов из бетона класса В30 и ниже при

$\xi > \xi_R$ допускается производить по формулам (35) — (39), принимая $x = \xi_R h_o$.

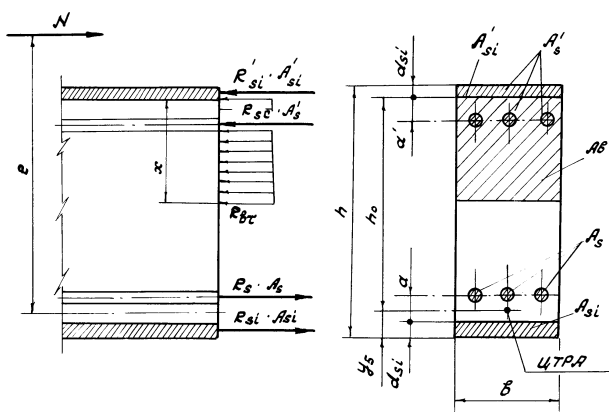
Проверку прочности сталежелезобетонных (железобетонных) элементов из бетона класса выше В30 следует производить в соответствии с требованиями КМК 2.03.01-97 с учетом расчетных коэффициентов, принятых в настоящих нормах.

Внецентренно сжатые элементы

5.15 Внецентренно сжатые сталежелезобетонные (железобетонные) элементы из бетона В30 и ниже симметричного относительно вертикальной оси поперечного сечения (черт. 3) должны отвечать следующему условию прочности:

$$\gamma_{lc} \gamma_n N e \leq \gamma_c (\gamma_b R_{b\tau} S_b + \gamma_s R_{sc} S'_s + \gamma_s R'_{si} S'_{si}), \quad (40)$$

где e - эксцентриситет приложения внешней продольной силы относительно точки приложения равнодействующей усилий в растянутой арматуре.



Черт. 3. Схема усилий и эпюра напряжений в сечении нормальном к продольной оси внецентренно сжатого сталежелезобетонного элемента, при проверке его прочности.

(ЦТРА – точка приложения равнодействующей усилий в растянутой арматуре)

При этом положение нейтральной оси определяется:

при $\xi \leq \xi_R$ из условия -

$$\gamma_{lc} \gamma_n N = \gamma_c (\gamma_b R_{b\tau} A_b + \gamma_s R_{sc} A'_s + \gamma_s R'_{si} A'_{si} - \gamma_s R_{sc} A_s - \gamma_s R_{si} A_{si}), \quad (41)$$

при $\xi > \xi_R$ из условия -

$$\gamma_{lc} \gamma_n N = \gamma_c (\gamma_b R_{b\tau} A_b + \gamma_s R_{sc} A'_s + \gamma_s R'_{si} A'_{si} - \gamma_s \sigma_s A_s - \gamma_s \sigma_{si} A_{si}), \quad (42)$$

где σ_s и σ_{si} - напряжения соответственно в растянутой стержневой и листовой арматуре, определяемые по формулам:

$$\sigma_s = \left(2 \frac{1-\xi}{1-\xi_R} - 1 \right) R_s, \quad (43)$$

$$\sigma_{si} = \left(2 \frac{1-\xi}{1-\xi_R} - 1 \right) R_{si}, \quad (44)$$

Для элементов прямоугольного сечения:

$$A_b = bx; \quad A_{si} = bd_{si}; \quad A'_{si} = bd'_{si};$$

$$S_b = A_b (h_o - 0,5x); \quad S'_s = A'_s (h_o - a'); \quad ;$$

$$S'_{si} = A'_{si} (h_o - 0,5d'_{si}),$$

При отсутствии в рассматриваемой конструкции какого либо элемента армирования (сжатой листовой и стержневой арматуры, растянутой листовой арматуры) в формулах (40) - (42) следует принимать равными нулю соответствующие этим элементам армирования геометрические характеристики поперечного сечения.

Для железобетонных (не имеющих листовой арматуры) элементов прямоугольного сечения условие прочности (40) принимает вид:

$$\gamma_{lc}\gamma_n Ne \leq \gamma_c [\gamma_b R_{b\tau} bx (h_o - 0,5x) + \gamma_s R_{sc} A'_s (h_o - a')], \quad (45)$$

При этом положение нейтральной оси определяется:

при $\xi \leq \xi_R$ из условия -

$$\gamma_{lc}\gamma_n N = \gamma_c (\gamma_b R_{b\tau} bx + \gamma_s R_{si} A'_{si} - \gamma_s R_s A_s); \quad (46)$$

при $\xi > \xi_R$ из условия -

$$\gamma_{lc}\gamma_n N = \gamma_c (\gamma_b R_{b\tau} bx + \gamma_s R_{sc} A'_s - \gamma_s \sigma_s A_s), \quad (47)$$

где σ_s - напряжения в растянутой стержневой арматуре, определяемое по формуле (43).

Проверку прочности внецентренно сжатых сталежелезобетонных (железобетонных) элементов из бетона класса выше В30 следует производить в соответствии с требованиями КМК 2.03.01-97 с учетом расчетных коэффициентов, принятых в настоящих нормах.

5.16 Расчет внецентренно сжатых элементов при гибкости $l_o / r \geq 35$, а элементов прямоугольного сечения при $l_o / b \geq 10$ следует производить с учетом прогиба как в плоскости эксцентриситета продольного усилия, так и в нормальной к ней плоскости в соответствии с требованиями КМК 2.03.01-97.

Внецентренно растянутые элементы

5.17 Проверку прочности внецентренно растянутых сталежелезобетонных (железобетонных) элементов следует производить в зависимости от положения продольной силы N .

Если продольная сила N приложена между равнодействующей усилий в арматуре A_s и A_{si} с одной стороны и A'_s и A'_{si} с другой стороны (черт. 4, а), внецентренно растянутые элементы должны отвечать следующим условиям прочности:

$$\gamma_{lc}\gamma_n N \frac{e}{e+e'} \leq \gamma_c (\gamma_s R_s A'_s + \gamma_s R_{si} A'_{si}), \quad (48)$$

$$\gamma_{lc}\gamma_n N \frac{e}{e+e'} \leq \gamma_c (\gamma_s R_s A_s + \gamma_s R_{si} A_{si}), \quad (49)$$

Положение равнодействующей усилий в арматуре A_s и A_{si} и определяются по формуле (37).

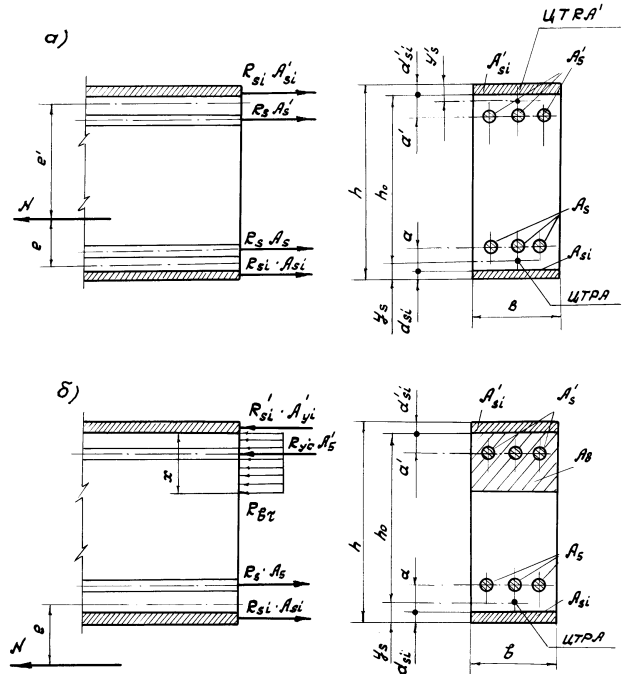
Положение равнодействующей усилий в арматуре A'_s и A'_{si} определяются из условия:

$$y'_s = \frac{R'_s A'_s (a' + d'_{si}) + 0,5 R_{si} A'_{si} d'_{si}}{R_s A'_s + R_{si} A'_{si}}, \quad (50)$$

В сталежелезобетонных элементах прямоугольного сечения -

$$A_{si} = bd_{si}, \quad A'_{si} = bd'_{si}$$

При проверке прочности железобетонных (не имеющих листовой арматуры) элементов в формулах (48) - (49) следует принимать равными нулю величины A_{si} , A'_{si} , d_{si} и d'_{si} .



Черт. 4. Схема усилий и эпюра напряжений в сечении нормальном к продольной оси внецентренно растянутого сталежелезобетонного элемента, при проверке его прочности.

- а) - продольная сила N приложена между равнодействующими усилий в арматуре A_s и A_{si} с одной стороны и A'_s и A'_{si} с другой стороны;
- б) - продольная сила N приложена за пределами расстояния между равнодействующими усилий в арматуре.

Если продольная сила N приложена за пределами расстояния между равнодействующими усилий в арматуре A_s и A_{si} с одной стороны A'_s и A'_{si} с другой стороны (черт. 4, б) внецентренно растянутые сталежелезобетонные (железобетонные) элементы при $\xi \leq \xi_R$ должны отвечать следующему условию прочности:

$$\gamma_{lc}\gamma_n Ne \leq \gamma_c (\gamma_b R_{b\tau} S_b + \gamma_s R_{sc} S'_s + \gamma_s R'_{si} S'_{si}), \quad (51)$$

При этом положение нейтральной оси определяется из условия:

$$\gamma_{lc}\gamma_n N = \gamma_c (\gamma_s R_s A_s + \gamma_s R_{si} A_{si} - \gamma_b R_{b\tau} A_b - \gamma_s R_{sc} A'_s - \gamma_s R'_{si} A'_{si}), \quad (52)$$

Для элементов прямоугольного сечения:

$$A_b = bx; \quad A_{si} = bd_{si}; \quad A'_{si} = bd'_{si};$$

$$S_b = A_b(h_o - 0,5x) ; S'_s = A'_s(h_o - a') ;$$

$$S'_{si} = A'_{si}(h_o + 0,5d'_{si}),$$

При отсутствии в рассматриваемой конструкции какого либо элемента армирования (сжатой листовой и стержневой арматуры, растянутой листовой арматуры) в формулах (51) и (52) следует принимать равными нулю соответствующие этим элементам армирования геометрические характеристики поперечного сечения.

Для железобетонных (не имеющих листовой арматуры) элементов прямоугольного сечения условие прочности (51) принимает вид:

$$\gamma_{lc}\gamma_n N e \leq \gamma_c [\gamma_b R_{bt} b x (h_o - 0,5x) + \gamma_s R_{sc} A'_s (h_o - a')] , \quad (53)$$

При этом положение нейтральной оси определяется из условия:

$$\gamma_{lc}\gamma_n N = \gamma_c (\gamma_s R_s A_s - \gamma_s R_{sc} A'_s - \gamma_b R_{bt} b x) , \quad (54)$$

При $\xi > \xi_R$ расчет прочности внецентренно растянутых сталежелезобетонных (железобетонных) элементов следует производить по формуле (53), принимая $x = \xi_R h_o$.

Центрально растянутые элементы

5.18 К центрально растянутым относятся элементы, в которых линия действия продольной силы N совпадает с равнодействующей усилий во всей арматуре поперечного сечения элемента ($e' = e$, см. черт. 4, а).

Центрально растянутые сталежелезобетонные (железобетонные) элементы должны удовлетворять следующему условию прочности:

$$\gamma_{lc}\gamma_n N \leq \gamma_c (\gamma_s R_s A_s + \gamma_s R_{si} S_{si}) , \quad (55)$$

Для элементов прямоугольного сечения $A_{si} = b d_{si}$.

Для железобетонных (не имеющих листовой арматуры) элементов условие (55) принимает вид:

$$\gamma_{lc}\gamma_n N \leq \gamma_c \gamma_s R_s A_s , \quad (56)$$

5.19 Сталежелезобетонные элементы водоподводящего тракта ГЭС и ГАЭС (турбинные водоводы, их развилки и колена, турбинные блоки, затворные камеры и др.) и других сооружений, условия наступления предельных состояний которых выражаются через напряжения, при однозначной эпюре напряжений в расчетных сечениях рассчитываются из условий:

$$\gamma_{lc}\gamma_n \sigma_s \leq \gamma_c \gamma_s R_s , \quad (57)$$

$$\gamma_{lc}\gamma_n \sigma_{si} \leq \gamma_c \gamma_s R_{si} , \quad (58)$$

где σ_s и σ_{si} - растягивающие напряжения соответственно в стержневой арматуре и облицовке.

Расчет прочности сечений, наклонных к продольной оси элемента, на действие поперечной силы

и изгибающего момента

5.20 При расчете на действие поперечной силы должно соблюдаться условие:

$$\gamma_{lc}\gamma_n Q \leq 0,25 \gamma_c \gamma_{b7} R_{bt} b h_o , \quad (59)$$

где b - минимальная ширина элемента в сечении.

5.21 Расчет прочности сечений, наклонных к продольной оси элемента, на действие поперечной силы можно не производить, если соблюдаются условия:

а) для плитных конструкций, работающих пространственно, и для конструкций на упругом основании, за исключением вертикальных консолей подпорных стен

$$\gamma_{lc}\gamma_n Q \leq \gamma_c \gamma_{b7} \gamma_j R_{bt} b h_o , \quad (60)$$

б) для всех остальных конструкций

$$\gamma_{lc}\gamma_n Q \leq \gamma_c \gamma_{b7} Q_b , \quad (61)$$

где Q_b - поперечное усилие, воспринимаемое бетоном сжатой зоны в наклонном сечении, определяемое по формуле:

$$Q_b = \varphi_2 \varphi_3 \gamma_j R_{bt} b h_o \operatorname{tg} \beta , \quad (62)$$

где $\varphi_2 = 0,5 + 2\xi$,

$\varphi_3 = 1,0$ - для элементов с высотой сечения $h < 0,6$ м;

$\varphi_3 = 0,83$ - для элементов с высотой сечения $h \geq 0,6$ м;

γ_j - коэффициент, учитывающий влияние строительных швов в зоне действия поперечных сил, принимаемый по таблице 22.

Таблица 22

| l_j / h_j | 0,45 и меньше | от 0,46 до 0,64 | 0,65 и выше |
|-------------|---------------|-----------------|-------------|
| γ_j | 1,0 | 0,9 | 0,8 |

Обозначения, принятые в таблице:

l_j - расстояние между сечением по шву и нормальным сечением, проходящим через конец наклонного сечения в сжатой зоне (черт. 5, а);

h_j - высота сечения по шву.

Относительная высота сжатой зоны сечения ξ определяется по формулам:

для изгибаемых элементов -

$$\xi = \mu \frac{R_s}{R_b} , \quad (63)$$

для внецентренно сжатых (во всех случаях) и внецентренно растянутых элементов с большим эксцентриситетом -

$$\xi = \mu \frac{R_s}{R_b} \pm \frac{M}{R_b b h_o} , \quad (64)$$

где знаки "плюс" и "минус" следует применять соответственно для внецентренно сжатых и внецентренно растянутых элементов.

Для внецентренно растянутых элементов с малым эксцентриситетом следует принимать $Q_b = 0$.

Угол между наклонным сечением и продольной осью элемента β определяется по формуле:

$$tg\beta = \frac{2}{1 + \frac{M}{Qh_o}}, \quad (65)$$

но не более 1,5 и не менее 0,5.

Допускается поперечное усилие Q_b в условии (61) определять по формулам:

$$Q_{b1} = \frac{0,6\varphi_s\varphi_3(1+\varphi_n)\gamma_j R_{bt\tau} bh_o^2}{c}, \quad (66)$$

но не более $Q_{b1} = \varphi_s\varphi_3(1+\varphi_n)\gamma_j R_{bt\tau} bh_o$;

$$Q_{b2} = \frac{0,8\varphi_s\varphi_3(1+\varphi_n)\gamma_j R_{bt\tau} bh_o}{1 + \frac{M}{Qh_o}}, \quad (67)$$

где φ_s - коэффициент, учитывающий влияние продольной арматуры и определяемый по формуле

$$\varphi_s = 1 + 50 \frac{A_s}{bh_o}, \quad (68)$$

но не более 2,0,

φ_n - коэффициент, учитывающий влияние продольных сил (с учетом противодействия) и определяемый по формулам:

- при действии продольных сжимающих сил

$$\varphi_n = 0,1 \frac{N}{R_{bt\tau} bh_o}, \quad (69)$$

но не более 0,5,

- при действии продольных растягивающих сил

$$\varphi_n = -0,2 \frac{N}{R_{bt\tau} bh_o}, \quad (70)$$

но не более 0,8 по абсолютной величине;

c - длина проекции наклонного сечения на продольную ось элемента, отсчитывая от опоры.

В формулах (65) и (67) M и Q - соответственно изгибающий момент и поперечная сила в нормальном сечении, проходящем через конец наклонного сечения в сжатой зоне.

В общем случае расчета элемента следует задаваться рядом значений c и определять Q_{b1} , по формуле (60). При действии на элемент сосредоточенных сил значения c принимаются равными расстояниям от опоры до точки приложения этих сил.

При действии на элемент распределенной нагрузки интенсивностью q_1 значение c определяется по формуле:

$$c = \sqrt{\frac{0,6\varphi_3(1+\varphi_n)\gamma_j R_{bt\tau} bh_o^2}{q_1}}, \quad (71)$$

Если условие (61) при подстановке в правую часть вместо Q_b Q_{b1} не удовлетворяется, следует задаться рядом наклонных сечений, для которых найти значения M и Q , по формуле (67) определить значение Q_{b2} и проверить условие (61) при $Q_b = Q_{b2}$.

Расчет поперечной арматуры не производится, если условие (61) соблюдается при подстановке в его правую часть одного из поперечных усилий Q_{b1} или Q_{b2} .

5.22 Расчет поперечной арматуры в наклонных сечениях элементов постоянной высоты (черт. 5) следует производить по формуле:

$$\gamma_{lc}\gamma_n Q_1 \leq \gamma_c (\Sigma \gamma_s R_{sw} A_{sw} + \Sigma \gamma_s R_{sw} A_{s,inc} \sin \alpha + \gamma_{b7} Q_b), \quad (72)$$

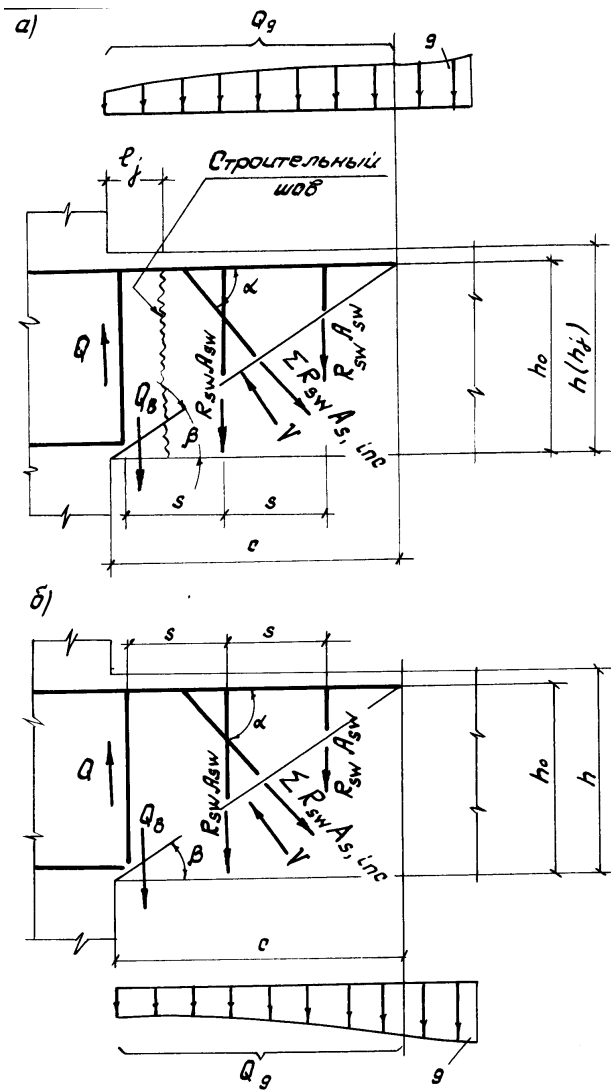
где

Q_1 - поперечная сила, действующая в наклонном сечении, т.е. равнодействующая всех поперечных сил от внешней нагрузки, расположенных по одну сторону от рассматриваемого наклонного сечения;

$\Sigma \gamma_s R_{sw} A_{sw}$, - суммы поперечных усилий воспринимаемых соответственно хомутами и отогнутыми стержнями, пересекающими наклонное сечение;

$\Sigma \gamma_s R_{sw} A_{s,inc} \sin \alpha$ - суммы поперечных усилий воспринимаемых соответственно хомутами и отогнутыми стержнями, пересекающими наклонное сечение;

α - угол наклона отогнутых стержней к продольной оси элемента в наклонном сечении.



Черт. 5. Схема усилий в сечении, наклонном к продольной оси железобетонного элемента, при расчете его по прочности на действие поперечной силы.

- а) - нагрузка действует в сторону элемента;
 б) - нагрузка действует в сторону от элемента.

Если внешняя нагрузка действует в сторону элемента, как указано на черт. 5, а, расчетную поперечную силу надлежит определять по формуле:

$$Q_1 = Q - Q_g - V \cos \beta, \quad (73)$$

где Q - поперечная сила в опорном сечении;

Q_g - равнодействующая внешней нагрузки, действующей на элемент в пределах длины проекции наклонного сечения на продольную ось элемента;

V - сила противодействия, действующая в наклонном сечении, определяемая в предположении линейного распределения пьезометрического давления и $\alpha_{2b} = 1,0$.

Если внешняя нагрузка действует в сторону элемента, как показано на черт. 5, б, то Q_g в формуле (73) не учитывается.

5.23 Если условие (61) при $Q_b = Q_{b1}$ и $Q_b = Q_{b2}$ не выполняется, расчет элементов, армированных хомутами, допускается производить по наиболее опасному сечению из условий:

$$\gamma_{lc} \gamma_n Q \leq \gamma_c (\gamma_{b7} Q_{b1} + Q_{sw}), \quad (74)$$

$$\gamma_{lc} \gamma_n Q \leq \gamma_c (\gamma_{b7} Q_{b2} + Q_{sw}), \quad (75)$$

где Q_{sw} - поперечное усилие, воспринимаемое хомутами в пределах наиболее опасного наклонного сечения и определяемое по формуле:

$$Q_{sw} = q_{sw} \sqrt{\frac{0,6 \varphi_s (1 + \varphi_n) \gamma_j R_{brt} b h_o^2}{q_{sw}}}, \quad (76)$$

где q_{sw} - усилие в хомутах на единицу длины элемента в пределах в пределах наклонного сечения, определяемое по формуле:

$$q_{sw} = \frac{\gamma_s R_{sw} A_{sw}}{S}, \quad (77)$$

где S - шаг хомутов.

При расчете элементов принимается наименьшее число хомутов, полученных из условий (74) и (75).

5.24 Расстояние между поперечными стержнями (хомутами), между концом предыдущего и началом последующего отгиба, а также между опорой и концом отгиба, ближайшего к опоре, должно быть не более величины S_{max} , определяемой по формуле:

$$S_{max} = \frac{\gamma_c \gamma_{b7} \varphi_2 R_{brt} b h_o^2}{\gamma_{lc} \gamma_n Q_1}, \quad (78)$$

5.25 Расчет элементов переменной высоты сечения на действие поперечной силы производится следующим образом:

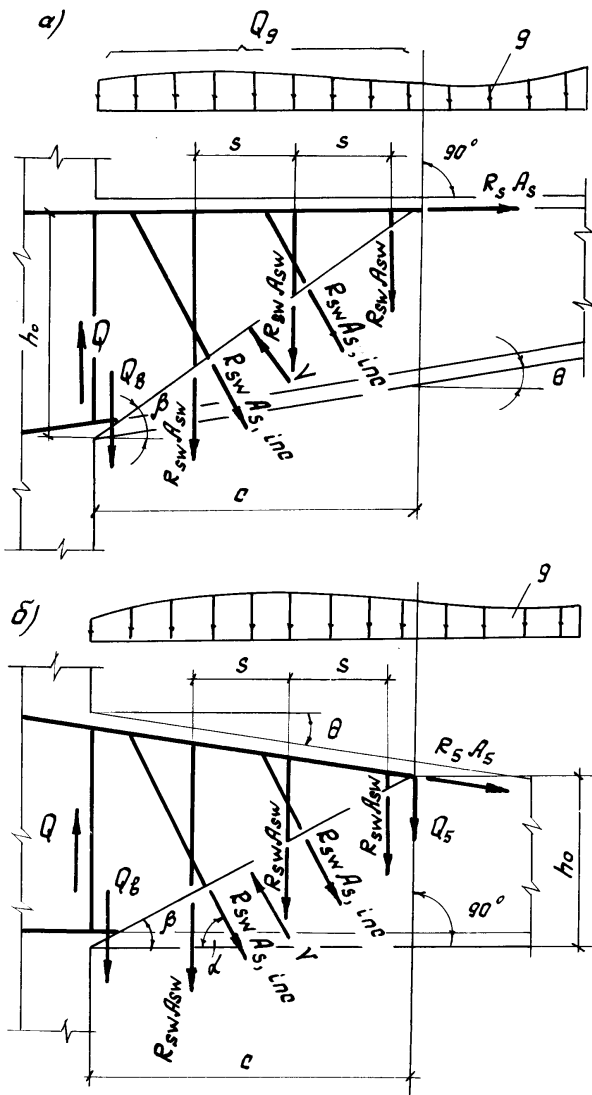
- если одна из граней элемента горизонтальна или вертикальна, а вторая наклонна, то ось элемента принимается соответственно горизонтальной или вертикальной. За рабочую высоту наклонного сечения следует принимать проекцию рабочей части наклонного сечения на нормаль к оси элемента;

- для элемента с наклонной сжатой гранью - у конца наклонного сечения в сжатой зоне (черт. 6, а);

- для элемента с наклонной растянутой гранью - у начала наклонного сечения в растянутой зоне (черт. 6, б);

- если обе грани элемента наклонные, за ось элемента следует принимать геометрическое место точек, равноудаленных от грани элемента. За рабочую высоту сечения принимается проекция рабочей части наклонного сечения на нормаль к оси элемента.

5.26 Расчет сечений, наклонных к продольной оси элемента, на действие изгибающего момента следует производить для сечений, проверяемых



Черт. 6. Схема усилий в сечении, наклонном к продольной оси железобетонного элемента с наклонной гранью, при расчете его по прочности на действие поперечной силы.

- a) - наклонная грань сжата;
- б) - наклонная грань растянута.

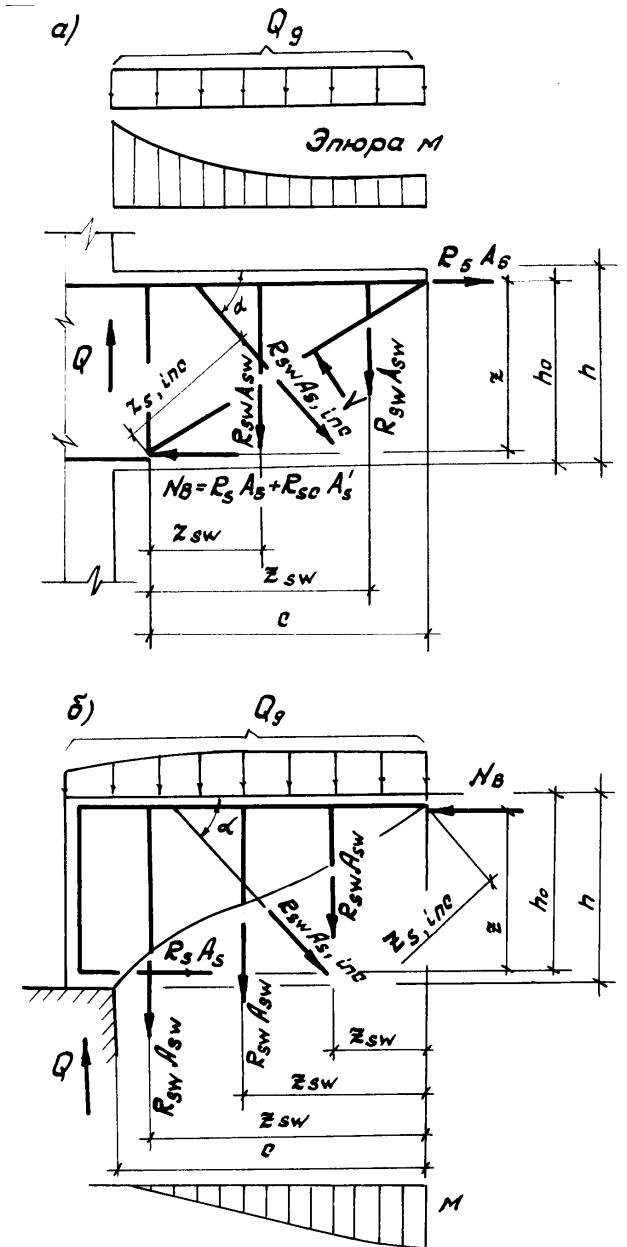
на прочность при действии поперечных сил, а так же для сечений, проходящих через точки изменения площади продольной растянутой арматуры (точки теоретического отрыва арматуры или изменения ее диаметра), и в местах резкого изменения поперечного сечения элемента по формуле:

$$\gamma_{lc} \gamma_n M \leq \gamma_c (\gamma_s R_s A_s z + \Sigma \gamma_s R_{sw} A_{s,inc} z_{s,inc} + \Sigma \gamma_s R_{sw} A_{sw} z_{sw}), \quad (79)$$

где M - момент всех внешних сил (с учетом противодействия), расположенных по одну сторону от рассматриваемого наклонного сечения относительно оси, которая проходит через точку приложения равнодействующей усилий в сжатой зоне и перпендикулярна плоскости действия момента;

$\gamma_s R_s A_s z$, - суммы моментов относительно той же оси соответственно от усилий в продольной арматуре, в отогнутых стержнях и хомутах, пересекающих растянутую зону наклонного сечения;

$z, z_{s,inc}, z_{sw}$ - плечи усилий в продольной арматуре, в отогнутых стержнях и хомутах относительно той же оси (черт. 7).



Черт. 7. Схема усилий в сечении, наклонном к продольной оси железобетонного элемента, при расчете его прочности на действие изгибающего момента.

- a) - элемент защемлен на опоре;
- б) - элемент со свободной опорой.

Если наклонное сечение расположено в зоне изменения знака изгибающего момента, проверку на изгиб следует производить относительно точек пересечения

наклонного сечения с продольной арматурой, расположенной у обеих граней. При этом следует принимать $Q_b = 0$.

Высота сжатой зоны в наклонном сечении, измеренная по нормали к продольной оси элемента, определяется в соответствии с требованиями п.п. 5.14 - 5.16.

5.27 Элементы с постоянной или плавно изменяющейся высотой сечений допускается не рассчитывать по прочности наклонного сечения на действие изгибающего момента в одном из следующих случаев:

- если вся продольная арматура доводится до опоры или до конца элемента и имеет достаточную анкеровку;
- в плитных пространственно работающих конструкциях;
- если продольные растянутые стержни, обрываемые по длине элемента, заводятся за нормальное сечение, в котором они не требуются по расчету, на длину l_g и более, определяемую по формуле:

$$l_g = \frac{\gamma_{lc}\gamma_n Q - 0,75\gamma_c\gamma_s R_{sw} A_{s,inc} \sin \alpha}{1,5q_{sw}}, \quad (80)$$

где Q - поперечная сила в нормальном сечении, проходящем через точку теоретического обрыва стержня;

$A_{s,inc}, \alpha$ - соответственно площадь сечения и угол наклона отогнутых стержней, расположенных в пределах участка длиной l_g ;

q_{sw} - усилие в хомутах на единицу длины элемента на участке длиной l_g , определяемое по формуле:

$$q_{sw} = \frac{\gamma_s R_{sw} A_{sw}}{S}, \quad (81)$$

d - диаметр обрываемого стержня, см;

если выполняется условие:

$$\gamma_{lc}\gamma_n Q \leq 0,25\gamma_c\gamma_{b7} R_{btr,ser} b h_o, \quad (82)$$

в конструкциях на упругом основании, за исключением подпорных стен.

5.28 Расчет изгибаемых и внецентренно сжатых элементов постоянной высоты, армированных хомутами, допускается производить в соответствии с требованиями КМК 2.03.01-97 с учетом расчетных коэффициентов настоящих норм.

5.29 Расчет консоли, длина которой равна или меньше ее высоты в опорном сечении h (короткая консоль) следует производить по КМК 2.03.01-97.

5.30 Железобетонные элементы, наступление предельных состояний которых выражается через главные напряжения в бетоне, рассчитываются из следующих условий:

$$\begin{aligned} \gamma_{lc}\gamma_n k_x \sigma_{mt} &\leq \gamma_c \gamma_s \mu_x R_s \\ \gamma_{lc}\gamma_n k_y \sigma_{mt} &\leq \gamma_c \gamma_s \mu_y R_s, \quad (83) \\ \gamma_{lc}\gamma_n k_z \sigma_{mt} &\leq \gamma_c \gamma_s \mu_z R_s \end{aligned}$$

где $k_x; k_y; k_z$ - коэффициенты, учитывающие схему армирования элемента и влияние работы арматуры на сдвиг (нагельный эффект);

$\mu_x; \mu_y; \mu_z$ - коэффициенты армирования сечений, перпендикулярных соответственно к осям.

Значения коэффициентов k_x, k_y и k_z определяются экспериментально. Допускается значения этих коэффициентов определять по графикам приложения 5 в зависимости от диаметра арматуры и углов наклона α_x, α_y и α_z траектории напряжений σ_{mt} к осям x, y и z .

При $\alpha_i \leq 20^\circ$ следует принимать $k_i = 1,0$.

В случаях, когда главные растягивающие напряжения σ_{mt} воспринимаются арматурными стержнями, ориентированными по двум взаимно перпендикулярным направлениям (армирование ортогональными сетками), или только стержнями, ориентированными вдоль траектории напряжений σ_{mt} , в условиях (83) следует принимать:

- при армировании сетками:

$$\mu_z = 0; k_z = 0,$$

- при армировании стержнями, параллельными вектору σ_{mt} :

$$\mu_z = \mu_y = 0; k_z = k_y = 0; k_x = 1,0.$$

5.31 При проектировании массивных железобетонных элементов прямоугольного сечения, предельные состояния которых выражаются через усилия, следует проверять прочность продольных сечений на уровне нейтральной оси и на уровне продольных строительных швов на действие вторичных (после образования трещин в растянутой зоне элемента) напряжений в бетоне из условий:

- на уровне нейтральной оси:

$$\gamma_{lc}\gamma_n \sigma_{sw} \leq \gamma_c \gamma_s R_{sw}, \quad (84)$$

- на уровне продольного строительного шва:

$$\gamma_{lc}\gamma_n \sigma_{sw,j} \leq \gamma_c \gamma_s R_{sw}, \quad (85)$$

$$\gamma_{lc}\gamma_n \tau_{sw,j} \leq \gamma_c k_R (R_{sw}, R_b), \quad (86)$$

где σ_{sw} - растягивающие напряжения в хомутах на уровне нейтральной оси;

$\sigma_{sw,j}; \tau_{sw,j}$ - соответственно растягивающие и касательные напряжения в хомутах на уровне продольного строительного шва;

$k_R(R_{sw}, R_b)$ - критерий прочности на срез хомутов при их нагельной работе.

Критерий $k_R(R_{sw}, R_b)$ определяется экспериментально. Для сооружений III и IV классов допускается принимать:

$$k_R(R_{sw}, R_b) = 5,2 \sqrt{R_{sw} R_b}, \quad (87)$$

Растягивающие напряжения в хомутах на уровне нейтральной оси элемента определяются по формуле:

$$\sigma_{sw} = \frac{\sigma'_t b s \left[1 - \left(\frac{R_{btr}}{\sigma'_t} \right)^2 \right]}{\pi m d_{sw}^2}, \quad (88)$$

где σ'_t - максимальное вторичное растягивающее напряжение в бетоне на уровне нейтральной оси;
 b - ширина сечения элемента;
 m - число стержней хомутов в поперечном сечении элемента;
 $d_{sw}; s$ - соответственно диаметр стержней и шаг хомутов.

Растягивающие напряжения в хомутах на уровне продольного строительного шва определяются по формуле:

$$\sigma_{sw,j} = \frac{\sigma'_{t,j} b s}{\pi m d_{sw}^2}, \quad (89)$$

где $\sigma'_{t,j}$ - максимальное вторичное поперечное растягивающее напряжение в бетоне на уровне продольного строительного шва.

Касательные напряжения в хомутах на уровне продольного строительного шва определяются по формуле:

$$\tau_{sw,j} = \frac{4(\tau_j - R_{sh,j}) b s}{\pi m d_{sw}^2}, \quad (90)$$

где τ_j - среднее значение касательных напряжений на уровне продольного строительного шва;

$R_{sh,j}$ - прочность продольного строительного шва на срез при наличии нормальных растягивающих напряжений $\sigma'_{t,j}$;

Значения τ_j определяются по формуле:

$$\tau_j = 0,5(\tau_j^o + \tau'_j), \quad (91)$$

где τ_j^o и τ'_j - касательные напряжения на уровне продольного строительного шва на участке между нормальными трещинами в растянутой зоне элемента соответственно до образования нормальных трещин и после их образования.

Прочность продольного строительного шва на срез определяется по формулам:

для необработанного шва

$$R_{sh,j} = \frac{0,6\tau_j R_{bt\tau}}{\tau_j + 3\sigma'_{t,j}}, \quad (92)$$

для обработанного шва (снятие цементной пленки, устройство штраб и т.п.)

$$R_{sh,j} = \frac{1,2\tau_j R_{bt\tau}}{\tau_j + 2,4\sigma'_{t,j}}, \quad (93)$$

Касательные напряжения в бетоне на уровне продольного строительного шва до образования нормальных трещин определяются по формуле:

$$\tau_j^o = \frac{QS_j}{Ib}, \quad (94)$$

где S_j - статический момент части поперечного сечения, ограниченной строительным швом.

Вторичные напряжения в элементе $\sigma'_t; \sigma'_{t,j}; \tau'_j$ определяются из расчетов элементов с трещинами при действии изгибающего момента M и перерезывающей силы Q .

Расчет выносливости железобетонных элементов

5.32 Расчет выносливости сечений, нормальных к продольной оси элемента, должен производиться из условий:

для сжатого бетона -

$$\gamma_{lc}\gamma_n\sigma_c \leq \gamma_c\gamma_b R_{bt}, \quad (95)$$

для растянутой арматуры -

$$\gamma_{lc}\gamma_n\sigma_s \leq \gamma_c\gamma_{s1} R_s, \quad (96)$$

где σ_c и σ_s - максимальные значения соответственно сжимающих напряжений в бетоне и растягивающих напряжений в арматуре;

$$\gamma_b = \gamma_{b7}\gamma_{b12}$$

Сжатая арматура на выносливость не рассчитывается.

5.33 В трещиностойких элементах напряжения в бетоне σ_c и в арматуре σ_s определяются в зоне действия максимального изгибающего момента по расчету как для упругого тела по приведенным сечениям с учетом указаний п. 2.34.

В нетрещиностойких элементах площадь и момент сопротивления приведенного сечения следует определять без учета растянутой зоны бетона. Напряжения в арматуре следует определять согласно п. 6.7 настоящих норм.

5.34 Расчет выносливости сечений наклонных к продольной оси элемента следует выполнять из условия:

$$\gamma_{lc}\gamma_n\sigma_{mt} \leq \gamma_c\gamma_b R_{bt}, \quad (97)$$

где σ_{mt} - главные растягивающие напряжения в бетоне;

$$\gamma_b = \gamma_{b5} \gamma_{b7} \gamma_{b12} \gamma_{b13}$$

Величину главных растягивающих напряжений в бетоне следует определять по формуле (32), с учетом указанных п. 5.8.

Для стержневых элементов прямоугольного сечения с параллельными растянутой и сжатой гранями допускается при определении главных растягивающих напряжений принимать $\sigma_y = 0$, а напряжения σ_x и τ_{xy} определять по формулам:

$$\sigma_x = \frac{My}{I_{red}} \pm \frac{N}{A_{red}}, \quad (98)$$

$$\tau_{xy} = \frac{QS_{red}}{I_{red} \cdot b}, \quad (99)$$

где A_{red} и I_{red} - площадь и момент инерции приведенного сечения относительно его центра тяжести;

S_{red} - статический момент части приведенного сечения, лежащей по одну сторону от оси, на уровне которой определяются касательные напряжения;

y - расстояние от центра тяжести приведенного сечения до линии, на уровне которой определяются касательные напряжения;

b - ширина сечения на том же уровне.

В формуле (98) знак "плюс" принимается для внецентренно растянутых, знак "минус" - для внецентренно сжатых элементов.

Геометрические параметры приведенного сечения следует определять с учетом указаний п. 5.34.

Для элементов с переменной высотой сечения касательные напряжения τ_{xy} следует определять с учетом указаний п. 8.8.

Если условие (97) не выполняется, то равнодействующая главных растягивающих напряжений должна быть полностью передана на поперечную арматуру при напряжениях в ней $\sigma_s \leq \gamma_s R_s$.

6. РАСЧЕТ ЭЛЕМЕНТОВ БЕТОННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПО ОБРАЗОВАНИЮ И РАСКРЫТИЮ ТРЕЩИН И ПО ДЕФОРМАЦИЯМ

Расчет бетонных и железобетонных элементов по образованию трещин.

6.1 Расчет бетонных и железобетонных элементов по образованию трещин следует производить:

а) в случаях, когда по условиям эксплуатации трещины не допускаются;

б) для выявления зон трещинообразования при расчете статически неопределимых стержневых и массивных конструкций в соответствии с п.п. 4.8 и 4.9.

в) при наличии специальных требований норм проектирования отдельных видов гидротехнических сооружений.

К числу конструкций, в которых трещины не допускаются, относятся:

- напорные и безнапорные элементы, находящиеся в зоне переменного уровня воды и подвергающиеся периодическому замораживанию и оттаиванию при невозможности устройства необходимых защитных мероприятий;

- конструкции, к которым предъявляется требование водонепроницаемости, в тех случаях, когда это требование невозможно обеспечить конструктивными или технологическими мероприятиями;

- элементы причальных набережных, погружаемые в грунт забивкой или вибрированием;

- лицевые элементы причальных набережных, свай и свай-оболочки для стадий изготовления, транспортировки и монтажа.

6.2 Расчет стержневых железобетонных элементов по образованию трещин, нормальных к их продольной оси, следует производить:

а) для центрально растянутых элементов по формуле:

$$N \leq \gamma_c \gamma_b R_{bt,ser} A_{red}, \quad (100)$$

где $\gamma_b = \gamma_{b7} \gamma_{b8} \gamma_{b9} \gamma_{b13}$

При $\gamma_{b8} \gamma_{b9} > 2$ следует принимать $\gamma_{b8} \gamma_{b9} = 2,0$;

б) для изгибаемых элементов по формуле:

$$M \leq \gamma_c \gamma_b R_{bt,ser} W_{t,red}, \quad (101)$$

где $\gamma_b = \gamma_{b7} \gamma_{b8} \gamma_{b10} \gamma_{b13}$

При $\gamma_{b8} \gamma_{b10} > 2$ следует принимать $\gamma_{b8} \gamma_{b10} = 2,0$;

в) для внецентренно сжатых элементов по формуле:

$$\frac{M}{W_{t,red}} - \frac{N}{A_{red}} \leq \gamma_c \gamma_b R_{bt,ser}, \quad (102)$$

где $\gamma_b = \gamma_{b7} \gamma_{b8} \gamma_{b10} \gamma_{b13}$

При $\gamma_{b8} \gamma_{b10} > 2$ следует принимать $\gamma_{b8} \gamma_{b10} = 2,0$;

г) для внецентренно растянутых элементов по формуле:

$$\frac{M}{\gamma_{b10} W_{t,red}} + \frac{N}{\gamma_{b9} A_{red}} \leq \gamma_c \gamma_b R_{bt,ser}, \quad (103)$$

где $\gamma_b = \gamma_{b7} \gamma_{b8} \gamma_{b13}$

При расчете по формуле (103) следует принимать:

γ_{b9} - как для центрально растянутого элемента такого же поперечного сечения;

γ_{b10} - как для изгибаемого элемента такого же поперечного сечения.

Примечание. В формулах (100) - (103) знак равенства соответствует условию образования трещин, знак неравенства - условию трещиностойкости.

6.3 Расчеты по образованию трещин, нормальных к продольной оси бетонных элементов, предельные состояния которых выражаются через усилия, следует производить по формулам (24) и (28), принимая в них $\gamma_{lc} = 1,0$;

$\gamma_n = 1,0$ и $R_{bt,ser}$ вместо R_{bt} .

6.4 Расчеты по образованию трещин по главным растягивающим напряжениям выполняются:

- для оценки трещиностойкости сечений, наклонных к продольной оси стержневых бетонных и железобетонных конструкций;

- для оценки трещиностойкости объемных бетонных и железобетонных конструкций, предельные состояния которые не могут быть выражены через усилия;

- для оценки трещиностойкости бетонных и железобетонных конструкций при действии многократно повторяющейся нагрузки.

Расчеты по образованию трещин в этих случаях выполняются из условия:

$$\sigma_{mt} \leq \gamma_c \gamma_b R_{bt,ser}, \quad (104)$$

где

$\gamma_b = \gamma_{b1} \gamma_{b2} \gamma_{b3} \gamma_{b5} \gamma_{b13}$ - при расчетах бетонных элементов;

$\gamma_b = \gamma_{b7} \gamma_{b8} \gamma_{b10} \gamma_{b11} \gamma_{b13}$ - при расчетах железобетонных элементов;

$\gamma_b = \gamma_{b1} \gamma_{b2} \gamma_{b5} \gamma_{b12} \gamma_{b13}$ - при расчетах бетонных элементов при действии многократно повторяющейся нагрузки;

$\gamma_b = \gamma_{b7} \gamma_{b11} \gamma_{b12} \gamma_{b13}$ - при расчетах железобетонных элементов при действии многократно повторяющейся нагрузки.

Напряженное состояние элементов определяется в соответствии с указаниями п. 5.8. Проверка условия (104) производится для наружных граней элементов, в точках пересечения их с главными центральными осями инерции приведенного сечения, а для элементов таврового, двутаврового и коробчатого сечений также в местах примыкания сжатых полок к стенке.

При определении коэффициентов γ_{b3} - для бетонных конструкций и γ_{b10} - для железобетонных конструкций высота растянутой зоны сечения h_t находится по эпюре напряжений в плоскости главных растягивающих напряжений.

Коэффициент γ_{b8} вычисляется в зависимости от схемы армирования (однорядное или многорядное, дисперсное или обычное) области элемента, для которой производится проверка трещиностойкости.

Расчет железобетонных элементов по раскрытию трещин.

6.5 В нетрещиностойких стержневых элементах расчет по раскрытию нормальных к продольной оси трещин следует выполнять из условия:

$$a_{cr} \leq \gamma_c A_{cr}, \quad (105)$$

где a_{cr} - расчетная ширина раскрытия трещин, мм;

Δ_{cr} - допускаемая ширина раскрытия трещин, мм, определяемая по п. 6.8.

6.6 Ширину раскрытия трещин a_{cr} мм, следует определять по формуле:

$$a_{cr} \leq \delta \varphi_l \eta \frac{\sigma_s - \sigma_{s,bg}}{E_s} 7(4 - 100\mu) \sqrt{d}, \quad (106)$$

где δ - коэффициент, принимаемый равным для элементов:

изгибаемых и внецентренно сжатых 1,0
 центрально и внецентренно растянутых 1,2

φ_l - коэффициент, принимаемый равным:

при учете временного действия нагрузок 1,0
 при $F_l/F_c < 2/3$ 1,0
 при $F_l/F_c \geq 2/3$ 1,3

здесь F_c и F_l - наибольшие обобщенные усилия (изгибающий момент, нормальная сила и т.п.) соответственно от действия полной нагрузки (постоянной, длительной, кратковременной) и от действия постоянной и длительной нагрузок;

при учете многократно повторяющейся нагрузки при воздушно-сухом состоянии бетона ... $2 - \rho_s$,

здесь ρ_s - коэффициент асимметрии цикла;

η - коэффициент, принимаемый равным при арматуре:

стержневой периодического профиля 1,0
 гладкой стержневой 1,4
 проволочной периодического профиля 1,2

σ_s - напряжение в растянутой арматуре, определяемое в соответствии с п. 6.7 без учета сопротивления бетона растянутой зоны сечения; с учетом фильтрационного давления воды, определяемого в соответствии с п.п. 4.13 и 4.14;

$\sigma_{s,bg}$ - начальное растягивающее напряжение в арматуре от набухания бетона. Для конструкций, находящихся в воде $\sigma_{s,bg} = 20$ МПа; для конструкций, подверженных длительному высыханию, в том числе во время строительства, $\sigma_{s,bg} = 0$;

μ - коэффициент армирования сечения,

$$\mu = A_s / (bh_o), \text{ но не более } 0,02;$$

d - диаметр стержневой арматуры, мм. При различных диаметрах стержней следует принимать

$$d = \frac{\sum_{i=1}^k n_i d_i^2}{\sum_{i=1}^k n_i d_i},$$

здесь n - число стержней одного диаметра.

6.7 Напряжения в арматуре при расчетах ширины раскрытия трещин следует определять по следующим формулам:

- для изгибаемых элементов

$$\sigma_s = \frac{M}{(A_s z)}, \quad (107)$$

- для центрально растянутых элементов

$$\sigma_s = \frac{N}{A_s}, \quad (108)$$

- для внецентренно растянутых и внецентренно сжатых элементов при больших эксцентриситетах

$$\sigma_s = \frac{N(e \pm z)}{A_s z}, \quad (109)$$

для внецентренно растянутых элементов при малых эксцентриситетах:

для арматуры S

$$\sigma_x = \frac{Ne'}{A_s(h_o - a')}, \quad (110)$$

для арматуры S'

$$\sigma_x = \frac{Ne'}{A'_s(h_o - a')}, \quad (111)$$

В формуле (107) знак "плюс" принимается при внецентренном растяжении, "минус" - при внецентренном сжатии.

В формулах (107) и (109) Z (плечо внутренней пары сил) допускается принимать по результатам расчета сечений на прочность при расчетных нагрузках.

6.8 Допускаемую ширину раскрытия трещин Δ_{cr} , мм, для массивных напорных конструкций следует принимать не более величин, приведенных в таблицах 20, 21, 22 по условиям коррозионной стойкости, сохранности арматуры и по влиянию процессов замораживания-оттаивания.

Для сооружений II - IV классов предельная ширина раскрытия трещин определяется умножением полученных по таблицам значений Δ_{cr} , мм, на коэффициенты, равные соответственно 1,3; 1,6; 2,0. При этом ширина раскрытия трещин принимается не более 0,5 мм.

Приведенные в табл. 23, 24, 25 значения Δ_{cr} принимаются с учетом применения арматуры классов А-I, А-II, А-III, Вр-I. При применении арматуры других классов предельная ширина раскрытия трещин принимается в соответствии с КМК 2.03.01-97, но не более величин, полученных по настоящим таблицам.

При бикарбонатной щелочности воды-среды, меньшей 1 мг экв/л, или суммарной концентрации ионов Cl и SO_4 , большей 1000 мг/л, значения Δ_{cr} следует уменьшать в два раза.

При среднегодовом значении бикарбонатной щелочности воды-среды, меньшей 0,25 мг экв/л, и при отсутствии защитных мероприятий напорные конструкции следует проектировать трещиностойкими.

Значения Δ_{cr} при использовании защитных мероприятий следует устанавливать на основании специальных исследований.

При диаметрах арматуры 40 мм и более значения Δ_{cr} допускается увеличивать на 25%.

Для тонкостенных конструкций (с высотой сечения менее 1,5 м) ширину раскрытия трещин Δ_{cr} следует определять по КМК 2.03.11-96.

Таблица 23

| Гидрокарбонатная щелочность воды W экв/л | Максимальное значение В/Ц бетона при напоре H , м | | | Допускаемая ширина раскрытия трещин Δ_{cr} , мм в сооружениях I класса по условию коррозионной |
|---|---|----|-----|--|
| | 10 | 50 | 200 | |
| | | | | |

| | | | | стойкости |
|--------------|-------------------|------|------|------------|
| До 0,25 вкл. | 0,50 | 0,48 | 0,45 | Не допуск. |
| 0,4 | 0,55 | 0,50 | 0,45 | 0,05 |
| 0,4 | 0,48 | 0,45 | 0,42 | 0,10 |
| 0,8 | 0,63 | 0,48 | 0,52 | 0,05 |
| 0,8 | 0,59 | 0,55 | 0,50 | 0,10 |
| 0,8 | 0,56 | 0,52 | 0,48 | 0,15 |
| 0,8 | 0,54 | 0,50 | 0,46 | 0,20 |
| 0,8 | 0,52 | 0,49 | 0,45 | 0,25 |
| 0,8 | 0,50 | 0,47 | 0,44 | 0,35 |
| 0,8 | 0,48 | 0,45 | 0,43 | 0,50 |
| 1,6 | 0,70 | 0,69 | 0,64 | 0,05 |
| 1,6 | 0,70 | 0,66 | 0,62 | 0,10 |
| 1,6 | 0,68 | 0,64 | 0,60 | 0,15 |
| 1,6 | 0,66 | 0,62 | 0,58 | 0,20 |
| 1,6 | 0,64 | 0,60 | 0,57 | 0,25 |
| 1,6 | 0,62 | 0,58 | 0,55 | 0,35 |
| 1,6 | 0,60 | 0,56 | 0,53 | 0,50 |
| 2,4 | 0,70 | 0,70 | 0,70 | 0,05 |
| 2,4 | 0,70 | 0,70 | 0,69 | 0,10 |
| 2,4 | 0,70 | 0,70 | 0,66 | 0,15 |
| 2,4 | 0,70 | 0,66 | 0,62 | 0,25 |
| 2,4 | 0,68 | 0,64 | 0,60 | 0,35 |
| 2,4 | 0,66 | 0,62 | 0,59 | 0,50 |
| 3,2 и больше | Не ограничивается | | | |

Таблица 24

| Условия воздействия среды на конструкцию | Градиент напора I | Допускаемая ширина раскрытия трещин, Δ_{cr} мм, в сооружениях I класса по условию сохранности арматуры, при суммарной концентрации ионов $[Cl'] + [SO_4'']$ 0,25 в водной среде, мг/л. | | | | |
|---|---------------------|---|------|------|----------|------|
| | | менее 50 | 100 | 200 | 400-1000 | |
| Постоянное водонасыщение | До 5 | 0,50 | 0,40 | 0,35 | 0,30 | |
| | 50 | 0,45 | 0,35 | 0,30 | 0,25 | |
| | 300 | 0,40 | 0,30 | 0,25 | 0,20 | |
| Периодическое насыщение при числе циклов в год: | менее 100 | До 5 | 0,30 | 0,25 | 0,20 | 0,15 |
| | | 50 | 0,30 | 0,20 | 0,15 | 0,10 |
| | | 300 | 0,30 | 0,20 | 0,10 | 0,05 |
| | 200-100 | До 5 | 0,25 | 0,20 | 0,15 | 0,10 |
| | | 50 | 0,20 | 0,15 | 0,10 | 0,05 |
| | | 300 | 0,20 | 0,10 | 0,10 | 0,05 |
| Капиллярный подсос, брызги | - | 0,20 | 0,15 | 0,10 | 0,05 | |

Таблица 25

| Расчетное число циклов замораживания | Марка бетона по морозостой- | Допустимая ширина раскрытия трещин Δ_{cr} мм, в сооружениях I класса по условию замораживания и оттаивания | |
|--------------------------------------|-----------------------------|---|-------------------|
| | | в пресной воде в | на воздухе в зоне |
| | | | |

| | кости | зоне припая льда при температуре, °C | | | капиллярного поднятия воды при температуре, °C | | |
|-----|-------|--------------------------------------|------|------|--|------|------|
| | | -9 | -19 | -30 | -9 | -19 | -30 |
| | | ±4 | ±5 | ±5 | ±4 | ±5 | ±5 |
| 50 | F 50 | 0,05 | 0 | 0 | 0,15 | 0,10 | 0 |
| | F 100 | 0,10 | 0,05 | 0 | 0,20 | 0,15 | 0,10 |
| | F 200 | 0,20 | 0,15 | 0,05 | 0,30 | 0,25 | 0,15 |
| | F 300 | 0,30 | 0,25 | 0,15 | 0,40 | 0,30 | 0,20 |
| | F 400 | 0,30 | 0,30 | 0,20 | 0,50 | 0,40 | 0,25 |
| 100 | F 50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | F 100 | 0,05 | 0 | 0 | 0,15 | 0,10 | 0 |
| | F 200 | 0,15 | 0,10 | 0,05 | 0,25 | 0,15 | 0,10 |
| | F 300 | 0,25 | 0,20 | 0,10 | 0,35 | 0,25 | 0,15 |
| | F 400 | 0,30 | 0,25 | 0,15 | 0,40 | 0,30 | 0,20 |
| 200 | F 50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | F 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | F 200 | 0,10 | 0,05 | 0 | 0,20 | 0,10 | 0,05 |
| | F 300 | 0,20 | 0,10 | 0,05 | 0,30 | 0,20 | 0,10 |
| | F 400 | 0,30 | 0,15 | 0,10 | 0,35 | 0,25 | 0,15 |
| 300 | F 50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | F 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | F 200 | 0,05 | 0 | 0 | 0,15 | 0,05 | 0 |
| | F 300 | 0,15 | 0,05 | 0 | 0,25 | 0,10 | 0,05 |
| | F 400 | 0,25 | 0,10 | 0,05 | 0,30 | 0,20 | 0,10 |

Расчет элементов железобетонных конструкций по деформациям

6.9 Деформации железобетонных конструкций, а также усилия в элементах статически неопределимых конструкций определяются методами строительной механики с учетом трещин и неупругих свойств бетона.

При сложных статически неопределимых системах допускается определять перемещения по формулам сопротивления материалов.

6.10 При кратковременном действии нагрузки жесткость изгибаемых, внецентренно сжатых и внецентренно растянутых элементов следует определять по формулам:

- для трещиностойких элементов или их участков

$$B_k = 0,9E_b I_{red} \quad (112)$$

для нетрещиностойких элементов или их участков

$$B_k = 1,1E_b (I_b + \nu I_s), \quad (113)$$

Для определения жесткости нетрещиностойких участков изгибаемых элементов прямоугольного поперечного сечения допускается использовать зависимость и номограмму, приведенные в справочном Приложении 6.

6.11 При одновременном действии кратковременных и длительных нагрузок жесткость изгибаемых, внецентренно сжатых и внецентренно растянутых элементов следует определять по формулам:

- для трещиностойких элементов или их участков

$$B = 0,8E_b I_{red} \quad (114)$$

- для нетрещиностойких элементов или их участков

ков

$$B = B_k (C + \nu) / (\delta C + \nu), \quad (115)$$

где C - обобщенное усилие от длительно действующих нагрузок;

ν - обобщенное усилие от кратковременно действующих нагрузок;

δ - коэффициент снижения жесткости. Для тавровых сечений с полкой в сжатой зоне $\delta = 1,5$, в растянутой зоне $\delta = 2,5$, для прямоугольных, двутавровых, коробчатых и других замкнутых сечений $\delta = 2,0$.

7 РАСЧЕТ ЭЛЕМЕНТОВ БЕТОННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ НА ТЕМПЕРАТУРНЫЕ И ВЛАЖНОСТНЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ

7.1 учет температурных воздействий производится:

а) при расчете прочности бетонных конструкций в соответствии с п. 5.3, а также при расчете их по образованию (недопущению) трещин в случаях, когда нарушение монолитности этих конструкций может изменить статическую схему их работы, вызвать дополнительные внешние воздействия или увеличение противодавления, привести к снижению водонепроницаемости и долговечности конструкции;

б) при расчете статически неопределимых железобетонных конструкций, а также при расчете железобетонных конструкций по образованию (недопущению) трещин в случаях, указанных в п. 6.1;

в) при определении деформаций и перемещений элементов сооружений для назначения конструкций температурных швов и противодиффузионных уплотнений;

г) при назначении температурных режимов, требуемых по условиям возведения сооружения и нормальной его эксплуатации;

д) при расчете тонкостенных железобетонных элементов непрямоугольного сечения (тавровых, кольцевых), контактирующих с грунтом.

Температурные воздействия допускаются не учитывать в расчетах тонкостенных конструкций, если обеспечена свобода перемещений этих конструкций.

Перечень случаев учета температурных воздействий при соответствующем обосновании может быть дополнен (или сокращен) решением проектной организации на базе ее опыта проектирования гидротехнических сооружений с учетом температурных воздействий.

7.2 При расчете бетонных и железобетонных конструкций следует учитывать температурные воздействия эксплуатационного и строительного периодов.

К температурным воздействиям эксплуатационного периода относятся климатические колебания температуры наружного воздуха, воды в водоемах и эксплуатационный подогрев (или охлаждение) сооружения.

Конкретный перечень температурных воздействий, учитываемых в расчетах бетонных и железобетонных конструкций основных видов гидротехнических сооружений, должен устанавливаться нормами на проектирование соответствующих видов сооружений, а также, в необходимых случаях, и при надлежащем обосновании, решением проектной организации на базе ее опыта проектирования гидротехнических сооружений с учетом температурных воздействий.

7.3 В расчетах бетонных и железобетонных конструкций гидротехнических сооружений на температурные воздействия при соответствующем обосновании допускается учитывать тепловое влияние солнечной радиации.

7.4 Учет влажностных воздействий при расчете бетонных и железобетонных конструкций должен быть обоснован в зависимости от возможности развития усадки или набухания бетона этих конструкций.

Допускается не учитывать усадку бетона в расчетах:

массивных конструкций;
тонкостенных конструкций, находящихся под водой, контактирующих с водой или засыпанных грунтом, если были предусмотрены меры по предотвращению высыхания бетона в период строительства.

7.5 Температурные и влажностные поля конструкций рассчитываются методами строительной физики с использованием основных положений, принятых для нестационарных процессов.

7.6 Данные о температуре и влажности наружного воздуха и другие климатологические характеристики должны приниматься на основе метеорологических наблюдений в районе строительства. При отсутствии таких наблюдений необходимые сведения следует принимать по КМК 2.01.01-94 и по официальным документам Государственной метеорологической службы.

Температура воды в водоемах должна определяться на основе специальных расчетов и по аналогам.

7.7 Для сооружений I класса теплофизические характеристики бетона устанавливаются на основании специальных исследований. Для сооружений других классов и при предварительном проектировании сооружений I класса указанные характеристики бетона допускается принимать по таблице 1 и 2 рекомендуемого приложения 2.

7.8 Деформативные характеристики бетона, необходимые для расчета термонапряженного состояния конструкций, допускается принимать:

начальный модуль упругости бетона, МПа, в возрасте менее 180 суток - по формуле:

$$E_b(t) = 10^5 \left/ \left[1,7 + \frac{360}{\chi [\ln(t/180) + 5,2]} \right] \right., \quad (116)$$

где χ - безразмерный параметр, принимаемый по таблице 3 рекомендуемого приложения 2;
 t - возраст бетона, сут.

Начальный модуль упругости бетона в возрасте 180 сут. и более следует принимать в соответствии с п. 2.18.

Характеристики ползучести бетона следует принимать по таблице 4 рекомендуемого приложения 2.

Для сооружений I класса деформативные характеристики бетона следует уточнять исследованиями на образцах из бетона производственного состава.

7.9 Расчет бетонных и железобетонных конструкций по образованию (недопущению) температурных трещин следует производить по формулам:

а) при проверке образования трещин и определении их размеров

$$A(t) \geq \frac{[\gamma_{cm} \eta \psi(t) R_{bt}]^2}{2E_b(t)}, \quad (117)$$

Для образования поверхностной трещины необходимо, чтобы условие (117) выполнялось в пределах зоны растяжения, глубина которой в направлении, перпендикулярном поверхности, была бы не менее $1,3 d_{max}$, где d_{max} - максимальный размер крупного заполнителя бетона;

б) при недопущении трещин в конструкциях, рассчитываемых по второй группе предельных состояний:

$$A(t) \leq \frac{[\gamma_{cm} \psi(t) R_{bt}]^2}{2E_b(t)}, \quad (118)$$

в) при недопущении трещин в конструкциях, рассчитываемых по первой группе предельных состояний:

$$A(t) \leq \frac{[\gamma_{cm} \psi(t) R_{bt}]^2}{2E_b(t)}, \quad (119)$$

В этих формулах:

$A(t)$ - работа растягивающих напряжений, нормальных к плоскости трещины, на соответствующей им разности полных и вынужденных температурных деформаций. Значение $A(t)$ определяется в соответствии с п. 7.10;

R_{bt} ; R_{bt} - соответственно нормативное и расчетное сопротивление бетона на осевое растяжение, определяемое в соответствии с п. 2.14;

η - коэффициент перехода от нормативного сопротивления бетона на осевое растяжение к средней прочности на осевое растяжение бетона производственного состава, определяемый в соответствии с п. 7.11;

$\psi(t)$ - коэффициент, учитывающий зависимость прочности бетона на осевое растяжение от возраста t и принимаемый в соответствии с п. 7.12;

$E_b(t)$ - модуль упругости бетона, определяемый в соответствии с п. 7.8;

γ_{cm} - коэффициент условий работы, равный для массивных сооружений - 1,15, для остальных - 1,0.

7.10 Значение работы $A(t)$ находится по следующим формулам:

- для случая одноосного растяжения и плоского напряженного состояния:

$$A(t) = \int_{t_0}^t \sigma^+(\tau) \frac{\partial [\varepsilon(\tau) - \alpha T(\tau)]}{\partial \tau}, \quad (120)$$

- для плоскодеформированного состояния:

$$A(t) = \int_{t_0}^t \sigma^+(\tau) \frac{\partial [\varepsilon(\tau) - \alpha(1 + \nu)T(\tau)]}{\partial \tau}, \quad (121)$$

где τ - текущее время;

t_0 - время схватывания бетона;

$T(\tau)$ - температура бетона в момент времени;

α - температурный коэффициент линейного расширения бетона;

$\varepsilon(\tau)$ - деформации бетона, определяемые с учетом переменных по времени модуля упругости и ползучести бетона;

$\sigma^+(\tau)$ - растягивающие напряжения в бетоне;

$$\sigma^+(\tau) = \sigma(\tau) \quad \text{при } \sigma(\tau) > 0;$$

$$\sigma^+(\tau) = 0 \quad \text{при } \sigma(\tau) \leq 0,$$

где $\sigma(\tau)$ - напряжения в бетоне, определенные с учетом переменных во времени модуля упругости и ползучести бетона.

7.11 Коэффициент η определяется по формуле:

$$\eta = (1 - u \cdot \mathcal{G})^{-1}, \quad (122)$$

где u - коэффициент, зависящий от установленной обеспеченности q гарантированной прочности бетона и равный -

$$1,64 \text{ при } q = 0,95,$$

$$1,26 \text{ при } q = 0,90,$$

$$1,04 \text{ при } q = 0,85;$$

\mathcal{G} - коэффициент вариации прочности бетона производственного состава.

Для сооружений I и II классов значения коэффициента \mathcal{G} устанавливаются исследованиями на крупномасштабных образцах из бетона производственного состава. Для сооружений других классов и при предварительном проектировании сооружений I и II классов допускается принимать $\mathcal{G} = 0,135$ при $q = 0,95$, $\mathcal{G} = 0,173$ при $q = 0,90$, $\mathcal{G} = 0,213$ при $q = 0,85$.

7.12 Значения $\psi(t)$ в зависимости от возраста бетона следует принимать для строительного периода по таблице 5 рекомендуемого приложения 2, для эксплуатационного периода, как правило, равным 1,0.

Для сооружений I и II классов коэффициент $\psi(t)$ следует уточнять исследованиями на крупномасштабных образцах из бетона производственного состава.

7.13 Для сооружений I и II классов в технико-экономическом обосновании, а для сооружений III и IV классов - во всех случаях допускается расчет по образованию (недопущению) трещин от температурных воздействий производить по формуле:

$$\sigma(t) \leq \gamma_{cm} \gamma_{b3} \mathcal{E}_{lim} \varphi(t) E_b(t), \quad (123)$$

где $\sigma(t)$ - температурные напряжения в момент времени t ;

\mathcal{E}_{lim} - предельная растяжимость бетона, определяемая по таблице 6 рекомендуемого приложения 2;

$\varphi(t)$ - коэффициент, учитывающий зависимость \mathcal{E}_{lim} от возраста бетона, определяемый по таблице 7 рекомендуемого приложения 2.

При определении коэффициента γ_{b3} значения h_t следует принимать равными длине участка эпюры растягивающих напряжений в пределах блока. В расчетах по формуле (123) следует принимать $\gamma_{b3} = 1$ при $h_o \geq 100$ см или при наличии на участке эпюры растягивающих напряжений зоны с нулевым градиентом напряжений.

МЕХАНИКА

| Прямолинейное движение | | Криволинейное |
|--------------------------------------|---|---|
| <p>Равномерное</p> $V = \frac{S}{t}$ | <p>равноускоренное</p> $a = \frac{\dot{V} - \dot{V}_o}{t}$ $\dot{S} = \dot{V}_o \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2}$ $\dot{V} = \dot{V}_o + a \cdot t$ $S = \frac{\dot{V}^2 - \dot{V}_o^2}{2a}$ | <p>Линейная скорость</p> $V = \frac{2\pi R}{T} = 2\pi R \cdot \nu$ <p>Угловая скорость</p> $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi \cdot \nu$ <p>Формула связи</p> $\omega = \frac{V}{R}; V = \omega R$ <p>Центростремительное ускор.</p> $a_{ц} = \frac{V^2}{R} = \omega^2 R,$ $a_{ц} = \frac{4\pi^2 R}{T^2};$ |

Примечание: V -скорость; t -время; S -перемещение

КИНЕМАТИКА

Масса тела - физ. величина, показывающая количество вещ-ва в теле.

$$M = m_0 N; \quad m = \rho \cdot V; \quad \frac{m_1}{m_2} = \frac{V_2}{V_1} = \frac{a_2}{a_1}$$

1 з-н Ньютона: $V = const.$

2 з-н Ньютона: $F = ma; a = \frac{F}{m}$

3 з-н Ньютона: $F_1 = F_2$

$$F = G \cdot \frac{m \cdot M}{R^2}; G = 6,67 \cdot 10^{-11}$$

$$g = G \cdot \frac{M}{R^2}; \quad g = G \cdot \frac{M}{(R_3 + h)^2}; \quad F = mg$$

P - вес тела- это сила с которой тело действует на опору или подвес в результате притяжения к Земле.

$$\overset{\downarrow}{P} = m \overset{\downarrow}{g}$$

$$\overset{\downarrow}{P} = m \overset{\downarrow}{g} \cdot \sin \alpha$$

$$\overset{\uparrow}{a}; P = m(g + a); \quad \overset{\downarrow}{a}; P = m(g - a)$$

$$P = m \left(g - \frac{V^2}{r} \right)$$

$$P = m \left(g + \frac{V^2}{r} \right)$$

$F_{\text{упр}}$ - сила упругости

$$\sigma = \frac{F}{S} \text{ -механическое напряжение ; } F_{\text{упр}} = \frac{ES}{l_0} \cdot \Delta l = -k \cdot \Delta l;$$

$$\Delta l = l - l_0 \text{ -абсолютная деформация ; } \mathbf{E} = \frac{\Delta l}{l_0}$$

Сила трения

$$F_{\text{тр}} = \mu \cdot N \text{ -трение покоя; скольжения ; } F_{\text{тр}} = \mu \cdot \frac{N}{R} \text{ -трение качения}$$

$$1. mg - F_{\text{сопр}} = ma$$

$$2. F_{\text{тяги}} - \mu mg = ma$$

$$3. \text{ а) } a = g(\sin \alpha - \mu \cdot \cos \alpha);$$

3.б)