

Ходжаев А.А., Низомов Ш.Р., Ходжаева З.Ш.

Бино ва иншоотларни ҳисоблаш ва лойихалаш

Ўқув қўлланма

Тошкент 2003

УДК 624 01 245

Муаллифлар: Ходжаев А.А., Низомов Ш.Р., Ходжаева З.Ш. Бино ва иншоотларни ҳисоблаш ва лойиҳалаш. Ўқув қўлланма. Т., ТАҚИ, 2003.

Ш.Р. Низомов таҳрири остида

Мазкур ўқув қўлланма 5А 580201-“Қурилиш конструкциялари, бино ва иншоотлар” мутахассислиги учун мураккаб муҳандислик иншоотлари-резервуарларни ҳисоблаш ва лойиҳалашга қаратилган. Ушбу ўқув қўлланмада талабалар учун темирбетондан тайёрланган конструкцияларни ҳисоблашнинг назарий асослари ва уларнинг ечими аниқ мисоллар ёрдамида кўрсатиб берилган. Қўлланма 103 бет, 19 расм ва 10 жадвалдан иборат.

Ўқув қўлланма қурилиш соҳасидаги мавжуд меъёрий хужжатлар (ҚМҚ. 2.03.01-96) асосида ўзбек тилида тайёрланган.

Тақризчилар: т.ф.д. проф. Бобоев С.М., (СамДАҚИ)

арх. д. проф. Ахмедов М.К. (СамДАҚИ)

т.ф.д. проф. Абдурашидов К.С. (ТАҚИ)

Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги, қурилиш мутахассислиги бўйича олий ўқув юртларининг талабалари учун ўқув қўлланма сифатида тавсия этган.

© Т., ТАҚИ, 2003

К И Р И Ш

Саноат ва фуқаро бинолари жойлашган қурилиш объектининг ҳудудида ишлаб-чиқариш, турар-жой, маъмурий бинолари билан бирга муҳандислик иншоотлари ҳам жойлаштирилади. Уларнинг вазифаси транспорт, юклаш-тушириш, ишлаб чиқариш жараёнлари (ярим тайёр ва тайёр маҳсулот омборларидаги темир йўл ва автомобил эстакадалари, очик ва ёпиқ транспорт галереялари); одамларни ҳаракатланишини амалга ошириш объектлари (ер ости ва ер усти ўтиш жойлари); электр энергияси билан (трансформатор подстанциялари); сув билан (резервуарлар, сув миноралари, насос станциялари); сиқилган ҳаво билан (компрессор қурилмалари); иссиқлик билан (иссиқлик агрегатлари); газ билан (газ пуркаш қурилмалари) таъминлаш объектлари; оқава сувларни йиғиш ва тозалаш (сув тиндиргич, фильтрлар, аэротенклар); ҳудудни ободонлаштириш (тиргак деворлар) ва ҳоказо.

Қурилиш ва эксплуатация қилиниши мураккаб бўлган муҳандислик иншоотлари транспорт, энергетика, гидротехник ва шаҳар қурилишининг махсус комплексларига киради.

Унча мураккаб бўлмаган муҳандислик иншоотлари саноат ва фуқаро қурилиши объектларининг таркибига киритилади. Уларнинг ичида сув сақланадиган резервуарлар (режадаги шакли тўғри тўртбурчак ва доирасимон бўлган) ва шунга ўхшаш сув таъминоти ва канализация тизимидаги тозалаш иншоотлари, сув миноралари, силослар (сочилувчан материаллар сақланадиган катта сиғимли идишлар, юклаш ва юк тушириш операцияларини бажариш учун қурилмалар), тиргак деворлар (хом ашё омборларида ва территорияни ободонлаштириш учун), ишлаб чиқариш майдонларидаги ер ости иншоотлари (муҳандислик иншоотлари учун каналлар ва туннеллар, унчалик чуқур бўлмаган иншоотлар).

Резервуарлар саноат, транспорт ва қишлоқ хўжалигининг турли соҳаларида: айниқса шаҳарлар ва саноат корхоналарини сув билан узлуксиз таъминлашда ҳамда нефть ва нефтни қайта ишлаш саноатида кенг қўлланилади. Кўпгина санитар-техник иншоотлар, масалан, тиндириш қурилмалари, сув совутадиган бассейнлар вазифаси ва технологик жихозлари билан бир-биридан фарқ қилсада конструктив ечимларига кўра улар орасида кўпгина ўхшашлик мавжуд.

Шуни эътиборга олиб ушбу қўлланмада талабаларга темирбетондан тайёрланган резервуарларнинг ҳисоблаш ва лойиҳалаш усуллари мисоллар асосида кўрсатиб берилган. Бу эса талабани мустақил фикрлашга ва ижобий изланишга ўргатади мазкур ўқув қўлланмада мураккаб бино ва муҳандислик иншоотларида ҳисоблаш ишларини енгиллаштириш ва қулайлик яратиш мақсадида назарий билимлар амалий ечимлар асосида ёритиб берилган.

Ўқув қўлланма икки қисмдан иборат бўлиб, биринчи қисмида муҳандислик иншооти – резервуарларни ҳисоблашга бағишланган.

Ҳисоблаш ишини енгиллаштириш ва қулайлик яратиш мақсадида қўлланмада расм, жадвал, ҳисобий тарх ва графиклар келтирилган.

1-ҚИСМ

1. РЕЗЕРВУАРЛАРНИНГ КЛАССИФИКАЦИЯСИ ВА УЛАРНИНГ КОНСТРУКТИВ ЕЧИМЛАРИНИ ТАНЛАШ

Резервуарлар вазифасига, режадаги шаклига, ер сатҳига нисбатан жойлашувига кўра ва конструктив хусусиятларига кўра бир неча турларга бўлинади.

Вазифасига кўра резервуарлар сув, нефть ва нефть маҳсулотлари, мазут ва мойларни сақлашга мўлжалланган бўлади. Резервуарларни қўлланиладиган жойи, вазифаси ва эксплуатацион хусусиятларига қараб уларга махсус талаблар қўйилади. Ушбу талаблар одатда махсус адабиётларда ва меъёрий ҳужжатларда баён қилинади.

Режадаги шаклига кўра кўпчилик ҳолларда резервуарлар доира ва тўғри тўртбурчак шаклида бўлади. Резервуарнинг шаклини танлашда биринчи навбатда техник-иқтисодий кўрсаткичларни, баъзи ҳолларда эса махсус шарт-шароитлар – жойнинг рельефи, қурилиш участкасининг режаси ҳисобга олинади.

Резервуар деворини суюқлик ўтказмайлиган қилиб тайёрлашга қаратилган чора-тадбирлар ишлаб чиқишда бир хил сиғимга эга бўлган тўғри тўртбурчакли ва цилиндрсимон резервуарларни солиштирсак, тўғри тўртбурчакли резервуарларнинг намланадиган юзаси каттароқ эканлигини эътиборга олиш лозим.

Резервуарларни шар, кўп бурчак ва бошқа шаклларда ҳам тайёрлаш мумкин. Лекин уларни темирбетон конструкциялари асосида қуриш анча мураккаб ва кўп меҳнат талаб қилади. Шунинг учун бундай шаклдаги резервуарлар қурилиш амалиётида камдан-кам учрайди.

Ер сатҳига нисбатан жойлашувига кўра резервуарлар ер остида, ер устида ва ярим ер остида бўлиши мумкин. Тез ёнувчан ёки иссиқ суюқликлар сақланадиган резервуарларни ер сатҳига нисбатан жойлашишини аниқлашда, шу билан бирга ўт ўчириш воситаларини танлаш, портлагандаги тўлқин зарбасини ҳисобга олиш ҳамда ёнғин хавфсизлигини таъминловчи чора-тадбирларни ишлаб-чиқиш ҳам талаб қилинади.

Конструктив хусусиятларига кўра темирбетон резервуарлар йиғма, монолит ва йиғма-монолит бўлиши мумкин. Йиғма-монолит темирбетон резервуарларнинг бир қисми йиғма темирбетондан (масалан, резервуар деворлари, устёпмалари), қолган қисми эса монолит темирбетондан (масалан, унинг туби) тайёрланади. Бундай конструкцияларни тайёрлашда ҳам оддий ёки олдиндан зўриктирилган темирбетондан фойдаланиш мумкин.

Резервуарлар вазифасига кўра устёпмали ва устёпмасиз бўлиши мумкин. Устёпма таянчи сифатида девор, пардадевор ва устунлардан фойдаланилади. Саноат биноларидаги каби устёпмалари фақат деворга таянган резервуарлардан кенг фойдаланилади. Агар думалоқ темирбетон резервуарларда пардадеворлар мавжуд бўлса уларнинг устёпмалари фазовий юпқа деворли қобиқ тарзида қабул қилиш мумкин.

Резервуар тубининг конструкцияси устёпма турига қараб қабул қилинади. Масалан, устунлар мавжуд бўлса резервуарнинг тубига реактив босим таъсир қилади. У ҳолда резервуар тубининг калинлиги ва унинг арматура юзаси ҳисоблаш йўли билан топилади. Агар устунлар резервуар туби орасидан ўтиб алоҳида пойдеворларга ўрнатилган бўлса, резервуарнинг туби билан устунлар бириккан жойини суюқлик ўтказмайдиган қилиб тайёрлаш лозим. Агар резервуарда оралик таянчлар бўлмаса эгувчи моментлар фақат резервуар деворлари билан унинг туби

бириккан жойларда ҳосил бўлади ва у кичик зона бўйича тарқалади, натижада тубининг асосий юзасида эгувчи моментлар ҳосил бўлмайди. У ҳолда резервуарнинг туби тежамли ҳисобланади. Лекин грунт сувлари яқин бўлган жойларда резервуарларни лойихалашда оралик (ички) устунлар қўйиш назарда тутилади. Аслида шу ҳолда ҳам ички устунлар қўйиш шарт эмас. Бунинг учун резервуарнинг устёпмаси ва туби фазовий конструкциялардан иборат бўлиши керак.

Думалоқ резервуарларнинг устёпмалари гумбазли, текис ва комбинациялаштирилган бўлиши мумкин.

Монолит темирбетондан тайёрланган гумбазли устёпмалар материаллар сарфи бўйича энг тежамли ҳисобланади. Лекин уни куриш вақтида мураккаб шаклдаги қолиплар талаб қилинади. Йиғма темирбетондан тайёрланган гумбазли устёпма конструкцияси уни йиғиб монолитлаштирилгандан кейингина фазовий конструкция каби ишлайди. Гумбазнинг алоҳида йиғма элементларининг кесим юзаси монтаж зўриқишларига ҳисоблаб аниқланганлиги сабабли материал сарфи кўпайиб кетади.

Ҳозирги кунда резина-газлама, полимер ёки бошқа синтетик материаллардан фойдаланган ҳолда герметик қобиқли резервуарларни лойихалаш устида ишлар олиб борилмоқда. Бундай резервуарларда темирбетон конструкциялар юк кўтарувчи элемент, қобиқ эса суюқлик ва газ ўтказмасликни таъминлайдиган элемент сифатида хизмат қилади. Шунга ўхшаш резервуарлар тубсиз қилиб тайёрланиши, эксплуатация ёки иқлим шароитлари мос келса устёпмасиз қилиб ҳам тайёрланиши мумкин.

Мисол сифатида монолит темирбетондан тайёрланган ёки йиғма темирбетон қўлланилган сув омборининг айрим турларини кўриб чиқамиз.

Лойиҳалаш ва қуриш даврида арматурани зўриқтирмасдан фақат резервуар шаклини тўғри танлаш натижасида ва юк кўтарувчи конструкциялардаги бетон фақат сиғилишга ишлайдиган қилиб тайёрлаш оқибатида сиғимлари 2500 ва 8000 м³ бўлган иккита резервуарнинг қурилиши билан танишиб чиқамиз.

Германиянинг Штольберг шаҳрида қурилган ва сиғими 2500 м³ бўлган ер устидаги сув омборининг қирқими 1-расмда кўрсатилган.

Ушбу резервуар кесик конус шаклида бўлиб, устёпмаси гумбаздан иборат. Резервуар девори ва устёпмасининг эгрилиги шундай танланганки, конструкциянинг хусусий оғирлиги ва тупроқнинг босими таъсир қилганда юк кўтарувчи конструкциянинг кесимлари фақат сиғилишга ишлайди. Шундай усул билан чўзилувчи кучланишларни пайдо бўлиши ва натижада дарз ҳосил бўлишининг олди олинган.

Резервуар марказий қисмининг туби, қалинлиги 150 мм ли текис темирбетон плита кўринишида лойиҳаланиб, унинг остида қалинлиги 100 мм бўлган бетон қопламаси мавжуд, холос.

Девор резервуар тубининг қия қисмлари билан шарнирли бириккан ҳолда халқасимон пойдеворларга тиралган. Бунда халқасимон пойдеворнинг девор чегарасидан ташқарига чиқувчи қисми мавжуд.

Резервуарнинг девори текисликка 60⁰ бурчак остида бўлиб, халқасимон пойдеворга эркин тиралган; девор билан пойдеворнинг бириккан жойларида битум қатлами мавжуд. Резервуарни гумбазли қилиб устёпмасини тайёрлаш унинг сиғимини ошишига хизмат қилади. Гумбаз доимий ўзгарувчи эгриликдан иборат. Гумбаз эгрилигини шундай танланганки, унинг қобик ўқиға нисбатан бурчак тангенци ёй узунлигиға тенг. Ушбу ҳолда қобикнинг ўқи тажриба натижасида аниқланган. Унда гумбазнинг кўндаланг кесим юзаси ўзгарувчан бўлиб, чўзилувчи

кучланишлар резервуарга сув қуйиш жойидан бошлаб, унинг ҳисобий сатҳигача бўлган масофада кичрайиб боради.

Резервуарни конструкциялашда арматура шундай ҳисобланганки, резервуарнинг ён томонларини тупроқ билан тўлдирилмаган ҳолда ҳам резервуарни қисман сув билан тўлдириш мумкин. Ушбу ҳолда резервуар деворларида дарзлар ҳосил бўлмайди.

Францияда қурилган сиғими 8000 м^3 бўлган темирбетон резервуар 2-расмда кўрсатилган.

Ушбу резервуар девори икки қатламли бўлиб, деворнинг ички қисми бевосита сувнинг босимини қабул қилади ва у 16 та цилиндрсимон вертикал темирбетон қобиклардан иборат. қобикларнинг бўртган томони резервуарнинг ички томонига қаратилган. Мазкур қобикчалар сув босимини таъсирида сиғилишга ишлайди, шунинг учун ҳам уларда дарз ҳосил бўлмайди.

Деворнинг ташқи қисми кўпбурчакдан иборат бўлиб, қобикчаларнинг зўриқишини қабул қилади. Резервуарни сув билан тўлдирилганда деворнинг ушбу қисми чўзилишга ишлайди. Қобикчаларни

оралиқлари кичик бўлгани учун ундаги сиғилувчи кучланишларнинг қиймати ҳам кичик бўлади.

Шу шаклдаги девор элементининг қабул қилинган стандарт ўлчамлари сиғими 1000 м^3 дан 20000 м^3 гача бўлган резервуар қуришга имкон беради. Шундай резервуарларнинг деворларини монолит темирбетондан тайёрланганда стандарт опалубкалардан фойдаланиш мумкин, йиғма темирбетондан тайёрланганда эса девор конструкцияси завод шароитида тайёрланган йиғма темирбетон элементлардан иборат бўлади.

Резервуар иншоотларини лойиҳалашда оддий конструкцияли резервуар билан деворлари икки қаватдан иборат бўлган резервуарларга

сарфланган материалларни солиштириш диққатга сазовордир. Масалан, сиғими 8000 м³ бўлган резервуарни оддий конструкциядан тайёрланганда

408 м³ бетон ва 59 т арматура сарф бўлса, худди шундай сиғимли резервуарни икки қаватли девордан тайёрлаганда (2-расмга қаралсин) – 261 м³ бетон ва 22 т пўлат арматура сарфланади.

Темирбетон резервуарнинг юк кўтарувчи конструкцияларини дарзбардошлигини таъминлаш учун айрим ҳолларда на фақат мос келадиган шаклни танлашгина эмас, балки уни ишлаб чиқариш технологиясига ҳам туб ўзгаришлар киритиш лозим.

Бундай усул 1956 йили Австриянинг Кремсе шаҳрида Дунай дарёси бўйига қурилган умумий сиғими 3380 м³ дан иборат бўлган сув омбори қурилишида қўлланилган.

Сув омборининг режаси ва қирқими 3-расмда кўрсатилган.

Бундай сув омбори бири иккинчисини ичига жойлаштирилган иккита бир хил сиғимли резервуарлардан иборат. Ички резервуарнинг устёпмаси эгрилик радиуси 24 м дан иборат бўлган сферик темирбетон гумбаздан иборат. Ташқи резервуарнинг устёпмаси текис конструкциядан иборат.

Сув омбори туби ва деворларининг дарзбардошлигини таъминлашда уни қуриш технологиясининг рационал усулларидадан фойданилган.

Яъни бетон ишларини олиб боришда резервуар тубининг плитаси тўртта бир хил секторга бўлиниб, уларни ҳар бирини чегарасида эни бир метрли оралик қолдирилди. Ушбу ораликлар деворларнинг доира бўйлаб тўртта қисмига тўғри келди. Ушбу чегарада деворларда ҳам шундай оралик қолдирилган эди.

Ушбу ҳолда ички ва ташқи резервуар деворларидан ҳар бирининг тўртдан бир қисми бетонланди. Резервуар тубида ва деворда қолдирилган ораликлар эса бир ой ўтгандан кейин бетон қоришмаси билан тўлдирилди. Ички резервуар устидаги гумбаз эса энг сўнгги навбатда қурилади.

1.1. СУВ САҚЛАНАДИГАН ТЕМИРБЕТОН РЕЗЕРВУАРЛАР

Резервуарларнинг шакли. Турларининг кўплиги билан цилиндрсимон резервуарлар тўғри тўртбурчакли резервуарлардан анча устун туради. Шундай ҳолат резервуарлар қуришда ҳам ўз аксини топмоқда. Кўпчилик хорижий мамлакатларда ҳам цилиндрсимон резервуарларни қуриш кенг қўлланилмоқда. Чунки кейинги 15 йил давомида резервуарлар қурилишида олдиндан зўриқтирилган темирбетондан қурилган резервуарлар асосий ўринни эгалламоқда. Бунинг асосий сабаби шундан иборатки, олдиндан зўриқтирилган конструкциялардан тайёрланган резервуарлар юқори дарзбардошликка ва узоқ муддатга чидамликка ҳамда бошқа кўпгина техник-иқтисодий афзалликларга эга.

Цилиндрсимон темирбетон резервуарлар қурилишидаги узоқ йиллик тажрибалар шуни кўрсатдики, цилиндрсимон резервуарлар қуришда деворларининг халқасимон арматурасини осонгина зўриқтирилади ва ушбу жараён етарли даражада ўзлаштирилган. Тўғри бурчакли темирбетон резервуарлар деворларини олдиндан зўриқиши эса мураккаб ва кўп меҳнат талаб қилувчи жараён ҳисобланади.

Шуни алоҳида таъкидлаш жоизки, резервуарнинг цилиндрсимон шакли статик кучларга бўлган таъсири ҳамда у иқтисодий асосларга кўра жуда қулай ва тежамли ҳисобланади.

Уни асослаш учун олдиндан зўриқтирилган темирбетондан тайёрланган резервуар деворининг қалинлиги оддий темирбетондан тайёрланган резервуарникига қараганда бир неча марта камлигини билишнинг ўзи кифоя.

Резервуарларнинг турлари. Цилиндрсимон темирбетон резервуарлар асосан олдиндан зўриқтирилган темирбетондан, баъзи

ҳолларда эса олдиндан зўриктирилган конструкция торкрет бетон билан қопланади. Ушбу ҳолларда резервуарнинг юк кўтарувчи конструкцияларини олдиндан зўриктиришдан асосий мақсад, уларнинг дарзбардошлигини таъминлашдан иборат.

Ушбу вазифа баъзан бошқачароқ тартибда ҳам бажарилади: резервуарнинг конструкциялари шундай шаклини тайёрлаш лозимки эксплуатация шароитида унда бетон фақат сиқилишга ишлайдиган бўлсин.

Кўпчилик ҳолларда резервуарлар монолит темирбетондан, баъзи ҳолларда (асосан устёпмаларда) эса йиғма темирбетондан фойдаланилади.

Цилиндрсимон резервуарлардан фарқли ўлароқ тўғри тўртбурчакли резервуарлар оддий темирбетондан тайёрланиб, арматурани зўриктириш тажриба тариқасида амалга оширилмоқда. Тўғри тўртбурчакли резервуарлар, цилиндрсимон резервуарлар каби монолит темирбетондан, айрим ҳолларда эса уларнинг устёпмаларида йиғма темирбетондан қурилади.

Резервуарларни жойлаштириш характери. Резервуарларнинг барча турлари кўпчилик ҳолларда «кўмилган» резервуарлардан иборат бўлади. «Кўмилган» сўзи бу ерда шартли равишда ишлатилиб, аслида ярми ер остида эканлигини билдиради. Ер ости резервуарларининг сатҳи ер сатҳидан камида 200 мм пастда бўлади.

Ер устига қуриладиган цилиндрсимон резервуарларнинг сиғими 20000 м³ дан ошмайди, лекин тўғри бурчакли резервуарларнинг шундай турларининг сиғими эса 90000 м³ дан ҳам ортиқ бўлиши мумкин.

Резервуарлар сиғими. Цилиндрсимон ва тўғри тўртбурчакли резервуарларнинг сиғими 200 м³ дан 100000 м³ гача, баъзан ундан ҳам ортиқ бўлиши мумкин. Ҳозирги кунда мавжуд бўлган цилиндрсимон темирбетон резервуарлар ичида энг сиғими каттаси 275000 м³, тўғри

тўртбурчакли резервуарлар ичида эса сифими 115000 м³ бўлган резервуарлар мавжуд.

Лекин аксарият ҳолларда цилиндрсимон темирбетон резервуарлар 2000 м³ дан 6000 м³ гача қилиб лойиҳаланади. Олдиндан зўриқтирилган темирбетондан қурилган энг катта резервуар сифими 50000 м³ ли резервуар ҳисобланади. Шунини алоҳида таъкидлаш жоизки сифими 20000 м³ дан ортиқ бўлган резервуарларнинг қўлланилиши чегараланган.

Темирбетон конструкцияларидан қурилган сув омборларини лойиҳалашда унда сақланадиган суюқлик миқдори йил давомида ўзгариб туришини ҳисобга олинади. Шунинг учун сув омборлари аксарият ҳолларда бир-бирини ичига жойлашган икки резервуарли қилиб лойиҳаланади.

Тўғри тўртбурчакли резервуарлар асосан сифими 7000 м³ дан юқори бўлган ҳолда лойиҳаланади. Сифими 7000 м³ дан кам бўлган ҳолдаги кичик резервуарлар кам учрайди.

Лойиҳалашда катта сифимли резервуарларда баъзан узунлиги бўйича икки қисмга бўлувчи пардадеворлар бўлиши ҳам кўзда тутилади.

Резервуарларнинг туби. Темирбетон резервуарларнинг туби асосан монолит темирбетондан (ёки торкрет бетондан асосида) тайёрланади.

Резервуарнинг шакли цилиндрсимон ёки тўғри тўртбурчакли бўлишидан қатъий назар уларни тубидаги плитасининг қалинлиги ҳар ҳил бўлади, лекин у резервуар сифимининг ўзгаришига пропорционал бўлмайди. Масалан, сифими 2000-2500 м³ бўлган резервуар тубининг қалинлиги билан сифими 5500-7000 м³ бўлган резервуар тубининг қалинлиги бир-биридан кам фарқ қилади. Сифими 7600 м³ бўлган резервуар туби плитасининг қалинлиги сифими 45000 м³ бўлган

резервуарниқидан катта бўлиши юқорида таъкидланган фикрларни тасдиқлайди. Шунга ўхшаш ҳолат тўғри бурчакли резервуарларда ҳам кузатилади. Зўриқтирилган арматура қўлланилган ҳолларда резервуар тубининг қалинлиги камаёди.

Резервуар шаклидан қатъий назар, унинг девори билан тубининг бириккан жойларида унинг туби плитасининг қалинлиги ортади ва унинг ортиши ўрта қисмининг қалинлигига нисбатан 2 баробар ёки ундан кўпроқ бўлиши мумкин.

Резервуар тубининг қалинлаштирилган қисми унинг деворлари учун таянч (пойдевор) плитаси бўлиб хизмат қилади. Резервуар туби билан деворининг бириккан жойи қандай бўлишидан қатъий назар пойдевор плитаси қўлланилади.

Резервуар деворлари. Барча турдаги ва турли сиғимга эга бўлган резервуарларда унинг деворлари асосан монолит темирбетондан (ёки торкретбетон асосида) курилади. Деворлари йиғма темирбетондан бўлган резервуарлар айрим ҳоллардагина курилади. Бунинг асосий сабаби йиғма темирбетон девор панеллари ҳамда туби билан чокларини монолит бирлаштириш кўп меҳнат талаб қилади. Монолит темирбетонда эса бетонлаш пайтида чоклар ҳосил бўлмайди.

Цилиндрсимон темирбетон резервуарлар деворларининг қалинлиги 120 мм дан 160 мм га ўзгаради. Оддий ва олдиндан зўриқтирилган темирбетонларда деворнинг қалинлиги бир-биридан фарқ қилмайди. Назарий жиҳатидан олганда олдиндан зўриқтирилган темирбетон деворнинг қалинлиги оддий темирбетондан тайёрланган деворниқига қараганда кичикроқ қилиб қабул қилиниши мумкин.

Агар шундай қилинса, бетон қоришмасини ётқизишда бетон етарли даражада зичланмай қолиши ҳамда унинг сув ўтказмаслик талабларини

таъминлаш қийин бўлади. Ундан ташқари бетон яхши зичланмаслиги натижасида талаб қилинган сифатга эга бўлмайди.

Резервуар сиғимининг ҳамда баландлигининг 10 м дан ортиши резервуар деворларининг қалинлигини кескин ортишига олиб келади. Аксарият ҳолларда резервуар деворларининг баландлиги ўзгарувчан кесимга эга бўлади. Катта сиғимли резервуарларни лойиҳалашда (сиғими 30000 м³ дан ортиқ) деворнинг юқори қисми қалинлиги пастки қисмидаги қалинлигидан икки-уч баробар камроқ бўлиши мумкин.

Тўғри тўртбурчакли резервуар деворининг қалинлиги, сиғими бир хил ва бир хил бетон қўлланилган цилиндрсимон резервуарларникига қараганда каттароқ бўлади. Девор юқори қисмининг қалинлиги камида 200 мм ни ташкил қилади. Агар деворнинг қалинлигини камайтириб, уни 150 мм га келтирсак, демак деворда пилястрни борлиги назарда тутилган. Бундай турдаги резервуарларнинг девори ўзгарувчан кесимга эга бўлади: деворнинг қалинлиги унинг баландлиги бўйича ўзгаради ва қалинликлари орасидаги фарқлар 1,5 баробар ёки ундан кўпроқни ташкил қилади. Камдан-кам ҳоллардагина деворнинг қалинлиги унинг баландлиги бўйича ўзгармас бўлади.

Резервуарларнинг устёпмалари. Цилиндрсимон резервуарларнинг устёпмалари асосан икки хил кўринишда: гумбазли ва текис бўлади.

Текис устёпмалар асосан тўсинсиз лойиҳаланади, яъни устёпма плитаси устунга таянган бўлади. Ўртача сиғими 2000-10000 м³ бўлган резервуарларга гумбазли устёпмалар қўлланилади. Лекин қурилиш амалиётида сиғими 45000 м³ резервуарнинг устёпмаси гумбаздан иборат бўлган ҳоллар ҳам учрайди. Гумбаз таянч халқасининг ташқари қисмига халқасимон арматура қўлланилади. Гумбаз темирбетон қобиқининг қалинлиги 120 мм дан ошмайди.

Тўғри тўртбурчакли резервуарларнинг устёпмалари бевосита устунга таянган текис монолит плита кўринишида бўлади. Устёпма плитасининг қалинлиги 70 мм дан 300 мм гача бўлиши мумкин.

Резервуарларнинг юк кўтарувчи конструкцияларини олдиндан зўриқтириш. Қуйидаги юк кўтарувчи конструкцияларнинг арматуралари зўриқтирилади: туби, деворлари ва гумбазнинг халқасимон таянчи. Резервуар тубининг арматураси баъзи бир ҳоллардагина зўриқтирилади, лекин деворнинг вертикал арматураларини зўриқтириш эса кўпроқ учрайди. Кўпчилик ҳолларда гумбазнинг халқасимон арматуралари зўриқтирилади. Деворнинг барча арматуралари зўриқтирилиши назарда тутилган ҳолларда аввал вертикал арматурани, кейин эса халқасимон арматурани зўриқтирилади.

Халқасимон арматура асосан деворнинг ташқи юзасига яқин жойда жойлаштирилиб, тортувчи машина ёрдамида зўриқтирилади. Унга юқори мустаҳкамликдаги симли арматура қўлланилади.

1.2. НЕФТЬ МАҲСУЛОТЛАРИ САҚЛАНДИГАН ТЕМИРБЕТОН РЕЗЕРВУАРЛАР

Кўпчилик хорижий мамлакатларда кейинги йилларда нефть маҳсулотларини сақлаш учун темирбетон резервуарлардан кенг фойдаланилмоқда [15].

Нефть омборларини лойиҳалаш ва қуришда улар темирбетондан қурилган сув омборларига қараганда мураккаб шароитда эксплуатация қилинишини ҳисобга олиш лозим. Шунинг учун нефть маҳсулотлари сақланадиган темирбетон резервуарларга қуйидаги талаблар қўйилади:

1. Резервуарнинг асосий юк кўтарувчи конструкцияларида дарзбардошликнинг кафолатланиши;

2. Температураларнинг кескин ўзгаришига юқори даражада қаршилиги (ўзига хос кескин ўзгарувчи иқлимга эга бўлган жойларда ва қуруқ-иссиқ иқлим шароитларида);
3. Таркибида олтингурут бўлган нефть маҳсулотлари сақланганда ёки нефть саноатининг бошқа агрессив муҳитлари мавжуд бўлганда ёки грунт сувлари таъсир қилганда резервуар конструкцияларида қўлланилган бетоннинг кимёвий таъсирларга бўлган бардошлиги;
4. Резервуар ички сиртига яхшилаб ишлов берилганлиги, резервуарда сақланадиган нефть маҳсулотларидан яхшилаб тозаланганлиги, органик материаллардан ҳимоя қатлами ҳосил қилинаётганда унинг сифатли бажарилиши;
5. Конструкциянинг суюқлик ўтказмаслиги, айниқса нефть маҳсулотларининг қувурлар ўтган жойлардаги чокларнинг ишончлилиги ва бириккан жойларининг суюқлик ўтказмаслиги;
6. Резервуарда узоқ вақт сақланадиган нефть маҳсулотининг физик-кимёвий хоссаларини ўзгармаслигини таъминлаш.

Темирбетон резервуарларни лойиҳалаш ва қуриш бўйича хорижий мамлакатлар амалиётида юқорида кўрсатилган талабларга жавоб бера оладиган самарали ечимларни топилган. Асосий юк кўтарувчи конструкцияларнинг дарзбардошлиги арматурани зўриқтириш орқали таъминланади. Резервуарларнинг температура таъсирларига қаршилигини ошириш учун темирбетон резервуарлар ер сиртидан пастрокқа жойлаштирилади ва унинг устида етарли тупроқ қатлами бўлишини таъминланади. Темирбетон резервуарларни ер остида бўлиши юқорида кўрсатилганлардан ташқари яна кўп афзалликларга эга, жумладан: бунда ёнғин хавфи кескин камаяди; нефть маҳсулотларини оқизиш, қуйиш осонлашади; нефть корхоналарининг ер устидаги майдонлари икки

баробар камаяди ва шу сабабли қувурлар, электр тармоқлари ва йўлларнинг узунлиги қисқаради.

Айниқса резервуарларнинг ер остида бўлганлиги сабабли нефть маҳсулотларининг буғланиш натижасидаги йўқотишларига барҳам берилади ҳамда портлаш эҳтимоли камаяди.

ЕР ОСТИ РЕЗЕРВУАРЛАРИНИ ЛОЙИҲАЛАШНИНГ УМУМИЙ ҚОИДАЛАРИ

Резервуарларнинг шакли ва унинг сиғими қуйидаги мулохазаларга қараб танланади:

1. Резервуардаги суюқликнинг сатҳи 3,50-5,50 м қабул қилинади;
2. Устёпманинг энг паст нуқтаси резервуардаги суюқлик сатҳидан камида 0,25 м баландликда бўлиши керак;
3. Резервуарнинг режадаги ўлчамлари 40 м дан ошмаслиги керак, ушбу ўлчам температура-киришиш чоклари орасидаги масофага мос келади.

Жуда юқори баландликдаги резервуарларни қўллаш конструктив талабларга кўра ҳам гидравлик шароитларга кўра ҳам мақсадга мувофиқ эмас. Резервуар баландлигини танлаш учун уларнинг бир неча вариантини таққослаб, техник-иқтисодий кўрсаткичларга асосан кам материал сарфланадиган энг тежамли варианты аниқланади.

Резервуарларнинг режадаги ўлчамларини кўрсатилганидан катталаштириш учун етарли асос бўлганда ва конструкцияни ҳисоблаш орқали текширилгандагини амалга ошириш мумкин. Баъзи ҳолларда резервуарларнинг режадаги ўлчамлари маҳаллий гидрогеологик шароитларга кўра ҳам чегараланиши мумкин.

Резервуарнинг шакли ва конструкциясини танлашда резервуар қуриладиган ҳудуднинг эксплуатация шароити, маҳаллий иқлими ҳамда резервуар қуриладиган жойнинг гидрогеологик шароитлари ва уни қуриш усули ҳам ҳисобга олинади.

Қурилиш ҳудудидан турли мақсадларда фойдаланилганда ҳар хил турдаги устёпма конструкциялари ва режадаги кўринишлари турлича бўлган ер ости ва ярим ер ости резервуарларни қуриш мумкин.

Турли омборлар, йўллар остида қуриладиган ер ости резервуарларининг шакли улар қабул қиладиган юкларнинг характерига ва унинг қийматига боғлиқ бўлади. Бундай ҳолларда резервуарнинг устёпмаси текис конструкциялардан иборат бўлади.

Резервуар қурилаётган ҳудуднинг иқлим шароитида резервуар устидаги тупроқ қатламининг қалинлигини танлашда ҳам ҳисобга олинади. Ушбу қатламни қалинлигини танлашда резервуардаги температура таъсири синов натижалари асосида ҳисобга олинади.

Заиф грунтлар ҳамда грунт сувларининг сатҳи юқори бўлганда энг рационал вариант, ер ости ёки ярим ер ости резервуарлари – цилиндрсимон тўсинсиз текис ёки гумбазли устёпмалардан иборат бўлган резервуарлар ҳисобланади.

Одатда резервуар тубида камида 0,005 қиялик ҳосил қилинади. Кўпчилик ҳолларда ушбу қиялик резервуар тубининг қалинлигини ўзгартириш ҳисобига амалга оширилади. Унинг қалинлиги камида 150-200 мм ни ташкил қилади. Резервуар туби темирбетондан бўлганда, унинг юқори сиртида қиялик ҳосил қилиш учун темирбетон қатламининг устига синфи В10 бўлган бетон қатлами ётқизилади.

Тўшама сифатида резервуар тубининг остига камида 100 мм қалинликда В5 синфли бетон ётқизилади. Резервуар деворларининг ташқи

томони муҳитнинг агрессивлик даражасига қараб суркалувчи ёки елимланувчи гидроизоляция билан қопланади. Шундай изоляция резервуар тубининг остки қисмида ҳам амалга оширилади. Елимланувчи гидроизоляцияни чокларини шундай қилинадики, улардан суюқлик ўтмаслиги тўла таъминланиши лозим.

Елимланувчи гидроизоляция қилинадиган юза цемент қоришмаси ёки асфальт билан яхшилаб текисланади. Шундай муҳофазаловчи қатлам билан гидроизоляция устидан ҳам қопланади ва натижада кейинги ишларни бажаришда шикастланишдан сақланади. Резервуар деворларининг ташқарисидаги елимланувчи гидроизоляцияни шикастланишдан сақлаш учун деворнинг ташқи томонидан 0,5 ғишт қалинлигида химоя девори ҳосил қилинади.

Резервуар атрофини тўла изоляция қилиш учун унинг деворлари ташқарисидан 250 мм қалинликда, зичланган мойли тупроқдан фойдаланиш мумкин.

Иншоотга доимий таъсир қилувчи ёки эксплуатация вақтида пайдо бўладиган юклама ва таъсирларга қуйидагилар киради:

Резервуарнинг хусусий оғирлиги – унинг устёпмаси, деворлари, устунлари, туби ва пойдеворлари (девор остидаги ёки устун остидаги пойдеворлар). Ушбу юклама элементларнинг ўлчамларига қараб аниқланади.

Резервуар хусусий оғирлигини аниқлашда сувоқ, изоляция ва бошқа қатламларнинг оғирлигини ҳам ҳисобга олинади. Барча материалларнинг ҳажмий оғирликлари ҚМҚ 2.01.07-96 [2] бўйича қабул қилинади:

- резервуар устёпмаси қабул қиладиган тупроқ қатлами – унинг турига, қалинлигига ва ҳажмий оғирлигига боғлиқ;

- тупроқ қатлами оғирлиги таъсиридан резервуар устёпмаси қабул қиладиган меъёрий вертикал юклама интенсивлиги камида 10 кН/м^2 ни ташкил қилади.

Ер ости резервуарларининг жойлашган ерига қараб, унинг устида автомобил йўллари мавжуд бўлса норматив юклама мавжуд меъёрлар бўйича қабул қилинади.

- устёпма устидаги тупроқ қатлами орқали қабул қилинадиган қор юкламасини аниқлашда ҚМҚ 2.01.01-94 [4] даги кўрсатмаларга амал қилинади ва унинг миқдори қурилиш жойига боғлиқ бўлади;
- резервуарда сақланаётган суюқликнинг гидростатик босими унинг ҳажмий оғирлигига қараб гидростатика қонунларига асосан аниқланади;
- резервуарнинг туби ёки пойдевор остига таъсир қиладиган ер ости сувнинг қарши босими (сув билан тўйинган грунтлар мавжуд бўлган жойларда) боғлиқ бўлади.

Резервуарнинг туби ва пойдеворига таъсир қиладиган сувнинг қарши босими резервуарнинг устиворлигини текширишда ва ҳисоблашда кутилмаган (ноқулай) ҳолларда унинг элементларини ҳисоблашда ҳисобга олинади. Грунт қабул қиладиган босимни аниқлашда, резервуарнинг туби пойдевор вазифасини бажараётган бўлса бунда сувнинг қарши босими ҳисобга олинмайди.

Қўшимча юкламалар ва таъсирлар

Қўшимча юкламалар ва таъсирларга қуйидагилар киради:

- температура таъсири (агар бўлса) ҳамда киришиш деформацияси;
- резервуарни қуриш, синаш ва таъмирлаш вақтида таъсир қиладиган кучлар. Улар махсус кўрсатма билан ҳисобланади;

- таянч чўкишининг таъсири. Улар ҳар бир алоҳида ҳолат учун резервуарнинг конструктив хусусиятлари ҳамда заминнинг турига боғлиқ ҳолда ҳисобга олинади.

Махсус юкламалар ва таъсирлар

Махсус юкламалар ва таъсирлар авария характериға эға бўлиб, улар айрим ҳоллардагина таъсир қилади:

- сейсмик таъсирлар, сейсмик районларда қуриладиган резервуарлар учун;
- тоғ қазилмаларини қазиш ва қайта ишлаш натижасида бўладиган таъсир. Улар махсус кўрсатма билан ҳисобга олинади.

1.3. РЕЗЕРВУАРЛАРНИ ҲИСОБЛАШ ВА КОНСТРУКЦИЯЛАШ

У м у м и й қ о и д а л а р

Резервуарларнинг ҳисоби қуйидаги ҳолатлар учун амалга оширилади:

1. Резервуар ўзининг ҳисобий сатҳигача суюқлик билан тўлдирилган, лекин унинг устида ва деворларининг атрофида тупроқ қатлами йўқ ҳолатда (шундай ҳолат резервуарни қурилиб, уни синаш пайтида бўлади).
2. Устёпма ва девор атрофларида тупроқ қатлами мавжуд, лекин резервуарда суюқлик йўқ (эксплуатация вақтида бўлади) ҳолатда.
3. Резервуарда суюқлик ҳисобий сатҳигача тўлдирилган, устёпма ва девор атрофида тупроқ қатлами мавжуд (резервуарнинг эксплуатацияси вақтида бўлади) ҳолатда.

Бошқа юкламалар ва таъсирлар резервуар ёки унинг алоҳида элементлари учун ноқулай ҳолатларни ҳисобга олиб қабул қилинади.

Резервуар элементларида ҳосил бўладиган зўриқишларни (эгувчи моментлар – M , қиркувчи кучлар – Q ва бўйлама кучлар – N) аниқлаш эластик системалардаги каби иншоотларни ҳисоблаш назариясига асосан амалга оширилади. Резервуар элементларини ҳисоблаш чегаравий ҳолатлар усули бўйича амалга оширилади.

- биринчи гуруҳ чегаравий ҳолатлар бўйича, юк кўтариш қобилиятини аниқлаш (мустаҳкамлик, устиворлик) – ҳисобий юкламалар бўйича;
- иккинчи гуруҳ чегаравий ҳолатлар бўйича, дарзлар ҳосил бўлиши ва очилишини аниқлаш ва деформацияларнинг ривожланиши – меъёрий юкламалар бўйича.

Биринчи гуруҳ чегаравий ҳолатлар бўйича резервуарнинг барча элементлари ҚМҚ 2.03.01-96 [1] ҳисобланади.

Иккинчи гуруҳ чегаравий ҳолатлар бўйича ҳисоблаш мавжуд меъёрий ҳужжатларга мувофиқ амалга оширилади ва унда қуйидагилар ҳисобга олинади:

а) суюқлик босими таъсир қилмайдиган элементларда (устёпма), очилиш эни $acr=0,2$ мм дан ошмайдиган дарзлар ҳосил бўлишига йўл қўйилади;

б) суюқлик босими таъсир қиладиган ва ўқ бўйлаб номарказий чўзилишга ишлайдиган, агар чўзилиш бутун кесим бўйича бўлса дарз ҳосил бўлишига йўл қўйилмайди;

в) суюқлик босими таъсир қиладиган ва оддий ёки мураккаб эгилишга ишлайдиган, кесим бўйлаб чўзилувчи ва сиғилувчи кучланиш мавжуд бўлса (баъзи бир ҳолларда устёпма, деворлар, устунлар, резервуар

туби, пойдеворлар) эни $a_{cre}=0,05$ мм дан катта бўлмаган дарзлар ҳосил бўлишига рухсат этилади.

Ер ости резервуарларини ҳисоблашдаги меъерий юкламалар лойиҳа бўйича аниқланади.

Ҳисобий юкламани аниқлаш учун меъерий юкламани юклама бўйича ишончлилик коэффициентига кўпайтирилади, унинг қиймати мавжуд меъерий хужжатлар бўйича қабул қилинади [1].

Темирбетон ер ости резервуарлари узоқ муддатга чидамлилик бўйича I ва II тоифали иншоотлар турига мансубдир.

Т ўғри т ўрт бурчакли резервуарлар

Кичик сифимли тўғри тўртбурчакли резервуарлар ички таянчларга эга бўлмаган, томонларининг ўлчамлари 5-6 м. дан ошмайдиган ва улар орасидаги нисбат 2 баробардан ошмайдиган ёпиқ кутидан иборат. Уларнинг том ёпмалари эгилишга ишлаб, контур бўйлаб уч ёки тўрт томондан тиралган плиталар ҳолатида бўлади.

Мисол тариқасида (4-расм) монолит темирбетондан тайёрланган, ички кўндаланг девор билан икки қисмга бўлинган тўғри тўртбурчакли ёпиқ резервуар тасвирланган.

Резервуарнинг устёпмаси ва туби – текис тўсинсиз конструкциядан иборат. Улар юкламалар таъсирида эгилишга ишлайди. Улар қабул қиладиган бўйлама юкламалар таъсирида сиқилишга ва чўзилишга ишлайди. Суюқлик ва грунт босимининг қиймати агар катта бўлмаса, уни ҳисобга олмасдан, ҳисобни мавжуд белгиланган меъерий хужжатлар бўйича амалга оширилади [1].

Катта сифимли резервуарларда устунлар резервуар ичига жойлаштирилади ва ҳар икки йўналишда девор ва устунгача улар

орасидаги масофа 4 м атрофида бўлади. Улар устёпмадан тушадиган ташқи куч ва устуннинг хусусий оғирлиги таъсирида марказий сиқилишга ишлайди.

Устуннинг устёпма ва резервуар туби билан бирикмаси капител ёрдамида амалга оширилади.

Резервуарнинг девори вертикал текисликда эгилишга ва сиқилишга ишлайди. Девордаги эгувчи момент – M ва қирқувчи кучлар – Q устёпма ва туби билан эластик бириктирилган, сув ва грунт босими таъсири остида юкланган бир оралиғли плиталар каби ишлайди.

Бунда деворнинг таянч кесимларидаги эгувчи момент қиймати четки таянчлардаги туби плитаси ва устёпма плитанинг эгувчи моментларга тенг деб ҳисобланади. Деворнинг таянч кесимларидаги қирқувчи куч ва оралик қисмидаги максимал эгувчи момент қиймати иншоотларни ҳисоблаш назариясининг умумий қоидаларига асосан аниқланади.

Девордаги сиғувчи бўйлама куч – устёпмадан ва деворнинг юқори қисмидан тушадиган юкламалар йиғиндисидан иборат.

Девордаги арматуралар қўш арматура бўлиб, улар вертикал ҳолатда жойлаштирилган. Тақсимловчи арматура эса горизонтал ҳолатда жойлаштирилади.

Резервуарнинг конструкцияси ҳар хил турдаги юкламаларни қабул қиладиган мураккаб фазовий система ҳолатида ишлайди. Ҳозирги кунда бундай системаларни ҳисоблашнинг аниқ амалий усуллари ишлаб чиқилмаган.

Кўп бурчакли резервуарлар

Кўпбурчакли резервуарларда доиравий симметрия шаклидан келиб чиқиб, бунда вертикал қирраларнинг бирикиш бурчакларида бурилиш

содир бўлмайди, шунинг учун барча вертикал қирралар бирикиш жойларида бир-бири билан бикр бириктирилган бўлади.

Кўпбурчакли резервуарнинг деворлари вертикал жойлашган цилиндрсимон қобик кўринишида бўлиб, уларнинг бўртган томони ичкарида бўлади ва улар вертикал жойлаштирилган қовурғаларга тиралган бўлади. Қовурғалар эса ўз навбатида пастки томондан резервуар тубига юқори қисми эса устёпмага бириктирилган бўлади.

Бундай қобикларда суюқликнинг босими натижасида горизонтал текисликда сиқувчи кучланишлар ҳосил бўлиб, бетоннинг сув ўтказмаслик хусусиятини яхшилайти. Ернинг босими (ён томонидан) натижасида эса чўзувчи зўриқиш ҳосил бўлади. У ҳолда деворнинг қалинлиги кам, лекин узунлиги узун бўлгани учун резервуарни тиклашда олиб бориладиган қурилиш ишлари анча мураккаблашади. Резервуарларда плита ва қобикнинг қалинлиги камида 12 см. ни ташкил қилади, қовурғалар эса бир ораликли (таянчлари устёпма ва туби) маҳкамланган тўсин каби ишлаб, улар тиралган қобиклардан текис таъсир этувчи босим билан юкланган. Юкламанинг ишораси ўзгарувчан бўлганлиги туфайли эгувчи моментлар – M ва кўндаланг кучлар – Q турли ишорага эга бўлиши мумкин. Ундан ташқари, устёпмадан тушадиган юклама натижасида қовурғаларда бўйлама сиқилувчи зўриқиш ҳам ҳосил бўлади.

Резервуарда устёпма - текис тўсинли (қовурғали), туби эса – текис тўсинсиздир. Устёпма контур бўйлаб бириктирилган ва икки йўналишда ишлайдиган плитадан иборат, плита қовурғасининг бир учи контур бўйлаб девор қовурғаларига ва иккинчи учи эса резервуар ўртасида устунга тўсинлар ёрдамида кўтариб турилади. Резервуар туби билан устун капител ёрдамида бириктирилади. Бундай резервуарларни қўллаш ҳар бир ҳолат учун алоҳида асосланиши керак.

Думалок резервуарлар

Думалок резервуарлар турли конструктив ечимларга эга бўлади. Улар очик ёки ёпиқ бўлиши мумкин. Резервуарнинг диаметри 5-6 м дан ошмаса уни цилиндрсимон қилиниб, унинг устёпмаси ва туби – текис қовурғасиз бўлади. Бундай резервуарларнинг устёпмаси доирасимон бўлиб, контур бўйлаб таянлади. Уларнинг девор билан бирикмаси монолит ёки эркин таянган бўлиши мумкин. Монолит бирикмалар ёпиқ резервуарларда, эркин таяниш эса деворлари олдиндан зўриктирилган резервуарларда бўлади. Яна шундай резервуарлар борки, уларда туби девор билан монолит бириктирилган, устёпмаси эса эркин тиралган бўлади. Бунда устёпмаси деворга эркин тиралганда тўғри тўртбурчакли резервуарлардаги ҳолат бўлиши мумкин.

Агар резервуарларнинг диаметри 6 м дан катта бўлса, унинг конструкцияси турлича бўлиши мумкин.

Резервуарда, унинг режаси ва диаметрал қирқими 5-расмда тасвирланганидек бўлса ичкари қисмида устунлар бўлмайди. Шунинг учун, унинг устёпмаси гумбазли бўлади; у цилиндрсимон девор билан монолит бириктирилган бўлади. Девор остидаги пойдевор лентасимон - халқасимон кўринишга эга бўлиб, у девордан юклама қабул қилиб уни заминга узатади. Резервуарнинг туби – темирбетон текис қовурғасиз; у девор остидаги халқасимон пойдевор билан бириктирилган, лекин унинг бикрлиги кичик бўлганлиги учун девор остидаги пойдеворни ҳисобланганда уни ҳисобга олинмайди.

Резервуарнинг устёпмаси ва туби ҳам гумбазли бўлиб, цилиндрсимон девор билан монолит бириктирилган (5-расм) бўлиши мумкин.

Бундай резервуарлар катта фазовий бикрликка эга бўлиб, уларни грунтлар нотекис чўкадиган замини заиф грунтлардан иборат ёки грунт сувларининг сатҳи юқори бўлган жойларда қўлланилиши мақсадга мувофиқдир.

δ

Шундай резервуарлар ҳам учрайдики, улар устёпма ва девор халқасимон кўринишдаги лентасимон пойдеворга монолит бириктирилган бўлиб, гумбазли конструкцияни ташкил қилади.

Резервуарни лойиҳалашда, агар у сув билан тўлдирилган ва ёнлари грунт билан тўлдирилмаган бўлса уларнинг элементларини мустаҳкамликка ҳисоблашдан ташқари уни устиворликка ҳам текшириш лозим.

1.4. ТЕМИРБЕТОН РЕЗЕРВУАРЛАРНИНГ ЮК КЎТАРУВЧИ КОНСТРУКЦИЯЛАРИ

Темирбетон резервуарлар тубини конструкциялари

Темирбетон резервуарнинг туби шартли равишда уч турга бўлинади:

1. Махсус кўринишга эга бўлган резервуарлар, маҳаллий шароитни ҳисобга олиб лойиҳаланади (юк кўтариш қобилияти кам бўлган грунтларда, грунт сувларининг сатҳи юқори бўлганда);
2. Деворлардан юклама қабул қилмайдиган резервуар тублари;
3. Девордан юклама қабул қиладиган резервуар тублари.

Резервуар туби конструкцияси турлича бўлган ҳар бир гуруҳни алоҳида-алоҳида кўриб чиқамиз.

Махсус кўринишга эга бўлган, маҳаллий шароитни ҳисобга олиб, лойиҳаланган резервуарлар

Грунтлари етарли юк кўтариш қобилиятига эга бўлмаган жойларда резервуар қурилганда, оддий конструкциядан тайёрланган резервуар туби нотекис чўкиши мумкин. Резервуар тубининг остки қисмига монолит бетондан замин тайёрланса ҳам нотекис чўкишни олдини олиб бўлмайди. Бундай замин тубининг оғирлигини ошириб юборади. Агар резервуар туби остидаги замин заиф грунтлардан бўлса, резервуар туби шаклини ўзгартирилади ёки сунъий замин ўрнатилади.

Масалан, резервуарларнинг туби сферик темирбетон шаклида тайёрланган. Ушбу ҳолатда резервуар остидаги барча грунт бир хил жойлашиш коэффициентига эга бўлади, чунки сферик қобиқ нотекис чўкишга йўл қўймайди.

Гумбаз тубининг диаметри резервуар деворининг диаметридан бирмунча каттадир. Гумбазнинг максимал кўтарилиш баландлиги 2 м бўлган резервуарларда унинг диаметри 24 м ни ташкил қиладди. Турли сиғимга эга бўлган резервуарларда гумбаздаги темирбетон плитанинг қалинлиги 150 мм дан 225 мм гача бўлади. Бундай турдаги резервуар тубларининг хусусий оғирлиги кам бўлади.

Темирбетон сферик гумбазларнинг тубларини синаш натижалари шуни кўрсатадики, резервуарларни сув билан тўлдириб, унинг тубига бўлган юкламани 20% оширилса, унинг ҳисобий чўкиш миқдори рухсат этилган чўкиш миқдоридан анча кам бўлади.

Қатор ҳолатларда резервуар туби шаклини ўзгартирмаган ҳолда сунъий замин ўрнатиш йўли билан шундай натижаларга эришилади.

Ушбу вариантда аввал котлаван қазилади ва тиргак девор ўрнатилади, кейин эса тиргак девор билан ўралган майдонга қум сепилиб, яхшилаб зичланади. Шундай усул билан сифими 5000 ва 5500 м³ бўлган резервуарлар қурилган.

Деворнинг юкламаларини қабул қилмайдиган резервуар тублари

Темирбетон резервуарларнинг деворларидан унинг тубларига юклама узатилмайдиган конструкцияларни кўриб чиқамиз.

Қатор ҳолатларда темирбетон резервуарларни лойиҳалашда устёпманинг девори резервуар тубига эмас балки махсус пойдеворга ўрнатилиши кўзда тутилган. Бундай конструктив ечимда резервуар туби эластик заминга ётқизилган ва фақат текис ёйиқ куч - суюқлик юкламасини қабул қиладиган темирбетон плита деб қаралади.

6-расмда сифими 5700 м³ бўлган резервуар тубининг халқасимон пойдевор билан консол бирикмаси кўрсатилган.

Деворлардан юклама қабул қиладиган резервуар туби

Кўпчилик ҳолларда темирбетон резервуарларни лойиҳалашда девор ва устёпманинг юкламаси туб плитасига узатилиши кўзда тутилади. Девор билан резервуар туби ўзаро бириккан қисмида элементнинг ўлчамларини катталашини кузатилади.

Ушбу катталашишлар плиталарда темирбетон деворларнинг пойдеворлари деб қаралади.

Резервуар туби қалинлиги 100 мм бўлган юпқа мембрана кўринишида лойиҳаланган бўлиб, девор жойлашган жойда қалинлиги ортиб халқасимон пойдеворга ўтади.

Ўзаро бирикув участкаси бошланган (1 м гача) жойда 450 мм қалинликка эга бўлади.

Айрим ҳолларда темирбетон резервуарларнинг тублари лойиҳаланганда арматурани сунъий тортиш назарда тутилади, бу эса туб конструкциясига бирмунча ўзгартиришлар киритилишига олиб келади.

1.5. ДЕВОР КОНСТРУКЦИЯЛАРИ ВА УЛАРНИНГ ПОЙДЕВОР ВА РЕЗЕРВУАР ТУБИ БИЛАН БИРИКУВИ

Темирбетон резервуарларда энг масъулиятли участкаларидан бири деворнинг пойдевор ёки резервуар туби билан бирикиш жойи ҳисобланади. Айниқса шарнирли бирикма бўлса, масъулият яна ҳам кўпроқ бўлади.

Бундай ҳолларда бирикиш жойларидаги деформация чоклари мураккаб шароитларда ишлайди. Шунини алоҳида ҳисобга олиш керакки девор билан замин ўртасида шарнирли бирикма бўлса эгувчи моментлар қийматининг кескин камайтиришга олиб келади ва ушбу конструкцияларнинг алоҳида ишлашини таъминлайди. Лекин деворнинг заминга эркин тиралиши уларнинг бирикиш чокини яхшилаб зичлашни талаб қилади. Чунки резервуарни қурилиш даври ва уни эксплуатация даврида суюқлик ўтказмайдиган қилиб қуришга эришиш лозим. Шу билан биргаликда деворнинг замин билан монолит бирикувчи девор четидаги ҳисобий зўриқишларни ортишига ҳамда шунга мос келадиган вертикал арматура миқдорининг кўпайишига ва шу билан биргаликда деворнинг пастки қисмида зўриқтирилган халқасимон арматурадаги кучланишнинг камайишига олиб келади.

1.5.1. Темирбетон резервуар деворларининг конструкциялари

Темирбетондан тайёрланган резервуарларнинг деворлари асосан вертикал лойиҳаланади, лекин баъзи бир ҳолларда улар қия ҳолатда қурилиши ҳам мумкин.

Баъзан қия деворли темирбетон резервуарларни лойиҳаланганда халқасимон арматуранинг зўриқтиришни янги усулини қўллаш тўғри келади. Лекин халқасимон арматуранинг зўриқтиришнинг ушбу усули камдан-кам ҳоллардагина қўлланилади. Арматуранинг зўриқтиришнинг бошқа усуллари қўлланилганда, жумладан арматуранинг тортувчи махсус машина ёрдамида халқасимон арматура зўриқтирилганда деворнинг ташқи юзаси вертикал ҳолатда бўлиши шарт.

Цилиндрсимон темирбетон резервуар деворларини қалинлигини кам қилиб олса бўлади, чунки улар ўқ бўйлаб чўзувчи зўриқишга ишлайди. Лекин, амалиётда бетон ётқизиш, уни зичлаш каби бўладиган жараёнларини ҳисобга олиб, унинг қалинлигини камида 120 мм. деб қабул қилинади.

Ўзгарувчан кесим юзали деворлар фақат алоҳида ҳолатларда, асосан юқори баландликка эга бўлган (12 м дан ортиқ) темирбетон резервуарлардагина қўлланилади.

Деворнинг қалинлиги темирбетон резервуарнинг қурилган жойининг характериға ҳам боғлиқ бўлади. Шундай қилиб, ер ости резервуарларини лойиҳалашда грунтнинг нотекис босими натижасида ҳосил бўлган эгувчи моментларнинг таъсириға қарши заҳира бўлиши кўзда тутилади.

Вертикал ва горизонтал йўналишларда эгилишға ишлайдиган тўғри тўртбурчакли резервуарларнинг деворларининг қалинлиги, ҳажми бир хил бўлган цилиндрсимон резервуарларникиға қараганда қалинроқ бўлади. Кўпчилик ҳолларда улар баландлиги бўйича ўзгарувчан кесимға эга бўлади.

1.5.2. Девор билан заминнинг бирикиш конструкцияси

Конструктив ечимлари бўйича деворларнинг пойдевор билан бирикиш турлари тўртта асосий гуруҳға бўлинади:

1. Резервуар девори, пойдевор плитасиға шарнирли бирикади ва у замин ҳисобланади;
2. Резервуар девори, тубининг қалинлаштирилган қисмиға шарнирли бирикади;
3. Резервуар девори, пойдевор плитаси билан монолит бириккан;

4. Резервуар девори, тубининг қалинлаштирилган қисми билан монолит бирикади.

Резервуар қурилишининг хорижий мамлакатлар амалиётида деворнинг замин билан шарнирли бирикмаси қўлланилади. Лекин кўпчилик ҳолларда девор билан заминнинг монолит бирикиши ҳам назарда тутилади. Қуйида деворнинг замин билан бирикувининг турли конструкциялари кўриб чиқамиз.

1.Резервуар девори пойдевор плитасига шарнирли бириккан ҳолда

Шундай конструктив ечимга мисол қилиб сифими 5000 м^3 бўлган темирбетон резервуарлардаги девор билан тубининг бирикув усулини кўриш мумкин (7-расмга қар.).

Расмдан кўриниб турибдики, резервуар девори пойдевор халқасига эркин таянади, резервуар тубининг плитаси ҳам пойдевор халқасига консол холда таянади.

Бунда резервуар туби плитасининг консол қисми билан девор бирикмаси орасида бўшлиқ назарда тутилган. Ушбу бўшлиқни шундай тўлдириш керакки қурилиш ва эксплуатация даврида резервуар деворининг силжиши натижасида ҳосил бўладиган деформация вақтида ушбу чокни суюқлик ўтказмайдиган қилиб тайёрлаш керак. Радиал силжишлар натижасида деформация чокининг эни даврий ўзгариб туради. Шунинг учун чокни зичлаш учун шундай материал қўлланиладики, у бир томондан деворни эркин силжишига қаршилик кўрсатмасин, иккинчи томондан чокнинг суюқлик ўтказмаслигини таъминласин.

Хорижий мамлакатлар амалиётида юқорида кўрсатилган мақсадни амалга ошириш учун икки томонидан пўлат пластинка билан қисилган резина лента қўлланилади.

Резина лентани қисиш болт ва гайкалар ёрдамида амалга оширилади. Сифими 45000 м³ бўлган темирбетон резервуарни қуришда девори билан тубининг бирикиш чокига шундай резина лента ўрнатилган.

Резервуарлар қурилиш амалиёти шуни кўрсатадики, бириктиришнинг ушбу усули тўла ўзини оқлади. Узоқ йиллар давомида шундай йўл билан герметиклаштирилган темирбетон резервуарларни кузатилганда уларда деворларнинг радиал силжиши вақтида чокларда ҳеч қандай деформациялар кузатилмади.

Чокларни герметиклаштиришнинг яна битта усули 8-расмда кўрсатилган.

Ушбу конструкция бўйича плита билан резервуар тубининг бирикиш жойида битум қатлаидан ташқари яна битта резинани қистиргич назарда тутилган. Бундан ташқари ташқи томондан девор билан пойдевор орасида бўшлиқ қолдирилиб, у битум қатлами билан тўлдирилган.

Агар темирбетон резервуарларнинг деворларида юқори даражада босим мавжуд бўлса сунъий материал – поливинилхлориддан тайёрланган қўзғалувчан чоклар қўйиш тавсия қилинади. Бундай чокларни қўлланилган жойи сиқилувчи ва чўзилувчи зўриқишларни қабул қилиш мумкин.

2. Резервуар деворини уни тубининг кенгайтирилган қисми билан бириккан ҳолда

Деворнинг резервуар тубининг кенгайтирилган қисмига шарнирли бирикиши резервуар қурилишида кенг қўлланилмоқда ва у турли конструктив усуллар билан бажарилади.

Шундай қилиб, девор билан заминнинг орасидаги чокларини герметиклаштиришнинг турли усуллари мавжуд.

Шулардан бири сиғими 7600 м^3 ва диаметри 3 м бўлган олдиндан зўриқтирилган темирбетон (ер усти) резервуарини кўриб чиқамиз.

Бунда деворнинг резервуар туби плитаси юзасига бириккан участкаларида резина қистирғич назарда тутилган бўлиб, ундан ташқари унга яна битта лента перпендикуляр ўрнатилган. Унинг пастки ярми плитага, юқори қисми эса резервуар деворига қўйилади. Бундай резервуарларни эксплуатация қилиш амалиётининг кўрсатишича шундай бирикма герметикликни тўла таъминлайди ва шу билан резервуарнинг сув ўтказмаслиги таъминланади.

Резина лента ўрнатилгандан кейин резервуар туби плитасининг кенгайтирилган қисми бетонланади. Шундай қилиб, резина лентанинг пастки қисми бетонлаш пайтида туби билан бирикади, юқори қисми эса девор билан бирикади.

Бириктирувчи узелларни герметиклаштиришнинг юқорида кўриб чиқилган иккита усулини таққосласак, биринчи ҳолатда деворнинг остки

қисми бевосита резервуарнинг тубига тиралади, иккинчи ҳолатда эса – у резервуар туби плитасига киради.

3. Резервуарнинг девори пойдевор плитаси билан монолит бириккан ҳолда

Сиғими 1500 м³ бўлган олдиндан зўриқтирилган, резервуарнинг девори билан халқасимон пойдеворининг чоклари орасидаги монолит бирикиш (9-расмга қаралсин) варианты билан танишиб чиқамиз.

Бунда резервуарнинг девори замин билан халқасимон плитаси билан монолит бириккан ва тубининг темирбетон плитаси билан деформацион чок ёрдамида ажратилган.

Резервуар деворининг эркин силжишини таъминлаш учун унинг остига пластик хоссага эга бўлган махсус модда ётқизилган. Худди шундай таркибдаги модда билан халқасимон пойдевор билан туб плитаси орасидаги бўшлиқ тўлдирилган.

Резервуар девори билан пойдевор плитаси орасида монолит бирикманинг конструкцияси сиғими 19000 м³ бўлган резервуарни қуришда қўлланилган. Лекин бундай усул камдан-кам ҳолларда қўлланилади.

4. Резервуарнинг девори, тубининг кенгайтирилган қисми билан монолит бириккан ҳолда

Девор билан резервуар тубининг монолит бирикмаси фақат сиғими 10000 м³ гача бўлган резервуарлардагина қўлланилиши мақсадга мувофиқ. Бундай бирикманинг афзаллик томони шундан иборатки унда бирикиш чоки бўлмайди, сабаби герметиклаштириш эса маълум қийинчилик туғдирган бўлар эди.

1.6. ТЕМИРБЕТОН РЕЗЕРВУАРЛАРИНИНГ УСТЁПМА КОНСТРУКЦИЯЛАРИ

Темирбетон резервуарларининг устёпмалари қуйидагича бўлади:

- 1) Бевосита резервуар деворига бириктирилади сферик гумбаз шаклида;
- 2) Темирбетон плита тўсинсиз текис устёпма бўлиб, улар устунларга таянган холда.

Айрим ҳолларда устёпмалар бошқача турда, масалан, текис тўсинли, темирбетон қобиқ кўринишида, темирбетон тўсинга таянган, устунга ётқизилган ва ҳоказо.

I. Темирбетон гумбазли устёпмалар

Цилиндрсимон темирбетон резервуарлар сферик гумбазлар билан ёпилади. Улар халқасимон таянчга эга бўлиб, олдиндан зўриқтирилган темирбетондан тайёрланади.

Гумбазли устёпмаларни кенг қўлланилишини сабаби.

1. Гумбазли устёпмалар бевосита резервуарларнинг деворига бириккан бўлади, бунда устунлар қўлланилмайди. Текис устёпмаларда эса резервуар ичига кўп миқдорда устунлар ўрнатилади. Устунларнинг мавжудлиги эксплуатацияни қийинлаштирибгина қолмасдан фойдали сиғимни камайтиради.
2. Гумбазли устёпма билан резервуар деворини монолит бириктириш мумкин.
3. Гумбазли устёпмаларда текис устёпмалардагига қараганда бетон ва арматура сарфи анча кам бўлади.

II. Текис темирбетон устёпмалар

Текис темирбетон устёпмалар одатда 3 та асосий турга бўлинади:

1. Монолит темирбетондан;
2. Алоҳида-алоҳида йиғма элементлардан (бошмоқ, устун, тўсин ва плиталар);

3. Йиғма-монолит темирбетондан.

Резервуарларнинг темирбетон устёпмалари тўсинли ва тўсинсиз текис устёпмаларга бўлинади.

Катта сиғимли цилиндрсимон ёки тўғри бурчакли резервуарларни қуришда баъзи ҳолларда текис йиғма темирбетон устёпмалар қўлланилади.

2. ТЎҒРИ ТЎРТБУРЧАКЛИ ЙИҒМА ТЕМИРБЕТОНДАН ТАЙЁРЛАНГАН РЕЗЕРВУАРНИ ҲИСОБЛАШ ВА ЛОЙИҲАЛАШ

(1-мисол)

Тўғри тўртбурчакли темирбетондан тайёрланган резервуарни ҳисоблаш талаб қилинади.

Бунинг учун қуйидагилар берилган:

Резервуар сиғими $V=7000 \text{ м}^3$;

Резервуар баландлиги (унинг полидан то устёпма плитасининг таг қисмигача бўлган масофа) $H=4,5 \text{ м}$;

Устунлар тўри $b \cdot l = 6,3 \cdot 6,3 \text{ м}$;

Устёпманинг устидаги грунтдан тушадиган фойдали юкламаси $V_n=5,3 \text{ кН/м}^2$;

Грунтнинг ҳисобий қаршилиги $R_{ГР}=0,35 \text{ МПа}$;

Резервуарнинг устёпма плитаси, ригел, устун ва деворларни лойихалаш учун қўлланиладиган оғир бетоннинг класси В35;

Пойдеворни лойихалаш учун қўлланиладиган бетоннинг класси В20;

Олдиндан зўриктирилган арматуранинг класси А-IV;

Бўйлама ишчи стерженлар учун қўлланиладиган арматуранинг класси А-III;

Конструктив талабларга асосан қўлланиладиган арматуралар А-II ва Вр-I.

Берилган материалларнинг ҳисобий характеристикалари[1]:

В35 классдаги бетон учун: $R_b=19,5$ МПа, $R_{bt}=1,3$ МПа, $E_b=34,5 \cdot 10^3$ МПа;

В20 классдаги бетон учун: $R_b=11,5$ МПа, $R_{bt}=0,9$ МПа, $E_b=27,0 \cdot 10^3$ МПа;

А-IV классдаги арматура учун $R_s=510$ МПа;

А-III: $R_s=365$ МПа ва 355 МПа, $R_{sw}=290$ МПа ва 285 МПа (стерженнинг диаметрига қараб);

А-II: $R_s=280$ МПа, $R_{sw}=225$ МПа;

Вр-I: $R_s=365$ МПа, $R_{sw}=265$ МПа.

Устёпма плитаси, устун ва ригелни ҳисоблашда бетоннинг ишлаш шароити коэффиценти $\gamma_{b2}=1,0$; девори, туби ва пойдеворини ҳисоблашда $\gamma_{b2}=0,85$ деб олинади.

2.1. Устёпма плитасининг ҳисоби

Берилган параметрларга қараб ($V=7000$ м³, $H=4,5$ м) резервуар юзасини аниқлаймиз:

$$V=S \cdot H \quad \text{яъни} \quad S = \frac{V}{H} = \frac{7000 \text{ м}^3}{4,5 \text{ м}} = 1555,55 \text{ м}^2, \quad \text{резервуар ўлчамларини}$$

$B \cdot L = 31,5 \cdot 50,4 \text{ м}$. Қабул қиламиз.

Устёпма плитаси сифатида олдиндан зўриқтирилмаган қовурғали плита қўлланилади. Унга В35 классдаги бетон, ишчи арматура сифатида А-III классдаги арматура, кўндаланг ва монтаж арматураларнинг класси А-II, плитанинг токчаларини Вр-I классдаги сим арматуралардан тайёрланган тўр билан арматуралаймиз.

Юкламаларни тўплаш устёпма плитасининг 1 м^2 юзасига ҳисобланган юклама 1-жадвалда келтирилган.

1 м² плитага таъсир этувчи юклар

1-жадвал.

Юклама тури	Меъёрий юклама кН/м ²	Юклама бўйича ишончлилик коэффициент и γ_f	Вазифасига кўра ишончлилик к коэффициент и γ_n	Ҳисобий юклама кН/м ²
Доимий йиғма темирбетон устёпма плитасидан	2,89	1,1	0,95	3,02

Текисловчи цемент қатламидан $t=25$ мм ва $\rho=2200$ ($t \cdot \rho=0,025 \cdot 22$)	0,55	1,3	0,95	0,68
Гидроизоляция қатламидан;	0,1	1,3	0,95	0,124
Устёпманинг устидаги қалинлиги 30 см бўлган грунт қатламидан $h \cdot \gamma=0,30 \cdot 17,0$	5,1	1,2	0,95	5,70
Жами	8,64			9,52
Вақтинчалик: Қор юкла-масидан (1-иқлимий зона)	0,5	1,4	0,9	0,63
Тўла юклама	9,14			10,15

Плита тоқчасининг ҳисоби

Ригелнинг кўндаланг кесим ўлчамларини олдиндан аниқлаймиз:

$$h=0,1 \cdot L=0,1 \cdot 6300=630 \text{ мм}; b=0,5 \cdot h=0,5 \cdot 630=315 \text{ мм};$$

$$b \cdot h=300 \cdot 630 \text{ мм}$$

Плита ригелининг тоқчасига таянган бўлиб, унинг узунлиги:
 $l_n=l-b=6300-300=6000 \text{ мм};$

Плитанинг тоқчасига таянган қисмининг узунлигини 100 мм қабул қиламиз, у ҳолда плитанинг ҳисобий оралиғи: $l_0=l_n-100=6000-100=5900 \text{ мм};$

Плита қовурғасининг баландлигини қуйидаги нисбатлардан аниқланади: $h_n = \left(\frac{1}{14} \div \frac{1}{20}\right) \cdot l_0 = \left(\frac{1}{17}\right) \cdot 5900 = 350 \text{ мм}$

Қовурғанинг юқори қисмидаги эни 100 мм, пастки қисми эса 85 мм деб қабул қиламиз.

Бўйлама қовурғалар орасидаги панелнинг ўлчами (10-расм)

$l_1 = 1485 - 200 = 1285 \text{ мм}$, кўндаланг қовурғалар орасидаги масофа
 $l_2 = 1820 - 100 = 1720 \text{ мм}$.

Плитанинг панели уч оралиқли узлуксиз плита бўлиб, контур бўйлаб кўндаланг ва бўйлама қовурғаларга таянган. (1-илова)

Қовурғалар орасидаги масофани узун томонининг калта томонга нисбати: $\frac{l_2}{l_1} = \frac{1720}{1285} = 1,34 < 1,5$

Эгувчи моментларни чегаравий мувозанат усулидан фойдаланиб ҳисоблаймиз.

Узлуксиз плитанинг ўрта қисмида $1 \leq \frac{l_2}{l_1} \leq 1,5$ бўлгандаги эгувчи
момент (3.7 жадвалдан [7])

$$M_I = M'_{II} = 2M_I; \quad M'_{II} = 2,5M_I; \quad M_2 = M_I$$

Плитанинг асосий мувозанат тенгламасидан:

$$\frac{\eta \cdot g \cdot l_1^2}{12} (3l_2 - l_1) = (2M_I + M_I + M'_I) \cdot l_2 + (2M_2 + M_{II} + M'_{II}) \cdot l_1$$

$\eta = 1$ деб қабул қилиб, плитанинг калта томони йўналишида 1 м тасма учун эгувчи момент M_I ни аниқланади ($\sigma_n = 0,95$).

Қалинлиги $\delta = 5$ см бўлган плита (плитанинг хусусий оғирлигини ҳам ҳисобга олиб) тоқчасининг 1 м² юзаси қабул қиладиган ҳисобий юклама (1-жадвалга асосланиб)

$$g = 0,05 \cdot 25 \cdot 1,1 \cdot 0,95 + 0,68 + 0,124 + 5,7 = 7,81 \text{ кН/м}^2$$

$$M_I = \frac{\eta \cdot g \cdot l_1^2 (3l_2 - l_1)}{12(6l_1 - 7l_2)} = 1 \cdot \frac{(7,81 + 0,63) \cdot 1,285^2 \cdot 3,9}{12 \cdot 20} = 0,232 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Узун томон йўналишида эса $M_2 = M_I = 0,232 \text{ кН} \cdot \text{м}$

$$M_{II} = M'_{II} = 2,5M_I = 2,5 \cdot 0,232 = 0,580 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$M_I = M'_{II} = 2M_I = 2 \cdot 0,232 = 0,464 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Узлуксиз панелнинг четки қисмлари, панелнинг ҳамма томонлари қовурға билан ўралганлиги сабабли унинг ўрта қисми учун ҳисобланади. Томонларининг нисбати l_2/l_1 ни ҳисобга олиб, эгувчи моментларни ўрта қисм бўйича қабул қиламиз.

Плитанинг қисқа томони бўйича 1 м масофадаги арматура юзасини аниқлаймиз.

Тоқча кесимининг ишчи баландлиги $h_0 = h - a = 5 - a = 5 - 1,5 = 3,5 \text{ см}$, бу ерда

$$a = 1 + \frac{d}{2} = 1 + \frac{1}{2} = 1,5 \text{ см}; \quad 1 \text{ см} - \text{ҳимоя қатлами, } d - \text{арматура диаметри.}$$

$$A_{s_1} = \frac{M_1}{R_s \cdot Z_b} = \frac{23200}{365 \cdot 3,5 \cdot 0,9 \cdot (100)} = 0,2 \text{ см}^2 \quad \text{бу ерда } Z_b = 0,9 \cdot h_0 \text{ чунки } M_1 = M_2$$

ва $A_{s_2} = A_{s_1}$

С-1 сим тўр танлаймиз. Тўрнинг кўндаланг арматуралари $5\text{Ø}3\text{Вр-I}$ ($A_s = 0,35 \text{ см}^2 > A_{s_1} = 0,2 \text{ см}^2$) қадамлари $s_1 = 200$ мм, эни 1400 мм. Бўйлама арматура ҳам шундай стерженлардан қабул қилиниб, унинг қадами 350 мм.

Таянч моментлари M_1 ва M_2 ни қабул қилиш учун (плитанинг узун томони бўйича) арматура юзасини аниқлаш лозим:

$$A_{s_1} = 2A_{s_1} = 2 \cdot 0,2 = 0,4 \text{ см}^2$$

Кўндаланг ишчи стерженлардан $\text{Ø}3\text{Вр-I}$ ва эни 500 мм бўлган тўр танлаймиз. $A_s = 0,42 > 0,4 \text{ см}^2$ қадами $s_2 = 100$ мм.

Бўйлама арматураларни ҳам худди шу диаметрда қабул қиламиз. Бўйлама қовурғада С-2 тўрни букилади ва кўндаланг стерженлари $0,2 \cdot l_1 = 0,2 \cdot 1285 = 257 \approx 300$ мм узунликда платага ўтказилади.

Панелнинг кўндаланг қовурғаларини ҳисоблаш

Қуйида панел кўндаланг қовурғасининг ҳисобий тархи (11-расм) кўрсатилган.

Панелнинг кўндаланг қовурғалари таянчларга маҳкамланган, тўсиндан иборат бўлиб, максимал ординатаси q_1 бўлган учбурчак кўринишидаги юклама ва хусусий оғирлиги q_c билан юкланган. Учбурчак юклamani қуйидаги формула ёрдамида эквиваленти тенг бўлган тенг тақсимланган юкламага алмаштириш мумкин

$$q_e = \frac{5}{8} q_1; q_1 = (q + p)(l_1 + b_p) = (7,81 + 0,63)(1,285 + 0,085) = 11,56 \text{ кН/м}$$

бу ерда $b = \frac{(10+6)}{2} = 8$ см кўндаланг қовурғанинг ўртача қалинлиги.

$$q_c = b_p(h_p - h_n) \cdot \rho \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n = 0,085(0,2 - 0,05) \cdot 25 \cdot 1,1 \cdot 0,95 = 0,33 \text{ кН/м}$$

Тенг тақсимланган юкламанинг умумий қиймати

$$q = q + q_c = \frac{5}{8} \cdot 11,56 + 0,33 = 7,56 \text{ кН/м}$$

Пластик деформацияларни ҳисобга олганда ҳолда M_c оралик ва M_{on} таянчдаги эғувчи моментларни тенг тақсимланган ($M_c = M_{on} = M$) схема бўйича аниқлаш мумкин:

$$M = \frac{q \cdot l_1^2}{16} = \frac{7,56 \cdot 1,285^2}{16} = 0,78 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

плитанинг ораликдаги кўндаланг қовурғаси, токчаси сиқилувчи зонада бўлган тавр кесимдан иборат

Токчанинг ҳисобий эни: $b'_f = b + \frac{1}{3} l_1 = 8 + \frac{128,5}{3} = 50,83 \text{ см}$ ҳамда

$$b'_f = b + 12h_n = 8 + 12 \cdot 5 = 68 \text{ см}$$

Кичик қийматини қабул қиламиз: $b'_f=50,83=51$ см қовурға баландлиги $h_0=h-a=20-2,5=17,5$ см.

$$\alpha_m = \frac{M}{b'_f \cdot h_0^2 \cdot R_b \cdot \gamma_{b2}} = \frac{78000}{51 \cdot 17,5^2 \cdot 19,5 \cdot 1,0(100)} = 0,0025$$

4.1-жадвалдан [6] $\alpha=0,0025$ га мос келадиган ζ ни қиймати йўқ. Шунинг учун $\zeta=1,0$ қабул қиламиз.

$$A_s = \frac{78000}{365 \cdot 175 \cdot 1 \cdot (100)} = 0,122 \text{ см}^2$$

Конструктив талабларга кўра 1Ø10 А-II $A_s=0,78 \text{ см}^2$ арматура қабул қиламиз. Юқори зона арматураси ва кўндаланг стерженларни ҳам 1Ø10 А-II қабул қиламиз, кўндаланг стерженлар қадами $s=150$ мм. Четки қовурғалар учун ҳам 1Ø10 А-II арматурадан каркас тайёрланади.

Плитанинг бўйлама қовурғасини ҳисоби

Бўйлама қовурғанинг ҳисобий баландлигини аниқлашда чўзилувчи арматуралар икки қатор жойлаштирилишини ҳисобга оламиз. Плитанинг эни 1,5 м бўлганда плитанинг 1 м узунлиги қабул қиладиган (плита оғирлигини ҳам ҳисобга олинганда) ҳисобий юклама:

- доимий: $g=9,52 \cdot 1,5=14,29$ кН/м;
- вақтинчалик: $p=0,63 \cdot 1,5=0,95$ кН/м;
- тўла юклама: $q=g+p=14,29+0,95=15,24$ кН/м.

Плита кесимидаги эгувчи момент ва кўндаланг кучнинг энг катта қиймати:

$$M = \frac{q \cdot l_0^2}{8} = \frac{15,24 \cdot 5,9^2}{8} = 66,32 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$Q = \frac{q \cdot l_0}{2} = \frac{15,24 \cdot 5,9}{2} = 44,56 \text{ кН}$$

Плитанинг бўйлама қовурғасини ҳисобий кесим юзаси тавр шаклида (12-расмга қар.) бўлиб,

$$\text{бунда } \frac{h_n}{h_{pn}} = \frac{5}{35} = 0,143 > 0,1 \text{ бўлгани учун ҳисоблашда токчанинг тўла}$$

энини ҳисобга оламиз.

$$b_f = 148,5 - 2 \cdot 2 = 144,5 \text{ см. Қовурғанинг ҳисобий эни } b_p = 2 \cdot 8,5 = 17 \text{ см.}$$

$$\text{Ҳисоблаймиз } \alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot \gamma_{b2} \cdot b'_f \cdot h_0^2} = \frac{6632000}{19,5 \cdot 1,0 \cdot 144,5 \cdot 30^2 (100)} = 0,026$$

жадвалдан $\zeta = 0,987$, $\xi = 0,026$ ни аниқлаймиз.

$x = \xi \cdot h_0 = 0,026 \cdot 30 = 0,78 < h_n = 5 \text{ см}$ бўлгани учун нейтрал ўк токчадан ўтади.

ҚМҚ 2.03.01-96 [1] 3.15 ва 3.16 бандига асосан ўлчамлари $b_p \cdot h_p = 144,5 \times 30 \text{ см}$ бўлган тўғри тўртбурчак каби ҳисоблаймиз.

Бўйлама арматуранинг кесим юзаси:

$$A_s = \frac{M}{\zeta \cdot R_s \cdot h_0} = \frac{6632000}{0,987 \cdot 365 \cdot 30 \cdot (100)} = 6,136 \text{ см}^2;$$

Сортаментдан 4Ø14А-III $A_s = 6,16 \text{ см}^2$ ли арматурани қабул қиламиз. Плита қовурғаларидаги стерженларни икки қатор жойлаштирамиз.

Кўндаланг куч қиймати $Q = 44,56 \text{ кН}$ бўлганда қабул қилинган кесим юзасини қуйидаги шарт орқали текширамиз:

$$Q = 44,56 \text{ кН} \leq 0,3 \cdot \varphi_{w1} \cdot \varphi_{b1} \cdot \gamma_{b2} \cdot R_b \cdot b_p \cdot h_0 = 0,3 \cdot 1,0 \cdot 0,805 \cdot 1,0 \cdot 19,5 \cdot 17 \cdot 30 \cdot (100) =$$

$$=240 \text{ кН};$$

бу ерда $\varphi_{b1} = 1 - \beta \cdot \gamma_{b2} \cdot R_b = 1 - 0,01 \cdot 1,0 \cdot 19,5 = 0,805$. Коэффициент $\beta=0,01$ оғир бетон учун.

Демак, плита қовурғасининг кесим юзаси тўғри танланган. Иккинчи шарт бажарилишини текширамыз:

$$Q = 44,56 \text{ кН} \leq \varphi_{b3}(1 + \varphi_f) \cdot \gamma_{b2} \cdot R_{bt} \cdot b_p \cdot h_0 = 0,6(1 + 0,11) \cdot 1 \cdot 1,3 \cdot 17 \cdot 30 / (10) = \\ = 44,156 \text{ кН}$$

$$\text{бу ерда } \varphi_f = \frac{0,75 \cdot 3h_f \cdot h_f}{b_p \cdot h_0} = \frac{0,75 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 5}{17 \cdot 30} = 0,11$$

Шарт бажарилмади. Демак, қовурға узунлиги бўйлаб барча таянч олди участкаларидаги кўндаланг арматуралар ҳисоблаб топилади.

Иккита ёнма-ён кўндаланг стерженлар оралиғида дарзлар ҳосил бўлишини олдини олиш учун қуйидаги шартни текширамыз:

$$S_{w1} \leq S_{max} = \frac{\varphi_{b4}(1 + \varphi_f) \cdot R_{bt} \cdot b_p \cdot h_0^2}{Q} = \frac{1,5 \cdot (1 + 0,11) \cdot 1,3 \cdot 17 \cdot 30^2}{44,56} = 74,3 \text{ см}$$

$$S_{w1} = 15 \text{ см} < \frac{h}{2} = \frac{35}{2} = 17,5 \text{ см} < S_{max} = 74,3 \text{ см}$$

Кўндаланг стерженлар қабул қиладиган зўриқишни (13-расм) аниқлаймыз:

$$q_{sw} = \frac{R_{sw} \cdot n \cdot A_{sw}}{S_{w1}} = \frac{225 \cdot 2 \cdot 0,789}{15 \cdot (10)} = 2,35 \text{ кН/м}$$

Қия дарзларнинг проекцияси C_0 ни аниқлаймыз:

$$C_0 = \sqrt{\frac{\varphi_{b2}(1 + \varphi_f) \cdot R_{bt} \cdot b_p \cdot h_0^2}{q_{sw}}} = \sqrt{\frac{2 \cdot (1 + 0,11) \cdot 1,3 \cdot 17 \cdot 30^2}{2,35 \cdot (10)}} = 43,35 \text{ см}$$

бу ерда $\varphi_{b2}=2$ оғир бетон учун

$C_0=43,35 < 2 \cdot h_0=2 \cdot 30=60$ см бўлгани учун $C_0=43,35$ см танлаймиз.

$C_0 \leq C$ шартни текшираимиз $C = \frac{\varphi_{b2} \cdot h_0}{\varphi_{b3}} = \frac{2 \cdot 30}{0,6} = 100 \text{ см},$

$$C \leq \frac{1}{4} l = \frac{6,0 \cdot (100)}{4} = 150 \text{ см}$$

$C_0=43,35 \text{ см} < C=100 \text{ см}$ шарт бажарилди.

Бетоннинг сиқилувчи зонасида ва қия дарзларни кесувчи кўндаланг стерженлар қабул қилаоладиган кўндаланг кучни аниқлаймиз:

$$Q \leq Q_u = \frac{\varphi_{b2}(1 + \varphi_f)R_{bt}b_p h_0^2}{C} + q_{sw} \cdot C_0 = \frac{2 \cdot (1 + 0,11) \cdot 1,3 \cdot 17 \cdot 30^2}{100} + 2,35 \cdot 43,35 = 146,03 \text{ кН}$$

бу ерда Q_u -кесим юзасининг юк кўтариш қобилияти

$$Q = Q_u = 44,56 < 146,03 \text{ кН}$$

Қабул қиламиз:

- таянчдан $\frac{1}{4}l_0$ масофада $\frac{590}{4}=147,5=150$ см; уларнинг қадами

$S=150$ мм;

- ўрта қисмида $\frac{1}{2}l_0$ масофада $\frac{590}{2}$;

уларнинг қадами $s \leq \frac{3}{4}h = \frac{3}{4} \cdot 35 = 26,25$ см;

$s=250$ мм қабул қиламиз.

2-жадвал

Тўғри тўртбурчакли резервуарнинг 1 дона устёпма плитасига сарфланадиган арматура.

Арматуралан адиган элементнинг маркаси ва белгиланиши	Элементдаги арматура ашёсининг сони, дона	Арматура рақами	Арматуранинг диаметри ва классификацияси, мм	Узунлиги, мм	Элементдаги сони, дона
С-1 3/3/200/350	1	1	Ø3Вр-I	1400	32
		2	Ø3Вр-I	5980	4
С-2 3/3/150/150	2	3	Ø3Вр-I	500	42
		4	Ø3Вр-I	5980	3
Кр-1	2	5	Ø14 А-III	5960	2
		6	Ø10 А-II	5960	1
		7	Ø10 А-II	300	32
Кр-2	2	8	Ø10 А-II	1380	2
		9	Ø10 А-II	150	9
Кр-3	2	10	Ø10 А-II	1380	2
		11	Ø10 А-II	250	9

2.2. Резервуар устёпмасидаги ригелни ҳисоблаш

Резервуарнинг устёпма ригелини 5 ораликли узлуксиз тўсин деб қараймиз. Тўсин ўқлари орасидаги масофа ҳисобий оралик деб ҳисобланади, яъни $l=6300$ мм (14-расмга қар.).

Таянчлар орасидаги масофа 6,3 м бўлганда ригелнинг 1 м узунлиги қабул қиладиган юклама:

- устёпмадан $q_{нок}=10,15 \cdot 6,3=64$ кН/м
- ригелнинг хусусий оғирлигидан $q_{св}=0,3 \cdot 0,63 \cdot 25 \cdot 1,1 \cdot 0,95=$
 $=4,94$ кН/м
- тўла юклама $q=q_{нок}+q_{св}=64+4,94=68,94$ кН/м

Ригел кесимларидаги эгувчи момент ва қирқувчи кучлар қийматини аниқлаш

Ригелнинг В ва С оралик таянч устидаги ва бошқа ўрта таянчлардаги эгувчи моментнинг қиймати эластик ҳолатда ишлайдиган конструкциялар учун қуйидагича топилади ($\alpha_B=-0,105$; $\alpha_C=-0,080$; 5.1-жадвал [6])

$$M_B = \alpha_B \cdot q l^2 = -0,105 \cdot 68,94 \cdot 6,3^2 = -287,3 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M_C = \alpha_C \cdot q l^2 = -0,080 \cdot 68,94 \cdot 6,3^2 = -218,9 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Статик ноаниқ темирбетон конструкцияларда ички моментларнинг қайта тақсимланишига йўл қўйилади. Ригелнинг йиғма элементлари чокларини унификациялаш учун таянч моментларини тенглаштирамиз. тенглаштирилган моментлар қиймати $M_b^{свп} = M_c = -218,9 \text{ кН} \cdot \text{м}$. Тенглаштирилган эгувчи моментларни ҳисобга олиб, кўндаланг кучларни ҳисоблаймиз:

$$Q_A = \frac{ql}{2} + \frac{M_b^{6bip}}{l} = \frac{68,94 \cdot 6,3}{2} - \frac{218,9}{6,3} = 182,4 \text{ кН};$$

$$Q_B^{лес} = -\frac{ql}{2} + \frac{M_b^{6bip}}{l} = -\frac{68,94 \cdot 6,3}{2} - \frac{218,9}{6,3} = -251,91 \text{ кН};$$

$$Q_B^{np} = -Q_c^{лес} = \frac{ql}{2} = \frac{68,94 \cdot 6,3}{2} = 217,16 \text{ кН};$$

Оралик эгувчи моментлари M_1 , M_2 , M_3 ларнинг катта қийматларини ҳисоблаймиз. Четки ораликлардаги M_1 эгувчи моментнинг максимал қиймати $X_0 = \frac{Q_A}{q} = \frac{182,4}{68,94} = 2,65$ м. масофада жойлашган, у ҳолда

$$M_1 = Q_A \cdot X - \frac{qx_0^2}{2} = 182,4 \cdot 2,65 - \frac{68,94 \cdot 2,65^2}{2} = 241,3 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

Ораликдаги момент (15-расмга қар.)

$$M_2 = M_3 = \frac{ql^2}{8} - [M_b^{6bip}] = \frac{68,94 \cdot 6,3^2}{8} - 218,9 = 123,13 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

Устуннинг кўндаланг кесим ўлчамларини 40x40 см деб қабул қиламиз. У ҳолда:

$$M_e^{np} = -|M_b^{6bip}| + Q_B^{np} \cdot 0,2 = -218,9 + 217,16 \cdot 0,2 = -175,47 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$Q_B^{np} = \frac{0,5 \cdot l - 0,2}{0,5l} Q_B^{np} = \frac{0,5 \cdot 6,3 - 0,2}{0,5 \cdot 6,3} \cdot 217,16 = 203,37 \text{ кН};$$

Четки ораликдаги энг ката кўндаланг кучнинг қиймати:

$$Q_B^{np} = Q_B^{лес} \frac{(l_0 - x_0) - 0,2}{l_0 - x_0} = -251,91 \frac{(6,3 - 2,65) - 0,2}{6,3 - 2,65} = -238,11 \text{ кН}$$

Ригелни биринчи гуруҳ чегаравий ҳолатлар бўйича ҳисоблаш

Ригелнинг кўндаланг кесим ўлчамларини аниқлаймиз. Ригелнинг олдин қабул қилинган ($b_p \times h_p = 30 \times 63$ см) кўндаланг кесим ўлчамларига аниқлик киритамиз.

Темирбетон конструкцияларини лойиҳалаш тажрибасига асосланиб, тўсинларни ҳисоблашда пластик шарнирларда дарзлар ҳосил бўлишини чегаралаш учун, тўсиннинг баландлигини аниқлашда $\frac{x}{h_0} \leq 0,35$ шарт

бажарилишини таъминлаш лозим, у ҳолда $\zeta = \frac{x}{h_0} = 0,35$, 4.1 жадвалдан [6]

$\alpha_m = 0,289$ ни аниқлаймиз.

Ригелнинг ишчи баландлиги

$$h_0 = \sqrt{\frac{M_1}{\alpha_m \cdot R_b \cdot b}} = \sqrt{\frac{241300}{0,289 \cdot 19,5 \cdot 30}} = 37,78 \text{ см} \cong 38 \text{ см};$$

Ригел кесимининг баландлиги $h_p = 50$ см, эни эса $b_p = 0,5h_p = 25$ см деб қабул қиламиз. Арматурани икки қатор жойлаштирилганда кесимнинг ишчи баландлиги $h_0 = h - a = 50 - 6 = 44$ см. (2-илова)

Ригел мустаҳкамлигини нормал кесим бўйича ҳисоблаш

Бўйлама арматуранинг талаб қилинган кўндаланг кесим юзасини аниқлаймиз:

- четки ораликларда $M_1 = 241,3$ кН·м бўлганда

$$\alpha_m = \frac{M_1}{R_b \cdot \gamma_{b2} \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{241300}{19,5 \cdot 1,0 \cdot 25 \cdot 44^2 \cdot (100)} = 0,256$$

$$\zeta = 0,85$$

Бўйлама арматура кўндаланг кесимининг юзаси

$$A_s = \frac{M_1}{\zeta \cdot R_s \cdot h_0} = \frac{241300}{0,85 \cdot 365 \cdot 44} = 17,68 \text{ см}^2$$

Четки ораликларда $2\text{Ø}20\text{А-III} + 2\text{Ø}28\text{А-III}$ $A_s = 6,28 + 12,32 = 18,6 \text{ см}^2$ бўлган арматураларни қабул қиламиз.

- оралик таянчларда $M_1 = M_2 = 123,13$ кН·м бўлганда

$$\alpha_m = \frac{M_2}{R_b \cdot \gamma_{b2} \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{123130}{19,5 \cdot 1,0 \cdot 25 \cdot 44^2 \cdot (100)} = 0,93$$

$$\zeta = 0,93$$

$$A_s = \frac{M_2}{\zeta \cdot R_s \cdot h_0} = \frac{123130}{0,93 \cdot 365 \cdot 44} = 8,24 \text{ см}^2$$

Оралиқ таянчлар учун $2\emptyset 12\text{A-III} + 2\emptyset 20\text{A-III}$ $A_s = 2,26 + 6,28 = 8,54 \text{ см}^2$

Иккинчи таянч ва бошқа оралиқ таянчларда $M_B^{np} = 175,47 \text{ кН}\cdot\text{м}$;

$$\alpha_m = \frac{M_B^{np}}{R_b \cdot \gamma_{b2} \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{175470}{19,5 \cdot 1,0 \cdot 25 \cdot 44^2 \cdot (100)} = 0,178$$

$$\zeta = 0,901$$

$$A_s = \frac{M_B^{np}}{\zeta \cdot R_s \cdot h_0} = \frac{175470}{0,901 \cdot 365 \cdot 44} = 11,86 \text{ см}^2$$

Қабул қиламиз: $2\emptyset 28\text{A-III}$ $A_s = 12,32 \text{ см}^2$

Унификациялаш мақсадида бошқа таянчларда ҳам $2\emptyset 28\text{A-III}$ арматурани қабул қиламиз. Ригель оралиғининг ўрта қисмида ҳамда юқори зонасида конструктив талабларга кўра $2\emptyset 12\text{A-III}$ арматурани ўрнатамиз. Унинг юзаси $A_s = 2,26 \text{ см}^2$ тенг.

Ригелни қия кесимлар бўйича ҳисоблаш

Қирқувчи кучнинг максимал қиймати:

- В таянчнинг чегарасида ўнгдан $Q_B^{np} = 203,37 \text{ кН}$, чапдан $Q_B^{леғ} = 1238,11 \text{ кН}$;
- С таянчнинг чегарасида $Q_C^{np} = Q_C^{леғ} = -203,37 \text{ кН}$.

Қия кесимнинг ригел бўйлама ўқиға проекцияси «С» аниқлаймиз:

В таянчнинг чегарасида чапдан, $\varphi_f = \varphi_n = 0$ бўлганда

$$B = \varphi_{b2} \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_0^2 = 2 \cdot 1,3 \cdot 25 \cdot 44^2 \cdot (100) = 12584000 \text{ Н/см} = 125,84 \text{ кН/м};$$

бу ерда коэффициент $\varphi_{b2} = 2$ оғир бетон учун.

Ҳисобий кесимда бетон қабул қиладиган кўндаланг куч $Q_B = Q_{sw} = Q/2$ яъни кўндаланг стерженлар қабул қиладиган кучга тенг деб ҳисоблаб, қия кесимнинг узунлигини аниқлаймиз.

$$C = \frac{B}{0,5 \cdot Q} = \frac{125,8 \cdot 10^5}{0,5 \cdot 238110} = 105,7 > 2 \cdot h_0 = 94 \text{ см};$$

Шунинг учун $C=94$ см. деб қабул қиламиз. У ҳолда бетон қабул қиладиган кўндаланг зўриқишлар $Q_b = \frac{B}{C} = \frac{125,8 \cdot 10^5}{94} = 133829,8 \text{ Н} = 133,8 \text{ кН};$

Стерженлар қабул қиладиган кўндаланг зўриқишлар

$$Q_{sw} = Q - Q_b = 238,11 - 133,8 = 104,3 \text{ кН};$$

Кўндаланг стерженларга тўғри келадиган ригелнинг бирлик узунлигидаги ҳисобий зўриқишлар

$$q_{sw} = \frac{Q_{sw}}{C} = \frac{104300}{94} = 1109,6 \text{ Н/см}$$

$$q_{sw} = 1109,6 > \frac{\varphi_{b3} \cdot R_{bt} \cdot b}{2} = \frac{0,6 \cdot 1,3 \cdot 25 \cdot (100)}{2} = 975 \text{ Н/см}$$

$q_{sw} = 1109,6 > 975 \text{ Н/см}$ демак шарт қаноатлантирилди.

Кўндаланг стерженларнинг минимал қиймати бўйлама арматураларга пайвандланиш шартидан аниқланади. Бўйлама арматуранинг диаметри $d=22$ мм. Кўндаланг арматураларнинг диаметрини $d_{sw}=10$ мм $A_s=0,785 \text{ см}^2$ А-II классдаги арматура қабул қиламиз.

Ригелдаги каркаслар сони $n=2$ та яъни $A_{sw}=n \cdot A_{sw}=2 \cdot 0,785=1,57 \text{ см}^2$

Кўндаланг стерженлар қадами

$$s = \frac{R_{sw} \cdot A_{sw}}{q_{sw}} = \frac{225 \cdot 1,57 \cdot (100)}{1109,6} = 31,8 \text{ см};$$

Конструктив талабларга кўра (5.27 банди [1]) ригелнинг баландлиги 450 мм дан ортиқ бўлганда, кўндаланг стерженларнинг қадами $S = \frac{1}{3} \cdot h = \frac{1}{3} \cdot 50 = 16,6$ см дан ошмаслиги керак.

Таянчдан $\frac{1}{4} \cdot l$ масофагача бўлган таянч олди участкаларида $l = \frac{1}{4} \cdot l_p = \frac{1}{4} \cdot 630 = 157,5$ см = 160 см. масофада кўндаланг стерженлар қадам $s = 15$ см деб қабул қиламиз.

Ораликнинг ўрта қисмида таянчдан $l = \frac{1}{2} \cdot l_p = \frac{1}{2} \cdot 630 = 315$ см масофада кўндаланг стерженлар қадами $s = \frac{3}{4} \cdot h = \frac{3}{4} \cdot 50 = 37,5$ см. Кўндаланг стерженлар қадами 40 см ёки $15d$ дан ошмаслиги керак (бу ерда d -бўйлама стерженларнинг диаметри). У ҳолда $15d = 15 \cdot 1,2 = 18$ см. Ўрта участкаларда кўндаланг стерженлар қадамини $s = 25$ см деб қабул қиламиз.

Қия кесимнинг мустаҳкамлик шартини текшираемиз:

$$Q = 238110 \leq 0,3 \gamma_{b2} \cdot \varphi_{w1} \cdot \varphi_{b1} \cdot R_b \cdot b \cdot h_0 = 0,3 \cdot 1,13 \cdot 0,805 \cdot 19,5 \cdot 25 \cdot 47 \cdot (100) = 628424 \text{ Н};$$

$$h_0 = h - a = 50 - 3 = 47 \text{ см}$$

Шарт қаноатлантирилди, қия кесимнинг мустаҳкамлиги таъминланди.

$$\text{бу ерда } \varphi_{w1} = 1 + 5\alpha\mu_w = 1 + 5 \cdot 6,46 \cdot 0,0042 = 1,13; \quad \alpha = \frac{E_s}{E_b} = \frac{210000}{34500} = 6,46;$$

$$\mu = \frac{A_{sw}}{b \cdot s} = \frac{1,57}{25 \cdot 15} = 0,0042; \quad \varphi_{w1} = 1 - \beta \cdot R_b = 1 - 0,001 \cdot 19,5 = 0,805$$

(коэффициент $\beta = 0,01$ - оғир бетон учун)

Ригелнинг материаллар эюрасини қуриш

Ригел 2 та пайвандланган каркас билан арматураланади. Пўлатни тежаш мақсадида каркас стерженларидаги арматураларнинг бир қисмини момент эюрасига асосан ҳисоб бўйича нокерак қисмини узиб ташланади. Стерженларнинг узилиш жойларини аниқлаш учун материаллар эюраси қурилади.

Материаллар эюрасини қуйидаги кетма-кетликда қурамиз [6]: амалда қабул қилинган арматура кўндаланг кесими юзаси бўйича эюранинг орднаталарини қуйидаги формула билан аниқланади $[M_u] = \zeta \cdot R_s \cdot A \cdot h_0$.

Бу ерда $\zeta = 1 - 0,5 \xi_m$; $\xi_m = R_s A_s / R_b b h_0$.

Эгувчи момент эюралари билан материаллар эюрасининг кесишган жойи арматурани узиш жойи ҳисобланади. Узиладиган арматурани анкерлаш мақсадида узиладиган арматурани анкерлашини таъминлаш узунлигини шундай топилади:

$$W = \frac{Q}{2q_{sw}} + 5d \geq 20d \geq l_{an}$$

бу ерда d -узиладиган арматуранинг диаметри

Биринчи ораликда. Ўрта қисмида $2\emptyset 28A-III + 2\emptyset 20A-III$ $A_s = 18,6 \text{ см}^2$. Стерженлар 2 қатор $A_s = 12,32 \text{ см}^2$ ли арматурани пастки қисмига жойлаштирамиз, $2\emptyset 20A-III$ $A_s = 6,28 \text{ см}^2$ ли арматурадан узиб ташлаймиз.

Иккинчи ораликда. Ўрта қисмида $2\emptyset 12A-III + 2\emptyset 20A-III$ $A_s = 8,54 \text{ см}^2$. Таянчда $2\emptyset 12A-III$ $A_s = 2,26 \text{ см}^2$ биринчи ва иккинчи ораликларда манфий эгувчи моментларни қабул қиладиган арматуралар узилмайди. В ва С таянчлардаги каркасларнинг юқоридаги стерженлари $2\emptyset 28A-III$ $A_s = 12,32 \text{ см}^2$ қабул қиламиз.

Материаллар эпюраси ординаталени ҳисоблашни жадвал
кўринишида бажарамиз.

3-жадвал

Кўп ораликли узлуксиз тўсинларни арматура билан жихозлаш.

Ригелнинг кўндаланг кесими	Қабул қилинган стерженларнинг сони, диаметри ва класси	Стерженларни нг кесим юзаси, A_s , см ²	Кесимнинг ишчи баладлиги h_0 , см
Биринчи оралиқда: - пастки арматура - узилмайдиган арматура	2Ø28А-III+2Ø20А- III	18,6	44
	2Ø28 А-III	12,32	44
В таянчда - чапдан - ўнгдан Юқоридаги арматура	2Ø28 А-III	12,32	44
	2Ø28 А-III	12,32	44
	2Ø12 А-III	2,26	44
Иккинчи оралиқда: - пастки арматура узилмайдиган арматура	2Ø20 А-III+2Ø20 А- III	8,54	44
	2Ø20 А-III	6,28	44

Материаллар эпюрасининг ординаталари

$\xi_m = \frac{R_s \cdot A_s}{R_b \cdot b \cdot h_0}$	$\zeta = 1 - 0,5 \cdot \xi_m$	$M_n = R_s \cdot A_s \cdot \zeta \cdot h_0 / 1000, \text{ кН}$
$\frac{365 \cdot 18,6}{17 \cdot 25 \cdot 44} = 0,363$	0,76	$365 \cdot 18,6 \cdot 0,76 \cdot 44 = 227,0$
$\frac{365 \cdot 12,32}{17 \cdot 25 \cdot 44} = 0,240$	0,86	$365 \cdot 12,32 \cdot 0,86 \cdot 44 = 170,1$
$\frac{365 \cdot 12,32}{17 \cdot 25 \cdot 44} = 0,240$	0,86	$365 \cdot 12,32 \cdot 0,86 \cdot 44 = 170,1$
$\frac{365 \cdot 2,26}{17 \cdot 25 \cdot 44} = 0,044$	0,979	$365 \cdot 2,26 \cdot 0,979 \cdot 44 = 35,53$
$\frac{365 \cdot 8,54}{17 \cdot 25 \cdot 44} = 0,167$	0,916	$365 \cdot 8,54 \cdot 0,916 \cdot 44 = 125,63$
$\frac{365 \cdot 6,29}{17 \cdot 25 \cdot 44} = 0,122$	0,942	$365 \cdot 6,28 \cdot 0,942 \cdot 44 = 100,4$
$\frac{365 \cdot 12,32}{17 \cdot 25 \cdot 44} = 0,240$	0,885	$365 \cdot 12,32 \cdot 0,885 \cdot 44 = 179,08$
$\frac{365 \cdot 2,26}{17 \cdot 25 \cdot 44} = 0,044$	0,979	$365 \cdot 2,26 \cdot 0,979 \cdot 44 = 37,96$

Арматуранинг узилиш жойларидаги анкерлаш узунлигини аниқлаймиз. Материаллар эпюраси билан эгувчи момент эпюрасини бир хил масштабда чизилганда материаллар эпюрасининг ординатаси эгувчи момент эпюрасини таянчдан 1,475 ва 4,125 м. масофада кесишади. Шундан келиб, чиқиб ана шу нуқталарда $Q=81,1$ кН эканлигини аниқлаймиз.

Анкеровка зонасини аниқлаймиз:

$$W = \frac{238,11}{2 \cdot 975} + 5 \cdot 2 = 20,12 \text{ см}; \text{ қабул қиламиз: } W=20d=20 \cdot 2=40 \text{ см.}$$

Қирқувчи кучнинг бошқа қийматлари шу ҳисобланган қийматидан кичиклигини ҳисобга олиб, узиладиган арматураларни анкерлаш узунлигини $W=20d$ шартдан аниқлаймиз (16-расм).

$$W_2=20 \cdot 2,8=56 \text{ см}, W_3=20 \cdot 1,2=24 \text{ см.}$$

Ригелнинг устун билан бирикмасини ҳисоблаш

Ригеллар устуннинг консолига таянади. Ригел таянч моментининг жуфт кучини, тугуннинг юқори қисмида бирлаштирувчи стерженлар, пастки қисмида ригел билан устуннинг консоли орасидаги пайвандланган чоклар қабул қилади. Ички жуфт кучлар елкаси $z=h-a=50-5=45$ см. Жуфт кучнинг ташкил этувчилари:

$$N = \frac{M_B^{np}}{z} = \frac{175,47}{0,45} = 389,93 \text{ кН};$$

С38/23 ($R=210$ МПа) маркадаги пўлатдан тайёрланган ригелнинг таянч листларининг минимал юзаси:

$$F = \frac{N}{R} = \frac{389930}{21000} = 18,57 \text{ см}^2$$

5-жадвал

Устѐпма ригелига арматуралар сарфи

Арматура буюмларининг маркаси ва белгиланиши	Сони	Арматура рақаами	Арматуранинг диаметри ва классификацияси, мм	Узунлиги, мм	Элементдаги сони, дона
Каркас Кр-1	2	1	Ø28 А-III	5780	1
		2	Ø20 А-III	3150	1
		3	Ø10 А-III	5780	1
		4	Ø10 А-III	450	32
Каркас Кр-2	2	5	Ø28 А-III	5780	1
		6	Ø12 А-III	4780	1
		7	Ø10 А-III	5780	1
		8	Ø10 А-III	450	32

Ригелнинг консол қисмини арматураланадиган сим тўр С-1 10/10/100/350	2	9 10	Ø10 А-III Ø10 А-II	5780 490	5 17
Таянчнинг юқори қисмидаги стерженлар	2	11	Ø28 А-III	1080	1

2.3. Резервуар устунининг ҳисоби

Устун қабул қиладиган юкламалар асосан доимий ва узоқ муддатли юкламалардан иборат. Чунки қисқа муддатли юкламаларнинг қиймати анча кичик. Юкламалар ригелга таъсир қиладиган реакциядан олинади. (Унинг катта қиймати В таянчда бўлади)

$$N = Q_e^{лев} + Q_e^{np} = 251,91 + 217,16 = 469,07 \text{ кН};$$

Устуннинг хусусий оғирлигидан ($b \times h = 40 \times 40 \text{ см}$)

$$b_c \cdot h_c \cdot l_c \cdot \rho \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n = [0,4 \cdot 0,4 \cdot 4,9 + (0,3 \cdot 0,3 \cdot 0,4 + \frac{0,2 \cdot 0,3 \cdot 0,4}{2} \cdot 2) \cdot 25 \cdot 1,1 \cdot 0,95] = 22,99 \text{ кН} = 23 \text{ кН}$$

Ўрта қатордаги устун қабул қиладиган тўла юклама:
 $N = 469,07 + 23 = 492 \text{ кН}$

Эгувчи момент: $M_B = 218,9 \text{ кН};$

Устунни симметрик арматураланган номарказий сиқилувчи элемент каби ҳисоблаймиз. Бетоннинг ҳимоя қатламини белгилаймиз $a = a' = 4 \text{ см}$.

Кесимнинг ҳисобий баландлиги $h_0 = h_0' = h - a = 40 - 4 = 36 \text{ см};$ (3-илова)

A_s ва A'_s арматуралар орасидаги масофа $z = h - a - a' = 40 - 4 - 4 = 32 \text{ см};$

Бетон ва арматуранинг деформация модуллари нисбати

$$\alpha = \frac{E_s}{E_b} = \frac{210000}{34500} = 6,09$$

Келтирилган кесимнинг инерция моменти $I = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{40 \cdot 40^3}{12} = 213333 \text{ см}^4$

Устун ўқ бўйлаб йўналган бўйлама куч билан юкланган. У статик ноаниқ конструкциянинг элементиدير. Шунинг учун бўйлама куч (N) нинг ҳисобий эксцентриситети тасодифий эксцентриситетдан кичик бўлмаслиги керак.

$$e_0 = \frac{M}{N} = \frac{218,9}{492} = 0,444 \text{ м} = 44,4 \text{ см};$$

$$e_1 = e_0 + 0,5 \cdot h - a = 44,4 + 0,5 \cdot 40 - 4 = 60,4 \text{ см};$$

$$\text{Коэффициент } \varphi_1 = 1 + \beta \frac{M}{M_e} = 1 + \frac{218,9}{218,9} = 2$$

Доимий ва тўла юкламалардан ҳосил бўлган эгувчи моментларнинг қийматини бир хил деб қабул қиламиз: $M = M_e = 218,9 \text{ кН} \cdot \text{м}$ $\beta = 1$ оғир бетон учун, $\delta = \frac{e_0}{h} > \delta_{min}$

$$\begin{aligned} \delta_{min} &= 0,5 - 0,01 \frac{l_0}{h} - 0,01 \cdot R_b = \\ &= 0,5 - \frac{0,01 \cdot 420}{40} - 0,01 \cdot 19,5 = 0,20; \end{aligned}$$

$$\delta = \frac{e_0}{h} = \frac{44,4}{40} = 1,11 > \delta_{min} = 0,20;$$

$$i = \frac{h}{3,46} = \frac{40}{3,46} = 11,56 \text{ см}; \lambda = \frac{l_0}{i} = \frac{420}{11,56} = 36,3 > 14;$$

Арматуралаш коэффициентини олдиндан $\mu = 0,001 \dots 0,03$ оралиғида белгилаймиз. Номарказий сиқилувчи элементнинг эгилувчанлиги $35 \leq \lambda \leq 83$ бўлганда $\mu = 0,2\%$ бўлади.

У холда: $A_{smin} = \mu \cdot b_c \cdot h_o = 0,002 \cdot 40 \cdot 36 = 2,88 \text{ см}^2$

Сортаментдан 2Ø14 А-III $A_s = A'_s = 3,08 \text{ см}^2$ қабул қиламиз.

У холда

$$J_s = A_s(0,5 \cdot h - a)^2 + A'_s(0,5 \cdot h - a')^2 = 3,08 \cdot (0,5 \cdot 40 - 4)^2 + 3,08 \cdot (0,5 \cdot 40 - 4)^2 = 1576,96 = 1577 \text{ см}^4$$

Шартли критик кучни қуйидаги формуладан аниқлаймиз:

$$N_{cr} = \frac{6,4E_b}{l_0^2} \left[\frac{J}{\varphi_1} \left(\frac{0,11}{0,1 + \delta} + 0,1 \right) + \alpha J_s \right] = \frac{6,4 \cdot 34500 \cdot (100)}{420^2} \left[\frac{213333}{2} \left(\frac{0,11}{0,1 + 1,1} + 0,1 \right) + 6,46 \cdot 1577 \right] = 3811,9 \text{ кН};$$

коэффициент: $\eta = \frac{1}{1 - \frac{N}{N_{cr}}} = \frac{1}{1 - \frac{492}{2453,9}} = 1,15$

Бўйлама кучдан сиқилувчи ва чўзилувчи зонадаги арматура A_s ва A_s^1 бўлган масофа - эксцентриситети

$$e = e_o \cdot \eta - 0,5h - a = 44,4 \cdot 1,15 + 0,5 \cdot 40 - 4 = 67,1 \text{ см};$$

$$e' = e_o \cdot \eta + 0,5h + a' = 44,4 \cdot 1,15 - 0,5 \cdot 40 + 4 = 27,1 \text{ см}.$$

$$\omega = 0,85 - 0,008R_b = 0,85 - 0,008 \cdot 19,5 = 0,694; \sigma_{sr} = R_s = 365 \text{ МПа};$$

$$\sigma_{sc,u} = 400 \text{ МПа}$$

$$\xi_R = \frac{\omega}{1 + \frac{\sigma_{sc}}{\sigma_{sc,u}} \left(1 - \frac{\omega}{1,1} \right)} = \frac{0,694}{1 + \frac{365}{400} \left(1 - \frac{0,694}{1,1} \right)} = 0,519$$

$$A_R = \xi_R (1 - 0,5\xi_R) = 0,519(1 - 0,5 \cdot 0,519) = 0,384$$

бу ерда ξ_R -сиқилувчи зона нисбий баландлигининг чегаравий қиймати.

Устунни симметрик арматураланганда ($A_s=A'_s$) сиқилувчи зонанинг баландлиги қуйидагича аниқланади:

$$x = \frac{N}{R_b b_c \gamma_{bc}} = \frac{492 \cdot (10)}{19,5 \cdot 40 \cdot 1,2} = 5,26 \text{ см};$$

$\xi > \xi_R$ бўлганда арматура кўндаланг кесимининг юзаси:

$$A_s = A'_s = \frac{Ne - A_R \cdot R_b \cdot b \cdot h_0}{R_{sc} \cdot Z_s};$$

$$\xi < \xi_R \text{ бўлганда эса: } A_s = A'_s = \frac{N(e - h_0 + \frac{N}{R_b \cdot b})}{R_s \cdot Z};$$

Шундай қилиб,

$$A_s = A'_s = \frac{492000(67,1 - 36 + \frac{492000}{19,5 \cdot 40 \cdot (100)})}{365 \cdot 32 \cdot (100)} = 10,44 \text{ см}^2$$

Ҳар иккала томони учун $2\text{Ø}32\text{А-III}$ $A_s = A'_s = 16,09 \text{ см}^2$ бўлган арматура қабул қиламиз. Пайвандланган каркасдаги кўндаланг стерженларни $\text{Ø}10\text{А-II}$ қабул қиламиз (пайвандланиш шартига асосан). Уларнинг қадами $s \leq 20d = 20 \cdot 3,2 = 64 \text{ см}$, $S_{\max} = 50 \text{ см}$ бўлиши керак (d -бўйлама стерженларнинг диаметри). Шундан кўндаланг стерженларнинг қадамини $S = 40 \text{ см}$ деб қабул қиламиз.

Устун консолининг ҳисоби

Ораликдаги устунга ригел реакциясининг энг катта қиймати: $Q_B^{\text{лев}} = 251,91 \text{ кН}$. Конструктив талабларга кўра, ригелнинг устун консолларига таянган қисмининг узунлиги таянч юзасида нотекис босим ҳосил қилишини ҳисобга олиб $l_{\text{sup}} = 20 \dots 30 \text{ см}$ деб қабул қилинади. Шунинг учун $l_{\text{sup}} = 20 \text{ см}$ қабул қиламиз. Ригелнинг учи билан устун чети орасидаги ораликни ($c = 6 \text{ см}$) ҳисобга олганда консолни чиққан қисми $l = l_{\text{sup}} + c = 20 + 6 = 26 \text{ см}$. Ригелнинг таянч босими кўйилган нуқтасидан устун

четигача бўлган масофа $a_1 = l - \frac{l_{\text{sup}}}{2} = 26 - \frac{20}{2} = 16$ см. Консолнинг асоси яқинидаги кесими баландлиги $h = 0,8h_p = 0,8 \cdot 50 = 40$ см, кесим баландлиги $h = 50$ см деб қабул қиламиз.

Устуннинг ригел таянган қисмидаги баландлиги: $h_1 \geq \frac{h}{2} = \frac{50}{2} = 25$ см, ушбу баландликни $h = 30$ см деб қабул қиламиз. Бетонни ҳимоя қатламини $a_s = 3$ см қабул қилиб, ишчи баландликни аниқлаймиз: $h_0 = h - a_s = 50 - 3 = 47$ см; $l = 26$ см $< 0,9h_0 = 0,9 \cdot 47 = 42,3$ см бўлганлиги учун устуннинг консоли калта бўлади ва у қуйидагича ҳисобланади.

Бунинг учун қуйидаги шартни текшираамиз:

$$\sigma = \frac{Q_b}{l_{\text{sup}} \cdot b_p} = \frac{251910}{20 \cdot 25} = 5,04 \text{ МПа} < R_b = 19,5 \text{ МПа}$$

Сиқувчи кучланиш R_b дан ошмайди.

Консолнинг юк билан таянч орасида ҳосил бўладиган қирқувчи куч таъсири мустаҳкамлигини 3.34 бандига [1] асосан текшираамиз:

$$Q = 251,91 \text{ кН} < 0,8 \cdot \varphi_{w2} \cdot R_b \cdot b_c \cdot l_b \cdot \sin \theta$$

бу ерда: φ_{w2} - консолнинг баландлиги бўйича жойлаштирилган хомутларнинг таъсирини ҳисобга олувчи коэффициент $\varphi_{w2} = 1,0$ чунки $A_{sw} = 0$ l_b -сиқилувчи қия ораликнинг эни.

$$l_b = l_{\text{sup}} \cdot \sin \theta + 2a_s \cdot \cos \theta$$

$$\text{бу ерда: } \operatorname{tg} \theta = \frac{h_0 - a_s}{a_1 - 0,5 \cdot l_{\text{sup}}} = \frac{47 - 3}{16 - 0,5 \cdot 20} = 7,33$$

$$\theta = 82^{\circ} 33', \sin \theta = 0,991, \cos \theta = 0,135$$

$$l_b = 0,2 \cdot 0,991 + 2 \cdot 0,03 \cdot 0,135 = 0,206 \text{ м.}$$

$0,8 \cdot \varphi_{w2} \cdot R_b \cdot b_c \cdot l_b \cdot \sin \theta = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 19,5 \cdot 0,4 \cdot 0,206 \cdot 0,991 \cdot 10^3 = 1273 \text{ кН} > 251,91 \text{ кН}$ – шарт бажарилди.

Устуннинг консол билан бириккан жойидаги эгувчи момент

$$M = Q \cdot a_1 = 251,91 \cdot 0,16 = 40,3 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Арматура кесимининг юзаси:

$$A_s = \frac{1,25 \cdot M}{R_s \cdot \zeta_{kp} \cdot (h_0 - a_s)} = \frac{1,25 \cdot 40300}{365 \cdot 0,9 \cdot (47 - 3)} = 3,49 \text{ см}^2$$

Сортаментдан $2\text{Ø}16 \text{ A-III}$, $A_s=4,02 \text{ см}^2$. Қабул қиламиз ушбу арматура ригел ўрнатиладиган жойдаги қўйма деталга пайвандланади. Қўндаланг арматуралар 5.30 [1] га мувофиқ конструктив талаблар асосида ўрнатилади.

Консол қисмининг баландлиги $h=50 \text{ см} > 2,5 \cdot a_1=2,5 \cdot 16=40 \text{ см}$ бўлганда консолни горизонтал хомутлар ва қия стерженлар билан арматураланади. Участканинг юқори қисмидаги ярмини кесувчи букилган арматуралар юзасининг йиғиндиси:

$A_{ins}=0,002 \cdot b_c \cdot h_0=0,002 \cdot 40 \cdot 47=3,76 \text{ см}^2$ дан кам бўлмаслиги керак. Қабул қиламиз: $2\text{Ø}16 \text{ A-III}$ $A_s=4,02 \text{ см}^2$.

Букилган арматуралар узунлиги:

$$l_{ins} = \frac{h_1}{\sin 45^\circ} = \frac{30}{0,707} = 42,4 \text{ см} \quad d_{ins} \leq \frac{1}{15} l_{ins} \text{ бўлиши керак}$$

$d_{ins}=16 < \frac{1}{15} \cdot 42,4 = 28,3 \text{ мм}$ шарт қаноатлантирилди. Горизонтал хомутлар $\text{Ø}10 \text{ A-II}$, қадами $s=1/4h=1/4 \cdot 50=12,5 \text{ см}$, $s=100 \text{ мм}$ деб қабул қиламиз.

Вертикал ва қия арматураларнинг бир томонини қўйма деталга пайвандланиб, иккинчи томонини устун ичина киритилади. Ушбу стерженларга билан хомутлар ва қия арматуралар бириктирилади.

2.4. Устун остидаги пойдевор ҳисоби

Пойдевор стаканининг чуқурлиги камида $h_n=h_c+5=40+5=45 \text{ см}$ қабул қилинади.

Пойдевор поғоналарининг баландлиги 300...500 мм қабул қилинади, шунинг учун $h_d=30 \text{ см}$ деб қабул қиламиз. Пойдеворнинг умумий баландлиги $H_f=h_n+h_d=45+30=75 \text{ см}$. Пойдевор тагининг юзаси ва томонларининг ўлчами, квадрат шаклида бўлгани учун уни қўйидагича аниқланади:

$$A_f = \frac{N}{R_0 - \gamma_m \cdot d_f} = \frac{492}{0,35 \cdot 10^3 - 0,8 \cdot 20} = 1,41 \text{ см}^2$$

Пойдеворни квадрат шаклида лойихалангани учун унинг томонлари

$$b=l=\sqrt{A_f} = \sqrt{1,41} = 1,19 \text{ м};$$

Пойдевор тагининг ўлчамлари $b \times l = 1,3 \times 1,3 \text{ м}$, $A_f = 1,3 \cdot 1,3 = 1,69 \text{ м}^2$

Поғонанинг ишчи баландлиги: $h_{01} = h_j - a = 30 - 4 = 26 \text{ см};$

Пойдеворнинг ишчи баландлиги: $h_{02} = H_f - a = 75 - 4 = 71 \text{ см};$

Стакан юқори қисмининг қалинлиги камида 200 мм, устун билан стакан орасидаги оралик стаканнинг юқори қисмида камида 75 мм, пастки қисмида эса камида 50 мм ни ташкил қилади.

Пойдеворнинг устун ўрнатилган қисмининг режадаги ўлчамлари:

$$h_{cf} = h_c + 2 \cdot 200 + 2 \cdot 75 = 950 \text{ мм}$$

Унинг баландлиги: $b_{cf} = H_f - h_a = 80 - 30 = 50 \text{ см}$

Пойдеворни мустаҳкамликка ҳисоблаймиз. Ҳисобий юкламадан грунт қабул қиладиган босим:

$$P = \frac{N}{A_f} = \frac{492}{1,69} = 291,12 \text{ кН/м}^2$$

1-1 ва 2-2 кесимдаги эгувчи момент (4-илова)

$$M_1 = 0,125 p (l - b_{cf})^2 b = 0,125 \cdot 291,12 (1,3 - 0,95)^2 \cdot 1,3 = 5,80 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M_2 = 0,125 p (l - b_c)^2 b = 0,125 \cdot 291,12 (1,3 - 0,4)^2 \cdot 1,3 = 38,32 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Пойдеворнинг таглик қисмида талаб қилинадиган ишчи арматура:

$$A_{S1} = \frac{M_1}{0,9 \cdot h_{01} \cdot R_s} = \frac{5,80 \cdot 10^3}{0,9 \cdot 26 \cdot 365} = 0,68 \text{ см}^2$$

$$A_{S2} = \frac{M}{0,9 \cdot h_{02} \cdot R_s} = \frac{38,32 \cdot 10^3}{0,9 \cdot 71 \cdot 365} = 1,65 \text{ см}^2$$

Пойдеворнинг таглик қисмида эгувчи моментларнинг қиймати жуда кичик бўлгани учун ишчи арматуранинг миқдори ҳам ҳисобот бўйича кам

талаб қилинади. Шунинг учун арматурани танлашда арматуралаш фоизи $\mu=0,05...3$ дан келиб чиқиб $\mu=0,2$ деб қабул қиламиз.

$$\mu = \frac{A_s}{l \cdot h_0}; \quad A_s = \mu \cdot l \cdot h_0 = 0,2 \cdot 130 \cdot 26 / (100) = 6,76 \text{ см}^2$$

Ишчи арматуралари $9 \varnothing 10 A-III$ $S=150$ мм бўлган сим тўр қабул қиламиз.

Унинг юзаси $A_s=7,07 \text{ см}^2$

6-жадвал

Устун ва пойдеворга сарфланадиган арматура

Арматуралан адиган элементнинг маркаси ва белгиланиши	Элементдаги арматура ашёсининг сони, дона	Арматура рақами	Арматуранинг диаметри ва классификацияси, мм	Узунлиги, мм	Элементдаги сони, дона
Устун учун арматуралар сарфи					
Кр-1	2	1	$\varnothing 32$ А-III	5210	4
		2	$\varnothing 10$ А-II	380	11
Консолдаги тик жойлашган букмалар	2	3	$\varnothing 10$ А-III	540	2
Горизонтал хомутлар	2	4	$\varnothing 10$ А-III	1000	5
Пойдевор учун арматуралар сарфи					
С'-1	1	6	$\varnothing 10$ А-III	1240	18
С'-2	4	7	$\varnothing 10$ Вр-I	900	10
Бириктирувчи и стержен	16	8	$\varnothing 10$ А-III	400	-

2.5. Резервуар деворининг ҳисоби

Резервуарнинг девор ўлчамлари 5,0x3,1x0,2 м бўлган йиғма темир-бетон девор панелларидан иборат. Деворнинг ҳисобий баландлигини 4,2 м. деб қабул қиламиз. Девор панеллари оралиғидаги вертикал чокларни 15 см деб қабул қиламиз ва уларни камида В35 классдаги бетон билан тўлдирамиз. Резервуарнинг ички қисмидан эса чок атрофини эни 50 см масофада торкрет бетон билан тўлдирилади. Панелнинг пастки қисми резервуар тубида қолдирилган чуқурчага ўрнатилиб маҳкамланади, юқори қисми эса устёпма элементлари билан қўйма деталларни пайвандлаш ёрдамида бириктирилади.

Девор қабул қиладиган юклар. Резервуарнинг девори ташқаридан грунтнинг босими (резервуар бўш бўлган ҳолда), гидравлик таъсирда эса – ичидан сувнинг босими таъсирида бўлган ҳолда ишлайди.

Девор панелини эгилишга ҳисоблаганда грунт ва сувнинг босимини алоҳида ҳисобланади. Уни резервуар тубига қистириб маҳкамланган, бир ораликли тўсин каби ҳисобланади.

Девор панелининг юкланиш тархи ва унда ҳосил бўладиган моментлар қиймати 17-расмда кўрсатилган.

Устёпмадан девор қабул қилаётган вертикал юклама, горизонтал юкларларга қараганда анча кичик, шунинг учун уни ҳисобга олмаслик ҳам мумкин.

Ҳисоблашда деворнинг эни 1 м узунликдаги масофада сувнинг босимини кўриб чиқамиз. Деворнинг резервуар туби юзасидаги сув босимидан қабул қиладиган ҳисобий юклар:

$$P_b = \gamma_f \cdot \gamma_n \cdot \gamma \cdot h = 0,95 \cdot 1,1 \cdot 10 \cdot 4,2 = 43,89 \text{ кН/м};$$

Грунт босимидан девор панелнинг юқори сатҳи P_{zp1} ва резервуар туби билан бириккан жойдаги P_{zp2} ҳисобий юкламанинг қиймати

$$P = \gamma_{гр} \cdot \gamma_n \cdot \gamma_f \cdot h \cdot \text{tg}^2(45^\circ - \varphi/2)$$

бу ерда – $h_{01} = 0,7$ м қалинлиги ва устёпма тепасидаги грунт қалинлиги.

$\gamma_{гр} = 18 \text{ кН/м}^2$, грунтнинг ҳажмий оғирлиги

$$P_{гр1} = 0,95 \cdot 1,1 \cdot 18 \cdot 0,7 \cdot \text{tg}^2(45^\circ - 30/2) = 4,4 \text{ кН/м}$$

$$\begin{aligned} P_{гр2} &= P_{грH} + P_{гр1} = \gamma_{гр} \cdot \gamma_n \cdot \gamma_f \cdot h_1 \text{tg}^2(45^\circ - 30/2) + P_{гр1} = \\ &= 0,96 \cdot 1,1 \cdot 18 \cdot 4,2 \cdot 0,333 + 4,4 = 22,58 + 4,4 = 26,98 \text{ кН/м} \end{aligned}$$

Резервуар деворидаги эғувчи моментлар ва уларга арматура танлаш

Резервуар ичидаги сув босимидан деворнинг бириккан жойи $M_{он}$ ва ораликдаги (пролёт) эғувчи момент $M_{пр}$ (5-илова).

$$M_{он} = \frac{P_b \cdot h_0^2}{15} = -\frac{43,89 \cdot 4,2^2}{15} = -51,6 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Юқоридан $x_0 = 0,447 \cdot h_0 = 0,447 \cdot 4,2 = 1,8774 = 1,88$ масофада

$$M_{пр} = \frac{P_b \cdot h_0^2}{33,3} = -\frac{43,89 \cdot 4,2^2}{33,3} = 23,25 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Резервуарнинг ташқи томонидаги грунт босимидан девор билан резервуар туби бириккан жойда $M_{он}$ ва ораликда $M_{пр}$

$$M_{он} = \frac{P_{зрH} \cdot h^2}{15} - \frac{P_{зр1} \cdot h^2}{8} = -\frac{22,58 \cdot 4,2^2}{15} - \frac{4,4 \cdot 4,2^2}{8} = -36,26 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Юқорида $x_0 = 1,88$ м масофада

$$M_{np} = \left(\frac{1}{10} P_{epH} + \frac{3}{8} P_{epI} \right) h x_0 - \frac{P_{epH} x_0^3}{6h} - \frac{P_{epI} x_0^2}{2} = \left(\frac{22,58}{10} + \frac{3 \cdot 4,4}{8} \right) \cdot 4,2 \cdot 1,88 - \frac{22,58 \cdot 1,88^3}{6 \cdot 4,2} - \frac{4,5 \cdot 1,88^2}{2} = 17,13 \text{кН} \cdot \text{м}$$

Деворни нормал кесим бўйича мустаҳкамликка ҳисоблаганда уни ўлчамлари $b=100$ см, $h_0=h-a=20-3=17$ см бўлган якка арматурали плита каби ҳисобланади.

Деворнинг ташқи томонини арматуралаш:

- оралик кесим учун:

$$\alpha_m = \frac{2325000}{0,85 \cdot 19,5 \cdot 100 \cdot 17^2 \cdot (100)} = 0,048, \quad \zeta = 0,975$$

$$A_s = \frac{2325000}{365 \cdot 0,975 \cdot 100 \cdot 17 \cdot (100)} = 3,83 \text{см}^2$$

- девор билан резервуар тубининг бириккан жойида:

$$\alpha_m = \frac{5161000}{0,85 \cdot 19,5 \cdot 100 \cdot 17^2 \cdot (100)} = 0,108, \quad \zeta = 0,948$$

$$A_s = \frac{5161000}{365 \cdot 0,948 \cdot 100 \cdot 17 \cdot (100)} = 3,78 \text{см}^2$$

Деворнинг ички томонини арматуралаш:

- оралик кесим учун:

$$\alpha_m = \frac{1713000}{0,85 \cdot 19,5 \cdot 100 \cdot 17^2 \cdot (100)} = 0,036, \quad \zeta = 0,982$$

$$A_s = \frac{1713000}{365 \cdot 0,982 \cdot 100 \cdot 17 \cdot (100)} = 2,811 \text{см}^2$$

- деворнинг резервуар туби билан бириккан жойида:

$$\alpha_m = \frac{3626000}{0,85 \cdot 19,5 \cdot 100 \cdot 17^2 \cdot (100)} = 0,076, \zeta = 0,96$$

$$A_s = \frac{3626000}{365 \cdot 0,96 \cdot 100 \cdot 17 \cdot (100)} = 6,09 \text{ см}^2$$

Қабул қиламиз:

Деворни - ташқи юзасини арматуралаш учун ишчи арматуралари $5\text{Ø}10\text{A-III}$, юзаси $A_s=3,93 \text{ см}^2$ ва қадами $S=200$ мм бўлган С-1 сим тўр билан арматуралаймиз.

Пойдевор билан девор бириккан жойида бўйлама ишчи арматуралари $5\text{Ø}12\text{A-III}$, юзаси $A_s=5,65 \text{ см}^2$ ва қадами $S=200$ мм бўлган С-2 сим тўр билан арматуралаймиз.

Конструктив талабларга асосан қабул қилинган кўндаланг арматурани $\text{Ø}5 \text{ Вр-I}$, қадами $S=250$ мм деб қабул қиламиз.

Деворни - ички томони учун ишчи арматуралари $4\text{Ø}10\text{A-III}$, юзаси $A_s=3,14 \text{ см}^2$ ва қадами $S=250$ мм бўлган С-3 сим тўр билан арматуралаймиз.

Резервуар туби билан бириккан жойида ишчи арматуралари $5\text{Ø}8 \text{ A-III}$, юзаси $A_s=2,51 \text{ см}^2$ ва қадами 200 мм бўлган С-4 тўр қабул қиламиз. Кўндаланг арматура $\text{Ø}5\text{Вр-I}$, $S=250$ мм.

7-жадвал

Тўғри тўртбурчакли резервуарнинг 1 та девор панели учун арматуралар сарфи

Арматураланадиган элементнинг маркаси ва белгиланиши	Буюм даги сони	Арматура рақами	Арматура нинг диаметри ва класс	Узунлиги, мм	Элемент даги сони

С-1 10/5/200/250	1	1	$\varnothing 10 A-III$	4960	15
		2	$\varnothing 5 Bp-I$	2760	18
С-2 12/5/200/250	1	3	$\varnothing 12 A-III$	1800	15
		4	$\varnothing 5 Bp-I$	2760	18
С-3 10/5/250/250	1	5	$\varnothing 10 A-III$	4960	12
		6	$\varnothing 5 Bp-I$	2760	18
С-4 10/5/250/250	1	7	$\varnothing 8 A-III$	1800	15
		8	$\varnothing 5 Bp-I$	2760	8
Деворбоп панел юқори қисмининг арматураси		9	$\varnothing 10 A-III$	2760	5
		10	$\varnothing 5 Bp-I$	1000	9
Деворбоп панелнинг бириктирувчи стерженлари		11	$\varnothing 10 A-III$	400	12

Тўғри тўртбурчакли резервуар конструкцияларининг асосий ишчи чизмалари, ҳисоблаш тархи, М-эпюраси ҳамда арматура билан жиҳозланиши иловада келтирилган.

3. ЦИЛИНДРСИМОН РЕЗЕРВУАРНИНГ ДЕВОРЛАРИНИ ҲИСОБЛАШ (2-мисол)

Цилиндрсимон резервуарнинг деворлари текис-қабарик кўринишидаги панеллардан тайёрланади. Панелларни монтаж қилгандан кейин уларни ташқи томондан зўриқтирилган халқасимон арматура билан қисилади, натижада резервуарнинг девори олдиндан зўриқтирилган конструкцияга айланади.

Мисолда цилиндрсимон резервуарнинг олдиндан зўриқтирилган деворини лойиҳалаш талаб қилинади (18-расм).

Резервуарнинг диаметри:

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot h, \quad r = \sqrt{\frac{V}{\pi \cdot h}}, \quad D = 2 \sqrt{\frac{7000}{3,14 \cdot 4,5}} = 44,5 \text{ м}$$

Унинг диаметрини $D=45$ м. деворининг қалинлиги эса $\delta=14$ см. деб қабул қиламиз. Деворнинг резервуар туби билан бирикиши шарнирлик қўзғалувчан. Бирикиш чокларини тўлдириш учун В35 синфидаги бетон қабул қиламиз. Халқасимон арматурани зўриқтириш электротермик усул билан амалга оширилади. Зўриқтириладиган ишчи арматуранинг классификацияси А-IV $R_s=510$ МПа $E_s=190000$ МПа

Бетон ва арматуранинг синфи ва уларнинг ҳисобий характеристикалари, устунлар орасидаги масофа ва бошқа маълумотлар 1-мисолдаги каби қабул қилинади.

Резервуар деворидаги ҳалқасимон зўриқишлар ва вертикал эгувчи моментларни аниқлаш.

Девордаги вертикал чўзилувчи ва ҳалқасимон зўриқишлар қуйидаги формуладан аниқланади:

$$T = T_0 - \frac{R_r}{S} Q_{\text{тр}} \cdot \eta_1;$$

бу ерда: $T_0 = 1,1 \cdot h \cdot r$ – девордаги халқасимон чўзилувчи зўриқиш, h – резервуар чуқурлиги, r – резервуар радиуси, $Q_{\text{тр}}$ – девор асосидаги ишқаланиш кучи; $Q_{\text{тр}} = N \cdot f$, N – вертикал нормал куч, f – ишқаланиш коэффициентини, $f = 0,5$ қабул қилинади, S – девор бикрлигининг характеристикаси ва у қуйидагича аниқланади: $S = 0,76 \sqrt{r \cdot \delta}$; δ – девор

қалинлиги, η_1 – эластик заминдаги балкаларни ҳисоблашда қабул қилинадиган коэффициент.

Бикрлик характеристикасини аниқлаймиз:

$$S=0,76\sqrt{22,5 \cdot 0,14}=1,35$$

Девор заминидаги ишқаланиш кучи $Q_{тр}$ ни аниқлашда деворни резервуар туби бўйича ишқаланиш коэффициенти $f=0,5$ ни ҳисобга олиб аниқлаймиз

$$Q_{тр}=f \cdot N=0,5 \cdot N$$

Деворнинг 1 м асосидаги вертикал босимни аниқлаймиз. Устёпманинг 1 м² юзаси қабул қиладиган ҳисобий юклама $g=10,15$ кН/м². (1-жадвал)

Ригелнинг хусусий оғирлигидан қабул қилинадиган юклама. Ригелнинг хусусий оғирлиги $q_{св}=4,94$ кН/м; $4,94 \cdot 6,0=29,61$ кН.

Деворнинг баландлиги $H=4,5$ м бўлганда, деворнинг 1 м узунлигидан қабул қилинадиган юклама:

$$4,5 \cdot 0,14 \cdot 1,0 \cdot 25 \cdot 1,1 \cdot 0,95=16,46 \text{ кН/м.}$$

У ҳолда вертикал босим:

$$N=10,15 \cdot \frac{6,3}{2} + \frac{29,61}{2} + 16,46=63,24 \text{ кН/м}$$

Қуйидаги шартни текшираамиз: $Q \leq \frac{P_s}{2}$

бу ерда P – суюқликнинг ҳисобий босими.

$$P=\gamma_f \cdot \rho_b \cdot h=1,1 \cdot 10 \cdot 4,5=49,5 \text{ кН/м,}$$

бу ерда $\rho_b=10$ кН/м³ - суюқликнинг ҳажмий массаси.

$$\text{Шундай қилиб: } Q_{\text{тр}} = 0,5 \cdot 63,24 = 31,62 \text{ кН/м} < \frac{P \cdot S}{2} = \frac{49,5 \cdot 1,35}{2} =$$

=33,4 кН/м шарт бажарилди, кейинги ҳисобларда $Q_{\text{тр}}=31,62$ кН/м деб қабул қиламиз.

Ҳалқасимон зўриқишлар ҳисобининг натижаларини 8-жадвалда келтирилган.

Ҳалқасимон зўриқишлар ҳисоби.

8-жадвал

Девор нинг зона рақами	Н (Девор нинг юқори қисмидан),м	Х (девор нинг пастки қисмидан),м	$T_0 = h \cdot \gamma \cdot r \cdot 1,1,$ кН/м	$Q_{тр},$ кН	S, м	$\phi = X/S$	η_1	η_2	$2(r/s) Q_{тр} \cdot \eta$	$T = T_0 - 2(r/s) Q_{тр} \cdot \eta$	М, кН·м
I	0,4	4,1	99			3,04	-0,0456	-0,0048	-41,39	140,393	0,176
II	1,3	3,2	321,75			2,37	-0,067	0,0652	-60,81	382,56	2,397
III	2,3	2,2	569,25	27,23	1,35	1,63	-0,0116	0,19560	-10,53	579,78	7,19
IV	3,3	1,2	816,75			0,89	0,285	0,319	234,18	582,57	11,73
V	4,3	0,2	1064,2			0,15	0,851	0,1286	772,42	291,83	4,728
	4,5	0,0	1113,7			0,0	1,0	0	907,60	206,08	0

Девордаги максимал меридионал моментга унга мос келадиган η_2 нинг максимал қиймати X_0 ординатада мос келади. Бунда

$$\eta_2 = 0,322 [9], \phi=0,8 \text{ у ҳолда } x_0=\phi \cdot S=0,8 \cdot 1,35=1,08 \text{ м.}$$

$$M_{\max}=Q_{\text{TP}} \cdot S \cdot \eta_2=31,62 \cdot 1,35 \cdot 0,322=13,74 \text{ кНм (19-расм қар.)}$$

$$\text{Бу ерда } \eta_1=e^{-\phi} \cdot \cos\phi \text{ ва } \eta_2=e^{-\phi} \cdot \sin\phi$$

M-девордаги вертикал (меридионал) эгувчи момент

Резервуар деворини биринчи гуруҳ чегаравий ҳолат бўйича

ҳисоблаш

Халқасимон арматура юзасини қуйидаги формула билан аниқланади:

$$A_{sp} = \frac{T}{\gamma_{sb} R_s}$$

бу ерда $\gamma_{sb}=1,15$ – зўриктирилган арматурани шартли оқувчанлик чегарасида юқори қаршилигини ҳисобга олувчи иш шароити коэффициенти.

$$R_s \gamma_{sb}=510 \cdot 1,15=586,5 \text{ МПа.}$$

Арматура юзасини ҳисоблаш ва резервуар деворини конструкциялаш 9-жадвалда келтирилган.

9-жадвал

Резервуар деворини арматура билан жихозлаш.

Девор зонасининг	Чўзилишдаги зўриқиш T,	$A_{sp} \cdot 1,4 \text{ см}^2$	Кесим юзасини конструкциялаш
1	2	3	4

1	2	3	4	
рақами (юқоридан пастга қараб)	кН/м		Арматура нинг диаметри ва сони	Арматура юзаси, см ²
I	140,39	4,1	1Ø25 А-IV	4,91
II	382,56	9,13	6Ø14 А-IV	9,23
III	579,78	13,85	3Ø25 А-IV	14,73
IV	582,57	13,9	3Ø25 А-IV	14,73
V	291,83	6,97	3Ø25 А-IV	7,69

Резервуар деворини иккинчи гуруҳ чегаравий ҳолат бўйича ҳисоблаш

Резервуар девори дарзбардошлик бўйича биринчи тоифага мансубдир.

Ҳисобни чўзилувчи зўриқишларнинг қиймати энг катта бўлган $T=582,57$ кН/м IV-зона учун амалга оширамиз.

Олдиндан зўриқтирилган кучланишни аниқлаш.

Арматурадаги максимал чўзилувчи кучланишини [1] бўйича аниқлаймиз. У ҳолда арматурада рухсат этилган оғишларни ҳисобга оламизда:

$$l = \frac{2 \cdot \pi \cdot r}{3} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 22,5}{3} = 47,1 \text{ м};$$

$$P = 30 + \frac{360}{l} = 30 + \frac{360}{47,1} = 37,65 \text{ МПа};$$

Зўриқтирилган арматурадаги кучланишларни аниқлаймиз:

$$\sigma_{sp}=0,7 \cdot R_s \gamma_{sb}=0,7 \cdot 510 \cdot 1,15=410,55 \text{ МПа}$$

Биринчи шартни текширамиз [1]:

$$\sigma_{sp}+P \geq 410,55+37,65=448,2 \text{ МПа} < R_{s, sep}=586,5 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{sp}-P \geq 410,55-37,65=372,9 \text{ МПа} > 0,3 \cdot R_{s, sep}=0,3 \cdot 586,5=175,95 \text{ МПа}$$

шарт бажарилди.

Арматурадаги олдиндан зўриқишларни ҳисоблашда, арматураларнинг тортилишдаги аниқлик коэффициентини ҳисобга олинади (1.27 банди [1]): $\gamma_{sp}=1-\Delta\gamma_{sp}=1-0,1=0,9$

$$\text{бу ерда } \Delta\gamma_{sp}=0,5 \cdot \frac{P}{\sigma_{sp}} \left(1 + \frac{1}{\sqrt{n}}\right) = 0,5 \cdot \frac{37,65}{410,55} \left(1 + \frac{1}{\sqrt{3}}\right) = 0,072 \approx 0,1$$

n – элемент кесими юзасидаги зўриқтирилган стерженлар сони, $n=3$;
 $\gamma_{sp}=0,9$ эканлигини ҳисобга олинса $\sigma_{sp}=0,9 \cdot 410,55=369,5 \text{ МПа}$.

Олдиндан зўриқтирилган арматурадаги йўқолишини аниқлаш

Биринчи йўқотишлар:

Анкерлар деформацияси натижасидаги йўқотишлар

$$\sigma_3 = \frac{\Delta l_1 + \Delta l_2}{l} E_S = \frac{1+1}{47100} \cdot 1,9 \cdot 10^5 = 8,07 \text{ МПа};$$

Электротермик усулда зўриқтирилганда арматура билан резервуар девори орасида ишқаланиш натижасида йўқотиш бўлмайди, яъни $\sigma_4=0$

$$\sigma_{los1} = \sigma_3 = 8,07 \text{ МПа}$$

Иккинчи йўқотишлар:

Арматуранинг релаксация натижасидаги йўқотиши (тортишнинг электротермик усулида) $\sigma_7=0,03 \cdot \sigma_{sp}=0,03 \cdot 410,55=12,32 \text{ МПа}$;

Бетоннинг киришиш деформацияси: В35 классдаги бетон учун $\sigma_8=35$ МПа.

Арматурани бўшатишдаги биринчи йўқотишларини ҳисобга олган ҳолдаги зўриқиш кучи

$$P_1 = A_{sp}(\sigma_{sp} - \sigma_{los}) = 14,73(410,55 - 12,32)(100) = 586592,8 \text{ Н} = 586,6 \text{ кН};$$

Бетондаги кучланиш

$$\sigma_{bp} = \frac{P_1}{A_b + \alpha \cdot A_{sp}} = \frac{586600}{14 \cdot 100 + 5,5 \cdot 14,73} = 396,08 \text{ Н/см}^2 = 3,96 \text{ МПа}$$

$$\text{бу ерда } \alpha = \frac{E_s}{E_b} = \frac{1,9 \cdot 10^5}{34500} = 5,5$$

7-жадвал [1] шартига кўра

$$R_{bp} = \frac{\sigma_{bp}}{0,85} = \frac{3,96}{0,85} = 4,66 \text{ МПа} < 0,5B = 0,5 \cdot 35 = 17,5 \text{ МПа}$$

қабул қиламиз $R_{bp} = 0,7B = 0,7 \cdot 35 = 24,5$ МПа

$$\text{Бетоннинг тоб ташлаш натижасидаги йўқотиши } \frac{\sigma_{bp}}{R_{bp}} = \frac{3,96}{24,5} = 0,162 < 0,8;$$

$$\sigma_9 = 150\beta \frac{\sigma_{bp}}{R_{bp}} = 150 \cdot 0,85 \cdot 0,162 = 20,66 \text{ МПа};$$

бу ерда коэффициент $\beta = 0,85$ – атмосфера босими остида иссиқлик билан ишлов берилган бетон учун. Шундай қилиб, иккинчи йўқотишлар:

$$\sigma_{los2} = \sigma_7 + \sigma_8 + \sigma_9 = 12,32 + 35 + 20,66 = 67,98 \text{ МПа};$$

Тўла ўқотишлар:

$$\sigma_{los} = \sigma_{los1} + \sigma_{los2} = 8,07 + 67,98 = 76,0 \text{ МПа} < \sigma_{los, \max} = 100 \text{ МПа};$$

$\sigma_{los, \max} = 100$ МПа деб қабул қиламиз [1].

Тўла йўқотишларни ҳисобга олган ҳолда тортишдаги аниқлик коэффициентини $\gamma_{sp}=0,95$ деб олиб, олдиндан зўриқиш кучини аниқлаймиз:

$$P_2 = A_{sp} \cdot \gamma_{sp} \cdot (\sigma_{sp} - \sigma_{los}) = 14,73 \cdot 0,95 (410,55 - 100) \cdot (100) = 434,6 \text{ кН}$$

Деворда дарзлар ҳосил бўлишини 2-шарти [1] бўйича текшираемиз. Зўриқишнинг миқдори энг катта бўлган IV-зонада

$$T = 582,57 \text{ кН} > P_2 = 434,6 \text{ кН}.$$

Демак, деворда дарзлар ҳосил бўлади, шунинг учун IV-зонадаги арматуранинг юзасини катталаштириш лозим.

Қабул қиламиз $P_2 = T = 582,57 \text{ кН}$, у ҳолда

$$A_{sp} = \frac{P_2}{\gamma_{sp} (\sigma_{sp} - \sigma_{los})} = \frac{582570}{0,95 (410,55 - 100) 100} = 19,75 \text{ см}^2$$

Қабул қиламиз: $8\varnothing 18 \text{ A-IV } A_s = 20,36 \text{ см}^2$

10-жадвал

Цилиндрсимон резервуарнинг 1 та девор панелига бўлган арматуралар сарфи

Арматураланадиган элементнинг маркаи ва белгиланиши	Буюм даги сони	Арматура рақами	Арматуранинг диаметри ва классификацияси	Узунлиги, мм	Элемент даги сони
С-1 10/10/300/300	1	1	$\varnothing 10 \text{ A-III}$	4960	10
		2	$\varnothing 10 \text{ A-II}$	2760	15
С-2 10/10/300/300	1	3	$\varnothing 10 \text{ A-III}$	4960	4
		4	$\varnothing 10 \text{ A-II}$	3200	15

Девор панели нинг юқори қисми даги арматура	2	5	Ø10 А-III	1800	10
Девор панели нинг бириктирув чи стерженлари	2	6	Ø10 А-III	400	15

Резервуарнинг туби

Резервуарнинг туби (тўғри тўртбурчакли ва цилиндрсимон) В35 классдаги бетондан тайёрланиб, устунлар учун монолит замин ва деворлар учун эса (четки қисми) пойдевор вазифасини бажаради.

Резервуар остида гидростатик босим йўқлигини ҳисобга олиб, резервуар тубини конструктив талабларга биноан арматуралаймиз. Устун ва девор панел билан бириккан жойларини эса қўшимча арматуралаш кўзда тутилган.

3.1. Сиғимлари 7000м³ бўлган тўғри тўртбурчакли ва цилиндрсимон резервуарларнинг техник-иқтисодий кўрсаткичларини таққослаш

Ҳисобланган вариантларни ичида энг қулайини аниқлаш учун ҳар иккала иншоотнинг элементи учун умумий бўлган характеристикаларини солиштирамиз:

-резервуар тубининг конструкцияси ҳар иккала вариантда ҳам бир хил бўлганлиги учун уларнинг юзаларини солиштирамиз. Тўғри тўртбурчакли резервуарнинг юзаси 1578,6 м², думалок резервуарники –

1555,28 м². Ушбу банди бўйича тўғри тўртбурчакли резервуар афзалроқдир.

- ҳар иккала конструкциянинг кесимлари баландлиги бўйича ўзгармас бўлгани учун иншоотларнинг юзаси юқорида солиштирилган резервуар тубининг юзасига тенг. Думалоқ резервуарларнинг устёпмаларида монолит участка кўпроқ бўлади, уларни ўрнатиш учун эса вақт ҳам, меҳнат ҳам кўпроқ сарфланади.

- девор тайёрлаш учун бетон ва арматуралар сарфини таққослаш учун битта деворга сарфланадиган материаллар миқдорини солиштирамиз: тўғри тўртбурчакли резервуарнинг деворига 2,565 м³, думалоқ резервуарникига 2,025 м³ бетон, арматуралар сарфи ҳам мос равишда 142,5 кг ва 162,65 кг ни ташкил қилади.

Хулоса: Сифими 7000 м³ бўлган резервуарни тўғри тўртбурчакли қилиб тайёрлаш мақсадга мувофиқдир. Лекин цилиндрсимон резервуарларнинг ишлаш шароити ҳамда шакли статик кучларга бўлган таъсирини эътиборга олган ҳолда у иқтисодий асосларга кўра жуда қулай ва тежамли ҳисобланади.

Адабиётлар.

1. ҚМҚ. 2.03.01-96. Бетон ва темирбетон конструкциялар. Ўз.Р. ДАҚҚ Т., 1998.
2. ҚМҚ. 2.01.07-96. Юклар ва таъсирлар. Ўз.Р. ДАҚҚ Т., 1996.
3. ҚМҚ. 2.02.01-98. Основания зданий и сооружений. Ўз.Р. ДАҚҚ Т., 1999.
4. ҚМҚ. 2.01.01-94. Лойихалаш учун иқлимий ва физикавий-геологик маълумотлар. Ўз.Р. ДАҚҚ Т., 1994.
5. ҚМҚ. 2.01.03-96. Зилзилавий ҳудудларда қурилиш. Ўз.Р. ДАҚҚ Т., 1996.
6. Асқаров Б.А., Низомов Ш.Р. Темирбетон ва тош-ғишт конструкциялари. 2-нашр. Тўлдирилган ва қайта ишланган. Т. Ўзбекистон, 2003.
7. Байков В.Н., Сигалов Э.Е. Железобетонные конструкции. Общий курс. 5-издание, переработанное, М. СИ, 1991.
8. Байков В.Н., Сигалов Э.Е. Железобетонные конструкции. Специальный курс. 3-издание, переработанное, М. СИ, 1981.
9. Байков В.Н., Сигалов Э.Е. Строительные конструкции. 3-издание, переработанное, М. СИ, 1980.

10. Курс ва диплом лойиҳалари учун. Темирбетон конструкциялари. А.Я. Барашиков таҳрири остида. Киев, 1987.

11. Расчет и конструирование частей жилых и общественных зданий. Справочник проектировщика. Под ред. П.Ф. Вахненко. Киев, Будивельник, 1987.

12. Проектирование железобетонных конструкций. Справочное пособие. Под ред. А.Б. Голышева. Киев, Будивельник, 1985.

13. Мандриков А.П. Примеры расчета железобетонных конструкций. Издание 2-е переработанное и дополненное. М. СИ, 1989.

14. Попов Н.Н., Забегаев А.В. Проектирование и расчет железобетонных и каменных конструкций. Издание 2-е переработанное и дополненное. М. Высшая школа, 1989.

15. Кудзис А.П. Железобетонные и каменные конструкции. Часть 2. Конструкции промышленных и гражданских зданий и сооружений. М. Высшая школа, 1989.

16. Идашкин С.И., Сафарян М.К. Железобетонные резервуары для воды и нефтепродуктов (зарубежный опыт проектирования и строительства). Гостройиздат, 1958.

Мундарижа

Кириш.	3
1. Резервуарларнинг классификацияси ва уларнинг конструктив ечимларини танлаш.	5
1.1. Сув сақланадиган темирбетон резервуарлар.	13
1.2. Нефть махсулотлари сақланадиган темирбетон резервуарлар. .18	
1.3. Резервуарларни ҳисоблаш ва конструкциялаш. Умумий қоидалар.	24
1.4. Темирбетон резервуарларнинг юк кўтарувчи конструкциялари.32	
1.5. Девор конструкциялари ва уларнинг пойдевор ва резервуар туби ва билан бирикуви.	34
1.5.1. Темирбетон резервуар деворларининг конструкциялари. . . .	36
1.5.2. Девор билан заминнинг бирикиш конструкцияси.	37
1.6. Темирбетон резервуарларнинг устёпма конструкциялари. . . .	42
2. Тўғри тўртбурчакли йиғма темирбетондан тайёрланган резервуарни ҳисоблаш ва лойиҳалаш (1-мисол).	44
2.1. Устёпма плита ҳисоби.	45
2.2. Резервуар устёпмасидаги ригелни ҳисоблаш.	58

2.3. Резервуар устунининг ҳисоби.	70
2.4. Устун остидаги пойдевор ҳисоби.	75
2.5. Резервуар деворининг ҳисоби.	77
3. Цилиндрсимон резервуарнинг деворини ҳисоблаш (2-мисол). . .	83
3.1. Сиғими 7000 м ³ бўлган ва тўғри тўртбурчакли цилиндрсимон резервуарларнинг техник-иқтисодий кўрсаткичларини таққослаш.	93
Илова.	95
Адабиётлар.	100