

ТЕМИРБЕТОН ВА ТОШ КОНСТРУКЦИЯЛАРИ З.Ш.ХОДЖАЕВА

З.Ш.ХОДЖАЕВА



ТЕМИРБЕТОН ВА ТОШ
КОНСТРУКЦИЯЛАРИ
ЎҚУВ ҚЎЛЛАНМА

**ЎЗБЕКИТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА
МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**

ТОШКЕНТ АРХИТЕКТУРА-ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТИ

«ҚУРИЛИШ КОНСТРУКЦИЯЛАРИ» КАФЕДРАСИ

Ф.д.т.ф. (PhD) ХОДЖАЕВА З.Ш.

«ТЕМИРБЕТОН ВА ТОШ КОНСТРУКЦИЯЛАРИ»

ЎҚУВ ҚЎЛЛАНМА

Тошкент 2020

Ходжаева З.Ш. «Темирбетон ва тош конструкциялари»
Ўқув қўлланма. Т., 2020, 173 бет.

Ўқув қўлланма темирбетон конструкцияларини ҳисоблаш ва лойиҳалашни назарий ва амалий масалаларини ўз ичига олган бўлиб, унда конструкцияларни ҳисоблаш усуллари чизма ва формулалар ёрдамида ёритилган.

Талабалар «Темирбетон ва тош конструкциялари» фанини чуқур ўзлаштириш учун конструкцияларни ҳисоблаш кетма-кетлиги схема ва чизмалар ёрдамида тушунтирилган. Мавзунини тушунтиришда мисол ва масалалардан кенг фойдаланилган. Келтирилган ўлчов бирликлар ва коэффициентлар меъёрий ҳужжатлар асосида қабул қилинган.

В учебном пособии приведены теоретические и практические методы расчета и проектирования железобетонных конструкций. Даны методы расчета конструкций, примеры и расчеты приведены с помощью формул и схем.

Для углубленного изучения предмета «Железобетонные и каменные конструкции» приведены последовательность расчета с помощью схем и рисунков. Расчет произведен по нормативным документам.

This manual includes the orifical and practical problems of designing and calculation of ferroconcreate constructions.

In this manual also given the methods of calculation of constructions by limiting state. For students self doing is given how to calculate of beforehand stressed elements and influence of external forces to one storied industrial buildings. Calculation works carried out by fixed documents.

Тақризчилар: т.ф.н., Мирзаев П.Т.
ТАҚИ «Қурилиш конструкциялари»
кафедра профессори.

Ф.д.т.ф (PhD) Саатова Н.З.
ТАЙЛҚЭИ «Кўприклар тоннеллар ва
йўлўтказгичлар» кафедра мудири.

Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги,
қурилиш йўналиши бўйича ўқув юртларининг талабалари ва магистрлар учун
ўқув қўлланма сифатида тавсия этилган.

МУНДАРИЖА

	КИРИШ	
1-БОБ.	Темирбетон конструкцияларини ҳисоблаш ва лойиҳалаш тартиби	
1.1.	Темирбетон конструкцияларини ҳисоблашнинг асосий мақсади ва вазифаси	14
1.2.	Темирбетон конструкцияларига қўйиладиган талаблар.	14
	.	
1.3.	Темирбетоннинг моҳияти.	16
1.4.	Темирбетон конструкцияларнинг афзалликлари, нуқсонлари ва ишлатилиш соҳалари.	17
II-БОБ.	Темирбетон конструкциялар ҳақида умумий маълумотлар. Темирбетон конструкцияларнинг ривожланиш тарихи	
2.1.	Темирбетон конструкциялар ҳақида умумий маълумотлар. .	17
2.2.	Олдиндан зўриктирилган темирбетон конструкциялари.	19
2.3.	Темирбетон конструкцияларини ривожланиш босқичлари. . .	20
2.4.	Темирбетон конструкцияларнинг келажакдаги тараққиёти. .	22
III-БОБ.	Темирбетон конструкцияларни чегаравий ҳолатлар бўйича ҳисоблаш	
3.1.	Чегаравий ҳолатлар усулининг моҳияти.	23
3.2.	Чегаравий ҳолатлар усулининг ҳисоблаш омиллари.	25
3.3.	Захира коэффициентлари.	28
IV-БОБ.	Юклар ва таъсирлар	
4.1.	Юклар ва уларнинг таъсири.	29
4.2.	Меъёрий ва ҳисобий юклар.	30
4.3.	Бино ва иншоотлар муҳимлик даражаси бўйича синфлари. .	30
V-БОБ.	Бетоннинг физик-механик хоссалари	
5.1.	Бетон таснифи. Бетон маркаси.	31
5.2.	Бетоннинг мустаҳкамлик хусусиятлари.	35
5.3.	Ўқ бўйлаб чўзилишдаги мустаҳкамлик.	37
5.4.	Бетоннинг деформацияси.	39
	.	
5.5.	Бетоннинг синфи ва маркалари.	42
	.	
VI-БОБ.	Арматуранинг физик-механик хоссалари	
6.1.	Темирбетон элементларида арматуранинг вазифаси.	44
6.2.	Арматуранинг физик-механик хоссалари.	45
6.3.	Арматуралар тавсифи.	47
	.	
6.4.	Арматуралаш усуллари.	50
VII-БОБ.	Бетон ва арматуранинг меъёрий ва ҳисобий қаршиликлари	

7.1.	Бетоннинг меъёрий ва ҳисобий қаршиликлари.	54
7.2.	Арматуранинг юк остида ишлаши.	57
7.3.	Арматуранинг меъёрий ва ҳисобий қаршиликлари.	59
ҮШ-БОБ.	Темирбетон конструкцияларнинг кучланиш-деформацияланиш ҳолатининг уч босқичи	
8.1.	Кучланиш-деформацияланиш ҳолатининг биринчи босқичи.	60
8.2.	Кучланиш-деформацияланиш ҳолатининг иккинчи босқичи.	61
8.3.	Кучланиш-деформацияланиш ҳолатининг учинчи босқичи. .	62
IX-БОБ.	Олдиндан зўриктирилган темирбетон конструкциялар	
9.1.	Олдиндан зўриктирилган темирбетоннинг афзалликлари.	64
9.2.	Олдиндан зўриктиришнинг моҳияти.	65
9.3.	Арматуранинг таранглаш усуллари.	68
9.4.	Олдиндан зўриктирилган темирбетон элементлардаги кучланишларни йўқотилиши.	70
X-БОБ.	Эгилувчи темирбетон элементларни лойиҳалаш ва ҳисоблаш	
10.1.	Эгилувчи элементларнинг мустақкамлигини нормал кесим бўйича ҳисоблаш.	71
10.2.	Якка арматурали тўғри тўртбурчак кесимли элемент ҳисоби.	72
10.3.	Эгилишга ишлайдиган элементлар кўндаланг кесимидаги куч схемаси ва зўриқишлар эпюраси.. . . .	73
10.4.	Арматуралаш фоизини белгилаш.	73
XI-БОБ.	Сиқилишга ишлайдиган темирбетон элементларни лойиҳалаш ва ҳисоблаш	
11.1.	Тасодифий елкали элементларни ҳисоблаш.	82
11.2.	Сиқилган элементларни арматуралаш.	83
11.3.	Тасодифий елкали элементларнинг эгилувчанлигини ҳисоблаш.	86
11.4.	Тасодифий елкали элементларни ҳисоблаш.	87
11.5.	Номарказий сиқилган темирбетон элементларни ҳисоблаш. .	89
XII-БОБ.	Чўзилишга ишлайдиган темирбетон элементларни лойиҳалаш ва ҳисоблаш	
12.1.	Турли катталиклардаги эксцентриситетларда чўзилган элементларни зўриқиш ҳолати.	92
12.2.	Марказий чўзилган элементлар ҳисоби.	94
12.3.	Кичик эксцентриситетларда номарказий чўзилган элементларини ҳисоби.	95
12.4.	Катта эксцентриситетларда номарказий чўзилган элементлар ҳисоби.	95
12.5.	Мустаҳкамлик шартларидан фойдаланиб эгилувчан, номарказий сиқилган ва номарказий чўзилган элементларни ҳисоблаш.	96
XIII-БОБ.	Ясси темирбетон ораёпмалар	

13.1.	Ясси темирбетон ораёпмалар ҳақида умумий маълумотлар. .	99
13.2.	Йиғма ёпманинг тузилишини белгилаш (компоновка қилиш).	100
XIY-БОБ.	Яхлит қобирғали конструкциялар	
14.1.	Яхлит қобирғали конструкциялар ҳақида умумий маълумотлар.	102
14.2.	Қия кесим бўйича мустаҳкамликка ҳисоблаш.	107
XУ-БОБ.	Замин ва пойдеворлар	
15.1.	Пойдеворларни лойиҳалаш, ҳисоблаш, арматуралаш.	109
15.2.	Алоҳида пойдеворнинг ҳисобий схемаси.	111
15.3.	Устун ости пойдеворлари.	112
15.4.	Тасмасимон ва яхлит пойдеворлар.	114
15.5.	Девор ости тасмасимон пойдеворлари.	115
XУI-БОБ.	Тош-ғишт конструкциялари ва уларни ҳисоблаш	
16.1.	Тош-ғишт конструкциялари ҳақида умумий маълумотлар. .	118
16.2.	Тош-ғишт конструкциялари учун ишлатиладиган материаллар..	120
16.3.	Тош-ғишт деворларнинг деформацияланиши.	125
16.4.	Армотош конструкцияларнинг ўзига хос конструктив хоссалари ва уларнинг ҳисоби.	132
XУII-БОБ.	Бир қаватли каркасли биноларнинг конструкцияларини лойиҳалаш	
17.1.	Бино ва иншоотлар тўғрисида умумий маълумотлар.	141
17.2.	Бир қаватли саноат бинолари.	141
17.3.	Кўп қаватли синчли бинолар.	143
XУIII-БОБ.	Кўп қаватли бинолар конструкцияларини лойиҳалаш ва уларни вертикал ва горизонтал юклар таъсирига ҳисоблаш	
18.1.	Кўп қаватли биноларни ҳисоблаш.	
18.2.	Кўп қаватли бинолар асосий ва махсус юклар таъсирига ҳисоблаш.	159
18.3.	Рамаларни вертикал юклар таъсирига ҳисоблаш.	160
18.4.	Рамаларни горизонтал юк таъсирига ҳисоблаш.	163
	Адабиётлар рўйхати	173

ВВЕДЕНИЕ

ГЛАВА-I.	Последовательность расчета и проектирования железобетонных конструкций	
1.1.	Цели и задачи расчета и проектирования железобетонных конструкций.	7
1.2.	Требования предъявляемые к железобетонным конструкциям.	7
1.3.	Суть железобетона.	9
1.4.	Достоинства и недостатки железобетонных конструкций.	10
ГЛАВА-II.	Общие сведения о железобетонных конструкциях. История развития железобетона	
2.1.	Общие сведения о железобетонных конструкциях. ...	11
2.2.	Преднаряженные железобетонные конструкции.	12
2.3.	Исторический обзор развития железобетонных конструкций. ...	13
2.4.	Современное развитие и состояние железобетонных конструкций.	15
ГЛАВА-III.	Основные положения метода расчета железобетонных конструкций по предельным состояниям	
3.1.	Группы предельных состояний.	17
3.2.	Методы расчета железобетонных конструкций по предельным состояниям.	18
3.3.	Система коэффициентов надежности.	22
ГЛАВА-IV.	Нагрузки и воздействия	
4.1.	Синфификация нагрузок и их сочетания.	23
4.2.	Расчетные и нормативные нагрузки.	24
4.3.	Синфификация зданий и сооружений.	25
ГЛАВА-V.	Физико-механические свойства бетона	
5.1.	Синфификация бетона. Марка бетона.	26
5.2.	Прочностные свойства бетона.	29
5.3.	Осевое растяжение.	31
5.4.	Деформация бетона.	33
5.5.	Синф и марка бетона.	37

ГЛАВА-VI.	Физико-механические свойства арматуры	
6.1.	Функция арматуры в железобетоне.	38
6.2.	Физико-механические свойства арматуры.	39
6.3.	Синификация арматуры.	41
6.4.	Виды армирования.	44
ГЛАВА-VII.	Расчетные и нормативные сопротивления бетона	
7.1.	Расчетные и нормативные сопротивления бетона.	47
7.2.	Работа арматуры под нагрузкой.	51
7.3.	Расчетные и нормативные сопротивления арматуры. . .	52
ГЛАВА-VIII.	Три стадии напряженно-деформированного состояния железобетонных конструкций	
8.1.	Первая стадия напряженно-деформированного состояния железобетонных конструкций.	54
8.2.	Вторая стадия напряженно-деформированного состояния железобетонных конструкций.	55
8.3.	Третья стадия напряженно-деформированного состояния железобетонных конструкций.	56
ГЛАВА-IX.	Предварительно напряжённые железобетонные конструкции	
9.1.	Достоинства перенапряжённых конструкций.	58
9.2.	Особенности преднапряженных конструкций.	59
9.3.	Виды преднапряжения конструкций.	61
9.4.	Потеря преднапряжения в конструкциях.	63
ГЛАВА-X.	Проектирование и расчет изгибаемых элементов	
10.1.	Расчет изгибаемых элементов по нормальным сечениям.	64
10.2.	Расчет одиночной арматуры.	65
10.3.	Расчет изгибаемых элементов. Процент армирования.	66
10.4.	Изгибаемые железобетонные элементы с двойной арматурой.	74
ГЛАВА-XI.	Проектирование и расчет сжимающих элементов	
11.1.	Расчет внецентренно сжатых элементов.	82
11.2.	Процент армирования сжатых элементов.	83
11.3.	Расчет внецентренно сжатых элементов прямоугольного сечения.	86
11.4.	Расчет сжатых элементов	87
11.5.	Расчет внецентрально сжатых элементов.	89
ГЛАВА-XII.	Проектирование и расчет растягивающих элементов	
12.1.	Расчет растянутых элементов.	92
12.2.	Расчет центрально растягивающих элементов.	94
12.3.	Расчет внецентренно растягивающих элементов.	95

12.4.	Расчет внецентренно растягивающих элементов.	95
12.5.	Расчет на прочность внецентренно растягивающих элементов	96
ГЛАВА-XIII.	Плоские железобетонные перекрытия	
13.1.	Общие положения о плоских железобетонных перекрытиях.	99
13.2.	Сборные железобетонные перекрытия.	100
ГЛАВА-XIV.	Монолитные ребристые перекрытия	
14.1.	Общие сведения о монолитных ребристых плитах.	102
14.2.	Расчет по наклонному сечению	107
ГЛАВА-XV.	Основания и фундаменты	
15.1.	Проектирование, расчет и армирование фундаментов.	109
15.2.	Расчетная схема стаканчатых фундаментов.	111
15.3.	Отдельно стоящие фундаменты.	112
15.4.	Ленточные и монолитные фундаменты.	114
15.5.	Ленточные фундаменты.	115
ГЛАВА-XVI.	Расчет армокаменных конструкций	
16.1.	Материалы для армокаменных конструкций.	118
16.2.	Деформация армокаменных конструкций.	125
16.3.	Особенности армокаменных конструкций.	132
	.	
ГЛАВА-XVII.	Проектирование каркасных зданий	
17.1.	Общие сведения в зданиях и сооружениях.	141
17.2.	Одноэтажное промышленное здание.	141
	.	
17.3.	Многоэтажное каркасное здание.	143
17.4.	Рамно-связанная система.	145
17.5.	Связанная система.	145
	.	
ГЛАВА-XVIII.	Проектирование и расчет зданий на вертикальные и горизонтальные нагрузки	
18.1.	Расчет многоэтажных зданий.	159
18.2.	Расчет многоэтажных зданий на нагрузки.	159
18.3.	Расчет рам на вертикальные нагрузки.	160
18.4.	Расчет рам на горизонтальные нагрузки.	160
	Список литературы	

INTRODUCTION

CHAPTER-I.	The order of calculation and design of reinforced concrete structures	
1.1.	Calculation and design of reinforced concrete structures purpose and function.	7
1.2.	Requirements for reinforced concrete structures.	7
1.3.	Essence of reinforced concrete.	9
1.4	Advantages, disadvantages and areas of use of reinforced concrete structures.	10
CHAPTER-II.	General information on reinforced concrete structures. Reinforced concrete structures history of development	11
2.1.	General information on reinforced concrete structures.	11
2.2.	Pre-tensioned reinforced concrete structures.	12
2.3.	Brief information on reinforced concrete development.	13
2.4.	Future development of reinforced concrete structures	15
CHAPTER-III.	Calculation of reinforced concrete structures by boundary conditions	
3.1.	The essence of the method of boundary states.	17
3.2.	Boundary states are computational factors of the method. ...	18
3.3.	Reserve ratios	22
CHAPTER-IV.	Loads and Impacts	
4.1.	Cargo and their effects.	23
4.2.	Normative and accounting loads.	24
4.3.	Classification of Buildings and Structures.	25
CHAPTER-Y.	Physical and mechanical properties of concrete	
5.1.	Classification of concrete. The brand of concret.	26
5.2.	Stability properties of.	29
5.3.	Strength along the axis.	31
5.4.	Deformation of concrete	33
5.5	Classes and marks of concrete.	37

CHAPTER-YI.	Physical and mechanical properties of armature	38
6.1.	The function of reinforcement in reinforced concrete elements.	38
6.2.	Physical and mechanical properties of armature.	39
6.3.	Description of fittings.	41
6.4.	Welding methods.	44
CHAPTER-YII.	Normative and computational resistance of concrete and reinforcement	
7.1.	Normative and computational resistance of concrete.	47
7.2.	Overloading of fittings.	51
7.3.	Normative and computational resistance of armature	52
CHAPTER-YIII.	Three stages of tension-deformation condition of reinforced concrete structures	
8.1.	The first stage of tension-deformation state	54
8.2.	The second stage of tension-deformation state.	55
8.3.	The third stage of tension-deformation state.	56
CHAPTER-IX.	Pre-tensioned reinforced concrete structures.	58
9.1.	Advantages of pre-tensioned reinforced concrete.	58
9.2.	The essence of tension ahead.	59
9.3.	Tension methods	61
9.4.	Loss of voltage in pre-tensioned reinforced concrete elements.	63
CHAPTER-X.	Flexible reinforced concrete elements designing and computing	
10.1.	Calculation of the strength of bending elements by normal sections.	64
10.2.	Rectangular cross-sectional elements with single armature. . .	65
10.3.	Rectangular cross-sectional elements with single armature. .	66
	Rectangular profile with double armature elements.	73
10.4.	Rectangular profile with double armature elements.	74
CHAPTER-XI.	Design and mounting of reinforced concrete elements	
11.1.	Calculation of random shoulder elements.	82
11.2.	Reinforcement of compressed elements.	83
11.3.	Calculate the elasticity of random shoulder elements.	86
11.4.	Calculation of random shoulder elements	87
11.5.	Calculation of nonradially compressed reinforced concrete elements.	89
CHAPTER-XII.	Design and calculation of reinforced concrete elements	
12.1.	The state of tension of elongated elements in different magnitudes.	92
12.2.	Calculation of centrifugal elements	94
12.3.	In small eccentricities, there is an uncontrolled stretch Account of the elements.	95

12.4.	Calculation of nonlinear stretched elements in large eccentricities.	95
12.5.	Calculation of elastic, non-centrally compressed and nonlinear elongated elements using strength fields	96
		
CHAPTER-XIII.	Flat reinforced concrete tiles	
13.1.	General information on flat-reinforced concrete tiles.	99
13.2.	Determining the structure of the stack closure.	100
CHAPTER-XIY.	Single-shell structures	
14.1.	General information on integrated shell structures.	102
14.2.	Calculation of the strength of cross sections.	107
CHAPTER-XY.	Ground and foundations	
15.1.	Design, calculation, fittings of the foundation.	109
15.2.	Calculation scheme of a separate foundation.	111
15.3.	Underground foundations.	112
15.4	Ribbon and holes.	114
15.5.	Underground tape foundations.	115
CHAPTER-XYI.	Stone-brick structures and their calculation	
16.1.	Materials used for stone-brick structures.	118
16.2.	Materials used for stone-brick structures	120
16.3.	Deformation of stone-brick wall.	125
16.4.	Characteristic structural properties of armor-bearing structures and their calculation.	132
CHAPTER-XYII.	Design of one-story frame buildings.	141
17.1.	General information about buildings and structures.	141
17.2.	One-storey industrial buildings.	141
17.3.	Multi-storey buildings.	143
17.4.	Rama is a fastening system.	145
17.5.	Binding system.	145
CHAPTER-XYIII.	Design of high-rise buildings and their impact on vertical and horizontal loads	
18.1.	Calculation of multi-level buildings.	159
18.2.	Calculation of the impact of multi-level buildings on basic and special loads.	159
18.3.	Calculation of frames on vertical loads.	160
18.4.	Calculation of frames on horizontal load.	160
	References	161

КИРИШ

“Темирбетон ва тош конструкциялари” фанидан тайёрланган ушбу ўқув қўлланма, қурилиш таълим йўналиши бўйича таҳсил олаётган барча талаба бакалаврлар ва магистрлар учун мўлжалланган. Муаллиф Ходжаева З.Ш. томонидан тайёрланган ушбу “Темирбетон ва тош конструкцияси” фанини ўзлаштириш учун керакли бўлган материаллар тўплами келтирилган. “Темирбетон ва тош конструкциялари” фанидан тайёрланган ўқув қўлланма темирбетон ва тош конструкциялари ўқув режа ва фан дастури асосида тайёрланган.

Ўқув қўлланмада элементнинг кесим юзасини самарали шакли ва ўлчамларини, арматуранинг сони ва жойланиш тартиби, бетоннинг оптимал синфини танлаш ва чегаравий ҳолатларга текшириш масалалари кўриб чиқилган. Темирбетон конструкцияларини ҳисоблаш ва лойиҳалашда бетон ва арматуранинг физик-механик ҳоссалари, олдиндан зўриқтирилган темирбетон конструкциялар ва уларни лойиҳалаш асослари ёритиб берилган. Бундан ташқари юк остида эгилашга, сиқидишга ишлайдиган темирбетон элементларини ҳисоблаш кетма-кетлиги кўрсатиб ўтилган. Ўқув қўлланма мавзуларни содда, тушунарли, формула, жадваллар ҳамда чизмалар асосида тушунтирилган.

Ушбу ўқув қўлланма темирбетон конструкцияларини ҳисоблашда турли масала ва мисоллар келтирилган. Ўқув қўлланмада темирбетон конструкциясининг механик хоссалари, юк остида турли деформация остида ишлаш принциплари келтирилган.

Мавзу 1. Темирбетон конструкцияларини ҳисоблаш ва лойиҳалаш тартиби

Таянч сўзлар: бетон, арматура, темирбетон, конструкция элементлари, конструктив схема, қурилиш меъёрлари, ҳисоблаш усуллари, конструкцияга қўйилган талаблар, мустақамлик, биқирлик, устиворлик.

1.1. Темирбетон конструкцияларини ҳисоблашнинг асосий мақсади ва вазифалари

Ташқи юклар таъсиридан конструкция элементларида ҳосил бўладиган ички зўриқишларни аниқлаш, талаб этилган арматура миқдорини ҳамда конструкциянинг энг тежамли ўлчамларини танлаш, ишчи чизмаларини тайёрлаш ва меъёрий хужжатлар билан ишлаш кўникмаларини шакиллантириш фанни ўзлаштиришдаги асосий вазифалардин бири ҳисобланади. Лойиҳа қилинаётган объектнинг функционал талабларидан келиб чиққан ҳолда конструктив схемаларни танлаш, қурилиш меъёрлари талаби асосида, ҳисоб ишларини амалга ошириш муҳим омиллардан бири ҳисобланади. Темирбетон конструкцияларини ҳисоблашнинг асосий вазифасига уларни лойиҳалаш ва ҳисоблаш усулларни ўргатиш, қурилишдаги меъёрий хужжатлар билан ишлаш муҳим ҳисобланади.

Элементнинг нормал кесим юзасини самарали шакли ва ўлчамларини, бетоннинг оптимал синфи, ишчи арматуранинг синфи, кесим юзасини ва

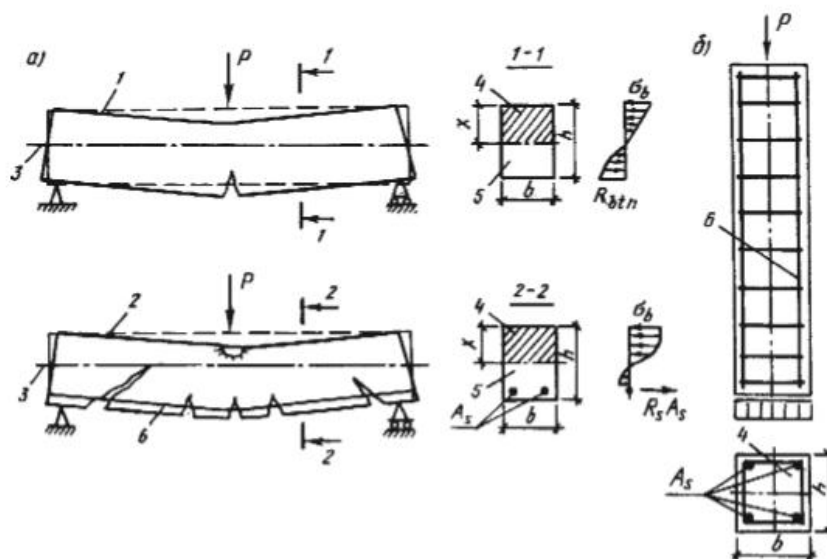
элементи ёрилишга бардошлиги ва биқирлигини ҳисобга оладиган кесим юза ҳисобий кесим юза дейилади. Конструкцияларнинг лойиҳалаш ва ҳисоблашда, бино ва иншоотларни мустаҳкамлиги, устиворлиги ва биқирлигини таъминлайдиган ҳисобий куч ва ички зўриқишларни аниқлашдан иборат.

1.2. Темирбетон конструкцияларига қўйиладиган талаблар

Ҳозирги кунда қурилиш саноатининг асоси темирбетон конструкциялари ҳисобланади. Қурилишда темирбетон конструкциялари кенг миқёсда қўлланилмоқда, бунга асосий сабаб унинг юк кўтариш қобилиятини юқорилиги, ҳар хил кучланганлик ҳолатларида ва зарарли муҳитларда устивор ишлашидир. Темирбетон конструкцияларига қўйиладиган талаблар қуйидагилардан иборат:

1. Бино ва иншоотлар конструкциялари эстетик жиҳатдан чиройли ва фойдаланишга қулай бўлиши керак.
2. Бино ва иншоотлар конструкциялари талаб этилган юк кўтариш қобилиятига эга бўлиши керак (мустаҳкам, биқир ва устивор)
3. Тайёрлаш ва монтаж қилишда кам меҳнат талаб этилиши керак.
4. Бино ва иншоотларни қуриш муддатини ва меҳнат сарф ҳаражатини қисқаришига эришиш керак.

Бетон сиқилишга яхши, чўзилишга суғ қаршилиқ кўрсатганлиги сабабли, арматурасиз тўсин кўп юк кўтара олмайди. Агар тўсиннинг чўзилиш қисмига арматура жойланса тўсиннинг юк кўтариш қобилияти, тахминан 20 маротабага ортади. Бунда конструкциядаги арматура чўзилиш қисмидаги чўзувчи кучларини ўзига қабул қилади. Пулат сиқилиш ва чўзилишга ҳам яхши қаршилиқ кўрсатганлиги учун сиқилишга ишлайдиган темирбетон конструкцияларни кесим юзасини камайтиради ва юк кўтариш қобилиятини оширади (1.1-расм).



1.1-расм. Темирбетон элементнинг юк остида ишлаши
 а-эгилувчи элемент, б-сиқилувчи элемент.
 1-бетон; 2-темирбетон; 3-нейтрал ўқ; 4-сиқилган юза.

1.3. Темирбетоннинг моҳияти

Жуда қадим замонлардан бери бизнинг юртимизда қадимий ноёб бино ва иншоотлар барпо этилган бўлиб, уларнинг асоси ёғоч, тош, ғишт материаллари бўлган ва бу бинолар зилзила, иқлим шароити таъсирига бардошлиги билан тахсинга сазовор. Фан ва техника тараққий этиб бинокорликда металл, темирбетон сингари прогрессив қурилиш материалларини пайдо бўлиши, бино ва иншоотларнинг бикирлигини ошишига ва уларнинг «синчи» яъни каркасларини лойиҳасида ушбу материалларни қўлланилиши энг самарали ечим сифатида ўз аксини топди. Эндиликда бинолар ёғоч синчлардан эмас балки пўлат ва темирбетон каркаслардан тикланмоқда.

Янги материалларнинг физик-механик хоссалари, қўлланиш имкониятлари ёғоч, тош, ғишт материалларидан тубдан фарқ қилгандиги, лойиҳаланаётган бино ва иншоотларнинг конструктив схемаларининг мураккаблиги билан фарқ қилади. Бино ва иншоотларнинг конструкциялари

учун узок муддатга чидамли, олов бардош ва иқтисодий жиҳатдан тежамли бўлган хом-ашё тури қабул қилинади.

Бетон қурилиш материаллари ичида энг кўп ишлатилишига сабаб, нафақат унинг мустаҳкамлигининг юқорилиги, балки таннарни бошқа материалларга нисбатан анча арзон, маҳаллий хом ашёлардан тайёрланганлиги билан ҳам муҳимдир. Бетон мустаҳкамлиги йилдан йилга ортиб боради, бу хусусият темирбетон конструкциялари узок даврга чидамли эканлигини кўрсатади, бетон исталган архитектура ва конструктив шакилларни қабул қила олади. Бетон анизотроп материал бўлиб, унинг мустаҳкамлиги қуйидаги омилларга боғлиқ: таркиби, боғловчи ва тўлдирувчининг тури, сув ва цементнинг нисбати (W/C), тайёрлаш усули, қотиш шароити, бетоннинг ёши, намуналарнинг шакли ва ўлчамлари, куч таъсирининг давомийлиги кабилардан иборат. Бетон ва арматура биргаликда темирбетон конструкциясини ҳосил қилади.

Бетон ва арматуранинг бирга ишлаш сабаблари:

- бетон қотиш жараёнида хажмий қисқариши, цементнинг елимлаши, арматуранинг юзасининг даврийлиги ҳисобига тишланади.
- зич бетон арматурани занглаш ва ёнғиндан сақлайди.
- пўлат арматура билан бетоннинг температура таъсирида чизикли кенгайиш коэффициентилари бир-бирига жуда яқинлиги

Бетоннинг сув ўтказмаслиги, совуққа чидамлилиги, емирилишга бардошлилиги, иссиқ ва товуш ўтказмаслиги, ишқор таъсирига чидамлилиги, унинг физик хусусиятлари ҳисобланади.

Иншоотларни қандай мақсадларда фойдаланишларига қараб бетонлар: конструкцион ва махсус бетон турларига бўлинади.

Зичлигига қараб, бетонлар қуйидагича тавсифланади: ўта оғир, оғир, енгил.

1.4. Темирбетон конструкцияларнинг афзалликлари, нуқсонлари ва ишлатилиш соҳалари

Темирбетон конструкцияларнинг афзалликлари:

мустаҳкам, узоққа чидамли, олов бардош, зилзила бардош, маҳаллий хом-ашёлардан фойдаланиш имконияти, конструкцияга исталган шакил бериш имконияти, мустаҳкамлигини йилдан йилга ортиб бориши.

Темирбетон конструкцияларнинг нуксонлари: вазнининг оғирлиги, иссиқ ва товушнинг ўтказиши, мустаҳкамлаш ва тузатишнинг кийинлиги, ёриқ пайдо бўлиши.

Темирбетон конструкцияларнинг ишлатилиш соҳалари: саноат, маъмурий ва тураржой бинолари, кўприklar, туннеллар, махсус иншоотлар, гидротехник иншоотлар, фазовий конструкциялар.

Назорат саволлари.

1. Конструкцияларни ҳисоблашдан мақсад ва вазифалари нималардан иборат?
2. Темирбетон конструкцияларнинг афзалликлари нималардан иборат?
3. Темирбетон конструкцияларнинг нуксонлари нималардан иборат?
4. Темирбетон конструкцияларнинг ишлатилиш соҳалари.
5. Темирбетон конструкцияларида конструктив схемани танлашдан мақсад нима?
6. Темирбетон конструкцияларини лойиҳалашнинг мақсади ва вазифаси нималардан иборат?
7. Бетон маркаси деганда нимани тушунаси?
8. Бетон синфи деганда нимани тушунаси?

2-мавзу. Темирбетон конструкциялар ҳақида умумий маълумотлар.

Темирбетон конструкцияларнинг ривожланиш тарихи

Таянч сўзлар: бетон, пўлат, арматура, темирбетон, анизотроп материал, чўзилиш, сиқилиш зонаси, олдиндан зўриктирилган темирбетон, ноёб бинолар.

2.1. Темирбетон конструкциялар ҳақида умумий маълумотлар

Бетон ва арматурадан ташкил топган қурилиш материали темирбетон деб номланади. Пўлат илгари темир деб номланган. Бетон, ҳамма тош материаллар каби сиқилишга яхши, чўзилишга 10-20 баробар кам

мустаҳкамликка эга, шунинг учун бетонни чўзилувчи кучланишларни қабул килувчи элемент сифатида арматура қўйилади. Бетондан бир хил таркибли иккита тўсин тайёрлаймиз. Бирига бетон, иккинчисига пўлатли стержен ўрнатамиз. Бетон тўсин мустаҳкамликни олгандан сўнг, секин-аста юк қўйиб, уни орттириб борамиз. Бетонли тўсинда пастки қисмида дарз ҳосил бўлади, бетон тўсин кичик юк таъсирида синади. Пўлат стерженли тўсинда биринчи дарз тахминан бетон тўсинни бузилиши учун тушадиган юкка тенг юк таъсирида пайдо бўлади. Тўсиннинг бузилиши юк таъсир этганда содир бўлади, чунки тўсиндаги дарзлар пайдо бўлгандан кейин чўзилувчи юкларни арматуралар қабул қилади.

Темирбетоннинг самарадорлиги унинг қуйидаги хусусиятлари орқали белгиланади:

- бетон сиқилганда юқори мустаҳкамликка эга (40 МПа гача), пўлат эса чўзилганда ва сиқилганда (240 МПа дан то 1500 МПа гача);
- арматура бетон билан маҳкам бирикади ва бетон бузилиши давригача силжимайди.
- пўлат ва бетон бир хил тўғри чизиқли ҳарорат кенгайиши коэффициентига эга, шунинг учун ҳарорат ошганда ва пасайганда элементни бузадиган хавфли кучланишлар ҳосил бўлмайди.
- бетон арматурани керакли бўлган ёнғинбардошлик ва узоқ муддатга чидамлилигини таъминлаган ҳолда емирилиш ва юқори ҳароратдан (ёнғинлардан) ишончли ҳимоялайди.

2.2. Олдиндан зўриқтирилган темирбетон конструкциялари

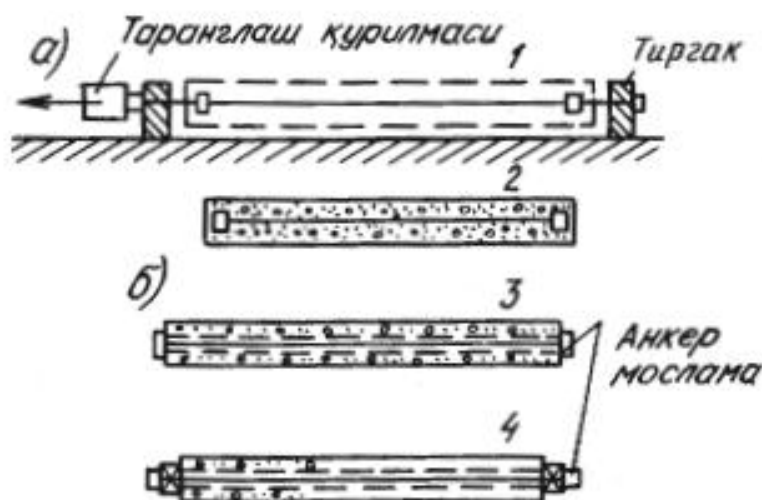
Кучланиши тахминан 30 МПа га тенг бўлган кучланишнинг темирбетон элементининг бўйлама қисмидаги арматурага таъсирида дарзлар ҳосил бўлади. Фойдаланилаётган арматуранинг бўйлама қисмига таъсир этаётган кучланиш 200-300 МПа га боради, бунда дарз ёриқлари кенглиги 0,2...0,4 мм гача бўлади. Бундай ёриқлар ҳарорат – намлик нормал шароитда бўлган ҳолатда элемент арматурани хавфли емирилишига олиб келмайди.

Юқори мустаҳкамликка эга бўлган арматуралардан фойдаланилганда, кучланш 400-800 МПа бўлганда, дарз кетган ёриқлар кенглиги 0,5...3 ммга боради ва бунда арматура емирилишдан ҳимояланмаган бўлади.

Бундан ташқари элементни эгилиши сезиларли даражада ортиб бориши мумкин. Бу ҳолатга тушмаслик мақсадида олдиндан зўриктирилган юқори мустаҳкамликка эга бўлган арматурадан фойдаланилади. Темирбетонни олдиндан (тайёрлаш жараёнида) зўриктирилади, бунда фойдаланиш учун қўйилган бетонда сиқилувчи кучланиш пайдо бўлади.

Юқори мустаҳкамли пўлат арматура таянчларга мустаҳкамланади, домкрат билан тортиб, қолип бетон билан тўлдирилгандан сўнг, бетон қотиши билан ўзак учлари қирқилади ва у бетонни пастки қисмини қисиб таранглайди. Оддий темирбетон элементни юклатилганда пастки қисмида чўзилувчи кучланиш ҳосил бўлади, ушбу конструкцияда эса, сиқилувчи кучланиш ҳосил бўлади. Юкланиш F_0 бўлганда пастки толаларда кучланиш нолга тенг бўлади. Қўшимча юклатишни давом эттирилгандан сўнг пастки қисмда дарзлар ҳосил бўла бошлайди (2.1-расм) .

Шундай қилиб, дарзга чидамлилиқ олдиндан зўриктирилган тўсинда ортиб боради. Оддий тўсинларга (зўриктирилмаган) нисбатан солиштиранда эгилувчанлиги камаёди. Олдиндан зўриктирилган темирбетон элементлар учун қуйидагилар руҳсат этилади.



2.1-расм. а, б расмда олдиндан зўриктирилган темирбетон элементларни тайёрлаш элементси.

1-арматурани таранглаш ва элементни бетонлаш; 2,4-тайёр элементлар;
3-элемент арматурасининг чўзилишдан олдинги кўриниши.

-юқори мустаҳкамли металл арматуралар ва бетонлар ишлатилади ва шу билан бирга элементни енгиллашади ва арзонлаштирилади.

-элементни дарз кетишга бўлган мустаҳкамлиги ошади;

2.3. Темирбетон конструкцияларини ривожланиш босқичлари

Бетон, қадимдан қурилиш материали сифатида маълум бўлган. Римда девор йўллар, аквиадуклар ва бошқа элементларда Везувий қояларидаги вулқондан олинган кумдан фойдаланганлар. Машҳур Аппиева йўли, Пантеона гумбази, оралиғи 40 м дан ортиқ бўлиб, у бетон материалидан қурилган. Буюк Хитой деворини қуришда ҳам бетондан фойдаланилган. 1797 йили Д.Паркер лой ва оҳакдан романцемент (рим цементи) олган. 1924 йилда 21 октябрда Джозеф Аспдин портланд цементини яратгани учун патент олди. Шу вақтнинг ўзида Россиялик Е.Г.Челиев томонидан шу цементга ўхшаш цемент ўйлаб топилган. Бетон қурилишда кенг миқёсда қўлланилади. 1999 йили Франция ва бутун дунё миқёсида темирбетон ихтиро қилинганлигининг 150 йиллиги нишонланди. 1849 йили Жан Луи Ламбо, касби адвокат, темирбетондан қайиқ ясади. 1855 йили Ламбо элементлардаги намгарчиликка учрайдиган тахта ўрнига темирбетон билан алмаштирганлиги учун Патент олди. Узоқ муддатгача Версаллик боғбон Жозеф Монье темирбетонни кашф этган деб ҳисобланган. 1867 йили у темирбетондан ясалган гуллар учун тайёрланган тувакка патент олди.

Бир вақтнинг ўзида темирбетон конструкцияларини такомиллаштириш учун Франция, Германия, Англия, АҚШ, Россия давлатларида кўпгина ишлар олиб борилди. Буларга Вайе ва Баушингер (Германия) темирбетон элементини биринчи тажрибадан ўтказишди, Гепнебик (Франция) барча элементлар темирбетондан ишланган бинони таклиф этди, Кенен чўзилувчи қисмга арматура қўллашни таклиф этди ва темирбетонни ҳисоблашнинг

биринчи формуласини ишлаб чиқди. Темирбетон Россияда мустақил тараққий этди, тижорат ва маблағ бўйича раҳбарликни чет элликлар, техник раҳбарлик эса руслар томонидан амалга оширилган. Профессор Н.А. Белелюбский 1891 йили Петербургда темирбетон элементини оммавий тажрибадан ўтказди. 1898 йили темир йўл ва катта кенг йўллар қурилишида темирбетондан фойдаланишга руҳсат этилган эди. Қадимги қурилган биноларда 1892 йил А.Ф. Лолейт томонидан лойиҳаланган Москвадаги БУМдаги ўтиш кўприги, Николаевдаги 1904 йил қурилган машъал, аср бошида темирбетондан қурилган биноларга Томскдаги гугурт фабрикаси, дон омбори, Ушайку устидаги кўприк ва бошқалар қиради. 1930 йилларда темирбетонни қўллаш бутун дунёда кенг тус олди. Бу вақтга келиб олдиндан зўриктирилган темирбетон элементлари пайдо бўлди (Э.Фрейсине), қобик кўринишидаги юпка деворли элементлар, бетон қоришмани тайёрлаш технологияси ишлаб чиқилди, меъёрлаш, танлаш, қиш ойида бетонлаш. Темирбетонни ҳисоблаш тарихининг ривожланишига А.Ф. Лолейт катта ҳисса қўшди, у 1911-1933 йилларда руҳсат этилган кучланишни ҳисоблаш усули ўрнига емирилиш арафасидаги ҳисоблаш усулини таклиф этди. 1939 йили чет элга нисбатан 30 йил олдин собиқ СССР да бу услуб қабул қилинди. XXI аср – бетон ва темирбетон асри ҳисобланган.

Японияда бетон ва темирбетон ишлаб чиқариш аҳоли сонига нисбатан 1 кишига 2 м^3 дан ортиқни, АҚШда – $1,3 \text{ м}^3$, Германияда – $1,1 \text{ м}^3$, Россияда – $0,4 \text{ м}^3$ ни ташқил этади.

2. 4. Темирбетон конструкцияларнинг келажакдаги тараққиёти

Темирбетон ҳамма соҳалардаги замонавий қурилишларда кенг қўлланилмоқда, чунки у чидамли, маҳаллий қурилиш материалларидан фойдаланиш имкониятига эга, металл тежамли сарфланади ва турли шакллarga бериш мумкин. Қурилишда қуйма, йиғма ва йиғма-қуйма темирбетон конструкциялар қўлланилади. Қуйма темирбетон элементлари қурилиш объектида тайёрланади. Ундан кам такрорланувчи ва яхлит бино ва иншоотлар бунёд этилади. Қуйма темирбетондан қурилган иншоотга

хоҳлаган кўринишни бериш мумкин, улар мустаҳкам ва металл сарф бўйича анчагина тежамлидир.

Камчиликлари: қолип учун қўшимча кўп маблағ ва меҳнат сарфланиши.

Йиғма темирбетон элементларни заводларда тайёрланади, қурилиш майдонларига автомобиль ёки темир йўл транспорти ёрдамида етказилади ва кўтариш кранлари ёрдамида ўрнатилади. Бундай элементлар қурилиш майдонининг ноль сатҳидан барпо этилади.

Йиғма-қуйма элементлар бизнинг давлатимизда унчалик кўп тарқалмаган. Темирбетон саноатда, уй-жой, қишлоқ хўжалиги қурилишида, автомобиль йўлларини қурилишида, кўприklar, сув транспорти иншоотлари, узоқ муддатга чидайдиган хусусиятли муҳофаза иншоотлари қурилишида, метро қурилишида, ва бошқа кўпгина бино ва иншоотлари қуришда фойдаланилади.

Темирбетон конструкциялардан барпо этилган махсус бино ва иншоотлар:

-баландлиги 537 м Москва телеминораси, Томск политехника институти битирувчиси Н.В. Никитин томонидан лойиҳаланган.

-Торонтодаги баландлиги 555 м телеминора.

-Франция и Буюк Британия оралиғидаги Ла-Манш бўғозидаги ер ости йўли.

-Куала-Лумпур (Малайзия)даги баландлиги 582 м нефть компанияси “Петронас”нинг осмонўпар биноси;

-“Тролл” (Норвегия) нефтни қазиб олиш учун денгиздаги баландлиги 472 м бўлган майдонча (платформа) 300 м чуқурликда жойлашган бўлиб, тўлқин баландлиги максимал 11,5 м бўлиб, тўфонга мўлжалланган, уни тайёрлашга 250 минг м³ В 80, 100 синфли бетон ва 11 минг т зўриқтирилган арматура сарфланган.

-Сиэтл (АҚШ) оралиғи 220 м қуйма қиррали гумбаз қурилган;

-АЭС ҳимояловчи қобиқлари ва бошқа кўпгина иншоотлар.

-юртимизда қурилган “Хумо” муз аренаси, 25 қаватли “Хилтон меҳмонхонаси” ва бошқа кўпгина иншоотлар шулар жумласидан.

Назорат саволлари.

1. Республикамизда барпо этилаётган ноёб темирбетон конструкциялардан барпо этилаётган бино ва иншоотлар ҳақида нималар биласиз?
2. Олдиндан зўриқтирилган темирбетон конструкциялар қандай конструкциялар?
3. Темирбетоннинг тараққий этиши этаплари қандай?
4. Қурилиш саноатида темирбетон конструкциялардан кенг миқёсда ишлатилишига сабаб нима?
5. Бетоннинг мустаҳкамлиги қандай омилларга боғлиқлиги тўғрисида маълумот беринг.
6. Бетон ва темирбетон тусиннинг юк остида ишлаш тартибни изоҳлаб беринг.
7. Сиқилишга ишлайдиган темирбетон конструкцияларни кесим юзаларига арматура ўрнатишдан мақсад?
8. Бетон ва арматуранинг бирга ишлашига шароит яратган сабаблар тўғрисида маълумот беринг.

Мавзу 3. Темирбетон конструкцияларни чегаравий ҳолатлар бўйича ҳисоблаш

Таянч сўзлар: чегаравий ҳолат, бетоннинг кесим юзаси, юк кўтариш қобилияти, деформация, ёриқларни ҳосил бўлиши, ташқи юкларни ноқулай таъсири.

3.1. Чегаравий ҳолатлар усулининг моҳияти

Қурилиш конструкцияларни ҳисоблашдан мақсад кам миқдорда материал сарфлаб, ташқи таъсир этаётган жами юкларга етарли даражада кўтариш қобилиятига эга бўлган, конструкцияларни яратиш. Қурилиш конструкцияларни 1955 йилдан бери чегаравий ҳолатлар услуби бўйича ҳисобланади.

Чегаравий ҳолатлари деганда конструкцияларнинг ишлатилиш жараёнида олдиндан белгиланган талабларга жавоб бермай қолиши тушунилади. Қурилиш конструкцияларни бу услуб билан ҳисоблаганда икки гуруҳга бўлиб ҳисобланади. Биринчи гуруҳ чегаравий ҳолатлар конструкцияни юк кўтариш қобилиятини йўқотиш билан боғлиқ бўлиб ва уларга: шакл умумий устиворлигининг йўқолиши, вазият устиворлигининг йўқолиши, қурилма метариалининг толиқиши ёки бошқа бирор характердаги бузилиш, юкларнинг ва ташқи муҳитнинг биргаликдаги ноқулай таъсири натижасида бузилиш, қурилмалардан фойдаланишни тўхтатишга олиб келадиган резонанс тебранишлар, металл материалнинг оқувчанлиги, бирикмалардаги силжишлар, дарзларнинг ҳаддан ташқари очилиши натижасида конструкциялардан яроқсиз ҳолатга келиши.

Иккинчи гуруҳ чегаравий ҳолатлар конструкцияни нормал фойдаланиш қийинлашиб қолганлиги билан боғлиқ ва уларга йўл қўйиб бўлмайдиган силжишлар, тебранмалар, дарзлар пайдо бўлиши натижасида ишлаш муддатининг камайишига олиб келадиган ҳолатлар киради. Конструкцияларни чегара ҳолатларга ҳисоблаш, иншоотни қуриш ёки ундан фойдаланиш даврининг барча босқичларида чегара ҳолатлардан бирор-тасининг ҳам вужудга келмаслигини таъминлайди.

Биринчи гуруҳ чегаравий ҳолатлари учун умумий шарт қуйидагича ёзилиши мумкин: $N \leq S$

N - ҳисобланаётган элементдаги юкларни ноқулай биргаликда таъсир этишидан ҳосил бўладиган куч,

S - ҳисобланаётган элементнинг юк кўтариш қобилияти.

Элементдаги ҳосил бўладиган кучни қуйидаги формула билан аниқлашимиз мумкин:

$$N = \sum F_{ni} \cdot \bar{N}_i \cdot \gamma_{fi} \cdot \gamma_n \cdot \psi \quad (3.1)$$

бу ерда

$\bar{N}_i$ - куч $F_{ni}=1$ га тенг бўлгандаги элементда ҳосил бўладиган куч

γ_{fi} – юк бўйича ишончли коэффициент

γ_n – бино вазифасига кўра ишончилилик коэффициенти

Ψ - юкларнинг биргаликда таъсир этишини эътиборга оладиган коэффициент

Элементнинг юк кўтариш қобилиятини унинг юзасига ва материалнинг қаршилигига қараб аниқлаш мумкин:

$$S = A_n \cdot R_{yn} / \gamma_m \cdot \gamma_c = A_n \cdot R_y \cdot \gamma_c \quad (3.2)$$

бу ерда: A_n – элемент кўндаланг кесимининг нетто юзаси,

R_y – элемент материалнинг оқувчанлиги бўйича ҳисобий қаршилиги

γ_c – ишлаш шароитини эътиборга олувчи коэффициент.

Шундай қилиб биринчи гуруҳ чегаравий ҳолати бўйича ҳисоблаш тенгламасини ёзамиз:

$$\sum F_{ni} \cdot \overline{N_i} \cdot \gamma_{fi} \cdot \gamma_n \cdot \Psi \leq A_n \cdot R_y \cdot \gamma_c \quad (3.3)$$

Чегаравий ҳолатни иккинчи гуруҳ бўйича ҳисоб ифодасини қуйидагича ёзиш мумкин:

$$\sum F_{ni} \cdot \overline{N_i} \cdot \gamma_{fi} \cdot \gamma_n \cdot \Psi \cdot \overline{\delta_2} \leq \delta_2 \quad (3.4)$$

бу ерда: $\overline{\delta_2}$ - бирлик юк таъсирида элементдаи ҳосил бўладиган эластик деформация,

δ_2 - норма бўйича ўрнатилган конструкциянинг чегаравий деформацияси.

3.2. Чегаравий ҳолатлар усулнинг ҳисоблаш омиллари

Конструкцияларни чегара ҳолатларга ҳисоблаш, биноларни қуриш ва фойдаланиш даврининг барча босқичларида чегара ҳолатларидан биронтасининг ҳам вужудга келмаслигини таъминлайди. Бунда материал хусусиятларининг ноқулай ўзгаришлари, юкларнинг ноқулай бирга таъсир этиш эҳтимоли, фойдаланиш шароитлари ва конструкциялар ишлашининг ўзига хос томонлари ҳисобга олинган бўлади. Бунинг учун қуйидаги коэффициентлар киритилади: юк бўйича ишончилилик коэффициенти,

юкларнинг бирга таъсир этиш эҳтимоли коэффиценти, ишлаш шароити коэффиценти, биноларнинг вазифасига кура ишончлилик коэффиценти.

Темирбетон конструкцияларини ҳисоблашнинг бундай усули бузувчи зўриқишлар усулининг такомиллашган варианты ҳисобланади:

Мазкур усул бўйича ҳисобланган конструкциялар бир мунча тежамли бўлади. Унинг асосини қуйидагилар ташкил этади:

-конструкциянинг чегаравий ҳолати деган тушунчаси киритилди. Стандарт СЭВ 384-74 кўра барча чегаравий ҳолатнинг икки гуруҳи белгиланди: биринчиси юк кўтариш қобилияти, иккинчиси нормал шароитда ишга яроқлилиги;

-кесим юзаларининг мустаҳкамлиги элементнинг кучланиш-деформацияланиш ҳолатининг III босқичи бўйича амалга оширилади.

-конструкциянинг нормал шароитда фойдаланишга яроқлилиги уни кучланиш-деформацияланиш ҳолатининг I ёки II босқичидан келиб чиққан ҳолда бажарилади;

-захиравий умумий коэффиценти ўрнига юк, материал ва ишлаш шароити бўйича ҳисобий ишончлилик коэффицентлари киритилди.

Чегаравий ҳолатнинг *биринчи гуруҳи* бўйича ҳисоб ишлари қуйидагиларни ўз ичига олади:

-мустаҳкамликка ҳисоблаш;

- конструкцияни бузилишдан сақлашини таъминловчи турғунликка ҳисоблаш; -конструкция шаклини ўзгармаслигини таъминловчи ҳолат устиворликка ҳисоблаш (узунасига эгилиш ҳисоби);

-чидамлиликлка ҳисоблаш ва чарчаш бузулишдан асрашга ҳисоблаш.

Иккинчи гуруҳ бўйича чегаравий ҳолат ҳисоби қуйидагиларни ўз ичига олади:

-конструкцияда ёриқ ҳосил бўлиши бўйича ёки уларни очилиши бўйича ҳисоблаш;

-конструкцияни рухсат этилмаган силжишлардан асраш учун деформациялар бўйича ҳисоблаш.

Бунда чегаравий ҳолатларнинг биринчи гуруҳи бўйича ҳисоблаш муҳимроқ ҳисобланади, чунки у конструкциянинг эксплуатациясини белгилайди. Шунинг учун чегаравий ҳолат биринчи гуруҳи бўйича ҳисоблаш барча конструкциялар учун шарт.

Темирбетон конструкциялари ҳисобий тизимида чегаравий ҳолатнинг иккинчи гуруҳи бўйича ҳисоблаш ҳам муҳим ҳисобланади. Бу гуруҳ чегаравий ҳолатнинг икки асосий йўналишини ўз ичига олади.

1. Темирбетон конструкциялари ёриққа чидамлилигига (ёриқбардошлилиги) текшириш.
2. Деформацияга текшириш.

Ёриқ ҳосил бўлиши ва очилиши конструкцияларни нормал ҳолатда ишлашига ҳавф туғдиради. Бундай шароитда арматура занглайди, элементнинг ташқи кўриниши ўзгаради, натижада улар суюқлик ёки газни босим остида ўтказиб юборадиган бўлиб қолади.

Конструкциядан фойдаланишнинг мақсади ва шартига қараб, ёриқбардошлилиги бўйича турли талаблар қўйилади, шунинг учун уларни ёриқлар ҳосил бўлиши, ёпилиши ва очилиши бўйича ҳисоблаш лозим.

Конструкцияларни нормал кесимларида ёриқлар пайдо бўлишига бардошлилиги бўйича ҳисоблашда қуйидаги шарт бажарилиши керак

$$N_{\max}^n \leq N_{crc} \text{ ёки } M_{\max}^n \leq M_{crc} \quad (3.5)$$

яъни меъёрий куч таъсиридан ҳосил бўладиган энг катта меъёрий зўриқиш $N_{\max}^n$ ёки эгувчи момент $M_{\max}^n$ ёриқ пайдо қилувчи зўриқиш кучи N_{crc} ёки эгувчи момент M_{crc} дан катта бўлмаслиги керак.

Ёриқлар очилишига ҳисоблашда, элементларнинг чўзилувчи арматура сатҳида пайдо бўладиган ёриқлар кенглиги $-a_{crc}$ ёриқбардошлилик тоифаларига мос ҳолда белгиланган ёриқлар кенглигининг чекланган миқдори $-[a_{crc}]$ дан ортиб кетмаслиги керак

$$a_{crc} \leq [a_{crc}] \quad (3.6)$$

бу ерда $[a_{crc}]$ -ёриқлар кенглигининг чекланган миқдори.

Конструкцияларни силжишига ҳисоблашда уларда ташқи юкдан ҳосил бўладиган солқилик $-f$, унинг чекланган миқдори f_u дан ортиб кетмаслиги таъминланиши зарур, яъни

$$f \leq [f_u] \quad (3.7)$$

Солқиланишнинг чекланган миқдори f_u .

Деформацияни чеклаш нима учун керак деган савол туриши табиий.

Деформацияни чеклаш зарурати қуйидаги сабаблар туфайли вужудга келади:

-кўзга ташланадиган эгилишлар одам психикасига салбий таъсир этадиган ҳолларда;

-конструкциялар тебранганда одамларда ҳосил бўладиган ёмон ҳиссиёт уйғотадиган ҳолатларида;

-технологик ускунани нормал ишлаши учун шароитни бузилиши ва элементнинг деформацияси натижасида мураккаб конструкцияни зарарланиши ҳолатларида ва ҳ. к.

Конструкцияларни ишлаш шароити ва йўналишини ҳисобга олиб, меъёрий ҳужжатларда деформациянинг чегаравий қиймати белгиланади ва уларни ҳисоблашда эътиборга олиш зарур деб белгилаб қўйилди.

Биринчи ёки иккинчи чегаравий ҳолатни вужудга келиши қуйидаги асосий омилларга боғлиқ:

-ташқи кучлар ва таъсирлар қийматига;

-бетон ва арматуранинг механик характеристикасига (вақтинча қаршилиги, оқиш чегараси);

-конструкцияларнинг ишлаш шароитига (тайёрлашдаги шароити, зарарли муҳитда ишлаши ва ҳ.к).

Юқорида келтирилган омилларни ҳисобга олиш учун бир қатор коэффициентлар тизими ишлаб чиқилди.

3.3. Захира коэффициентлари

Юкларнинг меъёрий миқдорини ўзгариши ҳисоблашда:

-юк бўйича ишончлилиқ коэффициентлари $- \gamma_f$;

-бетон ва арматуранинг механик тавсифини ўзгарувчанлиги бўйича ишончлилик коэффициентлари γ_e, γ_s ;

-ишлаш шароити бўйича коэффициентлари γ_{bi}, γ_{si} ;

-конструкцияларни қандай мақсадларда (бино ва иншоотларни халқ хўжалигидаги аҳамиятига қараб) фойдаланилишига қараб, ишончлилик коэффициенти γ_n орқали ҳисобга олинади.

Темирбетон конструкциялари ҚМҚ 2.01.03-96 ҳисоблашда бетон бўйича ишончлилик коэффициенти $\gamma_e=1\dots 12$ гача, арматура бўйича эса $\gamma_s=1\dots 9$ гача қўлланилади. Юқорида келтирилган коэффициентлар тизимини қўлланилишига сабаб, конструкцияларга энг ноқулай вазиятларда юклар таъсир этганда ҳам материаллар мустаҳкамлиги қиймати жуда кичик бўлганда ҳам ва конструкциялар мураккаб чегаравий ҳолатга дуч келганда ҳам ишончлилигини таъминлай олади.

Назорат саволлари.

1. Қандай ҳолат конструкция учун чегаравий ҳолат ҳисобланади?
2. Чегаравий ҳолатга конструкцияларни ҳисоблашдан мақсад?
3. 1-чегаравий ҳолат нималарга ҳисобланади?
4. 1-чегаравий ҳолат учун қандай шарт бажарилиши керак?
5. 2-чегаравий ҳолат нималарга ҳисобланади?
6. 2-чегаравий ҳолат учун қандай шарт бажарилиши керак?
7. 1-чегаравий ҳолат учун формулаларни ёзининг?
8. Юк бўйича ишончлилик коэффициентлари нима?
9. 1-чегаравий ҳолат бажарилиши нималарга боғлиқ?
10. 2-чегаравий ҳолат бажарилиши нималарга боғлиқ

Мавзу 4. Юклар ва таъсирлари

Таянч сўзлар: юклар, таъсирлар, юк турлари, доимий юк, вақтинчали юк, махсус юк, таъсир этиш муддати, тўпланган юк, текис тақсимланган юк, меъёрий ва ҳисобий юклар.

4.1. Юклар ва уларнинг таъсири

Бино ва иншоотларлар қисмларнинг асосий вазифаси уларга тушадиган юкларни ишлаш жарёнида қабул қила олиши керак.

Бу юклар доимий ва вақтинчали бўлиши мумкин.

1. **Доимий юклар**—конструкция ёки иншоотнинг бутун эксплуатация давомида унга таъсир этиб турадиган юк доимий юк дейилади. Конструкциянинг хусусий оғирлиги, пойдевордаги тупроқнинг оғирлиги ва босими, олдиндан ҳосил қилинган кучланиш таъсири доимий юкларга мисол бўлади.

2. **Вақтинчали юклар** таъсир этиш даражасига кўра узоқ муддатли, қисқа муддатли ва махсус турларга бўлинади.

-вақтинчали узоқ муддатли юкларга муҳим ускуналарнинг оғирлиги, буюмлар ва қувурлардаги газ, суюқлик ва сочиладиган хом-ашёларнинг оғирлиги, омборхона, совитгич хоналари, дон омборлари, архив ва кутубхоналар ора ёпмаларига тушадиган юклар.

-вақтинчали қисқа муддатли юкларга қор, шамол, ҳарорат таъсири, одамлар, жиҳозлар оғирлиги, конструкцияларни ташиш ва монтаж қилишда ҳосил бўладиган юклар.

-махсус юкларга зилзила ва портлаш таъсиридан юзага келадиган юклар, ускуналарнинг носозлиги ва бузилиши, пойдевор ва заминнинг чўкиши туфайли ҳосил бўладиган юклар киради.

4.2. Меъёрий ва ҳисобий юклар

Қурилиш конструкцияларни ҳисоблаш жараёнида конструкциянинг ишончли ва тежамли бўлиши учун юқорида қайд этилган юкларнинг барчасини инобатга олиш зарур. Юклар конструкцияларнинг ҳисобланишига кўра икки турга яъни меъёрий ва ҳисобий юкларга бўлинади. Конструкциядан ўз меъёрида фойдаланиш чоғида меъёр бўйича унга кўйилиши мумкин бўлган юкларнинг максимал қиймати меъёрий юк деб

аталади, унинг қиймати олинган ўртача қийматлар, ўлчамлар асосида қабул қилинади ва меъёрий хужжатларда берилади.

Ҳисобий юкларни, меъёрий юкни юк бўйича ишончлилик коэффицентиға кўпайтириб аниқлаймиз. Бу коэффицентнинг қиймати кўпинча бирдан катта бўлади.

$$q=q_n \cdot \gamma_f \quad (4.1)$$

бу ерда: q - ҳисобий юк. q_n - меъёрий юк

γ_f - юк бўйича ишончлилик коэффиценти

Юк бўйича ишончлилик коэффиценти меъёрий юкларнинг ўзгарувчанлигини ҳисобга оладиган миқдор бўлиб унинг қийматини бино ва иншоотларни ишлаш жарёнида ҳақиқий юкларни кузатиш ва қийматларни таҳлил қилиш орқали белгилаймиз. Унинг қийматлари ҚМҚ да батафсил берилган.

4.3. Бино ва иншоотларнинг муҳимлик даражаси бўйича синфлари

Бино ва иншоотларнинг муҳимлик даражаси уларни муддатидан аввал бузулганда етказилган моддий ва ижтимоий зарар миқдори билан аниқланади. Лойиҳалашда биноларнинг муҳимлик даражасини ҳисоблаш учун юкни вазифаси бўйича ишончлилик коэффиценти γ_n кўпайтириб ҳисобга олинади. Унинг қиймати биноларнинг муҳимлик синфига боғлиқ:

1 синф учун (ТЭС бош бинолари, телеминоралар, театр бинолари, спорт иншоотлари, музейлар ва бошқа муҳум халқ хужалиги аҳамиятидаги бинолар) $\gamma_n=1$; II синфи учун (муҳум халқ хўжалиги объектлари, қишлоқ хўжалиги, саноат ва фуқаро қурилишлари) $\gamma_n=0,95$;

III синф учун (бир қаватли турар жой бинолари, омбор хоналар, вақтинчалик бино ва иншоотлар, халқ хўжалик ва ижтимоий муҳимлиги чекланган бинолар) $\gamma_n=0,9$;

Назорат саволлари.

1. Қурилиш конструкцияларига таъсир қиладиган юklar тўғрисида маълумот беринг.

2. Доимий юклар тўғрисида маълумот беринг.
3. Вактинчали юклар тўғрисида маълумот беринг.
4. Меъёрий юклар тўғрисида маълумот беринг.
5. Ҳисобий юклар тўғрисида маълумот беринг.
6. Юк бўйича ишончлилик коэффициенти тўғрисида маълумот беринг.
7. Бино ва иншоотлар муҳимлик даражаси бўйича синфлари тўғрисида маълумот беринг.

Мавзу 5. Бетоннинг физик-механик хоссалари

Таянч сўзлар: бетон, арматура, цемент, сув, тўлдирувчи, боғловчи, ссуний тош материал, сувнинг гидратацияси, бетон маркаси ва синфи, бетоннинг кубик,призматик мустаҳкамлиги.

5.1. Бетон тавсифи. Бетон маркаси

Бетон – сунъий тош материаллардандир. Маълум бўлишича, уларни йирик ва майда тўлдирувчилар, боғловчи, сув ва махсус қўшимчалардан ташқил топган бетон қоришмасини қотиши натижасида олинади. Қотган бетон етарлича мураккаб тузилишга эга бўлади. Бетон тузилиши бетоннинг хусусиятига ҳал қилувчи таъсир этади. У турли жинсли анизотроп материал бўлиб, қуйидаги омилларга боғлиқ:

таркибининг донадорлиги, цемент тошининг ҳажмий концентрацияси, сув-цемент муносабати, мустаҳкамланиш услуби, қотиш шароити, цемент тошининг гидротация (сув билан бирикиш) даражаси ва бошқалар.

Бетон тузилиши кўп сонли кимёвий боғлиқ бўлмаган сувлардан, сув парларидан ва ҳаводан иборат, йирик ва майда донали тўлдирувчилар билан тўлдирилган микробўшлиқ (майда ғоваклар) ва томчилардан ташқил топган бўлиб решеткали цемент тоши кўринишида шаклланади. Шунинг учун бетон капилляр – ғовакли тош материал бўлиб, бир бутунлик бўлмага ҳолда, унда уч фаза иштирок этади – қаттиқ, суюқ ва газсимон.

Цемент тоши қайишқоқ кристалл панжара ва тўлдирувчи ёпишқоқ масса-гельдан иборат. Цемент тошида қайишқоқ ва ёпишқоқ структурали моддаларнинг мужассамлиги бетон хусусиятини эгилувчан пластик ва

чўзилувчан қилади. Бу хусусиятлар бетон юкланганда ва ташқи муҳит таъсирида намоён бўлади.

Бетон маркаси. Темирбетон қоришмаси учун ишлатиладиган бетон олдиндан белгиланган физик-механик хусусиятларга буткул тўғри келиши керак. Бетоннинг физик хусусияти берилган материалга, тайёрлаш услубига боғлиқ бўлиб, у тузилиши бўйича аниқланади. Шу нуқтаи назардан олганда бетон қуйидаги хусусиятлар бўйича тавсифланади:

Тузилиши бўйича:

- каттиқ бетон – бунда донадор тўлдирувчилар оралиғи қотган боғловчи моддалар билан тўлдирилган;
- йирик ғовакли бетон – донадор тўлдирувчилар бўш оралиғи қисман тўлдирилган;
- ғовакланган бетон, ғоваклаштирилган бетон, донадор тўлдирувчилар оралиғи махсус қўшимчалар киритилиши натижасида ғовакланган
- ячейкали бетон – сунъий ғовакли бетон;

Бетон зичлиги қанча юқори бўлса, унинг мустаҳкамлиги ҳам шунча юқори бўлади. Бетон учун талаб этилишига нисбатан цемент маркаси қанча юқори бўлса, унинг сарф бўлиши шунча кам бўлади.

Ўртача зичлиги бўйича бетон қуйидаги турларга бўлигади:

ўта оғир $\rho > 2500 \text{ кг/м}^3$, оғир $\rho = 2200 \dots 2500 \text{ кг/м}^3$, енгиллиштирилган $\rho = 1800 \dots 2200 \text{ кг/м}^3$, енгил $\rho = 500 \dots 1800 \text{ кг/м}^3$.

Ўртача зичлигига мос равишда ўртача зичлик бетон маркаси-Д белгиланади, у бетон оғирлигини кафолатлайди. У шунингдек иссиқдан ҳимоялаш талаблари қўйилган элементларда қўлланилади.

Оғир бетон, ҳозирги вақтда бутун дунёда, асосий доминант бўлиб ҳисобланиб, оммавий равишда ишлаб чиқарилади. Цемент. Зўриқтирилган бетондан тайёрланган элемент учун ўз кучланиш маркаси белгиланади. ($Sr 0,6 \dots Sr 4$). Марка олдиндан зўриқтирилган ўқ сатҳи бўйича арматуранинг маркаидан ўтувчи бетондаги кучланиш қийматини олдиндан белгилайди.

Бундай бетонлар труба тайёрлашда, самолётлар учун учиш-қўниш йўлаги ва сақлаш жойлари ва бошқа жойларда қўлланилади.

Боғловчи сифатида:

- цементли;
- полимерцементли;
- оҳакли боғловчи моддали (силикатли);
- гипсли;
- махсус боғловчи моддалар қўлланилади.

Бетонни агрессив муҳитга бўлган қаршилигини ошириш ва элементни маълум шароитда узок муддат фойдаланиш мумкинлиги мақсадида махсус цемент сульфат тузларига чидамли, тез қотувчи, кенгаювчи, ўзи кучланувчигурларга бўлинади.

Тўлдирувчиларни кўриниши бўйича:

- табiiй зич тўлдирувчилар (шағал, майда тош);
- ғовакли табiiй тўлдирувчилар (перлит, пемза ракушечкалар);
- сунъий тўлдирувчилар (керамзит, аглопорит);
- биологик ҳимоя талабларига, иссиққа кимёвий таъсирга чидамли ва бошқа ҳолатларга жавоб берувчи махсус тўлдирувчилар.

Донадор таркиби бўйича:

- йирик доналилар;
- йирик ва майда тўлдирувчилар;
- майда донали (тўлдирувчилар билан).

Қотиш усули бўйича:

- табiiй ҳолатда қотиши;
- бетон, атмосфера босими остида иссиқ-нам ҳаво билан ишлов берилган ҳолатда;
- бетон, юқори босим остида автоклав билан ишлов берилган ҳолатда.

Бетоннинг физик хусусиятларига қуйидагилар киради: сув ўтказмаслик, совуққа чидамлилик, иссиққа чидамлилик, оловбардошлик, емирилишга чидамлилик.

Сув ўтказмайдиган материал деб ўзидан сув ўтказмайдиган хусусияти тушунилади. Босимга чидамли элементларга (резервуарлар, босимга чидамли трубапроводлар ва бошқа шунга ўхшаш элементлар) суюқликни гидростатик босимга чидамлилигини текширишга боғлиқ ҳолда “Сув ўтказмаслик” маркази белгиланади (W2 дан W12 гача бўлган ораликда). Тажриба қилинаётган намунадан сувнинг сизиб кириши кузатилмаган бўлса, шу қиймат унинг босимини кг/см^2 характерлайди. Тажриба бўйи ва эни 150мм бўлган бетон намунасида ўтказилади.

Совуқбардошлик деб материалнинг нам ҳолатда музлаб ва қайта эриганда бузилишга бардошлиги тушунилади. Бетоннинг совуқбардошлик маркази элементлар учун F25 дан F500 гача ораликда белгиланади. Қиймат сони сув билан тўйинган ҳолатда музлаб ва қайта эриш ҳолати қайта такрорланишга чидамлилигини характерлайди, бунда бетон мустакамлиги кўпи билан 15% га камаяди ёки бетоннинг бузилиши кўзга кўринадиган даражада бўлмайди.

Бетоннинг иссиққа чидамлилиги деб юқори ҳарорат (200°C дан юқори) узоқ муддат таъсир этганида бетон ўзининг мустаҳкамлигини сақлаб қолиш хусусияти тушунилади. Оловбардошлик деб, маълум вақт мобайнида очиқ олов пуркалганда ($100\ldots1100^{\circ}\text{C}$) бетон ўз мустаҳкамлигини сақлаб қолиш хусусияти тушунилади. Ўта юқори ҳароратда ишлайдиган қурилмалар учун паст ҳароратда кенгайиш коэффицентли иссиқбардош тўлдирувчили (шамот, кварц, металлургия шлаки ва бошқалар) ва қоратупроқли цементда ёки портландцементда қукунланган қўшимчалар билан (шамот, кварц, вулкан жинслари ва бошқалар) ва қоратупроқли цементда ёки портландцементда қукунланган қўшимчалар билан тайёрланган бетонлар ишлатилади. Бундай бетонлар ҳароратнинг 1200°C гача бўлган узоқ муддатли ҳарорат таъсирга бардошли.

Бетоннинг занглашга чидамлилиги деб унинг атроф-муҳит билан кимёвий реакцияга киришмаслик хусусияти тушунилади. Занглашга чидамлиликни ошириш учун асоси полимер боғловчи (поливинилацетат,

поливинил хлорид ва бошқалар) бўлган армопластбетонларни қўллаш самаралидир. Бундай бетонлар юқори кимёвий чидамлилиги билан ажралиб туради ва зарарли муҳит (газ, ёғ, кислоталар, ишқорлар ва бошқалар) таъсирига учрайдиган иншоотларда ишлатиш мақсадга мувофиқдир.

5.2. Бетоннинг мустаҳкамлик хусусиятлари

Бетон мустаҳкамлиги деб ташқи кучлар таъсирида, бузилмасдан, қаршилик кўрсата олиш хусусияти тушунилади. Бетон мустаҳкамлиги кўпгина омилларга боғлиқ: тузилиши, марка ва цемент тури, сув-цемент нисбати, йирик ва майда тўлдирувчилар тури ва мустаҳкамлиги, зўриқтирилган ҳолат тури, форма ва намуна ўлчамлари, юклаш муддати.

Бетон мустаҳкамлигига намунани юклаш тезлиги катта таъсир кўрсатади. Юклаш тезлиги секинлаштирилганда статистик қисқа муддатлига нисбатан бетон мустаҳкамлиги 10...15% камаяди. Тез юклашда (тезлиги $0,2\text{C}^1$ ва ундан ортиқ) бетон мустаҳкамлиги 20% гача кўпаяди.

Бетон ҳар-хил кучлар таъсирида (сиқилиш, чўзилиш, эгилиш, қирқиш) турли мустаҳкамликка эга. Шу сабабли бетон мустаҳкамлиги ҳар-хил хусусиятлиги бўлади: кубикли ва призмали мустаҳкамлик, чўзилишдаги мустаҳкамлик, қирқиш ва ёрилишдаги, кўп маротаба такроран юклашдаги мустаҳкамлик, қисқа муддатли узок давом этувчи ва динамик юклар таъсиридаги мустаҳкамлиги.

Кубик мустаҳкамлиги. Асосан темирбетон элементларида бетон сиқилувчи кучланишни қабул қилишда ишлатилади. Шунинг учун ҳарорат $(20\pm 2)^0\text{C}$ бўлган 28 кун давомида нормал шароитда (ҳаво ҳарорати $15\ldots -20^0\text{C}$ ва нисбий намлик 90...-100%) ўлчамлари 150x150x150 мм бўлган стандарт кубларни синовдан ўтказиш натижасида бетоннинг асосий мустаҳкамлик хусусияти қилиб бетоннинг марказ бўйича сиқилувчи мустаҳкамлиги қабул қилинган. Ушбу тажриба намуна эни 100, 150, 200 ва 300 мм бўлган ва призма баландлиги $h=2a$ цилиндрларда ўтказилади.

Бетоннинг кубикли мустаҳкамлиги деб андоза кубларнинг вақтинчалик қаршилиги R қабул қилинади ва у қуйидагича ифодаланади:

$$R = \alpha \frac{F}{A} \quad (5.1)$$

бунда F – бузувчи куч, Н;

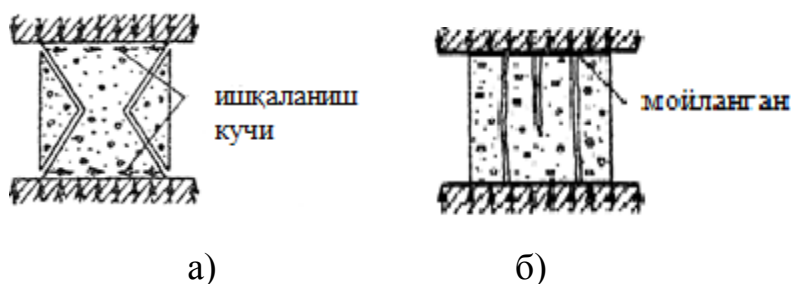
A – намунанинг ўртача иш майдони, мм²;

α – намуна ўлчамларига боғлиқ бўлган ўтказиш коэффициенти.

Кўндаланг қирқим ўлчамлари камайиши билан коэффициенти α камаяди. Бу намуна ўлчамлари ва ён томонлар оралиғидаги масофа ўзгариши билан изоҳланади. Демак, кублар учун қирралар ўлчами: 100мм $\alpha = 0,95$; 150мм $\alpha = 1,0$; 200мм $\alpha = 1,05$; 300мм $\alpha = 1,1$ тенг.

Ҳар-хил ўлчамли (ва шаклли) намуналар сиқилишидаги турли қаршиликлар намуна қирралари ва пресснинг таянч плиталарининг ўзаро ишқаланишидан ҳосил бўлувчи ишқаланиш кучи таъсири билан изоҳланади. Пресснинг таянч плиталар яқинида ишқаланиш кучи ичкарига йўналтирилган бўлиб, ҳалқача ҳосил қилади ва шу билан бирга намуналар сиқилгандаги мустаҳкамлигини оширади.

Ён томондан узоклашган сари ишқаланиш кучи таъсири камаяди. Шунинг учун бетонли куб иккита қирқилган пирамида формасини олади (5.1-расм). Ишқаланиш кучи бўлмаганда (ёки сезиларли камайганда) бузилиш (қулаш) хусусияти ўзгаради, ташқи юкланиш таъсирига параллел куб текислик бўйича ёрилади. Ҳақиқий темир-бетон элементлари ўз тузилишлари бўйича кублардан сезиларли фарқланади.



5.1-расм. Кубли бетонларнинг бузилиш хусусияти.

а – таянч текислигидаги ишқаланиш кучи бўлмаганда;

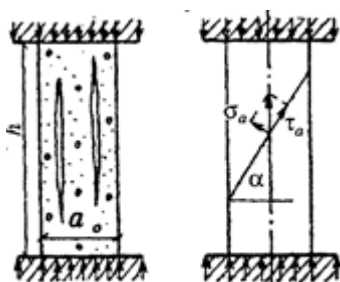
б – таянч текислигида ишқаланиш кучи бўлганда.

Шунинг учун кубикли мустаҳкамлик темирбетон элемент сиқилган мустаҳкамлик участкаларини таърифлаб бера олмайди. Бунинг учун бошқа хусусиятдан яъни призмали бетон мустаҳкамлигидан фойдаланилади.

5.3. Бетоннинг призма мустаҳкамлиги.

Темирбетон конструкцияларнинг шакли кублардан фарқ қилади. Шунинг учун уларнинг мустаҳкамлигини аниқлаганда кубик мустаҳкамлигидан аниқлаб бўлмайди. Конструкциялардаги бетоннинг кучланиш ҳолати призма кучланишига мос келади, чунки конструкциянинг шакли призманинг шаклига мос келади. Шунинг учун конструкцияларни ҳисоблашда бетонни сиқишга бўлган мустаҳкамлиги деб бетон призмани сиқишдаги вақтинчалик қаршилиги $\sigma_{\text{вн}}$ қабул қилинган. Призмали намуналарда ишқаланиш кучининг таъсири камлиги, лекин бир хил кесим юзаси бўлгани учун сиқилишдаги мустаҳкамлиги кубик мустаҳкамлигига нисбатан кам. Бетоннинг призма мустаҳкамлиги кубик мустаҳкамлигининг 72-77 фоизини ташқил этади .

Агар призма баландлиги «h» ва «a» томонларига нисбати 3-4 га тенг бўлганда $\sigma_{\text{бу}}$ қиймати доимий сақланади, бошқача қилиб айтганда бўйлама деформация ривожига ишқаланиш кучининг таъсири кам бўлади. Бунда бетон намунасининг эгилувчанлигига таъсири билинмайди, фақат $\frac{h}{a} \geq 8$ бўлгандагина билинади. Ўртача призма мустаҳкамлиги тахминан $\sigma_{\text{бу}} \approx 0.75 \sigma_{\text{б}}$ га тенг. Призма мустаҳкамлиги деганда баландлиги «h»нинг «a» томонларга нисбати 4га тенг бўлгандаги сиқилаётган призманинг вақтинчалик қаршилиги қабул қилинган. Ўлчамлари 15x15x60 см катталиқдаги призма стандарт сифатида қабул қилинган (5.2-расм).



5.2-расм. Призмали мустаҳкамлик

Бетоннинг чўзишдаги мустаҳкамлиги цемент тошини чўзишга бўлган мустаҳкамлигига ва уни тўлдирувчилар билан қандай боғланишига боғлиқ. Маълумки, бетоннинг чўзилишдаги мустаҳкамлиги сиқилишдаги мустаҳкамлигига қараганда 10-20 баробар кам. Бетоннинг чўзилишдаги мустаҳкамлиги кўпгина иншоотларда (масалан, гидротехника иншоотларида) бетон мустаҳкамлигининг асосий кўрсаткичи ҳисобланади. Чўзиш кучини аниқлашдаги қийинчилик синалаётган (намунанинг геометрик ўқини физик ўқи билан тўғри келиши) бетоннинг мустаҳкамлик чегарасини топиш қийин, шунинг учун амалда уни билвосита йўллар билан аниқланади, яъни цилиндр намуналарини синдириш йўли билан аниқланади. Бетоннинг чўзишдаги чегаравий мустаҳкамлиги (МПа) қуйидаги эмпирик формула билан аниқланади:

$$R_{bt} = 0.233\sqrt[3]{R^2} \quad (5.6)$$

ёки кубик намуналар учун

$$R_{bt} = 0.5\sqrt[3]{R^2} \quad (5.7)$$

Бетонни сиқишга бўлган мустаҳкамлигини ортиши, унинг чўзилишга бўлган мустаҳкамлигини сиқишга бўлган мустаҳкамлигига нисбатан кам. Масалан: $\sigma \approx 0.1 \sigma_{bu}$, бунда $\sigma_{bu} \approx 10 \text{ МПа}$; лекин $\sigma_{bt,u} = 0.05 \sigma_{bu}$, бунда $\sigma_{bu} = 50 \text{ МПа}$ тенг бўлади.

5.4. Бетоннинг деформацияси

Деформация турлари. Бетоннинг деформацияси 2 гуруҳга бетонга куч таъсир этмаган ва таъсир этган ҳолатдаги деформацияларга бўлинади. Куч таъсир этмаган ҳолатдаги ҳажмий деформация бетонни киришишда ёки атроф муҳит таъсирида иссиқлик ва намликнинг ўзгариши натижасида пайдо бўлиб, вақт давомида ривожланиб боради. Ташқаридан таъсир этадиган юклар куч деформациясини ҳосил бўлишига сабаб бўлади.

Юқорида айтилгандек, бетон эластик-пластик материал ҳисобланади. Бетон кичик кучланишда ҳам эластик деформация (тиклаш) ҳолатидан ташқари, унда нозластик (пластик) деформация ҳолати ҳам мавжуд бўлади.

Куч деформацияси уч турга бўлинади.

- қисқа муддатли юкни бир маротаба юклашда;
- узоқ муддатли юк таъсирида;
- кўп қаррали юк таъсирида;

Деформация назариясига кўра бетоннинг нисбий деформацияси, бу бетоннинг абсолют узайиши (ёки қисқариши)ни, дастлабки ҳолатидаги ўлчамига нисбати тушунилади. Бетоннинг муҳим хоссаларидан бири унинг ҳажмий ўзгаришидир. Бетон ҳажмий ўзгаришига олиб келадиган сабаблардан бири қиришишдир. Қиришиш - бетоннинг табиий ҳолда қотишишидаги ҳажмини қисқаришига айтилади. Бетонни қисқаришига қотадиган цемент гел ҳажмини қисқариши ва ортиқча сувни бетон танасидан чиқиши сабаб бўлади. Қиришиш бетон ёшига, цемент миқдори, тайёрлаш технологиясига, элементнинг қесим юзаси ва шаклига боғлиқ. У дастлабки қуналири жуда тез кечадиган, кейинчалик аста секин тўхтайдиган. Бетонда цемент ва сув миқдори қанча кўп бўлса ҳамда атроф-муҳит намлиги қанча паст бўлса қиришиш шунча кўп бўлади. Тадқиқотлар шуни кўрсатадики, қиришиш деформацияси қуруқ иссиқ иқлимли минтақаларда намлий минтақаларга қараганда 1,5...2 баробар ва ундан кўпроқ бўлади. Маълумотларга кўра бетоннинг қиришиш $\epsilon_{sh}=(30...50)\times 10^{-5}$ гача бўлиши мумкин. Бу дегани 1м. узунликда 0,3...0,5 мм гача қисқариши мумкин. Бундай деформация бир қарашда камдек кўринади, лекин у қурилишда ўзининг сезиларли таъсирни кўрсатади. Умуман шуни таъкидлаш жоизки, қурилиш конструкцияларида деформация миқдорини жуда кичик конструктив элементлар деформация миқдори нисбатан таққослаб бўлмайди.

Темирбетон конструкцияларидаги арматура қиришишни икки мартадан ортиқ камайтиради. Бунга сабаб шуки, арматура кўпроқ эластиклик модулига

эга ва у бетон билан бирикиб уни эркин деформацияланишига йўл қўймайди. Киришиш бетонни арматура билан янада маҳкам тишлашишига сабаб бўлади, бу албатта ижобий ҳолдир, аммо бетоннинг турли қатламларини ҳар хилдаги киришуви (юқори қисмида-кўпроқ, ички қисмида-камроқ) ички кучланишни юзага келтиради (ички қатламлар устки қатламини эркин деформацияланишига қаршилик қилади, натижада юзадаги қатламларда тортишиш кучи юзага келади). Бу кучланишлар бетонда микробузилишга олиб келиши мумкин. Микробузилишлар асосан тўлдирувчи билан цемент тоши боғланган сиртларида пайдо бўлади, бу эса конструкциянинг эксплуатация даврини пасайишига сабаб бўлади. Шунини таъкидлаш жоизки, ҳажми катта бўлган конструкцияларда киришиш таъсири анча сезиларли бўлади.

Бетонни сувда қотаётганда ҳажм жиҳатдан кенгайиши шишиш дейилади. Шишганда бетон деформациясининг қиймати кичрайишга караганда 2-5 марта кам, яъни шишишнинг ўртача қиймати 0,10мм/м тенг. Бетонни ҳарорат таъсиридаги деформацияси алоҳида аҳамиятга эга.

Ҳарорат деформацияси ва кучланишини ҳисоблаш учун бетоннинг чизикли кенгайиш коэффициентидан фойдаланилади, унинг қиймати тажриба маълумотларига кўра -40°C дан $+50^{\circ}\text{C}$ гача бўлган ҳароратда ўртача $\alpha_t = (0,7 \dots 1) \cdot 10^{-5}$ 1/град ташқил этади. (ҳарорат 1°C ўзгарганда бетон деформацияси 0,01 мм/м ни ташқил этади. Бу коэффициентнинг қиймати тўлдирғичнинг турига, бетон қоришмасининг таркибига, атроф муҳитнинг иссиқликлиги ва намлийлигига, бетоннинг ёши ва ўлчамларига боғлиқ. Бетоннинг деформацияси призмани сиқиш йўли билан аниқланади. Агар призмани босқичма-босқич юкланса ва бунда ҳар бир босқич деформацияни икки мартадан ўлчанса (юк қўйилганда ва маълум муддатдан сўнг), кучланишиш -деформацияланиш « σ_b - ϵ_b » диаграммасида поғонали чизик ҳосил бўлади. Юк қўйилиши билан ўлчанган деформация-эластик ва у

кучланишга тўғри пропорционал, юк остида ушлаб турилган вақтда ривожланган деформация-пластик деформация бўлади.

Эластик деформация намуни тез юкланганда ҳосил бўлади. Юклаш тезлигини камайтириш ёки намуни юк остида узок вақт ушлаб туриш, пластик деформациянинг ўсишига сабаб бўлади. Тўлиқ деформация эластик - ε_e ва пластик - ε_{p1} деформациянинг йиғиндиси $\varepsilon_b = \varepsilon_e + \varepsilon_{p1}$ га тенг бўлади. Юклаш босқичлари ортиб борганда « $\sigma_b - \varepsilon_b$ » графиги эгри чизикдан иборат бўлади. Маълум босқичдаги кучланишни нольгача туширилганда намунадаги қолдиқ пластик деформация ҳосил бўлади, у вақт ўтиши билан қисман тикланади (тахминан 10%). Бу ҳолат эластик қолдиқ деформацияси - ε_{ep} дейилади. Шундай қилиб, деформация қиймати кучланиш миқдорига ва юкнинг таъсир вақтига боғлиқ. Тажрибалардан келиб чиққан ҳолда кучланиш ва деформация орасидаги боғлиқликни ($\sigma_b \leq \sigma_{bu}$) Гук қонунига асосан, бетоннинг қайишқоқлик модули E_b билан белгилаш мумкин.

$$E_b = \tan \alpha_0 = \sigma_b / \varepsilon_b \quad (5.8)$$

Эластиклик модули бетон мустаҳкамлигига боғлиқ бўлиб $\sigma_b > 0,3 \sigma_{bu}$ бўлганда, пластик деформация юқори қийматга эга бўлади. Ҳисоблашда ўртача модуль ёки қайишқоқлик модуль деформациясидан фойдаланилади. Бу тангенс бурчагидан иборат бўлиб, тўла деформация эгри чизигидаги берилган нукта билан кесишган жойдан ўтган

$$E_{b,pe} = \tan \alpha_1 = \sigma_b / \varepsilon_b \quad (5.9)$$

тўғри чизикдир. Бетондаги кучланишни эластик ва тўлиқ деформация орқали ифодаланса қуйидаги келиб чиқади:

$$\sigma_b = \varepsilon_b E_b = \varepsilon_b E_{b,pe} \quad \text{бундан} \quad (5.10)$$

$$E_{b,pe} = \varepsilon_e / \varepsilon_b E_b = \nu E_b \quad (5.11)$$

Бунда ν бетон сиқилгандаги эластик-пластик ҳолатини аниқлайдиган коэффициент. Унинг қиймати $\nu = 1 - 0,45$ бўлади, агар қисқа муддатли юк

таъсирида бўлганда; $\nu = 0,1 - 0,15$ бўлади агар узок муддатли юк таъсири остида бўлса. Бетон чўзилганда эластик пластиклик модули

$$E_{bt,pl} = \nu_t E_b \quad (5.12)$$

Бунда ν_t - чўзилганда бетоннинг эластик пластик ҳолатини аниқловчи коэффициент $\sigma_{bt} = \sigma_{bt,u}$ бўлганда тажриба маълумотларига кўра $\nu_t = 0,5$ га тенг бўлади. Эластиклик модули бетоннинг синфи ортиши билан ортиб боради.

Хулоса қилиб айтганда бетоннинг деформацияси, бир томондан бетоннинг таркибига, мустаҳкамлиги ва зичлигига, тўлдирувчи ва цементнинг эластик-пластик хоссаларига, иккинчи томондан эса кучланиш ҳолатларига, юкнинг қиймати ва давомийлигига ҳамда иқлим шароитига боғлиқдир.

5.5. Бетоннинг синфи ва маркалари

Бетон ва темирбетон конструкцияларни лойиҳалашда ишлатилиш соҳаси ва жойига қараб сифат кўрсаткичи сифатида бетоннинг синфлари ва маркалари ўрнатилган.

Бетон мустаҳкамлик бўйича қуйидаги синфларга бўлинади:

марказий сиқилиш бўйича –В ва марказий чўзилиш бўйича -Вt.

Бетонлар физик хусусиятларига кўра қуйидаги маркаларга бўлинади: совуқбардошлик бўйича – F, сув ўтказмаслик бўйича –W, зичлик бўйича – D.

Бетоннинг сиқилишдаги мустаҳкамлик бўйича синфлари қуйидача ўрнатилган: В3.5, В7.5, В10, В12.5, В15, В20, В25, В30, В35, В40, В45, В50, В55, В60

Бетоннинг чузилишдаги мустаҳкамлик бўйича синфлари қуйидача ўрнатилган: В_t0.8, В_t1.2, В_t11.6, В_t12, В_t12.4, В_t12.8, В_t13.2.

Бетоннинг сиқилишдаги мустаҳкамлик бўйича синифлари қирралари 15х15х15см бўлган бетон кубларни 28 сутка 20±2⁰С ҳароратда ва муҳитнинг

нисбий намлиги 80-90% бўлган шароитда сақлаб ва синаш натижаларига кўра аниқланади.

Бетоннинг синфи конструкциянинг белгиланиши ва уни ишлатилиш шароитларига қараб техник–иқтисодий мулоҳазаларга кўра танланади.

Бетоннинг совукбардошлик бўйича маркаси сувга тўйинган бетон кубнинг навбатма-навбат музлаш ва эриш цикллариининг миқдори билан ўрнатилади. Оғир бетонлар учун қуйидаги маркалар ўрнатилган: F50, F75, F100, F150, F200, F300, F400, F500.

Бетоннинг сув ўтказмаслик бўйича маркаси сувнинг шундай босимида тўғри келадики, бу босимда сувнинг бетон намуналар орқали сизиб ўтиши кузатилмайди. Бетонлар учун сув ўтказмаслик бўйича қуйидаги маркалар ўрнатилган: W2, W4, W6, W8, W10, W12.

Бетоннинг зичлик бўйича маркаси бетоннинг қурилган ҳолдаги ўртача зичлигига мос келади ва кг/м^3 да ўлчанади. Енгил бетонлар учун D800- D1800, енгиллаштирилган бетонлар учун D1900- D2200, оғир бетонлар учун бетонлар учун D2300- D2500 қабул қилинган.

Назорат саволлари.

1. Бетоннинг таркиби нималарга боғлиқ.
2. Бетоннинг куб мустаҳкамлиги тўғрисида маълумот беринг.
3. Бетоннинг призма мустаҳкамлиги нима.
4. Бетоннинг синифлари тўғрисида маълумот беринг.
5. Бетоннинг маркалари тўғрисида маълумот беринг.
6. Бетоннинг сув ўтказмаслиги бўйича қандай маркаларга бўлинади?
7. Бетоннинг совукбардошлик бўйича қандай маркаларга бўлинади?
8. Бетоннинг зичлик бўйича қандай маркаларга бўлинади?

Мавзу 6. Арматуранинг физик-механик хоссалари

Таянч сўзлар: арматура, ишчи, конструктив, монтаж арматуралар, тайёрлаш технологияси, арматуранинг кесим юзаси, арматуранинг маркаси, арматура синфи.

6.1. Темирбетон элементларда арматуранинг вазифаси

Пўлат стерженли арматура ҳисоблаш йўли билан ҳамда конструктив ёки ишлаб чиқариш талаблари асосида бетонга жойлаштирилади. Арматура темирбетон конструкцияларида чўзилувчи кучни қабул қилиш ва бетоннинг сиқилган қисмини кучайтириш учун қўлланилади. Арматуралар ишлатилишига кўра: ишчи, конструктив, монтаж арматураларига бўлинади. Ишчи арматура ҳисоблаш йўли билан аниқланади (чўзилувчи ёки сиқилувчи кучини қабул қилиш учун). Монтаж арматураси ишчи арматурани лойиҳалашда кўрсатилган ҳолатдаги жойини белгилаш учун, каркас билан бирлаштириш учун қўйилади. Бетонда, ҳисобда эътиборга олинмаган киришиш ва тоб ташлаш, ҳамда температуранинг ўзгариш кучини ҳисобга олиш учун конструктив (ёки тақсимловчи) арматура арматуралар ўртасида кучланишни бир хил тақсимлаш учун қўйилади. Ишчи ва конструктив арматура монтаж арматура вазифасини ҳам бажариши мумкин.

Темирбетон конструкцияларида қўлланиладиган арматуралар қуйидаги хусусиятлари билан фарқланади:

- тайёрлаш технологиясига кўра қиздириб прокатланган ва совуқлайин чўзилган;
- юза шакли силлиқ ва даврий профилли;
- қўллаш усули оддий ва зўриқтирилган.

Шуни алоҳида таъкидлаш жоизки, темирбетон конструкцияларида даврий профили стерженли арматуралар кенг қўлланилади. Даврий профили арматурани 1889 йилда Ф.Рансен (АҚШ) ихтиро қилди. Арматура сиртининг даврий профили шакли (яъни унинг ғадир-будурлиги) унинг бетон билан ёпишувини янада оширади, бу эса ўз навбатида, бетон чўзилишга ишлаганида, ёриқларнинг кенгайишини камайтиради, арматурани бетондаги мустаҳкамлаши бўйича махсус чоралар кўришдан халос этади. Стерженли ва симли арматуралар эгилувчан арматура дейилади. Айрим ҳолларда эгилувчи арматурадан ташқари эгилмайдиган бикир юк кўтарувчи арматуралардан ҳам фойдаланилади (швеллер, қўштавр ва б).

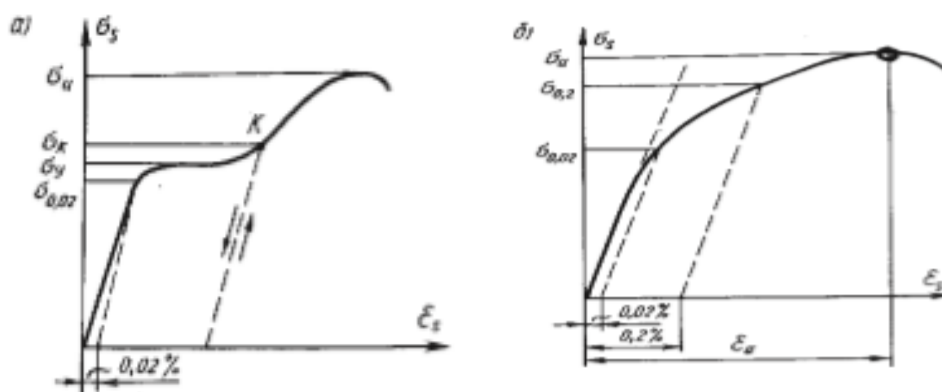
6.2. Арматуранинг физик-механик хоссалари

Арматура пўлатлари механик хусусиятларига кўра юмшоқ ёки қаттиқ арматураларга бўлади. Юмшоқ пўлат пластик ва маълум даражада (25% гача) узайиш хусусиятига эга. Маълумки, пўлатнинг асосий физик-механик хоссалари арматурани чўзишга синаш жараёнида олинadиган «кучланиш-деформация» $\sigma_s - \varepsilon_s$ диаграммасидан аниқланади.

Юмшоқ пўлат учун кучланиш ва деформация орасидаги чизиқли ва оқиш чегарасининг аниқлиги ўзига хосдир. Оқувчанлик чегараси учун қўлланиладиган кучланиши- σ_y бундай ҳолатда намунада кучланишни оширмай турган ҳолда деформация ортади. Узилишдаги вақтинчалик қаршилиқ- σ_u намунани узилишига олиб келадиган кучланиш. Юмшоқ пўлатнинг оқувчанлик чегараси $\sigma_y = 200-400$ МПа, вақтинчалик қаршилиги эса $\sigma_u = 380-600$ МПа га тенг.

Арматуранинг мустаҳкамлигини ошириш ва узилишдаги узайишини камайтириш учун ўтда тоблаш ёки механик ишлов бериш ёки таркибига марганец, кремний, хром ва бошқа қўшимчалар қўшиш орқали эришилади.

Арматура пўлатини ўтда тоблаш, яъни термик мустаҳкамлаш қиздириш ($800-900^\circ\text{C}$ гача қиздириш ва мойда тез совутиш) ва яна қисман қиздириш ($300-400^\circ\text{C}$ гача қиздириш ва аста совутиш) орқали бажарилади. Термик тобланган пўлатларда шартли оқиш чегараси пластик зона тарафига қараб аста-секин юқорига кўтарилади. Худди шундай ҳолат « $\sigma_s - \varepsilon_s$ » диаграмма юқори аралашмали (юқори легирланган) арматура пўлатлари учун ҳам хосдир. Бундай пўлатларда аниқ кўринадиган оқиш майдончаси йўқ. Улар учун оқувчанликнинг шартли чегараси кучланиш $-\sigma_{0,2}$ деб белгиланади, бунда қолдик деформация 0,2% га тенг. Бунда пўлатнинг узилишдаги узайиши шартли оқувчанлик чегарасида узайиши 8% ни ташқил этади, $\sigma_{0,2} = 600 \dots 1000$ МПа; $\sigma_u = 900 \dots 1200$ МПа.



6.1-расм. Арматура пўлатининг характерли диаграммаси.
а-юмшоқ арматура; б-қаттиқ арматура.

Пўлатни механик усулда мустаҳкамлигини ошириш учун (совук холда чўзиш) ички кристалл тўр тузилиши ҳолатини ўзгаришига боғлиқ бўлади. Пўлатни σ_k - кучланишгача узайтирилганда, σ_y дан ортиши пропорционаллик чегарасини кўтарилишига олиб келади. Такрорий чўзишда кучланишнинг янги оқиш чегараси сунъий равишда орттирилгандек бўлиб қолади. Натижада, мустаҳкамлиги оширилган оддий сим арматура олинади. Кўп қаррали чўзиш пўлатни механик мустаҳкамлигини оширишнинг бошқа тури ҳисобланади, яъни унда « σ_s - ϵ_s » нисбати узилишгача чизиқли бўлиб қолади, бунда мустаҳкамлик чегараси анчага узаяди. Бундай технология асосида мустаҳкамлиги юқори бўлган арматурали сим олинади. Қаттиқ пўлатларнинг энг кўп узайиши 4-6% ни ташкил этади, оддий арматуралар учун $\sigma_u = 380 \dots 550$ МПа, юқори мустаҳкам симли арматура учун эса $\sigma_u = 1300 \dots 1900$ МПа ташкил этади.

Арматураларнинг эластиклик хусусияти эластик модули билан характерланади ва у 0,15 дан 0,4 гача оралиқда бўлади.

Темирбетон конструкцияларини юк таъсирида меъёрда ишлаши учун, ҳамда арматура ишларини механизациялаш учун унинг пластиклик хусусияти, чарчаш натижасида емирилиши ва бошқа ҳолатлари катта аҳамиятга эга. Пўлатнинг пластиклик хоссасини камайиши арматурани мўрт узилишига олиб келади. Ўтда тобланган ёки тортиш билан мустаҳкамланган

пўлат арматураларни пайвандлаш мумкин эмас, негаки бунда мустаҳкамлик самарасини йўқолади.

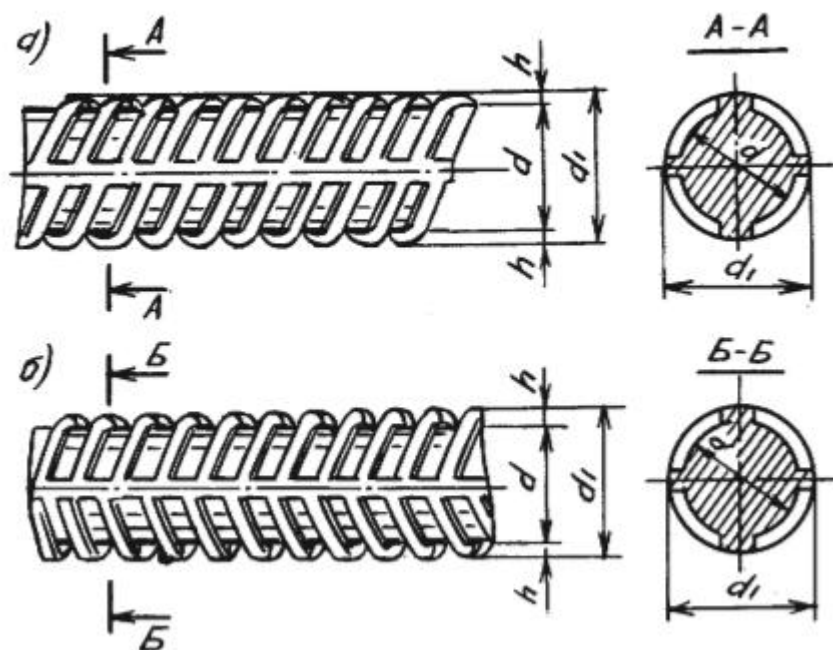
Шуни алоҳида таъкидлаш жоизки, сейсмик районлар учун арматура пўлатларини пластик хусусиятлари алоҳида аҳамиятга эга, негаки пластиклик хоссаси, масалан статик ноаниқ конструкцияларда кучланишни текис тақсимлаш имконини беради.

6.3. Арматуралар тавсифи

Арматура пўлатлари асосий механик хусусиятига қараб, тоифаларга бўлинади. Бунда кимёвий таркибига кўра турли маркадаги пўлатлар бир тоифага кириши мумкин.

Темирбетон конструкциялари учун арматура, арматурани қаерда ишлатилиши, бетон синфи ва турини, арматура махсулотларини тайёрлаш шароити (пайвандланган ёки боғланган) ва конструкцияси, бинони қуриш ва фойдаланиш шароитини ҳисобга олган ҳолда танланади.

Арматура синфи «А» харфи ва рим рақами (рақам қанча катта бўлса, пўлат шунча мустаҳкам бўлади) билан белгиланади. Улар қуйидаги синфларга бўлинади: А-I; А-II; А-III; А-IV; А-V; А-VI- иссиқ, ишлов берилган, А- III в-чўзиб мустаҳкамланган; Ат-III; Ат-IV; Ат-V; Ат-VI- термик мустаҳкамланган арматуралар. Меъёрий ҳужжатларда арматуранинг узилишидаги нисбий узайишининг энг кам миқдори берилади. Бу қийматлар А-I-25%, А-II-19%, А-III-14%, А-IV÷А-VI-6% гача ва термик мустаҳкамланган арматура учун эса Ат-IV; Ат-V; Ат-VI мос равишда нисбий узайиши 8; 7 ва 6 % гача тенг. Барча синфдаги арматура (А-I синфидан ташқари) даврий профилга эга. Арматуранинг ташқи кўринишига қараб, А-I текис силлик юзага эга. А- II арматура «винт» кўринишига, А-III, А-IV, А-V, А-VI синфли арматуралар эса «арча» кўринишига эга (6.2-расм).



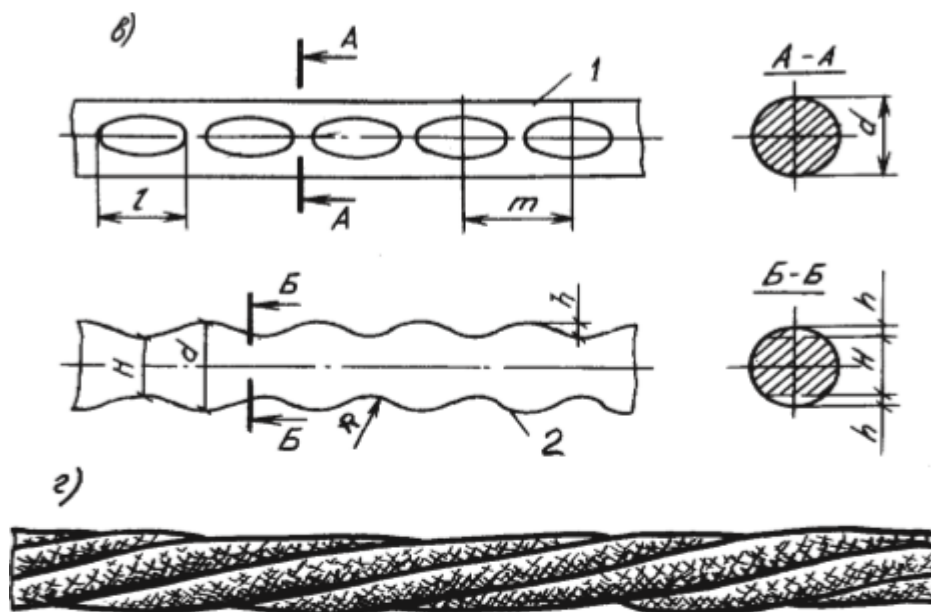
6.2-расм. Арматура турлари.
а,б-даврий профилли мустаҳкам арматура.

Арматура синфларини ташқи кўринишидан ажратиш олиш учун уларнинг ён томони бўяб қўйилади: А-V-қизилга, А_т-V -кўкка, А_т-VI яшил ранда.

Совуқ ҳолда чўзилган сим арматура «В» ҳарфи билан белгиланади ва қуйидаги синфларга бўлинади: Вр-I- даврий профил кўринишидаги оддий арматура сими; В-П-юқори мустаҳкамликдаги текис силлик сим; Вр-П- даврий профилли юқори мустаҳкам арматура сими; К-7-етти симли арқон; К-19-ўн тўққиз симли арқон.

Бетон билан яхшироқ ёпишуви учун совуқ ҳолда тортилган сим даврий профилли қилиб ясалади, у цилиндрик юзани маълум оралиқда эзиш ҳисобига ҳосил қилинади (Вр-I; Вр-П;)

Етти симли арқонлар К-7 бир хил диаметрдаги еттита симдан тайёрланади ва у ўртадаги ўзак симга тўғри чизиқли олтита симни ёндоштириб ўралади (К-19 учун эса 18 сим икки қаторда ёндоштириб ўралади). Ёндоштириб ўралган арқонларнинг даврий кўриниши уларнинг бетон билан яхши ёпишишига имкон беради (6.3-расм.).



6.3-расм. Симли ва арқонли арматура тури.
в-сим; г-сим арқон.

Шуни алоҳида таъкидлаш жоизки, ҳозирги кунда ГОСТ 5781-94 асосан ҳамда Евростандартга ўтиш муносабати билан арматура синификациясини белгилашда маълум ўзгартиришлар қилинди. Арматуранинг мустаҳкамлик бўйича синфи меъёрий стандартларда белгиланган оқиш чегараси билан белгиланиб, у Н/мм^2 бирлиги билан аниқланадиган бўлди. Мисол учун А-I синфли арматуранинг чўзилишдаги вақтинчалик қаршилиги $R_s=380 \text{ МПа}$, оқиш чегараси $\sigma_T=235 \text{ Н/мм}^2$ (А 240) ва А-II синфи учун эса шунга мос равишда $R_s=500 \text{ МПа}$, $\sigma_T=295 \text{ Н/мм}^2$ (А 300) деб белгилаб қўйилди. Худди шунингдек А-III (А400), А-IV, А-V (А 800), А-VI (А1000) синфларига бўлинадиган бўлди.

Шу кунда Ўзбекистон худудидаги аксарият қурилишларида ГОСТ 10884-94 бўйича Бекобод металлургия комбинатида тайёрланган, термомеханик усулда ишлов берилган, асосан диаметри 12...18мм А-III синфли арматуралар ишлатилмоқда. Бу арматуралар мустаҳкамлик кўрсаткичи бўйича меъёр талабларига жавоб беради.

6.4. Арматуралаш усуллари.

Темирбетон конструкцияларни ишлаб чиқаришни тезлаштириш мақсадида пайвандланган сим тўр ва каркас кўринишидаги арматуралар қўлланилади. Узунасига ишчи стержен бир ёки икки қатор қилиб жойлаштирилади (6.4-расм). Узунасига жойлаштирилган стерженларни кўндалангига жойлаштирилган стерженлар билан бир томонлама пайвандлаш технологик жиҳатдан қулайроқ.

Ясси каркасларни баъзан тўр деб ҳам юритилади. Ясси каркаслар одатда опалубкага ўрнатилгандан сўнг лойиҳада кўрсатилган ҳолатларини сақлаш учун бир-бири билан улаш учун боғловчи стерженлар қўлланилади, натижада фазовий каркас ҳосил бўлади.

Пайванд каркасларини лойиҳалашда кичик диаметрли стерженларни куйдириб қўймаслик учун пайвандлаш технологияси шартларини ҳисобга олиш зарур, бунинг учун $d_w > 0.25 \cdot d$ бўлиши шарт, бунда d_w –кўндаланг қўйилган стерженлар диаметри, d –узунасига қўйилган стерженлар диаметри. Пайвандланган каркаслар узун элементларни (тўсин, устун ва ҳ.к.) арматуралаш учун, пайванд тўрлар эса асосан плита конструкцияларини арматуралаш учун қўлланилади. Ишчи стерженлар йўналишига қараб:

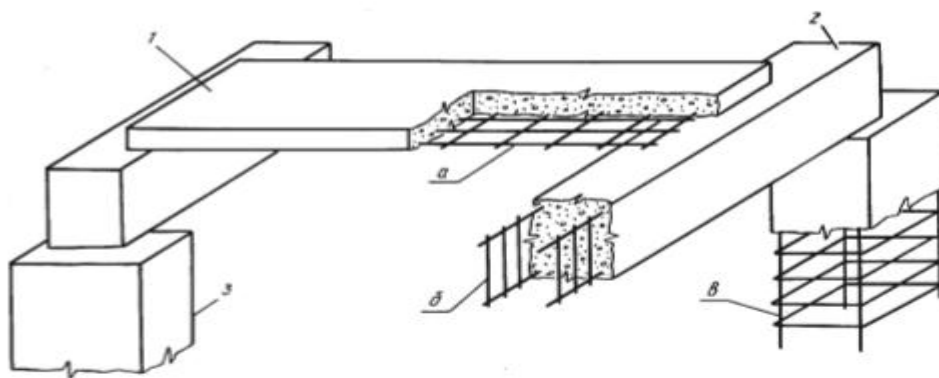
- а) узунасига жойлашган ишчи арматура;
- в) кўндалангига жойлашган ишчи арматура;
- с) ҳар иккала йўналишда жойлашган ишчи арматура турларига бўлинади.

Тўрлар ўрама ва ясси ҳолда бўлади. Ўрама тўрларда узунасига қўйилган ишчи арматура диаметри 5мм дан ортиқ бўлмаган арматуралардан тайёрланади. Агар диаметри 5мм дан ортиқ бўлса, ишчи арматураси кўндаланг жойлашган ўрама тўрдан ёки ясси каркаслардан фойдаланилади. Ўрама тўрларда кўндаланг стерженларнинг максимал диаметри 8мм дан ошмайди.

Ўрама ва ясси тўрлар В-1, В_р-1, А-I, А-II, А-III синфли арматуралардан тайёрланади.

Тўқима тўр ва каркаслар мураккаб кўринишли шаклларда ва монолит конструкцияларда, шунингдек динамик ва кўп такрорланадиган юк таъсирида ишлайдиган конструкцияларда қўлланилади. Тўқима тўр ва каркаслар юмшоқ ($d = 0,8 \dots 1$ мм) сим билан стерженлар бир-бирини кесиб ўтган жойидан боғлаб чиқилади.

Арматураларни чокли ёки ёйли пайвандлаш усули билан ҳамда пайвандламай бирлаштирилади. Завод шароитида 10 мм ва ундан ортиқ диаметрли арматура стерженларни бирлаштириш учун чок улаш (контакт) усулидаги пайвандлашдан фойдаланилади (6.4-расм). Қурилиш шароитида 20



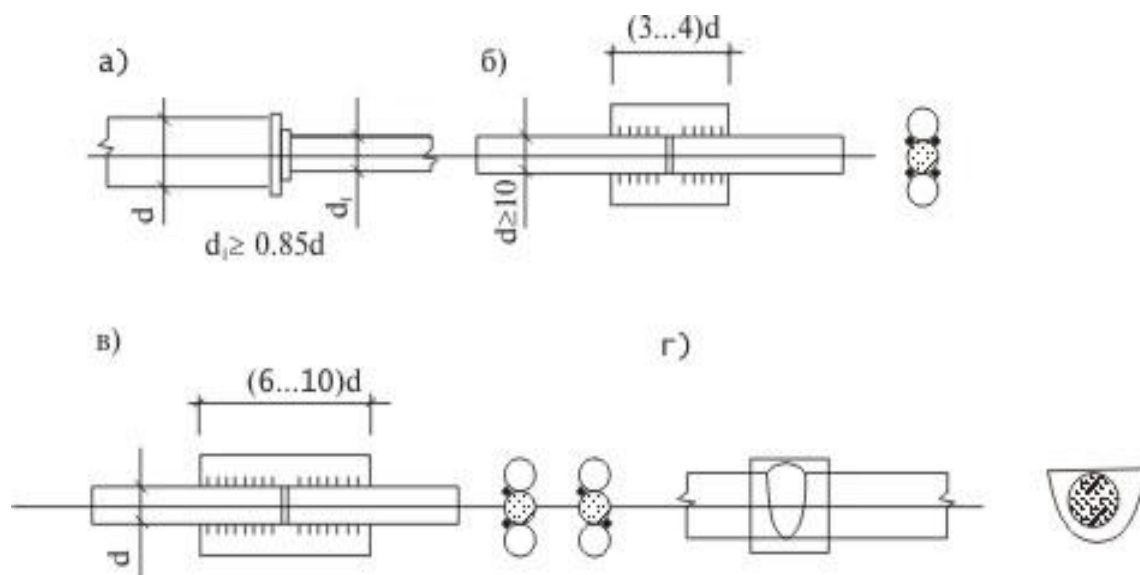
6.4-расм. Арматурани темирбетондп жойлашиши.

1-плита, 2-тўсин. а-сим тўр; б-ясси каркас; в-хажмий каркас.

мм ва ундан ортиқ стерженларни чокини улаш учун ёйли ванна усулида пайвандлаш қўлланилади. Диаметри 20 мм дан кам бўлган стерженларни икки тарафидан қўйилган арматура бўлагига тўрт ён чок ёй пайванд қилинади

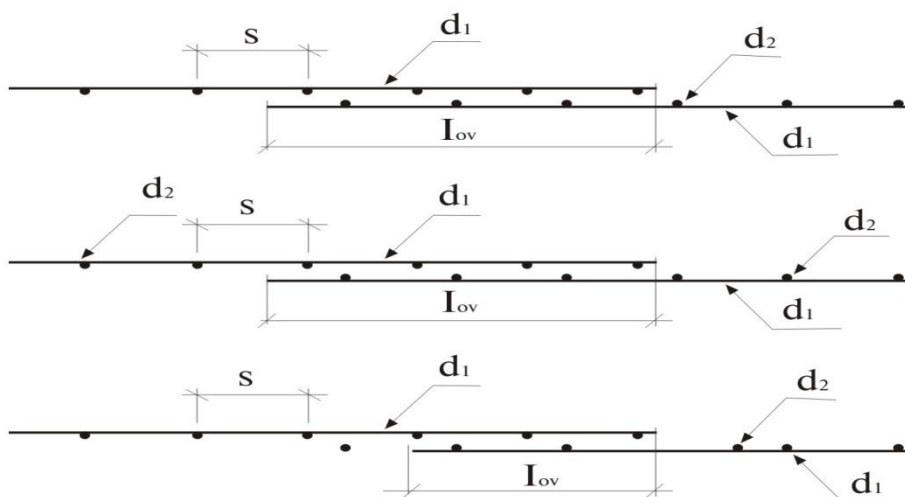
(6.5. б-расм). Шунингдек, икки узун (бир томондан) ён чокли пайванд ҳам қўллаш мумкин Пайванд тўрларининг учлари бир-бирига кирган ҳолда ишчи арматура йўналишида чок пайвандсиз бажарилади. (6.6-расм) Бирлаштирилаётган ишчи стерженлар ҳар хил ёки бир хил йўналишда жойлаштирилади. Бунда тўрнинг узунасига ишчи арматура бирлашган қисмида кўндаланг икки дона стержендан кам бўлмаган пайвандланган тўрлари бир-бирига кирган ҳолда жойлашиши керак.

Тўрдаги ишчи стерженларнинг пайвандланган қисмининг зарурий узунлигини бетон ва арматура синфига боғлиқ ҳолда формула ёрдамида аниқланади. Иккинчи йўналишда (ишчи арматура кўндаланг жойлашган ҳолда) пайванд тўр чоклари (таксимловчи арматура бирлаштирилаётган пайтда) бир бирига 50 мм киритилиб таксимловчи арматура диаметри 4 мм гача бўлса, агар диаметри 4 мм дан ортиқ бўлса 100 мм узунликда пайвандсиз бир-бирига киритилади.

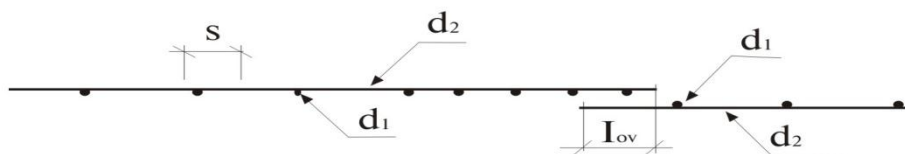


6.5-расм. Арматурани пайвандлаш.
а-чок улаш; б-ёй пайванд (турт томонли ён чок);
в-ёй пайванд (икки томонли ён чок; г-ёйли ванна.

а)



б)



6.6-расм. Пайвандланган сим тўрларни бир-бирига уланиши.
а- ишчи арматура йўналишида; б-бўйлама арматура йўналишида.

Назорат саволлари.

1. Арматуранинг вазифасига кўра турлари.
2. Юза шаклига кўра арматура турлари.
3. Ишлатилиши кўра арматура турлари.
4. Арматуранинг физик-механик хоссалари.
5. Арматуралар тавсифи.
6. Арматуралаш усуллари.
7. Пайвандланган сим тўрларнинг жойлаштириш тартиби қандай?
8. Тўқима тўр каркаслар қандай диаметрли симлар билан тўқилади?

Мавзу 7. Бетон ва арматуранинг меъёрий ва ҳисобий қаршиликлари

Таянч сўзлар: бетоннинг меъёрий қаршилиги, бетоннинг ҳисобий қаршилиги, арматуранинг меъёрий қаршилиги, арматуранинг ҳисобий қаршилиги, бетоннинг мустаҳкамлик характеристикалари.

7.1. Бетоннинг меъёрий ва ҳисобий қаршиликлари

Бетоннинг мустаҳкамлик характеристикаси ўзгарувчан катталик ҳисобланади. Ҳатто бир бетон қоришмасидан тайёрланган намуналар синалганда улар турли мустаҳкамликка эга бўлиб, бу эса унинг таркибини бир хил эмаслиги ва синаш шароитининг ҳар хиллиги билан изоҳланади.

Конструкциядаги бетон мустаҳкамлигини ўзгарувчанлигига ускуна сифати, ишчиларнинг малакаси, бетон тури, қотиш шароити ва бошқа омиллар таъсир қилади. Шунинг учун конструкциянинг етарли ишончлилигини таъминлашга маълум синфидаги бетон учун шундай мустаҳкамлик қиймати белгиланиши керакки, у кўп ҳолатларда талаб қилинган конструкция мустаҳкамлигидан кам бўлмасин. Бетон мустаҳкамлик характеристикаси умуман маълум характерга эга бўлиб, у эҳтимоллик-статистик қонунларига бўйсунди. Ҳисоб ишларида бетоннинг мустаҳкамлик характеристикасини аниқлашда эҳтимоллик назарияси усулидан фойдаланилади. Аммо конструкцияни тайёрлашда бетон қоришмасини ташишда, бетонни қуйишда, шиббалашда, қотиш жараёнида ва бошқа кўпгина омиллар бетоннинг мустаҳкамлигига таъсир кўрсатади, бу эса ўз навбатида меъёрий қийматдан маълум миқдорга фарқ қилишига олиб келади. Бу фарқларни статистик йўл билан тўлиқ ҳисобга олишнинг имкони йўқ. Шунинг учун, бетоннинг мустаҳкамлигидаги фарқи γ_b ишончлилиқ коэффициенти орқали ҳисобга олинади ва бетоннинг меъёрий қаршилигига бўлинади. Конструкциянинг мустаҳкамлиги бетонни сиқишга бўлган R_{bn} призма мустаҳкамлиги бўйича баҳоланади. Унда бетоннинг ҳисобий қаршилиги чегаравий ҳолатнинг биринчи гуруҳи бўйига қуйидаги формула орқали аниқланади.

$$R_b = \frac{R_{bn}}{\gamma_{bc}}; \quad R_{bt} = \frac{R_{btn}}{\gamma_{bt}}, \quad (7.1)$$

бунда

$\gamma_{bc}=1,3$ -бетонни сиқишдаги ишончлилиқ коэффициенти;

$\gamma_{bt}=1,5$ -бетонни чўзишдаги ишончлилиқ коэффициенти.

Бетоннинг чўзилишдаги мустаҳкамлиги сиқишдаги мустаҳкамлигини орқали эмпирик формула бўйича аниқланганда унинг миқдори сиқишдаги мустаҳкамлигига қараганда катта ўзгарувчанликка эга, негаки унга формуланинг ноаниқлиги таъсир кўрсатади, шунинг учун чўзилишга бўлган мустаҳкамлик коэффициенти γ_{bt} , коэффициент γ_{bc} қийматидан катта бўлади.

Чегаравий ҳолатни иккинчи гуруҳи бўйича бетоннинг ҳисобий қаршилиги $\gamma_b=l(\gamma_{bc}=\gamma_{bt}=l)$ меъёрий қийматига тенг деб қабул қилинади:
 $R_{b,ser}=R_{bn}$; $R_{bt,ser}=R_{btn}$

Бунда, конструкция ишончилигини таъминлаш учун ҳисобга киритилган захира омили бўлиб ҳисобланади.

Бетоннинг ҳисобий ва меъёрий қаршиликлари R_b ; R_{bt} ; $R_{b,ser}$ $R_{bt,ser}$ ва E_b 1,2-жадвалда келтирилган.

Чегаравий ҳолатнинг биринчи гуруҳи бўйича темирбетон конструкциясини ҳисоблашда бетоннинг ҳисобий қаршилиги, ишлаш шароити коэффициент γ_{bi} билан биргаликда ҳисобга олинади ва у $1<\gamma_{bi}<1$ бўлиши мумкин, улар бетонга турли омиллар таъсирида мустаҳкамлигини ўзгаришини ҳисобга олади.

Масалан: $\gamma_{bi}=0,5...1,0$ -кўп такрорланадиган юк таъсири оқибатида. Бу коэффициент бетонни чидамлилиikka ҳисоблашда фойдаланилади. $\gamma_{b2}=0.85...1.0$ конструкциянинг мустаҳкамликка ҳисоблашда ишлатилади. γ_{b2} коэффициенти бетоннинг вақтинча ва узоқ муддатли қаршилиги орасидаги фарқни ҳисобга олади. Бу фарқ экспериментларнинг кўрсатиши бўйича 20... 25% га етади. Бундан ташқари, коэффициент қийматига бетон мустаҳкамлигини ортиб бориши ва унинг таркиби ҳам таъсир этади:

$\gamma_{b5}=0,85$ -кўндаланг кесимининг юзаси 30см дан кам бўлмаган монолит элементлар учун.

$\gamma_{b7}=0,85$ -қуёш радиацияси таъсиридан химояланмаган бетон конструкциялар учун. Бу коэффициент Марказий Осиё ҳудуди учун жуда

**Бетонларнинг мустаҳкамлик ва деформатив
характеристикалари**

Бетон синфини сиқилишда ги мустаҳ- камлиги	Иккинчи чегаравий холат бўйича ҳисоблашда бетон- нинг меъёрий ва ҳисобий қаршилиги, МПа		Биринчи чегаравий холат бўйича ҳисоблашда бетоннинг ҳисобий қаршилиги. МПа		Бетоннинг сиқилишидаги бошланғич эластиклик модули, $E_b \cdot 10^{-3}$ МПа	
	Сиқилишда R_{bn} , $R_{b \text{ ser}}$	Чўзилиш да R_{btn} , $R_{bt \text{ ser}}$	Сиқили шда R_b	Чўзилиш	Табиий ҳолда қотганда	Иссиқлик таъсири остида атмосфер а босимида ишлов берилган ҳолда
B 7,5	5,5	0,7	4,5	0,48	16	14,5
B10	7,5	0,85	6	0,57	18	16
B12,5	9,5	1	7,5	0,66	21	19
B 15	11	1,15	8,5	0,75	23	20,5
B 20	15	1,4	11,5	0,9	27	24,5
B 25	18,5	1,6	14,5	1,05	30	27
B 30	22	1,8	17	1,2	32,5	29
B 35	25,5	1,95	19,5	1,3	34,5	11
B 40	29	2,1	22	1,4	36	32,5
B 45	32	2,2	25	1,45	37,5	34
B 50	36	2,3	27,5	1,55	39	35
B 55	39,5	2,4	30	1,6	39,5	35,5
B 60	43	2,5	33	1,65	40	36

муҳим ҳисобланади. Бу минтақада бетон 50^0 С ва ундан ортиқ даражада қизийди натижада мустаҳкамлиги камаяди.

Ишлаш шароити бўйича коэффицентлари бир-биридан қатъий назар қўлланилади, аммо уларнинг қиймати 0,45 дан кам бўлмаслиги керак. Ишлаш шароити бўйича коэффицентлари γ_{b1} γ_{b2} γ_{b6} γ_{b7} γ_{b9} γ_{b11} маълум ҳисобий қаршилиқлар R_b ва R_{bt} ҳисобга олишда фойдаланилади.

$R_{bt,ser}$ аниқлашда γ_{b4} коэффиценти, қолган γ_{b3} ; γ_{b5} ; γ_{b8} ; γ_{b10} ; γ_{b12} ; коэффицентлари эса фақат R_b ни аниқлашда ишлатилади.

Темирбетон конструкциясини ҳисоблашда чегаравий ҳолатнинг II гуруҳи учун $\gamma_b=1$ коэффицент қабул қилинган. Бунда қия кесим бўйича ($\gamma_b \leq 1$) ҳисобга олинмайди.

7.2. Арматуранинг юк остида ишлаши

Пўлат асосан феррит ва перлит заррачалардан иборатдир. Перлит заррачалари мустаҳкамроқ. Асосан икки хил заррачалардан иборат бўлган пўлатнинг мустаҳкамлиги, эластиклиги ва ишлаш қобиляти уларнинг нисбатларига боғлиқ. Монокристалл темирнинг ишлаши. Назарий ва тажриба изланишлар шуни кўрсатадики, монокристалл темирнинг бир қисмини узишдан кўра силжитиш осонроқ. Шунинг учун эластик деформациялари темирнинг заррачаларида силжиш орқали барпо бўлади. Тажриба текширишлар асосида шундай хулоса чиқадики, силжиш текисликлар узра катта диагонал йўналишда бўлади. Атомлараро боғланиш кучини билиб, тахминан назарий ҳисоблаб чиқиш мумкин. Бир текисликда ётган атом кристалларнинг бошқа текисликда ётадиган атом кристалларни силжитиш учун кетадиган куч назарий ҳисобга нисбатан тажрибада силжитишга кетадиган куч бир юз марта камроқдир. Назария билан амалиётнинг фарқини шундай тушунтириш мумкин: атом структурасидаги боғланишлар идеал даражасида бўлмаганлиги сабабли (нуқсонлар, дефектлар борлиги сабабли).

Материаллар мустаҳкамлигини оширишнинг икки хил йўналиш бор:

1. Кристалл структурадаги нуқсонларни камайтириш, уларни идеал структурасига яқинлаштириш;
2. Атомларнинг бир-бирига боғланишини унинг кристалл панжарасини ўзгартириш билан мақсадга эришиш мумкин.

Турли пўлатларнинг тузилишидаги кучланишлар диаграммаси

6.1-расмда тасвирланган. Масалан, углеродли пўлат Ст3 нинг чўзилиш диаграммасини таҳлил қилиб чиқайлик. Диаграммадан кўринадик, кучланиш маълум миқдорга етгунча кучланиш « σ » билан нисбий чўзилиш « ϵ » ўртасидаги муносабат тўғри чизик билан тасвирланади, яъни улар бир-бирига тўғри мутаносиб бўлади:

$\sigma = E \cdot \epsilon$. Кучланиш маълум миқдорга « σ_n » етгандан сўнг мутано-сиблик бузилади. Биринчи босқичда кучланишга мутаносиб эластик деформациялар содир бўлади, шу сабабли бу босқич пўлатнинг эластик ишлаш босқичи дейилади. « $\sigma_{ок}$ » - оқувчанлик чегараси дейилади. Бу нуқтага етиш олдида эгри чизикнинг ҳолати кескин ўзгаради ва кейин абсцисса ўқига деярли параллел бўлади. Бу босқичда юк таъсирида деформациянинг эластик қисми қайтиб, бошқа қисми сақланиб қолади. У қолдиқ деформация дейилади.

Оқиш чегарасидан кейин материалнинг қаршилик кўрсатиш қобилияти кучая бошлайди, яъни материал мустаҳкамланади. Бу мустаҳкамлиги ва биқирлиги юқорироқ бўлган перлит заррачаларининг ишга тушганлигидан далолат беради. Пўлатнинг бу иш босқичи ўз-ўзидан мустаҳкамланиш босқичи дейилади.

Юкнинг миқдори ортиши билан кучланиш муваққат қаршиликка « σ_b » яқинлашган сари материалнинг энг заиф жойида чўзилиш деформациялари кучайиб, «бўйин» ҳосил қилади. Кучланиш қиймати муваққат қаршиликка тенглашгандан сўнг (мустаҳкамлик чегараси) «бўйин» ингичкалашиб бораверади ва намуна тезда узилади.

7.3. Арматуранинг меъёрий ва ҳисобий қаршиликлари

Арматура учун ҳам худди бетондагидек қаршиликнинг ҳисобий тизилмаси қабул қилинган. Арматуранинг меъёрий қаршилиги R_{sn} сифатида мустаҳкам пўлат арматура учун қабул қилинган, давлат стандартига жавоб бера оладиган металлургия заводларида текширилганда ишончлик даражаси 0,95 дан кам бўлмаган ҳолатда бўлиши керак. Бунда стерженли арматура, юқори мустаҳкамли сим ва арконлар учун шартли меъёрий қаршилиги (0,2% нисбий узайиш) оқиш чегарасидан, оддий арматура симлари учун эса -0,75 узилишдаги вақтинчалик қаршилигидан олинади.

Чегаравий ҳолатнинг биринчи гуруҳи учун арматуранинг чўзилишидаги ҳисобий қаршилиги меъёрий қаршилигини арматура бўйича ишончлилик коэффиценти γ_s бўлиш орқали аниқланади,

$$R_s = \frac{R_{s,ser}}{\gamma_s} \quad (7.2.)$$

бунда, γ_s арматура турига ва синфига боғлиқ, унинг қиймати $\gamma_s=1,05\dots1,2$ тенг.

Арматуранинг сиқилишдаги қаршилиги R_{sc} нафақат пўлат арматура синфига, балки бетоннинг сиқилиш даражасига ҳам боғлиқ бўлади.

Узоқ вақт давомида бетоннинг тобташлаши арматурадаги сиқилиш кучининг ортишига олиб келади. Шунинг учун, ҳисоб ишларида ишлаш шароити бўйича коэффиценти $\gamma_{b2}=0,9$ деб олинади.

Арматуранинг ҳисобий қаршилиги, чегаравий ҳолатининг иккинчи гуруҳи учун меъёрий қийматга тенг деб олинади, агар арматура бўйича ишончлилик коэффиценти $\gamma_s=1$ бўлса.

$$R_{s,ser} = R_{sn} \quad (7.3)$$

Арматуранинг R_{sn} ; $R_{s,ser}$; R_{sc} ва E_s меъёрий ва ҳисобий қаршилиги қурилиш меъёрлари ва қоидалари асосида берилган. Арматуранинг ишлаш шароити бўйича коэффиценти γ_{si} чегаравий ҳолатнинг биринчи гуруҳи бўйича ҳисоблашда ишлатилади, чегаравий ҳолатнинг иккинчи гуруҳи

бўйича ҳисоблашда ишлаш шароити бўйича коэффициенти $\gamma_{si} \dots \gamma_{s9}$ қатор омилларни ҳисобга олади. Бунда пўлатнинг чўзилишдаги диаграммасини ҳолати, конструкциянинг тайёрлаш технологиясига таъсири, анкеровка шароитини ва бошқа омиллар кўзда тутилган. Арматуранинг ишлаш шароити бўйича коэффициенти $\gamma_{si}=0,3 \dots 1,2$ гача олинади.

Назорат саволлари.

1. Бетоннинг меъёрий қаршилигини қандай аниқланади?
2. Бетоннинг ҳисобий қаршилигини қандай аниқланади?
3. Арматуранинг юк остида ишлаши.
4. Арматуранинг меъёрий қаршилигини қандай аниқланади?
5. Арматуранинг ҳисобий қаршилигини қандай аниқланади?
6. Арматура синфи?
7. Металлнинг мустаҳкамлигини ошириш йўллари?
8. Бетон мустаҳкамлигига таъсир этувчи омиллар.

Мавзу 8. Темирбетон конструкцияларнинг кучланиш-деформацияланиш ҳолатининг уч босқичи

Таянч сўзлар: темирбетон конструкцияларнинг кучланиш-деформацияланиш ҳолати, 3 та характерли босқич турлари, эгувчи момент, эластик деформация, пластическая деформация, бузилиш чегараси.

8.1. Темирбетон конструкцияларнинг кучланиш-деформацияланиш ҳолати

Бинокор олдига узок муддатга чидамли, ишончли ва тежамли бўлган конструкция лойиҳасини яратишдек муҳим вазифа қўйилган. Бу вазифани амалга ошириш учун темирбетон конструкцияларини сақлаш.ташиш.тиклаш ва фойдаланиш вақтида элементдаги кучланиш-деформацияланиш ҳолатини ўрганиши тасаввур қилиши ва уни тўғри баҳолаши лозим. Бунинг учун конструкциянинг юк таъсирида ҳолатини қандай ўзгаришини кўриб чиқамиз.

Тажирибаларнинг кўрсатишича темирбетон конструкцияларига қўйиладиган юкни аста секин ошириб борилса унинг кучланиш-деформацияланиш ҳолатида қуйидаги 3 та характерли босқич рўй беради.

Эгилувчи темирбетон элементининг ташқи юк таъсирида унинг кесимида эгувчи момент қийматига қараб навбати билан кучланиш - деформацияланиш ҳолатининг уч босқичи рўй беради.

8.2. Темирбетон конструкцияларнинг кучланиш-деформацияланиш ҳолатининг 1-босқичи

Элементга кам юк қўйилганда бетон ва арматурада кучланиш миқдори деярлик кўп бўлмайди, шунинг учун бунда деформация эластик ҳолатда бўлади. Кесим юзасининг сиқилган ва чўзилган қисмидаги кучланиш эпюраси учбурчак шаклида бўлади.

Юк ортиши билан бетоннинг чўзилган қисмида кучланиш миқдори чўзилишнинг чегаравий қийматига етади. Аммо бетон ёрилмайди. Бетоннинг тарангланган пастки юзаларида пластик деформациялар пайдо бўлади, бу катламлардаги деформация бетоннинг чўзилишдаги мустаҳкамлигига тенг. Бетоннинг камроқ чўзилган юқориюқ юзасида бетоннинг чўзилишга бўлган мустаҳкамлигига тенг кучланиш юзага келгунча давом этади. Бу жараён кучланишни қайта тақсимлаш бутун чўзилган қисми бўйлаб бўлади ва уларнинг эпюраси тўғри тўртбурчакка яқин кўринишни олади, тўсиннинг нейтрал ўқи сиқилиш қисми томон силжийди. Бу Iа босқич деб белгиланади.

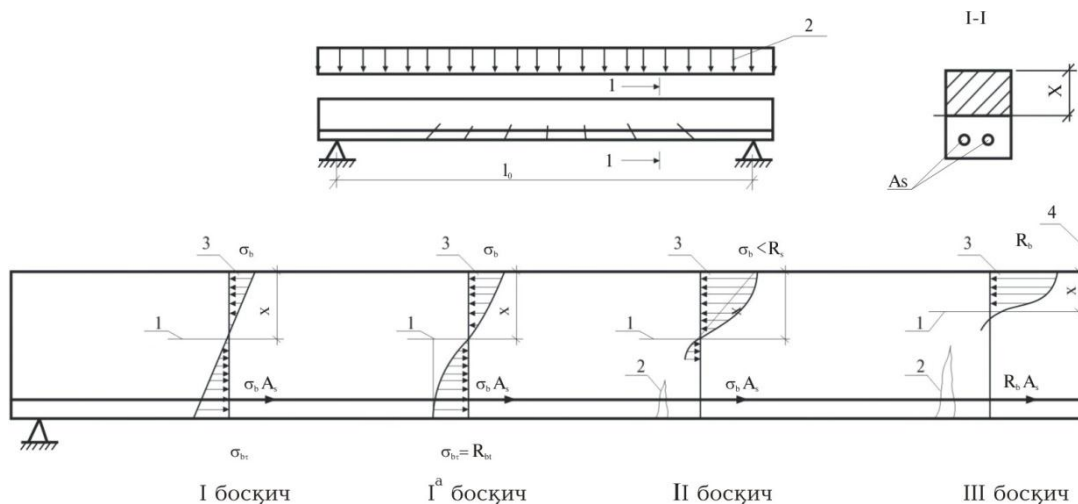
Сиқилган қисмида бетон эса асосан эластик деформация ҳолатида ишлайди. Негаки чўзилган зонадаги бетон сиқилганга қараганда кўпроқ деформацияланади. *Iа-босқич* элементнинг ёрик пайдо бўлиши - ёрикбардошлиги бўйича ҳисоблашда қўлланилади.

Бунда юк кўпайган сайин бетоннинг чўзилган қисми (деформация кўрсаткичи охирига етганда) узилади. Натижада ёрик пайдо бўлади ва элементнинг кесим юзасида янги ҳолат 2-босқич бошланади.

8.2. Темирбетон конструкцияларнинг кучланиш-деформацияланиш ҳолатининг 2-босқичи

Ёрик пайдо бўлгандан кейин ёриқли кесим юзасининг чўзилишидаги кучланишини арматура қабул қилади (маълум маънода ёрик устидаги чўзилган бетон билан биргаликда), ёриқлар орасида эса бетон билан

боғлиқлик бузилмайди ва бетон арматурага бироз кўпроқ кучланишни бериб, чўзилишга ишлайверади. (8.1-расм)



8.1-расм. Эгилувчи элементнинг кучланиш-деформацияланиш ҳолатининг уч босқичи.

1- нейтрал қатлам; 2-ёриқлар; 3-эпюралар; 4-симметрия ўқи.

Юкни орттириб борилган сари арматурадаги кучланиш ортиб боради, ёриқ кенгаяди (ёриқ юқорига қараб кўтарилади ва унинг эни эса катталашади), нейтрал ўқ юқорига кўтарилади ва бетоннинг сиқилган кесим юзаси кичраяди. Бетоннинг сиқилган қисмида ноэластик деформацияси ортади ва бу қисмида кучланишнинг эпюра чизиғи қийшаяди. 2-босқич охирида, чўзилган арматурадаги кучланишнинг миқдори оқувчанлик чегарасига етади ва сиқилган қисмидаги бетонда кучланишнинг миқдори камайиб бориши билан тугалланади.

2-босқич бўйича конструкциянинг ишлаш шароитида уни эгилишга ва ёриқни кенгайишига ҳисоблашда қўлланилади.

8.3. Темирбетон конструкцияларнинг кучланиш-деформацияланиш ҳолатининг 3-босқичи

Темирбетонни емирилиш босқичи бўлади. Синов вақти бўйича у жуда қисқа давр мобайнида бўлиб ўтади. Арматуранинг оқувчанлиги бошланиши билан бузулиш бошланади натижада эгилиш ортиб боради ва ёриқнинг

кўпайиши оқибатида бетон кесим юзасининг сиқилган қисмининг баландлиги камаяди. Ёриқ устидаги бетоннинг сиқилган қисмида пластик деформация пайдо бўлади. Бузулиш сиқилган зонада бетоннинг майдалаб синиш билан бошланади. Бунда сиқилган зона эпюраси парабола кўринишига яқин бўлади. Чўзилиш қисмидаги ёриқлар катталашади, тўсин бикирлиги камаяди ва солқилик тез ўсиб бориб, тўсин синади.

Тажрибалар шуни кўрсатадики, бузилишнинг характери арматура миқдорига ва турига боғлиқ. Бунинг учун икки ҳолат бўлиши мумкин.

1-ҳолат. Бузулиш арматура оқувчанлиги билан бошланади ва сиқилган зонадаги бетоннинг бузилиши билан тугайди. Бунда элемент кесим юзасининг бузилиши пластик характерга эга. Шўндай қилиб бу ҳолат, ўз меъёрида арматураланган элементларда рўй беради (меъёрда арматураланган тушунчаси арматуранинг мустаҳкамлик қобиляти тўла фойдаланиладиган ҳолат тушинилади). Бунда бетон ва арматурадаги кучланиш чегаравий қийматга эришади.

2-ҳолат. Элементни бузилиши бетоннинг сиқилган қисмини бузилиши оқибатида рўй беради. Бунда чўзилган қисмидаги арматуранинг кучланиши оқувчанлик чегарасига етиб бормайди ва унинг мустаҳкамлигидан тўла фойдаланилмайди. Бундай бузилиш бирданига бўлади. 2-ҳолат чўзилувчи арматура сони ортиқча қўйилган элементларнинг бузилишида кузатилади. Бунда элементнинг мустаҳкамлиги чўзилган арматуранинг юзасига боғлиқ бўлмай қолади, балки бетон мустаҳкамлигига ва элемент кесим юзасининг ўлчамларига боғлиқ бўлади.

Бунда бетон сиқилган қисм кесим юзасини четидан ичкараси қараб, (3-босқич) энг юқори бўлган кучланиш эпюрасини силжиши кузатилади. Бу бетоннинг четки толасида пластик деформацияни ортиб бориши ва деформация модулини бир пайтда камайиши билан боғлиқ.

3-босқич элементларни мустаҳкамлик бўйича ҳисоблашда қўлланилади. Шунини айтиш жоизки, элементнинг узунлиги бўйича турли моментли кесимларда бир вақтнинг ўзида кучланиш – деформацияланиш ҳолатининг

уччала босқичини кузатиш мумкин. Бузувчи зўриқиш замирида 3-босқич ётади.

Назорат саволлари.

1. Темирбетон элементларининг кучланиш-деформацияланиш ҳолати деганда нимани тушунаси?
2. Кучланиш-деформацияланиш ҳолатининг 1-босқичи
3. Кучланиш-деформацияланиш ҳолатининг 1а-босқичи бйича нимага ҳисобланади?
4. Кучланиш-деформацияланиш ҳолатининг 2-босқичи
5. Кучланиш-деформацияланиш ҳолатининг 3-босқичи
6. Кучланиш-деформацияланиш ҳолатининг 3а-босқичи қандай ҳолларда содир бўлади?
7. Сиқилиш зонасида дарзларни ҳосил бўлиши конструкциянинг кучланиш-деформацияланиш ҳолатининг қайси босқичида ҳосил бўлади?
8. Конструкциянинг бузилиши характери нималарга боғлиқ?

9-мавзу. Олдиндан зўриқтирилган темирбетон конструкциялар

Таянч сўзлар: олдиндан зўриқтирилган элементлар, арматуранинг таранглаш усуллари, кучланиш, реолаксия, олдиндан зўриқтирилган элементларнинг афзалликлари ва камчиликлари.

9.1. Олдиндан зўриқтирилган темирбетоннинг афзалликлари.

Олдиндан зўриқтирилган темирбетоннинг афзалликларидан бири уни ёрилишга бўлган бардошлилигидир. Юқори даражадаги мустаҳкам материалларни (арматура ва бетон) қўлланилиши натижасида арматурани оддий темирбетон элементига нисбатан 30-70 % кам сарифлаш имконини беради. Бунда бетон сарфи камайиб конструкциянинг вазни енгиллашади. Бундан ташқари ёрилишга бўлган қаршилигини яъни биқирлигини оширади(бу узун балкалар тайёрлаб катта жойларни ёпиш имконини беради), бу эса ўз навбатида сув ўтказмаслигини, динамик юклар таъсирига қаршилигини ҳамда узоқ муддат ишлашини таъминлайди.

Арматура фозини ортиши олдиндан зўриқтирилган (айниқса кесим юзаси тавр шаклида бўлган ва енгил бетондан тайёрланган)

конструкцияларни зилзилага бардошлигини орттиради. Гап шундаки, мустаҳкамроқ ва енгил материалларни қўллаш оқибатида олдиндан зўриқтирилган конструкцияларда юк кўтариш ҳолати бирхил бўлган ҳолда оддий конструкцияларга қараганда енгилроқ ва юзаси кичикроқ бўлишига эришиш мумкин экан. Бино ва иншоотларнинг айрим элементларини олдиндан зўриқтирилган арматура билан сиқиш оқибатида фазовий ишлашини ҳамда зилзилабардошлигини ошириш мумкин. Бу конструкция арматурасининг занглашга қарши ўта турғунлиги ва кўпга чидамлилиги ҳамда бардошлилиги билан фарқ қилади.

Конструкцияларни тайёрлашда махсус ускуналар ёрдамида кўп меҳнат сарифланиши, юқори малакали ишчиларни ишлаши зарурлиги ва бошқалар олдиндан зўриқтирилган темирбетон конструкцияларининг камчилиги ҳисобланади.

Тайёрлаш жараёнида сунъий равишда (олдиндан) бетонда сиқилиш ва арматурада чўзилиш кучланишлари ҳосил қилинган темирбетон конструкциялари олдиндан зўриқтирилган конструкциялар деб аталади.

Олдиндан зўриқтирилган кучланиш конструкциянинг ёрилиш бардошлиги ва бикирилигини оширади ҳамда ўта мустаҳкам бўлган пўлат арматуралардан, юқори синфли бетонлардан самарали фойдаланиш имконини яратади.

9.2. Олдиндан зўриқтиришнинг моҳияти

Арматура ва бетон ишидаги табиий мувофиқлик ($\varepsilon_s = \varepsilon_b$) бетоннинг чўзилишига унча катта таъсир этмайди. Бетоннинг чўзилишга бўлган «ёрилиш олди» чегаравий узайиши 0,15 -0,2 мм/м ($\varepsilon_{bt,u} = (0,15 \dots 0,20 \times 10^{-3})$) ортмайди. Демак, бетон ёрилганда арматурадаги кучланиш,

$$\sigma_s = \varepsilon_s \cdot E_s = \varepsilon_{bt,u} \cdot E_s = 20 \cdot 10^{-5} \cdot 2 \cdot 10^5 = 40 \text{ МПа га тенг} \quad (9.1)$$

Юк ортиши билан ёриқ кенгаяди. А-II, А- III синфдаги арматуралар билан жиҳозланган оддий элементларнинг ишлаш жараёнида қўйиладиган ташқи юк таъсиридан соч қалинлигича 0,1...0,2 мм ёриқлар пайдо бўлади

(Бунда арматурадаги кучланиш микдори оқувчанлик чегарасидан ортиб кетмайди, $\sigma_s = 270-340$ МПа). Одатда бу ёриқлар оддий шароитда кўзга кўринмаслиги ва у темирбетоннинг иш шароитига ва узоқ яшашига маълум даражада таъсир қилиши мумкин. Аммо темирбетондан фойдаланиш тажрибаси шуни кўрсатадики бу ёриқлардан кўрқмаса ҳам бўлади.

Оддий темирбетон элементида юқори мустаҳкамликдаги арматурадан фойдаланиш мумкин эмаслиги маълум бўлди. Агар арматурадаги кучланиш

$\sigma_s \geq 500$ МПа бўлса, соч қалинлигидаги ёриқлар очилиши йўл қўйилмайдиган даражага етади. Бунда бетон арматурани химоя қила олмай қолади, солқиллик ортади яъни элементдан фойдаланиб бўлмайди. Наҳотки буни олдини олишни йўли бўлмаса. Муҳандис бинокор олдида бу қандай материалки, уни такомиллаштириб, яъни мустаҳкамлигини ошириб ва оғирлигини камайтиришнинг иложи бўлмаса деган савол туради.

Агар бетоннинг чўзилишдаги узайишини оширишининг иложи бўлмаса, уни шу даражагача сиқиш керакки, юк таъсирида ҳосил бўладиган чўзилиши мумкин бўлган ҳолатигача. Бунда мувозанат тизими ҳосил бўлиб, яъни бетонни қанчагача сиқилиши, арматурани чўзилишига қараб олинади. Бетоннинг доимий сиқилган ҳолатида ишлаши (яъни материални чўзилишда ишлашида захира яратиш учун) – олдиндан зўриқтирилган конструкция яратиш ғоясини амалга оширишга олиб келди. Бундай ғояни амалга ошириш учун юқори мустаҳкаликка эга бўлган арматура ва бетонни қўллангандагина татбиқ этиш мумкинлиги маълум бўлди. Акс ҳолда, олдиндан тарангланган ҳолатда бетонни сиқишга бўлган қаршилигини сусайиши, ташқи юк таъсирида бетон сиқилган зонасидаги сиқилишдаги кучланишни ортишига ва конструкцияни бузилишига олиб келади. Шундай қилиб, мустаҳкамлиги кам бўлган арматурани қўллаш конструкцияда “кучли” олдиндан зўриқтирилган кучланиш яратишга имкон бермайди.

Темирбетон конструкцияларни тайёрлашда юқори мустаҳкаликдаги арматурани тортиш орқали бетонда сиқилган кучланиш ҳосил қилиш

хोलатини олдиндан зўриктирилган ҳолат деб юритилади. Бу кучланиш бетоннинг чўзилиш зонасида ҳосил бўлади.

Бунинг учун олдиндан зўриктирилган эгиловчи элементга ташқи юк таъсирида ҳосил бўладиган кучланиш-деформацияланиш ҳолатини кўриб чиқамиз.

Балкага юк қўйилганда унинг кесим юзасида бетонни сиқишдан ҳосил бўлган кучланиш, ташқи куч таъсирида чўзувчи кучланишини йўқотади. Юк ортиб борган сари бетон кесим юзасининг пастки қисмида бетонни сиқишдан ҳосил бўлган кучланиш юк таъсиридан ҳосил бўлган чўзувчи кучланишни нейтраллаштиради (бетоннинг пастки қисми кучланиши нолга тенг бўлиб қолади). Натижада балканинг пастки қисмида чўзувчи кучланиш пайдо бўлади ва балка одатдагидек оддий эгувчи элемент каби ишлай бошлайди.

Тажрибалар шуни кўрсатадики, бундай ҳолатда олдиндан зўриктирилган балканинг ёрилишга қаршилиги оддий балкани ёрилишга бўлган қаршилигига нисбатан 2,5-3,5 баробардан ортиқ (бундай ишлаш шароитида юк миқдорини 2-3 баробарга кўпайтириш мумкин), яъни:

$M_{cre} = (0,5-0,6) M_u$ - олдиндан зўриктирилган элемент учун;

$M_{cre} = (0,10-0,15) M_u$ - зўриктирилмаган элемент учун;

бунда M_{cre} -балкада ёриқ пайдо бўлишидаги эгувчи момент;

M_u - балканинг бузилишидаги эгувчи момент.

Шуни айтиш жоизки, олдиндан зўриктирилган конструкциянинг мустаҳкамлиги арматуранинг чўзилгандаги кучланиш миқдorigа боғлиқ эмас (олдиндан зўриктирилган ва оддий конструкциянинг юк кўтариш кучи тахминан бир хил). Гап шундаки, кучнинг қиймати темирбетон ишлаш шароити чегарасига етгунча олдиндан зўриктириш натижасида арматурада чўзувчи, бетонда сиқувчи кучланиши уни физик-механик хоссаларига сезиларли даражада катта таъсир кўрсатмайди.

Конструкцияларни зўриқтирилиши оралиқ (пролёт)ларини узайтириш ҳамда кесим юзасини кичрайтириш эвазига улардан самарали фойдаланиш имкониятини яратади.

9.3. Арматуранинг таранглаш усуллари

Темирбетон конструкцияларида таранглаш икки хил усул билан амалга оширилади:

1-усул. Арматурани тиргакларга тираб таранглаш (бетонлашгача);

2-усул. Арматурани бетонга қадаб таранглаш (бетонлангандан кейин).

Биринчи усул бўйича конструкцияни тайёрлашда арматура тортилади ва унинг учларини таянч ёки форма четларига мустаҳкамланади, сўнгра элемент бетонланади. Бетон керакли мустаҳкамликни олгандан сўнг арматура таянчлардан бўшатилади, яъни тарангланган арматурадаги куч бетонга ўтиб уни сиқади. Кучни бетонга ўтиши арматура билан бетон орасидаги ёпишиш (сцепления) оқибатида рўй беради.

Иккинчи усул билан дастлаб бетондан ёки кам арматураланган элемент тайёрланади, унда зўриқтириладиган арматурани жойлаштириш учун бетонда олдиндан каналлар ҳосил қилинади (масалан, газ трубаси ёрдамида). Сўнгра арматурани тегишли тарангликкача тортилади ва учлари анкерлар ёрдамида конструкция четига маҳкамланади. Арматурани тортиш жараёнида бетонда сиқилиш рўй беради. Шундан сўнг арматура билан бетон орасидаги ёпишувини таъминлаш мақсадида туйнукка 0.5-0.6 МПа босим остида цемент қоришмаси хайдалади.

Арматурани таянчларга тортиш механик, электротермик ва электротермомеханик усуллари билан бетонга тортиш эса одатда механик усул билан амалга оширилади.

Механик усулда арматурани гидравлик ва винтли домкрат ёки ўраш машинаси ёрдамида тортилади. Арматурани механик усул билан таранглашда кўпинча гидравлик домкратлардан фойдаланилади. Бу усулда арматурада катта зўриқиш ҳосил бўлишига қарамай, таранглаш кучини аниқ

ўлчаш имкони бўлади. Шу билан бирга айланма стол ёрдамида ўта мустаҳкам симдан узлуксиз арматуралаш усули ҳам самарали ҳисобланади. Мазкур усул ёрдамида бир ёки икки ўқли кучланиш ҳолатида, босим остида ишлайдиган қувур, резервуар деворлари сингари турли конструкцияларни олдиндан зўриктириш мумкин. Таранг тортилган сим билан узлуксиз арматуралаш усули олдиндан зўриктирилган резервуарларни қуришда кенг қўлланилади. Бунда махсус қўзғалма машиналардан фойдаланилади. Бу усулни таранг тортилган ипни ғалтакка ўрашга ўхшатиш мумкин. Арматурани электротермик таранглаш усули кейинги йилларда кенг тарқалди. Ҳозирги кунда олдиндан зўриктирилган конструкцияларнинг 3/4 қисми шу усул билан тайёрланмоқда. Электротермик усулда арматуранинг электр токи ёрдамида 300-400° С гача қиздирилади, сўнгра уни формага солинади ва учи таянчларга маҳкамланади. Арматура совуганда қисқаради, натижада олдиндан таранглашиш кучи пайдо бўлади. Усулнинг афзаллиги унинг ўта соддалиги ва исталган корхонада қўллаш имконияти мавжудлигидадир. Ишлатиладиган ускуналар 5-10 мартта арзон, конструкция тайёрлаш учун сарифланадиган меҳнат ҳам ҳажми 2-3 маротаба кам. Бироқ таранглаш аниқлиги механик усулдаги таранглашга қараганда анча паст. Айрим ҳолларда ўта мустаҳкам симларни таранглашда икки усулнинг биргаликда қўшиб ишлатиш ҳоллари ҳам учрайди. Қўшма усулга кўра қиздирилган сим айланма стол ёрдамида узлуксиз равишда тарангланади. Яъни электротермомеханик усули электротермик ва механик усулларни бир вақтнинг ўзида қўлланиш натижасида ҳосил бўлади.

Шу билан бирга тортишни яна бир физик-кимёвий усули билан ҳам амалга ошириш мумкин. Бунга махсус кенгайувчи цементдан тайёрланган бетонни кенгайиши оқибатида арматурада кучланиш пайдо бўлади. Бетонга жойлашган арматура унинг ҳажмини кенгайишига йўл қўймайди ва ўзи чўзилади, бетонда эса сиқиш кучланиши вужудга келади. Шу тариқа

конструкция олдиндан зўриқади. Бундай конструкциялар ўзининг ўзи таранглашиши (самонапряжение) деб юритилади.

9.4. Олдиндан зўриктирилган темирбетон элементлардаги кучланишларни йўқотилиши

Арматурани таранглаш чоғида унда олдиндан уйғотилган кучланишлар вақт ўтиши билан қайтмас йўқотишлар эвазига камайиб боради. Ушбу йўқотишлар бетоннинг киришиши ва тоб ташлаши, арматурадаги кучланишларнинг релаксацияси (камайиши), анкерлар деформацияси, арматуранинг туйнук деворларига ишқаланиши ва бошқа ҳар хил сабаблар натижасида содир бўлади. Ҳаммаси бўлиб йўқотилишларнинг 11 та тури мавжуд.

Олдиндан зўриктирилган конструкцияларни ҳисоблашда ана шу йўқотишларни эътиборга олиш лозим, чунки улар зўриктирилган арматурадаги кучланишнинг камайишига олиб келади.

Йўқотишлар икки гуруҳга бўлинади. Биринчи йўқотишлар σ_{los1} элемент тайёрланаётган ва бетон сиқилаётган даврда содир бўлади. Иккинчи йўқотишлар σ_{los2} эса бетон сиқилгандан кейин ҳосил бўлади.

Агар арматуралар таянчларга тортиб тарангланган бўлса, у ҳолда биринчи гуруҳ йўқотишлар қуйидагича аниқланади:

$$\sigma_{\text{los1}} = \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 + \sigma_4 + \sigma_5 + \sigma_6 \quad (9.2)$$

иккинчи гуруҳ йўқотишлар

$$\sigma_{\text{los2}} = \sigma_8 + \sigma_9 \quad (9.3)$$

Агар арматуралар бетонга тортиб тарангланган бўлса, у ҳолда

$$\sigma_{\text{los1}} = \sigma_3 + \sigma_4 \quad (9.4)$$

$$\sigma_{\text{los2}} = \sigma_1 + \sigma_8 + \sigma_9 + \sigma_{10} + \sigma_{11} \quad \text{тенг бўлади} \quad (9.5)$$

йўқотишлар миқдори ҚМҚ иловага асосан аниқланади, бунда умумий миқдори

$$\sigma_{\text{los}} = \sigma_{\text{los1}} + \sigma_{\text{los2}} \quad (9.6)$$

бўлади, лекин конструкцияни лойиҳалашда йўқотишларнинг умумий меъёр бўйича миқдори 100 МПа дан кам бўлмаслиги керак.

Назорат саволлари.

1. Олдиндан зўриктирилган темирбетоннинг афзалликлари нималардан иборат?
2. Олдиндан зўриктиришнинг моҳияти нималардан иборат?
3. Арматуранинг қандай таранглаш усуллари биласиз?
4. Олдиндан зўриктирилган темирбетон элементлардаги кучланишларни йўқотилишининг сабаблари?
5. Арматуранинг таранглаш усуллари?
6. Конструкцияда кучланишларнинг йўқотишлар неча гуруҳга бўлинади?
7. Конструкцияда кучланишларнинг йўқотишлар биринчи гуруҳига қандай ҳолда юз беради?
8. Конструкцияда кучланишларнинг йўқотишлар иккинчи гуруҳига қандай ҳолда юз беради?

Мавзу 10. Эгиловчи темирбетон элементларини лойиҳалаш ва ҳисоблаш

Таянч сўзлар: эгиловчи элементлар, якка арматурали, қўш арматурали темирбетон элементлар ҳисоби, сиқилиш зонаси, чегаравий шартларнинг бажарилиши.

10.1. Эгиловчи элементларнинг мустаҳкамлигини нормал кесимлар бўйича ҳисоблаш

Тўсиннинг юк кўтариш қобилияти ниҳоясига етгач, у ё нормал ёки оғма кесим бўйича емирилади. Нормал кесим бўйича емирилиш эгувчи момент таъсирида, оғма кесим бўйича эса кўндаланг куч таъсирида рўй беради. Меъёрида арматураланган темирбетон элементларнинг емирилиши чўзилувчи арматурадан бошланади. Арматурадаги кучланиш оқиш чегарасига етганда, бетоннинг сиқилиш зонаси баландлиги кескин кичраяди,

бу эса бетоннинг емирилишига олиб келади. Чўзилувчи арматуралар сони кўп бўлган тўсинларда емирилиш сиқилиш зонасидаги бетондан бошланади, бунда арматурадаги кучланиш оқиш чегарасидан анча кичик бўлади; бу албатта тежамкорликка зиддир.

Темирбетон тўсинлар бузилишидаги ана шу икки ҳолга мос равишда икки хил ҳисоблаш усули ишлаб чиқилган:

а) биринчи усулга кўра ҳисоб нормал миқдорда арматураланган темирбетон элементларнинг емирилиши чўзилувчи арматурадаги кучланиш ҳисобий қаршиликка етишганда рўй берадиган ҳол учун бажарилади;

б) иккинчи усулга кўра ҳисоб арматура миқдори керагидан ортиқча бўлган элементларда емирилиш бетоннинг сиқилиш зонасидан бошланадиган ҳол учун амалга оширилади.

10.2. Якка арматурали тўғри тўртбурчак кесимли элементлар

Бетоннинг сиқилиш зонасидаги кучланишлар эпюраси тўғри тўртбурчакли қилиб олинади (аслида эса эпюра эгри чизиқли бўлади). Шундай ҳолда ҳисоб анча соддалашади.

Геометрик тавсифлар:

$$A_b = bX, \text{ ва } Z_b = h_0 - 0,5X, \quad (10.1)$$

бунда h_0 – ишчи баландлик; a_s – ҳимоя қатлами.

Сиқилиш зонасининг баландлиги X ни аниқлаш учун статиканинг мувозанат тенгламасини тузамиз (10.1-расм):

$$R_s A_s - R_b bX = 0, \quad (10.2)$$

бу ерда

$$R_b bX = R_s A_s, \quad (10.3)$$

Бундан сиқилаётган зонанинг баландлиги X келиб чиқади

$$X = R_s A_s / R_b b, \quad (10.4)$$

Элемент учун мустаҳкамлик шarti қуйидаги қўринишга эга:

$$M \leq N_b Z_b, \quad (10.5)$$

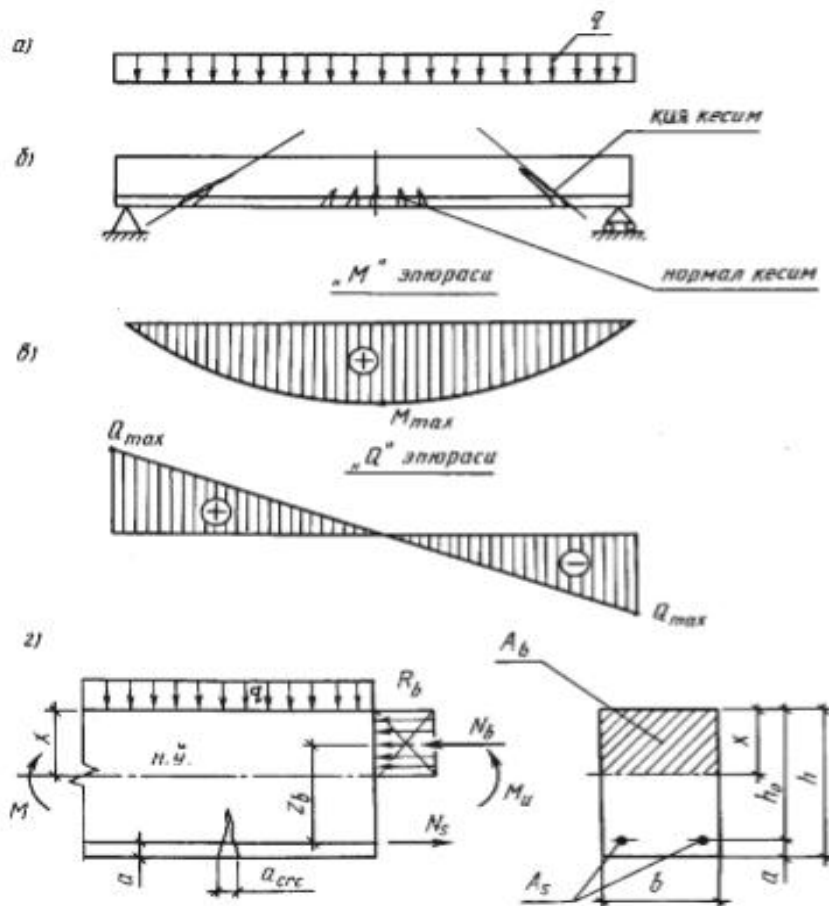
$$\text{бетон бўйича } M \leq R_b bX(h_0 - 0,5 X), \quad (10.6)$$

арматура бўйича

$$M \leq N_s Z_b.$$

(10.7)

10.3. Эгиладиган элементлар кўндаланг кесимидаги куч схемаси ва зўриқишлар эпюраси



10.1-расм. Эгилувчи элементни ҳисоблаш.

а – ёйиқ юк, б – тўсин; в – эпюралар; г – якка арматурали элементни мустаҳкамликка ҳисоблаш.

$$M \leq R_s A_s (h_0 - 0,5 X) \quad (10.8)$$

(10.9) формуладан арматуралашнинг максимал қиймати бетон ва арматуранинг ҳисобий қаршиликлариға боғлиқ эканлиги яққол кўриниб турибди.

10.4. Арматуралаш фоизини белгилаш. Агар $X = \xi h_0$ бўлса, унда $\xi h_0 = R_s A_s / R_b b$ бўлади. Бундан бетон сиқилиш зонасининг нисбий баландлиги:

$$\xi = R_s A_s / R_b b h_0 = \mu R_s / R_b, \quad (10.9)$$

бу ерда $\mu = A_s / b h_0$ – арматуралаш коэффициент; μ_{100} – арматуралаш фоизи. (10.9) формуладан кўринадик, μ нинг ортиши билан ξ ҳам ортиб боради. Бетон сиқилиш зонасининг нисбий баландлиги чегаравий қийматини (10.9) формулага қўйиб, арматуралаш коэффициентининг энг катта қийматига эга бўламиз:

$$\mu_{\max} = \xi_R R_b / R_s. \quad (10.10)$$

бу ерда ξ_R – нисбий баландлик ξ нинг чегаравий қиймати. Шу билан бирга, меъёрларда арматуралашнинг минимал қиймати ҳам белгилаб қўйилган. Эгилувчи стерженлар учун чўзилишга ишловчи арматуранинг минимал кесим юзаси $A_s = 0,0005 b h_0$ қилиб белгиланган (b – тўғри тўртбурчакли кесимнинг эни). Агар элементнинг арматуралаш фоизи белгиланган минимумдан кичик бўлса, уни арматураланмаган бетон элемент сифатида ҳисоблаш лозим.

Арматуралашнинг оптимал фоизи тўсинлар учун $\mu = 1 \dots 2 \%$, плиталар учун $\mu = 0,3 \dots 0,6 \%$, устунлар учун $\mu = 3 \%$ ни ташкил этади.

10.5. Тўғри тўртбурчакли кесимларни жадвал бўйича ҳисоблаш

Амалда якка арматурали тўғри тўртбурчак кесимли элементлар жадвал ёрдамида ҳисобланади. Бунинг учун (10.6) ва (10.8) формулаларга ўзгартириш киритамиз: $M \leq R_b b X (h_0 - 0,5X)$, агар $X = \xi h_0$ бўлса, $M \leq R_b b \xi h_0 (h_0 - 0,5 \xi h_0)$ бўлади, h_0 ни қавсдан ташқарига чиқарамиз $M \leq R_b b h_0^2 \xi (1 - 0,5 \xi)$; агар

$\alpha_m = \xi (1 - 0,5 \xi)$ белгиласак, $M \leq R_b b h_0^2 \alpha_m$ қелиб чиқади. Бу ердан

$$\alpha_m = M / R_b b h_0^2. \quad (10.11)$$

Шу ишни арматура учун ҳам такрорлаймиз. $M \leq R_s A_s (h_0 - 0,5X)$, $X = \xi h_0$ ни билган ҳолда $M \leq R_s A_s (h_0 - 0,5 \xi h_0)$ дан h_0 ни қавсдан ташқарига чиқарамиз:

$$M \leq R_s A_s h_0 (1 - 0,5 \xi). \quad (10.12)$$

Агар $1 - 0,5\xi = \zeta$ деб белгиласак, $M \leq R_s A_s h_0 \zeta$ келиб чиқади. Бу тенгламадан арматуранинг юзасини топамиз:

$$A_s = M / R_s h_0 \zeta. \quad (10.13)$$

Агар тўғри тўртбурчакли кесимнинг ўлчамлари маълум бўлса, α_m орқали жадвалдан ζ коэффициент аниқланади, сўнгра (10.13) формуладан арматура юзаси A_s топилади. (10.1-рasm).

Бетон сиқилиш зонасининг нисбий баландлиги $\xi = X/h_0$. ξ нинг чегаравий қиймати ξ_R тарзида ифодаланади. $\xi = \xi_R$ бўлганда элемент чегаравий ҳолатда бўлиб, арматурадаги қучланиш R_s га тенглашади.

Табиийки, ξ_R нинг чегаравий қиймати ва шунга мос чегаравий арматуралаш мавжуд, бу чегарадан ўтгач, емирилиш чўзилган арматурадан эмас, балки сиқилган бетондан бошланади. Ҳисобнинг биринчи ва иккинчи ҳоллари орасидаги чегара ҳам ана шундан иборатдир (10.1– рasm). Шундай қилиб, агар $\xi = X/h_0 \leq \xi_R$ бўлса, элементлар биринчи ҳолнинг формулалари (3) ва (13) асосида ҳисобланади. Агар $\xi > \xi_R$ бўлса, ҳисоб иккинчи ҳол формулалари бўйича амалга оширилади. Тажрибаларнинг кўрсатишича ξ_R нинг қиймати бетон ва арматуранинг хоссаларига боғлиқ бўлади.

Бетоннинг мустаҳкамлиги ортган сари, унинг қайишқоқлиги пасайиши ҳисобига, бетоннинг сиқилиш зонасида фурсатидан илгарироқ мўрт емирилиш содир бўлади, бу эса ξ_R нинг камайишига олиб келади. Тажрибаларнинг кўрсатишича, бетон ва арматуранинг мустаҳкамлиги ортган сари ξ_R нинг қиймати камая боради. Демак, кесимнинг сиқилиш зонаси кичрая боради. ξ_R формуладан топилади.

Конструкцияларни ҳисоблашда уларнинг энг тежамкор ва арзон нусхаларини танлашга интилмоқ зарур. Тажрибаларнинг кўрсатишича, тўсинларда $\xi = 0,2 \dots 0,3$ ва плиталарда $\xi = 0,1 \dots 0,25$ олинса, маблағ тежалади.

Элемент якка тартибда арматураланганда, сиқилиш зонасидаги бетон бузилмаган ҳолда қабул қила оладиган моментнинг чегаравий қиймати қуйидаги формула билан ифодаланади:

$$M_R = \alpha_R R_b b h_0^2, \quad (10.14)$$

$$\text{бу ерда} \quad \alpha_R = \xi_R (1 - 0,5 \xi_R). \quad (10.15)$$

Ҳисобнинг иккинчи ҳолида $\xi_R > \xi$, яъни элементнинг емирилиши сиқилиш зонасидан бошланади, деб олинади. Арматуралаш фоизини керагидан ортиқча олиш темирбетон элементларнинг мустаҳкамлигини сезиларли даражада оширмайди. Бундай элементлар мустаҳкамлигини $X = \xi_R h_0$ деб олиб, (10.12) формула ёрдамида ҳисобласа бўлади.

Якка арматурали эгиловчи элементларнинг арматура юзасини топиш мақсадида (10.3) ва (10.13) формулалардаги R_s ўрнига σ_s ни қўйиш тавсия этилади, чунки арматурадаги кучланиш сиқилиш зонасидаги бетоннинг барвақт емирилиши оқибатида ҳисобий қаршилиқ қийматига етиб бора олмайди.

Ҳар бир i – қаторда жойлашган стержендаги кучланиш қуйидаги формуладан аниқланади:

$$\sigma_{si} = [\sigma_{sc,u} / (1 - \omega / 1,1) (\omega / \xi_i - 1)], \quad (10.16)$$

бу ерда $\xi_i = X / h_{oi}$, h_{oi} – энг сиқилган нуқтадан тегишли қатор арматурасининг оғирлик марказидан ўтувчи ўққача бўлган масофа.

σ_{si} кучланишлари ҳар қандай ҳолда ҳам ҳисобий қаршилиқлар R_s ва R_{sc} нинг абсолют қийматларидан ортиб кетмаслиги зарур. Бундай ҳолда ҳисоб мувозанат тенгламалари билан (10.16) формулани биргаликда ечиш орқали бажарилади.

1- масала.

Нормал кесим бўйича элементларнинг ҳисобланган эгилиш қобилятини аниқлаш. Кесим ўлчамлари $b=250\text{мм}$, $h=600\text{мм}$, В15 синфли оғир бетон, $6^\phi 28\text{А-III}$ арматура, атроф-муҳитнинг намлиги $W=85\%$.

Ечим. В15 синфли оғир бетонга $R_b=8,5$ МПа тўғри келади, бетоннинг ишлаш шароити $\gamma_{e2}=1$. Арматура А-III синфли, ҳисобланган қаршилиқ $R_s=365$ МПа. Кесимнинг ишчи баландлигини аниқлаймиз.

$h_0=h-a=600-72=528$ мм бунда $a = a_1 + 0,5d + 0,5c = 28 + 0,5 \cdot 28 + 0,5 \cdot 60 = 72$ мм .
формуладан келиб чиқиб кесимнинг сиқилган қисмидаги нисбий баландлигини аниқлаймиз.

$$\xi = \frac{R_s \cdot A_s}{R_b \cdot b \cdot h_0} = \frac{365 \cdot 3695}{8,5 \cdot 250 \cdot 528} = 1,2$$

жадвал бўйича $\xi = 0,619$ ни топамиз, чунки $\xi = 1,2 > \xi_R = 0,619$, демак кўрсатилган ўлчамлардаги кесим ортиқча арматураланган. Кесим юзасининг юк кўтариш қобилиятини $\xi = \xi_R = 0,619$ ва $a_m = a_R = 0,427$ бўлганида аниқлаймиз:

$$M_n = a_R b h_0^2 = 0,427 \cdot 8,5 \cdot 250 = 528^2 = 253 \cdot 10^6 \text{ кНм}$$

$$H_{mm} = 253 \text{ кНм}.$$

2-масала.

Нормал кесимли эгилувчи элементларнинг ҳисобланган кўтариш қобилиятини аниқланг. Кесим ўлчамлари $b=250$ мм; $h=600$ мм; бетон майда донали А гуруҳ В25 синфли; ишчи арматура – 4 $\phi 28$ А-II; атроф-муҳитнинг намлиги 45%.

Ечим. В25 синфли А гуруҳ майда донали бетоннинг сиқилишдаги ҳисобий қаршилиги $R_b = 14,5$ МПа , бетоннинг ишлаш шароити коэффиценти $\gamma_{e2} = 0,9$

А-II синфли арматуранинг чўзилишдаги ҳисобий қаршилиги $R_s=280$ МПа. Бетоннинг ҳимоя қатламини а, d дан кам у ҳолда камида 20 мм деб қабул қиламиз. Тўрт ва ундан ортиқ ўзакли ишчи арматурани синчларда икки қатор бўлиб жойлашганини қабул қиламиз.

Кесимнинг ишчи баландлигини аниқлаймиз: $h_o = h - a = 600 - 72 = 528\text{мм}$,
бу ерда $a = a_1 + 0,5d + 0,5c = 28 + 0,5 \cdot 28 + 0,5 \cdot 60 = 72\text{мм}$. Мувозанат шарти бўйича
(10.9) кесимнинг сиқилган қисмини нисбий баландлигини аниқлаймиз:

$$\xi = \frac{R_s A_s}{R_b \cdot b \cdot h_o} = \frac{280 \cdot 2463}{14,5 \cdot 0,9 \cdot 250 \cdot 528} = 0,400$$

жадвал бўйича $\xi_R = 0,577$ аниқлаймиз. Шундай қилиб,
 $\xi = 0,40 < \xi_R = 0,577$. Демак, кесим юзаси тўлиқ арматураланмаган. $\xi = 0,400$
коэффициент қиймати бўйича жадвал бўйича коэффициент $a_m = 0,32$ мос
келувчи қийматни топамиз. У ҳолда эгиловчи элементларнинг кўтариш
қобилиятини аниқлаймиз:

$$M_n = a_m R_b b h_o^2 = 0,32 \cdot 14,5 \cdot 0,9 \cdot 250 \cdot 528^2 = 323,4 \cdot 10^6 \text{ Нмм} = 323,4 \text{ кНм}.$$

3-масала

Кесимнинг ҳисоблаш майдонини ва эгиловчи элементларнинг бўйлама
чўзилган арматуранинг диаметрини аниқлаш.

Кесим ўлчамлари $b=300\text{мм}$, $h=650\text{мм}$, оғир В15синфли бетон, А-II
синфли ишчи арматура; атроф-муҳитнинг намлиги 80%; ҳисобий эгиловчи
момент $M=314\text{кНм}$.

Ечим. В15 синфли оғир бетоннинг ҳисобий қаршилиги. $R_b=8,5\text{МПа}$,
бетоннинг ишлаш шароити коэффициенти $\gamma_{e2}=1$. А-II синфли арматуранинг
ҳисобий қаршилиги $R_s=280\text{МПа}$.

Тўсин учун бетоннинг ҳимоя қатламини олдиндан минимал рухсат
этилган қалинликда қабул қиламиз. $a_1 = 20\text{мм}$. Кесимнинг ишчи
баландлигини аниқлаймиз: $h_o = h - a = 650 - 30 = 620\text{мм}$, бу ерда
 $a = a_1 + 0,5d = 20 + 0,5 \cdot 20 = 30\text{мм}$. a_m коэффициентни аниқлаймиз.

$$a_m = \frac{M}{R_b \cdot b \cdot h_o^2} = \frac{314 \cdot 10^6}{8,5 \cdot 300 \cdot 620^2} = 0,320$$

жадвал бўйича коэффициент $\xi=0,4$ ва $\xi=0,8$ ни топамиз. жадвал бўйича
 $\xi_R = 0,65$ ни аниқлаймиз. Чунки $\xi = 0,4 < \xi_R = 0,65$, демак кесим ўлчамлари

нормал танҳо арматуралаш учун етарлидир. Кўндаланг арматуранинг бўйлама кесим юзаси формуласи бўйича аниқлаймиз:

$$A_s = \frac{R_e \cdot \sigma \cdot \xi \cdot h_o}{R_s} = 2259 \text{ мм}^2$$

3 $\phi 32 A-II (A_s = 2413 \text{ мм}^2)$ деб қабул қиламиз. “a” қийматини аниқлаш керак – кесимнинг чўзилган қиррасидан то оғирлик марказидан ўтувчи бўйлама арматура ўқигача бўлган масофа ва ҳисоблашни такрорланг.

4-масала.

Тўсин ва арматура кесими юзасини – эгилувчи элементлар кесими ўлчамларини аниқлаш. Ишчи арматура А-III синфли; В20синфли оғир бетон; эгилувчи момент ҳисобланган юкланишдан $M=189,5$ кНм; атроф-муҳитнинг намлиги 65%.

Ечим. В20 синфли оғир бетоннинг ҳисобий қаршилиги $R_b=11,5$ МПа, бетоннинг ишлаш шароити коэффиценти $\gamma_{e2}=0,9$. А-III синфли арматуранинг ҳисобланган қаршилиги $R_s=365$ МПа.

Лойиҳалаш тажрибасига кўра бундай элементларда кесим юзасининг кенглигини $b=250$ мм деб қабул қиламиз. $\xi_{opt}=0,3...0,4$ коэффиценти энг мақбул қийматини оламиз. $\xi_{opt}=0,35$ ни қабул қиламиз. Унда $a_m=0,289$ кесимнинг ишчи баландлигини аниқлаймиз:

$$h_o = \sqrt{\frac{M}{a_m \sigma R_e}} = \sqrt{\frac{189,5 \cdot 10^6}{0,289 \cdot 250 \cdot 0,9 \cdot 11,5}} = 503 \text{ мм}.$$

Жами кесим баландлигини 50 мм қолдиқсиз модули деб қабул қиламиз: $h = h_o + a = 550 \text{ мм}$. Ишчи кесим баландлигини қайтадан текшириб кўрамиз: $h_o = h + a = 550 - 55 = 495 \text{ мм}$, бу ерда $a = a_1 + 0,5d + 0,5c = 20 + 0,5 \cdot 20 + 0,5 \cdot 50 = 55 \text{ мм}$.

У ҳолда

$$a_m = \frac{M}{R_e \cdot \sigma \cdot h_o} = \frac{189,5 \cdot 10^6}{0,9 \cdot 11,5 \cdot 250 \cdot 495^2} = 0,299$$

Топилган қиймат бўйича a_m жадвал бўйича $\xi=0,37$ ва $\xi=0,815$ коэффициентини аниқлаймиз. Шундай бўлгач, $\xi = 0,37 < \xi_R = 0,627$, у ҳолда кесимни юзаси арматуралаш учун етарли ўлчамлар қабул қилинган. Ишчи арматура кесимининг юзасини аниқлаймиз:

$$A = \frac{R_s \cdot \sigma \cdot \xi \cdot h_0}{R_s} = \frac{0,9 \cdot 11,5 \cdot 250 \cdot 0,37 \cdot 495}{365} = 1298,4 \text{ мм}^2$$

сортамент бўйича $4 \phi 22 A - III (A_s = 1520 \text{ мм}^2)$ қабул қиламиз.

10.6. Қўш арматурали тўғрибурчакли профил элементларини ҳисоблаш

Қўш арматурали элементлар бу — шундай элементларки, уларга арматурани ҳисоблашлар бўйича чўзилган ва сиқилган қисмларга ўрнатилади.

Сиқилган қисмда бетон мустаҳкамлиги етарлича бўлмаса, яъни $x > \xi_R h_0$ бўлганда, ҳисоблашлар бўйича сиқилган арматурани ўрнатилади. Бунда кесимнинг ишчи баландлигини h_0 ва бетон синфини оширишнинг иложи йўқ. Шунингдек сиқилган арматурани элементларга иккита белгили эгилувчи моментлар таъсир этганда ўрнатилади (кесилмаган тўсинлар, ром тўсинлари ва шу кабилар), шунингдек олдиндан зўриқтирилган элементларда олдиндан сиқишни эксцентриситетини камайтириш учун.

Қўш арматурали элементнинг мустаҳкамлик формуласи қуйидаги кўринишни олади.

$$M \leq M_n = R_{s\sigma} (h_0 - 0,5x) + R_{sc} A_s^1 (h - a^1) \quad (10.1)$$

бу ерда R_{sc} ва A_s^1 - сиқилган қисмда ўрнатилган, арматура кесимининг юзаси ва сиқилишдаги ҳисобий қаршиликка мувофиқ.

a^1 — сиқилган кесим қиррасидан сиқилган арматуранинг оғирлик марказидан ўтувчи ўқкача бўлган масофа.

Жадвал коэффициентларидан фойдаланилганда ифода қуйидаги кўринишда бўлади:

$$M \leq M_n = a_m R_g \varepsilon h_o^2 + R_{sc} A_s^1 (h_o - a^1) \quad (10.2)$$

Сиқилган қисм баландлиги қўш арматурали элементлар учун қуйидаги ифода орқали аниқланади.

$$R_g \varepsilon + R_{sc} A_s^1 - R_s A_s = 0 \quad (10.3)$$

бундан

$$x = \frac{R_s \cdot A_s - R_{sc} \cdot A_s^1}{R_g \varepsilon}$$

(10.4)

$x > \xi_R h_o$ бўлганда 10.1-10.4 формулаларини қўллаш мумкин.

Олдиндан зўриқтирилган элементлар шунга ўхшаб ҳисобланади, лекин ҳисоблаш формуласига олдиндан зўриқтирилган арматурада пайдо бўлувчи куч қўшилади $\gamma_{sv} R_{sp}$ ва $\delta_{sp} A_{sp}^1$.

Қўш арматурали элементларни ҳисоблашда уч кўринишдаги масалалар учрайди, уларни ечиш мисоллари қуйида келтирилган.

Тавр кўринишидаги профил элементларини ҳисоблаш ҳақида умумий маълумотлар. Қурилиш амалиётида тавр кесимлари алоҳида элемент кўринишида – тўсинларда, шунингдек элемент таркибида – қовурғали қуйма ва йиғма панел ёпмалар кўринишида кўп учрайди. Тавр кесимлари токча ва қовурғадан ташқил топган. Тўғри бурчаклиларга солиштирганда тавр кесимлари тежамли, чунки уларда чўзилган кесим қисмида бетон юзаси сезиларли даражада кичиклаштирилган, у элементларнинг кўтариш хусусиятини оширмайди. Шу сабабли сиқилган қисмда токчали тавр кесимлари мақсадга мувофиқдир. Якка арматураланган тавр кесими кўпроқ маъқулдир. Токчани, қовурғани анча узоқда осилган участкаси кенглиги катта бўлганида, зўриқиш кам бўлади. Шунинг учун ҳисоблаганда осилган токчани эквивалент кенглиги киритилади: $\sigma_f^1 l$ шунда $\sigma_f^1 = \sigma + 2\sigma_f^1 l$

.Қовурғадан томонларга токчани осилган кенглиги кўпи билан элементлар оралиғининг $1/6$ деб қабул қилинади:

a – кўндаланг қовурға бўлганида ёки $h_f^1 \geq 0,1h$ бўлганда, кўндаланг қовурғалар орасидаги ярим ёруғлик масофа;

b – кўндаланг қовурғалар бўлмаганда ёки оралиқ масофа кўндаланг қовурғаларга нисбатан каттароқ ва $h_f^1 \leq 0,1h$ $\varphi_f^1 = b h_f^1$ деб қабул қиламиз.

b – осилиб турувчи қисмида токча:

агар $h_f^1 \leq 0,1h$, у ҳолда $\varphi_f^1 = b h_f^1$;

агар $0,05h \leq h_f^1 < 0,1h$, у ҳолда $\varphi_f^1 = 3h_f^1$;

агар $h_f^1 < 0,05h$ - осилган қисмлар ҳисобга олинмайди.

Тавр кесимларини ҳисоблашда кесимнинг нейтрал ўқи ҳолатини аниқлашда иккита ҳисоблаш ҳолатлари бир-биридан фарқланади.

Нейтрал ўқ токчадан ўтганда тавр профилли элементларни ҳисоблаш

Агар $x \leq h_f$, кенглиги $b = \varphi_f$ бўлган тўғри бурчакли кесимни ҳисоблашдан фарқи йўқ. Ҳисоблаш тенгламаси (олдиндан зўриқтирилмаган элементлар учун)

Нейтрал ўқ токчадан ўтганда таврли кесимларни ҳисоблаш.

$$M \leq M_n = R_\delta \varphi_f^1 h_o^2 a_m \quad (10.5)$$

Сиқилган қисмнинг баландлиги қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$R_\delta \varphi_f^1 x - R_s A_s = 0 \quad (10.6)$$

бу ерда
$$x = \frac{R_s \cdot A_y}{R_\delta \cdot \varphi_f^1} \quad (10.8)$$

х ни $h_o \cdot \xi$ га алмаштириб тенгламани $R_\delta \varphi_f^1 h_o \cdot \xi - R_s A_s = 0 \quad (10.9)$

ҳосил қиламиз.

Нейтрал ўқ қовурғани кесиб ўтганда тавр профили элементларини ҳисоблаш.

Кесимда бўш мустаҳкамланган осилган токчалар, $x > h_f^1$ бўлганда кесимнинг сиқилган қисми; сиқилган токча ва қовурға қисмларидан иборат.

Нейтрал ўқ қовурғани кесиб ўтганда тавр элементларини ҳисоблаш:

а) осилган токчани сиқилиши учун ҳисоблаш схемаси;

б) сиқилган қовурғани учун ҳисоблаш схемаси мустаҳкамлик шарти:

$$M \leq M_n = M_1 + M_2 = R_g(\epsilon_f^1 - \epsilon)h_f^1(h_o - 0,5h_f^1) + R_g\epsilon_x(h_o - 0,5x) \quad (10.10)$$

Сиқилган қисмнинг баландлиги мувозанатлик тенгламаси бўйича аниқланади.

$$\sum N_x = 0, \text{ шу билан бирга } A_s = A_{s1} + A_{s2}R_g(\epsilon_f^1 - \epsilon)h_f^1 + R_g\epsilon_x - R_sA_s = 0 \quad (10.11)$$

Ўзаро нисбатлардан фойдаланиб $x = \xi \cdot h_o$ (10.10) ва (10.11) формулалар куйидаги кўринишга эга бўлади:

$$M \leq M_n = R_g(\epsilon_f^1 - \epsilon)h_f^1(h_o - 0,5h_f^1) + a_m R_g \cdot \epsilon \cdot h_o^2 \quad (10.12)$$

$$R_g(\epsilon_f^1 - \delta)h_f^1 + R_g\epsilon h_o - R_sA_s = 0 \quad (10.13)$$

1. Нейтрал ўқ ўрнини аниқлаш

Тавр кесимини ҳисоблашни қуйдаги белгилар орқали аниқлаш мумкин. Ҳисобланган юкланишдаги эгиловчи момент ички куч моментидан, тавр кесимининг сиқилган токчаси орқали қабул қилувчи чўзилган арматуранинг оғирлик марказига нисбатан кам ёки унга тенг бўлса (расм 10.5) у ҳолда нейтрал ўқ токчадан ўтади яъни $x \leq h_f$.

$$M \leq M_n = R_g\epsilon_f^1 h_f^1(h_o - 0,5h_f) \quad (10.14)$$

Агар (10.14) шартлар бажарилмаса, у ҳолда нейтрал ўқ қовурғани кесиб ўтади. Агарда эгиловчи моментнинг ҳисобланган юкланиши номаълум ҳолат бўлса, лекин кесим тўғрисида ҳамма маълумотлар, чўзилган арматура юзаси A_s , маълум бўлса, нейтрал ўқ ҳолатини элементларнинг бўйлама ўқдаги ҳамма куч проекцияси йиғиндисидан аниқлаш керак $\sum N_x = 0$, бунда нейтрал ўқ тахминан токчанинг пастки чегарасидан (кирраси) ўтади. (расм 10.5).

$$R_s A_s \leq R_g\epsilon_f^1 h_f^1 \quad (10.15)$$

Агар шарт (10.15) бажарилса нейтрал ўқ токчадан ўтади, акс ҳолда қовурғани кесиб ўтади.

Масала 1.

Берилган ҳисобий эгилувчи момент $M=170\text{кН}$, кўндаланг кесим ўлчамлари $b=200\text{мм}$, $h=500\text{мм}$, $a=70\text{мм}$. Бетон оғир синфли В20 ($R_g = 10,35\text{МПа}$ ва $R_{bt} = 1,08\text{МПа}$ $\gamma_{\delta 2} = 0,9$ бўлганда) сиқилган ва чўзилган қисмига ўрнатиладиган арматура синфи А-III ($R_s=365\text{МПа}$). Арматура кесими юзасини A_s ва A_s^1 аниқлаш талаб этилган.

Ечим: Кесимнинг ишчи баландлиги $h_o = h - a = 500 - 70 = 430\text{мм}$.

(10.8) тенгламадан коэффициент a_m ни худди якка арматурали элементларни ҳисоблагандек аниқлаймиз.

$$a_m = \frac{M}{R_g \cdot b \cdot h_o^2} = \frac{170 \cdot 10^6}{10,35 \cdot 200 \cdot 430^2} = 0,444.$$

жадвал бўйича $a_m = 0,444$ боғлиқ ҳолда сиқилган қисимнинг нисбий баландлигини топамиз. $\xi = 0,0667$ жадвал бўйича сиқилган қисмнинг чегаравий нисбий баландлигини топамиз $\xi_R = 0,627$, шунга мувофиқ $\xi = 0,0667 > \xi_p = 0,627$ яъни сиқилган қисм кесимини арматура қўйиш билан кучайтириш зарур. жадвалдан ξ_R қиймати бўйича коэффициент $a_R = 0,43$ ни аниқлаймиз. (10.2) шarti бўйича A_s^1 топамиз.

$$A_s^1 = \frac{M - R_g \cdot b \cdot h_o^2 \cdot a_R}{R_{sc}(h_o - a^1)} = \frac{170 \cdot 10^6 - 10,35 \cdot 200 \cdot 430^2 \cdot 0,43}{365 \cdot (430 - 300)} = 37,13\text{мм}^2$$

Сортамент бўйича 2Ø10А-III, $A_s^1 = 157\text{мм}^2$ танлаб оламиз.

(10.2) тенгламадан коэффициент a_m қийматини аниқлаймиз.

$$a_m = \frac{M - R_{sc} \cdot A_s^1 (h_o - a^1)}{R_g \cdot b \cdot h_o^2} = \frac{170 \cdot 10^6 - 365 \cdot 157 \cdot (430 - 30)}{10,35 \cdot 200 \cdot 430^2} = 0,384$$

жадвал бўйича сиқилган қисмнинг нисбий баландлигини топамиз.

$$\xi = 0,519 < \xi_R = 0,627$$

(10.3) тенгламадан топамиз.

$$A_s = R_{sc} \cdot \frac{A_s^1 x}{R_s} + R_s \cdot b \cdot \xi \cdot \frac{h_o}{R_s} = \frac{365 \cdot 157}{365} + 10,35 \cdot 200 \cdot 0,519 \cdot \frac{430}{365} = 1422\text{мм}^2$$

Сортамент бўйича 2Ø25 А-III, $A_s = 1473 \text{ мм}^2$ ни танлаймиз.

2-масала.

Берилган ҳисобий эгилувчи момент $M=208 \text{ кНм}$, кўндаланг кесим ўлчамлари $b=250 \text{ мм}$, $h=600 \text{ мм}$, $a=60 \text{ мм}$. Бетон оғир синфли В20 ($R_s = 10,55 \text{ МПа}$, $\gamma_{s2} = 0,9$ бўлганида) ва сиқилган қисмига 2Ø10 А-II ($R_s = 280 \text{ МПа}$; $A_s^1 = 157 \text{ мм}^2$) арматура ўрнатилган, чўзилган арматуранинг синфи ҳам А-II. Чўзилган арматура кесимнинг юзасини A_s аниқлаш талаб этилади.

Ечим. Кесимнинг ишчи баландлиги $h_o = h - a = 600 - 60 = 540 \text{ мм}$. (10.2) шarti бўйича a_m ни топамиз.

$$a_m = \frac{M - R_{sc} \cdot A_s^1 (h_o - a^1)}{R_s \cdot \delta \cdot h_o^2} = \frac{280 \cdot 10^6 - 280 \cdot 157 \cdot (540 \cdot 30)}{10,35 \cdot 250 \cdot 540^2} = 0,245$$

$a_m = 0,245 \leq a_R = 0,439$ бўлгани сабабли 20[5] жадвалдан $\xi = 0,286$ ни топамиз ва (10.3) тенгламадан x ни ξh_o га алмаштириб чўзилган арматура юзасини A_s топамиз:

$$A_s = \frac{R_{sc} \cdot A_s^1}{R_s} + \frac{\xi \cdot R_s \cdot \delta \cdot h_o}{R_s} = \frac{280 \cdot 157}{280} + 0,286 \cdot 10,35 \cdot 250 \cdot \frac{540}{280} = 1584 \text{ мм}^2$$

Сортамент бўйича (2Ø25+2Ø22) А-II, $A_s = 1688 \text{ мм}^2$ ни танлаймиз.

3-масала. Берилган кўндаланг кесим ўлчамлари $b=300 \text{ мм}$, $h=700 \text{ мм}$ В20 синфли оғир бетон ($R_s = 10,35 \text{ МПа}$, $\gamma_{s2} = 0,9$ бўлганида). Сиқилган қисм кесимига 2Ø12 А-III ($R_s = 280 \text{ МПа}$, $A_s^1 = 226 \text{ мм}^2$), чўзилган қисмга 2Ø28 А-III ($R_s = 365 \text{ МПа}$, $A_s = 1232 \text{ мм}^2$) арматура ўрнатилган. Кесимнинг кўтариш қобилиятини аниқлаш талаб этилади.

Ечим. Кесимнинг ишчи баландлигини аниқлаймиз. (маъруза 5 ва 9 га қаралсин).

$$h_o = h - a_3 - d/2 = 700 - 28 - 28/2 = 658 \text{ мм}$$

(10.13) тенглама бўйича сиқилган қисмнинг x баландлигини аниқлаймиз.

$$x = \frac{R_s \cdot A_s - R_{s6} \cdot A_s^1}{R_{s6} \cdot \delta} = \frac{365 \cdot 1232 - 280 \cdot 226}{10,35 \cdot 300} = 124,44 \text{ мм}$$

Шундан сўнг (10.1) шарти бўйича элементларнинг юк кўтариш қобилиятини аниқлаймиз.

$$M_u = R_g \cdot \sigma_x (h_o - 0,5x) + R_{sc} A_s^1 (h_o - a) = 10,35 \cdot 300 \cdot 124,44 \cdot (658 - 0,5 \cdot 124,44) + 280 \cdot 226 \cdot (658 - 26) = 270,19 \cdot 10^6 \text{ Нмм} = 270,19 \text{ кНм}$$

$$a^1 = a_3^1 + d/2 = 200 + 12/2 = 206 \text{ мм}$$

Тавр профили элементларни ҳисоблашдаги масалаларни кўриб чиқамиз.

4-масала.

Оғир бетондан ишланган тош тахта ёпмаларидаги олдиндан зўриқтирилган арматуранинг бўйлама кесимидаги юзасини аниқлаш талаб этилади.

Берилган. Ҳисобий эгилувчи момент $M=78,08 \text{ кНм}$; берилган кўндаланг кесим ўлчамлари (расм 10.6) $\sigma_f^1 = 1160 \text{ мм}$; $h_f^1 = 25 \text{ мм}$; $b = 155 \text{ мм}$; $h = 220 \text{ мм}$; $a = 30 \text{ мм}$; В30 синфли оғир бетон ($R_s = 15,3 \text{ МПа}$, $\text{при } \gamma_{s2} = 0,9$), А-VI синфли арматура ($R_s = 815 \text{ МПа}$, $\gamma_{s2} = 1,1$) $\sigma_{sp} = 700 \text{ МПа}$.

Ечим. Ҳисоблашга киритилаётган токча кенглигини белгилаймиз.

$$\frac{h_f}{h} = \frac{25}{220} = 0,11 > 0,1 \text{ шартлари текширилади. (маърузани 2-бандига қаралсин).}$$

Шундай қилиб, ҳисоблашга токчанинг ҳамма кенглиги киритилади.

$\sigma_f = 1160 \text{ мм}$, $h_o = 220 - 30 = 190 \text{ мм}$. (10.14) формула бўйича нейтрал ўқ ҳолатини аниқлаймиз.

$R_g \cdot \sigma_f^1 \cdot h_f^1 \cdot (h_o - 0,5 \cdot n_f^1) = 15,3 \cdot 1160 \cdot 25(190 - 0,5 \cdot 25) = 78,76 \cdot 10^6 \text{ Нмм} > M = 78,08 \cdot 10^6 \text{ Нмм}$
Шунга биноан, нейтрал ўқ токчадан ўтади. (10.9) формула орқали чўзилган арматуранинг юзасини аниқлаймиз. Бунинг учун (10.6) формуладан коэффициент a_m қийматини ҳисоблаб чиқамиз.

$$a_m = \frac{M}{R_g \cdot \sigma_f^1 \cdot h_o^2} = \frac{78,08 \cdot 10^6}{15,3 \cdot 1160 \cdot 190^2} = 0,122$$

жадвалдан фойдаланилган ҳолда коэффициент $\xi = 0,13$ топамиз.

Коэффициент $\xi_R = 0,49$ ни жадвалдан топамиз. $\xi = 0,13 < \xi_R = 0,49$ шунга

биноан, сиқилган арматура талаб этилмайди. У ҳолда

$$A_{sp} = \frac{R_s \cdot \sigma_f^1 \cdot \xi \cdot h_o}{\gamma_{s6} \cdot R_s} = \frac{15,3 \cdot 1160 \cdot 0,13 \cdot 190}{1,1 \cdot 815} = 489 \text{ мм}^2.$$

Сортамент бўйича 4Ø14 А-VI юзаси $A_{sp} = 616 \text{ мм}^2$ қабул қиламиз.

5-масала.

Чўзилган (бўйлама) арматуранинг кесим юзасини аниқлаш талаб этилади.

Ҳисобий эгилувчи момент $M=270 \text{ кНм}$; кўндаланг кесим ўлчамлари

$$\sigma_f^1 = 400 \text{ мм}; \quad h_f^1 = 120 \text{ мм}; \quad \sigma = 200 \text{ мм}; \quad h = 600 \text{ мм}; \quad a = 60 \text{ мм}; \quad \text{В15}$$

($R_s = 7,65 \text{ МПа}$, $\gamma_{s2} = 0,9$ бўлганида) синфли бетон; А-III ($R_s = 365 \text{ МПа}$) синфли арматура.

Ечим: $h_o = 600 - 60 = 540 \text{ мм}$. Нейтрал ўқ ҳолатини аниқлаймиз.

$$R_s \sigma_f^1 h_f^1 \cdot (h_o - 0,5 h_f^1) = 7,65 \cdot 400 \cdot 120 \cdot (540 - 0,5 \cdot 120) = 176256000 \text{ Нмм} < M = 270 \cdot 10^6 \text{ Нмм}$$

Шунга биноан, нейтрал ўқ қовурғани кесиб ўтади. Чўзилган арматура юзаси (10.13) формула орқали аниқланади. Бунинг учун a_m қийматини (10.12) формула орқали ҳисоблаб топамиз.

$$a_m = \frac{M - R_s (\sigma_f^1 - \sigma) \cdot h_f^1 (h_o - 0,5 \cdot h_f^1)}{R_s \cdot \sigma \cdot h_o} = \frac{270 \cdot 10^6 - 7,65 (400 - 200) \cdot 120 \cdot (540 - 0,5 \cdot 120)}{7,65 \cdot 200 \cdot 540^2} = 0,407 < a_R = 0,443.$$

Шунга биноан сиқилган арматура талаб этилмайди.

жадвал бўйича $a_m = 0,407$ бўлганида $\xi = 0,57$ ни топамиз. У ҳолда

$$A_s = \frac{[(\sigma_f^1 - \sigma) \cdot h_f^1 + \sigma \cdot \xi \cdot h_o] \cdot R_s}{365} = 1793,2 \text{ мм}^2.$$

4Ø25 А-III, $A_s = 1963 \text{ мм}^2$ ни қабул қиламиз.

6-масала.

Кўндаланг кесим ўлчамлари берилган: $\sigma_f^1 = 400 \text{ мм}$; $h_f^1 = 100 \text{ мм}$; $\sigma = 200 \text{ мм}$;

$h = 600 \text{ мм}$; $a = 70 \text{ мм}$; В25 синфли бетон ($R_s = 13,05 \text{ МПа}$, $\gamma_{s2} = 0,9$ бўлганида);

А-III ($R_s = 365 \text{ МПа}$) синфли арматура кесим юзаси $A_s = 1963 \text{ мм}^2$ (4Ø25).

Элементларнинг юк кўтариш қобилятини аниқлаш талаб этилади.

Ечим: $h_0 = 600 - 70 = 530 \text{ мм}$.

(10.15) формула орқали нейтрал ўқ ҳолатини аниқлаймиз.

$$R_s A_s = 365 \cdot 1964 = 716860 \text{ Н} > R_s \sigma_s^1 h_f^1 = 13,05 \cdot 400 \cdot 100 = 522000 \text{ Н}.$$

Шунга биноан нейтрал ўқ қовурғани кесиб ўтади.

Элементларнинг кўтариш қобилятини (10.10) формула орқали аниқлаймиз. Сиқилган қисим баландлигини (10.11) тенглама орқали аниқлаймиз.

$$x = \frac{R_s A_s - R_s \cdot (\sigma_f^1 - \sigma) h_f^1}{R_o \cdot \sigma} = \frac{365 \cdot 1964 - 13,05 \cdot (400 - 200) \cdot 100}{(13,05 \cdot 200)} = 174,66 \text{ мм} < \xi_R \cdot h_0 = 0,624 \cdot 530 = 330,96 \text{ мм}.$$

У ҳолда элементларнинг кўтариш қобиляти қуйидагидан иборат:

$$M_o = R_s (\sigma_f^1 - \sigma) \cdot h_f^1 \cdot (h_0 - 0,5 h_f^1) + R_s \cdot \sigma_x \cdot (h_0 - 0,5 x) = 13,05 \cdot (400 - 200) \cdot 100 \cdot (530 - 0,5 \cdot 100) + 13,05 \cdot 200 \cdot 174,66 \cdot 174,66 (530 - 0,5 \cdot 174,66) = 327 \cdot 10^6 \text{ Нмм} = 327 \text{ кНм}.$$

Назорат саволлари.

1. Критик нормал дарзлар ҳосил бўлишига қайси омиллар таъсир қилади?
2. Нормал дарзлар қандай кучдан ҳосил бўлади?
3. Нормал кесим бўйича темирбетон элементлари қаршилиги қандай ҳолатда мумкин ва қайси шароитда ишлатилади?
4. Қайси омилларга нормал дарзлар орасидаги бетон полосаси мустаҳкамлиги боғлиқ?
5. Нормал кесим бўйича элементнинг мустаҳкамлигини текшириш учун қайси ҳисоблаш турлари зарур?
6. Нормал кесим мустаҳкамликка текшириш шартини айтинг.

Мавзу 11. Сиқилишга ишлайдиган темирбетон элементларини лойиҳалаш ва ҳисоблаш

Таянч сўзлар: Сиқилишга ишлайдиган темирбетон элементлар, тасодифий елка, эгувчи момент, марказий сиқиш кучи, бўйлама куч елкаси, сиқилишга ишлайдиган элементлар, мустаҳкамликка ҳисоблаш, тасодифий елка, бўйлама сиқувчи куч

11.1. Сиқилга ишлайдиган темирбетон элементлар

Ораликда жойлашган элементлар; фермаларнинг устки тасмалари, юқориловчи ҳовонлари, элементлари ва бошқа шу каби элементлар шартли равишда марказий сиқилувчи элементлар таркибига киради. Аслида қурилиш конструкцияларида марказий сиқилиш кўринишда учрамайди, элементлар ҳамиша тасодифий елкали номарказий сиқилиш ҳолатида бўлади.

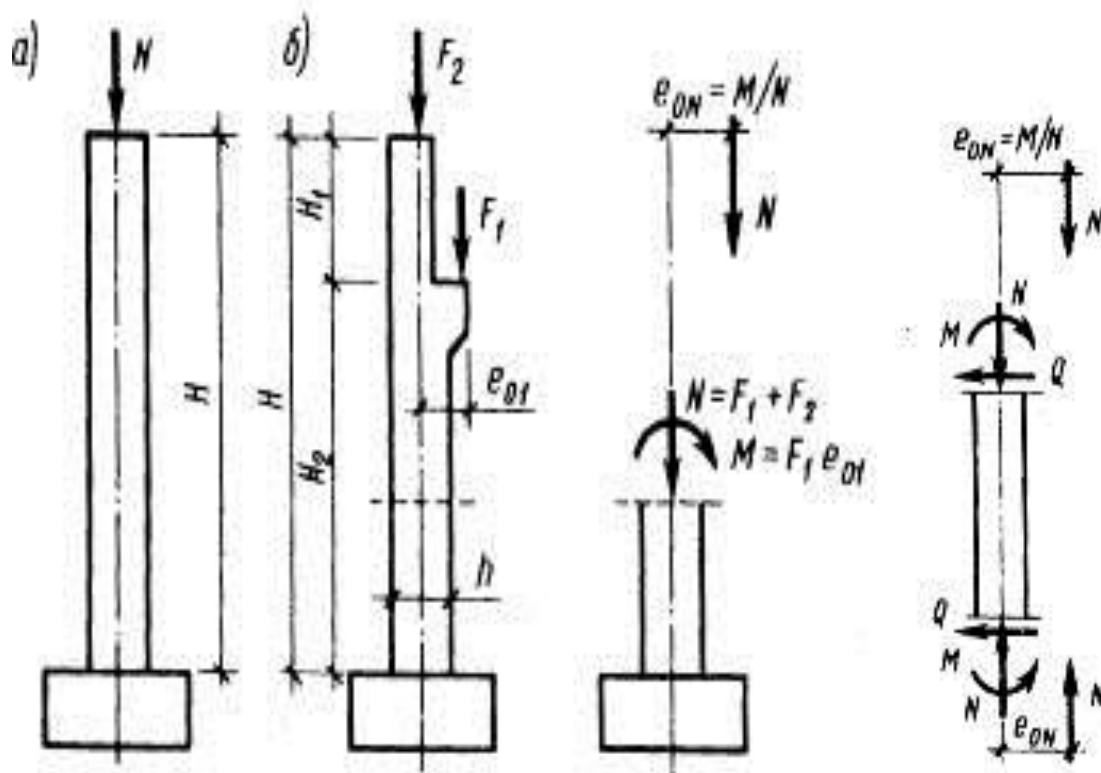
Бундай элементлар хомутлар воситасида боғланган бўйлама ишчи арматуралар билан жиҳозланади. Элементга қўйиладиган юкни бўйлама арматура бетон билан биргаликда қабул қилади. Бу ерда кўндаланг стерженлар (хомутлар) бўйлама арматураларни муддатидан илгари кабарилдан асраш вазифасини ўтайди.

Бўйлама куч елкаси унча катта бўлмаса, кўндаланг кесим юзаси квадрат шаклида олинади. Эгувчи моментнинг қиймати катта бўлса, кесимнинг момент текислигидаги ўлчамлари катталаштирилади, яъни тўғри тўрт бурчак шаклига келтирилади. Амалда кўштавр кесимли элементлар ҳам қўлланилади.

Елканинг қиймати $e_o = M/N + e_a$ формуладан топилади; бу ерда e_a – тасодифий елка (эксцентриситет).

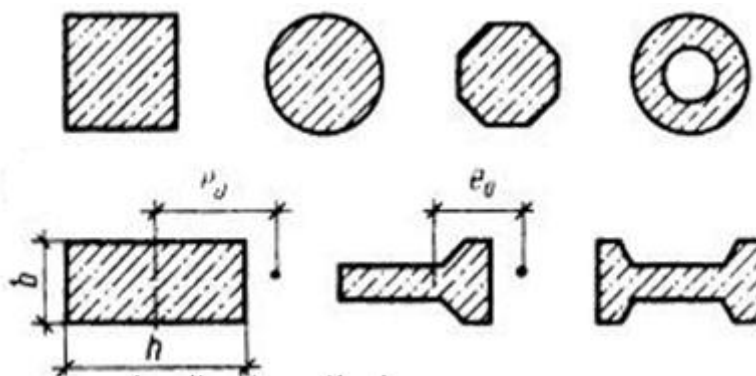
Сиқилувчи элементларда ишлатиладиган бетоннинг синфи В15 дан, агар катта юк қўйилса, В25 дан кам бўлмаслиги керак.

11.1 ва 11.2 расмларда сиқилган элементларнинг куч схемалари ва кўндаланг кесим юзалари келтирилган.



11.1-расм. Сиқилган элементлар

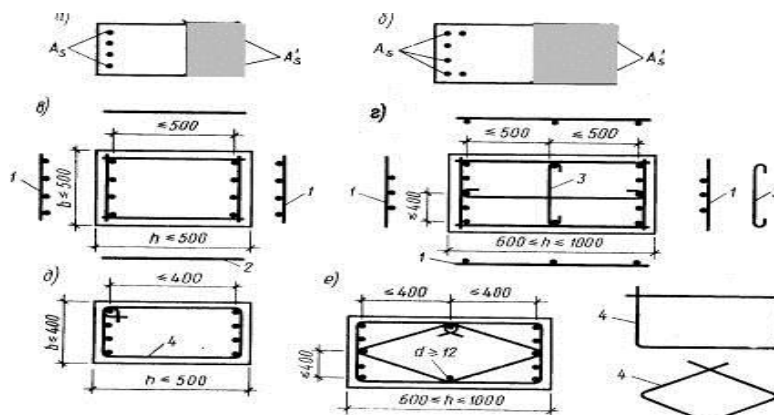
а) марказий сиқилган элемент; б) номарказий сиқилган элемент



11.2- расм. Сиқилган элементларнинг кўндаланг кесим юзалари.

11.2. Сиқилган элементларни арматуралаш. Элементларнинг бўйлама арматуралари диаметри 12–40 мм бўлган А–III ва А–IIIС синфли пўлатдан ишланади. Кўндаланг арматура учун асосан А–II, А–I синфли пўлат стерженлар ҳамда В–I синфли сим ишлатилади. Арматуралар ясси ёки фазовий каркас кўринишида бириктирилади. Кесим юзасида арматура миқдори 3 % дан ортмаслиги ва 0,1–0,05 % дан кам бўлмаслиги лозим. Кўндаланг кесими 40x40 см бўлган элементларга 4 та бўйлама арматура

етарли (11.3-расм). Ишчи арматуралар ораси 40 см дан ортса, орасига кўшимча стержен қўйиш зарур.



11.3-расм. Ҳисобий эксцентриситетли сиқилган элементларни арматуралаш
1 – найвандланган каркаслар; 2 – бириктирувчи стерженлар;
3– шпилкалар; 4 – хомутлар.

Элементларнинг кесим ўлчами 500 мм гача бўлса, 50 мм га каррали, агар ундан юқори бўлса, 100 мм га каррали ўлчамларга эга бўлишлари керак.

Кўндаланг арматуралар ҳисобланмай қўйилади. Улар орасидаги масофа S пайвандланган каркасларда $20d$, тўқима каркасларда $15d$ олинади. Ҳар иккала ҳолда ҳам хомутлар орасидаги масофа 50 см дан ошмаслиги керак. Кўндаланг стерженларнинг ҳимоя қатлами 1,5 см дан кам бўлмаслиги лозим. Элементлар симметрик равишда арматураланади.

Агар эгилиш текислигида бўйлама стерженлар орасидаги масофа 500 мм дан ошса, унда улар орасига диаметри 12 мм дан катта бўлган конструктив бўйлама арматура ўрнатилади, бироқ бўйлама стерженлар орасидаги масофа 500 мм дан ошиб кетмаслиги керак (11.3-расм, *г, е*).

Кўндаланг арматура. Хомутлар элементларга конструктив мулоҳазаларга кўра ўрнатилади. Улар ҳамма бўйлама стерженларни ўраб олиши ва уларни қабариб чиқишидан сақлаши керак.

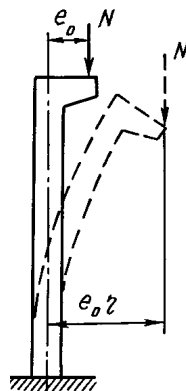
Элемент эгилишини ҳисобга олиш. Эгилувчи элементларга номарказий қўйилган кучлар бўйлама куч N нинг бошланғич елкаси e_0 ни

катталаштиради (11.4–расм). Шу сабабдан сиқилувчи темирбетон элементларни ҳисоблашда бетоннинг ноэластик деформациясини ва чўзилиш зонасидаги ёриқларни эътиборга олувчи тархдан фойдаланилади.

Конструкция деформацияланмаган тархи бўйича ҳисобланса, у ҳолда эгилишнинг елка e_0 га бўлган таъсири η коэффициенти орқали эътиборга олинади. формулалар таркибига кирган, бўйлама куч N билан A_s арматуранинг оғирлик марказигача бўлган масофа қўйидаги формуладан аниқланади:

$$e = (e_0 + e_a)\eta + e_c, \quad (11.1)$$

бу ерда: e_0 – бўйлама куч N елкаси; e_c – элемент ўқидан A_s арматурадаги зўриқишнинг тенг таъсир этувчисигача бўлган масофа e_a – тасодифий елка; коэффициент $\eta = 1/(1 - N/N_{cr})$ дан топилади. Бунда N_{cr} – критик куч



11.4- расм. Эгилувчи элементларда бўйлама куч елкасининг ортиши.

$$N_{cr} = 6,4 E_b / l_{ef}^2 \{ I / \varphi_l [0,11 / (0,1 + \delta_e / \varphi_p) + 0,1] + \alpha I_s \}, \quad (11.2)$$

$$\text{бунда } I_s = \mu b h [(h_0 - a')^2].$$

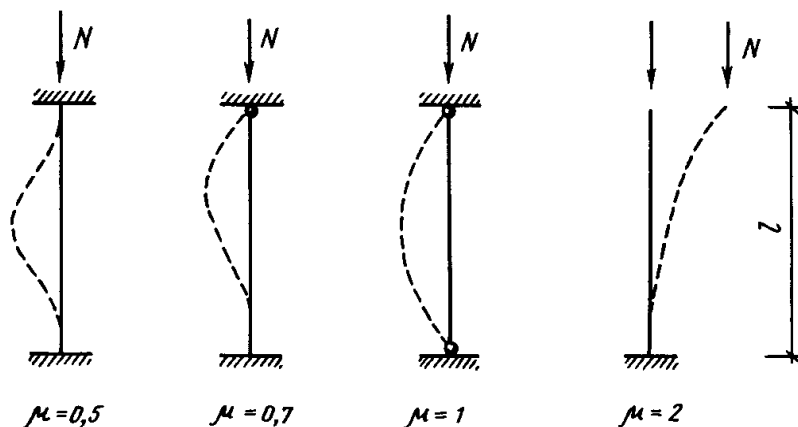
Эгилувчанликнинг пастки қиймати $l_0/r < 17$, юқори қиймати $l_0/r > 83$.

Стерженнинг ҳисобий узунлиги l_0 учларини бириктирилиш шартларига боғлиқ ҳолда аниқланади $l_0 = \mu l$.

11.3. Тасодифий елкали элементларнинг эгилувчанлигини ҳисоблаш

Сиқилувчи элементларни ҳисоблашдан олдин унинг ҳисоблаш тарҳи танланади. Элементнинг ҳисобий баландлиги унинг эгилувчанлигига боғлиқ. Элементнинг эгилувчанлиги $\lambda = l_0/r$, бу ерда r —кесимнинг инерция радиуси.

Меъёрларга кўра тасодифий e_a елка $h/30$ ёки $1/600$ нисбатларнинг каттасига тенг қилиб олиниши керак.



11.5-расм. Устуннинг ҳисобий узунлигини аниқлаш

11.4. Тасодифий елкали элементларни ҳисоблаш

Сиқилишга ишловчи темирбетон элементлар - бу элементлар, фермаларнинг юқориги белбоғлари ва панжараларининг баъзи бир элементлари, аркалар ва рама конструкцияларидир. Лекин энг кўп тарқалган сиқилишга ишловчи элементлар бу устунлардир. Амалда ҳар қандай темирбетон элементларга таъсир этаётган бўйлама сиқувчи кучлар эксцентриситет орқали таъсир этади. Агар лойихада эксцентриситет кўзда тутилмаган бўлса, бетоннинг ҳар хил жинслилиги, монтаж ишларидаги ноаниқликлар сабабли тасодифий эксцентриситет e_a ҳосил бўлиши мумкин. Тасодифий эксцентриситетни аниқлашнинг уч хил тури мавжуд. Бунда тасодифий эксцентриситет e_a нинг қиймати элемент кўндаланг кесими баландлигининг $1/30$ ёки элемент узунлигининг $1/600$ қисмига тенг қилиб, энг камида 1 см қилиб олинади. Агар элементга бир вақтда бўйлама сиқувчи куч- N ва эгувчи момент- M таъсир этаётган бўлса у ҳолда эксцентриситет қиймати қўйидагича қабул қилинади:

$$e_0 = \frac{M}{N} + e_a. \quad (11.3)$$

Ташқи кучларни таъсир этиш хусусиятига кўра номарказий сиқилишга ишловчи элементлар кўндаланг кесими тўғри бурчакли, кўштаврли, таврсимон, ҳалқасимон ва бошқа кўринишларда бўлиб, аксарият ҳолларда момент таъсир қиладиган текислик томонга ривожлантирилган бўлади.

Бундан ташқари бу элементлар икки тармоқ (йўналиш)ли бўлиши ҳам мумкин. Номарказий сиқилишга ишловчи элементларнинг кўндаланг кесим ўлчамлари шундай қабул қилиниши керакки иккала йўналишда ҳам эгилувчанлик талабларига жавоб бериши керак. Номарказий сиқилишга ишловчи элементларни ҳисоблаш усули уларни бузилиш тавсифига боғлиқ бўлиб, бу ўз навбатида эксцентриситетлар қийматига ва элементни S ва S^1 арматуралар билан таъминланганлик даражасига боғлиқ бўлади.

Агар ташқи куч катта эксцентриситет билан қўйилган бўлса, яъни $\xi \leq \xi_R$, бунда чўзилувчи арматура S томондаги бетонда ёриқлар пайдо бўлади ва чўзилувчи арматурадаги кучланиш унинг оқувчанлик чегарасига етади, шундан кейингина сиқилувчи бетонни бузилиши рўй беради. Бу биринчи ҳисобий ҳолат дейилади.

Агар ташқи куч кичик эксцентриситет билан қўйилган бўлса, яъни $\xi > \xi_R$, бунда арматура S жуда кам чўзилган ёки ҳаттоки сиқилган бўлиб, элементнинг бузилиши сиқилувчи бетон ва арматуралардаги кучланиш уларнинг вақтли қаршилиги чегаравий миқдорига етгандан сўнг юз беради. Бу иккинчи ҳисобий ҳолат дейилади.

Номарказий сиқилган элементларга, уларни ҳисоблаш натижаларидан қатъий назар, 11.1 жадвалда берилган арматуралар миқдоридан кам арматура қўйилмаслиги керак.

11.1-жадвал

**Номарказий сиқилган элементлар учун бўйлама арматуралар
кесим юзасининг энг кичик миқдори**

Эгилувчанлик $\left(\lambda = \frac{l_0}{i}\right)$	$\lambda < 17$	$17 \leq \lambda \leq 35$	$35 < \lambda \leq 83$	$\lambda > 83$
A_s ва A_s^1 %	0,05	0,10	0,20	0,25

Сиқилувчи элементларни ҳисоблашдан олдин унинг ҳисобий тарҳи танланади.

Тасодифий елкали сиқилувчи элементнинг юк кўтариш қобиляти (11.3) формула бўйича текширилади. Агар элементнинг кўндаланг кесим ўлчамлари маълум бўлса, (11.4) формуладан арматуранинг юзини аниқласа бўлади:

$$A_s + A'_s = (N / \eta \varphi R_{sc}) - (AR_b / R_{sc}). \quad (11.4)$$

бу ерда: φ —бўйлама эгилиш коэффиценти кетма–кет яқинлашув усулидан фойдаланиб аниқланади.

Элементнинг кўндаланг кесим ўлчамлари ва арматура юзасини дастлабки аниқлашда қўйидаги тенгликлар қабул қилинади:

$$\varphi = \eta = 1, \quad A_s + A'_s = \mu A = 0,001A. \quad (11.5)$$

Кесим юзаси A (11.6) дан топилади.

$$A = N / [\eta \varphi (R_b + \mu R_{sc})]. \quad (11.6)$$

Агар $\mu = 1 \dots 2$ % ни ташқил этса, кесим тўғри танланган бўлади.

Арматуралаш фоизининг миқдори $\mu_{\min} = 0,05$ % < μ < $\mu_{\max} = 3$ % оралиғида бўлади.

11.5. Номарказий сиқилган темирбетон элементларни ҳисоблаш

Номарказий сиқилувчи элементларда ҳам, эгилувчи элементларга ўхшаб, қўйидаги икки ҳол учраши мумкин:

1) елка катта қийматга эга бўлган ҳол. Бу ҳол $\xi < \xi_R$ бўлган шартга мос келади.

2) елка кичик кийматга эга бўлган ҳол. Бунда аввал $\xi > \xi_R$ бўлади. Кучдан энг узоқда жойлашган арматура ёки сиқилган, ёки биров чўзилган ҳолатда бўлади. Елка e_o , M ва N эпюраларидан аниқланади.

Тўғри тўртбурчакли кесим учун қўйидагиларни ёза оламиз:

$$A_b = bx; N_b = R_b bx; Z_b = h_o - 0,5x. \quad (11.7)$$

Тўғри тўртбурчак кесимли номарказий сиқилаётган элементнинг мустаҳкамлик шарти қўйидаги кўринишга эга:

$$Ne < N_b Z_b + N_s Z_s, \quad Ne < R_b bx(h_o - 0,5x) + R_{sc} A_s^1 (h_o - a) \quad (11.8)$$

Сиқилиш зонасининг баландлиги қўйидаги тенгликлардан аниқланади:

$$a) \xi = x/h_o \leq \xi_R \text{ бўлганда } N = R_b bx + R_{sc} A'_s - R_s A_s, \quad (11.9)$$

$$b) \xi = x/h_o > \xi_R \text{ бўлганда, } N = R_b bX + R_{sc} A'_s - \sigma_s A_s, \quad (11.10)$$

бу ерда σ_s – арматура материалга боғлиқ миқдор бўлиб, қўйидаги формуладан топилади:

$$\sigma_s = R_s [2(1 - x/h_o)/(1 - \xi_R) - 1], \quad (11.11)$$

Элементнинг мустаҳкамлигини текширишда сиқилиш зонасининг баландлиги аниқланади:

$$x = (N - R_{sc} A'_s + R_s A_s). \quad (11.12)$$

Агар $x \leq \xi_R h_o$ шарт бажарилса, элементнинг мустаҳкамлиги (11.13) формула ёрдамида текширилади. Бордини бажарилмаса, x ни (11.12) формуладан аниқлаб, элемент мустаҳкамлигини (11.9) формула ёрдамида текширишга тўғри келади.

Сиқилган элементларнинг арматура юзасини аниқлаш

Арматура юзалари A_s ва A_s^1 ларни аниқлаш учун (11.13) ва (11.15) формулаларни қайта ўзгартирамиз.

$$\xi = x/h_o \leq \xi_R \text{ бўлган ҳолни кўриб ўтайлик.}$$

(11.6) формуладан қўйидаги ифода келиб чиқади:

$$A'_s = [Ne - R_b bx(h_o - 0,5x)] / R_{sc}(h_o - a') = Ne - R_b b h_o^2 \alpha_m / R_{sc} Z_s \quad (11.13)$$

Келиб чиқиш йўли: $x = \xi_R h_o$;

$$x(h-0,5x)=\xi_R h_0(h_0-0,5\xi_R h_0)=h_0^2 \xi_R(1-0,5\xi_R)=h_0^2 \alpha_m \quad (11.14)$$

дан қўйидаги формула ҳосил бўлади:

$$A_s=(R_b b h_0 \xi_R - N)/R_s + R_{sc} A'_s / R_s. \quad (11.15)$$

Агар A'_s , ни конструктив қабул қилсак, у ҳолда α_m (11.6) формуладан қўйидаги тартибда аниқланади:

$$\begin{aligned} x=(h_0-0,5x) &= [N - R_{sc} A'_s (h_0 - a)] / R_b b = \alpha_m h_0^2 \\ \alpha_b &= [N - R_{sc} A'_s (h_0 - a)] / R_b b h_0^2. \end{aligned} \quad (11.16)$$

Бунга асосан жадвалдан ξ аниқланади. $x=\xi_R h_0$ деб олсак, изланаётган юза қўйидаги ифодадан топилади:

$$A_s=(R_b b h_0 \xi - N)/R_s + R_{sc} A'_s / R_s. \quad (11.17)$$

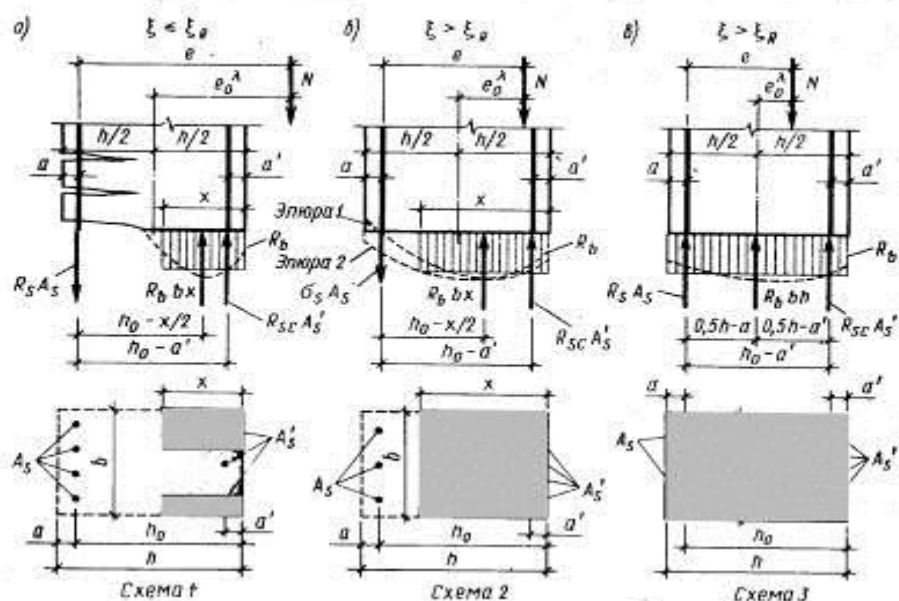
Амалда аксарият ҳолларда кесимлар симметрик равишда арматураланади. Бунда $A_s=A'_s$, $R_{sc}=R_s$, $R_{sc} A'_s=R_s A_s$ бўлади. У ҳолда (11.15) формуладан $x=N/R_b b$ келиб чиқади. Буларга кўра формулани қўйидаги кўринишда ёза оламиз:

$$A_s=A'_s=[N(e-h_0+N/2R_b b)/R_{sc}(h_0-\alpha')]. \quad (11.18)$$

Энди $\xi=x/h_0>\xi_R$ бўлган ҳолни кўрамиз. Бу ҳолда арматура юзаси қўйидаги тартибда ҳисобланади:

1. Ҳисобга доир қийматлар (R_b ; R_s ; R_{sc} ; E_s ; E_b) ёзиб олинади;
2. Арматуралаш коэффициенти $\mu = (A_s+A'_s)/bh$, $\mu=(0,0005-0,035)$ оралиғида қабул қилинади, N_{cr} ҳисобланади. Агар $N > N_{cr}$ чиқса, элементнинг кўндаланг кесим юзасининг ўлчамлари катталаштирилади;

Сиқилган элементларнинг ҳисобий схемалари



11.6-расм . Сиқилувчи элементларнинг ҳисоблаш тарҳи.

а–тасодиқий елка – I_0 ; б – $x \leq \xi_R$ бўлган ҳол учун; в– $x \geq \xi_R$ бўлган ҳол учун.

3. A_s/A'_s нисбатга қийматлар бериб, x ва x/h_0 аниқланади, кейин (11.18) ва (11.15) формулалардан фойдаланиб, арматура юзаси A_s ва A'_s топилади;

4. Арматура юзасининг топилган қийматлари асосида арматуралаш коэффициентини қайта ҳисобланади. Агар коэффициентнинг бу қиймати, қабул қилинган қийматидан 0,0005 дан камроқ фарқ килса, шу юзани колдириш мумкин. Фарқ катта чиқса, у ҳолда арматуралаш коэффициентига янги қиймат бериб, ҳисоб қайтадан бажарилади.

Назорат саволлари.

1. Сиқилиш зонасининг баландлигини ҳисоблаш усуллари?
2. Бетоннинг сиқилган қисмида қайси кучланиш ишлайди?
3. Катта ва кичик эксцентриситетларда сиқилган ва чўзилган арматурада қандай кучланиш ишлайди?
4. Сиқилган элемент учун ишчи арматуралашни кўрсатинг.
5. Сиқилган элемент учун монтаж арматуралашни кўрсатинг.
6. Сиқилган элемент юк кўтариш хусусиятига таъсир этувчи прогибларни эътиборга олувчи коэффициент η учун формулани ёзиб беринг.

12-мавзу. Чўзилишга ишлайдиган темирбетон элементларни лойиҳалаш ва ҳисоблаш

Таянч сўзлар: чўзилишга ишлайдиган элементлар, марказий сиқилганда ёриқ пайдо бўлиши, кучланишлар

12.1. Турли катталиклардаги эксцентриситетларда чўзилган элементларни зўриқиш ҳолати

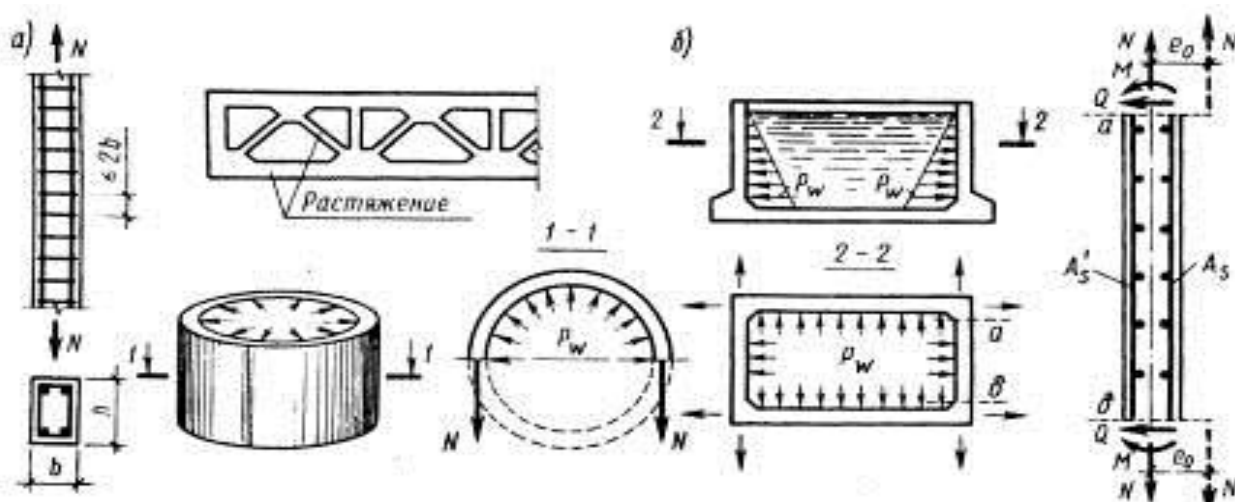
Чўзилиш шароитида фермаларни пастки камари, панжара элементлари, арка затыжкалари, доирасмон ва тўғри бурчакли резервуарлар деворлари ва бошқа конструкциялар ишлайди (12.1-расм).

Чўзилган элементлар учун юқори мустаҳкамликка эга бўлган олдиндан зўриқтирилган арматура қўллаш самаралироқдир. Чўзилувчи элементларни конструкциялашда алоҳида эътибор ишончли кучланишлар узатилиши таъминланган элемент учи қисмига қаратилиши лозим, шунингдек арматура жипслашган жойига аҳамият бериш зарур. Арматуралар одатда пайвандланади. Зўриқмаган арматура учун улаш тавсия қилинади, бунда бир кесимда А-I синфли стерженлар 25% дан ортмаслиги ва даврий профили арматуралар 50%дан ошмаслиги зарур.

Марказий сиқилганда ёриқ пайдо бўлгунча N кучланишнинг катта қисми бетон томонидан қабул қилинади. Бетонда ёриқлар пайдо бўлишидан олдин арматурадаги зўриқишлар:

$$\sigma_s = E_{btu} E_s \approx 15 \cdot 10^{-5} \cdot 20 \cdot 10^4 = 30 \text{ МПа}$$

бу ерда E_{btu} - бетонни чўзилишдаги чегаравий деформацияси.



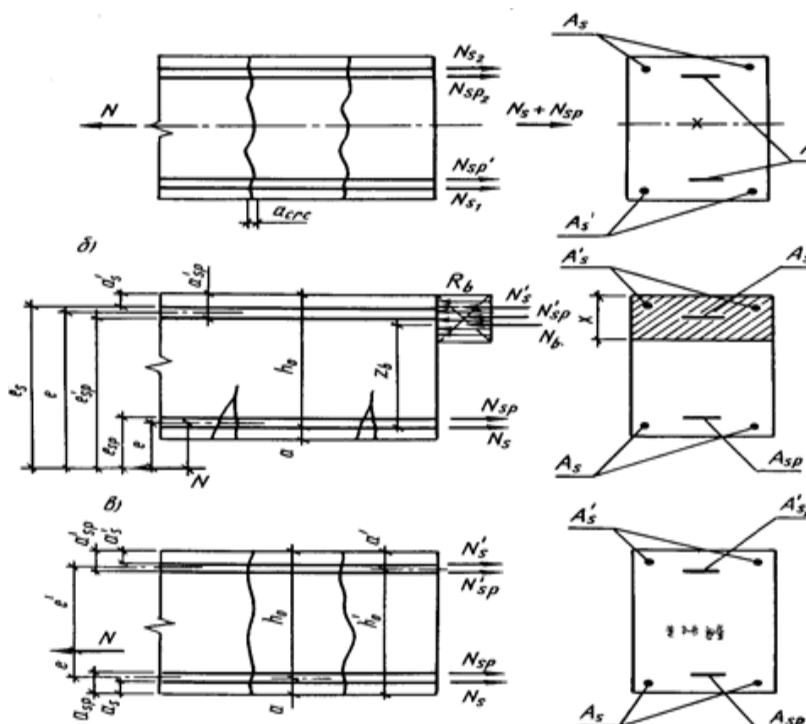
12.1- расм. Чўзилувчи кучланишлар ҳосил қиладиган конструкциялар/
а-марказий чўзилувчи элемент; б-номарказий чўзилувчи элемент.

Кучланиш катталигига бетонни чўкиши кучли таъсир кўрсатади бунда биринчи ёриқ пайдо бўлади, бетонда чўзувчи зўриқишлар ҳосил бўлади. Ёриқ ҳосил бўлгандан кейин кесимдаги ҳамма кучланишлар арматура томонидан қабул қилинади (12.2-расм) натижада ундаги зўриқиш кучаяди. Элементни бузилиши оқиш чегараси $\sigma_y(\sigma_{02})$ га тенг кучланиш пайдо бўлганда юзага келади. Бунда элементда катта узайиш ҳосил бўлади. Мустаҳкамлик чегараси σ_u га тенг кучланишда арматура узилиши содир бўлади. Кичик ($l_o \leq Z_s/2$) эксцентриситетларда ёриқ пайдо бўлгунига қадар бутун кесим ёки унинг бир қисми чўзилиши мумкин. Ёриқ пайдо бўлгандан сўнг бутун кесимни кесиб ўтади, бунинг натижасида A_s ёки A_s^1 (ёки иккаласида баробар) арматураси чўзилади.

Катта эксцентриситетларда ($l_o > Z_s/2$) да ёриқлар пайдо бўлгунча ва ундан кейин A_s арматура ва бетон сиқилган, A_s арматура чўзилган бўлади. Бузилишда A_s арматурадаги зўриқиш оқиш чегарасига етади, бетоннинг сиқилган қисмидаги зўриқиш R_b – сиқилган арматура σ_y даги зўриқиш.

12.2. Марказий чўзилган элементлар ҳисоби

Марказий чўзилган темирбетон элементларни мустаҳкамликка ҳисоблашда бетонда бўйлама ўқига нисбатан ёриқлар пайдо бўлиши ҳисобга олинади ва ҳамма кучланишлар бўйлама томонидан қабул қилинади.



12.2-расм. Чўзилувчи элементларда кучларнинг жойлашиш тархи.
а– марказий чўзилувчи элемент; б,в – номарказий чўзилувчи элементлар.

Олдиндан зўриктирилган элементни мустаҳкамлик шarti куйидагича кўринишда бўлади:

$$N \leq \eta \cdot R_s \cdot A_{sp} + R_s A_{s,tot} \quad (12.1)$$

бу ерда A_{sp} - олдиндан зўриктирилган арматура кўндаланг кесими юзаси; $A_{s,tot}$ - оддий арматура кўндаланг кесими юзаси; η – олдиндан зўриктирилган арматурани ҳисобий қаршилигини ортишини эътиборга олувчи коэффициент (A -IV синфли арматура учун $\eta = 1,2$; A -V; B -II; Bp -II; K -7; K -19 учун $\eta = 1,15$; $\eta = 1,10$; A -VI ва A_m -VII синфли арматуралар учун).

Элементнинг охирги учлари учун ҳисобий қаршилик учун $\gamma_{s5} = l_x / l_p$ ($\gamma_{s5} = l_x / l_{an}$) коэффициент киритилади, бу коэффициент кучланиш узатилиши l_p ни камайишини ёки анкерлаш қисми l_{an}, l_x - кучланиш

узатилиши бошидан кўриб чиқиладиган кесимгача бўлган масофани эътиборга олади.

12.3. Кичик эксцентриситетларда номарказий чўзилган элементларини ҳисоби

A_s ва A_s^1 арматура чегарадан N кучи чиқиб кетмаса ёриқ пайдо бўлганда бетон тўлалигича ишдан чиқади, бўйлама кучланиш A_s ва A_s^1 арматура томонидан қабул қилинади (12.3-расм). Элементнинг мустаҳкамлик шarti куйидаги кўринишда бўлади:

$$N_e \leq R_s A_s^1 Z_s \quad (12.2)$$

$$N_e^1 \leq R_s A_s Z_s \quad (12.3)$$

$$\text{Арматуранинг кўндаланг кесим юзаси. } A_s^1 = \frac{N_e}{R_s Z_s}; \quad A_s = \frac{N_e^1}{R_s Z_s}; \quad (12.4)$$

12.4. Катта эксцентриситетларда номарказий чўзилган элементлар ҳисоби

Агар N кучи A_s арматура чегарасидан ташқарига чиқса элементда бетоннинг сиқилган қисми пайдо бўлади. Тўғрибурчакли кесимли элемент учун мустаҳкамлик шarti куйидаги кўринишга эга бўлади:

$$N_e \leq R_b b x (h_o - x/2) + R_{sc} \cdot A_s^1 \cdot (h_o - a)^1$$

$$N = R_s \cdot A_s - R_b b x - R_{sc} A_s^1 \quad (12.5)$$

Нисбий катталиклар $\xi = x/h_o$ ва $\alpha_m = \xi \cdot (1 - \xi/2)$ қўлланилганда мустаҳкамлик шarti куйидаги кўринишда бўлади:

$$N_e \leq R_b \alpha_m b h_o^2 + R_{sc} \cdot A_s^1 \cdot (h_o - a^1) \quad (12.4,a)$$

$$N = R_s A_s - R_b \cdot \xi \cdot b \cdot h_o - R_{sc} \cdot A_s^1 \quad (12.5,a)$$

12.5. Мустаҳкамлик соҳаларидан фойдаланиб эгилувчан, номарказий сиқилган ва номарказий чўзилган элементларни ҳисоблаш

Тўғри бурчакли симметрик ($A_s = A_s^1$) арматурали темирбетон элементни олинса, бу элементни марказий чўзилиш, катта ва кичик эксцентриситетли номарказий чўзилиш, катта, кичик ва тасодифий эксцентриситетли

номарказий сиқилишга, эгилишга ҳисобланса моментлар ва бўйлама куч орасидаги муносабат 12.3-расмдаги кўринишга эга бўлади:

$N_o = R_b A$, A – элементни кўндаланг кесими юзаси (тўғри бурчакли кесим учун $A=bh$), $M_o = R_b S$, S – бетон кесими оғирлик марказига нисбатан кесим ярмининг статик моменти (тўғри бурчакли кесим учун $S = bh^2 / 8$). Элементга таъсир этувчи нисбий бўйлама кучлар N/N_o ва нисбий эгувчи моментлар M/M_o белгиланган. Агар зағружения 1-4 мустаҳкамлик чегараси ичида ётса, уларнинг мустаҳкамлиги таъминланган бўлади, 5 учун эса мустаҳкам эмас. Нормал кесимлар мустаҳкамлик шартларини қуйидаги кўринишда ёзса бўлади:

$$N = N_b + N_s \quad (12.6)$$

$$M \leq M_b + M_s \quad (12.7)$$

Агар тенглик (12.6) ни N_o га, тенгсизлик (12.7) ни M_o га бўлсак, мустаҳкамлик шартини нисбий катталикларда оламиз.

$$\alpha_n = \alpha_{nb} + \alpha_{ns} \quad (12.8)$$

$$\alpha_m = \alpha_{mb} + \alpha_{ms} \quad (12.9)$$

$$\begin{aligned} \alpha_n = N / N_o, \alpha_m = M / M_o, \alpha_{nb} = N_b / N_o, \alpha_{mb} = M_b / M_o, \alpha_{ns} = N_s / N_o, \\ \text{бу ерда } \alpha_{ms} = M_s / M_o \end{aligned}$$

Мустаҳкамлик чегараси иккита парабола ва тўртта тўғри чизик кесимлари билан белгиланади. Арматуралаш носимметрик бўлса (масалан $A_s > A_s$), мустаҳкамлик шарти юқори чегараси чапга сурилади, пастки чегараси ўнгга сурилади. Худди шуни ўзи носимметрик кесимлар учун (тавр ёки носимметрик қўштавр учун).

А.М.Болдышев ва В.С.Плевков монографияларида мустаҳкамлик чегарасидан фойдаланган ҳисоблар батафсил берилган POISK, POISK-S, ПНС программалари тузилган, тўғри бурчакли, тавр, қўштавр, хочсимон, доиравий, олти ва саккиз бурчакли кесимлар 50 мартагача юклаш (бўйлама кучли ва эгувчи моментли) элементларни ҳисоблаш учун мўлжалланган.

Берилган ва номаълум арматуралашда ҳисоб олиб борилади. 50 марта юклашда оптимал арматуралашга эришиш мумкин.

Мустаҳкамлик шарти чегарасини қўллаш оптимал арматуралаш ва ҳисобни наглядностини оширишга ёрдам беради.

Масала 1.

Чўзилган элементда бўйлама арматура A_s ва A_s^1 кўндаланг кесим юзасини аниқланг.

Берилган. Кўндаланг кесим ўлчамлари $b=400\text{мм}$; $h=400\text{мм}$; $a=a^1=40\text{мм}$. В20 синфли оғир бетон ($R_b=11,5\text{МПа}$). Бўйлама чўзувчи кучланиш $N=300\text{кН}$ эксцентриситет $l_o=400\text{мм}$ билан қўйилган.

Ечиш. Ишчи баландлиги $h_o=400-40=360\text{мм}$. Арматуранинг юзасини аниқлаймиз $A_s^1=\mu\cdot b\cdot h_o/100=0,05\cdot 400\cdot 360/100=71,0\text{мм}^2$, $2\phi 10\text{AII}(A_s=157\text{мм}^2)$ ни қабул қиламиз.

$$e=l_o-\frac{h}{2}+a=400-\frac{400}{2}+40=240\text{мм};$$

$$\alpha_m=\frac{N_e-R_{sc}\cdot A_s^1\cdot(h_o-a^1)}{R_b\cdot b\cdot h_o^2}=\frac{300000\cdot 240-280\cdot 157\cdot(360-40)}{11,5\cdot 400\cdot 360^2}=0,097;$$

$$\xi=1-(1-2\cdot\alpha_m)^{1/2}=1-(1-2\cdot 0,097)^{1/2}=0,1024<\xi_R=0,674$$

кўндаланг кесим A_s юзасини аниқлаймиз:

$$A_s=\frac{N+R_b\cdot\xi\cdot b\cdot h_o+R_{sc}\cdot A_s^1}{R_s}=\frac{300000+11,5\cdot 0,1024\cdot 400\cdot 360+280\cdot 157}{280}=1830\text{мм}^2$$

Қабул қиламиз $3\phi 28\text{A-II}(A_s=1847\text{мм}^2)$.

Назорат саволлари.

1. Оддий арматурали бетонда қандай кучланишда бетонда ёриқ пайдо бўлади?
2. Марказий чўзилганда $N=120\text{кН}$, $R_s=280\text{МПа}$ $A_{s,tot}$ ни аниқланг.
3. Кичик эксцентриситетда $N=200\text{кН}$, $Z_s=360\text{мм}$, $l_o=365\text{МПа}$. Арматура A_s ни аниқланг?

4. Қандай элементлар чўзилувчи элемент ҳисобланади?
5. Қандай ҳолларда марказий элементлар чўзилувчи элемент ҳисобланади?
6. Номарказий элементлар чўзилувчи элемент қандай элементлар?
7. Нормал кесимлар бўйича эгилувчи элементнинг мустаҳкамлик шартлари қайсилар?
8. Чўзилувчи элементнинг қўндаланг кесими юзаси қандай аниқланади?

Мавзу 13. Ясси темирбетон ораёпмалар

Таянч сўзлар. ясси темирбетон, ораёпма, конструктив схема, йиғма темирбетон элементлар, ораёпмаларни арматуралар.

13.1. Ясси темирбетон ораёпмалар ҳақида умумий маълумотлар

Био ва иншоотларнинг қурилиш конструкцияларини лойиҳалашда материал ва конструктив схема танлаш асосий масалалардан бири ҳисобланади. Бунинг учун материал ва меҳнат сарфи, қурилиш муддатлари каби меъёрларни ҳисобга олган ҳолда конструкцияларнинг мумкин бўлган вариантларининг техник–иқтисодий кўрсаткичлари солиштирилади. Турли материаллардан тайёрланган муайян конструкция вариантларини солиштириш асосида темирбетон конструкциялар энг маъқул эканлиги маълум бўлиши мумкин.

Тўсинли йиғма ораёпмалар. Темирбетон ораёпмалар саноат ва фуқаро биноларининг муҳим конструктив элементларидан бири ҳисобланади. Конструктив схемаси ва тайёрлаш технологияси жиҳатидан барча ораёпмалар қуйидагича синфланади:

1. Тўсинли темирбетон ораёпмалар: а) тўсинли (панелли) йиғма; б) тўсинли плиталари бўлган қовурғали яхлит, в) контури бўйлаб тиралган плитали қовурғали яхлит ораёпмалар;

2. Тўсинсиз темирбетон ораёпмалар: а) тўсинсиз йиғма; б) тўсинсиз яхлит ораёпмалар.

Тўсинсиз ораёпмалар ҳам тўсинли ораёпмалар каби йиғма–яхлит қилиб қурилиши мумкин.

Тўсинли ораёпмаларнинг таркибидаги плита бир ёки икки йўналишларда жойлашган тўсинларга тиралади. Таянч контури томонларининг нисбатига боғлиқ ҳолда, қовурғали ораёпманинг плитаси катта оралик l_2 нинг кичик оралик l_1 га нисбати кўпи билан 2 га тенг бўлганда контур бўйлаб тиралган деб ҳисобланади. Плита иккала йўналишда ёки тўсин бир йўналишда ишлайди.

Тўсинсиз ораёпмаларда плита бевосита, тўсинлар ва ригелларсиз, устунларнинг ўзига тиралади. Шунинг ҳам ҳисобга олиш керакки, устунларда кўпинча капителлар (устунларнинг таянч стволи билан горизонтал ораёпма ўртасидаги юқори қисми) бўлади.

13.2. Йиғма ёпманинг тузилишини белгилаш (компоновка қилиш)

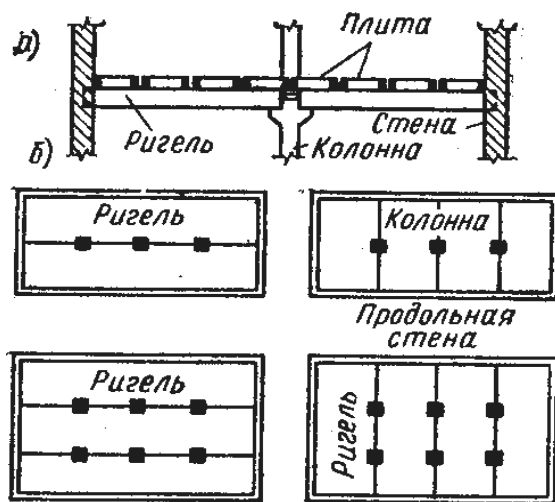
Йиғма ёпманинг тузилишини белгилаш жараёнида қуйидаги масалалар ҳал этилади:

1) *Деворларни режа ўқларига боғлаш.* Деворларни режа ўқларига боғлашнинг «ноль» усулига кўра ўқлар ташқи деворнинг ички сиртидан ўтади ёки ички сирт ўқдан 200, 250, 300 мм масофага қочирилади. Панелларнинг деворга кириб турадиган қисми 100 мм дан, ригелларники эса 250 мм дан кам бўлмаслиги керак. Ригеллар ғиштли деворнинг арматураланган қисмига таяниши мумкин.

2) *Ригелларни жойлаштириш.* Ригелларни бинонинг узунаси бўйлаб ёки кўндаланг тартибда жойлаштириш кўп омилларга, чунончи, иқтисодий, меъморий, конструктив ва технологик жиҳатларга боғлиқ. Масалан, бўйлама деворларда катта деразалар кўзда тутилса, ригелларни кўндаланг равишда жойлаштирган маъқул, шунда бинонинг кўндаланг йўналишдаги бикирлиги ортади. Бошқа томондан, агар ригеллар бўйлама йўналишда ўрнатилса, ригеллардаги монтаж ишлари тежалади, бино хоналарини ёритишда ҳам афзаллиги бор;

3) *Панель турини танлаш.* Кўп қаватли биноларда бўшлиқли ва қобирғали ёпма панеллар ишлатилади. Бўшлиқли панеллар уй–жой ва

жамоат бинолари қурилишида, қобирғали панеллар эса кўпинча саноат бинолари томларида қўлланилади;



Расм. 13.1. Тўсинли йиғма ораёпманинг конструктив схемаси.

- а–ригеллар бўйламасига жойлаштирилганда;
- б–ригеллар кўндалангига жойлаштирилганда.

4) *Ригель кўндаланг кесимининг шаклини танлаш.* Агар панеллар ригелнинг устига ўрнатилса, у ҳолда унинг кесими тўғри тўртбурчак шаклида олинади. Бунда кесим баландлиги $h_p = (1/8 \dots 1/10)l$ атрофида танланади (бу ерда l – ригель узунлиги). Панеллар тавр шакли ригелнинг токчасига таянса, баландлик $h_p = 0,1l$ олинishi мумкин. Ҳисоб натижаларига қараб, олдиндан қабул қилинган ўлчамлар қолдирилади ёки ўзгартирилади;

5) *Устунларнинг кўндаланг кесим ўлчамларини танлаш.* Устунларнинг кўндаланг кесимлари аксарият ҳолларда квадрат шаклида олинади ва унинг кесим ўлчамлари бутун иморат баландлиги бўйлаб ўзгаришсиз қолади;

Фойдали юк миқдори 6 кН/м^2 гача бўлиб, қаватлар сони 3 тадан ошмаса, устун кесим юзаси $300 \times 300 \text{ мм}$, бошқа ҳолларда $400 \times 400 \text{ мм}$ олса бўлади. Кесим ўлчамлари ҳисоблаш ва лойиҳалаш жараёнида ўзгартирилиши мумкин;

6) *Панелларнинг номинал энини белгилаш ва уларни жойлаштириш.* Бўшлиқли панелларнинг эни (кенглиги) ни 1200 дан 2400 мм гача, қобирғали панелларникини 1000 дан 1800 мм гача қабул қилиш мумкин. Бунда панель энининг ўзгариб бориш изчиллиги 100 мм ни ташқил этади. Боғловчи

панеллар энини (туридан қатъи назар) 1000 дан 1800 мм гача олиш мумкин. Панелларни жойлаштиришда уларнинг ўлчам бўйича хилларини мумкин қадар камроқ олишга, айти пайтда, қуйма қисмларнинг камроқ бўлишига интилиш зарур.

Назорат саволлари.

1. Қандай ҳолларда ясси темирбетон ораёпма конструкцияси қўлланилади?
2. Қандай ҳолларда йиғма темирбетон ораёпма конструкцияси қўлланилади?
3. Ясси темирбетон ораёпма конструкциясининг ҳисоблаш кетма-кетлиги қандай?
4. Ясси темирбетон ораёпма конструкциясини арматуралаш қандай?
5. Бинонинг тархи бўйича ригелларнинг жойлаши тартиби нималарга боғлиқ?
6. Ясси темирбетон ораёпма конструкциясига қандай арматуралар танланади?
7. Ясси темирбетон ораёпма конструкциянинг геометрик ўлчамлари қандай аниқланади?
8. Йиғма ёпманинг тузилишини белгилаш жараёнида қандай масалалар ҳал этилади?

Мавзу14. Яхлит қобирғали конструкциялар

Таянч сўзлар. Яхлит қобирғали конструкциялар, бош тўсин, иккинчи дарадали тўсин, тўсин баландлиги, эгувчи момент, кўндаланг куч.

14.1. Яхлит қобирғали конструкциялар ҳақида умумий маълумотлар

Қобирғали ёпмалар асосий ва иккинчи даражали тўсин ҳамда плиталардан ташқил топади. Ёпманинг барча элементлари ўзаро яхлит бириккан бўлиб, кўпинча В20 – В30 синфли бетондан ишланади. Қобирғали яхлит ёпманинг моҳияти шундан иборатки, бунда тежамкорлик мақсадида чўзилиш зонасидаги бетоннинг анчагина қисми олиб ташланиб, бу ерда фақат қобирға ва чўзилувчи арматура қолдирилади. Қобирғанинг токчаси

плита деб аталиб, иккинчи даражали тўсинларга таянади ва эгилишга ишлайди. Иккинчи даражали тўсинлар асосий тўсинларга, асосий тўсинлар эса ўз навбатида, устун ёки деворларга таянади. Асосий тўсинлар бино узунлиги бўйлаб ёки унга кўндаланг равишда жойлашиши мумкин.

Агар бўйлама деворларда дераза ўринлари катта бўлса, биринчи ечимдан фойдаланиш мақсадга мувофиқ. Бино шифти тузукроқ ёритилиши лозим бўлса, иккинчи ечим қўл келади, чунки бунда иккинчи даражали тўсинларнинг йўналиши ёруғлик оқими йўналиши билан бир хил бўлади.

Иккинчи даражали тўсинлар орасидаги масофа плиталарнинг ўлчамларига боғлиқ ҳолда белгиланади:

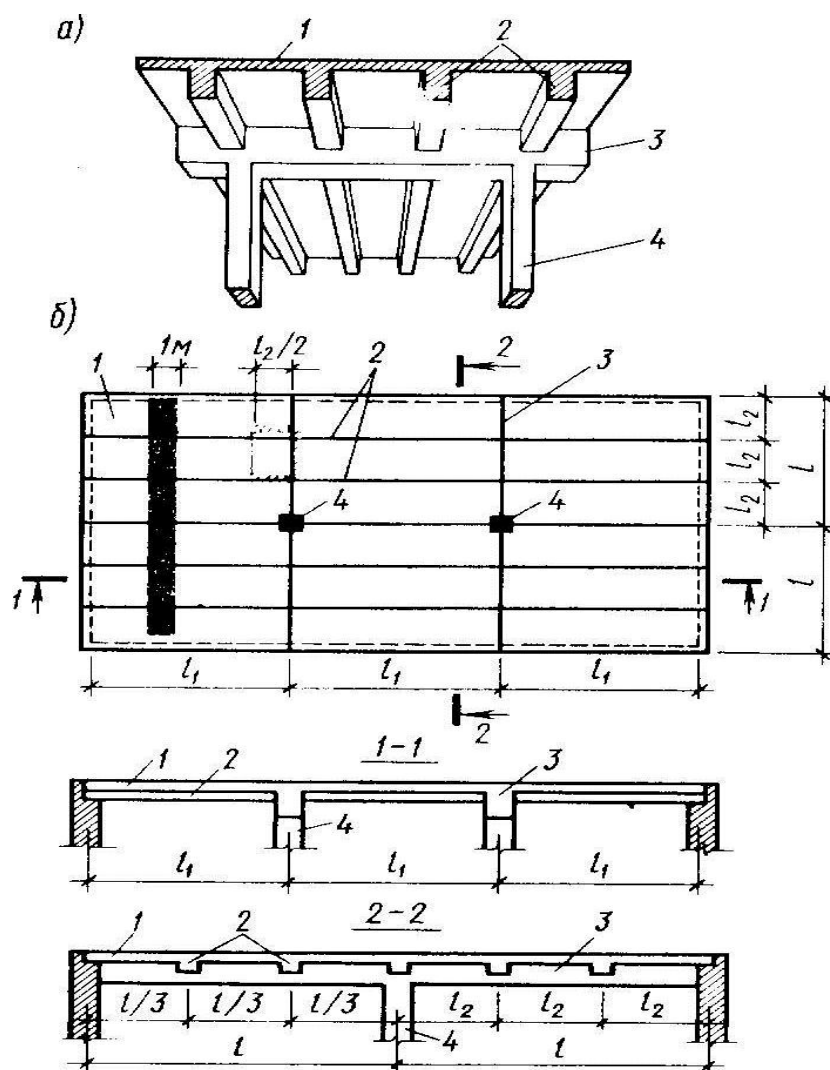
а) вақтинчалик (муваққат) фойдали юкнинг қиймати $6,0 \dots 10,0 \text{ кН/м}^2$ бўлса, плитанинг узунлиги $2,0 \dots 2,3 \text{ м}$;

б) муваққат фойдали юк қиймати $10,0 \dots 15,0 \text{ кН/м}^2$ бўлса, плита узунлиги (иккинчи даражали тўсин ўқлари орасидаги масофа) $1,5 \dots 2,0 \text{ м}$ олинади.

Ёпма тарҳини чизаётганда, иккинчи даражали тўсин ўқларини устун ўқлари билан мос тушишига алоҳида эътибор бермоқ лозим (46–расм, а).

Қаватлараро қобирғали ёпмалар плиталарининг қалинлиги одатда $6 \dots 10 \text{ см}$ оралиғида, камдан–кам ҳолларда ундан ҳиёл каттароқ олинади. Ўрта ораликларда тўсин билан плитанинг узунлиги бир хил, четки ораликларда эса тўсин узунлиги ўрта ораликқа нисбатан бироз калтароқ олинади.

Иккинчи даражали тўсинга контури бўйлаб тиралган тўсинли плиталарни ҳисоблашда эни 1 м бўлган тасма (полоса) ажратилади. (14.1б–расм).



14.1-расм. Яхлит қобирғали ёпмаларнинг тарҳи.

а) яхлит қобирғали конструкция; б) ёпма қобирғали конструкциясининг тарҳи: 1 – плита; 2 – иккинчи даражали тўсин; 3 – асосий тўсин; 4 – устун.

Шу полосанинг 1 м даги юк конструкциянинг 1 м^2 га тўғри келадиган ҳисобий юк бўлади. Таянч олди участкада $l_2 / 2$ (14.1б–расм) плита бош тўсинга қистирилгани учун у 3 томони бўйича таянган плита сифатида кўрилади.

Ёпма элементларининг ҳисоби пластик деформациялар оқибатида зўриқишларнинг қайта тақсимланишини эътиборга олган ҳолда бажарилади.

Иккинчи даражали тўсинлар кўп ораликли тавр шаклли узлуксиз тўсин сифатида ҳисобланиб, асосий тўсин ва деворлар улар учун таянч вазифасини ўтайди. Ҳисоб жараёнида, плиталар сингари, буларнинг ҳам юк кўтариш қобилияти аниқланади. Иккинчи даражали тўсинга таъсир этувчи юк икки тўсин орасида жойлашган юк майдончасида тўтархади. Юкларни жадвал кўринишида ҳисоблаш тавсия этилади.

Иккинчи даражали тўсинларнинг ҳисобий узунликларини аниқлаш учун асосий тўсиннинг кесим ўлчамларини қуйидаги тенгликлар асосида танлаймиз: $h_{г.б} = (1/8 - 1/15)l_{г.б}$, $b_{г.б} = (0,3 \dots 0,5)h_{г.б}$.

Иккинчи даражали тўсинлар деворга 25 см кириб туради. Шунга кўра уларнинг ҳисобий узунлиги қуйидаги формулалардан аниқланади:

а) четки оралик учун $l_{01} = l_1 - d + 25/2 - b_{г.б}$; б) ўрта оралик учун $l_{02} = l_2 - b_{г.б}$.

Иккинчи даражали тўсиннинг баландлиги одатда $h_{вт.б} = (1/12 \dots 1/20)l_{вт.б}$, эни $b = (0,3 \dots 0,5)h_{вт.б}$ қабул қилинади. Қобирғали конструкциялар доимий g ва муваққат u юкларга ҳисобланади.

Плита ва тўсинлардаги зўриқишларни аниқлаш. Оралиқлари тенг бўлган кўп ораликли плита ва тўсинларни ҳисоби пластик деформациялар оқибатида зўриқишларнинг қайта тақсимланишини эътиборга олган ҳолда бажарилади (14.2-расм).

Ҳамма оралиқлардаги (биринчидан ташқари) оралиқ моментлар ва ҳамма таянчлардаги (биринчи оралиқ таянчдан ташқари) таянч моментлар

$$M_{пр} = -M_{оп} = pl^2/16. \quad (14.1)$$

Плита ва тўсинлардаги биринчи оралиқдаги оралиқ моментлар ҳамда плитани ўрамли сим тўр билан арматуралаганда биринчи оралиқ таянчдаги оралиқ моментлар

$$M_{пр} = -M_{оп} = pl^2/11. \quad (14.2)$$

Тўсин ва плиталарни ясси сим тўрлар билан арматуралаганда биринчи оралиқ таянчлардаги таянч моментлари

$$M_{пр} = -M_{оп} = pl^2/14. \quad (14.2a)$$

Тўла юк p доимий g ва муваққат ϑ юклардан ташқил топади.

Муваққат юк тўсинга ихтиёрий жойлашишини эътиборга олиб, ҳисоблашларда умумлашма эпюралар қурилади.

Умумлашма эпюралар – ораликларини энг нобоп юкланганда ташқи кучлар ва конструкциянинг хусусий оғирлигидан ҳосил бўлган эгувчи моментлар графигидир. Умумлашма эгувчи моментлар эпюрасини қуриш учун ҳисобий моментнинг қийматлари қуйидаги формуладан аниқланади.

$$M = \beta_{1i}(g+p)l_{0i}^2, \quad (14.3)$$

бу ерда l_{0i} – иккинчи даражали тўсинни ҳисобий узунлиги;

β_{1j} – жадвалдан олинadиган коэффициент.

Кесим танланаётганда, иккинчи даражали тўсиннинг биринчи ораликдаги ўнг таянч кесими, аниқлик киритиш мақсадида шу таянч таъсири қайта ҳисобланади, чунки бу жойда плита чўзилишга ишлайди. Бунда кесим тўғри тўртбурчакли деб қаралади.

$$h_{0, \text{вт.б}} = 1,8(M/\gamma_{\text{би}} R_b b_{\text{вт.б}})^{1/2}, \quad (14.4)$$

бу ерда $b_{\text{вт.б}}$ – тўсиннинг кенглиги (илгари унинг қиймати конструктив равишда қабул қилинган эди).

Иккинчи даражали тўсиннинг тўлиқ баландлиги қуйидагича аниқланади:

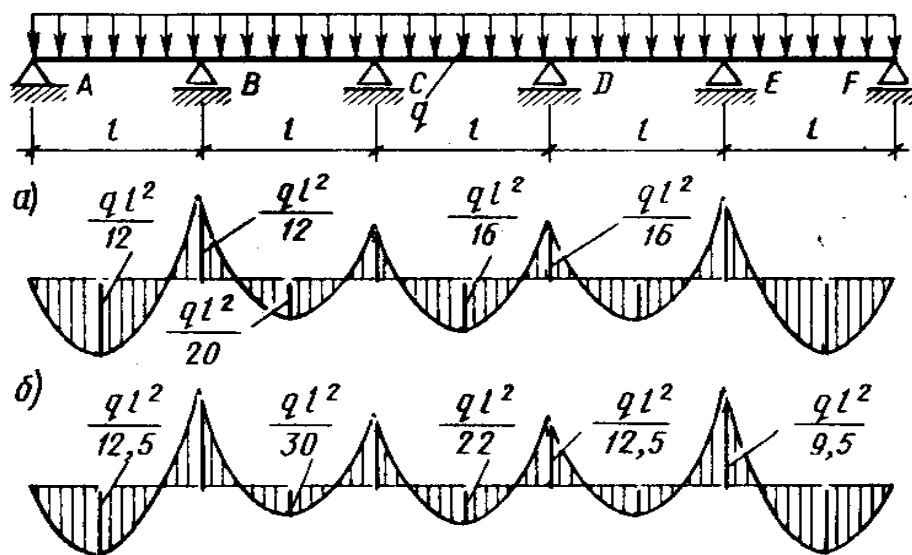
$$h_{\text{вт.б}} = h_{0, \text{вт.б}} + a_{\text{в}} + d/2, \quad (14.5)$$

бу ерда $a_{\text{в}}$ – бетоннинг ҳимоя қатлами ($a=25-30$ мм); d – ишчи арматуранинг диаметри ($d=16-40$ мм). Ишнинг сўнгида ҚМҚда баён этилган кўрсатмаларга амал қилиб, кесимни узил кесил ўлчамлари қабул қилинади.

Қабул қилинган ўлчамларнинг талабга жавоб бериш–бермаслиги қуйидаги шарт асосида текширилади:

$$Q \leq 0.3\varphi_{\omega 1}, \varphi_{b1} R_b b_{\text{вт.б}}, h_{\text{вт.б}}. \quad (14.6)$$

Ўлчамлари узил–кесил қабул қилинган, илгари топилган ҳисобий эғувчи моментлар бўйича тўртта нормал кесим учун ишчи арматуранинг кесим юзасини аниқлаймиз: бунда тўсин биринчи ва ўрта ораликда (M_1, M_3) тавр кесимли тўсин сифатида, биринчи оралик ва ўрта таянчларда (M_2, M_4) тўғри тўртбурчак кесимли тўсин сифатида қаралади. Бунда тавр шакли кесимнинг кенглиги b_f^1 иккинчи даражали тўсин ўқлари орасидаги масофага тенг қилиб олинади; аммо $h_{пл}/h_{вт.б} \geq 1$ бўлганда тўсиннинг ҳисобий узунлиги $1/3$ қисмидан ошиб кетмаслиги, $h_{пл}/h_{вт.б} < 0,1$ бўлганда кесим кенглиги $b'_f \leq 12h_{пл} + b_{вт.б}$ бўлиши зарур.



14.2-расм. Тўсин ва плиталардаги кучланишлар эпюраси.

а – караб олувчи момент эпюраси;

б – эластик схема бўйича моментлар эпюраси.

Бош тўсинлар устунларга (учлари деворга) тиралган узликсиз тўсин сифатида, иккинчи даражали тўсинлар тиралган жойларга қўйилган йиғиқ юкларга ҳисобланади.

Бош ва иккинчи даражали тўсинларнинг оралиқлари қабул қилинган хона ўлчамларига (устун тўри) мувофиқ (6х6; 9х6; 6х12 м ва ш .ў.) аниқланади. Агар таянчлар орасидаги масофа модул ўлчамларига тўғри келмаса, унда бош тўсин оралиқлари 5...8 м атрофида қабул қилинади, иккинчи даражали тўсинларни шундай қабул қилинадики, улардан бирининг

ўқи устун ўқи билан устма–уст тушиши керак. Иккинчи даражали тўсин оралиқлари 4...7 м оралиғида бўлади, улар орасидаги масофа эса (плита оралиғи) – 1,0...2,5 м атрофида бўлади.

14.2. Қия кесим бўйича мустаҳкамликка ҳисоблаш

Қия кесимнинг кўндаланг кучга таъсирига ҳисоби уч кесим бўйича олиб борилади: четки эркин тиралган таянчда ва биринчи оралиқ таянчнинг чап ва ўнгида. Тўсин узунлик бирлигида ҳосил бўладиган, кўндаланг стерженлар қабул қиладиган ҳисобий зўриқиш қуйидаги формуладан аниқланади.

$$q_{sw}=Q^2/4\varphi_{b2}R_{bt}bh_o^2, \quad (14.7)$$

бу ерда φ_{b2} – оғир бетон учун 2 га тенг бўлган коэффициент.

Кўндаланг стерженлар диаметрини тахминан қабул қилиб, улар орасидаги масофани аниқлаймиз:

$$S=R_{sw}A_{sw}n/q_s, \quad (14.8)$$

бу ерда R_{sw} – кўндаланг арматуранинг чўзилишга бўлган ҳисобий қаршилиги; A_{sw} – битта кўндаланг стерженнинг кесим юзаси; n – тўсин кесимидаги кўндаланг стерженлар сони (каркаслар).

Кўндаланг стерженлар орасидаги масофа конструктив нуқтаи назардан қуйидагича бўлиши лозим: $h \leq 45$ см бўлса, $S < h/2$; $h > 45$ см бўлса, $S < h/3$.

Юқоридаги усуллар орқали топилган масофанинг энг кичиги учун узил–кесил стерженлар орасидаги масофа қабул қилинади.

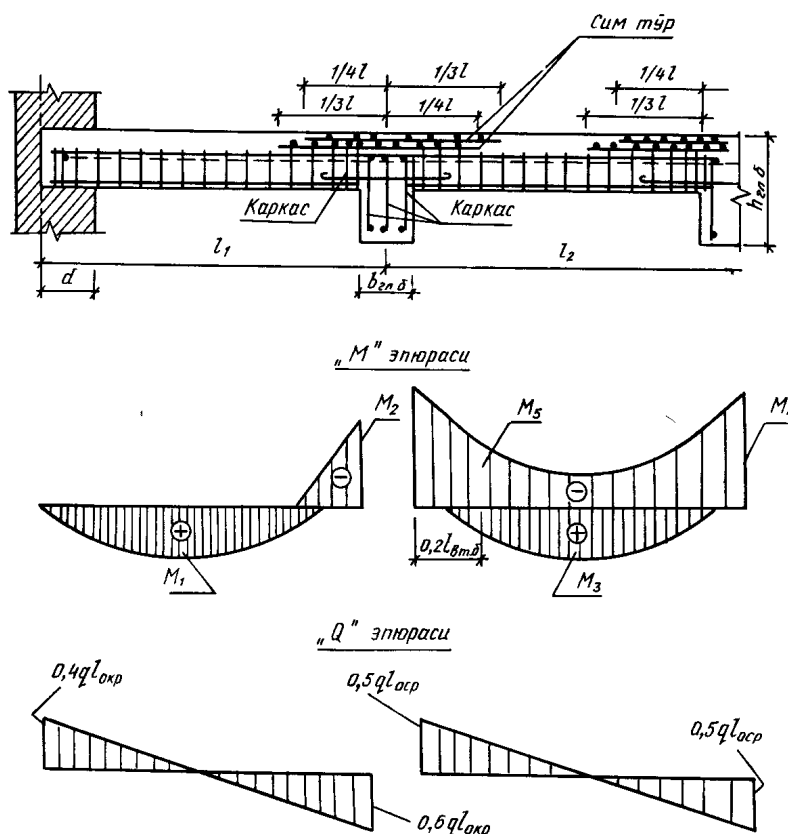
Қия кесимнинг юк кўтариш қобилияти қуйидаги шарт бўйича текширилади:

$$Q \leq Q_{wb}=2\varphi_{b2}R_{bt}b_{BT.6}h_{O.BT6}^2q_{sw}. \quad (14.9)$$

Агар бу шарт бажарилмаса, у ҳолда кўндаланг стерженлар орасидаги масофа кичрайтирилади ёки стерженларнинг диаметрлари катталаштирилади. Одатда кўндаланг стерженлар диаметри 5–12 мм

атрофида олинади. Кўндаланг стерженларни қабул қилинган қадами (оралик масофаси) тўсиннинг таянчга яқин (ораликнинг $1/4$) қисмида ишлатилади, тўсиннинг қолган қисмида кўндаланг стерженлар қадами $S \leq 3/4h$ бўлади.

Ёпмани арматуралаш. Иккинчи даражали ва асосий тўсинлар, одатда иккита каркас билан арматураланади. Бу каркаслар уларни ўрнатишдан олдин қолибда кенг фазовий каркасга бирлаштирилади (14.4-расм).



14.4-расм. Иккинчи даражали тўсинни арматуралаш.

Асосий тўсинга баъзан учинчи каркас қўйилади. Шунинг ҳам ҳисобга олиш керакки, бу каркас ёки стерженларнинг бир қисми, М эпюрага мувофиқ устун қиррасига етказилмасдан узиб ташланади. Иккинчи даражали тўсиннинг каркаси асосий тўсин қиррасига етказиб қўйилади. У жойга қўшимча каркас ёки тўр ўрнатилади. Таянч яқинидаги асосий тўсин алоҳида каркаслар билан арматураланади. Бу каркаслар колонналарнинг каркасларидан ўтказилади.

Плитанинг ишчи арматураси бўйламасига жойланган ўрамли сим тўрлар билан арматураланади. Бунда тўр устки зонада (моментларнинг

миқдори нолга тенг бўлган зонада) таянч ўқидан 0,25l масофага киритилади. Охирги ораликларда асосий тўрга қўшимча тўр қўйилади. У кейинги ораликда 0,25l масофада киритиб қўйилади. Иш стерженларининг диаметри 6 мм ва ундан ортиқ бўлганда тўрлар билан алоҳида–алоҳида арматураланади (14.4-расмга қаранг).

A_s нинг топилган қийматига қараб, ишчи арматуранинг сони ва диаметри аниқланади. Арматура каркасларининг сони кесимнинг кенглигига боғлиқ: агар $b_{вт.б} < 15$ см бўлса – 1 та каркас, $b_{вт.б} = 15–25$ см бўлса – 2 та каркас, $b_{вт.б} > 25$ см бўлса – 3 та каркас ўрнатилади. Одатда, ҳар бир каркас битта ёки иккита ишчи стерженга эга бўлади. Ясси каркаслар ҳосил қилиш учун юқори зонага диаметри ишчи стержен диаметрининг ярмидан кичик бўлмаган монтаж стерженлари пайвандланади, иккинчи даражали тўсинларининг оралик таянчларига яқин қисмлари симтўрлар билан арматураланади. Ясси каркасларнинг юқори қисмига қўйилган арматуралар юзасининг етарлилигини текшириш учун кесим манфий момент M_5 таъсирига ҳисобланади.

Мавзу 15. Замин ва пойдеворлар

Таян сўзлар: замин, пойдевор, пойдевор турлари, қозикли пойдевор, яхлит пойдевор, алоҳида турувчи пойдевор, пойдеворларни лойиҳалаш, ҳисоблаш, арматуралаш.

15.1. Пойдеворларни лойиҳалаш, ҳисоблаш, арматуралаш

Алоҳида пойдеворларнинг ҳисоби икки қисмдан ташкил топади:

а) заминни ҳисоблаш орқали пойдеворнинг тархдаги ўлчамлари аниқланади;

б) пойдеворни мустаҳкамликка ҳисоблаш йўли билан унинг алоҳида қисмларининг ўлчами белгиланади ва арматура миқдори аниқланади.

Пойдевор арматурасининг минимал руҳсат этилган фоизи эгилувчан элементлардаги каби бўлади.

Пойдевор остки сиртининг зарурий юзаси қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$A_{\phi} = N_{ser} / (R_{гр} - \nu_m H_{\phi}), \quad (15.1)$$

бу ерда $R_{гр}$ – грунтнинг меъёрий қаршилиги; $\nu_m = 20 \text{ кН/м}^3$ – пойдевор ашёси ва унинг поғонасидаги грунтнинг ўртача ҳажм оғирлиги; H_{ϕ} – пойдевор баландлиги; N_{ser} – пойдевор остки сиртига таъсир этувчи меъёрий юк.

Пойдеворнинг минимал фойдали баландлиги h_o бетоннинг босим остидаги мустаҳкамлик шартидан топилади. Бунда босим пирамидаси устунидан бошланиб, у билан 45° бурчак ташкил қилади (15.1,а-расм):

$$h_o = -h_k b_k / 4 + 1/2 [N / (R_{bt} + P_{гр})], \quad (15.2)$$

бу ерда R_{bt} – бетоннинг чўзилишдаги ҳисобий қаршилиги; N – пойдеворнинг остки сиртига таъсир этувчи ҳисобий зўриқиш бўлиб, бу зўриқиш юк майдончаси чегарасида том, ораёпмалар, устунлар оғирлигидан ҳосил бўлади ва биринчи қават устунни орқали пойдеворга узатилади; $P_{гр}$ – пойдевор остки кучланиши, грунтга берилидаган ҳисобий босим $P = N/A$. Пойдеворнинг тўлиқ баландлиги $H_{\phi} = h_o + a$, бу ерда a – ҳимоя қатлами. Пойдеворнинг эзилиб синишига мустаҳкамлиги қуйидаги шартдан текширилади. Бунда эзилиб синиш ён томонлари 45° бурчак остида қийшайган пирамида текислиги бўйича содир бўлади деб қабул қилинади.

$$F \leq R_{bt} u_m h_o, \quad (15.3)$$

бунда F – эзиб синдирувчи куч; $u_m = 2/(h_c + b_c + 2h_o)$ – остки ва устки пирамида периметрларининг пойдевор ишчи баландлиги h_o оралиғида ўртача арифметик қиймати. Пойдеворнинг бир қисми грунтнинг реактив босими остида пойдевор массивига маҳкамланган консол каби ишлайди. Шу схемага мувофиқ пойдевор устун ва ҳар бир поғонанинг қирраларидаги кесим ҳисобланади (I–I; II–II кесимлар). Пойдеворнинг остки поғонаси консолини кўндаланг арматурасиз лойиҳалаш мумкин, яъни у учун $Q_{II} \leq 0,6 R_{bt} b h_{o1}$, шарт бажарилиши лозим. Бунда h_{o1} – остки поғонанинг ишчи баландлиги. Кўндаланг кучнинг минимал қиймати II–II кесим учун қуйидаги формуладан аниқланади:

$$Q_{II} = 0,5p(a - a_1)b. \quad (15.4)$$

Таққослаш мақсадида пойдеворнинг тўлиқ баландлигини конструктив равишда ҳам топилади: $H_{\phi} = h_3 + 5 + h_{дн}$, бу ерда $h_3 + 5 = h_{ст}$ стакан чуқурлиги, см; $h_{дн}$ – пойдевор туби қалинлиги, 25 см олинади. Икки хил йўл билан аниқланган H_{ϕ} дан қайси бири катта бўлса, ҳисоблаш учун ўшаниси қабул қилинади. Пойдевор пастки поғонасининг ишловчи (фойдали) баландлиги куйидаги формуладан аниқланади:

$$h_{01} = 0,5P/R_{bt}[A - h_k - 2(H_{\phi} - a)]. \quad (15.5)$$

У ҳолда пастки поғонанинг тўлиқ баландлиги $h_1 = h_{01} + a > 30$ см бўлади. Қолган поғоналар босим пирамидасидан топилади.

15.2. Алоҳида пойдеворнинг ҳисобий схемаси

Пойдевор туби арматураларини аниқлаш учун I–I ва II – II кесимларни мустаҳкамликка ҳисоблаймиз. Бу кесимлардаги ҳисобий эгувчи моментлар куйидаги формулалардан аниқланади:

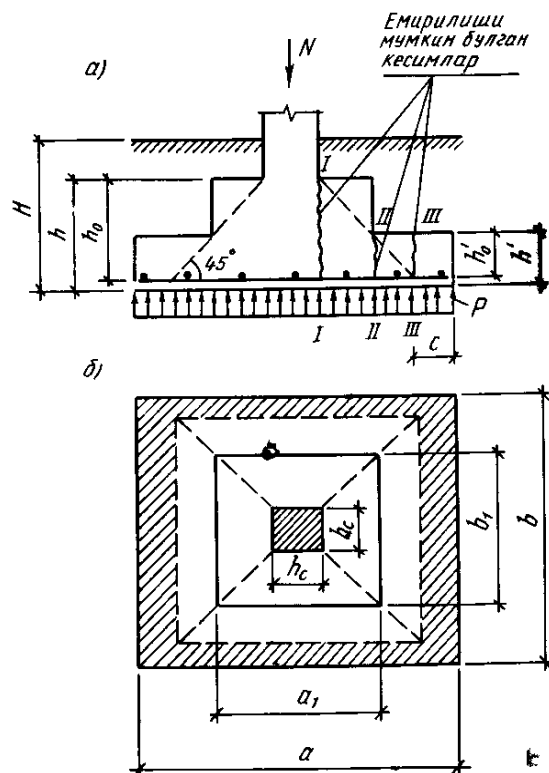
$$M_{I-I} = 0,125P(a - h_k)^2b, \quad M_{II-II} = 0,125P(a - a_1)^2b. \quad (15.6)$$

Ишчи арматуранинг зарурий юзаси

$$A_{si} = M_{I-I}/0,9R_s h_o, \quad A_{si} = M_{II-II}/0,9R_s h_o^1 \quad (15.7)$$

формулалардан аниқланади, бу ерда R_s – арматуранинг ҳисобий қаршилиги.

Пойдевор тагининг кенглиги 3 м гача бўлганда A_{s1} ва A_{s2} дан қайси бири катта бўлса, арматура диаметри ва сони ўшанга қараб танланади. Таг кенглик 3 м дан ортиқ бўлса, арматурани тежаш мақсадида стерженлардан ярмининг узунлигини 1/10 га қисқартириш мумкин. Пойдевор арматурасининг минимал руҳсат этилган фоизи эгилувчан элементлардаги каби бўлади (15.1-расм). Тош, ғишт ёки бетон пойдевор ўрнига темирбетон пойдевор ишлатилса, унинг чуқурлигини анча камайтириш имконияти туғилади. Бу эса пойдеворнинг арзонлашувига олиб келади.

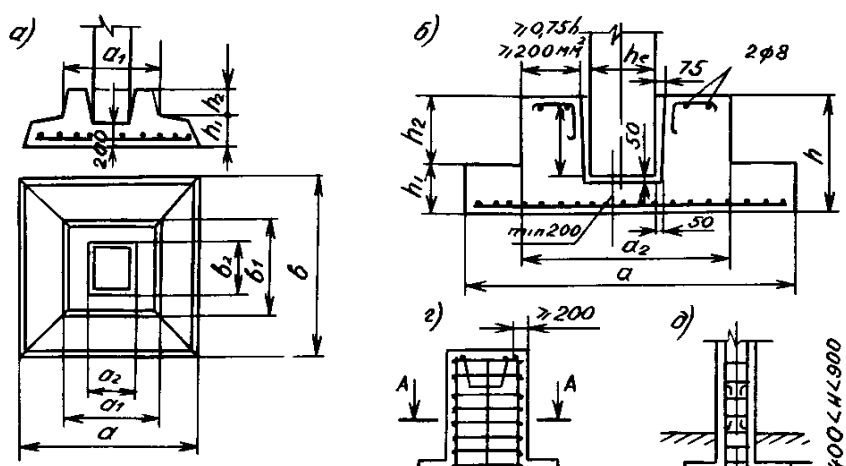


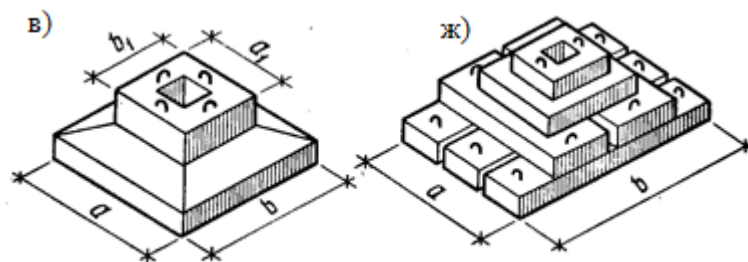
15.1-рasm. Алоҳида пойдевор (пойустун) тарҳи.

а – босим пирамидаси; б – пойдевор тарҳи.

15.3. Устун ости пойдеворлари.

Бундай пойдеворларнинг афзаллиги шундан иборатки, булар йиғма темирбетон пойдеворлар қўллаш ҳисобига ташкил этиш самарадорлигини янада оширади (15.2,ж-рasm).





15.2-расм. Устун остига қўйиладиган алоҳида пойустунлар.

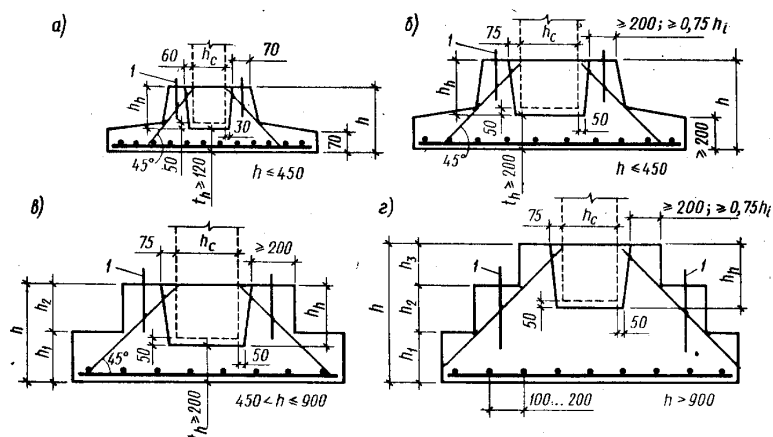
а-алоҳида турувчи пойдевор; б- алоҳида турувчи пойдевор қирқими;

в-алоҳида турувчи пойдеворнинг ўлчамлари; г,д-пойдеворда арматураларни жойлаштириш; ж-йиғма пойдевор элементларидан ташкил этилган пойдевор.

Устун остига ўрнатиладиган алоҳида пойдеворлар кўпинча тарҳда квадрат кўринишга эга бўлади. Пойдеворга қўйиладиган юк номарказий бўлса, уни тўғри тўртбурчак шаклида олинади. Кичик йиғма пойдеворлар бутун пирамида (15.2,а–расм) ёки поғонали (15.2,б–расм) кўринишда ишланади, каттароқлари эса бир неча бўлакдан ташкил топади (15.2,ж–расм).

Йиғма устунлар пойдеворга бикир маҳкамланади. Устуннинг пойдевор ичига кириб туриш чуқурлиги устун кўндаланг кесимининг катта ўлчамидан кичик бўлмаслиги ёки устуннинг бўйлама ишчи арматураси $20d$ дан кам бўлмаслиги лозим. Устун остига пойдевор чуқурчасига (стаканга) 50 мм қалинликда бетон қуйилади, чуқурча деворлари билан устун орасидаги масофа пастда 50 мм, юқорида 75 мм ни ташқил этади. Стакан туби ва деворларининг қалинлиги 200 мм дан кам бўлмаслиги керак. Стакан деворлари ҳисобланмай, конструктив арматураланади, бироқ, уларни арматуралаш шарт эмас (15.3-расм).

Яхлит пойдеворлар ҳам, йиғма пойдеворларга ўхшаб, пайванд тўрлар билан арматураланади. Пойдевор билан устунни бикир бириктириш учун пойдевордан чиқариб қўйилган арматура устундан чиқиб турган арматурага пайвандланади. Тўқима каркасларда арматура пайвандланмай, ёнма–ён қўйиб боғланади.



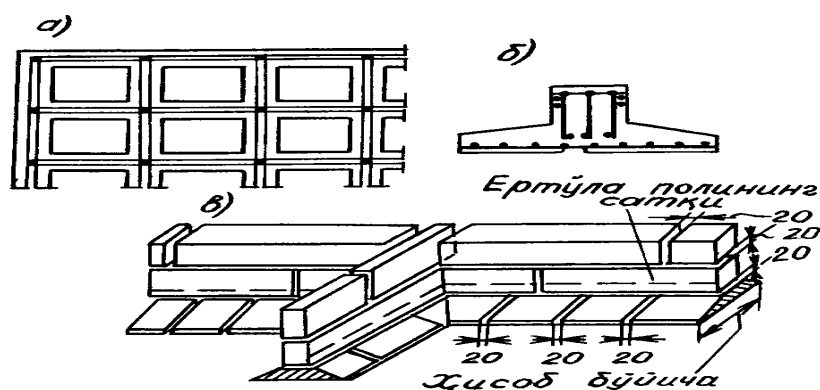
15.3-расм Стакан туридаги йиғма пойдеворлар.

а–таянч пойдевори; б–бино устунларининг жойлашиши; в, г – поғонали пойдеворлар; 1– монтаж илмоқлари.

Устунга бикир бирикишини таъминлайдиган йиғма пойдеворнинг минимал конструктив баландлиги $h \geq h_h + t_{h_1}$, бунда $h_h \geq h_c + 5$ см ва $h_h \geq l_{an} + 6$ см бўлиши керак. Устун билан пойдеворни бириктириш учун орасидаги бўшлиқ синфи В12,5 дан юқори бўлган бетон билан тўлдирилади. Агар стакан деворининг баландлиги 200 мм ва $0,75h_l$ ва ундан катта бўлса, (бунда h_l – устки поғона баландлиги) унинг деворларини арматураламаса ҳам бўлади. Агар бу шарт бажарилмаса, унда унинг деворларини ҳисобга мувофиқ арматуралаш лозим. Бунда девор қалинлиги 150 мм дан кам бўлмаслиги керак.

15.4. Тасмасимон ва яхлит пойдеворлар

Тасмасимон пойдеворлар узун деворлар остига, ўзаро яқин жойлашган устун қаторлари остига, заиф грунтли иморатлар остига ўрнатилади. Алоҳида пойдеворлар ораси қисқа бўлса, уларни ўзаро бирлаштириб, тасма кўринишига келтириш мақсадга мувофиқдир. Тасмасимон пойдеворлар 14.5,а,б–расмда кўрсатилгандек, қуйма (яхлит) ёки йиғма бўлиши мумкин. Йиғма пойдеворлар, ўз навбатида, яхлит, қобирғали ёки бўшлиқли блоклардан ташкил топади (15.4,в–расм).



15.4–расм. Тасмасимон пойдеворлар.

а – тасмасимон пойдевор тарҳи; б – тасмасимон яхлит пойдевор кесими; в – девор ости тасмасимон йиғма пойдеворлар.

15.5. Девор ости тасмасимон пойдеворлари

Одатда, улар йиғма бўлиб, алоҳида ёстиқ–блок ва пойдевор блокларидан ташкил топади. Ёстиқ–блоклар тўғри тўртбурчак ёки трапеция кесимли яхлит, қобирғали ёки бўшлиқли бўлади. Ён кўриниши трапеция шаклига эга бўлган яхлит блоклар кенг тарқалган. Уларнинг тагига битта арматура сим тўри қўйилади, шунинг учун уларни тайёрлаш бошқа блок турларига қараганда анча осон.

Ёстиқ–блоклар ўзаро зич қилиб ёки орасида кичик жой қолдириб терилади. Ёстиқ–блокнинг кенглиги ҳисоблаш йўли билан аниқланади; бунинг учун меъёрий юкни грунт қаршилигига бўлинади. Ёстиқнинг мустаҳкамлиги фақат кўндаланг йўналишда текширилади. Бунда ёстиқнинг ҳисоблаш тарҳи консоль тўсин кўринишида олиниб, унга фақат грунт босими таъсир этади, деб фараз қилинади. Арматура юзаси момент $M = pl^2/2$ бўйича аниқланади (15,4,б–расм). Ёстиқ қалинлиги h бетонга таъсир этувчи кўндаланг куч $Q = pl$ орқали топилади, бироқ h нинг қиймати 200 мм дан кам бўлмаслиги керак.

Номарказий юкланган пойдеворлар. Улар момент таъсир қиладиган текисликка чўзилган тўғри тўртбурчак кесимли қилиб тайёрланади. Пойдевор тагининг ўлчамлари унинг четидаги грунтга тушадиган босим $1,2R$ дан, ўртача босим эса R дан ошмаслик шартидан аниқланади.

Пойдеворни грунтга тўлиқ ёки тўлиқсиз тегишида пойдевор тагидаги босим эпюраси трапеция (15.5,а–расм) ва учбурчак (15.5,б–расм) шаклида бўлади.

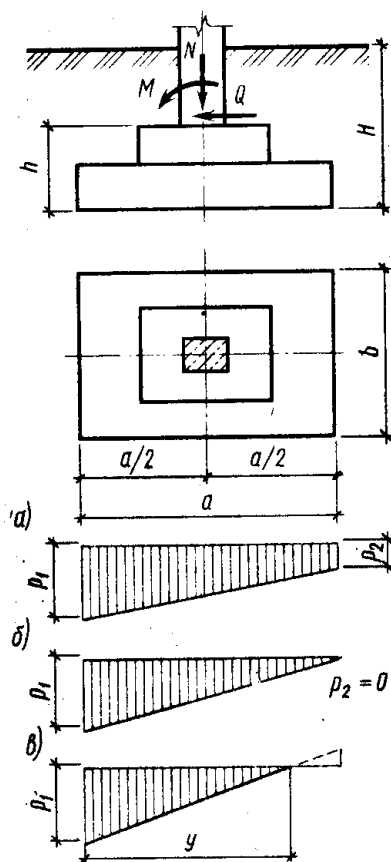
Пойдевор тагидаги грунтга тушадиган босим қуйидаги формулалардан аниқланади:

бир ишорали босим учун, яъни

$$e_{of} = M_{nf}/N_{nf} \leq a/6 \text{ бўлса,}$$

$$p_{n,1,2} = (N_{inf}/ab) \pm (6M_{inf}/ba^2); \quad (15.8)$$

икки ишорали босим учун, пойдеворнинг узилиши содир бўлганда, яъни, $e_{of} = M_{inf}/N_{inf} > a/6$ бўлса, $p_{n1} = 2N_{inf}/by = 2N_{inf}/3b(0,5a - e_{of})$, (15.9)



15.5-расм. Номарказий юкланган пойдевор тагидаги грунтга тушадиган босим эпюраси.

бу формулаларда N_{inf} ва M_{inf} – пойдевор тагидаги келтирилган куч

$$N_{inf} = N_n + \gamma_m H A; \quad M_{inf} = M_n + Q_{inf} h, \quad (15.10)$$

бунда N_{inf} , M_{inf} , Q_{inf} – юклар бўйича ишончилилик коэффициенти $\gamma_f=1$ да аниқланган, пойдевор устидаги устунга таъсир қилувчи бўйлама куч, эгувчи момент ва кўндаланг кучлар.

Пойдевор тагининг ўлчамлари танлаш йўли билан аниқланади. Дастлаб томонлар нисбатини $m = b/a = 0,6 \dots 0,8$ олиб, грунт босимининг эпюраси трапеция кўринишида бўлганда, пойдевор тагининг томонларини ўлчамларини аниқлаш мумкин:

$$a = e_{of}(2 + \sqrt{1,055k - 2,5}), \quad (15.11)$$

$$\text{бунда} \quad k = N_n / (1,2R - \gamma_m H) m e_{of}^2. \quad (15.12)$$

Олинган ўлчамларни a ва b яхлитлаб, (15.8) формуладан грунтга тушадиган босим текширилади. Бунда $p_{n1} \leq 1,2R$; $0,5(p_{n1} + p_{n2}) \leq R$ шарт бажалилиши лозим. Номарказий юкланган пойдеворнинг баландлиги марказий юкланган пойдевордаги каби аниқланади. Номарказий юкланган пойдеворнинг эзилишга (продавливание) мустаҳкамлиги грунтнинг энг катта реактив босимиға текширилади.

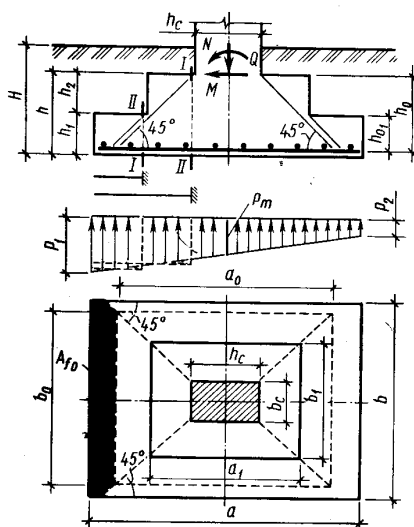
$$F \leq R_{bt} u_m h_o, \quad (15.13)$$

мустаҳкамлик шартида эзадиган куч $F = p_1 A_{fo}$ деб қабул қилинади, бунда A_{fo} – пойдевор таги юзасининг бир қисми; p_1 – грунтнинг максимал реактив босими; $u_m = 2(h_c + b_c + 2h_o)$ – пойдевор ишчи баландлиги h_o оралиғида босиш пирамидасининг остки ва устки периметрлари орасидаги ўрта арифметик қиймати. Эзилиш пирамидасининг ўртача периметри u_m унинг қиррасини ўртача ўлчами $b_m = 0,5(b_c - b_o)$ билан алмаштирилади.

Грунтнинг реактив босими ҳисобий юкларнинг таъсиридан $\gamma_m > 1$ бўлганда, пойдевор ва грунт вазнини ҳисобга олмасдан аниқланади (15.6-расм).

$$P_{1,2} = N_f/ba \pm 6M_f/ba^2, \quad (15.14)$$

Пойдеворни кўндаланг куч таъсирига ҳисоби ва арматурани танлаш марказий юкланган пойдевордаги каби момент таъсир қиладиган ва унга тик бўлган текисликда олиб борилади. Эгувчи момент ва кўндаланг кучлар I–I, II–



15.6-расм. Номарказий юкланган пойдеворни ҳисоблаш тарҳи.

II кесимларда ва шунга ўхшаш тик текисликнинг III–III ва IV–IV кесимларида аниқланади. Пойдевор консолига таъсир қиладиган момент ва кўндаланг кучларнинг қийматларини грунт реактив босимининг трапеция кўринишидаги эпюрасини унга тенг бўлган тўғри тўртбурчак кўринишига алмаштириб аниқлашга руҳсат этилади.

Мавзу 16. Тош-ғишт конструкциялари ва уларни ҳисоблаш

Таянч сўзлар. тош-ғишт конструкциялар, тош-ғишт конструкцияларни ҳисоблаш усуллари, армотош конструкциялар.

16.1. Тош-ғишт конструкциялари ҳақида умумий маълумотлар

Табиий тошдан ишланган конструкциялар инсоният тарихида биринчи қурилиш конструкциялари бўлган. Тош асридаёқ табиий тошдан дастлабки иншоотлар қурилган. Жамиятнинг ишлаб чиқариш кучлари тараққий этиши

билан йўнилган тош, биринчи сунъий тош-хом ғишт ва ниҳоят, пишиқ ғишт ишлатила бошланди.

Армотош конструкциялар, яъни пўлат арматурали тош-ғишт конструкциялар XIX асрда пайдо бўлди. 1813 йилда Англиядаги фабрикалардан бирида темир ва ғишtdан ишланган мўркон қувири бу турдаги биринчи иншоот ҳисобланади. Кейинчалик Англияда 1825 йили Темза яқинидаги туннелар, АҚШда 1853 йили сув сақлашга мўлжалланган катта резервуар қурилишида тош-ғишт ва арматуралар ишлатилган. Армотош конструкциялар бизнинг мамлакатимизда ҳам кенг миқёсда ишлатилган. Бунга мисол қилиб, Хива, Бухоро ва Самарқандда қурилган тарихий обидалар ва иншоотларни кўрсатиш мумкин.

Тош-ғишт ва армотош конструкцияларнинг оловбардошлиги, тайёрлаш осонлиги, чидамлилиги, улардан фойдаланишда кам маблағ сарф бўлиши бу хилдаги конструкцияларнинг афзаллигидир. Тош-ғишт ва армотош конструкциялар ўз массасининг катталиги, шунингдек, нисбатан тўла индустрлаштиришнинг имкони йўқлиги уларнинг камчилиги ҳисобланади.

Ҳозирги вақтда тош-ғишт конструкциялар, асосан, турли хил бино ва иншоотларнинг девор ҳамда устунларини тиклашда ишлатилади. Баъзан, оғир жинсли табиий тошлардан пойдеворлар ётқизишда фойдаланилади. Армотош конструкциялар турли хил муҳандислик иншоотлари, масалан, тутун чиқариш қувурлари резервуарлар ва шу каби иншоотлар қурилишида ишлатилади.

16.2. Тош-ғишт конструкциялари учун ишлатиладиган материаллар

Тош-ғишт ва армотош конструкциялар учун зарур бўладиган асосий материалларга тошлар (табиий ёки сунъий), қоришмалар, пўлат арматура киради.

Тош-ғиштлар бир неча сифатларига қараб таснифланади. Келиб чиқишига кўра табиий ва сунъий тошлар бўлади. Табиий тошлар

карьерлардан казиб олинади. Сунъий тош-ғиштлар юқори ҳароратда пишириш ёки боғловчи моддалар асосида қотириш йўли билан тайёрланади.

Тошлар катта-кичиклигига қараб баландлиги 50 мм гача ва ундан ортиқ бўлган йирик (блоклар), баландлиги 200 мм гача бўлган майда донали тошлар ҳамда баландлиги 65, 88 ёки 103 мм, режадаги ўлчамлари эса 250x120x65 мм ли ғиштларга ажратилади. Тош материалларга қуйидаги асосий талаблар қўйилади: улар мустаҳкам, узоққа чидамли ва иссиқликни сақлаш хоссаларига эга бўлиши лозим. Тош-ғиштлар мустаҳкамлигининг асосий кўрсаткичи унинг маркаси ҳисобланади.

Марка уларнинг сиқилишга бўлган вақтли қаршилиги бўйича, ғиштлар учун эса эгилишдаги мустаҳкамлигини ҳисобга олган ҳолда сиқилишдаги вақтли қаршилиги бўйича белгиланади. Мустаҳкамлиги паст (4, 7, 10, 15, 25, 35, 50 маркали) тош материалларга юмшоқ охак-тошлар, хом ғишт, енгил бетон тошлар, ўртача мустаҳкамликдаги материалларга (75, 100, 125, 150, 200 маркали) табиий енгил тошлар, бетон ва сопол тошлар, турли хил ғиштлар киради. Юқори даражада мустаҳкам (250, 300, 400, 500, 600, 800, 1000 маркали) тош материалларига табиий оғир ва бетон тошлар ва клинкер ғиштлари киради.

Тошнинг совуқбардошлиги унинг узоққа чидамлилигининг асосий кўрсаткичи ҳисобланади. Совуқбардошлик бўйича маркаси тошнинг музлаш-эриш цикллариининг нечтасига бардош беришини ифодалайди. Тош материалларининг совуқбардошлик бўйича қуйидаги маркалари белгиланган: F10, F 15, F 25, F 35, F 50, F 75, F 100, F 150, F 200, F 300.

Материалнинг талаб этиладиган совуқбардошлиги конструкция турига, уни ишлатилиш шароитларига ва талаб этиладиган узоққа чидамлилик (ишончлилик) даражасига боғлиқ бўлади. Узоққа чидамлиликнинг уч даражаси белгиланган: **I даража**- хизмат муддати оширилган (тахминан, 100 йилдан ортиқ) тўсиқ конструкциялар учун; **II даража**-хизмат муддати ўртача бўлган (50-100 йил) тўсиқ конструкциялар учун; **III даража**-хизмат муддати камайтирилган (20-50 йил) тўсиқ конструкциялар учун.

Иссиқлик изоляцияси хоссалари бинонинг ташқи деворларини тиклашда бир йўла қилинадиган сарфга ҳам, бинони иситишга кетадиган эксплуатацион сарфларга ҳам жиддий таъсир этади. Материалнинг хажмий массаси қанча катта бўлса, унинг иссиқлик ўтказувчанлиги шунча юқори бўлади, ташқи деворлар қалин бўлса қимматга тушади. Шу сабабдан, ташқи деворлар учун хажмий массаси кичик бўлган тош материаллар ёки ғовакли ғишт, ғовақдор бетон, ичи бўш керамик ёки бетон тошлар ишлатиш мақсадга мувофиқдир.

Тош-ғишт териш учун цементли, охакли, гипсли, гилли ва аралаш қоришмалар ишлатилади. Хажмий массаси γ га кўра улар оғир ($\gamma \geq 1500 \text{ кг/м}^3$) ва енгил ($\gamma < 1500 \text{ кг/м}^3$) қоришмаларга бўлинади. Оғир қоришмалар учун кварцли, охакли ва бошқа кумлар, енгил қоришмалар учун эса шлак, туф, пемза кукунлари ва бошқа енгил кумлар тўлдирувчи материал бўлиб ҳисобланади. Қоришма алоҳида тошларни бир-бирига боғлаб, яхлит деворга айлантиради. Қоришма орқали кучланиш бир тошдан иккинчи тошга текис узатилади, шунингдек, деворнинг ҳаво ва нам ўтказувчанлиги камаёди. Шунга кўра деворнинг мустаҳкамлиги, узоққа чидамлилиги, теплотехник кўрсаткичлари кўп жиҳатдан қоришманинг таркиби ва миқдорига боғлиқ. Қоришма деворнинг горизонтал ва тик чокларини тўлдириш учун қулай бўлиши, таркибидаги сувни тутиб тура оладиган даражада кўзғалувчан бўлиши керак. Унинг таркиби бир жинсли, қотгандан кейин эса талаб этиладиган даражада мустаҳкам ва совуқбардошли бўлиши керак. Қоришманинг мустаҳкамлиги унинг маркаси билан баҳоланади. Бу марка қоришмадан қирралари 7 см ли 28 кун нормал шароитда ($t=20 \pm 2^\circ\text{C}$, $\phi=65 \pm 5\%$) сақланган кублар сиқилганда кўрсатган вақтли қаршилик (кг/см^2 да) билан белгиланади. Қоришмалар учун 4, 8, 10, 25, 50, 75, 100, 150, 200 лойиҳа маркалари белгиланган.

Арматош конструкцияларга ишлатиладиган арматура А-I синфдаги қайноқ холида прокатланган пўлат, А-II синфдаги, диаметри 6 мм гача

бўлган даврий профилли пўлат, шунингдек, В_p-I синфдаги, диаметри 3-8мм ли совуқлайн чўзиб тарам-тарам қилинган оддий арматура симлардан иборат.

Тош-ғишт деворнинг мустаҳкамлиги тош билан қоришманинг мустаҳкамлигига, териш сифатига ва бошқа омилларга боғлиқ. Тадқиқотлар натижаси шуни кўрсатадики, деворнинг тик чоклари амалда ҳеч қандай иш бажармайди, чунки қоришма кота бошлагач киришиб, тош билан боғланиши бузилади.

Юк деворнинг юқори қаторларидан пастки қаторларига горизонтал чоклар орқали берилади. Қоришманинг қотиши бир хил бўлмаганлиги ва тошлар нотекис бўлганлиги сабабли, юк айрим нуқталарга бир текис узатилмайди. Натижада, сиқилган девордаги тошлар фақат сиқилибгина қолмай, балки эгилади ва хатто дарз кетади.

Ўқ бўйлаб сиқилиш жараёнида, ҳар қандай материал сингари девор ҳам кўндалангига деформацияланади. Қоришманинг кўндалангига деформацияланиши одатда, тошникидан ортиқ бўлади. Қоришма билан тош ўзаро боғланганлиги сабабли, улар мустақил деформациялана олмайди. Бунинг оқибатида боғланишнинг горизонтал текисликлари бўйлаб уринма кучланиш пайдо бўлади. Бу кучланиш таъсири остида қоришма сиқилади, тош эса кўндаланг йўналишда чўзилади. Қоришма қанча кучсиз бўлса, чузувчи кучланишлар шунча катта бўлади. Шу сабабли қоришманинг мустаҳкамлиги камаяди.

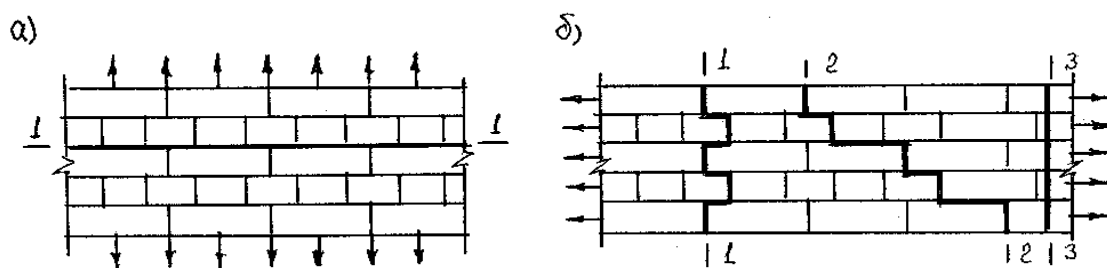
Тик сиқувчи юкнинг деворни бузиш даражасига қадар ортиб бориши 4 босқичда ўтади. **I-босқич** (девордаги кучланиш бузувчи кучланишнинг 50% идан кам) - девор яхлит материалдек ишлайди, унда ёриқлар пайдо бўлмайди; **II-босқичда** айрим ғиштларда маҳаллий тик ёриқлар пайдо бўлади; улар баландлик бўйлаб деворнинг 1-3 қаторигача тарқалади. Бу ёриқлар, одатда, хали ҳавфли ҳисобланмайди, чунки улар ўзгармайдиган юк таъсирида бошқа тарқалмайди, кучланиш эса бузувчи кучланишнинг фақат

50-70% ини ташкил этади; шу билан бирга жуда пишиқ қоришма ишлатилган девордаги кучланиш бузувчи кучланишнинг 70-80% ига етиши мумкин. III босқичда тик ёриқларнинг айримлари туташади, бунинг оқибатида материал алоҳида устунчаларга бўлинади; бу пайтда девордаги кучланиш бузувчи кучланишларнинг 80-90% ига тенг бўлади. Нихоят, деворнинг бузилиши **IV босқичда** бошланади. Бунда материалда илгари пайдо бўлган айрим устунчалар устиворлигини йукотиб, бузилади. 10 ва ундан юқори маркадаги қоришмаларда тикланган деворнинг сиқилишга вақтли қаршилиги R_u (мустаҳкамлик чегараси) Л.И.Онишчик формуласидан аникланади:

$$R_u = K_R R_1 \left[1 - \frac{a}{b + R_2 / 2R_1} \right]. \quad (16.1)$$

бу ерда $R_{1,2}$ - тош-ғишт ва қоришманинг тегишлича мустаҳкамлик чегараси; а ва в-девор турини ҳисобга олувчи эмпирик коэффициентлар: $a=0,09-0,2$; $b=0,25-0,30$; K_R - конструктив коэффициент.

Деворнинг сиқилишга бўлган мустаҳкамлигидан ташқари, баъзи ҳолларда чўзилиш ва кесилишга бўлган мустаҳкамлигини эътиборга олишга тўғри келади. Деворнинг чўзилиши боғланган ва боғланмаган кесимда содир бўлиши мумкин (16.1-расм).



16.1-расм. Теримнинг чузилиш схемаси.

а-боғланмаган кесимда; б-боғланган кесимда.

Боғланган кесим бўйлаб чўзилишда девор қоришма бўйича 1-1 ёки тош-ғишт ва қоришма (2-2 ёки 3-3) бўйича бузилади. Боғланмаган кесимда девор, одатда, тош-ғишт билан қоришманинг горизонтал чокларига туташган жойидаги текислик бўйича бузилади. Бироқ, қоришманинг чузилиш вақтидаги мустаҳкамлик чегараси тош билан қоришма ўртасидаги

боғланишдан кам бўлиб қолса, унда девор қоришма бўйича бузилиши мумкин.

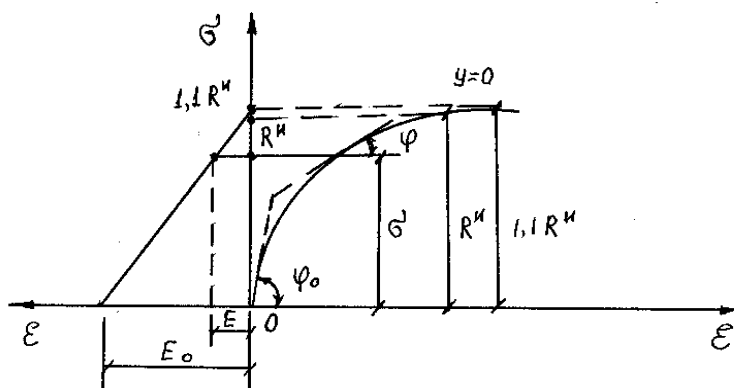
Деворнинг боғланган кесим бўйлаб марказий чўзилиши доиравий резервуарлар, силос миноралари ва бошқа иншоотларни ҳисоблашда, эгилишда чўзилиши эса деворлар ва устунларнинг номарказий сиқилишини ҳисоблашда эътиборга олинади.

Баъзи ҳолларда тош девор кесилишга ҳам ишлаши мумкин.

Бунда кесилиш боғланган ва боғланмаган кесим бўйлаб ҳам, бўлиши мумкин.

16.3. Тош-ғишт деворларнинг деформацияланиши

Девор эластик жисм бўлмаганлиги учун кучланишлар билан деформациялар ўртасидаги боғлиқлик чизикли бўлмайди (16.2-расм). Тош-ғишт теримнинг берилган кучланишлар бўйича деформация модули бу кучланишларга тўғри келадиган нуқтадаги эгри чизикқа ўтказилган уринма қиялик бурчагининг тангенси орқали ифодаланади.



16.2-расм. Теримнинг қисқа муддатли сиқилишида кучланиш-деформацияларининг ўзаро боғлиқлиги.

Терим деформациясининг модули Л.И.Онишчик формуласидан

$$E = E_0 \left(1 - \frac{\sigma}{1.1R_u} \right) \quad (16.2)$$

ёки қурилиш меъёрларида белгиланганидек, $E = 0.8E_0$ бўйича аниқланади.

Бу ерда E_0 -эластиклик модули; R_u -тош-ғишт теримнинг сиқилишга бўлган мустаҳкамлик чегарасининг ўртача қиймати.

Эластиклик модулининг вақтли қаршиликка пропорционаллиги тажриба йўли билан аниқланган. Арматураланмаган терим учун эластиклик модули қуйидаги формула орқали топилади.

$$E_0 = \alpha R_u, \quad (16.3)$$

бу ерда α - теримнинг эластиклик характеристикаси.

Деворнинг сиқилишга бўлган мустаҳкамлик чегараси (вақтли қаршилиги)нинг ўртача қийматини қуйидаги формуладан аниқлаш мумкин: $R_u = k \cdot R$, бу ерда R -теримнинг ҳисобий қаршилиги; k -хавфсизлик коэффиценти.

Тош-ғишт конструкцияларни ҳисоблаш. Тош-ғишт ва армотош конструкциялар биринчи ва иккинчи гуруҳ чегаравий ҳолатлар бўйича ҳисобланади. Биринчи гуруҳ чегаравий ҳолатлар бўйича ҳисоблаш, одатда, конструкцияларнинг юк кўтара олувчанлиги шакл ва ҳолатининг мустаҳкамлиги ҳамда устиворлигини ҳисоблашдан иборат бўлади.

Тош-ғишт ва армотош конструкция элементлари учун мустаҳкамлик шартининг умумий кўриниши қуйидагича:

$$\sum N_i^H \cdot \gamma_f n_c \leq \Phi(S, R_i, \gamma_c) \gamma_c \quad (16.3)$$

бу ерда N_i^H -меъёрий юклар таъсиридан пайдо бўладиган зўриқиш; γ_f юк бўйича ишончли коэффиценти; n_c -кучларнинг қўшилиш коэффиценти; $\sum N_i^H \cdot \gamma_f n_c$ - доимий ва вақтли юклардан ҳосил бўлган ҳисобий кучланиш; Φ -кучланган ҳолатига (сиқилиш, чўзилиш ва х.) мос келадиган функция; S -кесимнинг геометрик характеристикаси; R_i -теримнинг ҳисобий қаршилиги; γ_c -иш шароити коэффиценти.

Деворнинг сиқилишга курсатадиган ҳисобий қаршилигини иш шароити коэффиценти γ_c га купайтирилади. Теримнинг чўзилишга ҳисобий қаршилиги, чўзувчи кучнинг терим чокларига нисбатан йўналишига, шунингдек, кучланган ҳолатнинг характериға боғлиқ бўлади.

Тўғри шаклли ғишт ва тошлардан цемент-оҳакли, цемент-гилли ва оҳакли қоришмалар билан кўтариладиган деворнинг ўқ бўйлаб чўзилишдаги

R_t , эгилиш билан чўзилашдаги R_{tw} , деворнинг горизонтал ва тик чоклари бўйлаб ўтувчи кесимни ҳисоблашдаги кесилиш R_{sq} ва эгилишда пайдо бўладиган асосий чўзувчи кучланишлар R_{tw} га кўрсатадиган ҳисобий қаршиликлари 16.1-жадвалда келтирилган.

Кесим юзаси A га тенг бўлган элементнинг фақат A_c қисмигина юкланганда (ферма, тўсин, устунлар таяниб турадиган жойлар) кесимнинг юкланмаган қисми теримнинг юкланган участкасида ҳосил бўладиган кўндаланг деформацияга тўсқинлик кўрсатадиган халқа ролини бажаради. Бундай кесимлар сиқилишга қуйидаги формула бўйича ҳисобланади

16.1-жадвал

Туғри шаклли ғишт ва тошлардан кўтариладиган деворнинг ҳисобий қаршилиги

Кучланган ҳолатининг тури	Ҳисобий қаршилик, МПа								
	Тош маркаси								
	200	150	100	75	50	35	25	15	10
Ўқ бўйлаб чузилиш R_t	0,25	0,2	0,18	0,13	0,10	0,08	0,06	0,05	0,03
Эгилишдаги чўзилиш ва асосий чўзувчи кучланишлар R_{tw} , R_{sq} кесилиш R_{sq}	0,4	0,3	0,25	0,20	0,16	0,12	0,10	0,07	0,05
	1,0	0,8	0,65	0,55	0,40	0,30	0,2	0,14	0,09

$$N_c \leq \Psi d R_c A_c, \quad (16.4)$$

бу ерда N_c -махаллий юкдан тушадиган бўйлама сиқувчи куч; R_c - теримнинг эзилишга бўлган ҳисобий қаршилиги; A_c -юк узатиладиган эзилиш юзаси; $d=1,5-0,5\Psi$ - ғишт ва виброғиштдан кутарилган терим ёки оғир ва енгил бетонлардан тайёрланган блоklar учун; Ψ махаллий юкдан тушадиган босим эпюрасининг тўлиқлик коэффиценти.

Теримнинг эзилишга бўлган қаршилиги қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$R_c = \xi R; \quad \xi = \sqrt[3]{\frac{A}{A_c}} \quad (16.5)$$

бу ерда A -ҳисобий кесим юзаси терим кесими чегарасида эзилиш юзасининг жойлашишига қараб аниқланади; I -терим материалига ва юкнинг қўйилиш жойига боғлиқ бўлган коэффициент.

Иккинчи гуруҳ чегаравий ҳолатлар бўйича ёриқлар пайдо бўлиши, очилиши текширилади, деформацияларга ҳисобланадиган конструкцияларда:

а) ёриқлар (масалан, резервуар қопламасида) бўлишига йўл қўйилмаслиги;
 б) ёриқлар очилиши чекланиши; в) бирга ишлаш шартига мувофиқ деформацияланишлар чекланган бўлиши (масалан, ўзини кўтариб турувчи, каркас билан боғланган деворлар) керак.

Тош-ғишт конструкциялар сиқилган элементларининг юк кўтара олувчанлиги бўйлама куч эксцентриситетига боғлиқ бўлади. Бу эксцентриситет N кучнинг элемент оғирлик марказига нисбатан олдиндан белгиланган (ҳисобий) ёки тасодифий юз берган кўчишидир. Агар элемент марказий кўйилган N куч ва эгувчи момент M таъсирида бўлса, у ҳолда $e_0 = M/N$. Тасодифий эксцентриситет $e_0^{\text{тас}}$ фақат қалинлиги 25 см гача бўлган, юк кўтарадиган ва ўз юкини кўтариб турадиган деворларни ҳисоблашдагина эътиборга олинади. $e_0^{\text{тас}} = 2$ см- юк кўтарувчи деворлар учун; $e_0^{\text{тас}} = 1$ см-ўзини кўтариб турувчи деворлар учун. Арматурасиз деворда e_0 кўпи билан 0,9 у, эни 25 см гача бўлган деворларда $e_0 + e_0^{\text{тас}}$ кўпи билан 0,8 у бўлиши керак, бу ерда у-кесимнинг оғирлик марказидан сиқилувчи соҳа четигача бўлган масофа (16.3-расм); тўғри тўртбурчак кесимда $u = h/2$ бўлади. Марказий сиқилишда ($e_0 = 0$) кучланиш кўндаланг кесим юзаси бўйлаб текис тақсимланади (16.3 а-расм). Агар куч унча катта бўлмаган эксцентриситет билан кўйилган бўлса, кучланиш гарчи нотекис тақсимланса ҳам, элемент кесимининг ҳаммаси сиқилган ҳолатда бўлади (16.3 б-расм). Эксцентриситет ортса, кесимда чузувчи кучланиш σ_t пайдо бўлиши мумкин (3 в-расм). Агар $\sigma_t > R_{\text{тв}}$ бўлса, кесимнинг чўзилган қисмида ёриқлар очилади (3 г-расм)

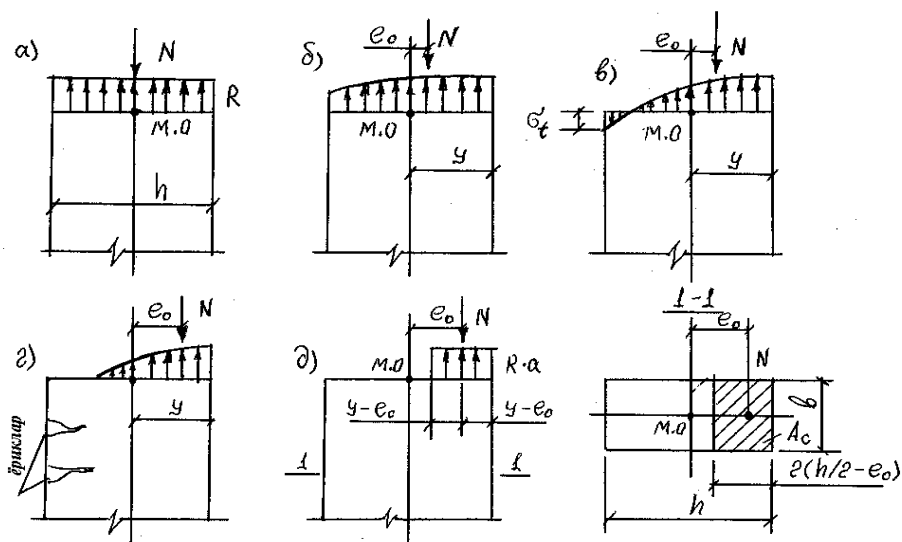
ва кесим юзасининг A_c қисмигина сиқилишга ишлайди. Ҳисобларда куч уки N A_c юзага симметрик, кучланиш эса юза бўйлаб текис тақсимланган деб қабул қилинади (16.3 д-расм). Тош-ғишт конструкциялар элементларининг кесими марказий сиқилишга қуйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$N < m_q \phi R A, \quad (16.6)$$

бу ерда N - ҳисобий бўйлама куч; A -элементнинг кесим юзаси; R - деворнинг сиқилишга бўлган ҳисобий қаршилиги; ϕ -бўйлама эгилиш коэффиценти, m_q -сиқилган элементлар салқилигининг узоқ муддатли юклар таъсирида уларнинг юк кўтариш қобилиятига таъсирини ҳисобга олувчи коэффицент; α деворнинг эластиклик ҳарактеристикаси α билан келтирилган эгилувчанликка боғлиқ ҳолда аниқланади:

$$\lambda_l = \frac{l_0}{h_i}; \quad \lambda_h = \frac{l_0}{r_{\min}}, \quad (16.7)$$

бу ерда l_0 - элементнинг ҳисобий узунлиги; h_i - тегишлича энг кичик ўлчам (туғри тўртбурчак кесим учун) ва $r_{\min}$ -элемент кесимининг инерцияси радиуси. Деворлар ва устунларнинг горизонтал йўналишдаги кузғалмайдиган таянчларга шарнирли тиралишида $l_0 = H$, ёпмалар ва бошқа горизонтал таянчлар билан боғланмаган эркин турувчи конструкциялар учун $l_0 = 2H$, таянчларга қисман қистириб қўйилган конструкциялар учун l_0 нинг миқдори конструкция қай даража сиқилганлигини ҳисобга олган ҳолда қабул қилинади. Аммо $l_0 = 0,8H$ дан кам бўлмаслиги керак.



Расм. 16.3. Тош-ғишт конструкциялар сиқилган элементларининг эксцентриситет катталашган сари кучланганлик ҳолатининг узгариши. а-марказий сиқилиш; б-номарказий сиқилиш; в-чузувчи кучланиш бўлгандаги номарказий сиқилиш (ёриксиз); г- чузилган соҳанинг номарказий сиқилиши (ёрикли); д-чузилган соҳадаги ёриклар бўлганда кесимдаги кучланишлар тақсимланишининг ҳисобий схемаси

Номарказий сиқилиш учун ҳисоблаш формуласи қуйидагича ифодаланади:

$$N < m_q \varphi_1 R A_c, \quad (16.8)$$

бу ерда A_c - N кучга нисбатан симметрик бўлган кесим сиқилган қисмининг юзаси 16.3 б-расмга кура юзаси $A_c = b h_0$ бўлган тўғри тўртбурчак кесим учун A_c юза қуйидагича ифодаланади:

$$A_c = A \left(1 - \frac{2e_0}{h} \right), \quad (16.9)$$

Бўйлама эгилиш коэффиценти

$$\varphi_1 = \frac{(\varphi + \varphi_c)}{2}. \quad (16.10)$$

Юқоридаги формулалардаги φ_c - кесимнинг сиқилган қисми учун бўйлама эгилиш коэффиценти.

Марказий ва номарказий сиқилган элементлар юк кўтариш қобилятининг камайиши юк узоқ вақт таъсир этиб туришида фақат кўндаланг кесим ўлчамлари унча катта бўлмагандагина, чунончи, кесими

туғри туртбурчак элементларда $h < 30\text{см}$, кесими ихтиёрий шаклда бўлган элементларда эса $i < 8,7\text{см}$ бўлганда, коэффициент m_q ёрдамида ҳисобга олинади:

$$m_g = 1 - \eta \frac{N_g}{N} \left(1 + 1.2 \frac{e_0 g}{h} \right) \quad (16.11)$$

бу ерда η - эгилувчанликка боғлиқ коэффициент; N - тўлиқ ҳисобий куч; N_q -узоқ вақт таъсир этувчи юкдан тушадиган ҳисобий бўйлама куч.

Эксцентриситетларнинг чегаравий қиймати меъёрланган бўлиб, у таъсир этувчи юкларнинг асосий турлари учун кўпи билан 0,9 у бўлиши керак. Қалинлиги 25 см гача бўлган деворларда $l_0 \leq 0,8y$.

Эгиладиган элементларни теримнинг эластик ишига мўлжаллаб ҳисоблаш керак. Улар учун ҳисобий эгувчи момент M қуйидаги шартга мувофиқ аниқланади:

$$M \leq R_{tb} \cdot W, \quad (16.12)$$

бу ерда: R_{tb} -эгилишда деворнинг боғланган кесим бўйлаб чўзилишга курсатадиган ҳисобий қаршилиги, W -терим кесимининг эластик қаршилик моменти. Боғланмаган кесим бўйича эгилишга ишлайдиган тош конструкциялардан фойдаланишга йўл қўйилмайди. Эгиладиган элементлар кўндаланг куч таъсирига қуйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$Q \leq R_{tw} \cdot z, \quad (16.13)$$

бу ерда Q -ҳисобий кўндаланг куч, R_{tw} -эгилишда теримнинг бош чўзувчи кучланишларга ҳисобий қаршилиги; w -кесим эни; z - ички жуфт куч елкаси. У туғри туртбурчак кесимда $z = 2/3 h \approx 0,67 h$ деб қабул қилинади.

Чўзилувчи элементлар. Кесим марказий чўзилишга қуйидаги шартга асосан ҳисобланади:

$$N \leq R_t A_n, \quad (16.14)$$

бу ерда R_t - теримнинг ўқ бўйлаб чўзилишга бўлган ҳисобий қаршилиги; A_n -нетто кесимнинг ҳисобий юзаси.

Кесилишга ишлайдиган элементлар. Тош-ғишт теримининг горизонтал чоклар бўйлаб кесилишга қаршилиги икки таркибий қисмдан тузилган:

1) бевосита кесилишга кўрсатиладиган қаршилиқ R_{sq} ;

2) теримнинг горизонтал чок бўйлаб ишқаланиш қаршилиги.

Ишқаланиш коэффиценти f ни теримнинг энг кам ҳисобий бўйлама юкида пайдо бўладиган ўртача кучланиши σ_0 га кўпайтириб, иккинчи компонент аниқланади. Бунга 0,8 коэффицент ҳам киритилади. У ишқаланиш қаршилигини тасодифан пасайишдан сақлайди. Шундай қилиб, тош-ғишт элементлар кесим юзаси кесилишга қуйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$Q \leq (R_{sq} + 0,8n \cdot \mu \sigma_0) A, \quad (16.15)$$

бу ерда Q - ҳисобий кесувчи куч; A -кесимнинг ҳисобий юзаси; $n=1$ - яхлит ғишт ва тошлардан кўтариладиган терим учун; $n=0,5$ ичи ғовак ғишт ва тик бўшлиқли тошлардан кўтариладиган терим учун. σ_0 миқдор ўта юкланиш коэффиценти 0,9 да энг кичик ҳисобий юк қиймати орқали аниқланади. Мунтазам шаклдаги ғишт ва тошлардан кўтариладиган теримнинг чок бўйлаб ишқаланиш коэффиценти 0,7 га тенг деб олинади.

6.4. Армотош конструкцияларнинг ўзига хос конструктив

хоссалари ва уларнинг ҳисоби

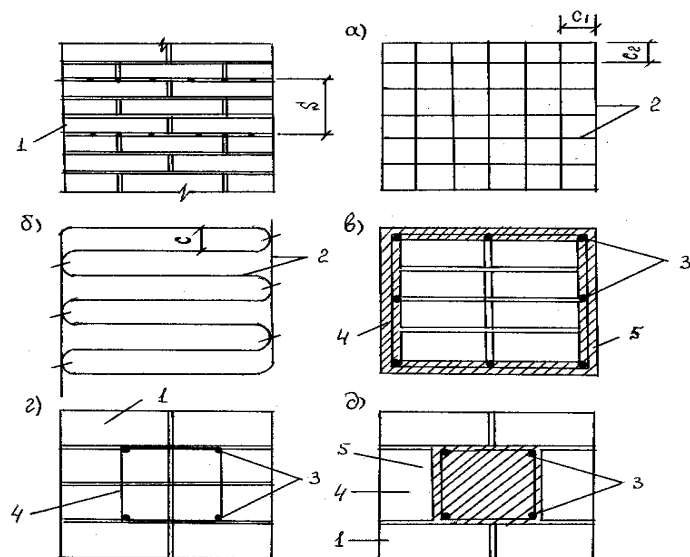
Пўлат арматура билан кучлантирилган тош-ғишт конструкциялар армотош конструкциялар дейилади. Арматуралаш тош-ғишт теримнинг мустаҳкамлиги ва устиворлигини оширади. Армотош конструкцияларга ишлатиладиган қоришманинг маркаси камида 50 бўлиши керак. Бундай маркадаги қоришма арматурани коррозиядан сақлайди. Теримларни арматуралашнинг иккита асосий тури қўлланилади: кўндаланг (тўрсимон) арматуралаш (бунда теримнинг горизонтал чокларига пўлат симдан тўқилган ёки пайвандланган турлар жойлаштирилади ва бўйлама арматуралаш (темирбетон конструкцияларни арматуралашга ўхшаш). Бу ҳилда арматураланган теримни темирбетон ёрдамида мустаҳкамлигини

ошириш мумкин. Шундай қилинганда комплекс конструкция ҳосил бўлади (16.4 д-расм).

Кам эгилувчан устунлар ва деразалар (эшиклар) ўртасидаги орадеворларнинг юк кўтарувчанлигини оширишнинг асосий йўли кўндаланг арматуралаш ҳисобланади. Тош-ғишт теримнинг горизонтал чокларига кўйиладиган пўлат стерженлар теримга нисбатан бирмунча юқори эгилувчанлик модулига эга бўлади. Бу эса теримнинг кўндаланг йўналишда сиқилишдан зўриқиши таъсирида кўндаланг деформация пайдо бўлишига тўсқинлик қилади. Ўқ бўйлаб сиқувчи юк таъсири остида турлар билан арматураланган терим уч хил сиқилиш шароитида ишлайди.

Оқувчанлик чегараси 350 МПа дан ортиқ бўлмаган арматуралардан тайёрланган сим турлар билан арматуралаш самарали ҳисобланади.

Тўрсимон арматуралашнинг самадорлиги қоришманинг мустаҳкамлигига ҳам боғлиқ бўлади.



16.4-расм. Армотош конструкциялар

а-тўғри тўртбурчак тўрлар билан арматураланганлари; б-"зигзаг" типидagi тўрлар билан арматураланган; в-комплекс конструкция (темирбетон гардиш

билан кучайтирилган терим); г-бўйлама арматураланган терим; д-комплекс конструкция.

Тўрсимон арматуралашда ҳисобий қаршилик темирбетон конструкциялардагидек олинади. Турлар тўғри бурчакли (диаметри 6 мм гача бўлган стерженлар ишлатилганда) ёки "зигзаг" типда (диаметри 8 мм ли стерженлар ишлатилганда) бўлиши мумкин. Диаметри 5 мм дан ортиқ бўлган стерженлардан тайёрланган тўғри туртбурчак тўрлар ишлатилганда қоришма чокини жуда қалин ётқизиш керак бўлади. Бунда тўр стерженлари кесишган жойларда кучланишлар концентрацияси вужудга келиши мумкин. Бу хол терим мустаҳкамлигига салбий таъсир этади. Шунинг учун стерженларнинг диаметри катта бўлса, терим "зигзаг" типдаги турлар билан арматураланади.

Тўр стерженлари ўртасидаги масофа камида 3 см ва кўпи билан 12 см бўлиши, арматураланиш коэффиценти эса 0,1 дан 1,0% гача бўлиши керак. Тўрлар элементнинг баландлиги бўйлаб теримнинг ҳар беш қаторига қўйиб борилади (тўрдаги стерженларнинг диаметрига нисбатан чок 4мм қалин бўлиши керак).

Армотош конструкцияларда тўрсимон арматуралашдан ташқари стерженлар билан бўйлама арматуралаш ҳам қўлланилади. Бу хил арматуралашда стерженларни терим сиртидан ёки ичидан қўйиб, чоклари хомутлар билан боғланади.

Тўрсимон арматураланадиган элементларни ҳисоблаш. Тўрсимон арматураланадиган марказий сиқилган элементлар қуйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$N \leq m_q \varphi R_{s,k} A, \quad (16.16)$$

бу ерда N - ҳисобий куч; φ - бўйлама эгилиш коэффиценти; A -элемент кесимининг юзаси; $R_{s,k}$ - ҳисобий қаршилик.

Тўрлар билан арматураланган теримнинг эластиклик характеристикаси қуйидаги формулага асосан ҳисобланади:

$$\alpha_{sk} = \frac{\alpha R_u}{R_{sku}} \quad (16.17)$$

бу ерда α -арматураланмаган теримнинг эластиклик характеристикаси;

R_u - арматураланмаган теримнинг сиқилишга мустаҳкамлигининг ўртача чегаравий қиймати; R_{sku} - шунинг ўзи, бироқ арматураланган теримники.

Марказий сиқилишда теримни тўрсимон арматура билан арматуралаш фоизи қуйидаги қийматдан ортиқ бўлмаслиги керак:

$$\mu = 50 \frac{R}{R_3} \geq 0,1\%. \quad (16.18)$$

Тўрсимон арматунали номарказий сиқилувчи элементлар ушбу формула билан ҳисобланади.

$$\omega = 1 + e_0/2y \leq 1,45. \quad (16.19)$$

Кесим юзаси тўғри тўртбурчак элемент учун $A_s = A(1 - 2e_0/y)$ бўлса, у ҳолда (16.16)нинг курилиши $N \leq (m_q \phi R_{s,k} A (1 - 2e_0/h) \omega)$ бўлади, бу ерда h -кесимнинг эгувчи момент таъсир этадиган йўналишдаги баландлиги.

Номарказий сиқилишда тўрсимон арматураланган теримнинг ҳисобий қаршилиги кесим ядроси чегарасида эксцентриситет кичик бўлганида қуйидаги формулалардан аниқланади:

маркаси 25 ва ундан паст бўлган қоришмалар ишлатилганда:

$$R_{skb} = R_1 + \frac{2\mu R_s}{100} (1 - 2e_0/y) \leq 2R. \quad (16.20)$$

Бунда оғирлик марказидан кесим четигача бўлган масофа эксцентриситет томонга олинади. Эксцентриситет кесимдан четда бўлганда (тўғри тўртбурчак кесимда $e_0 > 0,17h$), ҳамда эгилишда $\lambda_h > 15$ ёки $\lambda_i > 53$ бўлганда тўрсимон арматуралаш мақсадга мувофиқ эмас.

Арматураланган терим учун эластиклик модули $E_0 = \alpha R_{sku}$.

Номарказий сиқилишда теримни тўрсимон арматура билан арматуралаш фоизи

$$\mu = \frac{50R}{(1 - \frac{2e_0}{y})R_s} \geq 0,1\%. \quad (16.21)$$

Қуйидагилар учун тош-ғишт конструкцияларнинг элементлари иккинчи гуруҳ чегаравий ҳолатларга ҳисобланади:

- $e_0 > 0,7y$ эксцентриситетда номарказий сиқилган арматураланмаган элементлар;
- теримнинг турли деформацияланишга эга бўлган материаллардан қуриладиган элементларида кескин фарқ билан юзага келувчи кучланишларда ишлайдиган ёндош конструктив элементлар;
- синч билан боғланган ва юкларни қабул қилиш учун бирга ишлайдиган ўз юкини кўтариб турувчи деворлар;
- синчларни тўлдирувчи деворлар;
- сувоқ ёки плитадан ишланган ҳимоя қопламалари бўлиши талаб этиладиган бўйлама арматураланган сиқимлар;
- иншоотларнинг фойдаланиш шартларига кўра ёриқлар пайдо бўлишига йўл қўйилмайдиган ёки ёриқлар очилиши чекланган бошқа элементлари.

Юқорида келтирилган конструкциялар сейсмик таъсир, зарб, портлаш каби юклар таъсирида ёриқлар очилишига ҳисобланмайди.

Тош-ғишт ва армотош конструкцияларни деформацияларга ҳисоблашда меъёрий юкларнинг биргаликдаги асосий таъсирини, ёриқлар очилишига ҳисоблашда эса ҳисобий юклар таъсирини эътиборга олиш керак.

Фойдаланиш шартларига кўра сувоғида ёки бошқа қопламаларида ёриқлар пайдо бўлишига йўл қўйиб бўлмайдиган арматураланмаган конструкциялар, чўзилган юзалар деформацияга ҳисоблаш йўли билан қуйидаги формулалар орқали текширилган бўлиши керак:

ўқ бўйлаб чўзилишга:

$$N \leq EA \epsilon_u; \quad (16.22)$$

эгилишга:

$$M \leq E J \varepsilon_u / (h-y); \quad (16.23)$$

номарказий сиқилишга:

$$N \leq \frac{EA \varepsilon_u}{[A(h-y)e_0 / J] - 1}; \quad (16.24)$$

номарказий чўзилишга

$$N \leq \frac{EA \varepsilon_u}{[A(h-y)e_0 / J] + 1}; \quad (16.25)$$

бу ерда N ва M -тегишлича бўйлама куч ва эгувчи момент; ε_u -сувоқ тўри ва у қандай мақсадларга мўлжалланганлигига қараб $0,8 \cdot 10^4$ қийматда олинадиган нисбий деформациялар чегараси; J -кесим инерция моменти.

Номарказий сиқилган элементлар ($e > 0,7$ у да) ёриқлар очилишига чўзилган соҳада чўзилишнинг шартли кучланишларига қараб ҳисобланади. Бунда кесим бўйлаб кучланишларнинг чизиқли эпюраси эластик жисмдаги каби қабул қилинади ва қуйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$N \leq \frac{j_r R_{tb} A}{[A(h-y)e_0 / J] - 1}, \quad (16.26)$$

бу ерда: R_{tb} -теримнинг боғланмаган кесим бўйлаб эгилишида чўзилишга бўлган ҳисобий қаршилик; j_r -конструкциянинг ҳизмат муддатига боғлиқ ҳолда қурилиш меъёрлари бўйича белгиланган ёриқларнинг очилишига ҳисоблашда фойдаланиладиган терим иш шароитига тегишли коэффициент.

Бўйлама арматуралар билан арматураланган теримларни ҳисоблаш:

а) марказий сиқилувчи элемент

$$N_n \leq \varphi(0,85 m_q R A + R_s A'_s);$$

б) Номарказий сиқилувчи элемент: 1) кичик эксцентриситетли:

$$N_n \leq \frac{\varphi[0,42 R e e_0^2 + R_s A'_s (h_0 - a')]}{e} \quad (16.27)$$

2) Катта эксцентриситетли:

$$N_n \leq m_q \varphi(1,05 R e x + R_s A_s^1 - R_s A_s). \quad (16.28)$$

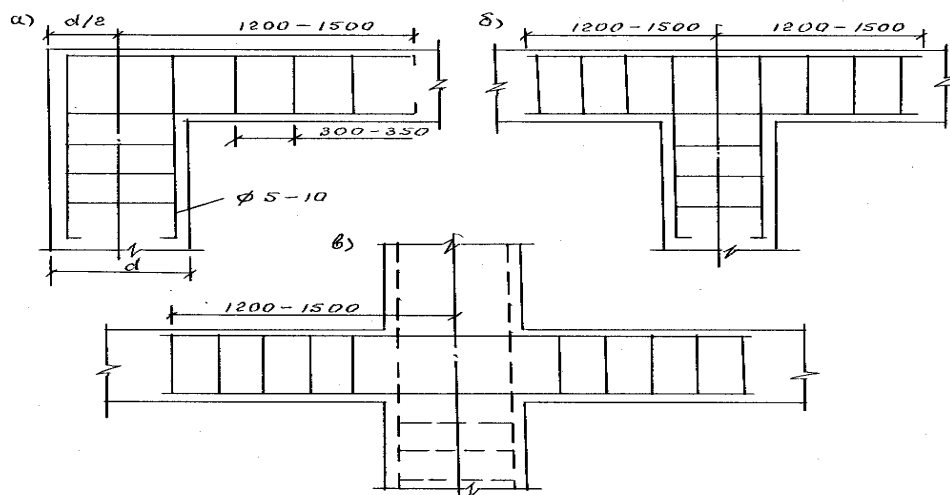
Қурилиш амалиётидан маълумки, агар тўғри ҳисоблаб лойиҳаланган, қурилиш қоидаларига тўлиқ амал қилган ҳолда барпо этилган, ғишт деворли бинолар сейсмик кучларга етарли даражада бардош бера олади.

Барча юк кўтарувчи конструкциялар (бўйлама ва кўндаланг деворлар, ёпмалар) бир-бири билан мустаҳкам боғланган ҳолдагина бино зилзила кучларига бир бутун фазовий конструкция сифатида қаршилик кўрсатади. Агар бу боғланиш мавжуд бўлмаса ёки заиф бўлса, бўйлама деворлар кўндаланг деворлардан ажралиб кетиши ва баъзи ҳолларда қулаб тушиши мумкин. Биноларнинг зилзилалардан зарар кўрмаслиги учун синовдан ўтган махсус конструкциялардан фойдаланилади. Масалан, бионинг периметри бўйлаб антисейсмик камарлар тикланади, ёпмалар бир-бирига ва деворларга пухта боғланади, девор бурчакларига, кесишув ерларига арматура ётказилади ва ҳ.к. Ђишт деворли биноларнинг сейсмик мустаҳкамлигини оширишга қаратилган асосий конструктив тадбирлар қуйида келтирилади: Биноларнинг фазовий бикрлиги, асосан, ёпмаларнинг иши туфайли таъмин этилади. Ёпмалар горизонтал диафрагма ролини бажариб, сейсмик кучларни юк кўтарувчи конструкцияларга (деворларга) тақсимлайди.

Бундай тақсимот, бинобарин, бионинг сейсмик мустаҳкамлиги, кўп жиҳатдан ёпманинг ўз текислигидаги бикрлигига боғлиқ. Ҳозирги вақтда ғишт деворли бинолар қурилишида кўп бўшлиқли йиғма темирбетон ёпма плиталари кенг қўлланилади. Панелларнинг ўзаро силжишига йўл қўймаслик учун шпонка ишлатилади, яъни панелларнинг ён қисмида қолдирилган ўйиқларга цементли қоришма қўйилади. Панеллар орасидаги чокларда ҳосил бўладиган қирқувчи кучларни ана шу шпонкалар қабул қилади. Бундан ташқари, бўйлама кучларни қабул қилиш учун панел текислигида яхлитликни таъминловчи темирбетон боғлама ишланади. Ёпма панеллари боғлама билан арматура илмоқлари ёрдамида бириктирилади.

Ђишт деворли биноларда бўйлама ва кўндаланг деворларнинг туташув ерларида деворларни бир-биридан ажратишга интилувчи зўриқишлар ҳосил бўлади.

Икки йўналишдаги деворларнинг боғланишини кучайтириш мақсадида туташув ерларидаги горизонтал чокларга сим тўр ётқизилади. Сим тўрларнинг узунлиги 1,5-2,0м бўлиб, 7-8 балли сейсмик ҳудудларда девор баландлиги бўйлаб ҳар 70см да, 9 балли ҳудудларда ҳар 50см да жойлаштирилади (16.5-расм).

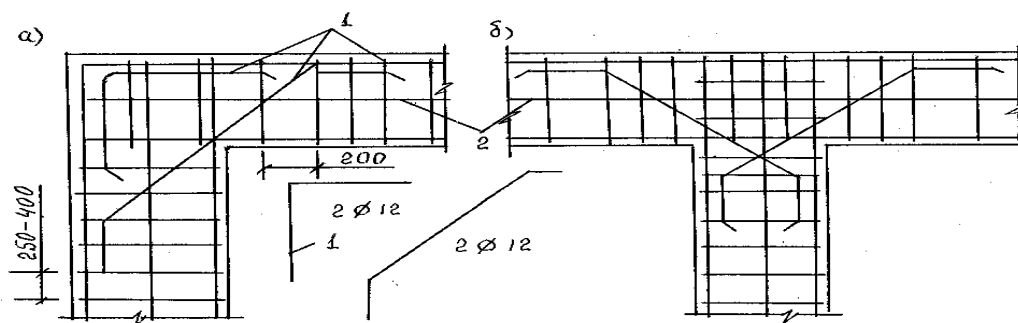


Расм 16.5. Бўйлама ва кўндаланг деворларнинг туташув ерлари
а-бурчакларда; б,в-кесишув жойларида

Деворнинг ўзаро бирикувини мустаҳкамлаш мақсадида сим тўрлардан ташқари темирбетон антисейсмик камарлар кўзда тутилади. Сейсмик ҳудудларда қуриладиган биноларда антисейсмик камарлар барча бўйлама ва кўндаланг (ички ва ташқи) деворлар бўйлаб, ҳар бир қават ораёпмаси сатҳида тикланади; улар девор ва ораёпмалар билан чамбарчас боғланиб, ягона бикр диск ташкил этади. Антисейсмик камарлар деворларнинг ўзаро боғланишини мустаҳкамлайди; деворларнинг ўз текислигидаги пишиқлигини оширади; ёпмаларнинг бикрлиги ва яхлитлигининг ортишини таъминлайди.

Камарларга узунасига бутун периметр бўйлаб арматура ётқизилади ва ҳар 25-40 см да диаметри 4-6 мм бўлган пўлат хомут боғланади. Арматура сифатида А - I синфли пўлат ишлатилиб, 7-8 балли сейсмик ҳудудларда уларнинг диаметри 10 мм дан, 9 балли ҳудудларда эса 12 мм дан кам бўлмаслиги лозим. Ётқазиладиган бетоннинг синфи В 12,5 дан кам

бўлмаслиги керак. Бурчакларда ва кесишув ерларида кўйилган сим тўр мустаҳкамликни таъминлай олмаса, қия стерженлар қўйиш тавсия этилади. Антисейсмик камарларнинг айрим деталлари 16.6-расмда тасвирларган. Камарларнинг кенглиги деворларнинг эни билан барабар олинади; агар деворнинг эни 50 см дан ортиқ бўлса, камарнинг эни деворниқидан 10-15 см кичикроқ олинаши мумкин. Камарнинг баландлиги 15 см дан кам бўлмаслиги керак.



Расм 16.6. Антисейсмик камарлар
а-бино бурчагида; б-деворларнинг туташув ерида.

Биноларнинг энг юқори қаватининг томи сатҳида ўрнатиладиган камарларнинг устида босиб турадиган юк бўлмаганлиги сабабли ер қимирлаганда камар ўрнидан силжиши мумкин. Бунинг олдини олиш учун деворнинг узунасига ҳар 50 см да камардан юқори ва пастга 25-30 см узунликда арматура чиқариб қолдирилади. Арматуранинг ўрнига шпонкадан фойдаланса ҳам бўлади. Бунинг учун камар остидаги деворда 14x14x30 см ўлчамда чуқурча қолдирилади, чуқурчага вертикал арматура жойланади, камарга бетон ётказилганда, чуқурчага ҳам бетон тўлдирилади. Мўрилар ва вентилиацион каналлар ўтган ерларда камарлар кўшимча арматуралар ёрдамида кучайтирилади.

Ғишт деворларни тиклашда девор орасига тик йўналишда темирбетон элементлар-ўзаклар қўшиб, комплекс конструкция ҳосил қилиш мақсадга мувофиқ.

Темирбетон ўзак ғишт деворларнинг юк кўтариш қобилиятини сезиларли даражада оширади. Ўзакларнинг девор билан биргаликда ишлашини таъминлаш учун ўзакдан девор орасига, тахминан, 50 см узунликда арматура ўтказилади, ўзакнинг ўзи эса антисейсмик камар билан кўшиб бетонланади. Тик темирбетон ўзакларнинг кўндаланг кесими ва арматуралари деворга таъсир этадиган кучнинг миқдорига боғлиқ равишда ҳисоб натижаларига қараб белгиланади.

Юк кўтарувчи ғишт деворлар остига лентасимон пойдеворлар қуриш мақсадга мувофиқдир. Агар пойдеворлар йирик блоклардан тикланса, у ҳолда блокларни бир-бирига тишлатишга алоҳида эътибор бермоқ зарур. Агар пойдеворлар устунсимон бўлса, у ҳолда уларнинг барчаси темирбетондан ишланган узлуксиз тусин ёрдамида ўзаро туташтирилади. Ғишт деворлар остига қўйиладиган гидроизоляция қатлами цементли қоришмадан бажарилади. Гидроизоляция қатлами сифатида тол рубероид каби ўрама материаллардан фойдаланишга руҳсат этилмайди.

Назорат саволлари.

1. Тош конструкцияларда қандай тошлар ишлатилади?
2. Тош конструкцияларда қандай қоришмалар ишлатилади?
3. Тош термаларида кучланишлар билан деформациялар ўртасидаги боғланиш нимадан иборат?
4. Тош ва армотош тўзилмалари учун мустаҳкамлик шарти қандай?
5. Виштнинг ҳажмий оғирлиги қанча?
6. Виштнинг қандай маркалари бор?
7. Терманинг умумий деформацияси қандай аниқланади?
8. Л.И.Ониуик формуласидан нима аниқлатади?
8. Марказий сиқилувчи элементларда мустаҳкамлик шарти қандай ифодаланади ?
9. Эгилувчи элементларда мустаҳкамлик шарти қандай ифодаланади ?

Мавзу 17. Бир қаватли каркасли биноларнинг конструкцияларини лойиҳалаш

Таянч сўзлар: синчли бинолар, синчсиз бинолар, рамали тизим, рама–боғлагичли тизим, боғлагичли тизим, фазовий бикирлик, конструкциялар турлари, ягона модуль тизими, ҳисоблаш тамойиллари.

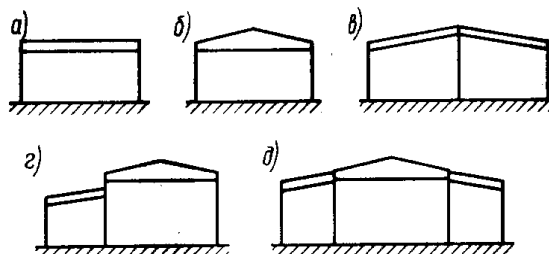
17.1. Бино ва иншоотлар тўғрисида умумий маълумотлар

Бинолар икки тоифага бўлинади: *бир қаватли* (саноат ва фуқаро бинолари) ва *кўп қаватли* (саноат ва фуқаро бинолари). Бинолар неча қаватлилигидан қатъи назар синчли, тўла ёки қисман синчли бўлиши мумкин. Тўла синчли бинода қопламанинг ва қаватлараро ёпмаларнинг юк кўтарувчи конструкциялари фақат устунларга таянади, қисман синчли биноларда эса юк кўтарувчи деворларга ҳам, устунларга ҳам таянади. Шунингдек, синчсиз (йирик панелли ёки ҳажм блокли) бинолар ҳам бўлади. Қуйида ҳар хил турдаги биноларнинг конструктив схемаларини кўриб чиқамиз. Бинонинг конструктив схемаси унинг неча қаватлилиги ва қандай мақсадга мўлжаллаб қурилишига боғлиқ бўлади.

17.2. Бир қаватли саноат бинолари

Бир қаватли саноат бинолари металлургия, машинасозлик ва саноатнинг бошқа соҳаларида кенг тарқалган. Ҳозирги даврда саноат биноларининг қарийб 70% ни ана шундай бинолар ташқил этади. Бир қаватли биноларга кўпинча оғир юк ташийдиган кўприксимон ёки осма кранлар ўрнатилади, булар бинонинг юк кўтарувчи элементларида катта зўриқишлар уйғотади. Бир қаватли саноат биноларининг қуйидаги турлари мавжуд: бир оралиқли ва кўп оралиқли бинолар; жумладан, кўприксимон крансиз бинолар 50 % ни, кўприксимон кранли бинолар 35 % ни ва осма кранли бинолар 15 % ни ташқил этади, фонарли ва фонарсиз бинолар ҳам бўлади. Бир қаватли ишлаб–чиқариш бинолари оралиғининг сонига қараб бир оралиқли; икки оралиқли; ва кўп оралиқли бўлади. Томининг профилига қараб учта асосий гуруҳга бўлинади: текис томли; қия томли; баландлиги кетма–кет ўзгарувчан томли.

Синчни қандай материалдан ишланиши – иқтисодий таҳлил асосида ҳал этилади. Бир қаватли саноат биноларида ишлатиладиган асосий материал йиғма темирбетондир. Саноат биноларининг 85% йиғма темирбетондан, 12 % металлдан, 3 % бошқа материаллардан тикланади.



17.1-расм. Бир қаватли ишлаб–чиқариш биносининг конструктив схемаси

Бир қаватли биноларнинг синчи устун, том тўсини, ферма, арка, зарур бўлган ҳолларда кран ости ва боғлама тўсинлардан ташкил топади. Бундай биноларда асосий юк синчларга ўзатилади, деворлар ўзини ўзи кўтаради. Баъзан, тўлиқ бўлмаган синчлардан ҳам фойдаланилади. Тўлиқ бўлмаган синчларда четки устунлар ўрнига юк кўтарувчи деворлар тикланади. Синчли бинолар узунлиги 6, 12, 18, 24, 30, 36 м, устун қадами (устунлар оралиғи) 6 ва 12 м бўлган йиғма намунавий элементлардан лойиҳаланиши даркор. Устунлар оралиғи каттароқ (12х24 м, 12х30 м) олинса, янада яхши. Ўлчамлари 12х18; 12х24; 12х30 м бўлган кўприксимон кранли биноларда баландлиги $H = 8,4...18$ м (1,2 м каррали) тўғри тўртбурчак кесимли ёки кран ости тўсини учун мўлжалланган консолли икки шоҳобчали устунлар қўлланилади.

Ўлчамлари 6х12; 12х18; 12х24 м бўлган крансиз биноларда баландлиги $H = 3,6...14,4$ м (1,2 м каррали) консолсиз тўғри тўртбурчак кесимли устунлардан фойдаланилади. Темирбетон устунлар стакансимон пойдеворларга бикир маҳкамланади. Умумий номда ригел деб аталувчи том тўсини, ферма ёки арка устунларга ўрнатилади.

Стропил конструкцияларига узунлиги 6 ёки 12 м бўлган темирбетон том ёппа панеллар ўрнатилади.

Бир қаватли биоларнинг томларини ёпишда цилиндрсимон ҳамда икки томонлама эгилган юпка деворли темирбетон конструкциялари кенг қўлланилади.

Темирбетон кран ости тўсинларининг кесимлари тавр ва қўштавр шаклида бўлиб, узунлиги 6 ва 12 м ва улар олдиндан зўриктирилган бўлади. Тўсин узунлиги 6 м дан, кран юк кўтарувчанлиги 20 т дан ортмаса, тўсинни олдиндан зўриктирмаса ҳам бўлади. Вертикал ва горизонтал кран юклари динамик коэффицент 1,2 га кўпайтирилади.

Синчли биоларнинг деворлари узунлиги устун қадамига, яъни 6 ва 12 м га тенг бўлган темирбетон панеллардан ташкил топади.

Бир қаватли йиғма темирбетон синчнинг ҳисоблаш тарҳи ригелли устунларга шарнирли бириктирилган рама кўринишида қабул қилинади. Устунлар стакансимон пойдеворларга бикир маҳкамланган деб қаралади. Рама доимий ва муваққат (қор, шамол, кран) кучлар таъсирига ҳисобланади. Сейсмик ҳудудларда бунёд этиладиган биоларга зилзила кучи таъсири ҳам эътиборга олинади.

Крандан тушувчи вертикал юklar кўприк оғирлиги, арава ва юklar вазнидан ташкил топиб, кран ости тўсинига ғилдираклар орқали ўзатилади.

Бир қаватли фуқаро биолари, одатда, кўплаб қуриладиган объект ҳисобланмайди. Бу масалан, усти ёпиқ бозорлар, кўргазма заллари, усти ёпиқ стадионлардир. Бундай биоларда катта ораликли (40x50 м ва ундан ҳам катта) ёпмаларнинг конструкциялари ҳаммасидан кўра муҳим элемент ҳисобланади.

Бир қаватли биоларнинг кенг жойдаги бикирлиги устунларнинг пойдеворларда қисиб кўйилиши ҳисобига таъминланади. Кўндаланг йўналишда бино гўё устунлар ва ригеллар (қоплама конструкцияси)дан иборат рама тарзида ишлайди; бўйлама йўналишда эса ўша элементлар, шунингдек, кран ости тўсинлари ва боғланишларни ўз ичига оладиган рама каби ишлайди.

Кўп қаватли синчли бинолар. Кўп қаватли синчли биноларга енгил саноат (асбобсозлик, кимё, озиқ–овқат, тўқимачилик ва бошқа) корхоналари, музхоналар, омборлар, гаражлар, шунингдек меҳмонхоналар, даволаш муассасалари кабилар жойлаштирилади. Саноат бинолари технологик ва иқтисодий омиллардан келиб чиқиб 7 қават (40 м) атрофида, фуқаро бинолари – 12 қаватгача, баланд бинолар эса 20 ва ундан ортиқ қават баландликда лойиҳаланади. Саноат биноларининг эни 18, 24, 36 м ва ундан ортиқ, устунлар қадами 6 м, қаватлар баландлиги 1,2 модулга каррали олинади. Устунларнинг 6х6; 9х6; 12х6 м ўлчамли тўрлари кенг тарқалган. Устун тўрларининг ўлчамлари муваққат юкларнинг микдорига қараб белгиланади. Фуқаро биноларининг эни асосан 14 м дан ортиқ олинмайди. Кўп қаватли тўлиқ синчли биноларда деворлар ўзини–ўзи кўтарадиган ёки осма бўлади. Тўлиқ бўлмаган синчли биноларда четки устунлар юк кўтарадиган девор билан алмаштирилади. Саноат бинолари кўпинча тўлиқ синчли қилиб лойиҳаланади. Кўп қаватли саноат бинолари умуман саноат биноларининг 30 % ни ташқил этади.

17.3. Кўп қаватли синчли бинолар

Кўп қаватли синчли бинолар кўндаланг рамалар мажмуасидан ташқил топиб, улар бир–бири билан қаватлараро ёпмалар ёрдамида бириктирилади.

Горизонтал юкларни қабул қилишига қараб синчли бинолар рамали, рама–боғлагичли ва боғлагичли тизимларга бўлинади.

Рамали тизим. Синчнинг рамали тизимида юкни устун ва ригеллар қабул қилади. Ригеллар устунларга бикир бириктирилади, натижада фазовий тизим ҳосил бўлади. Қаватлар сони ортиши билан шамол кучи таъсирида пастки қават устун ва ригелларида вужудга келадиган эгувчи моментлар ҳам ортиб боради, бу эса устун ва ригеллар кесимини катталаштиришни талаб этади. Бу ҳол бино конструкцияларини бирхиллаштиришни (унификация) қийинлаштиради, шунинг учун рамали тизимлар 8 қаватдан баланд бўлган биноларда қўлланилмайди. Рамали тизимларда горизонтал юкларни

тўлалигича кўндаланг рамалар қабул қилади, шунинг учун улар ана шу кучлар таъсирига ҳисобланади.

Рама – боғлагичли тизим. Баландлиги 8 қаватдан ортиқ бўлган биноларда горизонтал юкларни бикир тугунли рамалар ва вертикал жойлашган бикирлик элементлари, вертикал юкларни эса рамалар ва қисман бикирлик элементлари қабул қилади. Бундай элементлар сифатида одатда темирбетон деворлар – диафрагмалар ёки металдан ишланган боғлагичлар қўлланилади. Лойиҳалаш тажрибасининг кўрсатишича рама–боғлагичли тизимлардаги вертикал диафрагмалар горизонтал кучларнинг 80...90 % ини, агар бироз кучайтирилса, 100 % ини ўзига қабул қила олар экан. Рама – боғлагичли тизимларда горизонтал кучлар ташқи деворлар орқали қаватлараро ёпмаларга ўзатилади. Ёпмалар горизонтал диафрагма сифатида ишлаб, босимни вертикал диафрагмаларга ўзатади. Вертикал диафрагмалар горизонтал кучлар таъсирида, пойдеворга маҳкамланган консол сингари ишлайди. Вертикал диафрагмаларнинг бикирлиги камроқ бўлса, горизонтал кучларнинг бир қисмини кўндаланг рамалар қабул қилади. Рама – боғлагичли тизимларни сейсмик ҳудудларда кенг қўллаш тавсия этилади.

Боғлагичли тизим. Бундай тизимда вертикал юкларни рамалар ва қисман диафрагмалар қабул қилади. Ригель билан устуннинг туташув тугуни кичик қийматли моментни қабул қила оладиган қилиб ишланади.

Моментлар қийматининг доимийлиги бирикув тугунлари ва устун ҳамда ригелларни бирхиллаштириш имконини беради. Сўнгги пайтларда металлни тежаш имкониятини берадиган шарнирли тугунлар яратилиб, амалиётга татбиқ этилмоқда. Йиғма темирбетон элементларидан тикланадиган Тўрар жой ва жамоат биноларида боғлагичли тизимлар кенг қўлланилади.

Тўлиқ бўлмаган синчли биноларни ҳам боғлагичли тизимларга киритса бўлади. Буларда юк кўтарадиган бўйлама ва кўндаланг деворлар вертикал диафрагма ролини ўйнайди. Устун ва ригеллардан ташқил топган ички синчлар деворларга таяниб, фақат вертикал юкларни қабул қилади.

Умуман олганда, устун ва ригелларнинг уланиш тугунлари бикир ва шарнирли бўлиши мумкин.

Техник–иқтисодий ҳисобларнинг кўрсатишича, кўп қаватли синчли биноларда рамали тизимларга караганда рама–боғлагичли тизим анча тежамли бўлар экан. Масалан, бинонинг 1 м^2 майдонига сарфланадиган пўлатнинг ҳажми рама–боғлагичли тизимларда рамали тизимларга нисбатан 10–15 % кам бўлади, бинобарин, нархи ҳам 2,5–5% га арзон тушади. Шунинг таъкидлаш жоизки, саноат биноларида 6х6 ва 9х6 ўлчамли устун тўрлари кўп ҳолларда фойдаланиш талабларини қондирмайди. Айниқса, технологик тизимни янгилашда анча қийинчиликлар туғдирилади. Ҳисоблар устун тўри 6х24 ва 6х36; 12х24 ва 12х36 м бўлган катта оралиқли кўп қаватли бинолар иқтисодий жиҳатдан мақбул эканлигини кўрсатди.

Кўп қаватли синчсиз бинолар. Аҳоли яшайдиган кўп қаватли уйлар, меҳмонхоналар ва пардадеворлари зич жойлашадиган бошқа жамоат бинолари синчсиз қилиб қурилади. Бунда вертикал диафрагмалар (юк кўтарувчи ички деворларнинг панеллари) ва қаватлардаги ёпмалар юк кўтарувчи асосий конструкциялар вазифасини ўтайди. Шунинг ҳам ҳисобга олиш керакки, ташқи деворларнинг панеллари, одатда, юк кўтарувчи ички панелларнинг қисқа ён томонига очиб қўйилади. Бинони ясси панеллардан (йирик панелдан қуриладиган бинода) ёки ўлчамлари хонага ёки квартирага мўлжаллаб тайёрланган ҳажмли темирбетон блоклардан кўтариш мумкин. Заводда ишлаб чиқариладиган бу блокларнинг ички юзалари пардоздан тўла чиқарилган бўлади.

Кўп қаватли фуқаро бинолари. Кўп қаватли фуқаро бинолари, одатда, 12...16 қаватли; 20 ва ундан юқори қаватли бинолар баланд бинолар дейилади. Ҳозирги даврда заводларда тайёрланадиган йирик ўлчамли йиғма темирбетон элементлардан бунёд этиладиган синчли ва синчсиз (йирик панелли) бинолар энг кенг тарқалган бино тўрларидандир.

Уй–жой қурилишида йирик панелли (синчсиз) бинолар кенг тарқалган; синчнинг йўқлиги ва заводда тахтлаш даражасининг юқорилиги, монтаж

ишларининг камайиши бинонинг арзонлашувига олиб келади. Ҳисоблар баландлиги 20 қаватгача бўлган йирик панелли уйлар синчли биноларга нисбатан анча арзон эканлигини кўрсатди (нархи 5...10 % арзон, қуриш учун сарфланадиган меҳнат 10...15% кам, арматура ҳам 30...50% кам сарфланади). Биноларнинг эни хоналарни табиий ёритиш нуқтаи назаридан 12...16 м атрофида олинади.

Йирик панелли бинолар деворларининг юк кўтаришига қараб икки гуруҳга бўлинади: гуруҳларнинг бирида юкни кўндаланг деворлар, иккинчисида бўйлама деворлар кўтаради. Юкни кўндаланг деворлар кўтаргани маъқул деб саналади, чунки бунда ёпмаларнинг оғирлиги кўндаланг деворларга берилиб, бўйлама деворлар юк кўтармайди, улар фақат тўсиқ вазифасини ўтайди, бу эса уларни енгил ашёлардан (керамзитбетон, аглопоритбетон, ғовакли бетон ва ҳ.к.) катта ўлчамларда яшаш имконини беради. Йирик панелли биноларнинг ёпмалари ва деворлари кўпинча хоналар ўлчамида ишланади.

Ички ва ташқи девор ҳамда ёпма панеллари панелли биноларнинг асосий конструкцияларидир. Юк кўтарувчи ички девор панеллари одатда синфи В15 дан кам бўлмаган оғир бетондан бир қатламли қилиб лойиҳаланади. Панель қалинлиги мустаҳкамлик, товуш ўтказмаслик ва оловбардошлик талаблари асосида белгиланади. Панелнинг иккала йўналишида қўйиладиган горизонтал ва вертикал арматуранинг юзаси конструктив равишда белгиланиб, панель кесимининг $0,2 \text{ см}^2/\text{м}$ миқдорида қабул қилинади.

Юк кўтармайдиган ташқи девор панеллари ғовакли бетондан 240...350 мм қалинликда бир қатламли қилиб тайёрланади. Юк кўтарадиган ташқи деворлар икки ёки уч қатламли қилиб ишланади. Арматура фақат оғир бетонли қатламга қўйилади. Панелнинг сарбаста (перемычка) қисмига қўйиладиган арматура ҳисоблаш йўли билан танланади.

Ёпма панеллари кўп бўшлиқли ёки яхлит плита тарзида ишланади. Оралик масофаси 4,8 м дан кичик бўлса, плита олдиндан зўриқтирилмайди. Арматуралар плитанинг қай тарзда ишлашига қараб жойлаштирилади.

Бутун хоналар ёки хонадонлардан ташқил топган фазовий темирбетон блокларнинг ишлаб чиқилиши ва қурилиш амалиётига татбиқ этилиши йирик панелсозликда олға қўйилган бир қадам бўлди. Ҳажмий блоклар алоҳида тайёрланган ясси девор ва ёпма панелларини заводнинг ўзида йиғиш йўли билан, ёки «стакан» ёки «қалпоқ» кўринишида қуйма (яхлит) ҳолда ясалади.

Сирпанувчи қолипларда қад кўтарадиган кўп қаватли Яхлит темирбетон биноларнинг истиқболи кенгдир. Ҳозирги пайтда шу усулда кўпгина шаҳарларда бунёд этилган 17–20 қаватли яхлит биноларни учратиш мумкин.

Конструктив элементларни бирхиллаштириш. Қурилишни индустриаллаштиришнинг асосий йўналишларидан бири бу бино ва иншоотларнинг конструктив элементлари ва конструкциялар ўлчамларини бирхиллаштиришдан иборатдир. Конструкция хилларини бирхиллаштириш қурилишда кенг қўланиладиган ва амалиётда текширилган энг рационал хилларини танлашдан иборатдир. Конструкция ўлчамларини бирхиллаштириш уни ўлчамлари, бино ва иншоотларнинг асосий хажмли–режали параметрлари сонини ва уларнинг ўзаро уйғунлашувини чеклашдан иборатдир.

Асосий хажмли–режали параметрлар қуйидагилардан иборат:

L – оралик, В – устун қадами ва Н – баландлик. Қурилиш параметрларини бирхиллаштириш асосий модул $M=100$ мм асосида бино ва иншоотлар элементларининг хажмли–режали ва конструктив ўлчамларини координация қоидаларини йиғиндисини ташқил қилувчи ягона модул тизими (ЯМТ) асосида олиб борилади. Ўлчамлар асосий ёки ихтиёрий модулларга қаррали қилиб белгиланади. Модулли ўлчамларни қўллаш намунавий конструктив ечимлардан кенг фойдаланиш имконини беради.

Тўсинли йиғма ораёпманинг конструктив схемаси. Бундай ораёпма ригеллар (тўсинлар)дан иборат бўлади. Бу ригелларга ораёпманинг панеллари ётқизилади. Ригеллар, ўз навбатида, девор ва устунларга тиралади. Одатда, ригел фуқаро биноларида 2,8...8 м ли; 2...3 ораликда, саноат биноларида 6...9 м ли; 5...6 ораликда бўлади. Темирбетоннинг умумий массасидан энг кўп қисми (70% гача) панелларга тўғри келади. Шунинг учун панелларнинг конструкцияларини тўғри танлаш алоҳида аҳамиятга эга. Бир неча вариантларни таққослаш йўли билан конструкциянинг умумий массасини камайтиришга эришган ҳодда панелларни жойлаштиришнинг энг мақбул йўли топилади.

Мавжуд панел Тўрлари уларнинг массасини камайтириш мақсадида қовурғали қилиб ёки Тўрли шаклдаги ковакли қилиб ишланади. Оддиндан зўриқмаган панеллар учун В20, В30 синфли бетон, олдиндан зўриққан панеллар учун синфлари бирмунча юқори бетонлар ишлатилади.

Панеллар пайвандланган тўрлар ва каркаслар билан арматураланади. Оддиндан зўриққан панелларга зўриқтирувчи арматура сифатида асосан А–IV, А–V, Ат–V синфлардаги стержен арматуралар ишлатилади.

2Т туридаги, тўшама деб аталадиган катта ораликли панеллар устида алоҳида тўхталиб ўтамиз. Бунга ўхшаган катта ораликли тўшамалар асосан залли бино (савдо, умумий овқатланиш, спорт, оммавий томоша, кўргазма, маъруза заллари ва шу каби) ларга ишлатилади. Устунларнинг йириклаштирилган тўрларига эҳтиёж маъмурий бинолар, мактаблар, болалар боғчалари учун борган сари ортиб бормоқда. Қаватининг баландлиги 4,2 м ли бу каби жамоат бинолари учун устунларининг Тўри 2Т Тўрдаги 6х12 м ли тўшамалари бўлган бир хилдаги катта ораликли синч ишлаб чиқилган.

Кўпинча қутисимон кесимли тўшамалар ҳам ишлатилади. Улар 2Т турдаги тўшамалар билан ўзаро алмашинадиган тўшамалардир.

Назарий ва тажрибавий текширишлар тўшамалардан ҳаво ўтказгич сифатида фойдаланиш мумкинлигини кўрсатди. Бу эса металл билан меҳнат сарфи маълум даража тежалишига имкон беради.

Панеллар ва тўшамалар оралиғи l_0 ли бир оралиқли эгилувчан тўсиндек ҳисобланади. Бунда l_0 оралиқ тўсин ўқлари орасидаги масофага тенг қилиб

олинади. Кесим баландлиги асосан бикирлик талабларига кўра аниқланади. Шунини ҳисобга олиш керакки, олдиндан зўриққан панеллар учун u ($1/20 \dots 1/30$) l_0 га тенг бўлади. Бўйламасига ва кўндалангига қўйиладиган иш арматурасининг кесимлари мустаҳкамлик жиҳатдан тавр ёки қўштавр кесимли эгилувчан элемент каби танлаб олинади. Бунда панел қовурғасининг эни b панелларнинг ҳамма қирраларининг жами энига, токча эни эса панелларнинг бутун эни b_n га тенг қилиб олинади.

Тўсинсиз йиғма ораёпмалар. Бундай ораёпмаларнинг конструктив схемаси 3 та асосий элементлар: капителлар, устунлараро плита ва марказий плитадан иборат. Капителлар устуннинг кенгайган жойига, устунлараро плита – капителга, марказий плита устунлараро плиталарга тиралади. Тўсинсиз ораёпма ҳам контур бўйлаб тиралган плиталари бор бўлган қовурғали ораёпма каби ишлайди. Тўсинсиз ораёпмаларнинг панеллари ичи бўш қилиб ишланган, қовурғали капителлар эса ковак ёки туташ ясалган бўлиши мумкин. Устунлараро панеллар қирқимсиз тўсинлар сифатида тўғрилانган $M_{on}=M_{np}=ql^2/16$ моментлардан, марказий панел эса таянч контурида қисман маҳкамланганликни ҳисобга олган ҳолда чегара мувозанат услуги бўйича ҳисоланади.

Йиғма темирбетон панелларни ҳисоблаш ва лойиҳалаш. Қобирғали панелларнинг баландлигини 50 мм га каррали равишда $h = (1/15 \dots 1/20)l$ доирасида, бўшлиқли панелларнинг баландлигини эса 20 мм га каррали равишда $h = (1/25 \dots 1/30)l$ чегарасида олиш тавсия этилади. Қобирғали панелларнинг юқори токчалари қалинлигини 5 мм га каррали равишда 35...60 мм олиш лозим. Қобирғанинг пастки қисми кенглиги 10 мм га каррали равишда 70...100 мм олинади. Қобирғанинг юқори қисми кенглиги қобирға ички сиртининг 1:10 нисбатда оғишига қараб белгиланади. Бўшлиқли панеллар токчасининг минимал қалинлиги 5 мм га каррали

равишда 25...40 мм олинади, бўшлиқлар орасидаги қобирғанинг кенглиги ҳам ана шу чегарада бўлади.

Ёпма панелларининг ҳисоблаш тарҳи (схемаси) бир ораликли (шарнирли таянган) тўсин кўринишида олинади. Панелнинг ҳисобий узунлиги тариқасида унинг таяниш юзалари орасидаги масофа олинади.

Панелга таъсир этувчи юклар. Ёпма панелларига доимий (плита ва полнинг хусусий оғирлиги) ва муваққат (фойдали) юклар таъсир этади. Муваққат юклар ўз навбатида қисқа ва узоқ муддат таъсир этувчи юкларга бўлинади. Панелни ҳисоблаш жараёнида 1 м^2 юза учун берилган юкни погон – метрда ўлчанадиган юкка ўтказиш лозим бўлади. Бунинг учун юзага оид юкни панель энига кўпайтирилади. Панелни чегаравий ҳолатларнинг биринчи гуруҳи бўйича ҳисоблашда тўлиқ ҳисобий (доимий плюс барча муваққат) юкдан, чегаравий ҳолатларнинг иккинчи гуруҳи бўйича ҳисоблаганда эса узоқ муддат таъсир этувчи меъёрий (доимий плюс узоқ муддатли муваққат) юкдан, қисқа муддатли ва тўлиқ меъёрий юклардан фойдаланилади. Юкларнинг миқдори меъёрлар асосида аниқланади.

Ҳисобий зўриқишларни аниқлаш. Қобирғали ва бўшлиқли панеллар текис ёйиқ юк қўйилган бир ораликли статик аниқ тўсин сифатида ҳисобланади. Панель ўртасидаги максимал эгувчи момент

$$M=q_i l_0^2/8, \quad (17.1)$$

максимал кўндаланг куч

$$Q=q_i l_0/2. \quad (17.2)$$

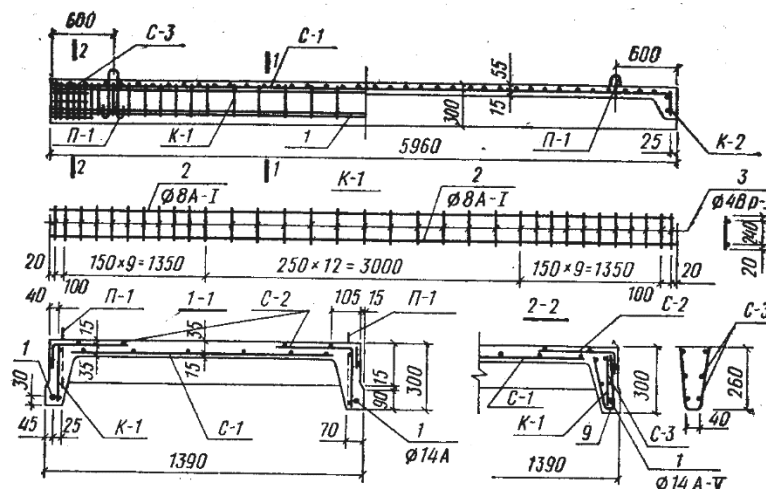
формулалар ёрдамида аниқланади. Бу ерда q_i – тўлиқ узоқ муддатли ёки қисқа муддатли юк; l_0 – панелнинг ҳисобий узунлиги. Қобирғали панелларнинг тоқчаси (томонлар нисбати < 2 бўлганда) контур бўйлаб таянган плита ёки (томонлар нисбати >2 бўлганда) бўйлама қобирғаларга маҳкамланган плита сифатида ҳисобланади. Ҳисобий узунлик сифатида қобирғалар орасидаги очиқ масофа қабул қилинади. Плитанинг гишт деворга таяниш узунлиги ҳисоблаш йўли билан белгиланади. Бунда деворнинг ўша қисми сиқилишга ҳисобланади. Таяниш узунлиги ҳар қандай ҳолда ҳам 120

мм дан кам бўлмаслиги лозим. Каркаснинг бикирлигини ошириш, ашёларни тежаш, ёпманинг конструктив баландлигини кичрайтириш мақсадида ригелларни узлуксиз (кўп ораликли) қилиб лойиҳалаш тавсия этилади. Йиғма темирбетон элементлардан ташкил топган ригелларнинг узлуксизлигини таъминлаш учун уланадиган элементларнинг учларига маҳкамланган металл тахталалар бир–бирига пайвандланади, сўнг бетонланади. Ригелнинг ҳисоблаш тарҳини узлуксиз тўсин кўринишида қабул қилинади. Четки ригелларнинг бир учи деворга 30 см кириб туради, иккинчи учи устунга таянади. Ўрта ригелнинг иккала учи устунга таянади. Ригеллар оддий темирбетондан тайёрланиб, чегаравий ҳолатларнинг биринчи гуруҳи бўйича ҳисобланади. Ҳисоб жараёнида арматура ва бетонда ҳосил бўлиши мумкин бўлган пластик шарнир ва у туфайли эгувчи моментнинг қайта тақсимланиши эътиборга олинади.

Ригелга қобирғали плиталарнинг оғирлиги таянч нуқталарда йиғиқ куч сифатида, ўзининг оғирлиги эса текис ёйиқ куч сифатида таъсир этади. Агар ригелга тўрттадан ортиқ йиғиқ куч қўйилган бўлса, уларни текис ёйиқ куч сифатида қабул қилиб, ҳисобий ички кучлар M ва Q лар аниқланади. Ригелни кўп ораликли узлуксиз тўсин сифатида ҳисоблаш учун умумлашма эпюра курилади. Доимий юк ригелни ҳамма ораликларига бир вақтда тушади ва ҳисоблашда юкнинг ҳамма комбинацияларида уни эътиборга олиш керак. Муваққат юк бир вақтда бир ёки бир неча ораликқа таъсир қилиши мумкин, бу, ўз навбатида, нафақат кучнинг қийматини, балки ишорасини ҳам ўзгартириши мумкин. Ригелни ҳисоблашда ва уни арматуралашда кучнинг мумкин бўлган ҳамма ўзгаришларини эътиборга олиш лозим. Статик ноаниқ темирбетон конструкцияларни ҳисоблаш бетон ва арматурадаги пластик деформацияларнинг қайта тақсимланишини ҳамда ёриқлар пайдо бўлиши ва очилишини эътиборга олиб борилади.

Қобирғали плиталарни арматуралаш. Қобирғали плиталарда олдиндан зўриқтирилган асосий ишчи арматурани қобирғаларга жойланади (17.2-расм.). Плитанинг токчаси (супачаси) симтўр билан, кўндаланг қобирғалари

– пайвандланган ясси каркаслар билан, бўйлама қобирғалар эса ясси каркас ва олдиндан зўриктирилган арматура билан арматураланади.



17.2-рasm. Қобирғали плитани арматуралаш

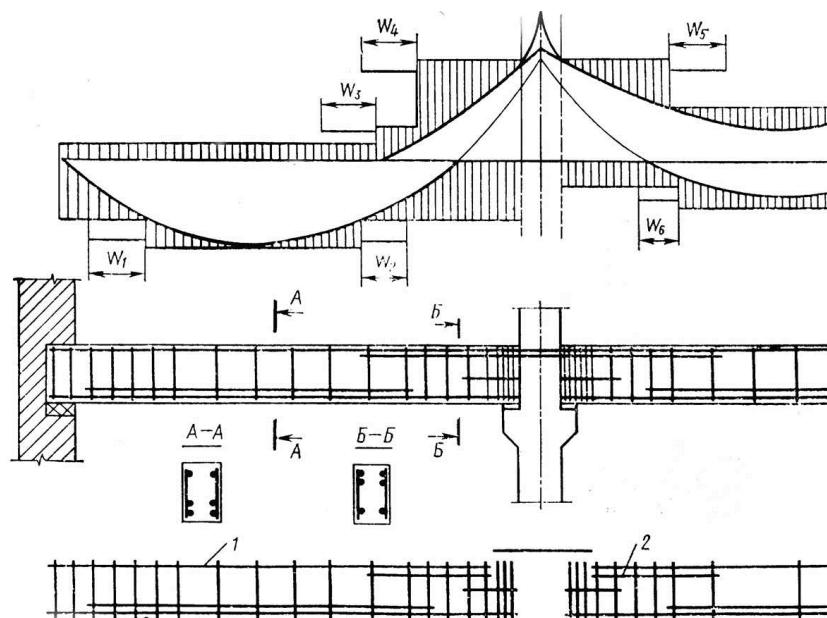
Олдиндан зўриктирилган арматура сифатида даврий профилли А – VI синфли пўлат стержень ишлатилади.

Плита токчасига ётқазиладиган пайвандланган сим тўр Вр – I синфли оддий симдан тайёрланади. Бўйлама ва кўндаланг қобирғаларнинг ясси каркаслари А – III синфли даврий профилли стерженлардан ишланади. Монтаж арматурасига А–I синфли сим ишлатилади. Плитани арматуралаш тартиби 2 – рasmда тасвирланган.

Ригелларни арматуралаш момент ва кўндаланг кучларнинг умумлашма эпюрасига мувофиқ олиб борилади. Эпюрага мувофиқ ишчи арматура оралик ва таянчларда қисман калталаштирилади, яъни узилади, бу, ўз навбатида, момент кичик бўлган жойларда арматура сарфини тежаш имконини беради (17.3–рasm.).

Плиталари контур бўйлаб тиралган қовурғали яхлит ораёпмаларнинг конструктив схемаси ва ҳисоблашнинг ўзига хос хусусияти. Бундай ораёпмалар қовурғали ораёпмаларга қараганда бирмунча қиммат туради. Бироқ, у эстетик жиҳатдан афзалликларга эга ва одатда, жамоат биноларида қўлланилади. Қалинлиги 5 ... 14 см ли ораёпма плитаси устунларнинг ўқлари бўйлаб иккала йўналишда тўсинларга тиралади. Агар тўсинлар орасидаги

масофа кичик бўлса (2 м дан кичик), устунлар ҳар 3–4 ораликда қўйилади ёки умуман қўйилмайди. Плитанинг оралиғи плита томонларининг ўзаро нисбати 1...1.5 бўлганда 4...6 м ни ташкил этади.



17.3–расм. Узликсиз ригелни арматуралаш

1 – К–I каркаслар; 2 – К–2 каркаслар

Контури бўйлаб тиралган плиталар чегара мувозанат услубининг кинематик усули бўйича ҳисобланади. Плита чизикли пластик шарнирлар – қайрилиш чизиклари билан бириккан бикир таркибий қисмлари (буғинлари) бўлган механизм тарзида қурилади (17.3–расм). Қайрилиш чизикларининг жойлашиш шакли конвертни эслатади. Шунинг учун синишнинг конверт схемаси ҳақида гап юритилади. Конверт схемада синишда плиталарнинг юз бериши мумкин бўлган силжишидан тўнқарилган том тарзидаги жисм ҳосил бўлади.

Контури бўйлаб тиралган плиталардаги зўриқишларни аниқлаш. Тенг тарқалган юкдан g (масалан, грунт босими ёки гидростатик босим) момент қийматини етарлича аниқликда қуйидаги формулалардан аниқлаш мумкин:

Контури бўйлаб қистирилган плита учун (17.5,а–расм)

$$M = g_1 l_1^2 \alpha / 24; \quad M = g_2 l_2^2 \alpha / 24; \quad (17.3)$$

Йиғма плита ва тўсинлар учун (уларни лойиҳалаш юқорида келтирилган тамойилларга мувофиқ амалга оширилади)

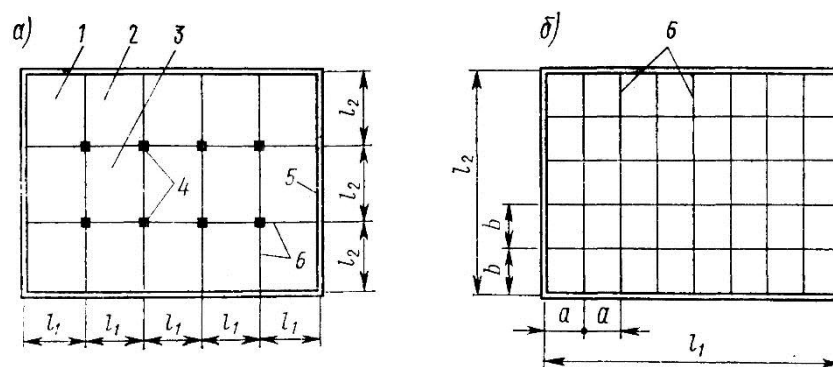
$$M_{1sup} = g_1 l_1^2 / 12, \quad M_2 = g_2 l_2^2 / 12; \quad (17.4)$$

Контури бўйлаб эркин тиралган плита учун

$$M_{1sp} = g_1 l_1^2 a / 8, \quad M_{2sp} = g_2 l_2^2 a / 8, \quad (17.5)$$

бунда $a = 1 - k l_1^2 l_2^2 (l_1^4 + l_2^4)$ – плита оралиқ кесимларида буровчи моментларни ҳисобга олиб аниқлик киритувчи коэффициент; $k = 5/18$ – контури бўйлаб қистирилган плиталар учун; $k = 5/6$ – эркин тиралган плиталар учун. l_1 ва l_2 йўналишларда g юкнинг тақсимланиши қуйидаги формуладан ҳисобланади: $g_1 = g l_2^4 / (l_1^4 + l_2^4)$; $g_2 = g l_1^4 / (l_1^4 + l_2^4)$. (17.6)

Контури бўйлаб тиралган плиталар тўсинли плиталар каби тўрлар билан арматураланади. Плита оралиғи 2,5 м дан катта бўлганда, оралиқ ва таянчлар алоҳида сим тўрлар билан арматураланади. Оралиқнинг паст қисмида икки йўналишда ҳам ишчи стерженлар ўрнатилади. Плита ўртасида арматура кўпроқ, четида эса камроқ қўйилади. Калта стерженлар таянчдан $l_2/4$ масофада ўзилади. Таянчлар устида таянч моментлари бўйича ҳисоблаб топилган арматуралар ўрнатилади, уларнинг 50% и $l_2/4$ масофада ва 50% и $l_2/6$ масофада ўзилади (17.4,б – расм). Плиталар тўқилган ва пайвандланган сим тўрлар билан арматураланади. Плита оралиғи 2,5 м дан кичик бўлганда, улар рулонли сим тўрлар билан арматураланади. Контури бўйлаб тиралган плиталардан юклар тўсинларга учбурчак ва трапеция шаклидаги юк майдончаси кўринишида ўзатилади (17.4,а – расм). Бу юкларни топиш учун плита бурчакларидан уларнинг кесишишигача биссектриса ўтказилади (4,б–расм). g ни (1 м² га) тегишли юк майдонига кўпайтмаси икки томондан юкланган тўсин оралиғидаги тўла юкни беради: оралиғи l_2 бўлган тўсин учун $G_2 = 0,5gl_2^2$; оралиғи l_1 бўлган тўсин учун $G_1 = 0,5gl_2 (2l_1 - l_2)$. Тўсинни ҳисоблаш тартиби ва арматуралаш тамойиллари тўсинли плиталари бўлган қобирғали конструкциялар бош тўсинидаги қабидир.



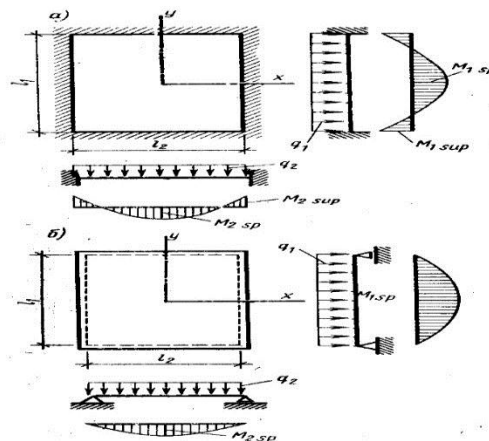
17.4–расм. Плиталари контур бўйлаб тиралган ораёпмаларнинг конструктив схемалари

а) – устунли ораёпма; б) – устунсиз ораёпма; 1 – плитанинг бурчак панели; 2 – плитанинг бурчак панели; 3 – плитанинг ўртага қўйилган панели; 4 – устун; 5 – юк кўтарувчи девор.

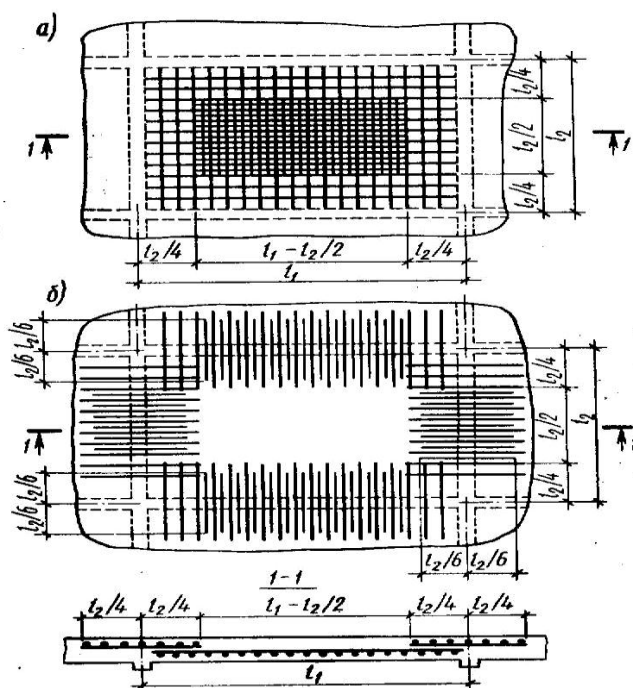
Ҳисоблаб аниқланадиган l_1 ва l_2 оралиқлар юқорида тўсин плиталари учун қилинган кўрсатмаларга мувофиқ олинади.

Тўсинлар чегара мувозанат услуби бўйича ҳисобланади.

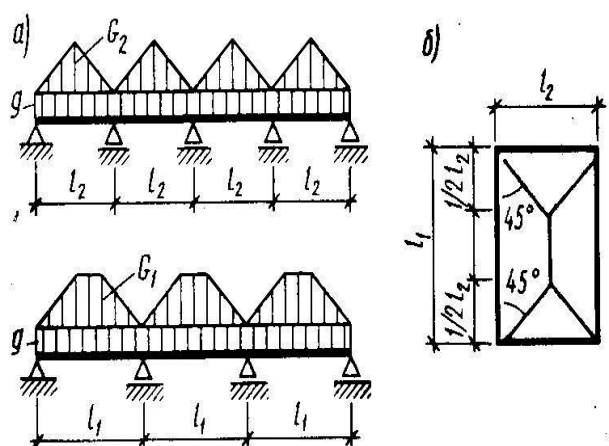
Шуни ҳам ҳисобга олиш керакки, моментлар эркин тиралган тўсинлардаги тегишли моментларга нисбатан охирги оралиқда ва биринчи ўрта таянчда 0,7 га, ўртадаги оралиқларда ва ўртадаги таянчларда эса 0,5 га тенг деб олинади. Бу моментларга M моментлар қўшилади (тўсинлар массасидан тушадиган юк ва бевосита тўсинлар устида ва энли полосага жойлашган вақтли юк). M моментлар тегишлича $ql^2/11$ ва $ql^2/16$ га тенг бўлади. Плита арматураларининг кесимлари тўғри тўртбурчак кесимлар учун танлангандек танлаб олинади.



17.5–расм. Контур бўйлаб тиралган плитанинг ҳисобий тарҳи



17.6-расм. Контури бўйлаб тиралган плитани арматуралаш



17.7-расм. Контури бўйлаб тиралган плитали қобирғали конструкция тўсинидаги юк.

Назорат саволлари.

1. Контур бўйлаб тиралган плиталарни лойиҳалашнинг ўзига хос-хусусиятлари.
2. Контур бўйлаб тиралган плиталарнинг конструктив схемасини чизинг.
3. Уларни ҳисоблашнинг ўзига хос хусусиятлари нималардан иборат?
4. Тўсинларда юклар қандай тақсимланади?
5. Арматуралаш схемасини келтиринг.

Мавзу 18. Кўп қаватли бинолар конструкцияларини лойиҳалаш ва уларни вертикал ва горизонтал юклар таъсирига ҳисоблаш

Танч сўзлар. Кўп қаватли бинолар, фазовий тизим, махсус юклар.

18.1. Кўп қаватли биноларни ҳисоблаш

Замонавий кўп қаватли бинолар турли хил элементларни ўз ичига олган мураккаб фазовий тизимлардан ташқил топади. Бундай биноларни ҳисоблашда барча конструктив хусусиятлари, таъсир этувчи юкларнинг тавсифини эътиборга олиш қийин масалалардан саналади. Табиийки, бундай ҳисобларни бажаришда лойиҳачи энг аввал ЭХМ га суянади.

Мураккаб ҳисобларни амалга оширишда лойиҳачига ҳисобнинг муҳандислик услублари ҳамда ёрдамчи жадваллар ҳам жуда кўл келади. Шунингдек ҳисобнинг соддалаштирилган усуллари ҳам мавжуд. Масалан, фазовий тизимни бир неча ясси тизимларга ажратиб, уларнинг ҳар қайсисини мустақил равишда ҳисобланади. Бинонинг айрим элементларида ҳосил бўладиган зўриқишларни тақрибан аниқлашда шу усулдан фойдаланилади, кўпинча бу усул аниқ натижалар беради.

18.2. Кўп қаватли бинолар асосий ва махсус юклар таъсирига ҳисоблаш

Ҳисоб устун ва ригелларнинг нисбий бикирликларини аниқлашдан бошланади. Бунинг учун, мавжуд конструкцияларга ўхшатма равишда, элементнинг кўндаланг кесим ўлчамлари белгиланади. Ригелнинг кесимини тақрибий ҳисоб асосида, масалан, таянч моменти орқали аниқласа ҳам бўлади:

$$M=(0,6\dots0,7)M_0, \quad M_0=(g+v)l_0^2/8, \quad (18.1)$$

бу ерда g ва v – ригелнинг 1 м га мос бўлган доимий ва муваққат ҳисобий юк; l_0 – ригелнинг ҳисобий ўзунлиги. Ригелнинг кўндаланг кесимлари:

$$h_0=1,8\sqrt{M/R_b b}; \quad b=(0,3\dots0,4)h. \quad (18.2)$$

Устуннинг кўндаланг кесими

$$A_k=(1,2...1,5)N/R_b, \quad (18.3)$$

бу ерда 1,2. ..1,5–устунга эгувчи момент таъсирини ҳисобга оладиган коэффициент; N – юк майдони бўйича ҳисобланган бўйлама куч.

Кесимлар тақрибий усулда танлангач, устун билан ригель кесимлари бир–бирига мослаштирилади, ўлчамлар бирхиллаштирилади. Устун ва ригелларнинг нисбий бикирликлари ана шу қабул қилинган кесимлар бўйича ҳисобланади.

Фазовий рама синчини муҳандислик услубида ҳисоблаганда, уни алоҳида ясси рамаларга ажратилади. Бино синчининг кўчишлари одатда кичкина бўлганлиги сабабли, кучлар таъсирининг мустақиллиги қондасидан фойдаланиб, ҳар бир рама вертикал ва горизонтал юклар таъсирига алоҳида ҳисобланади.

18.3. Рамаларни вертикал юклар таъсирига ҳисоблаш

Кўп қаватли рама юқори, ўрта ва қуйи қаватларни ўзида мужассамлаштирган уч хил бир қаватли рамаларга ажратилади (18.1-расм). Тайёр жадваллардан фойдаланган ҳолда ҳар қайси рама алоҳида ҳисобланади. Рама ригелларидаги таянч моментлари қуйидаги формуладан аниқланади:

$$M=(\alpha g+\beta v)l^2, \quad (18.4)$$

бу ерда α ва β – ораликлар сони, юкланиш схемаси ҳамда устун ва ригель бикирликлари нисбатига боғлиқ бўлган коэффициент. g ва v – 1 м ригелга тўғри келадиган доимий ва муваққат юк; l – ригель ўзунлиги. Устунлардаги эгувчи моментлар тугунда ригеллар таянчида ҳосил бўлган моментлар фарқини устуннинг нисбий бикирлигига мутаносиб равишда тақсим қилиш йўли билан аниқланади. Доимий ва муваққат юкларнинг Тўрли хил кўринишдаги йиғиндилари учун қурилган эгувчи момент ва кўндаланг кучлар эпюралари асосида умумлашма эпюра кўрилади

ва зўриқишлар қайта тақсимланади. Агар рама оралиқлари учтадан ортиқ бўлса, рама барибир уч оралиқли деб қаралаверади.

18.4. Рамаларни горизонтал юк таъсирига ҳисоблаш

Рамаларни горизонтал кучлар (шамол, zilзила) таъсирига ҳисоблаганда тақрибий усуллардан фойдаланилади. Ёйиқ горизонтал юклар рама тугунларига қўйилувчи йиғиқ кучлар билан алмаштирилади. Устунлардаги эгувчи моментнинг нолга тенг бўлган қиймати, биринчи қаватдан бошқа қаватларда, устуннинг ўртасида жойлашган деб олинади. Биринчи қаватда эса (устун пойдеворга маҳкам бириктирилган бўлса) ноль нуқта баландлигининг $2/3$ қисмида ётади (18.3–расм).

Қаватга таъсир этувчи умумий кўндаланг куч

$$Q_i = W_n + W_{n-1} + \dots + W_{i+1} + W_i \quad (18.5)$$

бўлиб, ҳар бир устунга уларнинг бикирлигига мутаносиб равишда тақсимланади:

$$Q_k = Q_i B / \sum_i B_k, \quad (18.6)$$

бу ерда B – устун кесимининг бикирлиги; m – қаватдаги устунлар сони.

Топилган кўндаланг кучлар асосида барча қават устунларида (биринчи қаватдан ташқари) ҳосил бўладиган эгувчи моментлар аниқланади:

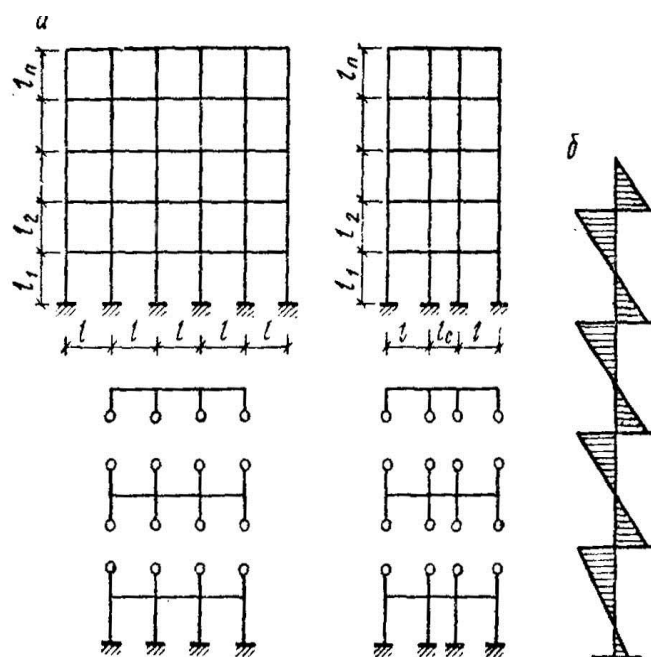
$$M = Q_k h / 2. \quad (18.7)$$

Биринчи қаватда устуннинг устки M_t ва пастки M_b кесимларида ҳосил бўладиган эгувчи момент қуйидаги формулалардан топилади:

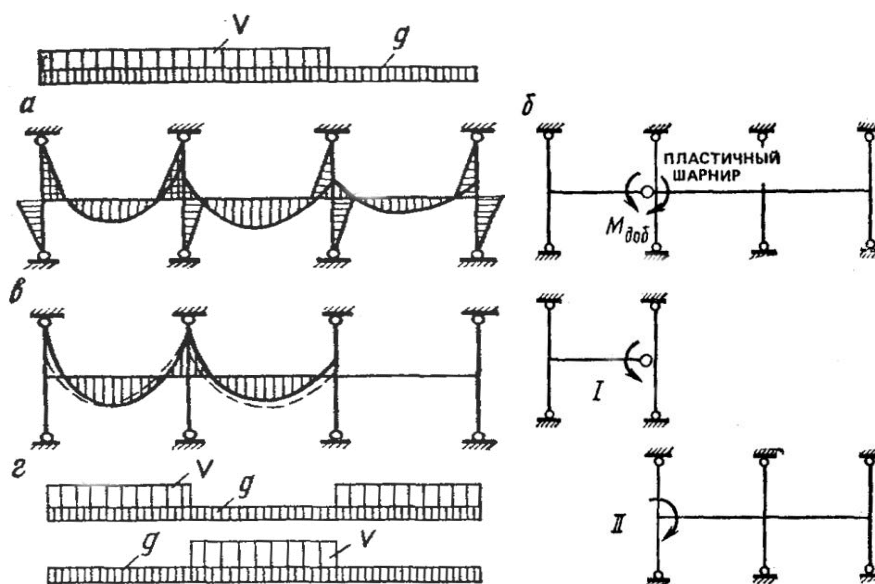
Ригеллардаги таянч моментлари тугунлар мувозанатидан аниқланади.

Тўрли хил (доимий ва муваққат) юклар учун қурилган эгувчи момент M ва кўндаланг кучлар Q эпюралари асосида умумлашма эпюралар қурилади, пластик деформациялар ҳисобига ригеллардаги зўриқишлар қайта тақсимланади; устун ва ригеллар ҳисоби ана шу қайта тақсимланган эпюралар бўйича бажарилади.

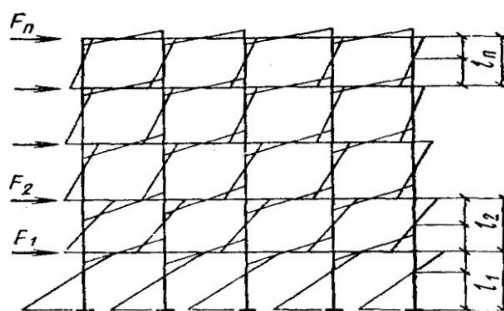
$$M_t = Q_k h / 3; \quad M_b = Q_k 2h / 3. \quad (18.8)$$



Расм. 18.1. Кўп қаватли раманинг ҳисобий схемаси (а) ва кўп қаватли устуннинг моментлар эҷураси (б)



Расм. 18.2. Кўп қаватли рамаларни вертикал юклар таъсирига ҳисоблашга доир



Расм. 18.3. Қўп қаватли рамаларни горизонтал юклар таъсирига ҳисоблашга доир.

Ригеллар эгилувчи элементлар сифатида нормал ва оғма кесимлар бўйича ҳисобланади. Устунлар эса номарказий сиқилувчи элементлар сингари ҳисобланади.

Бир қаватли ва кўп қаватли биноларнинг устунлари. Бино устунлари икки гуруҳга бўлинади – крани йўқ бинолар (70–расм, а) ва кўприкли крани бор бинолар (70,б,в–расм). Крани йўқ бинолар баландлиги бўйича бир хил кесимга, крани бор бинолар эса кесими ҳар хил бўлган устунларга эга. Бундан ташқари улар кран ости тўсинларни маҳкамлаш учун консолга эга.

Тўғри тўртбурчакли ва кўштавр кесимли устунлар энг кўп тарқалган. Кран усти қисмида устун кесими баландлиги қуйидагича қабул қилинади: ўрта устунлар учун 60 ёки 80 см, четкилари учун – 40...60 см.

Устунлардаги кучлар кўндаланг рама ҳисобидан аниқланади. У устунлар билан бикир ва ригеллар билан шарнирли бириктирилган тизимни ташқил қилади.

Бўйлама кучнинг эксцентриситети озгина бўлганда устун кесими тўғри тўртбурчак шаклида қабул қилинади. Момент қиймати катта бўлганда кўндаланг кесим ўлчамлари момент таъсир қиладиган текисликка чўзилади. Бундай ҳолларда тўғри тўртбурчакли, кўштавр ва ш. ў. кесимлар қабул қилинади. Устун кесими ўлчамлари 500 мм дан кичик бўлса 50 мм га каррали, 500 мм дан катта бўлса 100 мм га каррали қилиб яхлитланади.

Бетон сиқилишга яхши қаршилиқ кўрсатгани учун, сиқиладиган элементларга юқори синфли бетонни қўллаш яхши самара беради. Бўйлама арматуралар сифатида А–III синфли, кўндаланг арматуралар сифатида В–I ва А–I синфли арматуралар ишлатилади. Бўйлама арматуралар диаметрини имкони борида катта (12–40 мм) олинади, чунки унда стерженлар кам эгилувчан бўлади. Жуда кўп юк кўтарувчи устунларда катта диаметрли стерженлар ва синфи В20–В30 дан юқори бўлган бетон ишлатилади.

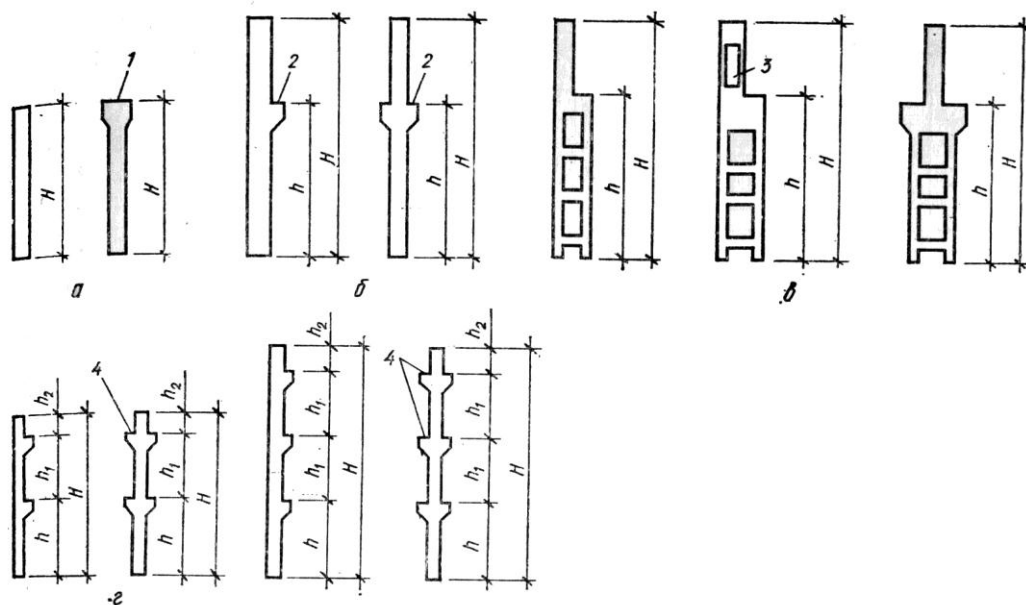
Кўндаланг кесимда бўйлама арматуралар элемент юзасига яқин ҳимоя қатламга амал қилган ҳолда жойлаштирилади. Бўйлама стерженлар орасидаги масофа стержен диаметридан кам бўлмаслиги керак ва 30 мм дан катта олинади. Агар стерженлар бетонлаш даврида тик ҳолатда жойлашган бўлса, бетонни ётқизиш қулай бўлиши учун улар орасидаги масофа 50 мм гача катталаштирилади.

Бир қаватли саноат биноларининг устунлари яхлит (кесими тўғри бурчакли ёки қўштаврли) ва икки томони очик (икки тармоқли) қилиб ишланади. Юк кўтариши 30 т гача бўлган кранлари бор биноларга яхлит устунлар (18.4–расм), кранларининг юк кўтариши 30 т дан ортик бўлган биноларга икки томони очик устунлар ишлатилади.

Устунларда тўғри бурчак шаклидаги кўндаланг кесим томонларининг нисбати 1,5 дан 3 гача бўлади. Икки тармоқли устунларда кран усти қисмининг кўндаланг кесими яхлит тўғри бурчакли, кран ости қисми эса тармоқларининг ўқлари ўртасидаги масофа (краннинг юк кўтаришига боғлиқ ҳолда) 0,7 ... 1,5 м бўлган икки тўғри бурчак шаклидаги кесим тарзида олинади. Ҳовонлар ҳар 2–3 м га ўрнатилади. Икки тармоқли устунлар пойдеворда иккита алоҳида стакан тарзида ишланади.

Кўндаланг кесимда бўйлама арматуралар элемент юзасига яқин ҳимоя қатламга амал қилган ҳолда жойлаштирилади. Бўйлама стерженлар орасидаги масофа стержен диаметридан кам бўлмаслиги керак ва 30 мм дан катта олинади. Агар стерженлар бетонлаш даврида тик ҳолатда жойлашган

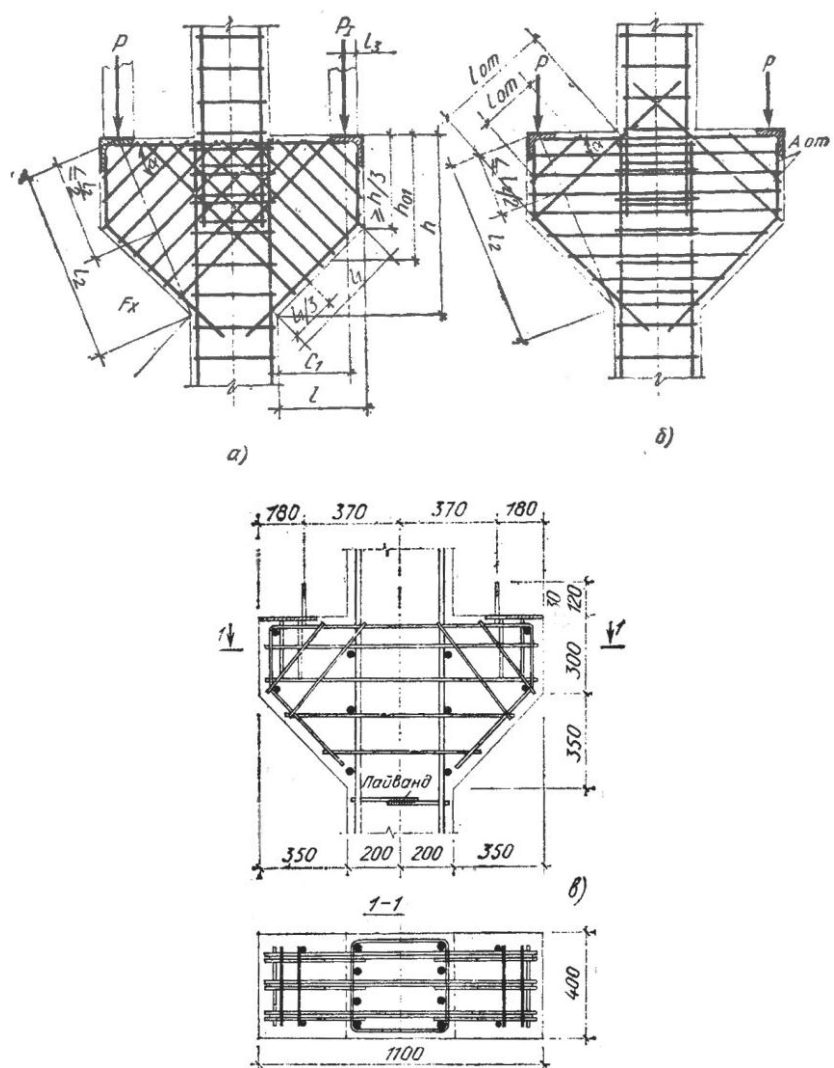
бўлса, бетонни ётқизиш қулай бўлиши учун, улар орасидаги масофа 50 мм гача катталаштирилади.



18.4–расм. Йиғма устунлар хиллари

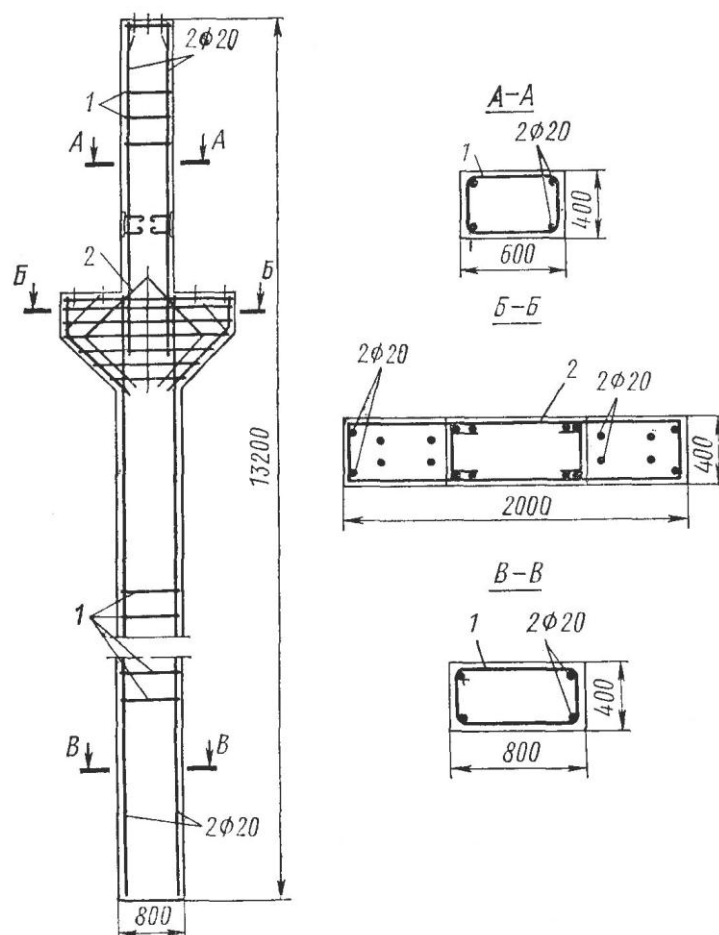
а – бир қаватли крансиз биноларнинг призма шаклидаги яхлит кесимли; б – кўприк крани билан жихозланган бир қаватли бинолар учун поғонали яхлит кесимли; в – худди шундай, икки тармоқли; г – кўп қаватли бино учун яхлит кесимли; 1, 2, 4 – қаватлар ароёпмаларнинг тегишлича ригели, кран ости тўсини ва стропила тўсинларининг таяниш учун консоллари; 3 – ўтказиш жойини қуриш учун тешик.

Устунларнинг консолларини арматуралаш. Бир қаватли саноат биноларининг устунлари яхлит (кесими тўғри бурчакли ёки қўшгаврли) ва икки томони очик (икки тармоқли) қилиб ишланади. Юк кўтариши 30 т гача бўлган кранлари бор биноларга яхлит устунлар (70–расм), кранларининг юк кўтариши 30 т дан ортиқ бўлган биноларга икки томони очик устунлар ишлатилади. Устунлар консолларини арматуралашнинг Тўрли вариантлари 18.5 ва 18.6–расмларда берилган.



18.5–расм. Устунларнинг консолларини арматуралаш
 а – пайванд қилинган каркас билан; б – қия хомутлар билан;
 в – букилган стерженлар ва горизонтал хомутлар.

Кўприксимон кранлари (осма транспортли ёки усиз) бўлмаган бир қаватли баланд ишлаб чиқариш биноларида сўнгги йилларда А–III синфдаги пўлатдан ясалган, бўйлама арматурали, В60 гача синфли бетондан тайёрланган, кесими тўғри бурчакли, олдиндан зўрикқан устунлар ишлатилмоқда. Бундай устун кесимининг баландлиги (0,5...0,8 м), устуннинг баланглиги (10...14,4 м) бинонинг оралиғи (18.. 30 м) ва устунларнинг қадами (6 ёки 12 м)га боғлиқ ҳолда олинади.



18.6–расм. Тўғри тўртбурчакли номарказий сиқилган устун кесимини арматуралаш намунаси (мм): 1–хомутлар D6, қадами 300; 2–хомутлар D8, қадами 150 Кўндаланг арматура ўрнида ўрамнинг қадами 500 мм ли спиралдан фойдаланилади. Бундай устунлар оддийлари (зўриқмаганлари)га караганда баҳоси жиҳатдан (10%га) ва пўлат сарфига кўра (40%га) тежамли бўлади.

Олдиндан зўриктиришдан фойдаланиш 4–5 қаватларгача баландликдаги кўп қаватли биноларнинг устунларини тайёрлашга имкон беради. Бунда тутатиш жойлари бўлмаслиги, каркасинг монтаж ишлари тезлашиши, пўлат сарфи камайтиши, яъни салмоқли иқтисодий самара олиниши ва бионинг фойдаланиш сифатлари яхшиланиши мумкин. Олдиндан зўриктириш миқдори устунга уни тайёрлаш, ташиш ва монтаж қилишда таъсир кўрсатувчи зўриқишлар, бетонда ёриқлар очилишига ёки пайдо бўлишига ҳисоб қилиб белгиланади.

Хорижий мамлакатларда олдиндан зўриққан шу жумладан 5–7 ва ундан ҳам ортиқ қаватлар баландлигига «қирқимсиз устунлар»дан (туташиш жойларисиз) кўтариладиган элементлардан йиғиладиган кўп қаватли бинолар қуриш кенг тарқалган. Ана шундай кўп қаватли оммабоп бинолар АҚШ да қурилмоқда.

Билвосита ва юк кўтарувчи бўйлама ишчи арматурали устунлар. Устунларнинг кўндаланг кесимлари чекланганда ва тушадиган юк катта бўлганда билвосита бўйлама арматура (спиралли ва айланали) қўлланилади (73–расм). Билвосита арматуралаш эгилувчанлиги кам ($l_0/D \leq 10$ бўлганда, бунда D –устун кесими ўлчами) бўлган устунлар учун самарилидир (73–расм).

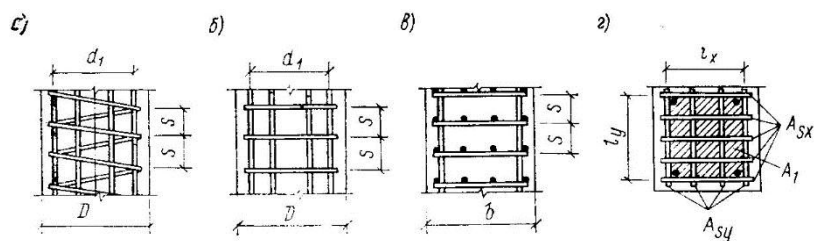
Ҳалқалар (спираллар) ҳамма бўйлама арматураларни қамраб олиши керак; улар диаметри 14 мм дан катта бўлмаган А–I – А–III синфли арматуралардан (ёки Вр–I синфли симлардан) тайёрланиши керак. Ҳалқалар қадами S қуйидаги $40 \text{ мм} \leq S \leq 100 \text{ мм}$ ва $s \leq 0,2D$ шартларни қаноатлантириши керак, спираллар ёки ҳалқалар диаметри d_1 200 мм дан кам бўлмаслиги керак (18.7, а, б–расмга қ.).

Сим тўрли арматуралаш сиқиладиган элементларнинг учларини кучлантириш учун қўлланилади. Бундай ҳолларда кучлантириш зонасининг ўзунлиги $20d$ дан кам бўлмаслиги керак (даврий профилли арматуралар учун $10d$ дан кам бўлмаслиги керак).

Устунларда юк кўтарувчи арматура конструкция вазни тушадиган юкнинг $1/4$ қисмидан ошиб кетмаганда қўлланилади; бундай ҳолларда пўлат сарфи унча катта эмас ва у ишлатиладиган ёғоч ҳисобида ўзини қоплайди.

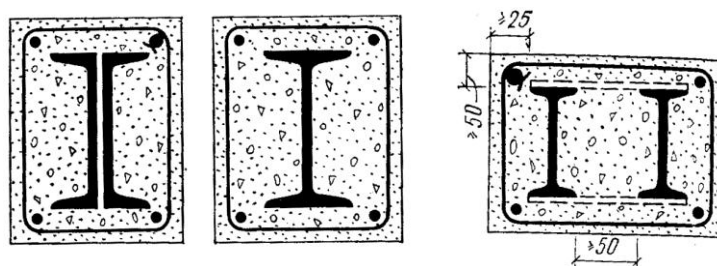
Энг кўп тарқалган юк кўтарувчи арматурали устун кесимлари 18.8–расмда келтирилган. Юк кўтарувчи арматура сони қуриш даврида содир бўладиган юкларга ҳисоблаб аниқланади ва арматуралаш фоизи $\mu = 15 \%$ дан ошмаслиги керак, акс ҳолда бетоннинг арматурадан ажралиш ҳавфи туғилади.

Ҳимоя қатлам ва профиллар орасидаги масофа ҚМҚга мувофиқ қабул қилинади. Оддий арматура умумий қоидага мувофиқ ўрнатилади.



18.7–расм. Билвосита арматураланган элементлар

а – спираллар билан арматураланганда; б – худди шундай, пайвандланган ҳалқалар билан; в – пайвандланган сим тўрлар билан; г – худди шундай, тарх.



18.8–расм. Юк кўтарувчи арматурали устун кесимлари

Юк кўтарувчи арматурали устуннинг ҳисоби икки босқичда олиб борилади: а) юк кўтарувчи арматурани (бетонсиз) устунни қуриш даврида таъсир этадиган юкларга пўлат конструкциялардаги каби; б) темирбетон конструкцияларни юк кўтарувчи арматура билан биргаликда фойдаланиш юкларига. Бунда юк кўтарувчи арматура бетон билан бирга ишлайди деб ҳисобланади.

Устунларни ҳисоблашда, одатда, ёпманинг оғирлиги билан кўприксимон кранлардан, шунингдек, қор ва шамол таъсиридан тушадиган юклар ҳисобга олинади. Ёпма билан қордан тушадиган юклар вертикалига таъсир этади ва устунга ригел орқали ўзатилади. Крандан тушадиган вертикал юк кран кўпригининг оғирлигидан, тележка (аравача)дан ва кўтариладиган юкдан тушадиган юклардан иборат, бу юк кран ости тўсинлар орқали устуннинг кран ости қисмига ўзатилади. Крандан тушадиган

горизонтал (кўндалангига тормозланишдан тушадиган) юк бутунлай битта кран йўлига ўзатилади ва

краннинг иккала ғилдирагига баб–баравар тақсимланади. Бўйламасига тормозланишдан кранга тушадиган юк кран йўли бўйлаб ҳарорат блокида устунларнинг ҳамма қаторига ўзатилади. Бу блокларнинг ўзунлиги 6–7 рамаларга етарли бўлганда, ҳисоблаш учун кранларнинг бўйламасига тормозланишдан тушадиган горизонтал юк назарга олинмаса ҳам бўлади.

Кўп қаватли биноларнинг синчлари қуйида келтирилган асосий схемаларга биноан элементларга ажратилади: а) *тўғри чизиқли элементлар*, б) *рама шаклли элементлар*, в) *ригеллари чиқиқли туташган элементлар*. Тўғри чизиқли элементлар намунавий элемент ҳисобланади, бунда устунлар ёпманинг бўзландлигидан юқорида туташтирилади. Рама шаклли элементларда тугунларнинг яхлитлигини сақлаш мақсадида устунлар ва баъзи ригеллар қирқилган бўлади. Ригеллари чиқиқли туташган элементларда бу ригеллар эгувчи моментлар энг кам бўлган жойларга ўрнатилади. Гарчи туташиш жойлари охиригисининг ўрнашиши статика нуқгаи назардан олганда афзалроқ бўлса ҳам, лекин элементларнинг шакллари мураккаблашишига олиб боради.

Назорат саволлари

1. Бир қаватли ишлаб–чиқариш бинолари устунларини чизинг.
2. Кўп қаватли бинолар устунларини чизинг.
3. Ҳисоблаш пинциплари.
4. Устун ва уни консолларини арматуралаш схемасини келтиринг
5. Кўп қаватли биноларнинг синчларининг асосий схемалари

Адабиётлар рўйхати

1. Arthur Nilson, David Darwin, Charles Dola. Design of Concrete Structures 14th Edition. USA 2010.
2. Asqarov B.A., Nizomov Sh.R., Temirbeton va tosh-g'isht konstruksiyalari. T., Iqtisod-moliya, 2008.
3. Nizomov Sh.R., Yusufxo'jayev S. A. Qurilish konstruksiyalari hisobi asoslari. T., 2014.
4. Байков Б.И., Сигалов Э.Е. Железобетонные конструкции. Общий курс. М., Стройиздат. 1991
5. Попов Н.Н., Забегаев А.В. Проектирование и расчет железобетонных и каменных конструкций., М., Высшая школа, 1989.
6. ҚМҚ 2.03.01-96. Бетон ва темирбетон конструкциялари. ДАҚҚ, Т., 1996
7. Под ред. Шагина А.Л. Реконструкция зданий и сооружений. М., Высшая школа, 1997
8. ҚМҚ 2.01.03-96. Сейсмик районларда қурилиш. ДАҚҚ, Т., 1996.
9. ҚМҚ 2.01.07-97. Юклар ва таъсирлар. ДАҚҚ, Т., 1997.