

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

Тошкент архитектура–қурилиш институти
Самарқанд давлат архитектура–қурилиш институти

Акрамов Хуснитдин Ахрарович
Усмонов Валиахмат Файзиллоевич
Тохиров Жалолиддин Очилович

КОРХОНАДА ТАЙЁРЛАНАДИГАН ҚУРИЛИШ КОНСТРУКЦИЯЛАРИ

Ўқув қўлланма

2-нашр

5340500 “Қурилиш материаллари, буюмлари ва конструкцияларини ишлаб
чиқариш” таълим йўналиши ва уларга мос мутахассисликлар учун

Тошкент 2019

Акрамов Х.А., Усманов В.Ф., Тохиров Ж.О., Корхонада тайёрланадиган қурилиш конструкциялари Ўқув қўлланма. Тошкент, ТАҚИ, 2019, – 227 бет.

Ушбу ўқув қўлланмада темирбетон буюмлар классификацияси ва уларни ишлатиш жойлари келтирилган; бетон ва арматуранинг физик–механик ва деформатив хусусиятлари, темирбетон конструкцияларни лойиҳалаш асосий принциплари, уларни ҳисоблаш усуллари ва кўп қатламли темирбетон конструкцияларни лойиҳалаш ва уларни ҳисоблаш усуллари кўрсатилган.

Ушбу ўқув қўлланма Тошкент архитектура – қурилиш институти, Самарқанд Давлат архитектура – қурилиш институти, Фарғона политехника институти, Наманган муҳандислик - қурилиш институти ва Жиззах политехника институтларининг илмий - услубий кенгашлари томонидан «Қурилиш материаллари, буюмлари ва конструкциялари ишлаб чиқариш» йўналиши ва мос мутахассисликлари учун тавсия этилган.

Тақризчилар: т.ф.н., проф. Камилов Х.Х. (ТАҚИ)

т.ф.н., доцент Норов Р. (ТТЙМИ)

Мазкур ўқув қўлланма Махсудов Б.А. (ТАҚИ), Давлятов Ш.М.(ФарПИ), Холмирзаев А. (НамМҚИ), Бозоров И.Б. (ЖизПИ) лар томонидан ҳаммуаллифликда тайёрланган.

Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги томонидан 5340500 «Қурилиш материаллари, буюмлари ва конструкциялари ишлаб чиқариш» йўналиши ва уларга мос мутахассисликлар учун ўқув қўлланма сифатида тавсия этилган.

МУНДАРИЖА

КИРИШ	8
Темирбетон конструкциялар классификацияси ва қўлланиш соҳалари	9
I– БОБ. БЕТОННИНГ АСОСИЙ ФИЗИК – МЕХАНИК ХУСУСИЯТЛАРИ	12
1.1. Бетоннинг синфланиши	12
1.2. Бетон тузилиши	14
1.3. Бетоннинг мустаҳкамлиги	14
1.4. Бетон синфи ва маркаси.....	16
1.6. Арматура	37
3, 7 ва 19 –симли канатларнинг кўндаланг кесимлари кўрсатилган.	52
1.18 – расм. Арматура боғламлари.	52
НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ	52
II–Боб. ТЕМИРБЕТОН КОНСТРУКЦИЯ ЭЛЕМЕНТЛАРИНИ ҲИСОБЛАШ ХУСУСИЯТЛАРИ	53
2.1. Конструкцияларни чегаравий ҳолати бўйича ҳисоблаш	53
2.2. Темир бетон элементларни чегаравий ҳолатларнинг биринчи гуруҳ бўйича ҳисоблаш	54
2.2.1. Материалларнинг норматив ва ҳисобий қаршиликлари.....	56
2.2.2. Темир – бетон конструкцияларига юкларнинг таъсири.....	59
2.3. Темирбетон конструкцияларнинг ёрилиш чидамлиги талаблари	62
2.4. Олдиндан таранглаштирилган арматурадаги дастлабки кучланишларнинг йўқолиши	63
2.5. Темирбетон элементларни чегаравий ҳолатларнинг иккинчи гуруҳи бўйича ҳисоблаш	72
НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ	73
III–боб. ЭГИЛУВЧИ ЭЛЕМЕНТЛАР МУСТАҲКАМЛИГИНИ ҲИСОБЛАШ	75
3.1. Эгилувчи элементлар турлари ва уларнинг қўлланиши.....	75
3.2. Нормал кесим бўйича мустаҳкамликни ҳисоблаш	78
3.3. Бир томонлама арматураланган тўғри тўртбурчак кесимли элементлар ҳисоби	81
3.5. Тавр кесимни ҳисоблаш.....	96
НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ	101
IV–Боб. ЭГИЛУВЧАН ЭЛЕМЕНТЛАРНИНГ МУСТАҲКАМЛИГИНИ ҚИЯ КЕСИМ БЎЙИЧА ҲИСОБЛАШ	102
4.1. Кўндаланг куч таъсирига қия кесимнинг мустаҳкамлиги.....	102
4.2. Кўндаланг куч таъсирига қия кесим мустаҳкамлигини ҳисоблаш.....	105
4.3. Қия кесим мустаҳкамлигини эгувчи момент таъсирига ҳисоблаш	112
НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ	117
V–Боб. СИҚИЛУВЧАН ЭЛЕМЕНТЛАРНИНГ МУСТАҲКАМЛИГИНИ ҲИСОБЛАШ	118
5.1. Сиқилувчан элементларнинг турлари ва уларнинг қўлланилиши	118
5.2. Шартли марказий сиқилган элементларнинг мустаҳкамлигини ҳисоблаш	121
5.3. Марказий чўзилувчи элементлар. Марказий чўзилувчи элементлар турлари ва уларнинг қўлланиши.	130
5.4. Марказий чўзилган элементларнинг кучланганлик ҳолати	134
5.5. Марказий ва номарказий чўзилган элементлар мустаҳкамлигини ҳисоблаш.....	136
НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ	138

VI–БҶ. ОЛДИНДАН ЗЎРИҚТИРИЛГАН ЭЛЕМЕНТЛАРНИ ҲИСОБЛАШ ВА УЛАРНИ ЛОЙИҲАЛАШ ПРИНЦИПЛАРИ	139
6.1. Олдиндан зўриқтиришнинг моҳияти ва зўриқтириш усуллари	139
6.2. Олдиндан зўриқтириш усуллари	140
6.3. Олдиндан зўриқтирилган элементларни лойиҳалашнинг асосий қоидалари	143
6.4. Олдиндан зўриқтириладиган элемент нормал кесимининг ташқи куч таъсиридан кучланганлик ҳолатлари	146
6.5. Олдиндан зўриқтирилган эгилувчан элементларни чегаравий ҳолатларнинг биринчи гуруҳи бўйича ҳисоблаш	149
6.6. Олдиндан зўриқтирилган марказий чўзилган элементларни чегаравий ҳолатларнинг биринчи гуруҳи бўйича ҳисоблаш.....	150
НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ	151
VII–БҶ. КЎП ҚАТЛАМЛИ КОНСТРУКЦИЯЛАР.....	152
7.1. Кўп қатламли темирбетон конструкцияларни лойиҳалаш ва ишлатиш	152
7.2. Уч қатламли панел конструкциялари	156
7.2.1. Эластик боғловчили уч қатламли панел конструкциялари.....	156
7.2.2. Монолит боғланган уч қатламли темир бетон конструкциялар	164
7.3. Уч қатламли конструкцияларни лойиҳалаш моҳиятлари	168
7.3.1. Эффектив иссиқлик сақловчи уч қатламли, эластик боғловчили девор панеллари.....	168
7.3.1.1. Эластик босқичда қатламларнинг биргаликдаги ишини ҳисобга олиш	169
7.3.2. Эгилувчан кўпқатламли монолит кесимли элементларни ҳисоблаш	174
7.4. Уч қатламли девор панелларининг иқтисодий самарадорлиги	176
НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ.....	179
Фойдаланган адабиётлар.....	181
Темирбетон конструкцияларини лойиҳалашга доир	191
мисол ва масалалар	191
Бетон қаршиликларини чегаравий ва ҳисобий қийматларини ҳисоблаш	191
Нормал кесим элементларни лойиҳалашга доир масалалар	193
Якка арматурали тўғри тўртбурчак кесимли элементларни лойиҳалашга доир масалалар	193
Қўш арматурали тўғри тўртбурчак кесимли элементларни лойиҳалашга доир масалалар	206
Тавр кесимли элементларни лойиҳалашга доир масалалар.....	214
Эгилувчи элементларни қия кесим бўйича лойиҳалашга доир масалалар	221
Олдиндан зўриқтирилган элементларни ҳисоблашга доир масалалар.....	224
Сиқилувчи элементларни лойиҳалашга доир масалалар	226

ОГЛАВЛЕНИЕ		стр.
	ВВЕДЕНИЕ	9
	КЛАССИФИКАЦИЯ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ	10
1.	Глава 1. ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БЕТОНА, АРМАТУРНЫХ СТАЛЕЙ.....	13
1.1	Бетон.....	14
1.2	Арматура.....	15
1.3	Свойства железобетона.....	17
2.	Глава 2.ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА ЭЛЕМЕНТОВ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ.....	53
2.1	Расчет конструкций по предельным состояниям.....	53
2.2	Нагрузки и воздействия на железобетонные конструкции.....	54
2.3	Требования к трещиностойкости железобетонных конструкций.....	62
2.4	Расчет железобетонных элементов по предельным состояниям первой группы.....	63
2.5	Расчет железобетонных элементов по предельным состояниям второй группы..	72
3	Глава 3. РАСЧЕТ ПРОЧНОСТИ ИЗГИБАЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ.....	75
3.1	Область применения и виды изгибаемых элементов.....	75
3.2	Расчет прочности по нормальным сечениям.....	78
3.3	Расчет прямоугольных сечений с одиночной арматурой.....	81
3.4	Расчет прямоугольных сечений с двойной арматурой.....	95
3.5	Расчет тавровых сечений.....	95
3.6	Примеры расчета изгибаемых элементов.....	100
4	Глава 4. РАСЧЕТ ПРОЧНОСТИ ИЗГИБАЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПО НАКЛОННЫМ СЕЧЕНИЯМ.....	101
4.1	Прочность наклонных сечений на действие поперечных сил.....	101
4.2	Расчет прочности наклонных сечений на действие изгибающего момента....	104
5	Глава 5. РАСЧЕТ ПРОЧНОСТИ СЖАТЫХ ЭЛЕМЕНТОВ.....	117
5.1	Область применения и виды сжатых и растянутых элементов.....	117
5.2	Расчет прочности сжатых элементов со случайным эксцентриситетом.....	120
5.3	Расчет прочности сжатых элементов при расчетных эксцентриситетах.....	129
5.4	Конструктивные особенности растянутых элементов.....	132
5.5	Напряженное состояние центрально растянутых элементов.....	134
5.6	Расчет прочности внецентренно растянутых элементов прямоугольного сечения.....	136
6	Глава 6. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО НАПРЯЖЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ.....	137
6.1	Сущность предварительно напряженного железобетона.....	137
6.2	Способы создания предварительного напряжения.....	138
6.3	Потери предварительных напряжений в арматуре.....	141
6.4	Расчет предварительно напряженных элементов по предельным состояниям первой группы.....	147
7	Глава 7. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ТРЕХСЛОЙНЫХ КОНСТРУКЦИЙ.....	150
7.1	Современное состояние проблемы.....	150
7.2	Конструкции трехслойных панелей	153
7.2.1	Трехслойные панели с гибкими связями.....	153
7.2.2	Трехслойные железобетонные панели с монолитно-связанными слоями.....	162
7.3	Особенности расчета.....	166
7.3.1	Трехслойные стеновые панели с гибкими связями и эффективным утеплителем.....	166
7.3.1.1	Учет совместной работы слоев в упругой стадии.....	167
7.3.2	Расчет изгибаемых многослойных элементов монолитного сечения.....	172
7.4	Экономическая эффективность трехслойных стеновых панелей.....	174
	ЛИТЕРАТУРА.....	177

Content	
INTRODUCTION. CLASSIFICATION AND SCOPE OF CONCRETE STRUCTURES	9
CHAPTER 1. PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF CONCRETE, reinforcing steel.....	10
1.1 Concrete classification.....	13
1.1.2 Concrete structure.....	14
1.1.3 Concrete strength.....	15
1.1.4 Class and grade of concrete.....	17
1.2 Armature	37
CONTROL QUESTIONS	52
Chapter 2. Features CALCULATION ELEMENTS CONCRETE STRUCTURES	53
2.1 Calculation of structures for limit states	53
2.2 Calculation of reinforced concrete elements for limit states of the first group	54
2.2.1 Normative and calculated resistance materials	56
2.2.2 Effects of stress on concrete structures	59
2.3 To crack resistance of reinforced concrete structures Requirements.....	62
2.4 Losses pre-stresses in the armature	63
2.5 Calculation of reinforced concrete elements for limit states of the second group	72
CONTROL QUESTIONS.....	73
Chapter 3. CALCULATION OF STRENGTH bent elements.....	75
3.1 Scope and types of bent elements	75
3.2 Strength calculation on the normal section	75
3.3 Calculation of rectangular cross-sections with a single armature.....	78
3.4 Calculation of rectangular sections with a double armature.....	81
3.5 Calculation of T -sections	95
CONTROL QUESTIONS.....	100
Chapter 4. CALCULATION OF STRENGTH bent elements of oblique sections	101
4.1 The strength of the inclined section to the effect of shear forces.....	101
4.2 Calculation of the strength of the inclined section to the effect of shear forces	104
4.3 Calculation of the strength of the inclined sections of the action of bending moment.....	111
CHECKLIST	116
Chapter 5. CALCULATION OF STRENGTH struts.....	117
5.1 Scope and types of compression and tension members	117
5.2 Calculation of the strength of the central struts	120
5.3 Calculation of the strength of the compressed elements at design eccentricities	129
5.4 Central tension member. Applications and types of tension members.....	132
5.5 Stress state central tension members	134
5.6 Calculation of the strength of the central and eccentrically stretched elements.	136
CHECKLIST.....	137
Chapter VI . Overloaded elements of calculation and design principles.....	137
6.1 The essence of pre-stressed concrete.....	138
6.2 Methods of pre-stressing.....	141
6.3 The main rule of the design of pre-stressed elements.....	144
6.4 Strained state due to the influence of external forces before the normal section of the tendon.....	147
6.5 Calculation of pre-stressed elements bent on limiting conditions of the first group.....	148
6.6 Calculation of pre-stressed tension members the central limit state of the first group.....	149
Chapter-VII. Multilayer structures.....	150
7.1 Design and application of concrete multilayer structures	150
7.2 Construction of sandwich panels.....	153
7.2.1 Sandwich panels with flexible connections.....	153
7.2.2 Three-layer reinforced concrete panels with cast-related layers	162
7.3 The essence of the design of three-layer structure	166
7.3.1 The three-layer wall panels with flexible connections and effective insulation	166
7.3.1.1 Accounting for joint work in the elastic layers of the stage	167
7.3.2 Calculation of bent multilayer monolithic elements section	172
7.4 The cost-effectiveness of three-layer wall panels	174
Literature	177
Appendix.....	188
Tasks to decision.....	190

A_b – бетон кўндаланг кесим юзаси;
 A_{bc} – сиқилган зонадаги бетон кесим юзаси;
 A_{bt} – чўзилган зонадаги бетон кесим юзаси;
 $A_s; A'_s$ – S ва S' арматуралар кесим юзалари;
 $A_{sp}; A'_{sp}$ – олдиндан таранглаштирилган арматуралар кесим юзалари;
 A_{sw} – кўндаланг стержен (хомут) кесим юзаси;
 $A_{s,inc}$ – букилган стержен кесим юзаси;
 A_{red} – элемент келтирилган кесим юзаси;
 I_b – бетон кесимюзасининг оғирлик марказидан ўтувчи ўққа нисбатан инерция моменти;
 I_{red} – элемент келтирилган кесим юзасининг оғирлик марказига нисбатан инерция моменти;
 W_{red} – элемент келтирилган кесим юзасининг четки чўзилган толага нисбатан қаршилик моменти;
 R – бетоннинг кубик қаршилиги;
 R_n – бетоннинг кубик меъёрий қаршилиги;
 $R_b; R_{b,ser}$ – чегаравий ҳолатларнинг биринчи ва иккинчи гуруҳлари учун бетоннинг ҳисобий қаршиликлари;
 $R_{bt}; R_{bt,ser}$ – чегаравий ҳолатларнинг биринчи ва иккинчи гуруҳлари учун бетоннинг чўзилишдаги қаршилиги;
 $R_{b,sh}$ – бетоннинг кесилишдаги қаршилиги;
 E_b – бетоннинг бошланғич эластиклик модули;
 G_b – бетоннинг силжиш модули;
 $R_s; R_{s,ser}$ – арматуранинг чўзилишдаги чегаравий ҳолатларнинг биринчи ва иккинчи гуруҳлари учун бетоннинг чўзилишдаги қаршилиги;
 R_{sw} – кўндаланг арматуранинг чўзилишдаги қаршилиги;
 R_{sc} – арматуранинг сиқилишга қаршилиги;
 E_s – арматуранинг бошланғич эластиклик модули;
 σ_b – бетондаги сиқувчи кучланиш;
 σ_{bt} – бетондаги чўзувчи кучланиш;
 σ_s – арматурадаги чўзувчи кучланиш;
 $\sigma_b, \sigma_{0,02}$ – арматурадаги физик ва шартли эластиклик чегараси;
 $\sigma_y; \sigma_{0.2}$ – арматурадаги физик оқиш чегарасига ва шартли оқувчанлик чегарасига мос бўлган кучланишлар;
 σ_u – арматуранинг вақтинчалик қаршилиги;
 ε_b – бетоннинг сиқилишдаги нисбий деформацияси;
 ε_{bt} – бетоннинг чўзилишдаги нисбий деформацияси;
 ε_e – бетоннинг эластик нисбий деформацияси;
 ε_{pl} – бетоннинг пластик нисбий деформациялари;
 ε_{el} – бетоннинг чўзилишдаги эластик нисбий деформациялари;
 ε_{plt} – бетоннинг чўзилишдаги пластик нисбий деформацияси;
 ε_{ub} – бетоннинг сиқилишдаги чегаравий нисбий деформацияси;
 ε_{ubt} – бетоннинг чўзилишдаги чегаравий нисбий деформацияси;
 ε_s – арматура нисбий деформацияси;
 μ – арматуралаш коэффиценти;
 $\gamma_{bc}; \gamma_{bt}$ – сиқилган ва чўзилган бетон бўйича ишончлилик коэффицентлар;
 γ_s – арматура бўйича ишончлилик коэффиценти;
 γ_t – юк бўйича ишончлилик коэффиценти;
 γ_{bi} – бетоннинг иш шароити коэффиценти;
 γ_{si} – арматуранинг иш шароити коэффиценти.

КИРИШ

Республикаимиз иқтисодиётининг ривожланишида илмий–техник тараққиётнинг жадаллиги муҳим рол ўйнади.

Илмий–техник тараққиётни жадаллаштириш учун қурилишни юқори технологик жараёнга айлантириш, завод шароитида тайёрланадиган қурилиш буюмлари ва конструкцияларини тайёрлашда юқори мустаҳкамликка эга бўлган ашёлар ишлатиш эвазига ва уларнинг сифатини ошириш, лойиҳавий ва қурилиш ишларининг нархини камайтириш ва техник–иқтисодий кўрсаткичларини яхшилаш ҳамда объектларни барпо қилиш муддатини қисқартириш талаб этилади.

Замонавий қурилишни темирбетонсиз тасаввур қилиб бўлмайди. Темирбетон кенг қўламда қўлланиладиган пойдеворлар, тўсин, устун ва тўсиқ конструкцияларини тайёрлашда ишлатилади..

Мазкур ўқув қўлланма “Қурилиш материаллари, буюмлари ва конструкциялари ишлаб чиқариш” йўналиши ва мутахассисликлари дастурига мослаб ёзилган. Ўқув қўлланманинг асосий мақсади бўлғуси қурилиш конструкцияларини ишлаб чиқариш технологияси мутахассисларига темирбетон конструкцияларини лойиҳалаш ва ҳисоблашнинг асосий принципларини ўргатишдан иборатдир. Конструкцияларнинг мустаҳкамлиги, бикрлиги ҳамда кўпга чидамлилиқ сифатларини ошириш асосий вазифа ва талаблардан бири ҳисобланади..

Ҳозирги даврда қурилиш конструкцияларини жадал суръатда ривожлантириш учун уларни ҳисоблаш ва лойиҳалаш усулларини такомиллаштириш талаб этилади.

Завод шароитида тайёрланадиган қурилиш конструкцияларини лойиҳалашда замонавий электрон ҳисоблаш машиналардан фойдаланиш, конструкцияларнинг ишчи чизмаларини тайёрлашда замонавий дастурлардан фойдаланиш инженер–техник ходимларнинг ишини анча енгиллаштиради.

Қурилиш материаллари курсидан маълумки бетон сиқилишга яхши, чўзилишга эса ёмон қаршилик кўрсатадиган сунъий тош материали ҳисобланади. Бетоннинг сиқилишга бўлган мустаҳкамлиги чўзилишга нисбатан 15–20 маротаба кўпдир. Бетоннинг чўзилишдаги қаршилиги кам бўлганлиги сабабли бетондан тайёрланган конструкциялар эгилишга кўп юк кўтара олмайди. Эгиладиган бетон элементнинг чўзилиш зонасига арматура жойлаштирилса, элементнинг мустаҳкамлиги эгилишга кескин ошади. Арматура сиқилишга ҳам чўзилишга ҳам яхши қаршилик кўрсатганлиги туфайли чўзиладиган, сиқиладиган ҳамда эгиладиган элементларнинг юк кўтара олиш қобилиятини оширади.

Танасига арматура жойлаштирилган бетон конструкциялар темирбетон конструкциялар деб аталади.

Темирбетон конструкциялар классификацияси ва қўлланиш соҳалари

Темирбетон ҳамма соҳалардаги замонавий қурилишларда кенг қўлланилмоқда, чунки у чидамли, маҳаллий қурилиш материалларидан фойдаланиш мумкин, металл тежамли сарфланади, кўриниши салобатли ва турли шаклларга эга. Қурилишда қуйма, йиғма ва йиғма-қуйма темирбетон қўлланлади. Қуйма темирбетон қурилмаси қурилишда лойиҳа кўринишида тайёрланади. Ундан кам такрорланувчи ва бўлиниши (ажаратилиши) қийин бўлган иншоотлар бунёд этилади. Қуйма темирбетондан қурилган иншоотга ҳоҳлаган кўринишни бериш мумкин, улар мустаҳкам ва металл сарф бўлиши жиҳатидан анчагина тежамлидир.

Темирбетон конструкциялар бир неча турга бўлиниши мумкин:

а) қўлланишига кўра – турар жой, саноат, қишлоқ ва сув хўжалиги қурилиши, транспорт, энергетик қурилиш ва бошқалар;

б) материалга кўра – оғир бетондан, ғовак тўлдирувчили бетондан ва уясимон бетондан;

в) бажарилиш усулига кўра – яхлит, бевосита қурилиш объектларида барпо қилинадиган; йиғма, завод ва полигонларда тайёрланадиган; йиғма–

яхлит, бир қисми йиғма элементлардек тайёрланиб, қурилиш объектларида яхлит бетон ёрдамида лойиҳавий ўлчамларга етказиладиган конструкция;

г) арматуралаш усулига кўра – оддий арматуралаш (синчлар, турлар ва алоҳида стерженлар билан) ва юқори мустақамли арматуралар билан уларни олдиндан таранглаштириб арматураланадиган.

Конструкцияларда арматуранинг бетон билан биргаликда ишлашини таъминлайдиган омиллар қуйидагилардан иборат:

1) қотиш жараёнида бетон ва пўлат арматура бир–бирига маҳкам ёпишади;

2) зич бетон пўлат арматурани занглашдан ва ёнғиндан асрайди;

3) арматура ва бетоннинг температура таъсирида чизикли кенгайиш коэффициентлари бир–бирига жуда яқин (бетон учун $\alpha_{bT}=(1\dots1,5)10^{-5}$; арматура учун эса $\alpha_{bT}=1,2\times10^{-5}$).

Бу омиллар темирбетоннинг ишлаб чиқаришда кенг қўлланишини таъминлайди. Ҳар қандай материал каби темирбетон ҳам афзалликлар ва камчиликларга эга.

Темирбетоннинг афзалликлари: ўта мустаҳкамлиги; кўпга чидамлилиги; ёнғинга бардош бера олиш хусусиятининг юқорилиги; зилзилабардошлиги; маҳаллий ашёлардан кенг қўламда фойдаланилиши; ихтиёрий шаклда тайёрланиш мумкинлиги.

Темирбетоннинг асосий камчиликлари: вазнининг катталиги; товуш ва иссиқ–совуқ ўтказиш қаршилигининг пастлиги; бузиб қайта қуришнинг мураккаблиги; ёрилишга чидамсизлиги; тиклашда мавсумга боғлиқлиги ва ҳаказо.

Замонавий техника ва технологиялар ёрдамида темирбетоннинг бу камчиликларини бартараф этиш мумкин. Темирбетон конструкцияларни тайёрлашда енгил тўлдирувчиларни ва юқори мустаҳкамликка эга бўлган ашёларни ишлатиш, арматурани олдиндан таранглаштириш, бетонга иссиқлик таъсирида ишлов бериш ва бошқалар юқорида келтирилган камчиликларни бартараф қилишга ёрдам беради.

Арматуралари олдиндан тортиб таранглаштирилган конструкциялар олдиндан зўриктирилган темирбетон конструкциялар деб аталади.

Темирбетон яқин келажакда асосий қурилишш materiali бўлиб қолади. Ҳаммага маълум италиялик инженер ва архитектор Пьера Луиджи Нерви сўзлари бўйича “Бетон – одамзот томонидан яратилган энг яхши материаллардандир”. Унинг тарихи – инсоният ҳоҳиш ва иродасининг қаҳрамонлик остони. Бизга аниқ бир материал керак эди – ва биз уни яратдик. Бетон – бу ҳоҳлаган қолипга тушувчи, ҳамма талабларга жавоб берувчи, истаган юкни кўтарувчи – тирик мавжудот”.

I– БОБ.

БЕТОННИНГ АСОСИЙ ФИЗИК – МЕХАНИК ХУСУСИЯТЛАРИ

1.1. Бетоннинг синфланиши

Темирбетон конструкцияларни тайёрлаш учун ишлатиладиган бетонлар етарли мустаҳкамликка, арматура билан яхши боғланиши ва арматурани занглашдан сақланиши учун етарлича зичликка эга бўлиши шарт. Қўлланилиш соҳаси, совуққа ва юқори даражадаги температура таъсирига чидамлилиги, ёнғинга бардошлилиги, агрессив муҳит таъсиридан емирилишга чидамлилиги ва сувнинг сизиб ўтишга қаршилиги бўйича бетонлар қуйидаги турларга бўлинади:

1) Таркибига кўра:

- а) зич бетон (тўлдирувчи доналари орасидаги бўшлиқни қотган боғловчи билан мутлоқ тўлдирилган);
- б) йирик ғовак (тўлдирувчи доналари орасидаги бўшлиқ қисман тўлдирилган);
- в) ғоваклаштирилган (тўлдирувчи ва тўлдирувчи доналарининг сунъий ғовак билан қотган боғловчи билан боғланиши);
- г) уясимон ғовакли (тўлдирувчисиз, сунъий ҳосил қилинган ёпик ғовакли);

2) Зичлигига қараб: (кг/м³)

- а) ўта оғир ўртача зичлик билан 2500кг/м³ дан ортиқ;
- б) оғир – 2000-2500кг/м³;
- в) енгил – 800-2000кг/м³;
- г) ўта енгил – 800кг/м³;

3) Боғловчига қараб:

- а) цементли;
- б) полимерцементли;
- в) оҳакли боғловчи (силикатли);
- г) гипсли боғловчи;

д) аралаш боғловчи;

е) махсус боғловчилардан тайёрланган бетонларга бўлинади.

Бино ва иншоотларнинг конструкцияларини иссиқликдан ҳимоя қилиш мақсадида махсус бетонлар; юқори даражадаги иссиқлик таъсирига чидамли оловбардош бетонлар; агрессив муҳитда кимёвий таъсирига чидамли махсус бетонлар қўлланилади .

4) Тўлдирувчининг турига қараб:

а) табиий зич тўлдирувчи (шағал, тош-шағал, кварц қуми);

б) табиий ғовак (перлит, пемза, чиғаноқ);

в) сунъий (керамзит, пемза) махсус тўлдирувчили бетонларга.

5) Тўлдирувчилар донадорлик таркибига кўра:

а) йирик донали: йирик ва майда тўлдирувчиларга;

б) майда донали: майда донли тўлдирувчиларга.

6) Қотиш шароитига кўра:

а) табиий усул билан қотган бетон;

б) атмосфера босимида иссиқлик-намлик билан ишлов бериб қотирилган бетон;

в) автоклав ишловига берилган бетон.

Бетонларнинг қўйидаги қисқартирилган номлари қўлланилади:

а) оғир-зич таркибли бетон, зич таркибли тўлдирувчилардан цементли боғловчилар асосида турли шароитда қотирилган, ўртача зичлиги $2200-2500 \text{ кг/м}^3$;

б) енгил-майда зич тўлдирувчилардан цементли боғловчилар, табиий ғовак ёки сунъий тўлдирувчилар ўртача зичлик $500-1800 \text{ кг/м}^3$ асосида тайёрланади. в) майда донли – зич таркибли, оғир, майда тўлдирувчилар, цементли боғловчи турли шароитда қотирилган, ўртача зичлиги 1800 кг/м^3 дан ортиқ бетон асосида тайёрланади.

1.2. Бетон тузилиши

Бетон – сунъий тош материаллардандир. Бетоннинг тузилиши бетон мустаҳкамлигига ва деформациясига катта таъсир кўрсатади. Бетон тузилиши қуйидаги омилларга:

- 1) йирик ва майда тўлдирувчиларнинг донадорлик таркибига;
- 2) сув ва цементнинг нисбатига;
- 3) зичлаштириш усулига;
- 4) қотиш шароитига;
- 5) цемент тошининг сув билан бирикиш босқичи ва бошқаларга боғлиқ.

Бетоннинг тузилиши бетон қоришмасини тайёрлаш, жойлаш ва зичлаш жараёнида ҳосил қилиниб, бетоннинг узоқ муддат қотиши натижасида доимий ўзгариб туради. Шунинг учун бетон тузилишида кристалл ўсимталар, гел, сув ва ҳаво билан кўп ҳажмни эгаллаган ғовак ва капиллярларни тартибсиз жойлашган кум ва шағал доналарининг фазовий панжарасини ҳосил қилади.

Бетон – бу бир жинсли бўлмаган жисмдир. Унга классик мустаҳкамлик назариясини қўллаб бўлмайди. Юк таъсиридан бетонда мураккаб кучланиш ҳолати вужудга келади. Натижада заррачаларни бирлаштирувчи сиртда боғланишни бузувчи зўриқишлар ҳосил бўлади, бетондаги ғоваклар ва бўшлиқлар вужудга келган жойларда кучланишнинг тўпланиши содир бўлади.

1.3. Бетоннинг мустаҳкамлиги

Бетон мустаҳкамлиги қуйидаги омилларга: цемент тури ва маркаси, сув билан цементнинг нисбати, йирик тўлдирувчиларнинг тури ва мустаҳкамлиги, бетон тузилишига боғлиқ. Бир қоришмадан тайёрланган бетон намуналарнинг мустаҳкамлиги ҳар хил бўлиб, қотиш омиллардан вақти ва шароити, кучланиш ҳолатининг тури, намуналар ўлчамлари, юк таъсирининг ҳарактерига боғлиқ. Бетон мустаҳкамлиги вақт ўтиши билан ортиб боради ва қотиш даврининг дастлабки биринчи 28 суткада бетон асосий мустаҳкамлигига эришади. Кейинчалик қотиш жараёни секинлашади ва бу жараён бир неча йил давом

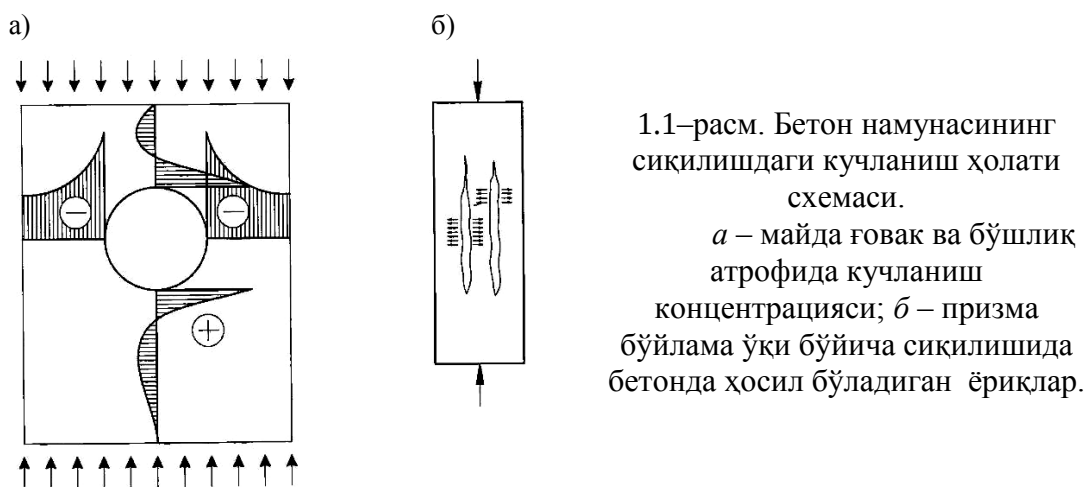
этади. Бетон мустаҳкамлиги давлат стандартлари бўйича махсус ўлчам ва қолипларда тайёрланган намуналарни синиш йўли билан аниқланади..

Тажирибалардан маълумки бўйлама ўқи бўйича сиқилган намуна бетонда бу ўққа параллел жойлашган ёриқларнинг пайдо бўлишидан бузилади. Даставвал бетон танасида ғовакликларда майда ёриқлар пайдо бўлади. Юкнинг ортиши билан майда ёриқлар ривожланиб бир–бирига қўшилиб кетади ва ёриқлар йириклашади. (1.1 – расм: а, б).

Юк миқдорининг навбатдаги ошиши намунани бузилиш ҳолатига олиб келади. Сўнгра ёриқлар очилади, ниҳоят бутунлай емирилиш рўй беради.

Бетоннинг мустаҳкамлиги қатор омилларга боғлиқ бўлиб, улар ичида энг асосийлари қуйидагилардан иборат:

- 1) технологик факторлар;
- 2) қотиш даври ва ёши;
- 3) намуна шакли ва ўлчамлари;
- 4) кучланганлик ҳолати ва кўп муддатли жараёнлар.



Бетон турли кучланиш ҳолатида (сиқилиш, чўзилиш ва кесилишда) турли қаршилиқларга эга бўлади.

Ўқув қўлланмада асосан оғир ва ғовак тўлдирувчи енгил бетонлардан тайёрланадиган темирбетон конструкциялар кўрилади. Темирбетон элементларнинг юк таъсирида ишлаш схемалари 1.2–расмда кўрсатилган.

сақлангандан сўнг синалган, сиқилишга бўлган вақтинчалик R_b МПа да намуналари тушунилади.

Бетон ва темирбетон конструкцияларни лойиҳалаш даврида фойдаланиш мақсади, шароитларига кўра бетон сифатининг кўрсаткичлари ўрнатилади, улар орасида асосийлари қуйидагилардан иборат:

1) бетоннинг ўқ бўйича сиқилишдаги мустаҳкамлиги бўйича синфи – В; лойиҳанинг ҳамма ҳолатларида асосий таъриф деб кўрсатилади.

2) бетон ўқ бўйича чўзилишдаги мустаҳкамлиги бўйича синфи – B_t ; агар бу характеристика асосий аҳамиятга эга бўлса, ишлаб чиқаришда назорат қилинадиган ҳолатларда танланади.

Бетоннинг маркаси – унинг физикавий хусусиятлари билан баҳоланади ва қуйидаги бетон маркаларидан иборат:

а) совуққа чидамлиги бўйича – F;

б) сув ўтказмаслик бўйича – W;

в) зичлиги бўйича – D;

г) ўз – ўзидан кучланувчи бетон бўйича – S_p .

Бетон синфлари ва маркалари 1.1 жадвал да кўрсатилган.

Бетоннинг сиқилишга бўлган мустаҳкамлик бўйича синфи вақтинчалик қаршилик МПа эталон намуна кублар 15x15x15 см ўлчовли, 28 суткадан кейин сиқилган давлат стандартига мос келиши керак.

1.4. Бетон синфи ва маркаси

Бетон синфларини сифат мустаҳкамлик кўрсаткичлари бўйича қуйидагича фарқланади:

В –сиқилиш мустаҳкамлиги синфи;

B_t –чўзилиш мустаҳкамлиги синфи.

Бетоннинг марказ бўйлаб сиқилиш мустаҳкамлигини “В” синфи бўйича 0,95 таъминланган давлат стандартига биноан тайёрланган ва 28 сутка $(20 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ ҳароратда

Ўлчамлари 15x15x15 см бўлган кубларнинг сиқилишдаги мустаҳкамлик чегараси бетоннинг синфи дейилади.

Темирбетон буюмлари учун бетон синфи ва маркалари:

1. Бетоннинг сиқилишига бўлган мустаҳкамлиги бўйича синфи:

цемент боғловчили оғир бетонлар учун: B7,5; B10; B12,5; B15; B20; B30; B40; B45; B50; B55; B60.

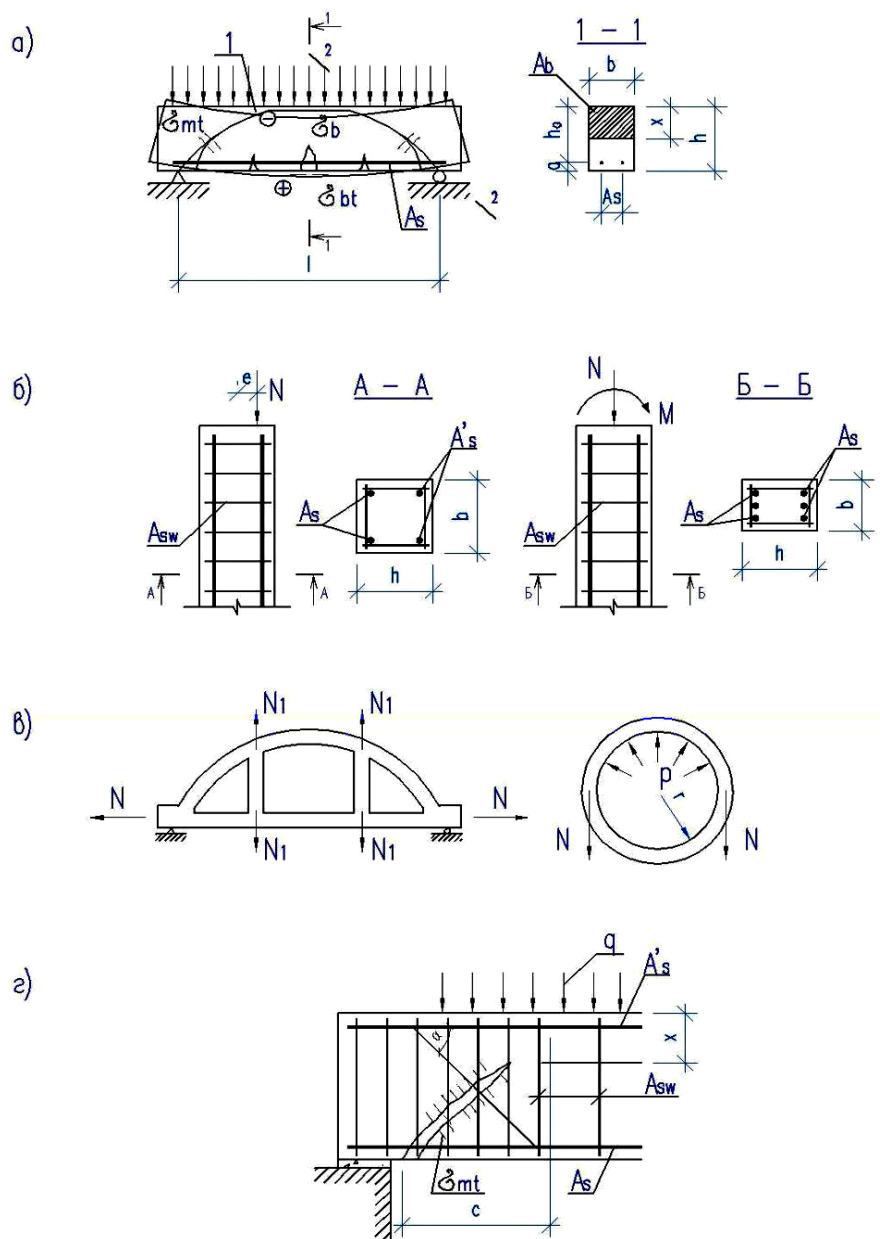
майда донли бетонлар қуйидаги гуруҳларга бўлинади:

А – (қумда йириклик модули 2,1 ва ундан ортиқ) – B7,5; B10; B12,5; B15; B20; B30; B35; B40.

Б – (қумнинг йириклик модули 2 ва ундан кам бўлганда) – B7,5; B10; B15; B20; B25; B30.

В – (автоклавда ишлов берилган) – B15; B20; B25; B30; B35; B40; B45; B50; B55; B60.

Енгил бетонлар учун: B2,5; B3,5 B5; B7,5; B10; B12,5; B15; B20; B30; B35; B40.



1.2–расм. Юк остидаги темирбетон элементларнинг ишлаш схемаси.

а – эгилишда (1–сиқилган зона, 2–чўзилган зона);

б – сиқилишда; *в*–чўзилишда; *г*–кўндаланг куч таъсирида.

Бетоннинг сиқилишдаги мустаҳкамлиги бўйича синфи, бетон ва темирбетон конструкция ва маҳсулотларининг ишчи лойиҳасида кўрсатилади.

1.1 жадвал. Бетон синфи ва маркаси.

Бетон тури	Мустаҳкамлик синфи		Маркаси		
	Сиқилиши бўйича	Ўқ бўйлаб чўзилишига	Музлашга чидамлиги бўйича	Сув ўтказмаслиги бўйича	Ўз–ўзидан кучланиши бўйича
Оғир бетон	B3,5; B5; B7,5;	B _c 0,8;	F50; F75;	W2;	–

	B10; B12,5; B15; B20; B25; B30; B35; B40; B45; B50; B55; B60	B _t 1,2; B _t 1,6; B _t 2; B _t 2,4; B _t 2,8; B _t 3,2	F100; 150; F200; 300; F400; F500	W4; W6; W8; W10; W12	
Кучланувчи бетон	B20; B25; B30; B35; B45; B50; B55; B60	B _t 0,8; B _t 1,2; B _t 1,6; B _t 2; B _t 2,4; B _t 2,8; B _t 3,2	F50; F75; F100; 150; F200; 300; F400; F500	W12 паст бўлмага н	S _p 0,6; S _p 0,8; S _p 1; S _p 1,2; S _p 1,5; S _p 2; S _p 3; S _p 4
Майдадонали бетон гурухлари:					
А – унда 2 дан юқори модулли исталган шароитда атмосфера босимида қотиши	B3,5; B5; B7,5; B10; B12,5; B15; B20; B25; B30; B35; B40			W2; W4; W6; W8; W10; W12	—
Б – бу ҳам, 2 ва ундан паст йириклик модули	B3,5; B5; B7,5; B10; B12,5; B20; B25; B30;				
В–автоклавга ишлов беришни учратиш	B15; B20; B25; B30; B35; B40; B45; B50; B55; B60				
Ўрта тўйинган енгил бетон маркаларида					
D800, D900,	B2,5; B3,5; B5; B7,5		F25; F35; F50; F75; F100; F150	W2; W4; W6; W8; W10; W12	
D1000, D1100,	B2,5; B3,5; B5; B7,5; B10; B12,5		; F200; F300		
D1200, D1300,	B2,5; B3,5; B5; B7,5; B10; B12,5; B15		; F400; F500		
D1400, D1500,	B3,5; B5; B7,5; B10; B12,5; B15; B20; B25; B30				
D1600, D1700,	B5; B7,5; B10;				

	B12,5; B15; B20; B25; B30; B35					
D1800, D1900,	B10; B12,5; B15; B20; B25; B30; B35; B40					
D2000	B20; B25; B30; B35; B40					
Ўрта тўйинган товакли бетон маркаларида	Авто- клавли	Авто- клавсиз			—	—
D500	B1; B1,5	B1; B1,5				
D600	B1; B1,5; B2; B2,5	B1,5; B2; B2,5				
D700	B1,5; B2; B2,5; B3	B1,5; B2; B2,5; B3,5				
D800	B2,5; B3,5; B5	B3,5; B5				
D900	B3,5; B5; B7,5	B5; B7,5				
D1000	B5; B7,5; B10	B7,5; B10				
D1100	B7,5; B10; B12,5; B15	B10; B12,5				
D1200	B10; B12 ,5; B15	—				
Ўрта зичликдаги товак бетон маркаларида	B2,5; B3,5; B5; B7,5 B3,5; B5; B7,5		—	F15; F25; F35; F50; F75; F100	—	—

2. Бетоннинг чўзилишдаги мустаҳкамлиги бўйича синфи – бу кўрсаткич асосий бўлган ва ишлаб чиқаришда назорат қилинган ҳолларда тайинланади. Бетоннинг ўқ бўйича чўзилишдаги мустаҳкамлиги бўйича синфлари қуйидагича белгиланганади: $B_{t0,8}$; $B_t 1,2$; $B_t 1,6$; $B_t 2$; $B_t 2,4$; $B_t 2,8$; $B_t 3,2$. Бу ерда рақамлар МПа ҳисобида.

3. Совуққа чидамлиги бўйича бетон маркаси F нам ҳолатда навбатма–навбат музлаш ва эриш таъсирида бўлган конструкциялар учун тайинланади. Оғир ва майда донали бетонлар учун совуққа чидамлилиги бўйича қуйидаги

маркалар тайинланган: F50; F75; F100; F150; F200; F300; F500:..енгил бетонлар учун: F25; F35; F50; F75; F100; F150; F200; F300; F400; F500. маркалар белгиланади. Бу ерда рақамлар музлаш ва эриш сонини билдиради.

4. Сув ўтказмаслик бўйича бетон маркаси W. Сув сизиб ўтиши чегараланган талаби қўйилган конструкциялар учун тайинланади. Уларда сувнинг маълумбосими остида синалаётган стандарт намунадан сув сизиб чиқмаганлиги кузатилади. Ҳамма турдаги бетонлар учун сув ўтказмаслиги бўйича қўйидаги маркалар белгиланади: W2; W4; W6; W8; W10; W12. Бу ерда рақамлар сув босимини ($\text{кг}/\text{см}^2$) да ифодалайди.

5. Бетоннинг ўртача зичлиги бўйича маркаси D. (конструктив талаблардан ташқари иссиқлик ўтказмаслик талаби қўйиладиган конструкциялар учун тайинланади). Оғир бетон учун D2200 – D2500; енгил бетон учун D800 – D2000 маркалар белгиланган. Бу ерда рақамлар ($\text{кг}/\text{см}^3$) ҳисобида зичликни ифодалайди.

6. Кучланувчи бетоннинг ўз–ўзидан кучланганлиги бўйича маркаси S_r . **Ўз–ўзидан кучланадиган конструкциялар учун бу кўрсаткич ҳисобларда эътиборга олинганда ва ишлаб чиқаришда назорат қилинганда тайинланади.**

Кенгаювчи цементдан тайёрланадиган ўз–ўзидан кучланадиган конструкциялар учун ўз–ўзидан кучланиш бўйича қўйидаги маркалар белгиланган: $S_{p0,6}$; $S_{p0,8}$; S_{p1} ; $S_{p1.2}$; $S_{p1.5}$; S_{p2} ; S_{p3} ; S_{p4} . Бу ерда, рақамлар МПа бетоннинг ўз–ўзидан кучланишини билдиради.

Конструкциялардан фойдаланиш шароитини ҳисобга олган ҳолда техник–иқтисодий анализ асосида бетонни энг маъқул оптимал синфи танланади.

Вақт ва қотиш шароитининг бетон мустаҳкамлигига таъсири

Бетон мустаҳкамлиги узоқ вақт давомида ошиб боради. Бетон асосий мустаҳкамлигига қотиш жараёнининг дастлабки даврида эришади. Портландцементдан тайёрланган бетонлар учун бу давр 28 кеча–кундузни ташкил этади. Пуццолан ва шлакли портландцементдан тайёрланган

бетонларучун эса бу давр 90 кеча кундузга тенг. Яъни бундай бетонлар асосий мустаҳкамлигига кечроқ эришади. Қулай шароитда ва ҳароратда бетон мустаҳкамлигининг ошиши йиллаб давом этиши мумкин. Бундай ҳолатнинг рўй беришига сабаб цемент тошининг узоқ вақт давомида ҳосил бўлиши ҳисобланади. Тажрибалардан олинган маълумотларга кўра 11 йил нам муҳит шароитида сақланган бетон намунасининг мустаҳкамлиги 1,4 баробар ошган, қуруқ муҳит шароитида сақаланган намуна мустаҳкамлигининг ошиши эса бир йилдан кейин кузатилмаган. (1.3–расм).

Агар бетон қуруқ ҳолатда қолса, бу эса кўпчилик темирбетон конструкцияларни ишлатилганда рўй беради, биринчи йилнинг давомиданок мустаҳкамлик ўсишини кутиш мумкин эмас.

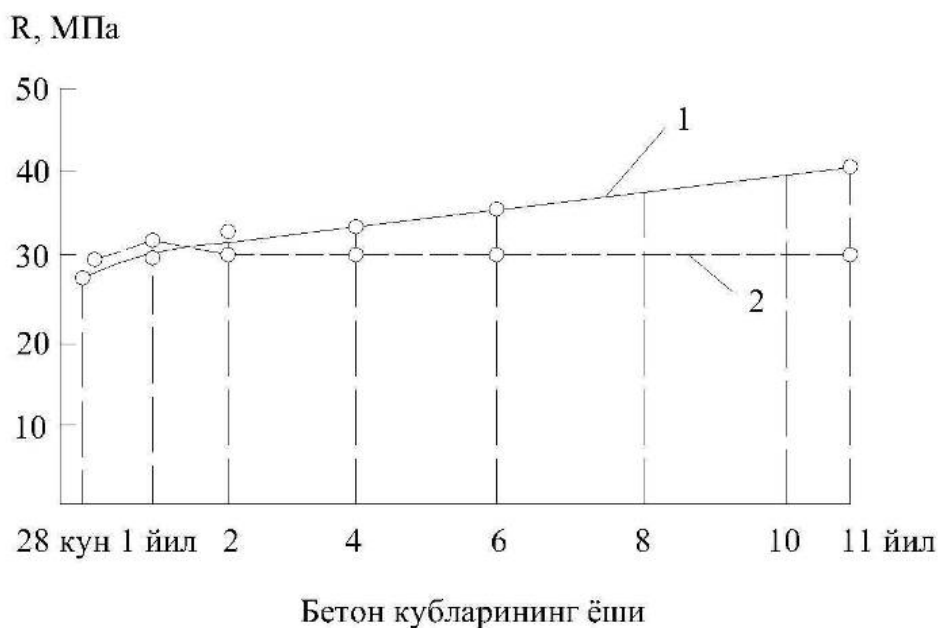
Портландцементдан тайёрланган бетон мустаҳкамлигининг мусбат ҳарорат ($>15^{\circ}\text{C}$) ва нам муҳитда ошишини қуйидаги эмпирик формула орқали ифодаланиш мумкин

$$R_t = \frac{R \cdot \lg t}{\lg 28} = 0,7 \lg t \quad (1.1)$$

R_t –бетон кубининг t – вақтдаги сиқилишга вақтинчалик қаршилиги, t – кун;

R – худди шундай $t = 28$ кундаги вақтинчалик қаршилиги..

Бу формула $t \geq 7$ кун шарт бажарилгандагина тажрибага яқин натижалар беради.



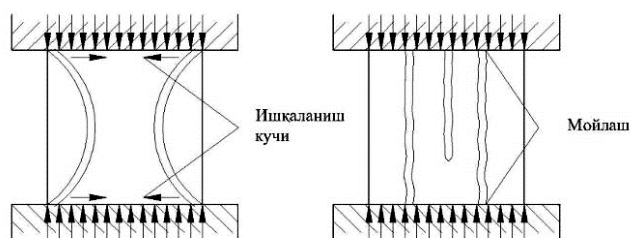
1.3–расм. Вақт ўтиши билан бетон мустаҳкамлигининг ошиши.

1 – бетон нам муҳит шароитида; 2 – ҳудди шундай, қуруқ муҳитда сақланганда

Бетоннинг сиқилишдаги кубик мустаҳкамлиги

Бетондан тайёрланадиган кублар пресс остида синалганда намуна икки хил кўринишда бузилиши мумкин (1.4– расм). Биринчи ҳолатда бетон кубнинг бузилиши натижасида қисқа асослари билан туташган иккита кесик пирамида ҳосил бўлади (1.4,а расм). Бундай бузилишга сабаб бетон куб сирти билан пресс плитаси орасида ҳосил бўладиган ишқаланиш кучлари ҳисобланади. Бетон кубнинг иккинчи ҳол бўйича бузилиши куч йўналишида бетон кубда параллел ёриқларнинг пайдо бўлишидан содир бўлади (1.4,б– расм). Бундай бузилишга сабаб бетон куб сирти билан пресс плитаси орасида ишқаланиш кучларининг нолга тенг бўлиши ҳисобланади. Давлат стандарти бетон кубларни синашда биринчи схемадан фойдаланишни тавсия этади. Бетон кубларнинг мустаҳкамлигини аниқлашда давлат стандартига мувофиқ қирраларининг ўлчами 150 мм бўлган куб шаклидаги намуналар қабул қилинган. Бетоннинг сиқилишдаги мустаҳкамлиги стандарт ўлчамдаги намуналардан ташқари қирраларининг ўлчамлари 100 мм ва 200 мм бўлган бетон кубларни синаш йўли

билан ҳам аниқланиши мумкин. Лекин бу ҳолатда қирраларининг ўлчами 100 мм бўлган бетон куб қаршилиги 0,93 коэффициентга, қирраларининг ўлчами 200 мм бўлган бетон куб қаршилиги эса 1,1 коэффициентга кўпайтирилади. Стандартга мувофиқ бетон кублар қирраларининг ўлчами 150 мм қабул қилинади ва қаршилиги R ҳарфи билан белгиланади..



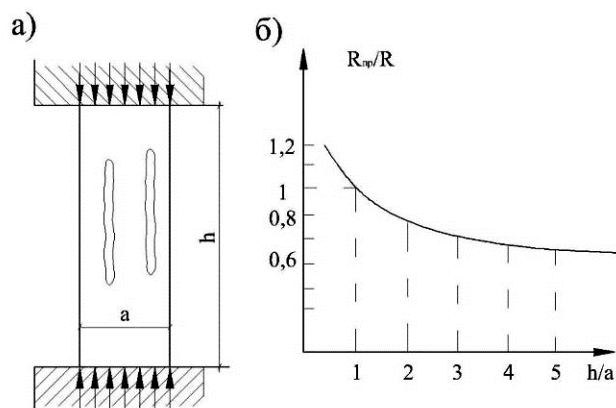
1.4–расм. Бетон кубларнинг бузилиш схемалари:
а–бетон сирти билан пресс плитаси орасида шиқаланиш мавжуд бўлганда. *б*–шиқаланиш бўлмаганда

Бетоннинг кубик қаршилиги унинг сифатини назорат қилиш учунгина фойдаланилади.

Бетоннинг сиқилишдаги призматик мустаҳкамлиги

Темирбетон конструкцияларнинг шакли кублардан фарқ қилиши сабабли уларнинг мустаҳкамлигини ҳисоблашда бетоннинг кубик мустаҳкамлигидан фойдаланиб бўлмайди. Шунинг учун темирбетон конструкцияларнинг мустаҳкамлигини ҳисоблашда бетоннинг призматик қаршилигидан фойдаланилади.

Бетоннинг сиқилишга бўлган асосий мустаҳкамлиги характеристикаси бу призматик мустаҳкамлигидир. Бетон призматик мустаҳкамлиги R_b билан белгиланади.



1.5–расм. бетоннинг призматик мустаҳкамлигини аниқлашга доир:
а –намунани синаш схемаси; *б* – R_b / R ва h / a нисбатлар орасидаги боғланиш

Бетоннинг чўзилишдаги мустаҳкамлиги

Бетоннинг чўзилишдаги мустаҳкамлиги цемент тошининг чўзилишдаги мустаҳкамлиги ва ундаги тўлдирувчи донлари билан бирикишигабоғлиқ. Тажриба натижаларига биноан, бетоннинг чўзилишдаги мустаҳкамлиги сиқилишдагига нисбатан 10–20 марта кам, шу билан бирга чўзилишдаги мустаҳкамлик бетон синфининг ошиши билан камаяди. Бетоннинг чўзилишдаги мустаҳкамлигининг ошишига цемент сарфини ошириш, С/Ц нисбатни камайтириш ва сирти ғадир–будир бўлган йирик тўлдирувчилар ишлатиб эришиш мумкин.

Бетоннинг ўқ бўйича чўзилишдаги вақтинчалик қаршилигини эмпирик формула ёрдамида аниқлаш мумкин:

$$R_{bt} = 0,233 \cdot \sqrt[3]{R^2} \quad (1.2)$$

Бетон таркибининг бир жинсли бўлмаганлиги сабабли (1.2) формула $-R_{bt}$ ҳар доим ҳам ишончли натижа бермайди.

R_{bt} ни аниқ қиймати тажрибалар орқали саккиз шаклидаги намунали узилишга, цилиндр шаклидаги намунали ёришга ва бетон тўсинларни эгилишга синаш орқали аниқланади (1.6 – расм а,б,в).

Тўсин эгилишида бетоннинг вақтинчалик чўзилишдаги қаршилиги бузувчи момент орқали аниқланади:

$$R_{bt} = \frac{M}{\gamma W} = 3,5 \frac{M}{bh^2} \quad (1.3)$$

бу ерда: M – эгилишдаги бузувчи момент;

$W=bh^2/6$ – тўғри бурчакли кесим қаршилик моменти;

$\gamma=1,7$ – чўзилган бетонда пластикдеформацияларнинг ривожланиши ҳисобга олувчи коэффицент.

Бетоннинг кесилиш ва ёрилишдаги мустаҳкамлиги

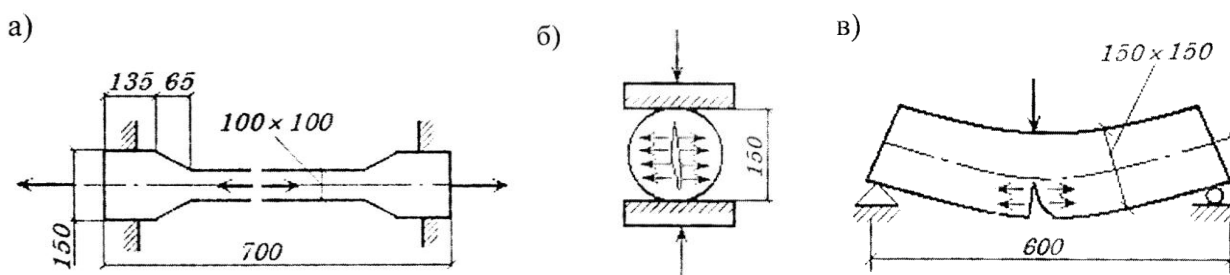
Соф қирқим деб, элементларни кесим бўйлаб бўлакларга бўлиш, қирқиш кучи йўналтирилган ҳолда тушунилади.

Соф ёрилиш деб, элемент қисмларининг ўзаро силжитувчи зўриқиш таъсири тушунилади.

Темирбетон қурилмаларини соф қирқиш ва ёрилишга камдан-кам ишлайди. Қирқишда бўйлама, ёрилишда эса кўндаланг кучлар таъсири кузатилади.

Бетоннинг кесилиши кўндаланг кесувчи юклар таъсиридан содир бўлиб, натижада элемент икки қисмга ажралади. Бетоннинг кесилишига асосан йирик тўлдирувчилар қаршилиқ кўрсатади. Кесилиш юзаси бўйича кучланишлар тенг тенг тақсимланади деб ҳисобланади. Бетоннинг кесилишига бўлган вақтинчалик қаршилиги қуйидаги эмпирик формула орқали аниқланади:

$$R_{sh} = 0,7 \cdot \sqrt{R_b R_{bt}} \text{ ёки } R_{sh} = 2R_{bt} \quad (1.4)$$



1.6–расм. Ўқ бўйича чўзилишдаги бетон мустаҳкамлигини аниқлаш учун намуналарни синаш схемалари *а* – *узилишга*; *б* – *ёрилишга*; *в* – *эгилишга*.

Бетон мустаҳкамлигига узок муддатли юкнинг таъсири. Тажрибадан олинган натижаларга биноан узок муддат таъсир қиладиган юклардан бетонда эластик бўлмаган деформациялар ривожланиб унинг структурасини ўзгартиради. Шунинг учун бетоннинг давомли юклар таъсиридан ўқ бўйича сиқилишга вақтинчалик қаршилиги R_b га нисбатан кам бўлади.. Марказий сиқилишдаги бетоннинг чегаравий давомли қаршилиги, тажриба натижаларига биноан, $R_{bl} = 0,9R_b$ ни ташкил қилиши мумкин.

Кўп марта қайта–қайта таъсир қиладиган юкнинг бетон мустаҳкамлигига таъсири. Кўп марта қайта–қайта таъсир қиладиган юклардан бетоннинг сиқилишдаги муваққат қаршилиги R_γ бетонда микроёриқлар пайдо бўлиши ҳисобига камаяди. Бетон чегаравий мустаҳкамлигининг камайиши юклаш даврининг сони N , навбатма навбат ҳосил бўладиган энг катта $\sigma_{b,max}$ ва энг кичик $\sigma_{b,min}$ кучланишлар нисбати ёки давр характеристикаси $\rho = \sigma_{b,min} / \sigma_{b,max}$ га боғлиқ бўлади. Кўп марта қайта–қайта таъсир қиладиган юклардан бетоннинг чегаравий мустаҳкамлиги R_γ бетоннинг чидамлилиқ чегараси деб айтилади. Амалда бетоннинг чидамлилиқ чегараси сифатида кўп марта қайта–қайта юклаш даврининг сонига боғлиқ бўлиб, намуна қабул қила оладиган кучланишнинг энг катта миқдори олинади. Бетон чидамлилиқ чегарасининг энг кам қиймати қуйидагига тенг

$$R_\gamma = 0,5 R_b \quad (1.5).$$

Бетоннинг чидамлилиқ чегараси темирбетондан тайёрланадиган кран ости тўсинлари, шпаллар, кучли пресс ва станоклар станиналарини ва пойдеворларини, кўприк конструкцияларини ҳисоблаш учун ишлатилади.

1.5. Бетон деформацияси

Бетон ташқи куч, ҳароратли намлик факторлари ва ташқи муҳит билан бетоннинг ўзаро таъсири остида ўлчов ва ташқи кўринишини ўзгартириши мумкин.

Бетонда асосан иккита деформация турини кузатиш мумкин:

- деформация бетон киришиши, ҳарорат ва намликнинг ўзгариши натижасида ҳамма йўналиш бўйича ривожланувчи ҳажмий деформация;
- куч таъсири йўналишида ҳосил бўладиган деформациялар.

Юк таъсир қилиш характери ва унинг таъсир қилиш муддатига боғлиқ равишда юк таъсиридан содир бўладиган деформациялар уч турга бўлинади:

- 1) юк билан бир маротаба қисқа муддатга юклаш;
- 2) юк билан узоқ муддатга юклаш;
- 3) юк билан қайта такрор–такрор юклаш.

Ҳажмий деформация. Бетон киришишидан ҳосил бўладиган деформация кенг кўламда ўзгаради. Бетон киришишидан нисбий деформация оғир бетонлар учун $\varepsilon_{st} \approx 3 \cdot 10^{-4}$ ва ундан ортиқ, ғовак тўлдирувчи бетонлар учун $\varepsilon_{st} \approx 4,5 \cdot 10^{-4}$ га тенг бўлиши мумкин. Бетонда шишиш деформацияси киришишга нисбатан 2–5 марта кам бўлиши мумкин.

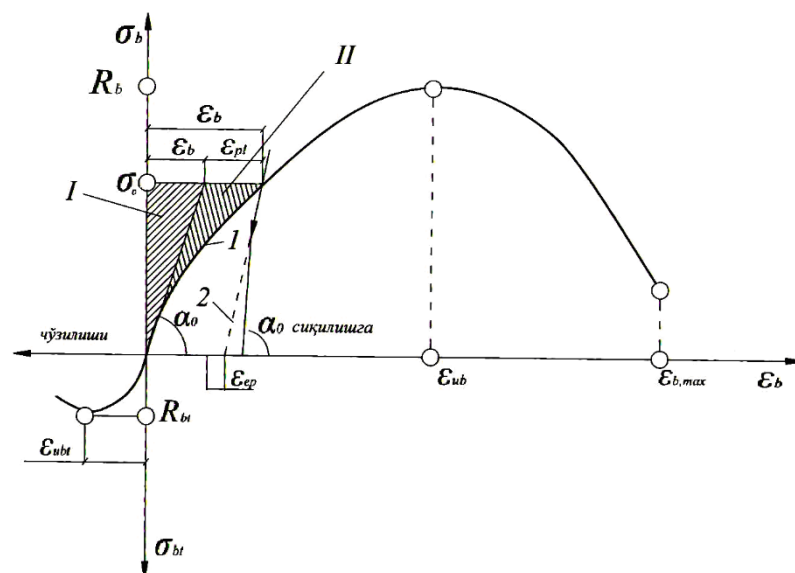
Харорат ўзгариши таъсиридан рўй берадиган бетон деформацияси, бетон чизикли харорат деформацияси коэффиценти α_{bt} га боғлиқ. Муҳит хароратининг -50 дан $+50$ $^{\circ}\text{C}$ гача ўзгариши оғир ва кварц кумли ғовак тўлдирувчили бетонлар учун $\alpha_{bt} = 1 \cdot 10^{-5} \text{ } ^{\circ}\text{C}^{-1}$ га тенг. Бу коэффицент цемент турига, тўлдирувчига, бетоннинг намлик ҳолатига боғлиқ бўлиб $\pm 30\%$ гача ўзгариши мумкин.

Жадвал 1.2. Бетоннинг ишлаш шароити коэффициентлари, γ_{bi}

Бетон ишлаш шароити коэффицентини киритишга сабаб бўладиган омиллар	γ_{bi}	Коэффициент миқдори
1. Кўп марта қайтариладиган юк	γ_{b1}	0,45.....1,0
2. Юк таъсирининг муддати: а) доимий, узоқ ва қисқа муддатли юклар ҳисобга олинган- да, (таъсир муддати йиғиндиси эксплуатация давомидан кам бўлган таъсири давомли бўлмаган юклардан, масалан, кран юки, транспорт воситаларидан вужудга келадиган юклар, ша- мол юки, тайёрлаш, ташиш ва монтаж қилишда вужудга кела- диган юклар бундан мустасно) ҳамда грунтларнинг чўкиши, бўкиши натижасида вужудга келадиган муҳим юклар ҳисобга олинганда: – табиий шароитда ва иссиқлик таъсирида ишлов берилган оғир, майдадонали ва енгил бетонлар учун эксплуатация қилиш шароити (масалан, сув остида ва нам грунтда ёки намлиги 75% дан юқори бўлган муҳитда) бетон мустаҳкамлигининг ошишига ижобий таъсир кўрсатганда; – бошқа шароитда	γ_{b2}	1,0 0,9
б) 2а да кўрсатилмаган қисқа муддатли (давомсиз таъсир этувчи) юклар қўшилмасида ёки махсус юкламаларни ҳисобга олганда барча турдаги бетонлар учун		1,1
3. Вертикал ҳолатда бетонланганда (бетон қатлами баланд- лиги 1,5 м дан ортиқ бўлганда): – оғир, майдадонали ва енгил бетонлар учун	γ_{b3}	0,85
4. Икки ўқ бўйича «сиқилиш–чўзилиш» кучланиш ҳолатининг бетон мустаҳкамлигига таъсири	γ_{b4}	[1] адабиётнинг 4.1 бандига қаранг
5. Энг ката кесим ўлчами 30 см дан кичик бўлган яхлит бето ва темирбетон ўстунларни бетонлашда	γ_{b5}	0,85

Бетон ишлаш шароити коэффицентини киритишга сабаб бўладиган омиллар	γ_{bi}	Коэффициент миқдори
6. Навбатма–навбат музлаш ва эриш	γ_{b6}	[1] адабиётнинг 16 жадвалига қаранг
7. Ҳавонинг июл ойидаги ўртача ҳарорат 28°C ва ундан юқори бўлган шароитда қуёш радиациясидан ҳимояланмаган конструкциялар эксплуатация қилинганда	γ_{b7}	0,85
8. Конструкцияни олдиндан зўриктириш босқичида: – арматураси симли ва бетони енгил бўлганда; – арматураси симли бетони эса бошқа хилда бўлганда; – арматураси стерженли ва бетони енгил бўлганда; – арматураси стерженли бетони эса бошқа хилда бўлганда;	γ_{b8}	1,25 1,10 1,35 1,20
9. Бетон конструкциялар	γ_{b9}	0,9
10. Бетон конструкциялар юқори мустаҳкамли бетондан тайёрланиб γ_{b9} коэффицентини ҳисобга олинганда.	γ_{b10}	$(0,3+\omega)\leq 1$ $\omega - [1]$ адабиётнинг (26) формуласидан
11. Уяли бетоннинг намлиги: – 10% ва ундан кам бўлганда; – 25% дан кўп бўлганда; – 10% ката ва 25% дан кам бўлганда;	γ_{b11}	1,0 0,85 Интерполяция бўйича
12. Чокнинг кенглиги элемент энг кичик ўлчамининг 1/5 кесимидан ва 10 см дан кам бўлган йиғма элементлар бирикмаси чоки тўлдириладиган бетон учун	γ_{b12}	1,15

Бир маротаба қисқа муддатли юклаш таъсиридаги бетон деформацияси. Бетон призмага бир маротабалик қисқа муддатли юк таъсир қилгандаги бетон деформацияси $\varepsilon_b = \varepsilon_e + \varepsilon_{pl}$ га тенг бўлади, ε_e – эластик ва ε_{pl} – эластик бўлмаган пластик деформациялар (1.7–расм). Юк таъсири тўхтаганда пластик деформациянинг 10% га яқин қисми маълум муддатдан кейин тикланади.



1.7–расм. Бетон сиқилишидаги ва чўзилишидаги кучланиш билан деформация орасидаги боғлиқлик диаграммаси:

I – эластик деформация зонаси; II пластик деформация зонаси;

1 – юклаш; 2 – юкни тушириш; ϵ_{ub} – чегаравий сиқилувчанлик; ϵ_{ubt} – чегаравий чўзилувчанлик; $\epsilon_{b,max}$ – диаграммадаги максимал сиқилувчанлик нисбий деформацияси

Бетоннинг эластик деформацияси намунани юклашдаги лаҳзалик тезликка мос бўлади, пластик деформация вақт давомида ривожланади ва намунани юклаш тезлиги υ (МПа/с) га боғлиқ.

Бетон намуна чўзилишга синалганда ҳосил бўладиган деформация куйидагича аниқланади:

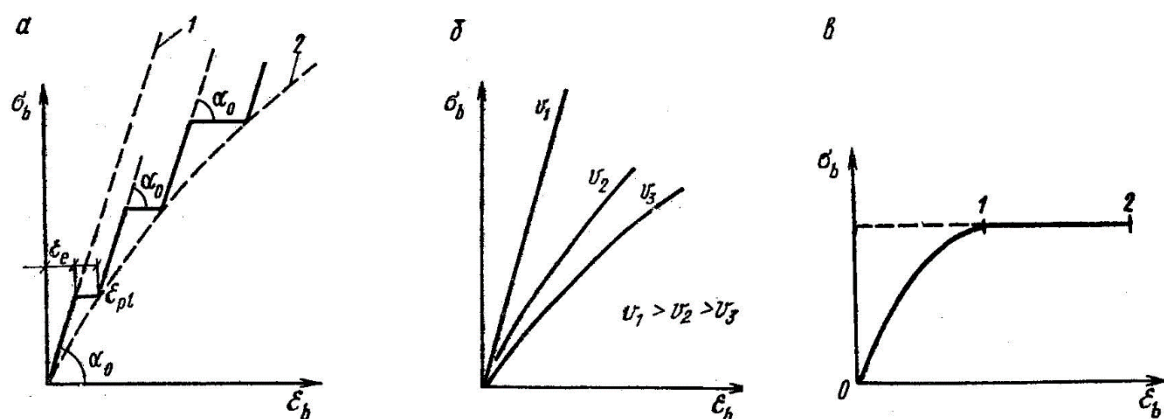
$$\epsilon_{bt} = \epsilon_{et} + \epsilon_{pl,t} \quad (1.6)$$

бу ерда, ϵ_{et} – эластик ва $\epsilon_{pl,t}$ – пластик деформациялар.

Давомли юк таъсиридан бетоннинг деформацияланиши

Давомли юклар таъсиридан вақт ўтиши билан бетондаги пластик деформация ошади. Пластик деформациянинг жадал ўсиши биринчи 3–4 ойда кузатилади ва бир неча йил давом этиши мумкин. « $\sigma_b - \epsilon_b$ » диаграммадаги 0–1 участка юклашдан вужудга келадиган деформацияни ифодалайди; 1–2 участка доимий кучланиш таъсиридан пластик деформация ўсишини ифодалайди (1.7–расм, в.). Давомли юклар таъсиридан бетон пластик деформациянинг ўсишини

характерлайдиган кўрсаткич **бетоннинг оқувчанлиги** дейилади. Оқувчанлик деформацияси эластик деформациядан 3–4 марта ортиқ бўлиши мумкин. Бир томонлама ва ўша кучланиш билан юклаш тезлигининг ν ошиши билан пластик деформация камаяди. Юклашнинг турли тезликлари учун $\nu_1 > \nu_2 > \nu_3$ « $\sigma_b - \epsilon_b$ » боғлиқлик (1.7. расм) кўрсатилган.



1.8–расм. Сиқилувчи бетоннинг турли хил босқичда юк билан юклаш (а), турли хил тезликдаги узок муддат таъсиридаги (б), давомийлиги (в) диаграммаси: 1 – эластик деформация; 2 – тўлиқ деформация

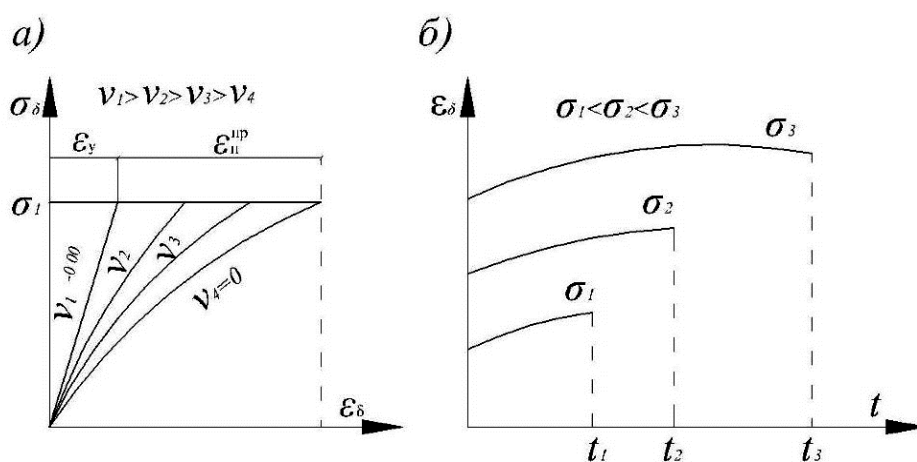
Дастлабки деформацияларнинг ўзгармаган миқдорида бетондаги дастлабки кучланишларнинг камайишини характерловчи бетоннинг хоссаси кучланишларнинг **релаксацияланиши** дейилади.

Бетон оқувчанлиги ва кучланишларнинг релаксацияланиши темирбетон конструкцияларнинг ташқи юklar таъсиридан ишлашига катта таъсир кўрсатади. Бетон оқувчанлиги конструкцияларни ёриқлар пайдо бўлишига чидамлилик ва деформация бўйича ҳисоблашда, конструкция устуворлигини текширишда, ҳамда статик ноаниқ конструкцияларда ички зўриқишларни аниқлашда эътиборга олинади.

Кучланишларнинг камайиши (релаксацияланиши) эса статик ноаниқ конструкцияларда таянчлар чўкиши натижасида ҳосил бўладиган кучланиш ҳолатини аниқлашда ва бошқа ҳолатларда эътиборга олинади. Бетоннинг оқувчанлик деформациясига намунанинг ўлчамлари, цементнинг миқдори,

сувнинг цементга бўлган нисбати (С/Ц), муҳитнинг намлиги, бетоннинг юклаш вақтидаги ёши ва бошқа омиллар катта таъсир кўрсатади.

Бетон намуна ўлчамларининг кичрайиши сирпанувчанлик деформациясини ошишига олиб келади. Цемент миқдорининг ихтиёрий қийматида сув–цемент нисбатининг (С/Ц) ошиши билан сирпанувчанлик деформацияси кўпаяди (1.8–расм, а). Атроф муҳит нисбий намлигининг камайиши натижасида бетон сирпанувчанлик деформациясининг ошиши 1.8,б–расмда кўрсатилган. Сирпанувчанлик деформациясининг бетон ёшига нисбатан ривожланиши 1.8,в расмда кўрсатилган.



1.9–расм. Бетоннинг ёйилувчанлик деформациясини бошланғич тезлик билан юклаш (а) ва юкланиш вақтига боғлиқлиги (б)

Бетон таркибидаги тўлдирувчилар цемент тошининг сирпанувчанлик деформациясининг ривожланишига тўсқинлик қилади. Бетоннинг сирпанувчанлиги нафақат сиқилиши, балки чўзилиши, эгилиши ва буралишда ҳам содир бўлади. Тажрибалардан олинган натижалар шуни кўрсатадики, бетоннинг давомли деформацияланиши эгри чизиқ билан характерланади. Давомли таъсир қиладиган юкларнинг кичик миқдорда сиқувчи кучланиш билан сирпанувчанлик деформацияси орасидаги боғланиш чизиқли деб қаралиши мумкин. Давомли юк миқдорининг ошиши билан кучланиш ва деформация ўртасидаги чизиқли боғланиш кузатилмайди. Бетоннинг оқувчанлиги ва киришувчанлиги биргаликда ривожланади. Шунинг учун

бетондаги тўлиқ деформация, деформациялар йиғиндисидан иборат, яъни эластик ε_l оқувчанлик ε_{pl} ва киришувчанлик ε_{sl} – деформациялардир.

Бетоннинг чегаравий деформацияси

Бетоннинг сиқилишдаги ва чўзилишдаги деформациялари (ε_{ub} ва ε_{ubt}) чегаравий қийматлари бетон мустаҳкамлиги, синфи, таркиби, юк таъсирининг давомийлигига боғлиқ. Бетон синфининг ортиши билан чегаравий деформация камаяди, аммо юк таъсири давомийлиги ортиши билан улар ортади. Тажрибадан ўқ бўйича сиқилган бетон призманинг чегаравий деформацияси $\varepsilon_{ub} = (0,8 \dots 3) \cdot 10^{-3}$ ораликда ўзгаради ва ўртача қиймати $\varepsilon_{ub} = 2 \cdot 10^{-3}$ қабул қилинади.

Бетоннинг чегаравий чўзилувчанлиги сиқилишига нисбатан 10–20 марта кам бўлиб, ўртача миқдори $\varepsilon_{ubt} = 1,5 \cdot 10^{-3}$ қабул қилинади. Ҳовак тўлдирувчи бетонлар учун бу қиймат бир қанча кўпроқ.

Бетоннинг чегаравий чўзилувчанлиги темирбетон конструкцияларнинг чўзилган зонасида ёриқлар пайдо бўлиши қаршилигига катта таъсир кўрсатади.

Бетоннинг деформация модули

Бетоннинг сиқилишдаги бошланғич эластиклик модули E_b фақат эластик деформацияга мос келади. Эластиклик модулнинг геометрик маъноси эластик деформацияни ифодаловчи тўғри чизиқнинг (1) абсисса ўқиға нисбатан оғиш бурчаги тангенсидан иборат : $E_b = \rho \cdot \operatorname{tg} \alpha_0$,

$$(1.7)$$

бу ерда: ρ – масштабни ўлчам коэффициенти, МПа.

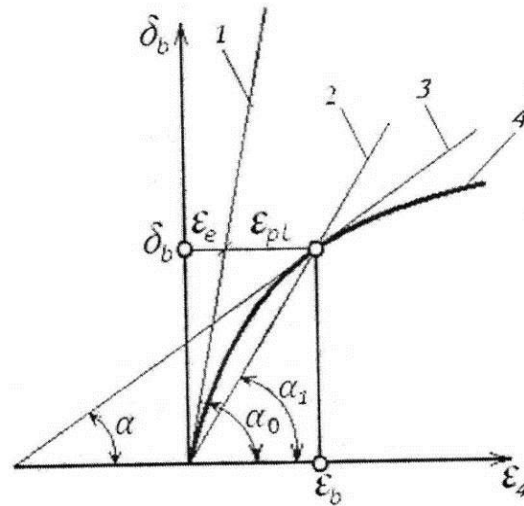
Сиқилишдаги бетоннинг тўлиқ деформациялари модули E'_b ўзгарувчан миқдор бўлиб, тўлиқ деформацияга мос келади ва қўйидагича ифодаланади:

(1.10–расм):
$$E'_b = \frac{d\sigma_b}{d\varepsilon_b} = \rho \cdot \operatorname{tg} \alpha . \quad (1.8)$$

Геометрик жиҳатдан бу модул « σ_b – ε_b » диаграммада берилган кучланиш жойлашган нуқтадан ўтказилган уринма (3) билан абсисса ўқи орастдаги бурчак тангенсини ифодалайди.

Темирбетон конструкцияларни ҳисоблашда ишлатиладиган бетоннинг ўртача модули қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$E'_b = \frac{d\sigma_b}{d\varepsilon_b} = \rho \cdot \operatorname{tg} \alpha_1 \quad (1.9)$$



1.10–расм. Бетоннинг деформация модулини аниқлаш схемаси

1 – эластик деформация; 2 – кесувчи; 3 – уринма; 4 – тўлиқ деформация

Геометрик жиҳатдан бу модул « $\sigma_b - \varepsilon_b$ » диаграммада берилган кучланиш жойлашган нуқтадан ўтказилган кесувчи (2) билан абсисса ўқи орасидаги α_1 бурчак тангенсини ифодалайди.

Бетоннинг бошланғич эластиклик модули ва эластик–пластик модули орасида боғлиқлик ўрнатиш мумкин. Бетондаги берилган σ_b кучланишни бетоннинг эластик ε_e ва тўлиқ ε_b деформациялари орқали ифодалаб қуйидаги муносабатни оламиз :

$$\sigma_b = \varepsilon_e E_b + \varepsilon_b E'_b \quad (1.10)$$

бу ерда, $E'_b = \lambda_b E_b$ – бетоннинг умумий деформация модули.

Тажрибалардан олинган натижаларга биноан λ_b коэффициентининг қиймати 1

дан 0,15 гача ўзгариши мумкин. Бетондаги кучланиш даражасининг σ_b / R_b юқори бўлиши ва юкланиш давомийлигининг ошиши билан коэффициент ν камаяди.

Чўзилишда бетоннинг эластик–пластик модули қуйидагича аниқланади:

$$E'_{bt} = \lambda_{bt} E_b, \quad (1.11)$$

бу ерда: λ_{bt} – бетоннинг чўзилишдаги эластик–пластик деформацияси коэффициенти.

Бетоннинг чегаравий чўзилиш деформациясининг миқдори бетоннинг чўзилишдаги вақтинчалик қаршилигига боғлиқ

$$\varepsilon_{ubt} = \frac{R_{bt}}{E'_{bt}} = 2R_{bt} / E_b \quad (1.12)$$

Эластиклик модуль қиймати бетон синфининг ошиши билан ортиб боради. Бетон синфи ва бошланғич эластиклик модули орасида боғлиқликни ифолайдиган бир–нечта эмпирик формулалар мавжуд. Табиий ҳолда қотган оғир бетонлар учун эмпирик формула қуйидаги кўринишга эга:

$$E_b = 550000B / (270 + B) \quad (1.13)$$

Бетонга иссиқлик таъсирида ишлов берилганда E_b миқдори 10 % га, автоклавда ишлов берилганда 25% га камаяди. Ҳовак тўлдирувчи бетонларда бошланғич эластиклик модули оғир бетонлардагига нисбатан 1,5–2 марта камдир. Бетоннинг силжиш модули қуйидаги формуладан аниқланади

$$G_b = E_b / [2(1 + \nu)] \quad (1.14).$$

Кўндаланг деформация коэффициенти $\nu=0,2$ бўлганда силжиш модули, тахминан $0,4E_b$ га тенг.

Сиқилишдаги бетоннинг оқувчанлиги ўлчови C_b бетондаги оқувчанлик деформациясини аниқлаш учун қўлланилади.

$$\varepsilon_{pl} = C_b \sigma_b \quad (1.15)$$

$$(1.15) \text{ ифодадан } C_b = \frac{\varepsilon_{pl}}{\sigma_b} = \frac{\varepsilon_{pl}}{\varepsilon_e E_b}$$

$$\text{ёки } C_b = \frac{\varphi}{E_b} \quad (1.16)$$

бу ерда: φ – бетоннинг оқувчанлик характеристикаси $\varphi = \frac{\varepsilon_{pl}}{\varepsilon_e} = \frac{1 - \nu}{\nu}$.

Бетоннинг оқувчанлик ўлчови бетоннинг синфи, кучланиш даражасига боғлиқ ва вақт бўйича ўзгарувчандир.

Баъзи бир тур бетонларнинг физик–механик хусусиятлари

Зич силикат бетон цементсиз бетон бўлиб, боғловчи сифатида оҳак ишлатилади. Силикат бетонлар автоклавада қотириб тайёрланади. Силикат бетонлар оғир бетонлар турига киради. Тўлдирувчи сифатида асосан кварцли кум ишлатилади. Силикат бетонлар арматура билан яхши ёпишади ва арматурани коррозиядан сақлайди. Бошланғич эластиклик модули бир хил мустаҳкамликка эга бўлган бетонларга нисбатан 1,5–2 марта кам. Кам оқувчанликка эга. Биноларнинг йиғма темирбетон элементларини тайёрлашда фойдаланилади.

Эксплуатация шароитлари ноқулай (динамик ва сейсмик юкларнинг таъсири ва бошқалар) бўлганда қўллаш чегараланади.

Иссиққа чидамли бетон юқори ҳароратли (200°C) шароитда ишлатиш учун қўлланилади. Қиздириш ҳароратининг босқичидан боғлиқ ҳолда боғловчи сифатида алюмин оксидли цемент, портландцемент қўшимчалар билан суюқ шиша (силикатли натрийнинг сув билан қоришмасига янчилган кварц куми ва кремнефторитнатрийнинг қўшилмаси) қўлланилади.

Иссиққа чидамли тўлдирувчи сифатида: хромит, шамот, шлак, базальт, диабаздан фойдаланилади.

Бетоннинг эластиклик модули ҳароратнинг ошишида камаяди. Туннел печлари иссиқлик агрегатлари, домна печи фундаментлари конструкцияларида қўлланилади.

Кислотага чидамли бетон агрессив муҳит (таркибида кислота мавжуд бўлган сув ва таркибида кислота буғи бўлган ҳаво муҳити) шароитига чидамли бетондир. Кислота концентрацияси даражасига қараб боғловчи сифатида пуццоланли портландцемент, шлакли портландцемент, суюқ шиша қўлланилади. Ер ости иншоотлари, кимё саноати цехларининг шифтини ёпиш конструкцияларида қўлланилади.

Полимербетон. Полимербетон учун боғловчи сифатида полимер материаллар (турли эмульсия, смола) ишлатилади. Полимербетоннинг

сиқилишга ва чўзилишга қаршилиги, арматура билан боғланиш мустаҳкамлиги, агрессив муҳитга чидамлиги юқори ҳисобланади.

Цементли боғловчи асосида тайёрланган бетон, кейинчалик темирбетон элементларда, махсус технология бўйича полимер материаллар билан шимдириб ишлов берилса бетонополимер деб аталади. Улар босими кучли трубалар, йўл плиталари, тўсинлар, ригеллар тайёрлашда қўлланилади.

1.6. Арматура

Арматура турлари ва улардан фойдаланиш

Арматура (лотин сўзидан олинган “arma” – қурол, “armament” – жихоз) қурилмаларни мустаҳкамлигини ошириш мақсадида чўзилувчи ва сиқилувчи кесим унсурларини ўзаклаш учун қўлланилади. Арматуранинг асосий вазифаси – тортувчи кучни (эгилишда, марказдан ташқари сиқишда, марказий ва марказдан ташқари чўзилишда) шунингдек қурилмаларда киришиш ва ҳароратли кучланишни қабул қилиб олишдир.

Темирбетон конструкцияларида арматура асосан чўзувчи зўриқишларни ва конструкция сиқилган зонасида эса бетонни кучлантириш учун ўрнатилади. Талаб қилинадиган арматура сони конструкция элементларини юк ва таъсирларга ҳисоблаб аниқланади. Ҳисоблаш йўли билан ўрнатилган арматура **ишчи арматура** деб номланади; конструктив ва технологик мулоҳазалар бўйича ўрнатиладиган арматура эса, **монтаж арматура** дейилади. Конструкцияда монтаж арматура ишчи арматуранинг лойиҳадаги ҳолатини таъминлаб, ишчи арматура алоҳида стерженларига кучланишларни тенг тақсимлайди. Бундан ташқари, монтаж арматура ҳисоб йўли билан эътиборга олиш қийин бўлган, яъни бетон киришишидан, конструкция ҳароратининг ўзгариши оқибатидан ҳосил бўладган зўриқишларни ва бошқа зўриқишларни қабул қилади.. Ишчи ва монтаж арматуралар бирлаштирилиб арматура буюмларини – пайвандланган ва тўқилган тўрларни, синчларни ҳосил қилади. Бу арматура буюмлари темирбетон элементлар танасига уларнинг юклар таъсирига ишлаши характериға мос равишда жойлаштирилади (1.11–расм).

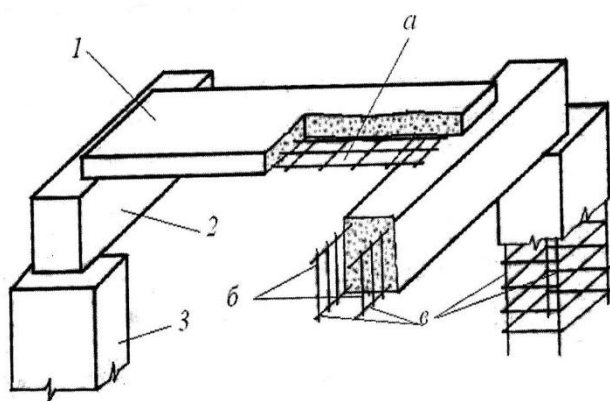
Арматуралар аломатига кўра қуйидаги тўрт гуруҳга бўлинади:

1) тайёрланиш технологиясига кўра стерженли ва симли арматураларга;

2) мустаҳкамлигини ошириш усулига кўра термик йўл билан мустаҳкамланган ва совуқ ҳолатда чўзиш йўли билан мустаҳкамланган арматураларга;

3) арматура сиртининг шаклига кўра қиррали ва силлиқ сиртли арматураларга. Даврий профилика эга бўлган стерженли арматура сиртидаги қовурғалар ва симли арматуралар даврий профили ботикликлар арматуранинг бетон билан боғланишини анча яхшилади (расм 1.12).

4) темирбетон элементларни арматуралашда қўлланишига кўра олдиндан таранглаштирилмайдиган ва таранглаштирилмайдиган арматураларга бўлинади.



1.11–расм. Темирбетон элементлар танасига арматураларни жойлаштириши:
a – тўр (сетка); *б* – ясси синч; *в* – фазовий синч; *1* – плита; *2* – тўсин (балка); *3* – устун

Арматуралар синфланиши

Иссиқ ҳолда чиғирланган стерженли арматура асосий механик характеристикасига кўра олти синфга бўлинади ва шартли равишда қуйидагича белгиланади: А–I (A240), А–II (A300), А–III (A400), А–IV (A600), А–V (A800), А–VI (1000) (1.5–жадвал).

Термик ишлов берилган стерженли арматуралар қуйидаги тўрт синфга бўлинади ва қўшимча равишда «т» индекси билан белгиланади: Ат–III (At400), Ат–IV (At600), Ат–V (At800), Ат–VI (At1000). Қўшимча «С» ҳарфи билан белгиланган арматуралар учма–уч пайвандланиши мумкин. «К» ҳарфи билан белгиланган арматуралар коррозияга чидамли ҳисобланади. Мисол учун, Ат–IIIС (At400С), Ат–VI К(At1000К).

Мустаҳкамлиги чўзиш йўли билан оширилган арматур қўшимча равишда «в» индекс билан белгиланади, яни АІІв.

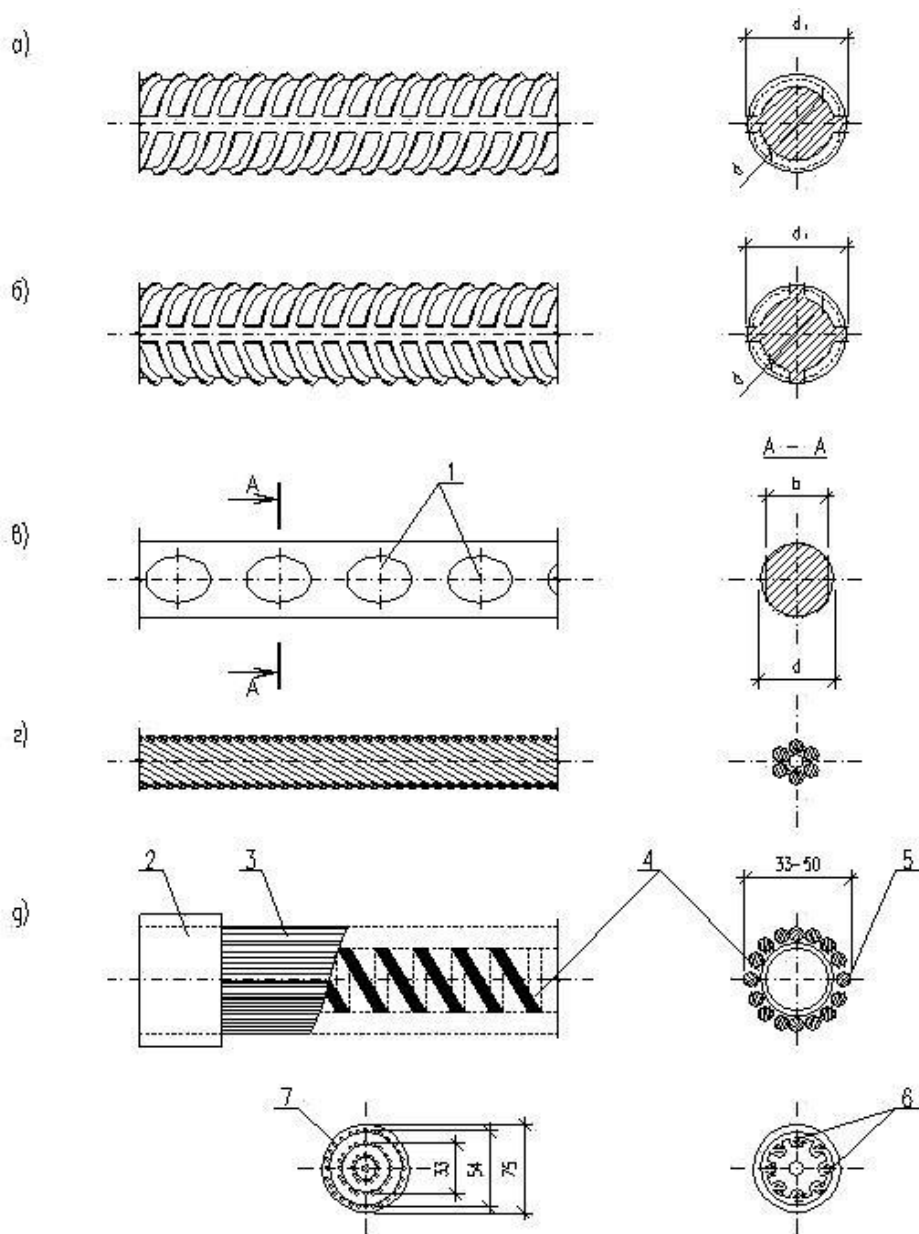
Арматуранинг ҳар бир синфига механик характеристикаси бир хил бўлган, лекин кимёвий таркиби ҳар хил бўлган арматурали пўлат маркаси мос бўлади. Пўлат маркасининг белгисида углероднинг миқдори ва лигерловчи қўшимчаларнинг мавжудлиги кўрсатилади. Масалан, 25Г2С маркада биринчи рақам пўлат таркибида углероднинг миқдори (0,25 %), Г–ҳарфи марганец мавжудлиги, 2 –рақами маганецнинг миқдори % ҳисобида, С –ҳарфи пўлат таркибида кремний борлигини билдиради.

Бошқа кимёвий элементларнинг мавжудлиги қўйидагича кўрсатилади: Х ҳарфи – хром, Т – титан, Ц – цирконий.

А–І, А–ІІ, А–ІІІ синфли арматуралар учун физикавий оқувчанлик чегараси $\sigma_y = (230...400)$ МПа га тенг. А–ІV, А–V, А–VI синфли юқори лигерланган ва термик ишлов берилган арматуралар учун эса шартли оқувчанлик чегараси $\sigma_{0,2} = (600...1000)$ МПа га тенг.

Узилишдан кейинги чўзилиш деформациясининг нисбий миқдори арматура синфига боғлиқ. А–ІІ, А–ІІІ синфли арматуралар катта миқдордаги нисбий чузилиш деформациясига эга. Бу синфли арматуралар учун нисбий чузилиш деформацияси $\epsilon_s = 14...19\%$ ташкил этади. А–ІV, А–V, А–VI синфли арматуралар ва термик ишлов берилган ҳамма синфдаги арматуралар унча катта бўлмаган $\epsilon_s = 6...8\%$ нисбий чўзилиш деформацияларга эга.

Стерженли арматураларнинг эластиклик модули E_s мустаҳкамликнинг ошиши билан бир қанча камаяди ва А–І, А–ІІ синфли арматуралар учун $2,1 \cdot 10^5$ МПа ни ташкил қилади: А–ІІІ, А–ІVС синфли арматуралар учун $2, \cdot 10^5$ МПа ва А–V, А–VI синфли арматуралар ҳамда термик мустаҳкамлиги оширилган арматуралар учун $1,9 \cdot 10^5$ МПа ташкил этади.



1.12-расм. Темирбетон конструкциялари учун арматура

а – спиралсимон А-II синфли стержен; б – арчасимон А-III, А-IV, А-V ва А-VI синфли; в – спиралсимон В_р-I ва В_р-II синфли оддий ва юқори мустаҳкам симли; г – К-7 синфли арматура арқонлари; д – арматура ўрамлари; 1 – эзилишдаги; 2 – анкер; 3 – 4-5мм диаметрли сим; 4 – спираль; 5 – бир қаторли ўрамлар; 6 – К-7 синфли арқонлари; 7 – кўпқаторли ўрамлар

Диаметри 3–8 мм бўлган сим шаклидаги арматурани икки синфга бўлиш мумкин: В_р-I – оддий сим шаклидаги арматура (совуқ ҳолда чўзилган, кам углеродли) пайвандланган тўрларни тайёрлаш учун ишлатилади. В-II, В_р-II – юқори мустаҳкамликка эга бўлган сим шаклидаги арматуралар (кўп марта

мустаҳкамлаштирилган, углеродли) олдиндан зўриктирилган элементларда ишчи арматура сифатида қўлланилади. Даврий профил қўшимча индекс «р» билан белгиланади: Вр–I, Вр–II.

Сим шаклидаги арматуранинг асосий механик характеристикаси унинг вақтинчалик қаршилиги σ_u билан ифодаланади. Сим диаметри кичрайган сари мустаҳкамлик ортиб боради. Оддий сим арматура учун $\sigma_u = 550$ МПа, юқори мустаҳкамликка эга бўлган сим арматуралар учун $\sigma_u = 1300...1900$ МПа. Узилишдан кейинги нисбий чўзилиш деформацияси нисбатан кўп эмас $\delta = 4...6\%$. Юқори мустаҳкамликдаги симнинг узилиши мўрт характерга эга. Арматура симининг эластиклик модули юқори мустаҳкамликка эга бўлган В–II, Вр–II синфдаги симлар учун – $2 \cdot 10^5$ МПа га, В–I, Вр–I синфли оддий сим учун – $1,7 \cdot 10^5$ МПа га, арматура арқонлари учун – $1,8 \cdot 10^5$ МПа га тенг.

Арматура таснифи

Пўлатнинг кимёвий таркиби, тайёрланиш шароити, кўндаланг кесим қирқими, қўллаш ва пайвандланувчанлиги бўйича темирбетон қурилмалари учун арматура таснифланиши мумкин.

Таркибидаги углерод миқдорида боғлиқ ҳолда пўлат 3 турга бўлинади:

- 0,09-0,2% ораликда углерод бўлган, кам углеродли;
- 0,25-0,6% ораликда углерод бўлган, ўртауглеродли арматураларда ва машинасозликда;
- 0,6% кўпроқ, лекин 1,2%-2% ортиқ бўлмаган углеродли, юқориуглеродли, асбобсозлик саноатида.

Углерод таркиби пўлатнинг физик-механик хусусиятларини сезиларли даражада аниқлайди. Углерод миқдорининг ортиб бориши билан пўлат мустаҳкамлиги ортиб бориши билан пўлат мустаҳкамлиги ортиб боради, деформацияланиш хусусияти пасаяди, пайвандланувчанлиги ёмонлашади ёки умуман мумкин бўлмай қолади. Шу сабабли пўлат хусусиятларини яхшилаш мақсадида ёки берилган хусусиятли пўлатни олиш учун уларга легирлаш

услуги қўлланилади (*legieren* – немисчаданолинган бўлиб эритиш, *ligo* – лотинча сўз бўлиб боғлайман, бирлаштираман деган маънони беради) бунда, металл қоришмаси таркибига легирланувчи элементлар қўшилади. (Масалан: Cr, Ni, Mo, W, V, Ti ва бошқалар). Арматура учун ишлатиладиган пўлат таркибида легирловчи қўшимчалар 5%гача бўлади (паст легирланган).

Пўлатли арматуралар паст, ўрта углеродли паст легирланган пўлатлардан тайёрланади. Пўлатнинг кимёвий таркиби унинг марка номидв ифодаланади. Қўшимчаларни ифодалаш учун харфлардан фойдаланилади. Г – марганец, С – кремний, Х – хром, Т – титан, Ц – цирконий, Ю – алюминий, Р – бўр, А – азот. Масалан, пўлатли арматура 20хГ2Т маркали пўлатли арматура маркаси 20хГ2Т 0,2% углерод, хром 0,3 дан 1% гача. Бундай кимёвий таркиб берилган арматура пастуглеродли ва пастлегирланган пўлатдан тайёрланганлигидан далолат беради.

Ҳамма арматуралар тайёрланиш услуги бўйича иссиқ ҳолатда тайёрланган ўзакли ва совуқ ҳолатда тайёрланган симлиларга бўлинади (горячекатаную и холоднотянутую).

Иссиқ ҳолатда тайёрланган деб, алоҳида ўзакли айлана кесим кўринишида бўлган прокатнинг иссиқ ҳолатда олинган пўлат арматура тушунилади. Бундай арматуранинг синфи А харфи ва рим рақамлари А-I...AVI билан белгиланади (рақами қанчалар юқори бўлса, мустаҳкамлик шунчалар юқори бўлади. Прокатлангандан сўнг термик ёки термомеханик ишлов бериб мустаҳкамланган, иссиқ ҳолатда тайёрланган арматуралар синфи индекс Т билан белгиланади: А_Т-III, А_Т-IV, А_Т-V, А_Т-VI, А_Т-VII.Занглаб ёрилишга ўта чидамли, термик ва термомеханик мустаҳкам ўзакли арматуралар синфини белгилашда индекс “К” қўшилади (А_Т - IVK), занглаб ёрилиши пайвандланувчан ва юқори мустаҳкам бўлганига эса индекс “СК” қўшилади (А_Т-VCK).

Совуқ ҳолатда тайёрланган пўлат симли арматура деб пастуглеродли ёки ўрта углеродли пўлатларни совуқ ҳолатда чўзувчи станокларда чўзиб роиниши

тушунилади. Симларнинг даврий юзаси чуқур бўлмаган эзилишларга эга. Бундай арматуралар синфи В ҳарфи р индекси ва римча I ёки II рақами билан белгиланади (Вр-I, Вр-II) Пўлат арматураларни етказиб бериш шартлари бўйича боғлам ёки ўрамланган кўринишларга бўлинади. Пўлат арматура ўрамлари оғирлиги 15т гача бўлган сим билан боғланган олти қирра кўринишидаги боғламларда етказиб берилади.

Истеъмолчининг талабига биноан уларни оғирлиги 3 ва 5 т гача бўлган боғламларда етказиб беришлари мумкин. Вр-I, В-II, В-II синфли симли арматураларни оғирлиги 500....1500 кг гача бўлган ўрамларда етказиб берилади. Ҳамма юқори мустаҳкам ва ситарқонли арматураларни деформацияланган сақланиш учун ички диаметри 1200, 2000 ва 2500 мм бўлган ўрамларда етказиб берилади. Арматуралар кўндаланг кесим юзаси бўйича текис (А-I, В-II) ва даврий кесимлигига (А-II, А-III, А-IV, А-V, А-VI, Вр-II, А_т-III...А_т-VII) бўлинади. Арматура прокати ТУ-14-1-5254-94 талабларига биноан тайёрланган, ўроқсимон бўртиб чиққан кўндаланг даврий кесимга эга

Арматурани ишлатилиш шартларига биноан оддий қурилмалар учун зўриқтирилмаган ва олдиндан зўриқтирилган қурилмалар учун зўриқтирилган арматураларга бўлинади.

Даврий кесимли арматура турлари

а – А-II синф ўзакли; б - А-III, А-IV, А-V, А-VI синф ўзакли; в – ўзакли ўроқсимон кесимли; г – совуқ ҳолатда ишлов берилган симлар; 1 – эзилган томондан кўриниши; 2 – текис томондан кўриниши.

Зўриқтирилмаган арматура деб, арматурани олдиндан таранглаштирмай қурилмага жойлаштириш тушунилади. Бундай қурилмалар учун ишчи арматура сифатида А-III, А_т-IVC, Вр-I синфли синчларга боғланган арматураларни қўллаш яхшироқдир. А-I ва А-II синфли арматураларни кўндаланг ва йиғувчи арматураларда ишлатиш тавсия этилади, шунингдек суюқлик ва газлар босими остидаги кўндаланг ишчи арматуралар сифатида ишлатилади.

Мустаҳкамлиги оширилган ва юқори мустаҳкам А-IV, А-V, А-VI, А_T-III...А_T-VII, А_T-IV, А_T-V, А_T-VI, А_T-VII, В-II, К-7 ва К-19 синфли арматуралар зўриктирилганлар сифатида фойдаланиш афзалроқдир. Зўриктирилган арматуралар синфини танлашда қурилма ўлчамлари, фойдаланишда ҳарорат шартлари, атроф-муҳитнинг агрессивлиги ҳисобга олинади.

Пайвандланиши бўйича арматуралар ҳоҳлаган усулда пайвандланувчи ва ҳеч қайси усулда пайвандланмайдиганларга бўлинади.

Арматураларнинг пайвандланувчанлиги унинг ишончли ва мустаҳкам хоҳлаган усулда ўзакларнинг биринчи хусусияти тушунилади: туташув усулида пайвандлаш, ёйсимон қўлда, нуқта туташув, ваннали пайвандлашлар. А-I... А-IV, А_T-IVC синфли ўзакли арматуралар хоҳлаган усулда пайвандланади, Вр-1 синфли симли арматуралар туташув усулида пайвандланади.

А_T-V... А_T-VII синфли қиздириб мустаҳкамланган арматураларни ва В-11, Вр-11, К-7 ва К-19 синфли юқори мустаҳкам арматураларни пайвандлаш уларни “бўшатиш” лиги сабабли таъқиқланади.

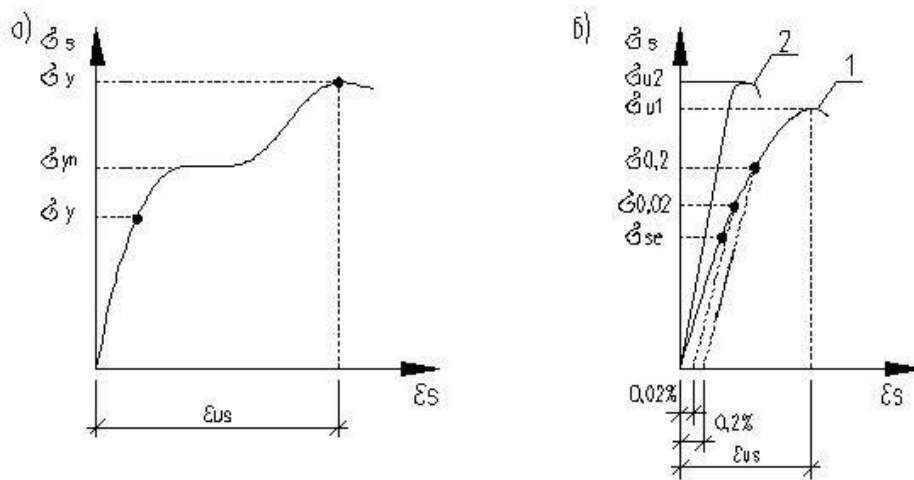
Пўлат арматураларининг механик хусусиятлари

Пўлат арматураларнинг мустаҳкамлик ва деформацияланиш характеристикалари намуналарни чўзилишга синашдан олинган σ_s – ϵ_s диаграммаси бўйича аниқланади (1.13–расм).

Диаграммада оқувчанлик майдонига эга бўлган иссиқ ҳолда чиғирланган пўлат арматура узилишдан кейин 25% гача (юмшоқ пўлат) чўзилади (1.13–расм, а).

Юк миқдори сезиларли кўпаймагандаги деформациянинг ривожланишига мос келадиган кучланиш σ_y пўлатли арматуранинг *физикавий* оқувчанлик *чегараси* дейилади. Пўлат арматуранинг узилишига олиб келадиган кучланиш σ_u эса, пўлат арматуранинг *вақтинчалик қаршилиги* деб номланади. Иссиқ ҳолда чиғирланган пўлат арматуранинг мустаҳкамлигини ошириш ва

узилишдаги чўзилишини камайтириш учун унинг таркибига углерод ва ҳар хил мословчи қўшимчалар: марганец, кремний, хром ва бошқалар қўшилади.



1.13–расм. Пўлат арматурани чўзилишдаги $\sigma_s - \epsilon_s$ диаграммаси:

а – оқувчанлик чегараси бўлганда; б – яққол оқувчанлик чегараси бўлмаганда;

1 – юқори мустаҳкамли пўлат; 2 – ўта юқори мустаҳкамли пўлат сим

Таркибида углероднинг 0,3–0,5 % бўлиши арматура пластиклигини камайтириб, пўлатнинг пайвандланувчанлик хоссасини ёмонлаштиради. Марганец пўлатнинг мустаҳкамлигини ошириб, пластиклигига муҳим таъсир кўрсатмайди.

Пўлат арматура мустаҳкамлигини қиздириб тоблаш ёки оддий чўзиш йўли билан оширса ҳам бўлади. Пўлат қиздириш йўли билан тобланганда у 800–900⁰С га қадар қиздирилади, сўнгра кескин совутилади. Ундан кейин яна пўлат яна 300–400⁰С га қадар қиздирилиб, аста–секин очик ҳавода совутилади. Бунинг натижасида пўлат арматуранинг мустаҳкамлиги ошади.

Юқори даражада легирланган ва қиздириб мустаҳкамлиги оширилган пўлат арматуралар пластик ҳолатга аста–секинлик билан ўтади, яъни яққол ифодаланган оқувчанлик майдончаси кўринмайди (1.13–расм, б). Бундай пўлатлар учун меъёрий қаршилик сифатида шартли оқувчанлик чегараси $\sigma_{0,2}$ қабул қилинади. Бу кучланиш қийматида арматурадаги қолдиқ деформация 0,2 % ни ташкил этади. Шунингдек, бундай пўлатлар учун шартли эластиклик

чегараси сифатида қолдиқ деформациянинг 0,02 % миқдорида мос бўлган $\sigma_{0,02}$ кучланиш қабул қилинади.

1.5– жадвал. Арматуралар классификацияси ва механик характеристикаси

Арматураларнинг номлари ва синфи	Пўлат маркаси	Кўндаланг кесим диаметри, мм	Оқувчан–лик чегараси, МПа	Вақтин–чалик қаршилик, Мпа	Нисбий чўзилиш, %
Иссиқ ҳолда чиғирланган стерженли арматура: сирти текис А–I синфли	Ст–3, ВСт–3	6–40	240	380	25
сирти даврий профилли А–II синфли Ас–II счинфли	ВСт–5 18Г2С 10ГТ	10–40 40–80 10–32	300	500	19
А–III синфли	25Г2С 35ГС 32Г2Р	6–40 6–40 6–22	400	600	14
А–IV синфли	20ХГ2Ц 80С	10–22 10–18	600	900	8
А–V синфли	23Х2Г2Т	10–32	800	1050	7
А–VI синфли	20Х2Г2СР	10–18	1000	1200	6
Қиздириш йўли билан мустаҳкамлиги оширилган арматура: Ат–IIIс синфли	БСт5сп	10...32	400	600	–
Ат–IV	20ГС	10...32	600	900	8
Ат–IVС	28С,35ГС	12...32	600	900	
Ат–IVК	10ГС2	10...32	600	900	
Ат–V	20ГС	10...32	800	1050	7
Ат–VI	20ГС	10...32	1000	1200	6
Даврий профилли оддий Вр–I синфли арматура	–	3...5	–	550...525	–
Мустаҳкамлиги юкори бўлган сим арматура: сирти силлик В–II синфли	–	3...8	–	1900...1400	4...6
даврий профилли Вр–II синфли	–	3...8	–	1800...1300	4...6
Арқон арматуралар: К–7 синфли	–	6...15	–	1850...1650	–
К–19 синфли	–	14	–	1800	–

Конструкцияда арматуранинг қўлланилиши

Темирбетон қурилмаларида ишчи арматура таъсир этувчи куч йўналишига боғлиқ ҳолда бўйлама ва кўндаланг йўналишда жойланиши мумкин. Темирбетон қурилмаларида арматура таркиби арматуралаш

коэффициенти $\mu = A_s/A_b$ ёки арматуралаш фоизи $\mu\% = 100(A_s/A_b)$, бунда A_s – арматура майдони, A_b – бетоннинг кўндаланг кесим майдони.

Таранглаштирилмайдиган арматура сифатида – Ат–III, А–III синфли стерженли арматуралар ва Вр–I синфли оддий симлар ишлатилади. Монтаж арматура сифатида ҳамда тўқилган синчларнинг хомутлари сифатида А–I, Вр–I синфли арматуралар қўлланилади.

Таранглаштириладиган арматура сифатида қиздириш йўли билан (термик усул) мустаҳкамланган – Ат–IVC, Ат–V, Ат–VI синфли арматуралар ҳамда А–IV, А–V ва А–VI синфли арматураларни қўллаш тавсия этилади; 12 м дан узун бўлган элементлар учун арқон арматуралар, юқори мустаҳкамликка эга бўлган симлар Вр–II ҳамда – А–IV, А–V, А–VI синфли стерженли арматураларни қўллаш тавсия этилади.

Конструкцияларда қўллаш учун пўлатли арматурани танлашда унинг пайвандланиш хусусияти ҳисобга олинади. А–I, А–II, А–III, А–IV, А–V, А–VI, Ат–IIIС ва Ат–IVC синфли стерженли арматуралар ва оддий симлар тўрларни тайёрлашда контакт–пайванд усулида яхши пайвандланади. Мустаҳкамлиги термик усулда оширилган Ат–V, Ат–VI синфли стерженли арматураларни ва юқори мустаҳкамли симларни пайвандлаш мумкин эмас, чунки мустаҳкамлаш самарадорлиги йўқолади.

Пайвандланган арматура маҳсулотлари

Пайвандланадиган арматурали тўрлар ва синчлар асосан корхоналарда тайёрланади. Синчлар ва тўрларнинг кўндаланг ва бўйлама стерженлари, асосан, тўғри бурчак остида нуқтали контакт усули билан электр – пайвандловчи машиналарда пайвандланади. Тўр ва синчларни пайвандлаш машинасида тайёрлаш арматура ишларини индустриялаштириш, меҳнат унумдорлигини ошириш ва арматура тайёрлаш ишларини арзонлаштириш имконини беради. Пайвандланган тўрлар диаметри 3–5 мм бўлган оддий сим ва синфи А–III бўлган диаметри 6–10 мм дан иборат бўлган арматура стерженларидан стандарт бўйича тайёрланади. Тўрлар рулон ва ясси ҳолатда

бўлади (1.14–расм). Рулонли тўрларда бўйлама стерженларнинг энг катта диаметри 6 мм қабул қилинади. Тўрларда ишчи арматура бўйлама ёки кўндаланг жойлашиши мумкин. Ишчи стерженларга перпендикуляр жойлашган стерженлар тақсимловчи арматура дейилади. Бир вақтнинг ўзида тўрнинг иккала йўналишда жойлашган стерженлари ишчи стержен бўлиши мумкин. Тўрнинг эни 3800 мм, узунлиги эса лойиҳа бўйича қабул қилиниб, 9000 мм дан ошмаслиги керак. Рулон тўрнинг оғирлиги 900–1300 кг дан ошмаслиги керак.

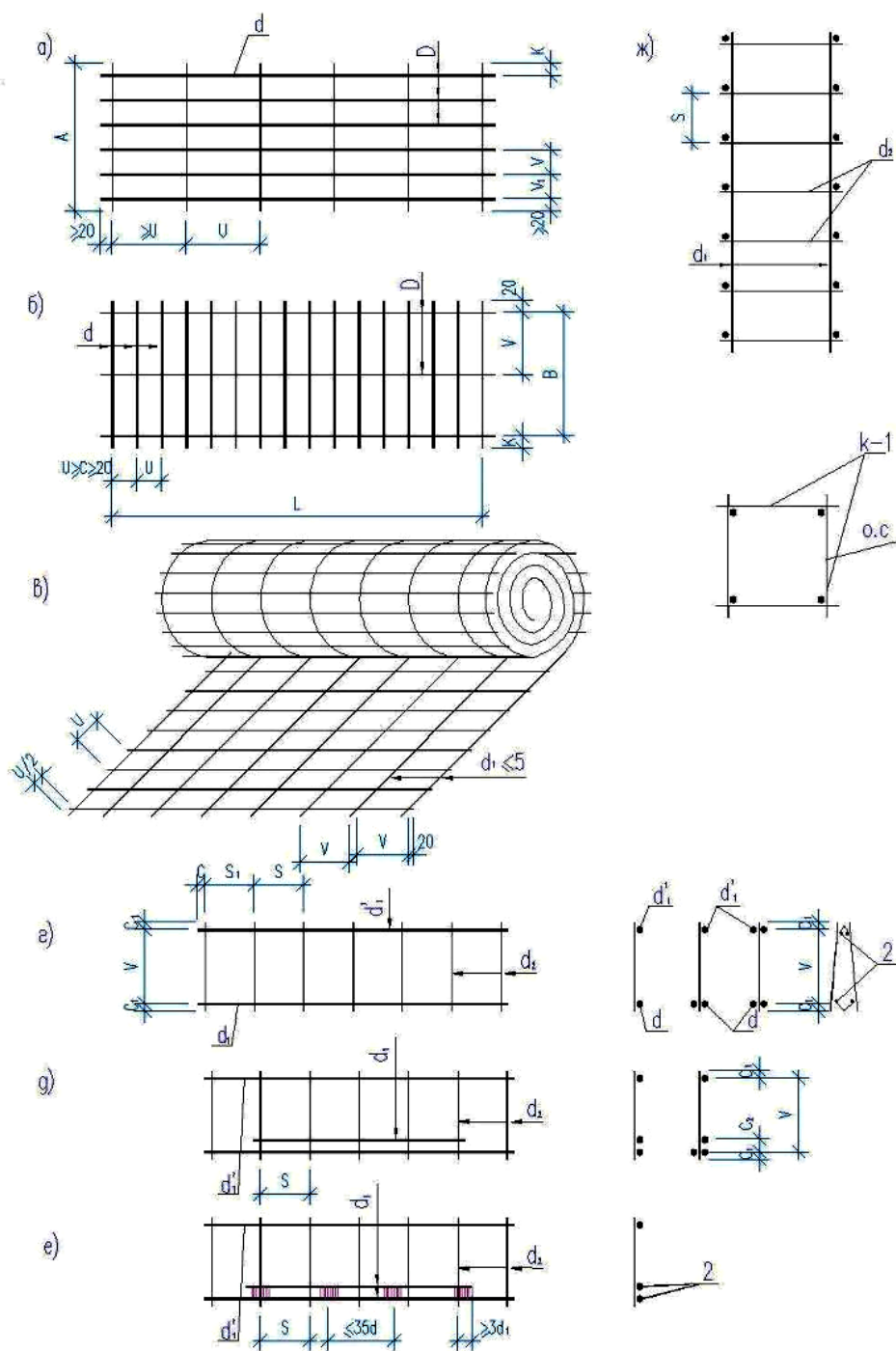
Пайвандланган синчлар бир ёки иккита бўйлама ишчи стерженлар, монтаж стерженлари ва уларга кўндаланг бўлган стерженлар ёрдамида тайёрланади (1.14–расм, а). Бўйлама ва кўндаланг стерженларнинг тўрдан чиқариб қолдириладиган учларининг узунликлари $0,5d_1 + d_2$ ёки $0,5d_2 + d_1$ ва 20 мм дан кам бўлмаслиги керак. Фазовий синчлар ясси синчлардан ташкил топиб бир бири билан бириктирувчи стерженлар орқали пайвандлаб тайёрланади. (1.14–расм, б).

Тўр ва синчларни тайёрлашдаги пайвандлаш сифати пайвандланаётган кўндаланг ва бўйлама стерженларнинг диаметри орасидаги нисбатга d_1/d_2 боғлиқ ва $1/3 \dots 1/4$ дан кам бўлмаслиги керак. Пайвандладиган стерженлар ўқлари орасидаги масофанинг энг кам миқдори ҳам стерженлар диаметрига боғлиқ.

Симли арматура буюмлари

Олдиндан зўриқтириладиган конструкцияларнинг арматуралари алоҳида стерженлардан ёки симларни бирлаштириб тайёрланган арқонлар ва сим тутамлари сифатида тайёрланади.

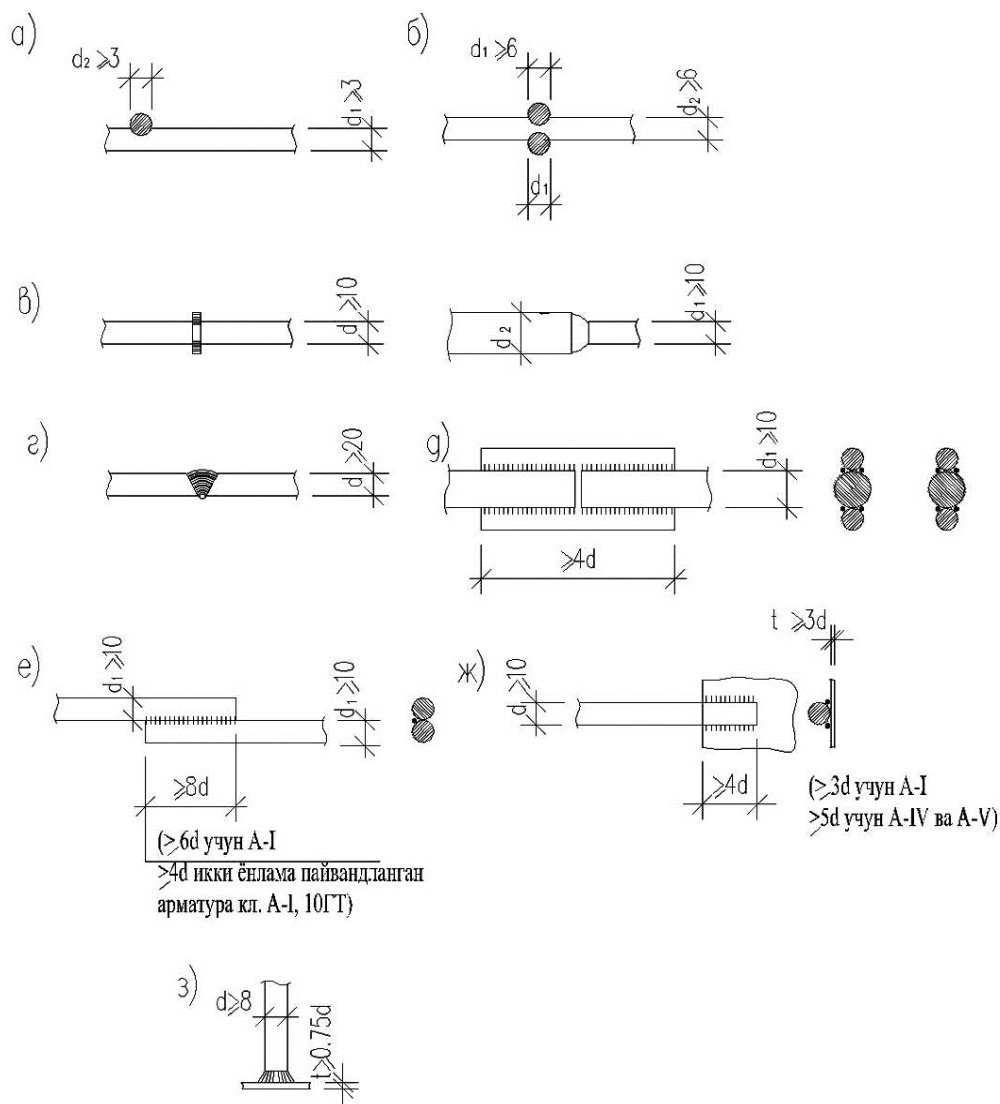
Арқон арматура энг самарали таранглаштириладиган арматура ҳисобланади. Арқон арматура симлар тўпламидан ташкил топган бўлиб, ечилиб кетмайдиган қилиб эшилади (расм 1.15). Арқон арматуранинг сирти ғадир–будир бўлганлиги учун бетон билан яхши боғланади. Арқон арматуранинг узунлиги чегараланмаганлиги учун йирик ўлчамдаги конструкцияларни ишлаб чиқариш имконини беради. Арқон арматуралар таранглаштириладиган арматура сифатида йирик иншоотларда қўлланилади.



1.14–расм. Пайвандланган тўр ва синчлар тури:

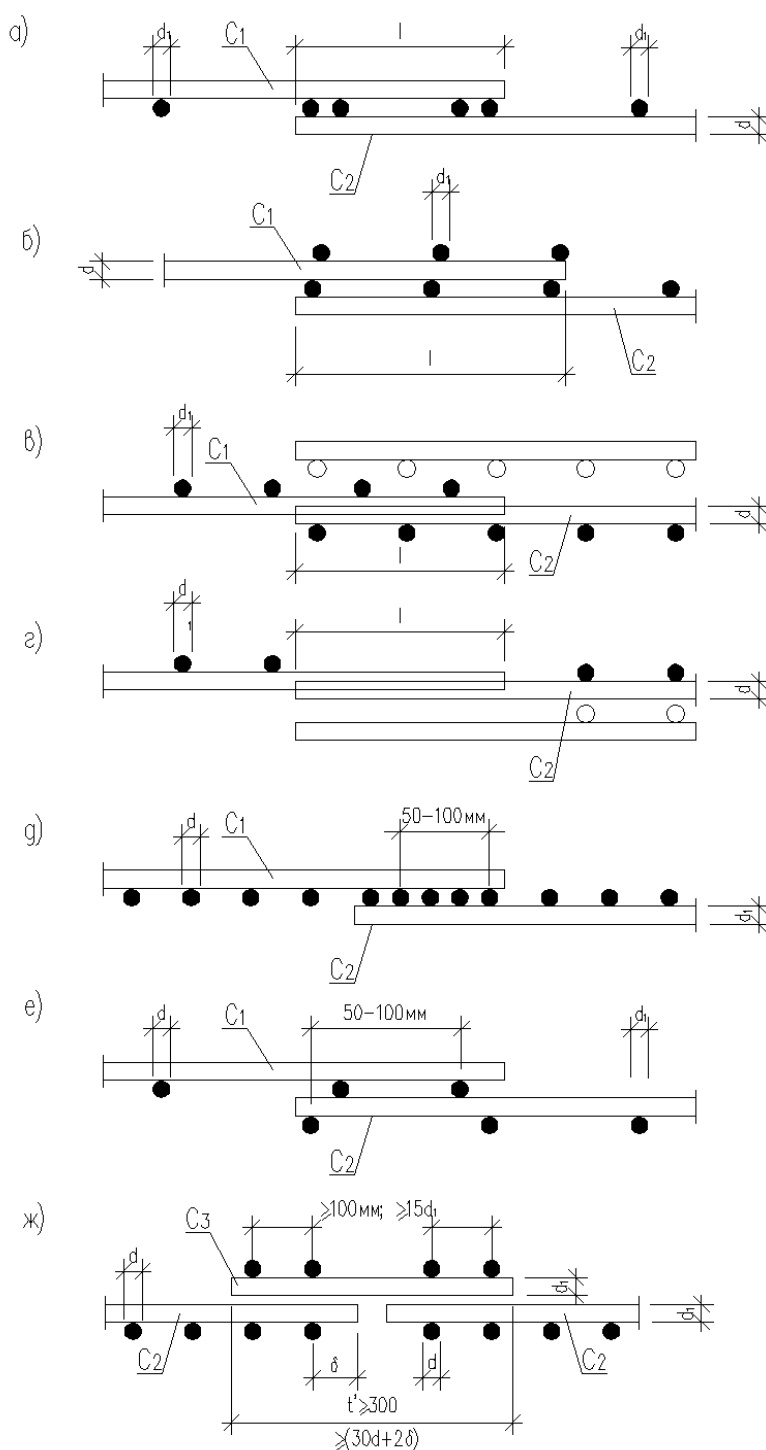
а ва б – ясси тўр; в – рулонли тўр; г ва д – ясси синчлар;

ж – фазовий синч, d_1 – ясси синч бўлама стержени диаметр; d_2 – ясси синчларни бириктирувчи стержендиаметри; 1 – қўшимча стерженлар; 2 – стерженлар пайванди.



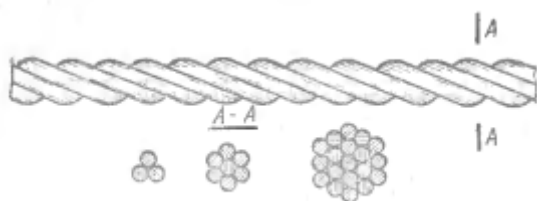
1.15–расм. Арматураларнинг пайванд бирикмалари:

а ва б – стерженларни бир–бирига перпендикуляр равишда нуқтали пайвандлаш; в – учма–уч пайвандлаш; г– ванначада учма–уч пайвандлаш; д – стерженларни икки томонлама қоплама стерженлари ёрдамида пайвандлаш; е– стерженларни бир–бирига ўтказиб пайвандлаш; ж – стерженни пластинкага пайвандлаш; з –стерженни пластинкага тик пайвандлаш

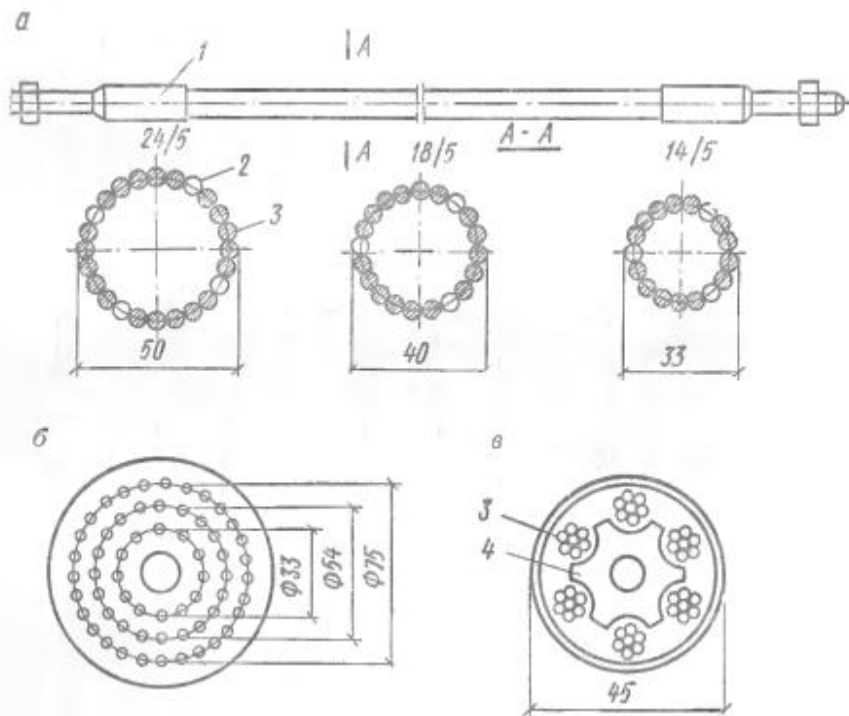


1.16–расм. Пайванд тўрларнинг тутатиши

а, б, в ва г – тўрларнинг ишчи арматуралар йўналишида пайвандсиз бирикиши; д, е, ва ж – тўрларнинг тақсимловчи арматуралар йўналишида пайвандсиз бирикиши; а – сирти текис бўлган стерженлардан тайёрланган тўрларда кўндаланг арматуралар бир текисликда жойлашганда; б ва в –худи шундай, кўндаланг арматуралар ҳар хил текисликда жойлашганда; г – сирти даврий профилга эга бўлган стерженлардан тайёрланган тўрларнинг бирида кўндаланг арматура бўлмаганда; д – ишчи арматуралар бир текисликда жойлашганда; е – худи шундай, ишчи арматуралар ҳар хил текисликда



жойлашганда; ж – тўрларни учма–уч
жойлаштириб устидан қўшимча
бириктирувчи тўр қўйиб туташтириш
1.17-расм. Арматура канатлари.



3, 7 ва 19 –симли
канатларнинг кўндаланг
кесимлари кўрсатилган.

**1.18 – расм. Арматура
боғламлари.**

а) бир қаторли;
б) кўп қаторли;
в) 7 симли канатдан
тўқилган, 1-анкер,
2- бирлаштирувчи
арматура бўлакчаси
(коротыш)
3- канат, 4 –
тақсимлагич,
14, 18 ва 24 – боғламли

симлар

НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ

1. Конструктив материал сифатида темирбетонга тушунча беринг.
2. Бетон ва арматуранинг биргаликда ишлашини қанақа омиллар таъминлайди?
3. Темирбетоннинг умумий афзаллиги нимадан иборат?
4. Ҳажмий оғирлиги бўйича бетон қандай синфланади?
5. Сиқилиш ва чўзилишга қандай бетон намуналар синалади?
6. Бетон синфи нима? Бетоннинг қанақа синфларини биласиз?
7. Совуқбардошлик, сув ўтказмаслик, ўртача зичлиги бўйича бетон маркаларига тушунча беринг.
8. Бетон чўзилишидаги хусусиятлари ва бетоннинг киришиши.
9. Арматура қанақа кўрсаткичлари бўйича синфларга бўлинади?
10. Пўлат арматура синфлари ва темирбетон конструкцияларида қўлланилиши.
11. Арматура буюмлари турлари.
12. Арматуранинг бетон билан бирикиши.
13. Темирбетонни коррозиядан ҳимоя қилишда қандай усуллар қабул қилинади?
14. Пўлат симли арқонлар ва уларнинг турлари.
15. Сим боғламлари ҳақида нималарни биласиз?

II–Бо6. ТЕМИРБЕТОН КОНСТРУКЦИЯ ЭЛЕМЕНТЛАРИНИ ҲИСОБЛАШ ХУСУСИЯТЛАРИ

2.1. Конструкцияларни чегаравий ҳолати бўйича ҳисоблаш

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 услуги бўйича ҳисобланади.

Амалдаги қурилиш нормаларига мувофиқ темирбетон конструкциялар чегаравий ҳолатлар услуги билан ҳисобланади. Чегаравий деганда конструкциянинг ташқи куч таъсирига қаршилигининг етарли бўлмаслиги ёки ортиқча силжиши ва маҳаллий шикаст етиши натижасида эксплуатация қилишга яроқсиз ҳолатга келиб қолиши тушунилади. Чегаравий ҳолатлар икки гуруҳга бўлинади: I гуруҳ – юк кўтара олиш қобилияти бўйича; II– гуруҳ нормал эксплуатацияга яроқли бўлиши бўйича.

Конструкцияларни чегаравий ҳолатларнинг биринчи гуруҳи бўйича ҳисоблашдан мақсад бузилишнинг олдини олишдан иборат. Бунда конструкциянинг мўрт ва қайишқоқ ҳолатда, шаклининг йўқотиши натижасида, такрорий юклар таъсиридан ва ташқи юклар ҳамда муҳит таъсиридан бузилишининг олди олинади.

Конструкцияларни чегаравий ҳолатларнинг иккинчи гуруҳи бўйича ҳисоблашдан мақсад уларда катта миқдордаги кўчишлар (салқилик, буралиш бурчаги, амплитуда ва ҳ.о.) ва катта ёриқлар очилишининг олдини олишдан иборат.

Темирбетон конструкциялари элементлари ва конструкциялари чегаравий ҳолатлар услуги бўйича уларни тайёрлаш, ташиш ва монтаж қилиш ҳамда эксплуатация қилиш босқичларида ҳисобланади. Бунда ҳисобий схемалар қабул қилинган конструктив ечимлар ва ишлаш босқичларига жавоб бериши шарт.

2.2. Темир бетон элементларни чегаравий ҳолатларнинг биринчи гуруҳ бўйича ҳисоблаш

Темир бетон элементларнинг мустаҳкамликлари уларнинг бўйлама ўқларига нормал ва қия бўлган кесимлар бўйича текширилади. Бурувчи моментлар мавжуд бўлганда ҳисоблар ўта хавфли жойдаги кесимлар бўйича амалга оширилади. Бундан ташқари, ҳисоблаш маҳаллий юклар таъсирига (пачоқ бўлиши, эзилиши, узилиши) ҳам бажарилади. Мустаҳкамликнинг умумий шarti элементлар кесимларидаги ички ва ташқи юкларнинг мувозанат шартларидан олинади ва қуйидаги тенгсизлик билан ифодаланади:

$$F \leq F_u(S, R_{bn}, \gamma_b, \gamma_{bi}, R_{sn}, \gamma_s, \gamma_{si}), \quad (2.1)$$

бу ерда, F – ташқи кучнинг (бўйлама куч N , эгувчи момент M , кўндаланг куч Q) энг катта катта миқдори;

F_u – элемент кесими қабул қила оладиган зўриқишнинг энг кам миқдори;

S – кесимнинг геометрик характеристикаси;

R_{bn}, R_{sn} – бетон ва арматуранинг меъёрий қаршиликлари;

γ_b, γ_s – арматура ва бетон бўйича ишончлилик коэффициентлар;

γ_{bi}, γ_{si} – бетон ва арматуранинг ишлаш шароитлари коэффициентлари.

Темирбетон конструкциялар элементларини мустаҳкамлик бўйича ҳисоблашда таъсир этаётган юкларнинг характери, ишлаш шароити ва босқичига, тайёрлаш усулига, кўндаланг кесим ўлчамлари ва бошқа ҳолатларга қараб бетон мустаҳкамлиги камайтирилади ёки оширилади.

Масалан:

а) кўп марта такрор–такрор таъсир қиладиган юклар таъсирида бўлган конструкцияларни ҳисоблашда бетон қаршилиги $\gamma_{b1} < 1$ коэффициентга кўпайтирилади;

б) доимий ва давомли юклар таъсирида бўлган конструкцияларни ҳисоблашда бетоннинг қаршилиги $\gamma_{b2} = 0,9$ коэффициентга кўпайтирилади;

в) юкларнинг қисқа вақт таъсирида бўлган конструкцияларни ҳисоблашда бетоннинг қаршилиги $\gamma_{b2} = 1,1$ коэффициентга кўпайтирилади.

Худи шундай бетоннинг ишлаш шароитини эътиборга олиб, унинг қаршилиги мос равишда $\gamma_{b2} \dots \gamma_{b12}$ коэффициентларга кўпайтирилиб камайтиради ёки оширилади.

Бу коэффициентларнинг қийматлари 1.2 жадвалда ва ҚМК [1] да келтирилган.

Юкларнинг қисқа вақт таъсирида ёки бузувчи юклар таъсирида бўлган конструкцияларни ҳисоблаш “в” ҳолат бўйича олиб борилади ва қуйидаги шарт бажарилиши керак

$$F_1 < 0,82 F_{11}, \quad (2.2)$$

бу ерда, F_1 – «б» ҳолат бўйича таъсир қиладиган юклардан топилган зўриқиш (момент M_1 , кўндаланг куч Q_1 ёки бўйлама куч N_1). Номарказий юкланган элементларни нормал кесимлар бўйича ҳисоблашда M_1 момент энг кўп чўзилган (энг кам чўзилган) арматура стержени ўқига нисбатан олинади; F_{11} – худи шундай, “б” ҳолат бўйича таъсир қиладиган юклардан топилган зўриқиш.

(2.2) шарт бажарилганда ҳисоблаш фақатгина «б» ҳолат бўйича таъсир қиладиган юклардан топилган зўриқиш бўйича амалга оширилади ва бетоннинг ҳисобий қаршиликлари R_b ва R_{bt} $\gamma_{bt}=0,9F_{11}/F_1 \leq 1,1$ коэффициентга кўпайтирилиб қабул қилинади. Бунда $\gamma_{b2}=1,0$ қабул қилинади.

Номарказий сиқилган элементлар деформацияланмаган схема бўйича ҳисобланганда F_{11} ва F_1 зўриқишлар миқдорлари элемент эгилишини ҳисобга олмасдан аниқланиши мумкин. Бетон мустаҳкамлигининг ошиши учун қулай бўлган шароитда эксплуатация қилинадиган конструкциялар учун (2.2) шарт қуйидаги кўринишга эга бўлади – $F_1 < 0,9F_{11}$. Бунда коэффициент $\gamma_{bt} = F_{11}/F_1$.

Конструкцияларни чегаравий ҳолатларнинг биринчи гуруҳи бўйича ҳисоблаш ҳамма ҳоллар учун мажбурийдир. Чунки чегаравий ҳолатларнинг биринчи гуруҳи бўйича шартнинг қанотланмаслиги конструкцияларни бузилишига ёки авария ҳолатига олиб келиши мумкин.

Корхонада ишлаб чиқариладиган йиғма темир бетон конструкциялар уларни тайёрлаш, ташиш ва монтаж қилиш жараёнларида ҳосил бўладиган юклар таъсирига ҳисобланиши шарт.

Ҳисобларда конструкциянинг хусусий оғирлигидаги ҳосил бўладиган юклар динамик коэффиценти орқали ҳисобга олинади. Кўтариш ва монтаж қилиш жараёнида динамик коэффиценти 1,4; ташиш жараёнида эса – 1,6 қабул қилинади. Асосланган ҳолатларда динамик коэффицентнинг қиймати камайтирилиши рухсат этилади, лекин 1,25 дан кам қабул қилинмайди.

2.2.1. Материалларнинг норматив ва ҳисобий қаршиликлари

Бетон структураси бир жинсли бўлмаганлиги сабабли унинг мустаҳкамлиги ўзгарувчан бўлади. Бир хил бетон қоришмасидан тайёрланган намуналар синов машинасида синалганда ҳар хил қаршиликлар олинади. Бунда бетон структурасининг бир жинсли бўлмаслигидан ташқари бетон намуналарнинг тайёрланиш сифати, синов машиналари ва синаш услубининг аниқлиги сабаб бўлади. намуна синалганда $R_1, R_2, R_3 \dots R_N$ қаршиликларга тенг бўлган бетон мустаҳкамлиги олинади.

Бир хил бетон қоришмасидан тайёрланган N та конструкциялар чегаравий ҳолатлар бўйича ҳисобланганда таъсир этаётган юклар ва материаллар характеристикаларининг ўзгарувчанлиги эътиборга олинади. Қурилиш нормаларида таъсир этаётган юклар ва материаллар характеристикаларининг норматив ва ҳисобий қийматларини тайинлашда бу ҳолат эътиборга олинган.

Бетоннинг норматив қаршиликлари сифатида призма шаклидаги бетон намунанинг ўқ бўйича сиқилишдаги қаршилиги R_{bn} ва чўзилишдаги R_{btn} қаршиликлари қабул қилинган.

Конструкцияларни чегаравий ҳолатларнинг I ва II гуруҳлари бўйича ҳисоблашда бетоннинг ҳисобий қаршиликлари $R_b, R_{b,ser}$ ва $R_{bt}, R_{bt,ser}$ унинг норматив қаршиликларини бетон бўйича ишончлилик коэффицентларига бўлиб топилади.

Чегаравий ҳолатларнинг I гуруҳи учун:

– бетоннинг сиқилишдаги ҳисобий қаршилиги $R_b = R_{bn}/\gamma_{bc}$;

– бетоннинг чўзилишдаги ҳисобий қаршилиги $R_{bt} = R_{btn}/\gamma_{bt}$.

Бетон бўйича ишончлилик коэффициентларининг қийматлари оғир, майдадонали, енгил ва ғоваклаштирилган бетонлар учун қуйидагича қабул қилинади: $\gamma_{bc} = 1,3$; $\gamma_{bt} = 1,5$.

Чегаравий ҳолатларнинг II гуруҳи учун:

– бетоннинг сиқилишдаги ҳисобий қаршилиги $R_{b,ser} = R_{bn}/\gamma_{bc}$;

– бетоннинг чўзилишдаги ҳисобий қаршилиги $R_{bt,ser} = R_{btn}/\gamma_{bt}$.

Бетон бўйича ишончлилик коэффициентларининг қийматлари оғир, майдадонали, енгил ва ғоваклаштирилган бетонлар учун $\gamma_{bc} = 1,0$ қабул қилинади.

Бетоннинг норматив ва ҳисобий қаршиликларининг қийматлари 1.3 ва 1.4 жадвалларда келтирилган.

Арматуранинг норматив қаршилиги R_{sn} қуйидагича қабул қилинади:

– стерженли арматуралар учун физик оқиш чегараси σ_y ёки шартли оқиш чегараси $\sigma_{0,2}$ га тенг бўлган кучланиш;

– сим арматуралар учун узилишга вақтинчалик қаршиликнинг 0,75% га тенг бўлган кучланиш.

Бу кучланишлар Давлат стандарти бўйича қабул қилинади ва 95% эҳтимоллик билан таъминланади.

Асосий стерженли ва симли арматураларнинг норматив қаршиликлари R_{sn} 1.5–жадвалда келтирилган.

Конструкцияларни чегаравий ҳолатларнинг I ва II гуруҳлари бўйича ҳисоблашда арматуранинг ҳисобий қаршиликлари R_s , ва $R_{s,ser}$ унинг норматив қаршиликларини арматура бўйича ишончлилик коэффициентларига бўлиб топилади $R_s = R_{sn}/\gamma_s$;

Арматура бўйича ишончлилик коэффициентларининг қийматлари 2.1 жадвалда келтирилган.

Асосий стерженли ва симли арматураларнинг ҳисобий қаршиликлари R_s 2,6 жадвалда келтирилган.

Арматуранинг сиқилишдаги ҳисобий қаршилиги R_{sc} арматуранинг бетон билан бирикиши яхши таъминланган ҳолда ҳисобга олинади. Бетоннинг

сиқилиш ҳолатидаги чегаравий нисбий деформацияси $\varepsilon_{bc,u} = 2 \cdot 10^{-3}$ ва эластик модулининг қиймати $E_s = 2 \cdot 10^5$ МПа бўлганда арматуранинг сиқилишдаги қаршилиги $R_{sc} = \varepsilon_{bc,u} E_s = 2 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 10^5 = 400$ МПа га тенг бўлади.

Асосий стерженли ва симли арматураларнинг сиқилишдаги ҳисобий қаршиликлари R_{sc} 2.5 жадвалда келтирилган.

2.1 жадвал. Арматура бўйича ишончилилик коэффицентларининг қийматлари

Арматура	Конструкцияларни ҳисоблашда чегаравий ҳолатлар гуруҳига мос бўлган арматура бўйича ишончилилик коэффицентлари	
	биринчи гуруҳ учун	иккинчи гуруҳ учун
А–I ва А–II синфли стерженли арматуралар учун	1,05	1,0
А–III синфли стерженли арматура диаметри: 6–8 мм бўлганда 10–40 мм бўлганда	1,10	1,0
	1,07	1,0
А–IV ва А–V синфли стерженли арматуралар учун	1,15	1,0
А–VI ва А–VII синфли стерженли арматуралар учун	1,2	1,0
А– IIIв синфли стерженли арматура учун: чўзилиш ва кучланиш назорат қилинганда; фақат чўзилиш назорат қилинганда	1,1	1,0
	1,2	1,0
Вр–I синфли сим арматура учун	1,1	1,0
В–II, Вр–II синфли сим арматуралар учун	1,2	1,0
К–7 ва К–19 синфли арқон арматуралар учун	1,2	1,0

Ҳисобларда бетон ва арматуранинг ҳисобий қаршиликлари иш шароитини ҳисобга оладиган γ_{bi} ва γ_{si} коэффицентларга ҳам кўпайтирилади.

2.2.2. Темир – бетон конструкцияларига юкларнинг таъсири

Юклар таъсир қилиш давомийлигига кўра доимий таъсир ва вақтинчалик таъсир қиладиган юкларга бўлинади. Доимий юкларга бино ва иншоотлар қисмлари, тупроқ оғирлиги ва уларнинг босими, тоғ жинслари босими, олдиндан зўриктирувчи кучланишлар таъсири киради. Вақтинчалик юклар узок муддатли, қисқа муддатли ва махсус юкларга бўлинади.

Вақтинчалик узок муддатли юкларга ораёпмага таъсир қиладиган турғун асбоб–ускуналар оғирлиги, яъни станоклар, аппаратлар, двигателлар, сиғимлар ва ҳ.о. оғирлигидан ҳосил бўладиган юклар киради. Бундан ташқари бундай юкларга сиғимларда сақланадиган газ, суюқлик ва сочма материаллар босими киради.

Вақтинчалик узок муддатли юкларнинг тури ҚМҚ 2.01.07–96 [2] «Юклар ва таъсирлар» да келтирилган.

Қисқа муддатли юкларга ускуналарни ишга тушириш ва тўхтатиш, кўчириш ва синаш жараёнида ҳосил бўладиган юклар, ускуналарни таъмирлаш ва хизмат кўрсатиш зоналаридаги одамлар ва таъмирлаш материаллари оғирлигидан ҳосил бўладиган юклар, турар–жой, жамоат ва қишлоқ хўжалиги бинолари ораёпмаларига одамлар, ҳайвонлар ва ускуналар оғирлигидан ҳосил бўладиган юкларнинг тўлиқ норматив қийматлари, қор юки, шамол юки ва бошқа юклар киради. *Қисқа муддатли юклар ҳақида тўлиқ маълумот* ҚМҚ 2.01.07–96 [2] «Юклар ва таъсирлар» да келтирилган.

Махсус юклар турига сейсмик ва портлаш натижасида вужудга келадиган таъсирлар киради.

Юклар икки хил, норматив ва ҳисобий, бўлади.

Юкларнинг **норматив қийматлари** уларнинг ўзгарувчанлигини эътиборга олган ҳолда олдиндан берилган эҳтимоллик билан ўртача қийматдан чекланишини ҳисобга олиб тайинланади.

Доимий юкларнинг меъёрий қийматлари лойиҳада қабул қилинган конструкция ва элементлар геометрик ўлчамлари ҳамда конструкция ва элементларни тайёрлаш учун ишлатиладиган материаллар ўртача зичлиги

бўйича ҳисобланади. Вақтинчалик технологик ва монтаж юкларнинг норматив қийматлари конструкцияларни нормал эксплуатация қилиш шартидан энг катта миқдорларда тайинланади. Қор ва шамол юклари йиллик ўртача қийматнинг энг ноқулайи бўйича қабул қилинади.

Ҳисобий юклардан конструкцияларни мустаҳкамлик ва устиворликка ҳисоблашда фойдаланилади. Ҳисобий юкларнинг қийматлари норматив қийматларини юк бўйича ишончлилик коэффицентлари γ_f га кўпайтириш йўли билан аниқланади. Масалан, доимий юклар учун юкнинг ҳисобий қиймат қуйидагича аниқланади $g = g_n \gamma_f$, g_n – доимий юкнинг норматив қиймати; γ_f – доимий юклар учун ишончлилик коэффиценти. Бетон ва темирбетон конструкциялар учун $\gamma_f = 1,1$ қабул қилинади. Ҳажмий оғирлиги 1600 кг/м^3 ва ундан кам бўлган енгил бетонлар, завод шароитида тайёрланадиган тўшамалар, иссиқлик сақловчи материаллар учун $\gamma_f = 1,2$ қабул қилинади. Қурилиш майдо-нида тайёрланадиган тўшамалар, иссиқлик сақловчи материаллар учун $\gamma_f = 1,3$ қабул қилинади.

Вақтинчалик юклар учун юкларнинг ҳисобий қийматларини аниқлашда юк бўйича ишончлилик коэффицентлари γ_f нинг қийматлари юк миқдorigа боғлиқ равишда қабул қилинади. Масалан, вақтинчалик юкнинг тўлиқ норматив қиймати $p_n < 2,0 \text{ кПа}$ бўлганда $\gamma_f = 1,3$, $p_n > 2,0 \text{ кПа}$ бўлганда эса, $\gamma_f = 1,3$ қабул қилинади. Яъни мустаҳкамликка ҳисоблашда ҳамма вақт юк бўйича ишончлилик коэффицентларининг қиймати $\gamma_f > 1,0$ қабул қилинади.

Конструкциялар умумий устиворликка ҳисобланганда сақлаб қолувчи момент билан оғнатувчи момент ўртасида қуйидаги шарт бажарилиши лозим, яъни $M_{\text{сақловчи}} / M_{\text{оғнатувчи}} \leq 1,3$.

Сақловчи моментнинг қиймати конструкция оғирлигадан ҳосил бўладиган юкни юк елкасига кўпайтириш йўли билан аниқланади, яъни $M_{\text{сақловчи}} = G \cdot e$. Бу ерда G – конструкция оғирлигидан ҳосил буладиган юк; e – G юк қўйилган нуқтадан оғнаш нуқтасигача бўлган масофа. Устиворлик учун $M_{\text{сақловчи}}$ моментнинг энг кам қиймати хавфли ҳисобланади. Унинг учун конструкция

оғирлигидан ҳосил буладиган G юкни аниқлашда юкнинг норматив қиймати G_n , бирдан кичик бўлган $\gamma_f < 1,0$ юк бўйича ишончилилик коэффициентига кўпайтирилади.

Оғнатувчи моментнинг қиймати горизонтал юклар таъсиридан аниқланади.

Юк бўйича ишончилилик коэффициентлари γ_f ҳақида тўлиқ маълумот 2.1 жадвалда ва ҚМҚ 2.01.07–96 [2] «Юклар ва таъсирлар» да келтирилган.

Конструкциялар чегаравий ҳолатларнинг II гуруҳи бўйича ҳисобланганда юк бўйича ишончилилик коэффициентлари $\gamma_f = 1,0$ қабул қилинади.

2.2 – жадвал. Қурилиш конструкциялари, тупроқ ва асбоб – ускуналар оғирлигидан тушадиган статистик юклар учун ишончилилик коэффициентлари

№	Конструкциялар, тупроқ ва асбоблар	Коэффициент γ_f
1	Металл конструкциялар	1,05
2	Зичлиги $\rho > 1600 \text{ кг/м}^3$ бўлган бетон, темирбетон, тош–ғишт, армотош ва ёғоч конструкциялар	1,1
3	Зичлиги $\rho < 1600 \text{ кг/м}^3$ бўлган бетон, химояловчи, текисловчи ва пардозловчи қатламлар (плиталар, рулонли материаллар, кўмувчи, силлиқловчи, сувоқловчи қатламлар ва бошқалар) завод шароитида тайёрланадиган бўлса қурилиш майдонида тайёрланадиган бўлса	1,2 1,3
4	Табиий ҳолдаги тупроқлар	1,1
5	Уйилган тупроқлар	1,15
6	Стационар асбоблар	1,05
7	Стационар асбобларни изоляциялаш	1,2
8	Трубапровод, резервуарлар ва асбобларнинг тўлдирувчилари: суюқликлар суспензиялар, чиқинди бўтқалар, сочиловчан материаллар	1,0 1,1
9	Ортувчи ва ташувчи воситалар	1,2
10	Кўприк кранлари ва осма кранлар	1,1

2.3. Темирбетон конструкцияларнинг ёрилиш чидамлиги талаблари

Темирбетон конструкцияларнинг ёрилиш чидамлигига, яъни уларнинг нормал ва қия кесимларида ёриқлар ҳосил бўлишига қаршилиги ёки ёриқларни очилишига қаршилиги бўйича талаблар ишлатиладиган арматура хилига боғлиқ равишда 3 тоифага бўлинади:

1 – тоифага мансуб бўлган конструкцияларда ёриқларнинг ҳосил бўлишига йўл қўйилмайди;

2 – тоифага мансуб бўлган конструкцияларда ёриқларнинг чегараланган, қисқа муддатли очилиши, юклар таъсири йўқолганда эса ёпилиш шarti билан, рухсат этилади;

3 – тоифага мансуб бўлган конструкцияларда ёриқларнинг чегараланган қисқа муддатли ва узок муддат давомида очилишига рухсат этилади.

Стерженли ёки симли арматуралар билан жиҳозланган олдиндан зўриқтирилган элементлари тўлиқ чўзилишга ишлайдиган суюқлик ва газ босими остида ишлайдиган иншоотлар (суюқлик сақлайдиган ҳавзалар, босим остида ишлайдиган қувурлар ва ҳ.о.) биринчи тоифа талабига жавоб бериши шарт. Худди шундай, диаметри 3 мм ва ундан кичик бўлган симли арматуралар билан жиҳозланган олдиндан зўриқтирилган элементлари қисман сиқилган иншоотлар ҳам биринчи тоифа талабига жавоб бериши шарт.

Темирбетон конструкцияларнинг олдиндан зўриқтирилган бошқа элементлари конструкциянинг ишлаш шароити ва арматуранинг хилига қараб иккинчи ва учинчи тоифалар талабларига жавоб бериши шарт.

Стерженли арматуралар билан жиҳозланган олдиндан зўриқтирилмаган элементлар учинчи тоифа талабига жавоб бериши шарт.

Ёриқларнинг чегараланган қисқа муддатли очилиши деб доимий, давомли ва қисқа муддатли юкларнинг биргаликда таъсиридан очилишига айтилади.

Ёриқларнинг чегараланган узок муддат давомида очилиши деб доимий ва давомли муддатли юкларнинг биргаликда таъсиридан очилишига айтилади.

Темирбетон конструкцияларнинг ёрилиш чидамлигига талаблар тоифалари ва арматурани сақланишини таъминлаш шартидан рухсат этиладиган ёриқларнинг чегаравий очилиш кенглиги 2.3 жадвалда келтирилган.

2.3 – жадвал

Конструкцияларнинг ёрилишига чидамлилик талаблари тоифалари

№	Арматура	К – талаблар категорияси ва чегаравий рухсат этилган кенглик, мм конструкциянинг ишлатишдаги ёриқлар					
		Ёпиқ хонада, очик хавода			Ер ости ўзгарувчан кўрсаткичли сувдаги тупрок		
		Ер ости сув сатхида юқори ёки паст тупрокда					
		тоифа	a_{crc1}	a_{crc1}	тоифа	a_{crc1}	a_{crc2}
1	Стерженли А–I, А–II, А–IIIв, А–IV симли В–I, Вр–I	3	0,4	0,3	3	0,3	0,2
2	Стерженли А–IV, А–VI, симли В– II, Вр– II, К–19, К–7 диаметрли сим $\geq 3,5$ мм	3	0,3	0,2	2	0,2	–
3	Симли В– II, Вр– II, К–7 диаметрли сим ≤ 3 мм	3	0,2	0,1	2	0.1	–

2.4. Олдиндан таранглаштирилган арматурадаги дастлабки кучланишларнинг йўқолиши

Арматураларни таранглашда унда ҳосил қилинадиган дастлабки σ_{sp} кучланишлар маълум бир омиллар таъсиридан камаяди, яъни кучланишларнинг йўқолиши рўй беради. Таранглашган арматурадаги кучланишларнинг йўқолиши икки гуруҳдан иборат бўлади. Арматуралари таянчларга маҳкамланиб таранглаштирилган элементларда биринчи гуруҳга мансуб бўлган кучланишлар йўқолиши $\sigma_{loss,I}$ таранглашган арматурани таянчлардан бўшатгунча содир бўлади. Иккинчи гуруҳ кучланишлар йўқолиши $\sigma_{loss,II}$ эса, таранглашган арматурани таянчлардан бўшатгандан кейин содир бўлади.

Арматуралари бетонга маҳкамланиб таранглаштирилган элементларда биринчи гуруҳга мансуб бўлган кучланишлар йўқолиши $\sigma_{loss,1}$ арматурани таранглаш жараёнида ҳосил бўлади. Иккинчи гуруҳ кучланишлар йўқолиши $\sigma_{loss,2}$ эса, таранглаш жараёни тугагандан кейин содир бўлади.

Ҳаммаси бўлиб, 11 та омил таъсиридан арматурада кучланишларнинг йўқолиши содир бўлади (2.4–жадвал). 2.4 – жадвалда келтирилган маълумотларга кўра, арматурадаги кучланишни йўқотиши қуйидагича:

2.4 – жадвал

Олдиндан таранглаштирилган арматурадаги дастлабку кучланишларнинг йўқолиши («+» – ҳисобга олинади «-» – ҳисобга олинмайди)

Йўқоладиган кучланишлар	Арматурани олдиндан таранглашда бериладиган дастлабки кучланишнинг йўқолишини келтириб чиқарадиган омиллар	Арматураларни таранглаш усулига боғлиқ ҳисобга олинадиган кучланишлар йўқолиши	
		таянчга	бетонга
А. Биринчи гуруҳ йўқолишлар $\sigma_{loss,1}$			
σ_1	Арматурадаги кучланишнинг релаксацияланишидан	+	—
σ_2	Ҳароратлар фарқи – таранглаштирилган арматура ҳарорати билан таянч ҳарорати орасидаги фарқидан	+	—
σ_3	Таранглаштирувчи мосламада жойлашган анкерлар деформациясидан	+	+
σ_4	Эгри арматуранинг канал деворларига ёки конструкция бетонни сиртига ишқаланишидан		+
σ_5	Конструкцияни тайёрлаш жараёнида пўлат қолипларнинг деформацияланишидан	+	—
σ_6	Арматуралар таянчлардан бўшатишда бетоннинг оний қисилишдаги деформацияланишидан (быстронатекающая ползучесть)	+	—
Б.Иккинчи гуруҳ йўқолишлар $\sigma_{loss,2}$			
σ_7	Арматурадаги кучланишнинг релаксацияланишидан	—	+
σ_8	Бетоннинг киришишидан	+	+
σ_9	Арматуралар таянчлардан бўшатишдан	+	+

	кейин бетоннинг давомли қисилишдаги деформацияланишидан (ползучесть)		
σ_{10}	Арматура спирал шаклида ўралиб таранглаштирилганда арматура остидаги бетоннинг эзилишидан	—	+
σ_{11}	Йиғма блоклардан иборат конструкция таранглаштириладиган арматура билан қисилганда улар орасидаги чокларнинг қисилиши деформациядан	—	+

Арматура таянчга маҳкамланиб таранглаштирилганда:

биринчи гуруҳ бўйича кучланишлар йўқолишининг жами қуйидагига тенг:

$$\sigma_{loss,1} = \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 + \sigma_4 + \sigma_5 + \sigma_6;$$

иккинчи гуруҳ бўйича кучланишлар йўқолишининг жами:

$$\sigma_{loss,2} = \sigma_8 + \sigma_9.$$

Арматура бетонга маҳкамланиб таранглаштирилганда:

$$\sigma_{loss,1} = \sigma_3 + \sigma_4$$

$$\sigma_{loss,2} = \sigma_7 + \sigma_8 + \sigma_9 + \sigma_{10} + \sigma_{11}.$$

Кучланишлар йўқолишининг жами $\sigma_{loss} = \sigma_{loss,1} + \sigma_{loss,2}$ 100 МПа дан кам қабул қилинмайди.

Йўқоладиган кучланишлар қуйида келтирилган формулалардан ҳисобланади.

1. *Арматурадаги кучланишнинг релаксацияланишидан.*

Арматура механик усулда таянчга тортилганда:

– симли арматуралар учун:

$$\sigma_1 = (0,22 (\sigma_{sp}/R_{s,ser}) - 0,1) \sigma_{sp}; \quad (2.3)$$

Қавсдаги ичидаги қиймат манфий бўлса, $\sigma_1=0$ қабул қилинади.

– стерженли арматуралар учун:

$$\sigma_1 = 0,1 \sigma_{sp} - 20 \quad (2.4)$$

Электротермик ва электромеханик усулда таранглаштирилганда:

– симли арматуралар учун

$$\sigma_1 = 0,05 \sigma_{sp} \quad (2.5)$$

– стерженли арматуралар учун

$$\sigma_1 = 0,03 \sigma_{sp}, \quad (2.6)$$

бу ерда, σ_{sp} – арматурани таранглаш учун бериладиган дастлабки кучланиш.

2. *Ҳарорат фарқидан йўқолиш σ_2 :*

– синфлари В15–В40 бўлган бетон учун

$$\sigma_2 = 1,25 \Delta t ; \quad (2.7)$$

– синфлари В45 ва ундан юқори бўлган бетонлар учун

$$\sigma_2 = 1,0 \Delta t \quad (2.8)$$

Бу ерда Δt – *арматура ва таянчлар орасидаги ҳарорат фарқи (ушбу қиймат бўлмаган ҳолатларда $\Delta t = 65^\circ$)*

3. *Таранглаштирувчи мосламада жойлашган анкерлар деформациясидан.*

– арматура таянчларга маҳкамланиб тортилганда:

$$\sigma_3 = E_s (\Delta l / l) ; \quad (2.9)$$

– арматура бетонга тортилганда

$$\sigma_3 = E_s ((\Delta l_1 + \Delta l_2) / l) , \quad (2.10)$$

бу ерда, l – тортилаётган арматура узунлиги, мм;

$\Delta l_1 = 1$ мм – бетон ва анкер орасидаги шайба деформацияси:

$\Delta l_2 = 1$ мм – стакан типдаги анкер деформацияси.

4. *Эгри арматуранинг канал деворларига ёки конструкция бетони сиртига ишқаланишидан:*

– арматура таянчларга маҳкамланиб тортилганда:

$$\sigma_4 = \sigma_{sp} \left(1 - \frac{1}{e^{\frac{\omega x}{\delta \theta}}} \right); \quad (2.12)$$

– арматура бетонга тортилганда

$$\sigma_4 = \sigma_{sp} \left(1 - \frac{1}{e^{\omega x + \delta \theta}} \right), \quad (2.11)$$

бу ерда, e – натурал логарифм асоси; x – таранглаштирувчи ускунадан ҳисобий кесимгача бўлган масофа, м; θ – арматура ўқининг буралиш бурчаги, рад; ω ва δ коэффициентларнинг қийматлари қуйтдагича қабул қилинади: $\omega=0,0015\dots 0,003$ ва $\delta=0,35\dots 0,65$.

5. Конструкцияни тайёрлаш жараёнида пўлат қолипларнинг деформацияланишидан

$$\sigma_5 = \eta E_s \Delta l / l, \quad (2.13)$$

бу ерда, $\eta=(\eta-1)/2n$ – арматура домкрат билан тортилганда, $n=(n-1)/(4n)$ – ўрайдиган машина билан электротермомеханик усулда тортилганда; Δl – таянчларни бир – бирига яқинлашиши, қолип ҳисбидан аниқланади; n – стерженлар сони.

6. Арматуралар таянчлардан бўшатиладиганда бетоннинг оний қисилишидаги деформацияланишидан (быстронатекающая ползучесть):

– бетон табиий шароитда қотганда:

$$\sigma_{sp} / R_{bp} \leq \alpha \text{ бўлганда } \sigma_6 = 40 (\sigma_{bp} / R_{bp}); \quad (2.14)$$

$$\sigma_{sp} / R_{bp} > \alpha \text{ бўлганда } \sigma_6 = 40\alpha + 85 \beta (\sigma_{bp} / R_{bp} - \alpha), \quad (2.15)$$

бу ерда α ва β – коэффициентлар қуйидагича қабул қилинади: $\alpha=0,25+0,025 R_{bp} \leq 0,8$; $\beta=5,25 - 0,185 R_{bp}$ 2,5 дан кўп ва 1,1 дан кам қабул қилинмайди; σ_{bp} – бўйлама арматуралар оғирлик марказлари сатҳларида $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3, \sigma_4$ ва σ_5 кучланишлар йўқолишини ҳисобга олиб аниқланадиган бетондаги қисувчи кучланиш.

Бетонга иссиқлик таъсирида ишлов берилганда (2.14) ва (2.15) формулалардан олинadиган натижалар 0,85 коэффициентга кўпайтирилади.

7. Арматурадаги кучланишнинг релаксацияланишидан арматура бетонга тортиб таранглаштирилганда кучланишларнинг йўқолиши (2.3) ва (2.4) формулалардан ҳисобланади.

8. Бетоннинг киришишидан. Бетон киришишидан кучланишларнинг σ_8 йўқолиши 2.5 жадвалда келтирилган.

9. Арматуралар таянчлардан бўшатилгандан кейин бетоннинг давомли қисилишидаги деформацияланишидан (ползучесть).

$$\sigma_{bp} / R_{bp} \leq 0,75 \text{ бўлганда } \sigma_9 = 150 \sigma_{bp} / R_{bp} ; \quad (2.16)$$

$$\sigma_{bp} / R_{bp} > 0,75 \text{ бўлганда } \sigma_9 = 300 \alpha (\sigma_{bp} / R_{bp} - 0,375),$$

бу ерда σ_{bp} – бўйлама арматуралар оғирлик марказлари сатҳларида $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3, \sigma_4, \sigma_5$ ва σ_6 кучланишлар йўқолишини ҳисобга олиб аниқланадиган бетондаги қисувчи кучланиш; табиий шароитда қотган бетонлар учун $\alpha = 1,0$; атмосфера босими остида иссиқлик таъсирида ишлов берилган бетонлар учун $\alpha = 0,85$.

2.5 жадвал

Бетон	Кучланишни йўқотиш, МПа бетонда арматурани кучланиши.		
	Табиий шароитда қотганда	Атмосфера босими остида иссиқлик таъсирида ишлов берилганда	Қотиш шароитидан қатъий назар.
Оғир бетон синфлари:			
В 35 ва ундан паст бўлганда	40	35	30
В 40	50	40	35
В 45 ва ундан юқори бўлганда	60	50	40
Енгил бетондаги майда тўлдирувчилар:	50	45	40
зичда бўлганда	70	60	50
ғовак бўлганда			
Майда донали бетонлар гуруҳи:	52	45,5	40
А,	60	52,5	50
Б,	40	40	40
В			

10. Арматура спирал шаклида ўралиб таранглаштирилганда арматура остидаги бетоннинг эзилишидан:

–конструкция диаметри 3 м гача бўлганда:

$$\sigma_{10}=70-0,22 d_{ext}, \quad (2.17)$$

d_{ext} – конструкциянинг ташқи диаметри, см.

11. Йиғма блоклардан иборат конструкция таранглаштириладиган арматура билан қисилганда улар орасидаги чокларнинг қисилиши деформациядан.

$$\sigma_{11}=E_s \Delta/l \quad (2.18)$$

бу ерда, n – чоклар сони; Δ – чокнинг сиқилиши (чок бетон билан тўлдирилганда $\Delta = 0,3$ мм, тўлдирилмаганда эса $\Delta = 0,3$ мм)

2.6–жадвал Арматуранинг норматив ва ҳисобий қаршилигига мос бошланғич эластик модули, МПа

Арматура синфи	Диаметр, мм	Меъёрий R_{sn} ва ҳисобий $R_{s, ser}$ иккинчи гурӯҳ	Биринчи гурӯҳ чегаравий ҳолати учун ҳисобий таранглик модули, МПа		Сиқилишга R_{sc} R_{sc}	Эластиклик модули E_s
			R_s	R_{sw}		
Стерженли арматура						
A–I	6...40	235	225	175	225	$2,1 \cdot 10^5$
A–II	10...32	295	280	225	280	$2,1 \cdot 10^5$
A–III	6...8	390	355	285*	355	$2 \cdot 10^5$
A–III	10...40	390	365	290*	365	$2 \cdot 10^5$
A–III назоратда:						
	20...40	540	490	390	200	$1,8 \cdot 10^5$
	20...40	540	450	360	200	$1,8 \cdot 10^5$
A–IV	10...32	590	510	405	400	$1,9 \cdot 10^5$
A–V	10...32	785	680	545	400	$1,9 \cdot 10^5$
A–VI	10...32	980	815	650	400	$1,9 \cdot 10^5$
Симли арматура						
Bp–I	3	410	375	270(300**)	375	$1,7 \cdot 10^5$
	4	405	365	265(296**)	365	$1,7 \cdot 10^5$
	5	395	360	260(290**)	360	$1,7 \cdot 10^5$
B–II	3	1490	1240	990	400	$2 \cdot 10^5$
	4	1410	1180	940	400	$2 \cdot 10^5$
	5	1335	1110	890	400	$2 \cdot 10^5$
	6	1255	1050	835	400	$2 \cdot 10^5$

	7	1175	980	785	400	$2 \cdot 10^5$
	8	1100	915	730	400	$2 \cdot 10^5$
Вр–II	3	1460	1215	970	400	$2 \cdot 10^5$
	4	1370	1145	915	400	$2 \cdot 10^5$
	5	1250	1045	835	400	$2 \cdot 10^5$
	6	1175	980	785	400	$2 \cdot 10^5$
	7	1100	915	730	400	$2 \cdot 10^5$
	8	1020	850	680	400	$2 \cdot 10^5$
Арқонсимон						
К–7	6	1450	1210	965	400	$1,8 \cdot 10^5$
	9	1370	1145	915	400	$1,5 \cdot 10^5$
	12	1335	1110	890	400	$1,5 \cdot 10^5$
	15	1295	1080	865	400	$1,5 \cdot 10^5$
К–19	14	1410	1175	940	400	$1,5 \cdot 10^5$

2.7 – жадвал

Арматуранинг ишлаш шароити коэффициенти γ_{si}

Арматуранинг иш шароити коэффициентининг киритилишига сабабчи омил	Арматура характеристикаси	Арматура синфи	Арматуранинг ишлаш шароити коэффициенти	
			шартли белгиси	миқдори
1. Арматуранинг кўндаланг кучлар таъсирига ишлаши	кўндаланг	синфидан катъий назар	γ_{s1}	[1] адабиёт-нинг 2.28 бандига қаранг
2. Кўндаланг куч таъсирида ишлайдиган арматурада пайванд бирикма мавжуд бўлганда		A–III, B _p –I	γ_{s2}	[1] адабиёт-нинг 2.28 бандига қаранг
3. Кўп марта қайтариладиган юк	Бўйлама ва кўндаланг	синфидан катъий назар	γ_{s3}	[1] адабиёт-нинг 24 жадвалига қаранг
4. Кўп марта қайтариладиган юк таъсирида пайвандли бирикмалар мавжуд бўлганда	Бўйлама ва кўндаланг арматураларда пайвандли бирикмалар мавжуд бўлганда	A–I, A–II, A–III, A–IV, A–V,	γ_{s4}	[1] адабиёт-нинг 25 жадвалига қаранг

5. Анкерсиз таранглаштириладиган арматура учун кучланишларни узатиш зонаси ва таранглаштирилмайдиган арматурани анкерланиш зонаси	Бўйлама таранглаштириладиган Бўйлама таранглаштирилмайдиган	Синфидан қатъий назар.	γ_{s5}	l_x/l_p ; l_x/l_{an} l_x – кучланиш узатиш зонаси бошидан қаралаётган кесимгача бўлган масофа; l_p, l_{an} – мос равишда кучланишларни узатиш зонаси ва арматурани анкерланиш зонаси.
6. Юқори мустаҳкамли арматуранинг шартли оқувчанлик чегарасидан юқори бўлган кучланишлар таъсирида ишлаши	Бўйлама чўзилган	A–IV, A–V, A–VI, A–VII, B–II, B _p –II, K–7 ва K–19	γ_{s6}	[1] адабиётнинг 3.13 бандига қаранг
7. Синфи B7,5 ва ундан паст бўлган енгил бетондан тайёрланган элементлар	кўндаланг	A–I, B _p –I	γ_{s7}	0,8
8. Синфи B7,5 ва ундан паст бўлган ковакли (ячеистый) бетондан тайёрланган элементлар	Бўйлама сиқилган Кўндаланг	Синфидан қатъий назар Синфидан қатъий назар	γ_{s8}	$\frac{190 + 40B}{R_{sc}} \leq 1,0$
9. Ковакли (ячеистый) бетондан тайёрланган элементларда арматуранинг ҳимоя қатлами	Бўйлама сиқилган	Синфидан қатъий назар	γ_{s9}	[1] адабиётнинг 26 жадвалига қаранг

2.5. Темирбетон элементларни чегаравий ҳолатларнинг иккинчи гуруҳи бўйича ҳисоблаш

Темир бетон конструкцияларни чегаравий ҳолатларнинг иккинчи гуруҳи бўйича ҳисоблаш улдарнинг кесимларида нормал ва қия ёриқларнинг пайдо бўлиши ёки бўлмаслиги, ёриқлар пайдо бўлиши рухсат этилган ҳолда ёриқларнинг очилиш кенглигини текшириш ва салқиликларни аниқлашдан иборат.

Ҳисоблаш натижасида ёриқлар пайдо бўлиши рухсат этилмаган конструкциялар учун уларнинг ёриқбардошлиги таъминланади. Ёриқлар пайдо бўлиши рухсат этилганда уларнинг очилиш кенглиги рухсат этиладиган микдорлардан кам бўлиши таъминланади. Конструкцияларнинг ҳаддан катта микдорда салқиланишининг олди олинади.

Чегаравий ҳолатларнинг иккинчи гуруҳи бўйича ҳисобий юкларни аниқлашда юк бўйича ишончлилиқ коэффициентини $\gamma_f=1$ қилинади.

Ёриқлар ҳосил бўлиши–бўлмаслиги қуйидаги шартдан текширилади

$$N \leq N_{\text{срс}} \quad (2.19)$$

Ёриқлар очилишининг кенглиги $a_{\text{срс}}$ қуйидаги шартдан текширилади

$$a_{\text{срс}} \leq a_{\text{срс,у}} , \quad (2.20)$$

бу ерда $a_{\text{срс,у}}$ – ёриқларнинг рухсат этиладиган очилиш кенглиги, мм.

Ёриқбардошлиқ талабининг иккинчи тоифасига мансуб бўлган конструкцияларда доимий, узоқ муддатли ва вақтинча юклар таъсиридан очилган ёриқлар доимий ва узоқ муддатли юклар таъсиридан ёпилиши талаб этилади.

Ёриқларни ишончли ёпилиши учун қуйидаги шарт бажарилиши лозим:

$$\sigma_b \geq 0,5 \text{ МПа.} \quad (2.21)$$

Конструкциялар деформация бўйича ҳисобланганда қуйидаги шарт бажарилиши лози:

$$f \leq f_u , \quad (2.22)$$

бу ерда f_u – рухсат этиладиган салқилик.

Темирбетон элементларининг рухсат этиладиган чегаравий салқиликлари технологик, конструктив ва эстетик омилларга боғлиқ.

Технологик омилларга кранларнинг нормал ишлашини таъминлаш, технологик қурилмаларнинг нормал ишлаши ва ҳаказо киради. Эстетик омилларга конструкцияларнинг ташқи кўринишига қўйиладиган талаблар киради.

Турли турдаги конструкциялар учун рухсат этилган чегаравий салқилик қийматлари 2.12 жадвалда келтирилган.

НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ.

1. Чегаравий ҳолат бўйича ҳисоблашнинг асосий шарти. Чегаравий ҳолат гуруҳлари.
2. Чегаравий ҳолатларнинг биринчи ва иккинчи гуруҳлари бўйича ҳисоблашдан мақсад?
3. Юклар турлари, уларни аниқлаш .
4. Бетоннинг норматив қаршилиги. Бетоннинг норматив қаришилиги ўртача мустаҳкамлик билан у қандай боғланган?
5. Чегаравий ҳолатларнинг I ва II гуруҳлари учун бетоннинг ҳисобий қаршилиги қандай аниқланади?
6. Хар ҳил пўлат учун арматуранинг норматив қаршилиги қандай белгиланади ва аниқланади?
7. Арматуранинг ҳисобий қаршилиги қандай аниқланади? Бетон бўйича ишончлилик коэффиценти ва ишлаш шароити коэффицентларининг моҳичти нимадан иборат?.
8. Чегаравий ҳолатларнинг иккинчи гуруҳи учун шартларни ёзинг.
9. Элементнинг умумий мустаҳкамлик шароитини ва физикавий хоссасини тушунтиринг.
10. Олдиндан таранглаштирилган арматурадаги дастлабки кучланишларнинг йўқолишига сабаб нима?

11. Олдиндан таранглаштирилган арматурадаги дастлабки кучланишларнинг биринчи гуруҳ йўқолишлари қандай аниқланади?
12. Олдиндан таранглаштирилган арматурадаги дастлабки кучланишларнинг иккинчи гуруҳ йўқолишлари қандай аниқланади?
13. Темирбетон конструкцияларнинг ёрилишига чидамлилиқ талаблари тоифалари.
14. Қайси тоифага мансуб бўлган темирбетон конструкцияларда ёриқларнинг пайдо бўлиши рухсат этилмайди?
15. Ёриқларнинг очилиш кенглиги нима сабабдан чегараланади?
16. Чегаравий салқиликни тайинлашда қанака талаблар қўйилади?

III–боб. ЭГИЛУВЧИ ЭЛЕМЕНТЛАР МУСТАҲКАМЛИГИНИ ҲИСОБЛАШ

3.1. Эгилувчи элементлар турлари ва уларнинг қўлланиши

Эгилувчи темирбетон элементларга плиталар ва тўсинлар киради. Улар алоҳида ҳолда ёки мураккаб конструкция ва иншоотлар таркибида бўлиши мумкин.,

Плиталар. Плиталар деб, қалинлиги h кенглиги b ва узунлиги l дан бир неча марта кичик бўлган ясси элементларга айтилади. Конструкцияларда яхлит плиталарнинг қалинлиги 50...100 мм қабул қилинади. Йиғма плиталарнинг қалинликлари эса анча кам қабул қилинади ва 25...50 мм ни ташкил этади.

Плиталар пайвандланган ёки боғланадиган тўрлар билан арматураланади. Плиталар арматуралари ишчи стержинининг диаметрлари 3...12 мм қабул қилинади. Конструктив талаблар бўйича қабул қилинадиган тақсимловчи стерженларнинг диаметрлари 3...8 мм қабул қилинади. Плиталардаги ишчи арматуралар бўйлама ёки кўндаланг жойлаштирилиши мумкин. Плиталарни арматуралаш учун бўйлама арматураларнинг кесим юзалари ҳисоб бўйича аниқланади. Ишчи арматура стерженларининг орасидаги масофалар 200 мм дан ошмаслиги талаб этилади. Тақсимловчи стерженлар орасидаги масофалар эса 300 мм дан ошмаслиги талаб этилади. Конструктив талаблар бўйича қўйиладиган арматура кўндаланг кесим юзаси ишчи арматуралар кесим юзасининг 10%дан кам бўлмаслиги керак.

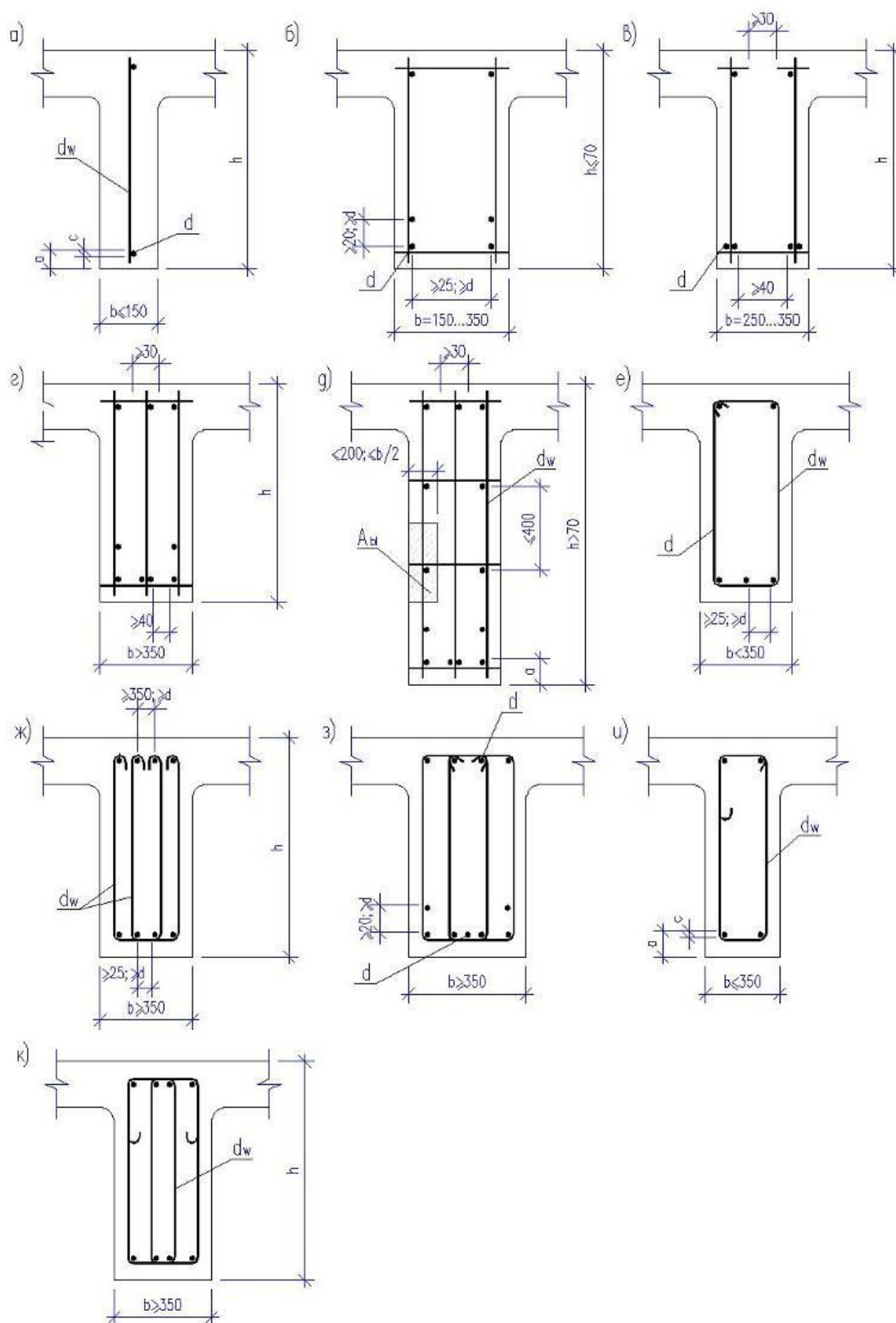
Тўсинлар. Тўсинлар деб, узунлиги кўндаланг кесим ўлчамларидан бир неча марта катта бўлган элементларга айтилади. Бўйлама арматураси олдиндан таранглаштирилмайдиган темирбетон тўсинларнинг кўндаланг кесимлари тўғри бурчак, тавр, қўштавр ва трапеция кўринишида бўлиши мумкин. Арматураси олдиндан таранглаштириладиган тўсинларнинг кўндаланг кесимлари тавр ёки қўштавр шаклиларда қабул қилинади. Таъсир қиладиган юк микдорига боғлиқ равишда тўсинларнинг баландлиги узунлигининг $1/8 \dots 1/15$ қисмига тенг қилиб олиниши мумкин. Арматураси олдиндан

таранглаштириладиган тўсинларнинг баландликлари узунлигининг $1/25$ қисмига тенг бўлиши мумкин.

Тўсинлар кўндаланг кесими баландлиги 500 мм гача 50 мм га карра этиб, 500 мм дан катта бўлганда эса 100 мм га карра этиб тайинланади. Тўсинларнинг эни (0,3.....0,5) h деб қабул қилинади.

Тўсинлар пайвандланган ёки боғланадиган синчлар билан арматураланади. Пайвандланадиган синчларда бўйлама ишчи ва конструктив арматуралар кўндаланг арматуралар билан пайванд ёрдамида бирлаштирилади. Боғланадиган синчларда бўйлама ишчи ва конструктив арматуралар кўндаланг арматуралар билан сим ёрдамида боғлаб бирлаштирилади. Тўсинларни пайвандланган ва боғланадиган арматура синчлари билан арматуралаш 3.1 расмда кўрсатилган.

Тўсинларда бўйлама ишчи ва монта арматураларнинг диаметрлари 12 мм дан кам қабул қилинмайди. Йиғма тўсинларни арматуралаш учун ишлатиладиган арматуранинг синчларда конструктив ҳамда монтаж арматуралар учун энг кичик диаметрдаги стрежнларни ишлатиш тавсия этилади. Имкони борича бўйлама ишчи арматуралар учун бир хил диаметрли стерженларни қўллаш мақсадга мувофиқ ҳисобланади.. Енгил бетондан тайёрланадиган конструкциялар учун диаметри 18 мм гачаженларини бўлган арматура стерқўллаш мумкин. ишчи Бўйлама арматуралар тўсинлар кўндаланг кесимининг эни бўйича бир меъёрда бир ёки икки ва ундан ортиқ қатор қилиб жойлаштирилади. Элементлар кўндаланг кесимининг ўлчов ва қолипи кўриниши, шунингдек стерженлараро минимал масофа ва бетоннинг талаб қилинадиган ҳимоя қатлами арматура жойлашишига таъсир қиладиган асосий факторлардир. Бетонни жойлаштириш қулай бўлиши учун алоҳида стерженлар оралиғи стерженлар энг катта диаметридан кичик бўлмаган ҳолда пастки арматура учун 25 мм дан кам, юқориги арматуралар учун 30 мм дан кам бўлмаслиги керак.



3.1–расм. Тўкилган (е–к) ва пайвандланган (а–д) арматура
элементларининг кўндаланг кесимда жойлашганлиги

Пастки арматуралар икки қатордан ортиқ жойлаштирилганда стерженлар орасидаги горизонтал масофалар учинчи ва ундан юқори жойлашган арматура стерженлари учун 50 ммдан кам қабул қилинмайди. Бу ҳолат бетон қоришмасидаги йирик тўлдирувчиларнинг арматура стерженлари ораларидан эркин ўтишини таъминлайди.

Тўсинлар бўлама арматуралардан ташқари кўндаланг арматуралар билан ҳам арматураланади. Кўндаланг арматуралар ҳисоб бўйича ёки маълум шартлар бажарилганда конструктив талаблар бўйича қабул қилинади.

Кўндаланг арматуралар тўсин мустаҳкамлигини қия кесим бўйича таъминлаш билан бирга бўйлама арматураларнинг лойиҳавий ҳолатини сақлашни ҳам таъминлайди.

Баландлиги $h \leq 450$ мм бўлган тўсинлар фақат тенг тақсимланган юклар билан юкланганда кўндаланг арматура билан арматураланган тўсин таянчидан $l_0/4$ масофаларда кўндаланг арматуралар оралиғи $s = h/2 \leq 150$ мм қабул қилинади. Таянчлар оралиғидаги $l_0/2$ масофада кўндаланг арматуралар оралиғи $s = 3h/4 \leq 500$ мм қабул қилинади.

Баландлиги $h > 450$ мм бўлган тўсинлар фақат тенг тақсимланган юклар билан юкланганда кўндаланг арматура билан арматураланган тўсин таянчидан $l_0/4$ масофаларда кўндаланг арматуралар оралиғи $s = h/3 \leq 500$ мм қабул қилинади. Таянчлар оралиғидаги $l_0/2$ масофада кўндаланг арматуралар оралиғи $s = 3h/4 \leq 500$ мм қабул қилинади.

3.2. Нормал кесим бўйича мустаҳкамликни ҳисоблаш

Эгилувчан темирбетон элементлар мустаҳкамлигини нормал кесим бўйича ҳисоблашда ташқи юклар таъсиридан элемент кучланиш—деформацияланиш ҳолатининг III босқичи асос қилиб олинади.

Қуйида эгиладиган темирбетон элемент ташқи юклар таъсиридан кучланиш—деформациялаш ҳолатининг босқичлари келтирилган.

Эгилувчи элементларнинг нормал кесими бўйича кучланганлик деформацияланиш босқичлари

Ташқи юк миқдорининг ошиши билан эгиладиган темирбетон элемент нормал кесимида кучланишларнинг ўзгариши 3.2– расмда келтирилган. Элемент кучланиш ҳолати уч босқичдан иборат.

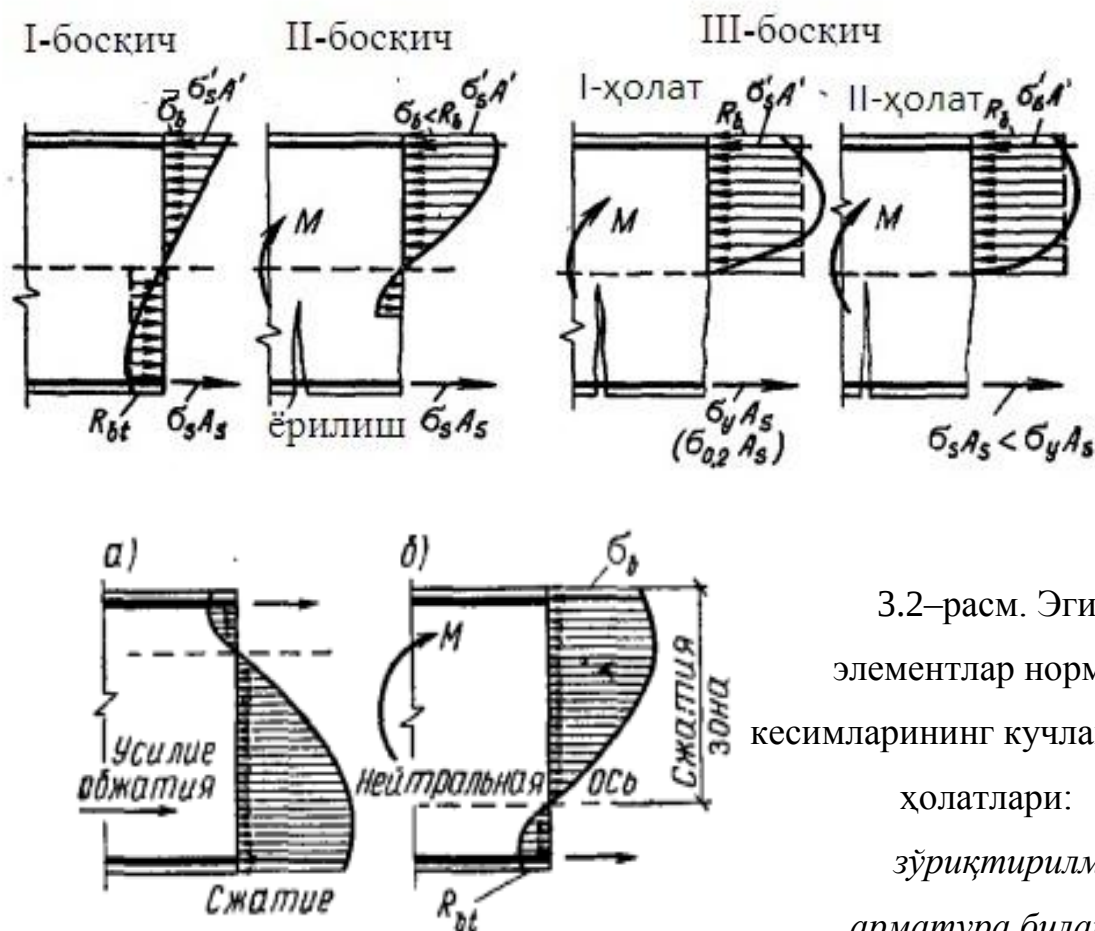
Биринчи босқич бетоннинг эластик ишлаши билан характерланади. Бетоннинг сиқилган ва чўзилган зоналаридаги нормал кучланиш эпюралари учбурчак шаклида бўлади. Чўзилган бетонда юк миқдорининг ортиши билан ноэластик деформация ривожланади. Босқич охирида чўзилган кучланиш эпюраси эгри чизикли бўла бошлайди ва чўзилган бетондаги кучланиш миқдори бетоннинг чегаравий мустаҳкамлигига тенг бўлади (босқич I, а).

Иккинчи босқич элемент чўзилган зонасида ёриқларнинг ҳосил бўлишидан кейин бошланади. Ёриқлар ҳосил бўлган кесимларда бетон қаршилиқ кўрсатмайди ва ишдан чиқади, Бу кесимларда ички чўзувчи зўриқишларни арматура қабул қилади. Ёриқлар оралиғида эса чўзувчи зўриқишлар чўзилган бетон ва арматура билан биргаликда қабул қилади.. Элемент сиқилган зонасидаги бетонда пластик деформациялар ривожлана бошланади ва нормал кучланиш эпюраси эгри чизикли бўлади.

Учинчи босқич – бу элементни бузилиш ҳолатидаги босқичдир. Элемент чўзилган зонасида жойлаштирилган арматуранинг миқдорига кўра бузилишнинг икки холи учрайди. Биринчи ҳол нормал арматураланган тўсинлар учун характерлидир. Бузилиш чўзилган арматурадан бошланади ва сиқилган зонадаги бетоннинг бузилиши билан тугайди. Иккинчи ҳол кесим ортиқча арматураланган элементларда кўзатилади. Бунда элемент сиқилган зонасидаги бетон бузилиши бошланади, чўзилган арматурадаги кучланиш эса, чегаравий қийматига етмайди.

Нормал арматураланган элементларда бузилиш чўзилган арматуранинг оқишидан бошланади. Элемент чўзилган зонасида ёриқлар жуда катта очилади, эгилиш шиддат билан кучаяди ва кесимда пластик шарнир ҳосил бўлади,

Шундан кейин элемент сиқилган зонасидаги бетоннинг бузилиши бошланади. Бундай ҳолат учун ҳисоблаш формуласи мувозанат шартидан келтириб чиқарилади.



3.2–расм. Эгилувчи элементлар нормал кесимларининг кучланганлик ҳолатлари:
зўриқтирилмаган арматура билан;
олдидан зўриқтирилган арматура билан

Ортиқча арматураланган элементларда бузилиш сиқилган зонадаги бетондан бошланади. Бунда арматурадаги кучланиш оқиш чегарасига етмайди ва арматуранинг мустаҳкамлигидан тўлиқ фойдаланилмайди. Бундай ҳолатларда ҳам ҳисоблаш формуласи мувозанат шартидан олинади.

Кесим мустаҳкамлигини ҳисоблашда сиқилган зонанинг баландлиги x ва кесим ишчи баландлиги h_0 муҳим рол ўйнайди. Сиқилган зона баландлиги x нинг кесим ишчи баландлиги h_0 га нисбати $\xi = x/h_0$ сиқилиш зонаси нисбий баландлиги деб айтилади.

Бузилишнинг биринчи ва иккинчи ҳоллари орасидаги фарқ ξ_r –сиқилиш зонасининг чегаравий нисбий баландлиги билан белгиланади. Агар $\xi \leq \xi_r$ шарт бажарилса элемент биринчи ҳол бўйича бузилади. Акс ҳода, яъни $\xi > \xi_r$ бўлганда, элемент иккинчи ҳол бўйича бузилади.

Сиқилиш зонасининг чегаравий нисбий баландлиги ξ_r қуйидаги эмпирик формула ёрдамида аниқланади

$$\xi_R = \frac{\omega}{1 + \frac{\sigma_{sR}}{\sigma_{sc}} \left(1 - \frac{\omega}{1,1} \right)} \quad (3.1)$$

бу ерда: σ_{sR} – арматураги кучланиш, таранглаштирилмайдиган арматура учун $\sigma_{sR} = R_s$ қабул қилинади; σ_{scu} – сиқилган арматурадаги кучланиш. $\gamma_{b2} < 1$ бўлганда $\sigma_{scu} = 500$ МПа га тенг, $\gamma_{b2} > 1$ бўлганда $\sigma_{scu} = 500$ МПа деб қабул қилинади.

$$\omega = a - 0,008R_b, \quad (3.2)$$

бу ерда; оғир бетон учун $a = 0,85$, енгил бетон учун $a = 0,8$.

Эгиладиган темирбетон элементларни $\xi \leq \xi_r$ шарт асосида лойиҳалаш тавсия этилади. Чунки бу ҳолда элементларнинг бузилиши пластик характерга эга бўлиб, элемент кесими ни арматуралашда самарадорликка эришилади.

3.3. Бир томонлама арматураланган тўғри тўртбурчак кесимли элементлар ҳисоби

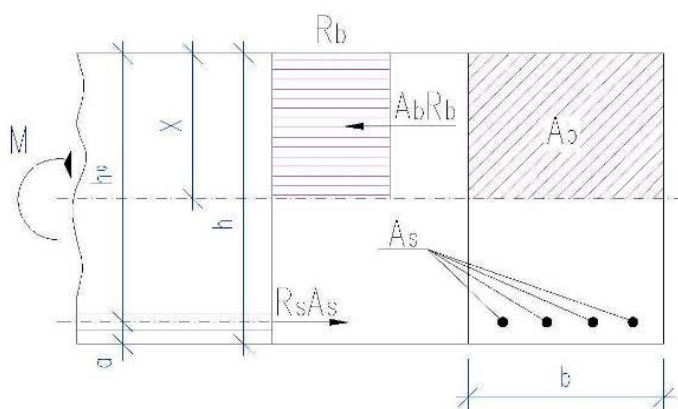
Эгиладиган элементларни ҳисоблашда кучланиш–деформацияланиш ҳолатининг III босқичи асос қилиб олинади. Бунда элемент сиқилган зонасидаги ҳақиқий кучланишларнинг эгри чизиқли эпюраси ҳисобларни соддалаштириш мақсадида тўғри тўртбурчак эпюра билан алмаштирилади.

$\xi \leq \xi_r$ бўлган ҳол. Сиқилган бетондаги кучланиш миқдори бетоннинг чегаравий қаршилигига R_b тенг қабул қилинади. Чўзиладиган арматурадаги кучланишлар эса ҳисобий қаршилик R_s га тенг қилиб олинади. Элемент чўзилган зонасидаги бетон кесим юзаси ҳисобга олинмайди.

Элемент нормал кесимидаги кучланишларнинг сиқилган бетон ва чўзилган арматурадаги тенг таъсир этувчилари аниқланади:

$$N_b = R_b A_b; \quad N_s = R_s A_s,$$

бу ерда: $A_b = bx$ – элемент сиқилган зонасида жойлашган бетон кесими юзаси; b – элемент кўндаланг кесимининг эни; h_0 – элемент кўндаланг кесимининг ишчи баландлиги (чўзиладиган арматура оғирлик марказидан элемент сиқилган кесими қиррасигача бўлган масофа); A_s – чўзиладиган арматура кўндаланг кесими юзаси.



3.3–расм. Бир томонлама арматураланган тўғри тўртбурчак кесимли элемент кучланиш схемаси

Эгиладиган элемент учун мувозанат тенгламалари тузилади. Биринчи мувозанат шартидан – ҳамма зўриқишларнинг элемент бўйлама ўқиға проекциялари йиғиндиси нолга тенг бўлиш шаридан ($\Sigma x = 0$) қуйидаги мувозанат тенгламасини оламиз

$$R_s A_s - R_b b x = 0 \quad (3.3)$$

Бу тенгламадан элемент сиқилиш зонаси баландлиги x ни топиш учун фойдаланилади.

Мувозанат шартининг иккинчи шартидан – ҳамма, ташқи юклар ва ички зўриқишлардан маълум бир ўққа нисбатан олинган моментлар йиғиндиси нолга тенг бўлиш шартидан ($\Sigma M = 0$) қуйидаги мувозанат тенгламасини оламиз. Бунда момент ўқини чўзилган арматура оғирлик марказига ёки сиқилган зона марказига жойлаштирамиз:

$$M - M_u = 0 \quad (3.4)$$

Момент ўқи чўзилган арматура оғирлик марказига жойлаштирилганда

$$M_u = R_b b x (h_0 - 0,5x) \quad (3.5)$$

Момент ўқи сиқилган бетон кесим оғирлик марказига жойлаштирилганда

$$M_u = R_s A_s (h_0 - 0,5x) \quad (3.6)$$

Элемент мустаҳкамлиги нормал кесим бўйича таъминланиши учун қуйидаги шарт бажарилиши лози:

$$M \leq M_u. \quad (3.7)$$

бу ерда: M – ташқи юклар таъсиридан эгувчи момент;

M_u – (3.5) ва (3.6) формулалардан аниқланадиган ички зуриқишлар таъсиридан момент.

Кўндаланг кесими тўғри тўртбурчак шаклидаги эгиловчан элементларда сиқилган зона баландлиги (3.3) тенгламадан аниқланади:

$$x = \frac{R_s A_s}{\gamma_{b2} R_b b} \quad (3.8)$$

Сиқилган зонанинг нисбий баландлиги қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$\xi = \frac{x}{h_0} = \frac{R_s A_s}{\gamma_{b2} R_b b h_0} = \mu \frac{R_s}{\gamma_{b2} R_b}, \quad (3.9)$$

бу ерда: μ – арматуралаш коэффиценти; $\mu = \frac{A_s}{b h_0}$,

Арматуралаш коэффиценти ўрнига арматуралаш проценти тушунчасини қўллаш қулай ҳисобланади:

$$\mu\% = 100 \frac{A_s}{b h_0}. \quad (3.10)$$

Берилган ташқи момент қиймати бўйича ҳар хил кесимдаги ва кесими ҳар хил арматураланган темирбетон элементларни лойиҳалаш мумкин.

Масалан, кесим баландлиги оширилганда арматура микдори камаяди. Лойиҳалашда иқтисодий иқтисодий самарадорликка эътибор бериш талаб

этилади.. Темирбетон тўсинлар учун арматуралаш проценти $\mu\%=1\ldots2\%$, плиталар учун эса $\mu\%=0,3\ldots0,6\%$ қабул қилиш тавсия этилади. Умуман эгилувчан темирбетон элементлар учун арматуралаш проценти 0,05 дан кам бўлмаслиги керак.

Кесими тўғри тўрбурчак шаклидаги эгиладиган элементларни ҳисоблашни соддалаштириш учун ёрдамчи 3.1 жадвалдан фойдаланиш мумкин. Бу жадвалдан фойдаланиш учун ҳисоблаш формулаларида бир оз ўзгартиришлар киритами.

(3.5) ва (3.6) формулалардаги сиқилиш зонаси баландлигини қуйидаги ифода ξh_0 билан алмаштирамиз ва қуйидаги формулаларни оламиз:

$$M_u = R_b b x (h_0 - 0,5x) = R_b b \xi h_0 (h_0 - 0,5 \xi h_0) = \alpha_m R_b b h_0^2 \quad (3.11);$$

$$M_u = R_s A_s (h_0 - 0,5x) = R_s A_s (h_0 - 0,5 \xi h_0) = R_s A_s \eta h_0^2 \quad (3.12),$$

бу ерда: $\alpha_m = \xi (1 - 0,5 \xi)$; $\eta = (1 - 0,5 \xi)$.

Сиқилиш зонаси нисбий баландлиги ξ нинг маълум қийматларига мос бўлган α_m – нисбий момент ва нисбий елка η қийматлари 3.1 жадвалда келтирилган. Бир миқдор берилган бўлса, қолган иккита миқдор 3.1 жадвалдан аниқланиши мумкин.

Кўп ҳолларда эгиладиган элементнинг мустаҳкамлигини аниқлаш эмас, балким элемент мустаҳкамлигини таъминлаш учун талаб қилинадиган арматура кўндаланг кесим юзаларини аниқлаш талаб этилади. Бунинг учун (3.11) формуладан $M_u = M$ қабул қилиб, нисбий момент қиймати α_m ҳисобланади

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b b h_0^2}; \quad (3.13)$$

3.1 жадвалдан α_m қийматга мос бўлган η коэффициент қиймати аниқланади ва (3.12) формуладан $M_u = M$ қабул қилиб, талаб қилинадиган арматура кўндаланг кесим юзаси ҳисобланади

$$A_s = \frac{M}{R_s \eta h_0^2}. \quad (3.14)$$

$\xi > \xi_R$ бўлган ҳол. Сиқилган бетондаги кучланиш миқдори бетоннинг чегаравий қаршилигига R_b тенг қабул қилинади. Чўзиладиган арматурадаги кучланишлар эса ҳисобий қаршилик R_s га тетишмайди, яъни $\sigma_s < R_s$. Элемент чўзилган зонасидаги бетон кесим юзаси ҳисобга олинмайди.

Элемент нормал кесимидаги кучланишларнинг сиқилган бетон ва чўзилган арматурадаги тенг таъсир этувчилари аниқланади:

$$N_b = R_b A_b; N_s = \sigma_s A_s, \quad (3.15)$$

бу ерда: $A_b = bx$ – элемент сиқилган зонасида жойлашган бетон кесими юзаси; b – элемент кўндаланг кесимининг эни; h_0 – элемент кўндаланг кесимининг ишчи баландлиги (чўзиладиган арматура оғирлик марказидан элемент сиқилган кесими қиррасигача бўлган масофа); A_s – чўзиладиган арматура кўндаланг кесими юзаси.

Эгиладиган элемент учун мувозанат тенгламалари тузилади. Биринчи мувозанат шартидан – ҳамма зўриқишларнинг элемент бўйлама ўқиға проекциялари йиғиндиси нолға тенг бўлиш шаридан ($\sum x = 0$) қуйидаги мувозанат тенгламасини оламиз

$$\sigma_s A_s - R_b bx = 0, \quad (3.16)$$

бу ерда

$$\sigma_s = \frac{0,2 + \xi_R}{0,2 + \xi} R_s. \quad (3.17)$$

(3.17) формулани эътибоға олиб, (3.16) тенгламадан элемент сиқилиш зонаси баландлиги x топилади.

Элемент кесимининг юк кўтариш қобилияти қуйдаги формулалардан ҳисобланади:

$$M_u = R_b bx(h_0 - 0,5x) \quad (3.16)$$

$$M_u = R_s A_s (h_0 - 0,5x). \quad (3.17)$$

Бетон синфи В30 ва ундан паст бўлган бетонлардан ва таранглаштирилмаган А–І, А–ІІ, А–ІІІ ва Вр–І арматуралардан тайёрланган

элементлар учун $\xi > \xi_r$ бўлганда ҳисоб (3.3), (3.5) ва (3.6) формулалар бўйича бажарилиши мумкин. У вақтда ҳисоблаш формулаларида $\xi = \xi_r$ қабул қилинади.

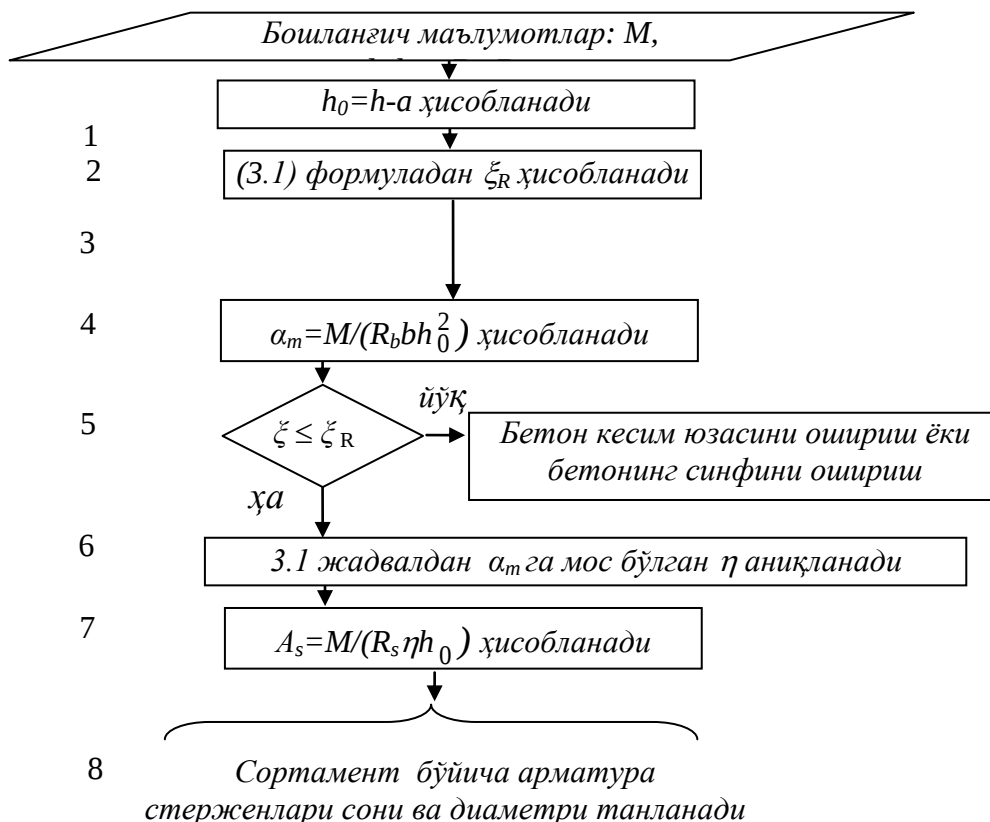
Темирбетон конструкцияни ҳисоблашда уч турдаги масалалар учрайди. Улар блок схемада келтирилган (3.4 – расм).

Жадвал 3.1 Тўғри бурчак кесимли эгилувчи элементларни ҳисоблаш учун ξ , η , α_m коэффициентлар

ξ	η	α_m	ξ	η	α_m
0,01	0,995	0,010	0,35	0,825	0,289
0,02	0,990	0,020	0,36	0,820	0,295
0,03	0,985	0,030	0,37	0,815	0,301
0,04	0,980	0,039	0,38	0,810	0,309
0,05	0,975	0,048	0,39	0,805	0,314
0,06	0,970	0,058	0,40	0,800	0,320
0,07	0,965	0,067	0,41	0,795	0,326
0,08	0,960	0,077	0,42	0,790	0,332
0,09	0,955	0,086	0,43	0,785	0,337
0,10	0,950	0,095	0,44	0,780	0,343
0,11	0,945	0,104	0,45	0,775	0,349
0,12	0,940	0,113	0,46	0,770	0,354
0,13	0,935	0,121	0,47	0,765	0,359
0,14	0,930	0,130	0,48	0,760	0,365
0,15	0,925	0,139	0,49	0,755	0,370
0,16	0,920	0,147	0,50	0,750	0,375
0,17	0,915	0,155	0,51	0,745	0,380
0,18	0,910	0,164	0,52	0,740	0,385
0,19	0,905	0,172	0,53	0,735	0,390
0,20	0,900	0,180	0,54	0,730	0,394
0,21	0,895	0,188	0,55	0,725	0,400
0,22	0,890	0,196	0,56	0,720	0,403
0,23	0,885	0,203	0,57	0,715	0,408
0,24	0,880	0,211	0,58	0,710	0,412
0,25	0,875	0,219	0,59	0,705	0,416
0,26	0,870	0,226	0,60	0,700	0,420
0,27	0,865	0,234	0,65	0,675	0,439
0,28	0,860	0,241	0,70	0,650	0,455
0,29	0,855	0,248	0,75	0,625	0,468
0,30	0,850	0,255	0,80	0,600	0,480

0,31	0.845	0,262	0,85	0,575	0,485
0,32	0,840	0,269	0,90	0,550	0,495
0,33	0,835	0,275	0,95	0.525	0,499
0,34	0,830	0,282	1,00	0,500	0,500

I. A_s арматура кесим юзасини аниқлаш



Биринчи масала. Берилган: элемент кесими ўлчамлари b ва h , ташқи юклар таъсири моменти M .

Талаб этилади: арматура кесим юзаси A_s ни аниқлаш . Бунда бетон ва арматура синфлари мустақил қабул қилинади ва уларни ўзгартириш мумкин.

Ечиш тартиби:

1. Тақрибан арматуранинг диаметри тайинланиб элемент ишчи баландлиги аниқланади $h_0 = h - a$, бу ерда $a = \Delta + d/2$ – арматура оғирлик марказидан чўзилган қиррагача бўлган масофа; Δ – бетон ҳимоя қатлами.

2. Бетон ва арматура синфлари қабул қилиниб бетон ва арматуранинг ҳисобий R_b ва R_s қаршиликлари аниқланади.

3. (3.11) формуладан α_m ҳисобланади ва 3.1 жадвалдан α_m қийматга мос бўлган ξ ва η коэффицентларнинг қийматлари топилади.

4. (3.1) формуладан ξ_r ҳисобланиб, $\xi \leq \xi_r$ шарт текширилади.

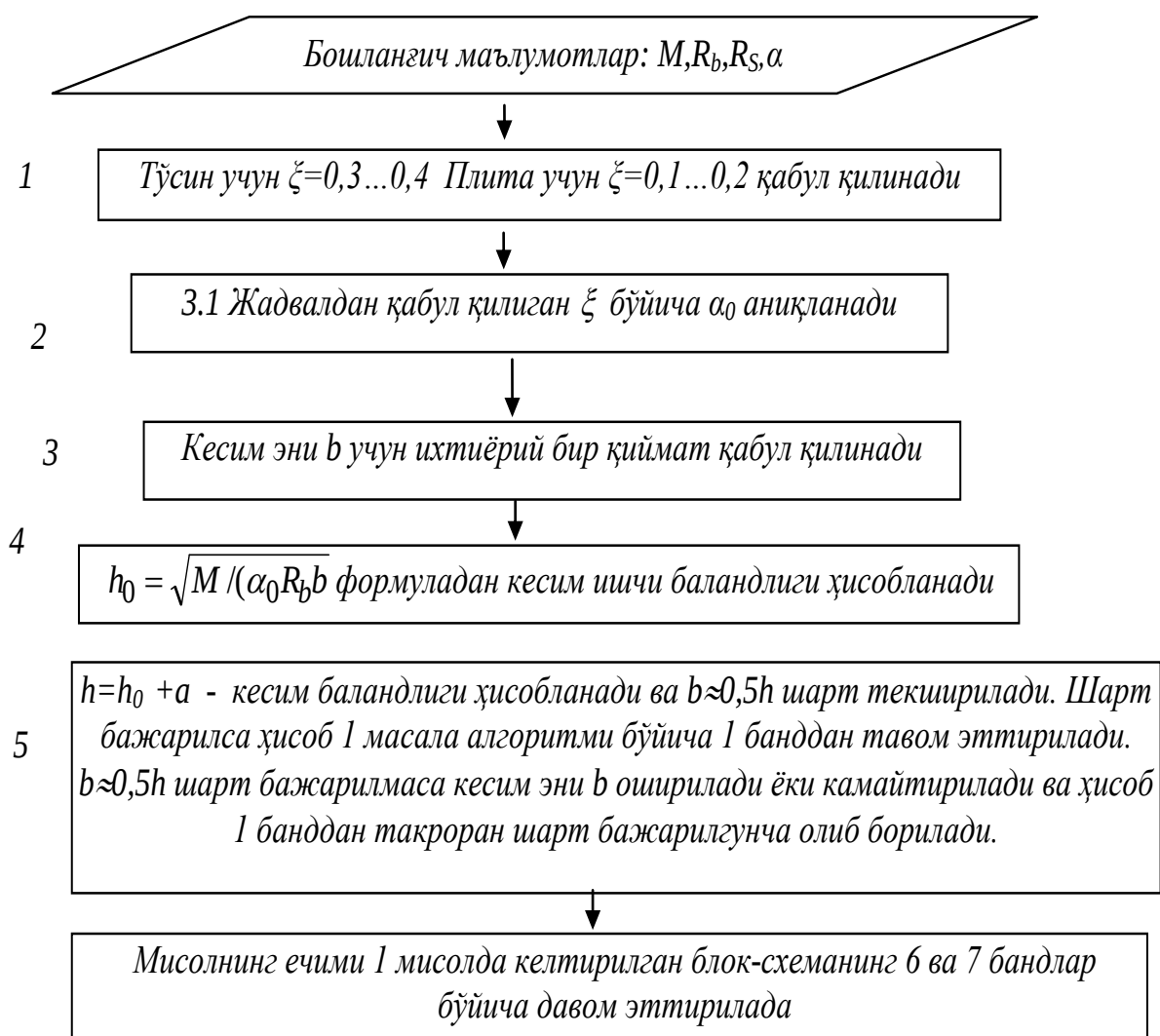
5. Шарт бажарилган тақдирда (3.14) формуладан талаб қилинадиган арматура кесим юзаси ҳисобланади.

6. Шарт бажарилмаганда сиқилиш зонаси кесимининг нисбий баландлиги ξ (3.16) формуладан $x = \xi h_0$ қабул қилиниб ҳисобланади..

7. 3.1 жадвалдан ξ нинг қийматга мос бўлган η коэффициентнинг қиймати топилади.

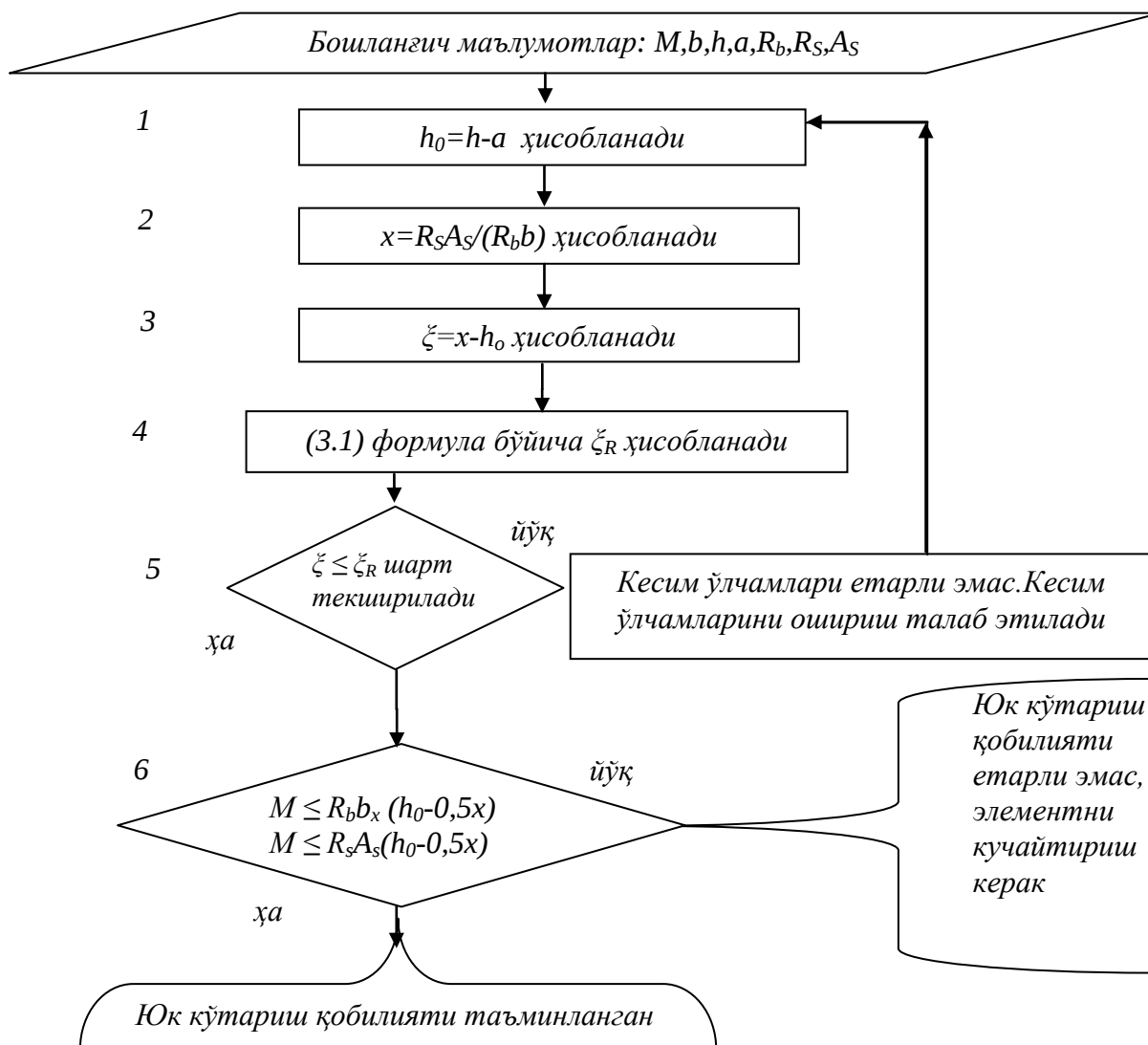
8. (3.14) формуладан талаб қилинадиган арматура кесим юзаси ҳисобланади.

II. Бетон кесими ўлчамлари b , h ва A_s арматура кесими юзасини аниқлаш



3.4–расм. Кесими тўғри бурчакли бир томонлама арматураланган эгиловчан элементлар нормал кесимини ҳисоблаш блок–схемаси.

III. Элементларни юк кўтариш қобилиятини текшириш



3.4–расм. Кесими тўғри бурчакли бир томонлама арматураланган эгилувчан элементлар нормал кесимини ҳисоблаш блок–схемаси.

Иккинчи масала. Берилган: ташқи юклар таъсири моменти M .

Талаб этилади: элементнинг кўндаланг кесими эни b ва баландлиги h ва арматуранинг кесим юзасини A_s аниқлаш.

Бунда бетон ва арматура синфлари мустақил қабул қилинади ва уларни ўзгартириш мумкин.

Ечиш тартиби:

1. Лойиҳалаш тажрибасидан тўсинлар учун $\xi = 0,3 \dots 0,4$, плиталар учун $\xi = 0,10 \dots 0,15$ бўлганда элемент кесими ўлчамлари оптимал қийматларга тенг

бўлади. Бу қийматларнинг бири бўйча 3.1 жадвалдан α_m коэффициент қиймати аниқланади.

2. Танланган бетон ва арматура синфлари бўйича бетон ва арматуранинг ҳисобий қаршиликлари пикланади.

3. Лойиҳалаш амалиётидан элемент кесими эни b тайинланади ва қуйидаги формуладан элемент ишчи баландлиги аниқланади:

$$h_0 = \sqrt{M / (\alpha_0 R_b b)} \quad (3.18)$$

4. Элемент учун бетон ҳимоя қатлами Δ ва арматуранинг тахминий диаметри d қабул қилиниб кесим баланлиги ҳисобланади:

$$h = h_0 + a \quad (3.19)$$

Кесим баланлиги 50 мм га кара этиб унификациялаштирилади.

5. Қуйидаги шарт текширилади: $b=(0,3\dots0,5)h$. Шарт бажарилса ҳисоб қуйида келтирилган тартибда давом эттирилади. Шарт бажарилмаса элемент кўндаланг кесим эни b камайтирилади ёки оширилади ва ҳисоб қуйида келтирилган тартибда давом эттирилади.

6. Элемент кўндаланг кесими янги ишчи баланлиги аниқланиб α_m ҳисобланади ва 3.1 жадвалдан мос бўлган ξ коэффициент аниқланади.

(3.1) формуладан ξ_r ҳисобланиб, $\xi \leq \xi_r$ шарт текширилади.

Кейинги ҳисоблар биринчи масалада келтирилган 5...8 бандлардагидек бажарилади.

Учинчи масала. Берилган: ташқи юклар таъсиридан ҳосил бўлган эгувчи момент M , элементнинг кўндаланг кесим ўлчамлари b ва h , бетон ва арматура синфлари, арматура кесим юзаси A_s .

Талаб этилади: элементнинг юк кўтара олиш қобилятини текшириш.

Ечиш тартиби:

1. Элемент учун бетон ҳимоя қатлами Δ қабул қилиниб, арматуранинг оғирлик марказидан чўзиладиган киррагача бўлган $a=\Delta+d/2$ (арматура бир қатор жойлашган бўлса) масофа ҳисобланади.

2. Элемент кўндаланг кесими ишчи баланлиги аниқланади $h_0=h-a$.

3. (3.8) формуладан сиқилиш зонасининг баландлиги x ва (3.9) формуладан ξ аниқланади.

4. (3.1) формуладан ξ_r ҳисобланади ва $\xi \leq \xi_r$ шарт текширилади.

5. Шарт бажарилган тақдирда (3.16) ёки (3.17) формулалардан элемент юк кўтариш қобилияти M_u аниқланади.

6. Қуйидаги шарт текширилади: $M \leq M_u$. Шарт бажарилган тақдирда элементнинг юк кўтариш қобилияти момент таъсирига етарли ҳисобланади. Акс ҳолда элементнинг кўндаланг кесим ўлчамлари ёки бетон ва арматанинг синфлари оширилиши талаб этилади.

3.4. Икки томонлама арматураланган тўғрибурчакли кесим ҳисоби

Арматуралар элемент кўндаланг кесимининг чўзиладиган ва сиқиладиган зоналарига жойлаштириладиган бўлса, бундай кесимлар икки томонлама арматураланган кесимлар деб аталади.

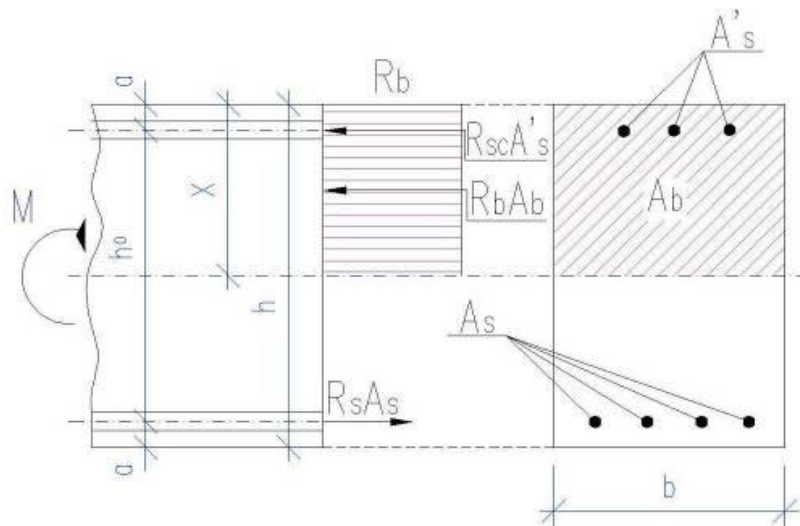
Одатда сиқиладиган зонадаги бетоннинг мустаҳкамлиги етарли бўлмаган ҳолатларда сиқиладиган бетон кесимга арматура жойлаштирилади.

Кесим сиқилиш зонасига арматуралар конструктив талаблар бўйича ёки ҳисоб орқали қўйилиши мумкин.

Икки томонлама арматураланган кесимлар иқтисодий жиҳатдан самарасиз ҳисобланади.

Сиқиладиган зонада жойлаштириладиган бўйлама арматуралар сиқилиш натижасида қобариб кетмаслиги учун улар сиқиладиган элементлардагидек кўндаланг арматуралар билан жиҳозланади.

Икки томонлама арматураланган кесимда ҳолил бўладиган зўриқишлар схемаси 3.3 расмда келтирилган.



3.5–расм. Кўндаланг кесими тўғри бурчак бўлган икки ёқлама
арматураланган нормал кесим кучланиши

Кўндаланг кесими икки томонлама арматураланган элемент учун мувозанат тенгламалари қуйидаги кўринишга эга бўлади:

$$R_s A_s = R_b b x + R_{sc} A'_s; \quad (3.19)$$

$$M \leq R_b b x (h_0 - 0,5x) + R_{sc} A'_s (h_0 - a'); \quad (3.20)$$

$$M \leq \alpha_m b h_0 R_b + R_{sc} A'_s (h_0 - a'); \quad (3.21)$$

Икки томонлама арматураланган тўғрибурчакли кесимларни ҳисоблаш блок схемаси 3.6 расмда келтирилган.

Икки томонлама арматураланган тўғрибурчак кесимли элементларни лойиҳалашда икки турдаги масалалар учрайди.

Биринчи масала. Берилган: элемент кесими ўлчамлари b ва h , ташқи юклар таъсири моменти M .

Талаб этилади: арматура кесим юзалари A_s ва A'_s ни аниқлаш. Бунда бетон ва арматура синфлари мустақил қабул қилинади ва уларни ўзгартириш мумкин.

Ечиш тартиби:

1. Сиқиладиган зона бетонининг мустаҳкамлигидан тўлиқ фойдаланилганлиги сабабли сиқилиш зонаси нисбий баландлиги ξ нисбий чегаравий баландликка ξ_R тенг қилиб олинади, яъни $\xi = \xi_R$.

2. Қуйидаги формуладан чегаравий момент аниқланади

$$M_R = \alpha_R b h_0^2 R_b; \quad (3.22)$$

3. Қуйидаги формуладан талаб қилинадиган бўйлама сиқиладиган арматура кесим юзаси ҳисобланади:

$$A'_s = \frac{M - M_R}{R_{sc}(h_0 - \alpha')} = \frac{M - \alpha_R b h_0^2 R_b}{R_{sc}(h_0 - \alpha')}. \quad (3.23)$$

4. Бўйлама чўзиладиган арматуранинг кўндаланг кесим юзаси қуйидаги формуладан аниқланади:

$$A_s = \frac{\xi_R b h_0 R_b}{R_s} + \frac{R_{sc} A'_s}{R_s} \quad (3.24)$$

5. Сортамент бўйича сиқилган ва чўзилган арматуралар учун стерженлар сони ва диаметри танланади.

Агар A'_s нолга тенг ёки манфий чиқса сиқилган арматура ҳисоб бўйича талаб қилинмайди ва кесим сиқилган зонаси арматура билан конструктив талаблар бўйича арматураланади.

Иккинчи масала. Берилган: элемент кесими ўлчамлари b ва h , ташқи юклар таъсири моменти M , сиқиладиган бўйлама арматура кесим юзаси A'_s (конструктив талаб бўйича) ва бетон ҳамда арматура синфлари.

Талаб этилади: арматура кесим юзаси A_s ни аниқлаш .

1. Қуйидаги формуладан нисбий момент аниқланади:

$$\alpha_m = \frac{M - R_s A'_s (h_0 - a')}{R_b b h_0^2}. \quad (3.25)$$

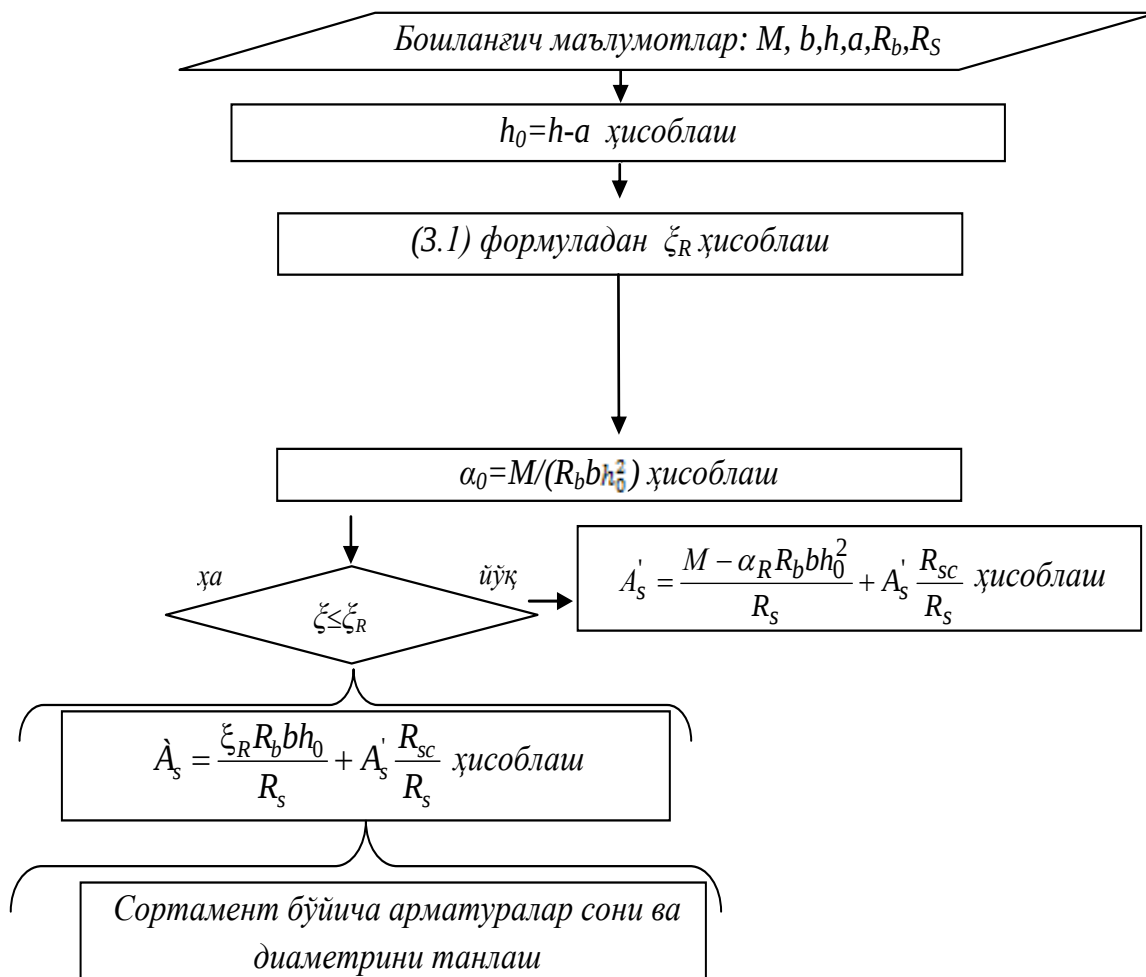
2. Қуйидаги шарт текширилади: $\alpha_m \leq \alpha_R = \xi_R (1 - 0,5 \xi_R)$.

3. Шарт бажарилган тақдирда 3.1 жадвалдан α_m га мос бўлган ξ қиймати топилади ва қуйидаги формуладан чўзиладиган арматура кесим юзаси ҳисобланади:

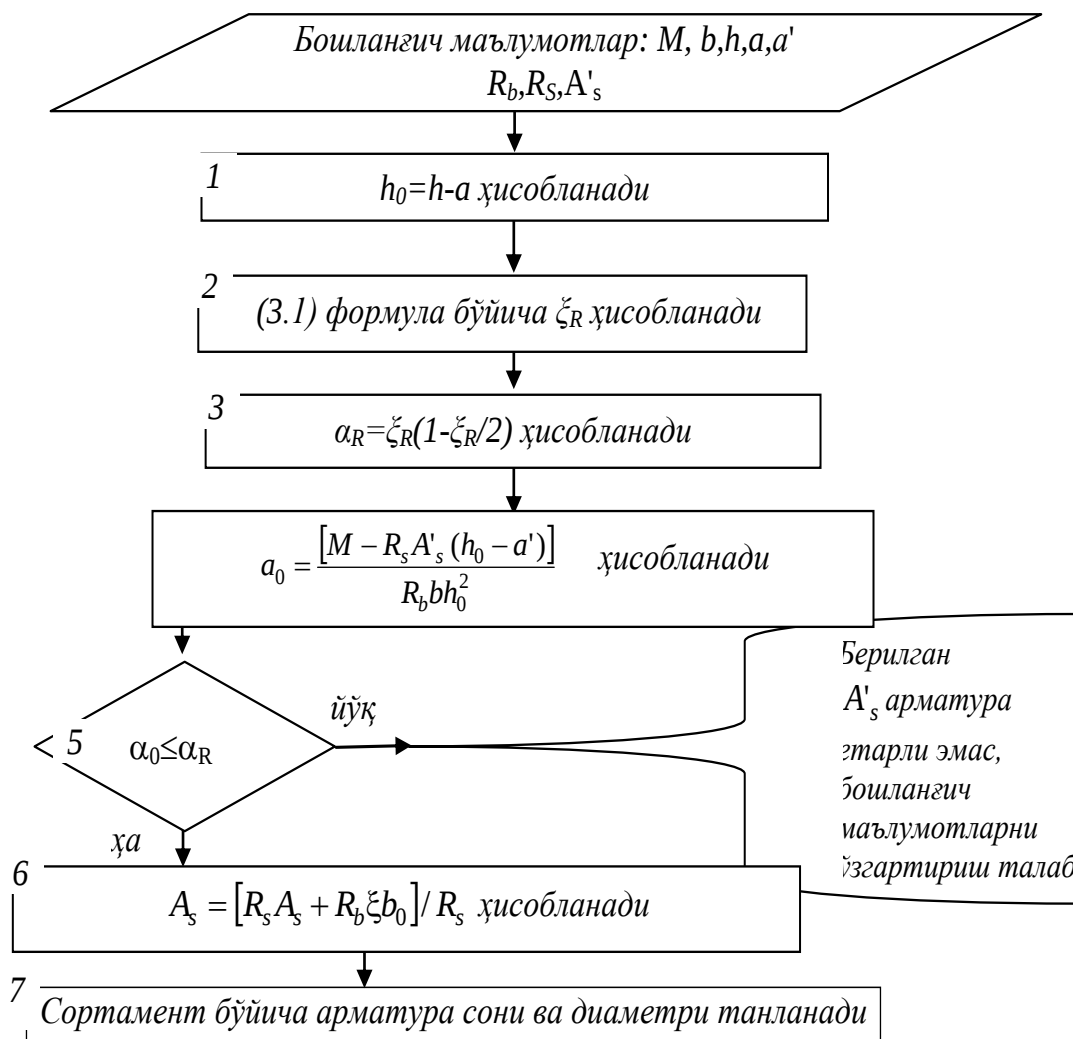
$$A_s = \frac{\xi R_b b h_0 + R_s A'_s}{R_s}. \quad (3.26)$$

4. Шарт бажарилмаса, яъни $\alpha_m > \alpha_R$ бўлганда (3.26) ҳисоблаш формуласида $\xi = \xi_R$ қабул қилинади.

I. A_s ва A_s' арматуралар кесим юзаларини аниқлаш



II. A_s арматура кесим юзасини аниқлаш



3.6–расм. Кўндаланг кесими тўғри бурчак бўлган икки ёқлама арматураланган элементларни нормал кесим бўйича ҳисоблаш учун блокс–схема

3.5. Тавр кесимни ҳисоблаш

Тавр кесимли элементлар қурилишнинг ҳамма соҳасида алоҳида тўсин, қовурғали плита сифатида кенг қўлланилади. Тавр кесим тўғрибурчакли кесимга қараганда тежамлироқ ҳисобланади. Чунки тавр кесимларнинг чўзилган зоналаридаги ишга жалб қилинмайдиган бетон кесим юзаси тўғри тўрбурчак кесимларга нисбатан минимал бўлиб, чўзилган қовурға кесим юзасига тенг бўлади.

Тавр кесимларни лойихалашда ҳисобда эътиборга олинадиган тавр кесим рафининг эни чегараланади. Чунки тавр кесим қовурғасидан узоқлашган сари рафдаги (токчадаги) кучланишлар миқдори камайиб боради.

Ҳисобда эътиборга олинадиган тавр кесим рафи b'_f қиймати қуйидаги шартдан қабул қилинади. Раф токчасининг узунлиги қовурғадан ҳар икки томонга элемент равоғининг $1/6$ қисмидан катта ва қуйида келтирилганлардан катта бўлмаслиги шарт:

а) кўндаланг қовурғалар мавжуд бўлганда ёки раф қалинлиги $h'_f > 0,1h$ бўлганда бўйлама қовурғалар орасидаги соф масофанинг $1/2$ қисмидан;

б) кўндаланг қовурғалар бўлмаганда ёки улар орасидаги масофа бўйлама қовурғалар орасидаги масофадан катта бўлганда ҳамда $h'_f < 0,1h$ бўлганда – $6 h'_f$ дан;

в) раф консол шаклида бўлганда:

$h'_f \geq 0,1h$ бўлганда – $6 h'_f$ дан;

$0,05h \leq h'_f \leq 0,1h$ бўлганда – $3 h'_f$ дан;

$h'_f < 0,1h$ бўлганда – токчалар ҳисобга олинмайди.

Тавр кесимларни ҳисоблашда икки ҳол учрайди. Биринчи ҳолда нейтрал ўқ раф кесими баландлиги чегарасида жойлашади, яъни сиқилиш зонасининг баландлиги раф қалинлигига тенг ёки ундан кичик бўлади: $x \leq h'_f$ (расм 3.7,а). Иккинчи ҳолатда нейтрал ўқ кесим рафини кесиб ўтади, яъни сиқилиш зонасининг баландлиги раф қалинлигидан катта бўлади бўлади: $x > h'_f$ (расм 3.7,б).

Сиқилиш зонасининг баландлиги номаълум бўлганда ҳисоблаш ҳоллари қуйидагича аниқланади:

тавр кесим ўлчамлари ва ҳисобий эгувчи момент маълум бўлганда

$$M \leq R_b b'_f h'_f (h_o - 0,5h'_f) \quad (3.27)$$

шарт бажарилганда нейтрал ўқ раф баландлиги чегарасида жойлашади (I ҳол), акс ҳолда қовурғани кесиб ўтади (II ҳол);

ҳисобий эғувчи момент номаълум бўлиб, бетон ва арматура синфлари , тавр кесим ўлчамлари ҳамда арматура кесим юзаси A_s маълум бўлганда

$$R_s A_s \leq R_b b'_f h'_f \quad (3.28)$$

шарт бажарилганда нейтрал ўқ раф баландлиги чегарасида жойлашади (I ҳол), акс ҳолда қовурғани кесиб ўтади (II ҳол).

Нейтрал ўқ раф кесими баландлиги чегарасида жойлашганда (I ҳол) тавр кесимли элементлар кесими тўғри тўртбурчак шаклидаги элементлардек ҳисобланади. Бунда $b = b'_f$ қабул қилиниб, ҳисоблаш формулалари қуйидаги кўринишни олади:

$$R_s A_s - R_b b'_f x = 0. \quad (3.29)$$

Момент ўқи чўзилган арматура оғирлик марказига жойлаштирилганда

$$M_u = R_b b'_f x (h_0 - 0,5x) \quad (3.30)$$

Талаб қилинадиган арматура кесим юзаси қуйидаги формуладан аниқланади:

$$A_s = \frac{M}{R_s \eta h_0} \quad (3.31)$$

бу ерда η коэффицентнинг қиймати қуйидаги формуладан аниқланадиган α_m коэффиценти миқдorigа қараб 3.1 жадвалдан топилади:

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b b'_f h_0^2}; \quad (3.32)$$

Нейтрал ўқ тавр кесим қовурғасини кесиб ўтганда (II ҳол) раф ва қовурғанинг бир қисми сиқилиш зонасига тушади. Бу ҳолда ҳисоблаш формулалари қуйидаги кўринишни олади:

сиқилиш зонасининг баландлиги қуйидаги тенгламадан аниқланади:

$$R_s A_s = R_b (b'_f - b) h'_f + R_b b x = 0 \quad (3.33)$$

тавр кесим юк кўтариш қобилияти қуйидаги формуладан ҳисобланади:

$$M_u = R_b b x (h_0 - 0,5x) + R_b (b'_f - b) h'_f (h_0 - 0,5 h'_f). \quad (3.34)$$

Тавр кесимлар учун $x \leq \xi_R h_0$ шарт бажарилиши лозим.

Талаб қилинадиган арматура кесим юзаси қуйидаги формуладан аниқланади:

$$A_s = \frac{[\xi b h_0 + (b'_f - b) h'_f] R_b}{R_s}. \quad (3.35)$$

бу ерда ξ коэффициентнинг қиймати қуйидаги формуладан аниқланадиган α_m коэффициентни миқдorigа қараб 3.1 жадвалдан топилади:

$$\alpha_m = \frac{M - R_b (b'_f - b) h'_f (h_0 - 0,5 h'_f)}{R_b b h_0^2}. \quad (3.36)$$

Тавр кесимни ҳисоблашда урта характерли масала учрайди.

Биринчи масала. Берилган бетон кесимида арматуралар кесим юзасини аниқлаш, талаб қилинади

Ташқи момент ва b , h , b'_f , h'_f , R_s , қийматлари маълум. Аввал, тавр кесимни ҳисобли ҳолатини аниқлаш учун токча кесимида ўтадиган нейтрал ўқи шартидан фойдаланамиз:

$$M \leq R_b b'_f h'_f (h_0 - 0,5 h'_f) \quad (3.37)$$

(3.37) шарт бажарилса арматура кесим юзаси A_s худди тўғри бурчакли кесимлардагидек ҳисобланади. Агар бу шарт бажарилмаса, яъни

$$M > R_b b'_f h'_f (h_0 - 0,5 h'_f) \quad (3.38)$$

бўлганда нейтрал ўқ токча баландлигидан пастда жойлашади. Арматура кесим юзаси A_s тавр кесимларни ҳисоблаш учун чиқарилган формула бўйича ҳисобланади.

Тавр кесимли элемент мувозанат шартлари қуйидаги кўринишда бўлади:

$$R_s A_s = \xi R_b b h_0 + R_b (b'_f - b) h'_f, \quad (3.39)$$

$$M = \alpha_0 R_b b h_0^2 + R_b (b'_f - b) h'_f (h_0 - 0,5 h'_f). \quad (3.40)$$

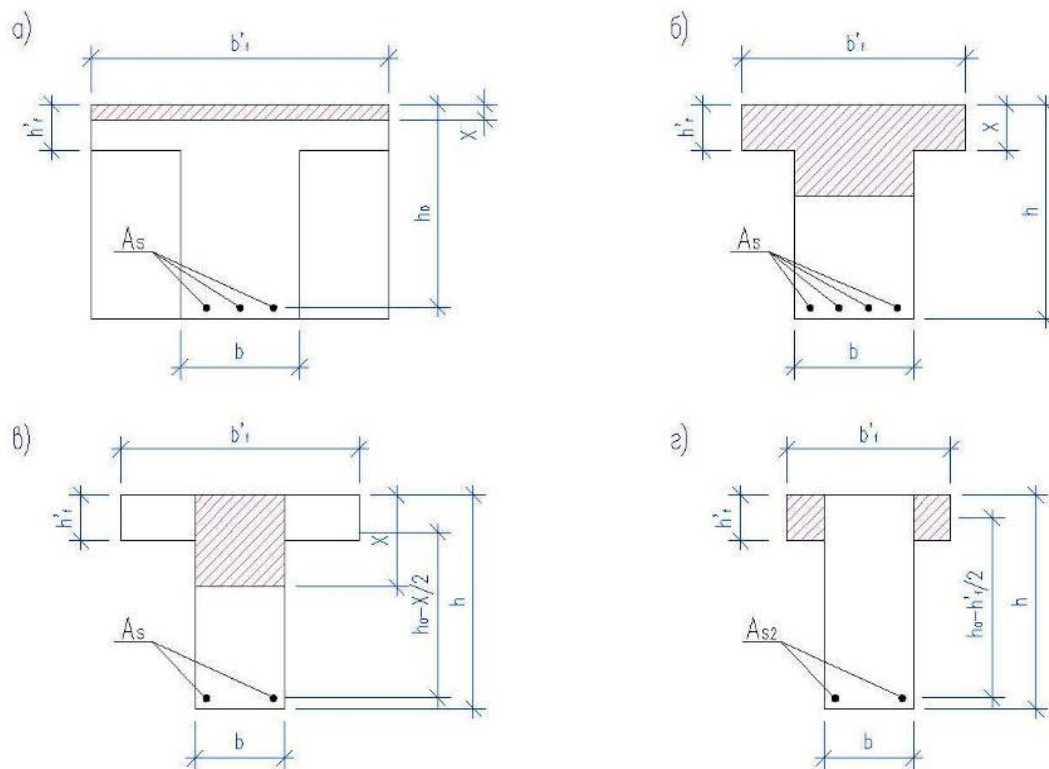
(3.40) тенгламадан

$$\alpha_0 = [M - R_b (b'_f - b) h'_f (h_0 - 0,5 h'_f)] / R_b b h_0^2. \quad (3.41)$$

(3.39) тенгламадан арматура кесим юзаси ҳисобланади:

$$A_s = [\xi b h_0 + (b'_f - b) h'_f] R_b / R_s \quad (3.42)$$

Сикилиш зонасининг нисбий баландлиги ξ (3.41) формуладан аниқланадиган α_0 коэффициент қийматига мос равишда 3.1 жадвалдан аниқланади.



3.7–расм. Тавр кесимининг ҳисоби.

a – тоқчада жойлашган сиқилган зона; б – қовурғада жойлашган сиқилган зона; в – қовурға сиқилган зонаси қисми; арматуранинг чўзилган кесим зонаси қисми; г – тоқча сиқилган зона қисми

Иккинчи масала. Лойиҳалаштирилган тавр кесимнинг мустаҳкамлигини текшириш. Кўндаланг кесим кўлчамлари ва арматура кесим юзаси маълум. Ҳисоблаш ҳудди биринчи масаладагидек олиб борилади. Аввал (3.37) ва (3.38) формулалардан тавр кесимининг ҳисобий ҳолати аниқланади. Ҳисобий ҳолатга боғлиқ ҳолда ҳисоб тўғри бурчакли кесим (3.5) ёки тавр кесим мустаҳкамлигини ҳисоблаш формулалари (3.40) бўйича текширилади.

Учинчи масала. Талаб қилинган тавр кесим ўлчамлари ва арматура кесим юзасини аниқлаш. Тавр тўсиннинг кўндаланг кесими баландлиги қуйидаги тахминий формуладан аниқланади

$$h=(7\ldots 9)\sqrt[3]{M}, \quad (3.43).$$

бу ерда: M – ташки юклардан эгувчи момент, кН м; h – кесим баландлиги, см.

Токча ўлчамлари h_f ва b_f конструктив талаблар бўйича қабул қилинади.

Тавр кесим коворғасининг энини $(0,4\ldots 0,5)h$ қабул қилиш тавсия этилади.

Кесимнинг геометрик ўлчамлари маълум бўлгандан кейин ҳисоблаш (3.39) ва (3.40), (3.41) ва (3.42) формулалардан биринчи масаладагидек бажарилади.

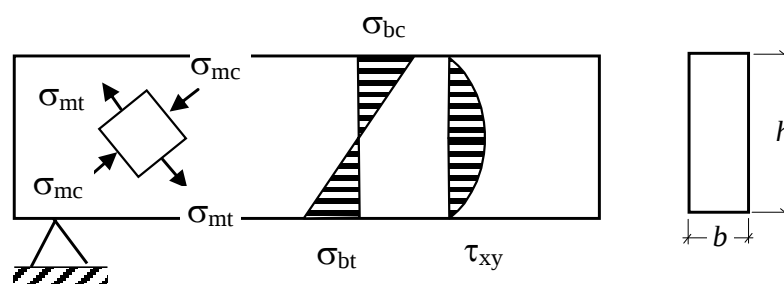
НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ

1. Эгилувчи элементларининг турларини айтинг ва талабларини санаб ўтинг, конструкцияларга уларни конструкциялашдаги талаблари.
2. Тўсинда кўндаланг арматурани белгиланг.
3. Плитада арматура сеткаларини жойлашиши принцеплари.
4. Якка арматура билан эгилувчан тўғрибурчакли ҳисоблаш усуллари.
5. Икки чегаравий ҳолатни ҳисоблашда қандай тавсифнома қўлланилади?
6. Якка арматура билан нормал кесим эгилувчи темирбетон элементлари тартибини келтиринг.
7. Икки арматурали нормал кесим ҳисоб тартибини келтиринг, санаб ўтинг.
8. Нормал кесимли эгилувчи икки арматурали темирбетон элементларини келтиринг.
9. Таврли кесимдан тўғрибурчакли кесимнинг фарқи.
10. Тавр кесимни ҳисоби токчанинг энига қандай белгиланади?
11. Тавр кесимнинг икки асосий ҳисоб ҳолатини айтинг.
12. Тавр кесим ҳисоби

IV–Бoб. ЭГИЛУВЧАН ЭЛЕМЕНТЛАРНИНГ МУСТАҲКАМЛИГИНИ ҚИЯ КЕСИМ БЎЙИЧА ҲИСОБЛАШ

4.1. Кўндаланг куч таъсирига қия кесимнинг мустаҳкамлиги

Эгилувчи элементларнинг таянч зоналарида эгувчи момент ва кесувчи куч таъсиридан мураккаб текис кучланиш ҳолати содир бўлади. Элементнинг қия кесимида вужутга келадиган бош сиқувчи кучланишлар бетонни эзишга ҳаракат қилса, бош чўзувчи кучланишлар бетонни ёришга ҳаракат қилади (4.1–расм).



4.1 – расм. Эгилувчан элемент таянч зонасининг кучланиш ҳолати

Бош сиқувчи ва бош чўзувчи кучланишлар қийматлари материаллар қаршилиги курсида келтирилган қуйидаги формуладан аниқланади:

$$\sigma_{\frac{mc}{mt}} = -\frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \pm \sqrt{\frac{(\sigma_x - \sigma_y)^2}{4} + \tau_{xy}^2}, \quad (4.1)$$

бу ерда σ_x – элемент кўндаланг кесимидаги нормал кучланиш; σ_y – элемент бўйлама кесимидаги нормал кучланиш; τ_{xy} – элемент кесимидаги уринма кучланиш.

Элемент нейтрал ўқида нормал σ_x кучланишларнинг қиймати нолга тенг эканлигини (4.2– расмга қаранг) ва σ_y кучланишнинг қиймати жуда ҳам кам ($\sigma_y \approx 0$) эканлигини эътиборга олганда (4.1) формула қуйидаги кўринишни олади:

$$\sigma_{\frac{mc}{mt}} = \tau_{xy} \cdot \quad (4.2)$$

Уринма кучланиш миқдори Журавский формуласидан аниқланади:

$$\tau_{xy} = \frac{QS}{bI}, \quad (4.3)$$

бу ерда Q – кесувчи куч; S – кесим силжийдиган қисмининг нейтрал ўққа нисбатан статик моменти; b – кесим эни; I – элемент кесимининг нейтрал ўққа нисбатан инерция моменти.

Тўғри тўртбурчак кесим учун $S = bh^2/8$; $I = bh^3/12$. Бу ифодаларни (4.3) формулага қўйиб (4.2) формуладан кесувчи куч учун қуйидаги муносабатни оламиз:

$$Q = \frac{8}{12} bh \sigma_{mc} = 0,67 \times b \times h \times \sigma_{mc}. \quad (4.3)$$

(4.3) формулада $\sigma_{mc} = R_b$ қабул қилиб қия кесим бузилишининг сиқилган бетон бўйича максимал қийматини аниқлаймиз:

$$Q_{\max} = 0,67 \times b \times h \times R_b. \quad (4.3)$$

(4.3) формулада $\sigma_{mt} = R_{bt}$ қабул қилиб қия кесим бузилишининг чўзилган бетон бўйича минимал қийматини аниқлаймиз.

$$Q_{\min} = 0,67 \times b \times h \times R_{bt}. \quad (4.3)$$

Қурилиш меъёрлари ва қоидаларида [1] қия кесим бузилишининг сиқилган бетон бўйича максимал қийматини аниқлаш учун қуйидаги формула берилган:

$$Q_{\max} = 0,3 \varphi_{w1} \varphi_{b1} \times R_b \times b \times h_0, . \quad (4.3)$$

бу ерда φ_{w1} – элемент бўйлама ўқига нормал бўлган кўндаланг арматуранинг таъсирини эътиборга олувчи коэффициент, $\varphi_{w1} = 1 + 5\alpha\mu_w$; $\alpha = \frac{E_s}{E_b}$; $\mu_w = \frac{A_{sw}}{b \times s}$; E_s ва E_b – арматура ва бетон эластик модуллари; A_{sw} – тўсининг бир кўндаланг кесимида жойлашган кўндаланг арматуралар (хомутлар) кесим юзаси; $\varphi_{b1} = 1 - \beta R_b$; оғир, майда донли ва уяли бетонлар учун $\beta = 0,01$; енгил бетонлар учун $\beta = 0,02$.

Қурилиш меъёрлари ва қоидаларида [1] қия кесим бузилишининг чўзилган бетон бўйича минимал қийматини аниқлаш учун қуйидаги формула берилган:

$$Q_{min} > \varphi_b 3R_{bt}bh_0, \quad (4.4)$$

бу ерда φ_{b3} —бетон турига боғлиқ коэффицент, оғир бетонлар иучун $\varphi_{b3}=0,6$.

Эгилувчи элементнинг қия кесим бўйича бузилиши уч кўринишда бўлиши мумкин (4.2 расм).

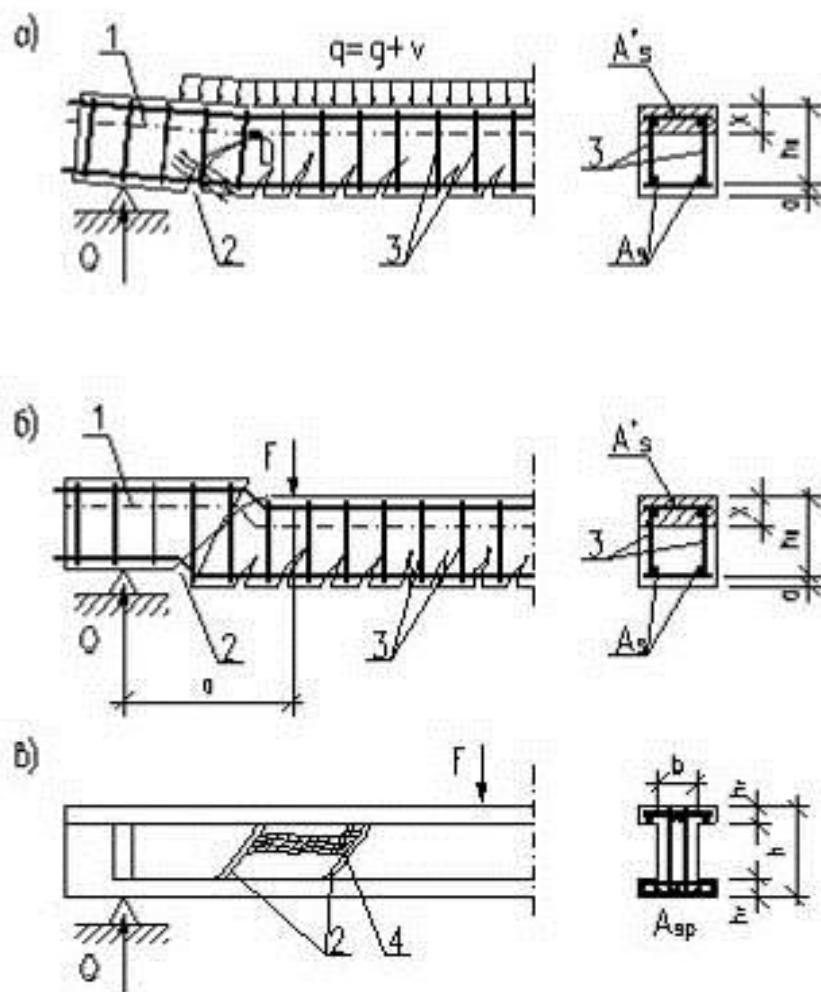
1. Эгувчи момент таъсиридан элемент чўзилган зонасидаги бетондаги кучланишлар бетоннинг чўзилишдаги чегаравий қаршилигидан $R_{bt,ser}$ катта бўлади. Натижада чўзилган бетонда ёриқлар пайдо бўлади. Ёриқлар пайдо бўлган кесимларда ҳамма чўзувчи зўриқишларни бўйлама арматура ўзига қабул қилади. Элемент чўзилган зонада арматура билан сиқилган зонада эса бетон билан бирлашган икки қисмга бўлинади. Бу икки қисм сиқилган зонада жойлашган “Д” нуқта атрофида буралади.

Ёриқларнинг ривожланиши сари арматурада оқувчанлик бошланади ёки бўйлама арматура бетонга ишончи анкерланмаган бўлса суғурилиб чиқади. Кесим сиқилган зонасининг баландлиги қисқаради ва элемент бузилади (4.2, а – расм).

2. Мустаҳкамлиги етарли ва бўйлама ишчи арматура бетонга яхши анкерланган бўлганда бетоннинг элементнинг бузилиши ёриқлар устидаги бўйлама арматуранинг оқувчанлик чегарасига етгунга қадар рўй беради (4.2, б –расм). Бунда хомутлар ва қайрилган стерженларда ҳам кучланиш оқувчанлик чегарасига етади.

3. Кесими тавр, қўштавр, кути шаклида бўлган эгилувчи элементлар қовурғасининг (деворининг) эни кичик бўлганда ҳосил бўлган қия ёриқлар орасидаги бетон бош сиқувчи кучланишлар таъсиридан эзилиши рўй беради (4.2, в –расм).

Эгувчи момент таъсиридан, қия кесим мустаҳкамлиги етарли бўлмаганда, бузилиш биринчи ҳолат бўйича содир бўлади. Элементнинг иккинчи ҳолат бўйича бузилиши эса кўндаланг юклар таъсиридан рўй беради.



4.2–расм. Эгилувчи элементларнинг қия кесим бўйича бузилиш схемалари:

а – эгилувчи момент таъсирида; б – кўндаланг куч таъсирида; в – қия ёриқлар орасидаги бетоннинг сиқилишидан; 1 – нол ҳолат; 2 – қия ёриқлар; 3 – хомутлар; 4 – сиқилишдан бузилган деворнинг йўли.

4.2. Кўндаланг куч таъсирига қия кесим мустаҳкамлигини ҳисоблаш.

Ташқи ва ички куч таъсири остидаги таянч олди темирбетон элементи қисмининг мувозанати қоидасидан кўндаланг куч таъсирига қия кесим мустаҳкамлиги шарти келтириб чиқилади. Агар ташқи юк таъсиридан кўндаланг куч ички кўндаланг юклардан кам бўлса қия кесим мустаҳкамлиги таъминланган ҳисобланади:

$$Q \leq Q_{sw} + Q_{s,inc} + Q_b, \quad (4.5)$$

Q – ташқи таъсир қилувчи ҳамма кўндаланг юклар йиғиндиси;

Q_{sw} ва $Q_{s,inc}$ – хомут ва букилган стерженлар қабул қилувчи, ҳамма кўндаланг юклар йиғиндиси;

Q_b – қия кесимда сиқилувчи зонадаги бетон қабул қилувчи кўндаланг куч.

Қия ёриқлар ҳосил бўлганда бетон икки ўқли кучланиш (сиқилиш–чўзилиш) ҳолатида бўлади ва унинг мустаҳкамлиги бундай ҳолатда пасаяди. Қия ёриқлар орасидаги сиқилиш тизими бўйича бетоннинг эзилишини бартараф этиш учун кўндаланг юкларнинг чегаравий қиймати шароитини текшириш керак:

$$Q \leq Q_{u2} = 0,3\varphi_{w1}\varphi_{b1}R_b h_0, \quad (4.6)$$

бу ерда: φ_{w1} – кўндаланг арматуранинг қия кесим мустаҳкамлигига таъсирини эътиборга оладиган коэффициент, қуйидаги формуладан аниқланади, $\varphi_{w1} = 1 + 5\alpha\mu_{sw} \leq 1,3$; $\alpha = E_s/E_b$; $\mu_{sw} = A_{sw,i}n/(bs)$; $A_{sw,i}$ – битта кўндаланг стержен кесим юзаси; n – кесимдаги кўндаланг стерженлар сони; s – элемент узунлиги бўйича кўндаланг стерженлар орасидаги масофа; φ_{b1} – бетон турининг қия кесим мустаҳкамлигига таъсирини эътиборга коэффициент, $\varphi_{b1} = 1 - \beta R_b$, оғир ва майда донали бетонлар учун $\beta = 0,01$; енгил бетонлар учун $\beta = 0,02$; R_b – бетоннинг сиқилишдаги мустаҳкамлиги, МПа ҳисобида.

Агар шарт (4.6) бажарилмаса, элемент кўндаланг кесим ўлчамларини ёки бетон синфини ошириш зарур бўлади. Қия ёриқлар орасидаги бетон мустаҳкамлиги таъминланган ҳолатда, кўндаланг арматура ва сиқилган бетон биргаликда қабул қиладиган кўндаланг куч Q ни аниқлаш мумкин бўлади (мустаҳкамликни текшириш). Тўсин узунлигида энг хавфли қия кесимнинг горизонтал ўққа проекцияси қуйидаги шарт орқали аниқланади:

$$Q_{sw} + Q_b \rightarrow \min. \quad (4.7)$$

Бу шарт $Q_{sw} = Q_b$ бўлганда, яъни ташқи кўндаланг куч Q сиқилган бетон ва кўндаланг арматура орасида тенг тақсимланганда бажарилади: $Q_{sw} = Q_b = Q/2$.

Q_{sw} , $Q_{s,inc}$, Q_b қийматларни аниқлашда бетондаги кучланиш сиқилишдаги чегаравий мустаҳкамлигига (R_b) тенг, кўндаланг ва қия арматурада

кучланишлар эса чўзилишдаги чегаравий мустаҳкамликларига (R_{sw} , R_{sw}) тенг бўлади деб қабул қилинади. Бунда, хомутлар ва кўндаланг стерженлар элементнинг бўйлама ўқига перпендикуляр жойлашган бўлиб, улар қабул қилинадиган кўндаланг куч қуйидаги формулалардан аниқланади:

$$Q_{sw} = \sum R_{sw} A_{sw}, \quad (4.8)$$

ёки

$$Q_{sw} = q_{sw} c, \quad (4.9)$$

$A_{sw} = n A_{sw,1}$ – кўндаланг стерженлар (хомутлар) кесими юзаси; $A_{sw,1}$ – битта кўндаланг арматура (хомут) кесим юзаси; n – элемент кўндаланг кесимидаги хомутлар сони; c – қия ёриқнинг элемент бўйлама ўқидаги проекцияси узунлиги (расм. 4.2); q_{sw} – узунлик бирлигидаги хомутлар қабул қилувчи юклар:

$$q_{sw} = R_{sw} A_{sw} / s \quad (4.10)$$

бу ерда: s – элемент бўйлама ўқи бўйича кўндаланг стерженлар (хомутлар) орасидаги масофа.

Қия ёриқ чўққисидаги сиқилган бетон қабул қилувчи кўндаланг куч эмперик формуладан аниқланади:

$$Q_b = [\varphi_{b2}(1 + \varphi_n \varphi_l) R_{bt} b h_0^2] / c, \quad (4.11)$$

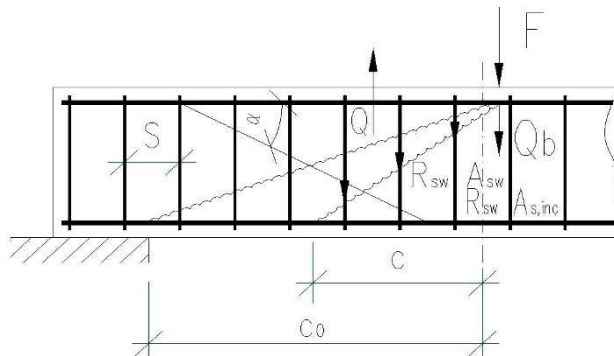
бу ерда: φ_{b2} – бетон турини эътиборга оладиган коэффициент; оғир бетон учун $\varphi_{b2} = 2$; майдадонли бетон учун $\varphi_{b2} = 1,7$; енгил бетонлар учун: ўртача зичлик $D \geq 1900$ бўлганда $\varphi_{b2} = 1,9$; $D \leq 1900$ бўлганда: майда тўлдирувчи зич бўлганда $\varphi_{b2} = 1,75$; майда тўлдирувчи ғовак бўлганда $\varphi_{b2} = 1,5$.

$$\varphi_n = \frac{0,1N}{R_{bt} b h_0} \geq 0,5 - \text{бўйлама кучнинг қия кесим мустаҳкамлигига таъсирини}$$

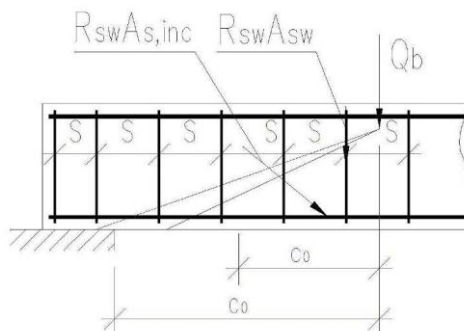
ҳисобга оладиган коэффициент. Олдиндан зўриқтирилмаган эгилувчи элементларда коэффициент $\varphi_n = 0$ деб қабул қилинади. Умуман $1 + \varphi_n + \varphi_f$ йиғинди миқдори 1,5 дан ошмаслиги шарт.

Хомутлар ва букилган арматуралар ҳисобида қия кесимнинг горизонтал ўққа проекцияси C_0 кесим ишчи баландлиги h_0 дан кам ва $2h_0$ дан катта қабул қилинмайди, яъни

$$h_0 \leq c_0 \leq 2 h_0 \text{ (4.3–расм).}$$



4.2–расм. Қия кесим бўйича эгиловчи элементларнинг ҳисобига



4.3–расм. Қия кесимнинг горизонтал ўққа проекциясини ҳисоблаш учун

Хавфли қия ёриқнинг горизонтал ўққа проекцияси C_0 4.7 шартдан аниқланади. (4.9) ва (4.11) ифодаларнинг чап томоноларини тенглаштириб қуйидаги ифодани оламиз:

$$q_{sw}c_0 = [\varphi_{b2}(1 + \varphi_n + \varphi_f)R_{bt}bh_0^2]/c, \quad (4.12)$$

бундан:

$$c_0 \sqrt{\varphi_{b2}(1 + \varphi_n + \varphi_f)R_{bt}bh_0^2 / q_{sw}} \quad (4.13)$$

Берилган ташқи Q кучга мос келадиган кўндаланг арматура кесими ўлчамларини танлаш учун, энг хавфли қия ёриқларнинг горизонтал ўққа проекциясини c_0 аниқлаш зарур. Уни q_{sw} қиймати орқали ҳисобланади, худди шундай номаълум қиймат ёрдами билан. Бу масалани ечиш учун q_{sw} ни Q нинг маълум қиймати орқали белгилаш зарурдир. Энг хавфли қия ёриқлар $Q_{sw} = Q/2$ ни ҳисобга олиб, (4.5) ва (4.8) га мувофиқ $c = c_0$ деб ҳисоблаб

$$\begin{aligned} Q/2 = Q_{sw} = q_{sw}c &= q_{sw} \sqrt{\varphi_{b2}(1 + \varphi_n + \varphi_f)R_{bt}bh_0^2 / q_{sw}} = \\ &= \sqrt{\varphi_{b2}(1 + \varphi_n + \varphi_f)R_{bt}bh_0^2 / q_{sw}}, \end{aligned}$$

$$q_{sw} = (Q/2)^2 / [\varphi_{b2}(1 + \varphi_n + \varphi_f) R_{bt} b h_0^2] \quad (4.14)$$

бу ерда,

Қия кесим мустаҳкамлигини ҳисоблашнинг кетма–кетлиги ва эгилувчан элементлардаги кўндаланг арматура ҳисоби блок–схемаси (4.4–расм ва 4.5) келтирилган.

Доимий баландликдаги эгилувчан элементлар қия кесимидаги жамланма куч билан юкланган ва арматураланган кўндаланг арматура билан (букилмаган) кўндаланг куч таъсирига мустаҳкамлигини текширишда 8 п га чиқилганда (4.4–расм.) кесим мустаҳкамлигини кўндаланг куч Q қия ёриқлар орасидаги қия тизим мустаҳкамлиги таъминланмаган бўлади. Бундай ҳолатда, кесим ўлчовлари b, h ($\uparrow b \times h$) ни ошириш зарур ёки бетон синфини ошириш ($\uparrow B$) кераклигини билдиради.

Кесим мустаҳкамлиги Q ни таъсири қия ёриқлар бўйича таъминланмаганлигини билдиради. Бундай ҳолларда кесим ўлчовларини ($b \times h$), бетон синфини (B) ошириш ёки кўндаланг арматуралаш параметрларини ўзгартириш ($\uparrow R_{sw}, \rightarrow R_{sw}, \downarrow S$) зарурлигини билдиради. 13. п га чиқиш кесим мустаҳкамлиги таъминланганлигини билдиради. Жамланган куч билан юкланган доимий баландликдаги эгилувчан элементлардаги кўндаланг арматураларни ҳисоблашни кўндаланг кесимларнинг кўндаланг куч таъсирига мустаҳкамлиги шартидан блок–схемага (4.5–расм) мос ўтказиш керак.

Комбинацияланган кўндаланг арматураланганда (букмалар, хомутлар) қия кесим мустаҳкамлигини ҳисоблаш

Катта кўндаланг куч таъсири зонасида, қачон $Q > Q_{sw} + Q_b$ бўлса, тўсинларни кучлантириш учун букилган арматуралар қўлланилади, ишчи арматураларининг маълум қисми чўзилган зонадан сиқилган зонага ўзгартилади (4.6–расм). Бундай ҳолатда мустаҳкамлик шартини ҳисобга олиб (4.1.) бир қия юзаликдаги зарур бўлган букилма арматура кесим юзасини аниқлаш учун боғлиқликни оламир:

$$A_{s,inc} = [Q - (Q_b + Q_{sw})] / (R_{sw} \sin \alpha) \quad (4.15.)$$

Кўндаланг куч бўйича ҳисоблашни қия кесим учун олиб бориш керак, қуйидаги нуқталарда ўтувчи: 1–таянч чегараси; 2–чўзилган зонада букилма жойлаштиришнинг бошланиши; 3–хомутлар оралиғининг ўзгариши нуқтаси (4.6–расм) бунга мос Q_i катталиги (4.15.) формулада ҳар бир келгуси юзаликда кўндаланг куч Q га тенг деб қабул қилинади.

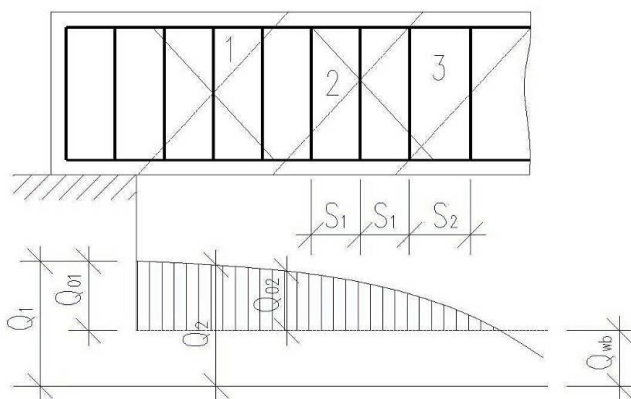
Букилма стерженлар $10d$ радиус билан ёй бўйича бажарилади, букилган стерженларнинг охирида тўғри участкалар ҳосил қилиш керак бўлади, уларнинг узунлиги чўзилган зонада $20d$ дан ва сиқилган зонада $10d$ дан кам бўлмаслиги керак. Чўзилувчан зонада букилманинг бошланиши нормал кесимдан сақланмоғи керак, букиладиган стержендан ҳисоб бўйича фойдаланилади, яъни, $0,5h_0$ дан кам бўлмаслиги, букилманинг охири эса нормал кесимдан яқин бўлмаслиги, букилма ҳисоб бўйича талаб қилинмайди. Икки қўшни хомутлар орасида ёриқлар ҳосил бўлиш имконини йўқ қилиши учун, таъсир қилувчи кўндаланг куч таъсирини фақат бетон қабул қилиши керак. Бундай ҳолатда (4.15) шарт қуйидаги кўринишни олади:

$$c = \varphi_{b2}(1 + \varphi_f + \varphi_n) \frac{R_{bt} R h_0^2}{Q}$$

$c = s$ деб қабул қилиб, хомутларни ўрнатаётгандаги ноаниқликни ҳисобга олибчи коэффициент $0,75$ ишлатилади ва қуйидагича бўлади

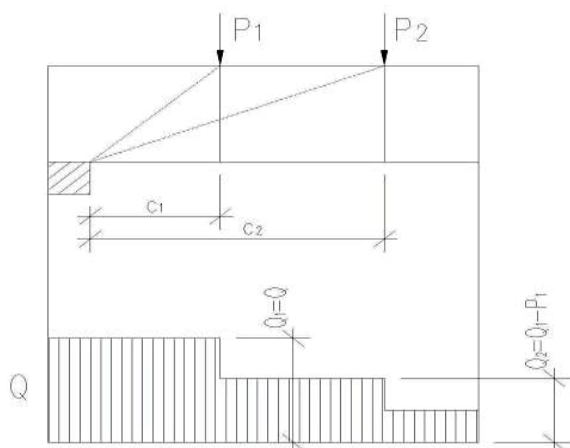
$$s_{max} = [0,78 b_2(1 + \varphi_f + \varphi_n) R_{bt} b h_{02}] / Q \quad (4.16.)$$

ни ҳосил қиламиз.



4.4–расм. Хомутлар ва букилган стерженлар билан арматураланганда кўндаланг кучни ҳисоблашда энг хавфли кесимнинг жойлашиши:

1–таянч чегарасидан ўтувчи кесим. 2–чўзилган зонадан сиқилган зонага букилган стерженнинг букилиш бошланиши жойидан ўтувчи кесим; 3–худди шундай, кўндаланг стерженлар (хомутлар) орасидаги масофани ўзгариш нуқтаси орқали.



4.5–расм. Кўндаланг арматурасиз элементларда кесимнинг жуда хавфли жойлашганлиги схемаси.

P_1, P_2 – жамланган куч йўналтирилган нуқта; 1 ва 2 – кўндаланг кучлар Q_1 ва Q_2 , C_1 ва C_2 – шу кесимларнинг элемент ўқидаги проекцияси узунлиги

Кўндаланг арматурасиз элементларни ҳисоблаш

Яхлит плита, тўсин ва қовурғаларда, шунингдек баландлиги 300 мм гача бўлган серқовурғали йиғма плиталарда кўндаланг арматуралар билан арматуралмаслиги мумкин. Кўндаланг арматурасиз элемент қия кесимининг мустаҳкамлигини ҳисоблаш таянч чегарасида, яъни кўндаланг куч максимал қийматга эга бўлган жойда олиб борилади. Тажрибалардан маълумки қия кесим мустаҳкамлигини таъминлаш учун қуйидаги шарт бажарилиши талаб этилади:

$$Q \leq Q_{b1} = [\varphi_{b4}(1 + \varphi_n) R_{bt} b h_0^2] / c, \quad (4.17)$$

Q – қия кесимга таъсир қилувчи кўндаланг куч.

(4.17) формула ўнг томонидаги ифоданинг қиймати қуйидаги шартни қаноатлантириши шарт:

$$2,5 R_{bt} b h_0 \geq Q_{b1} > \varphi_{b3} (1 + \varphi_n) R_{bt} b h_0;$$

φ_{b4} – коэффициент, оғир бетонлар учун – 1,5 деб қабул қилинади; майда донали бетонлар учун – 1,2; енгил бетонлар учун ўртача зичлик бўйича маркаси $\geq D1900$ бўлганда – 1,2 ва $\leq D1800$ бўлганда – 1,0;

Q_{b1} – сиқилган бетон қабул қиладиган чегаравий кўндаланг куч;

с – таянч орқали ўтувчи хавфли қия кесимнинг элемент бўйлама ўқиға проекцияси.

4.3. Қия кесим мустаҳкамлигини эгувчи момент таъсирига ҳисоблаш

Эгиладиган элементларнинг қия ёриқ пайдо бўлган кесими мустаҳкамлигини таъминлаш учун хавфли қия кесим бўйича эгувчи момент таъсирига ҳисоблаш кўйидаги шартдан текширилади:

$$M \leq M_s + M_{sw} + M_{s,inc} . \quad (4.18).$$

бу ерда M – қаралаётган қия кесимдан бир томонда жойлашган ҳамма ташқи юклар таъсиридан сиқилган зонадаги зўриқишлар тенг таъсир этувчиси қўйилган нуқтага нисбатан олинган эгувчи момент қиймати.

M_s , M_{sw} ва $M_{s,inc}$ моментлар, мос равишда, чўзилган бўйлама A_s , кўндаланг A_{sw} ва букилган $A_{s,inc}$ арматураларда ҳосил бўладиган зўриқишларнинг сиқилган зонадаги чўриқишлар тенг таъсир этувчиси қўйилган нуқтага нисбатан олинган эгувчи моментлар қийматлари.

Қия кесимни эгувчи момент таъсирига ҳисоблаш кўйидаги ҳолатларда бажарилади:

- арматурани тежаш мақсадида элемент узунлиги бўйича бўйлама арматура қирқилган жойларда;
- бўйлама арматура элемент сиқилган зонасига букиб ўтказилган жойларда;
- тўсинларнинг таянчларга яқин жойларида;
- консол балкаларнинг эркин учларида;
- элемент узунлиги бўйича кўндаланг кесими кескин ўзгарган жойларда.

Элементларнинг таянчларга яқин жойларида қия ёриқни кесиб ўтадиган бўйлама арматура қабул қиладиган момент қуйидаги формуладан аниқланади:

$$M = R_s A_s z_s , \quad (4.19)$$

бу ерда A_s – қия кесимни кесиб ўтадиган бўйлама арматура кесим юзаси; z_s – бўйлама арматура оғирлик марказидан сиқилган зонадаги зўриқишлар тенг таъсир этувчиси қўйилган нуқтагача бўлган масофа.

Бўйлама арматуранинг анкерланиши етарли бўлмаганда арматуранинг чўзилишдаги ҳисобий қаршилиги R_s қия кесим билан кесишган жойда γ_{s5} коэффициент ёрдамида камайтирилади.

Элемент бўйлама ўқига нормал жойлашган хомутлар орасидаги масофа бир хил бўлганда қаралаётган қия кесим чўзилган зонаси чегарасида хомутлар қабул қиладиган момент қуйидаги формуладан аниқланади:

$$M_{sw} = q_{sw} \frac{c^2}{2}, \quad (4.20)$$

бу ерда q_{sw} – бирлик узунликда хомутлар қабул қиладиган зўриқиш; c – хавфли қия кесимнинг элемент бўйлама ўқига проекцияси.

Маълум бир конструктив талаблар бажарилганда элементнинг қия кесим бўйича мустаҳкамлиги эгувчи моментлар таъсирига ҳисобланмаслиги мумкин.

Элементнинг нормал кесим бўйича мустаҳкамлигини таъминлаш шартидан энг ката эгувчи момент бўйича ҳисобланган бўйлама арматура кесим юзаси таянчларгача узилмасдан етказилса ва ишончли маҳкамланса (анкерланса) элемент қия кесимининг момент бўйича мустаҳкамлиги ихтиёрий қия кесимда таъминланади. Бу ҳолатда қия кесимнинг эгувчи момент бўйича мустаҳкамлигини ҳисоблашга эҳтиёж қолмайди.

Бўйлама арматура стерженларининг бетонга анкерланиши таъминланиши шарт. Анкерлаш зонасининг узунлигини l_{an} қўйидаги формуладан аниқланади:

$$l_{an} = \left(\omega_{an} \frac{R_s}{R_b} + \Delta \lambda_{an} \right) d \geq \lambda_{an} d, \quad (4.21).$$

бу ерда ω_{an} , $\Delta \lambda_{an}$ ва λ_{an} коэффициентларнинг қийматлари [1] адабиётнинг 36 жадвалида келтирилган.

Агар, бўйлама стерженлар етарли даражада бетонга анкерланмаган бўлса, махсус конструктив тадбирлар амалга оширилади. Анкерланиш зонаси қия арматура билан жиҳозланади, стерженлар учларига шайбалар, пластиналар, бурчакли темир парчалари пайвандланади.

Эгиладиган элементларда металлни тежаш мақсадида максимал момент бўйича танланган бўйлама арматуранинг маълум бир (50 дан кўп бўлмаган)

қисми таянчларгача олиб борилмасдан равоқда узилиши мумкин. Бўйлама арматураларнинг узилиш жойлари ҳисоб бўйича аниқланади. Бу узилиш жойлари назарий узилиш жойлари деб аталади. Узиладиган бўйлама арматураларнинг учлари назарий узилиш жойларидан W масофага ўтказилиб кесиб ташланади. W қиймати қия кесимни эгувчи момент таъсирига ҳисоблашдан аниқланади:

$$W = \frac{Q_1}{2q_{sw}} + 5d \geq 20d, \quad (4.22)$$

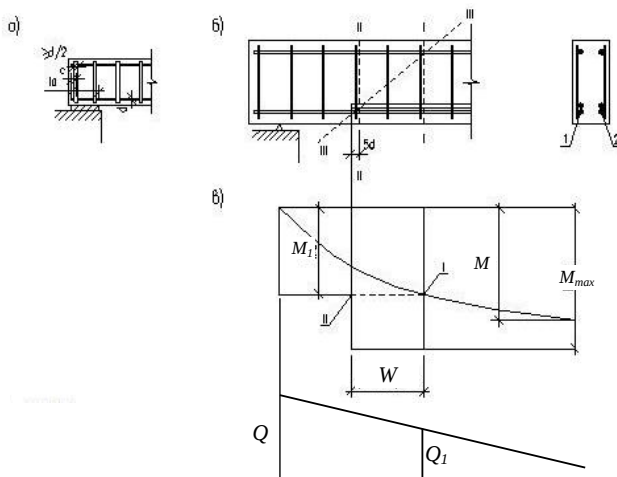
бу ерда Q_1 – стерженнинг назарий узилиш нуқтасидаги кўндаланг куч; d – узиладиган стержен диаметри.

q_{sw} қуйидаги формуладан аниқланади:

$$q_{sw} = \frac{R_s A_{sw}}{S} \geq \frac{\varphi_{b3}(1 + \varphi_n + \varphi_f) R_{bt} b}{2}. \quad (4.23)$$

Стерженнинг назарий узилиш жойи қуйидагича аниқланади. Ташқи юклар таъсиридан аниқланган момент эпюраси устига узилмасдан таянчларгача етказиладиган арматура стерженлари қабул қила оладиган момент ординатаси қуйилади ва горизонтал чизик чизилади (4.8–расм).

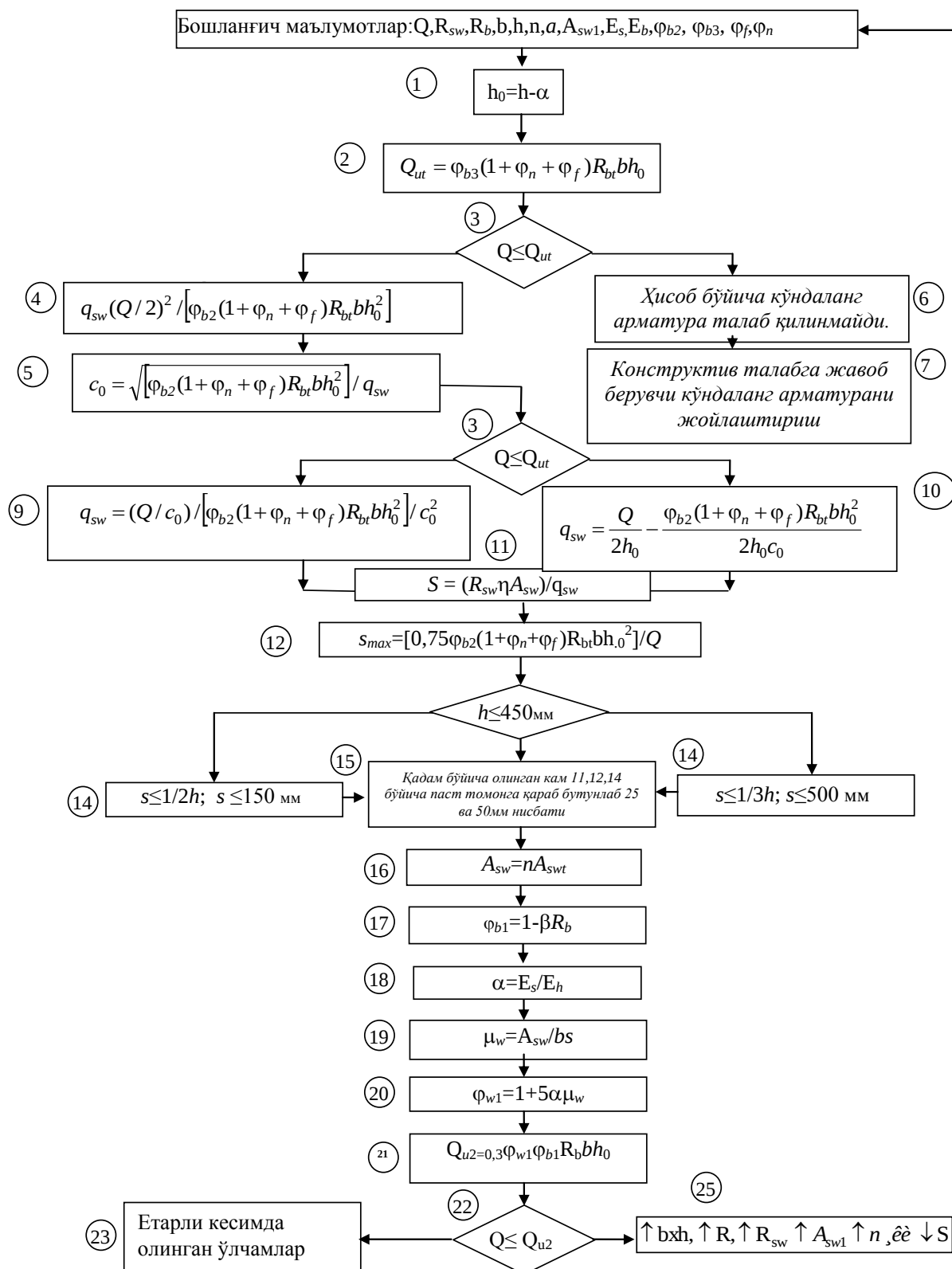
4.6–расм. Материаллар эпюраси. *а* – арматуранинг оралиқда анкерлаш билан таъминлаш. *б, в* – стерженнинг назарий узилиш жойини аниқлаш. *I* – бўйлама стерженларнинг назарий узилиш жойи. *II* – бўйлама стерженларнинг ҳақиқий узилиш жойи. *III–III* – қия қисм. *1* ва *2* – арматуранинг бўйлама стержени



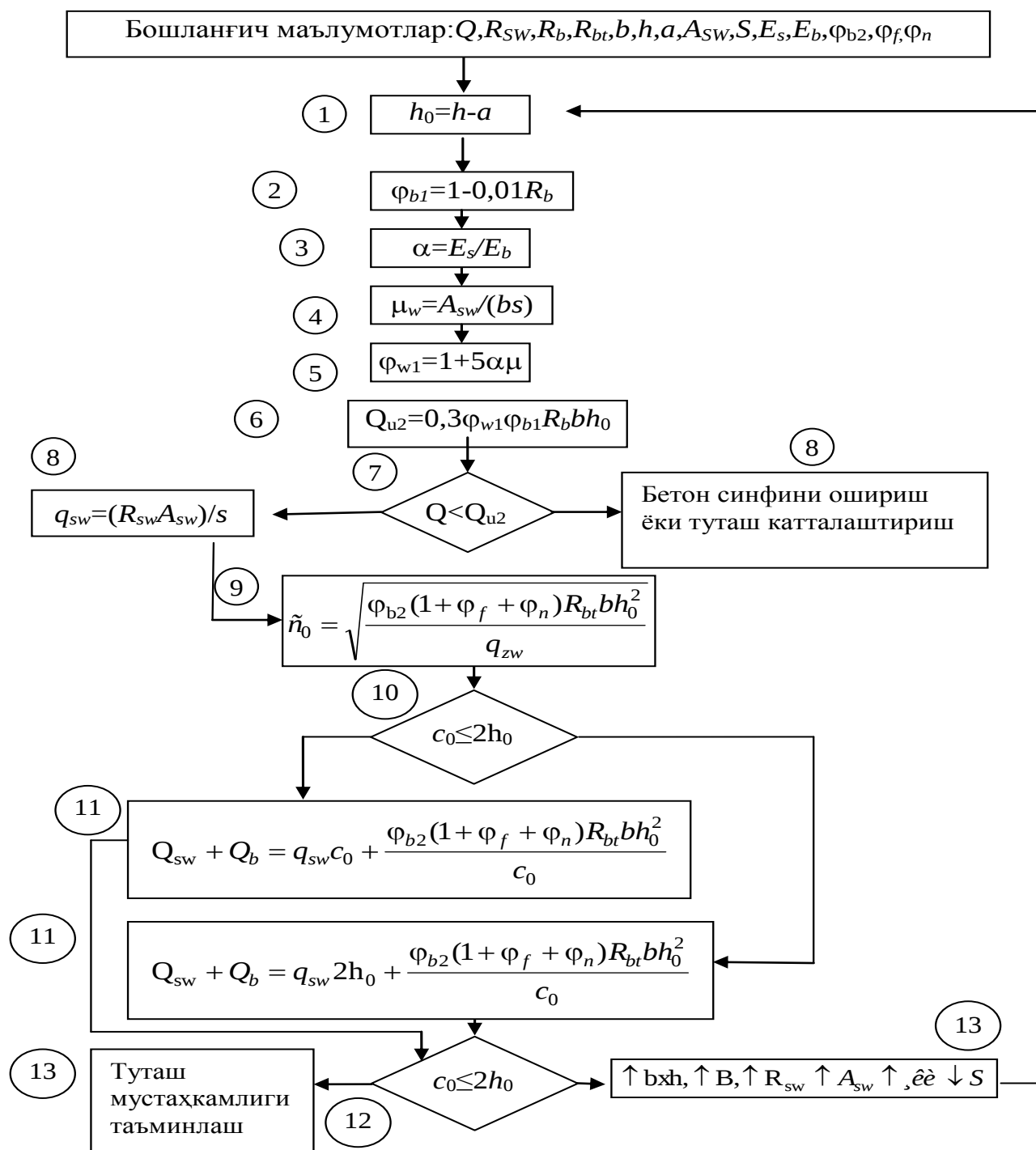
Бу момент ординатаси қуйидаги формуладан аниқланади: $M_1 = R_s A_{s1} z_1$, бу ерда A_{s1} – узилмасдан таянчларгача етказиладиган арматура стерженлари юзаси; z_1 – узилмасдан таянчларгача етказиладиган арматура стерженлари юзаси оғирлик марказидан сиқилган зонадаги тенг таъсир этувчи зўриқиш қўйилган нуқтагача бўлган масофа. Горизонтал чизик билан ташқи юклар таъсиридан

аниқланган момент эпюраси кесишган нуқталар назарий узилиш нуқталари ёки жойлари дейилади.

Стерженларнинг ҳақиқий узилиш жойлари назарий узилиш жойларидан W масофада жойлашади.



4.7–расм. Эгилувчи элементлардаги доимий баландликка эга бўлган жамланган куч таъсиридан кундаланг арматурани ҳисоблаш блок–схемаси



4.8–расм. Доимий баландликдаги эгилувчан элементлар қия кесим бўйича мустаҳкамлигига кўндаланг куч таъсирини аниқлаш (жамланган куч таъсирида ва кўндаланг арматура бўлганда) блок–схемаси

НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ

1. Эгиладиган элементларнинг таянч зоналарида нима сабабдан ёриқлар пайдо бўлади? Қия кесим бўйича бузилиш схемаларини кўрсатинг.
2. Кўндаланг куч таъсирига қия кесим бўйича мустаҳкамлик шarti қанақа кўринишда бўлади ?
3. Эгувчи момент таъсирига қия кесим бўйича мустаҳкамлик шarti қанақа кўринишда бўлади ?
4. Технологик талаблар бўйича кўндаланг стерженларининг диаметри қандай қабул қилинади ? Конструктив талаблар бўйича кўндаланг стерженлар орасидаги масофалар қандай қабул қилинади?
5. Кўндаланг арматуралар қабул қиладиган кесувчи куч Q_{sw} қандай аниқланади?
6. Қия ёриқ чўққисидаги сиқилган бетон қабул қиладиган кесувчи куч Q_b қандай аниқланади?
7. Кўндаланг стерженлар (хомутлар) билан арматураланган элементнинг қия кесим бўйича мустаҳкамлиги қандай текширилади?
8. Кўндаланг стерженлар (хомутлар) билан арматураланмаган элементнинг қия кесим бўйича мустаҳкамлиги қандай текширилади?
9. Қия ёриқлар орасидаги сиқилган тасма мустаҳкамлиги кесувчи куч таъсирига қандай текширилади?
10. Эгувчи момент бўйича қия кесим мустаҳкамлигини қанақа конструктив талаблар таъминлайди ?
11. Эгиладиган элементларда бўлама арматура стерженларининг узилиш жойлари қандай аниқланади?
12. Материаллар эпюраси қандай қурилади?

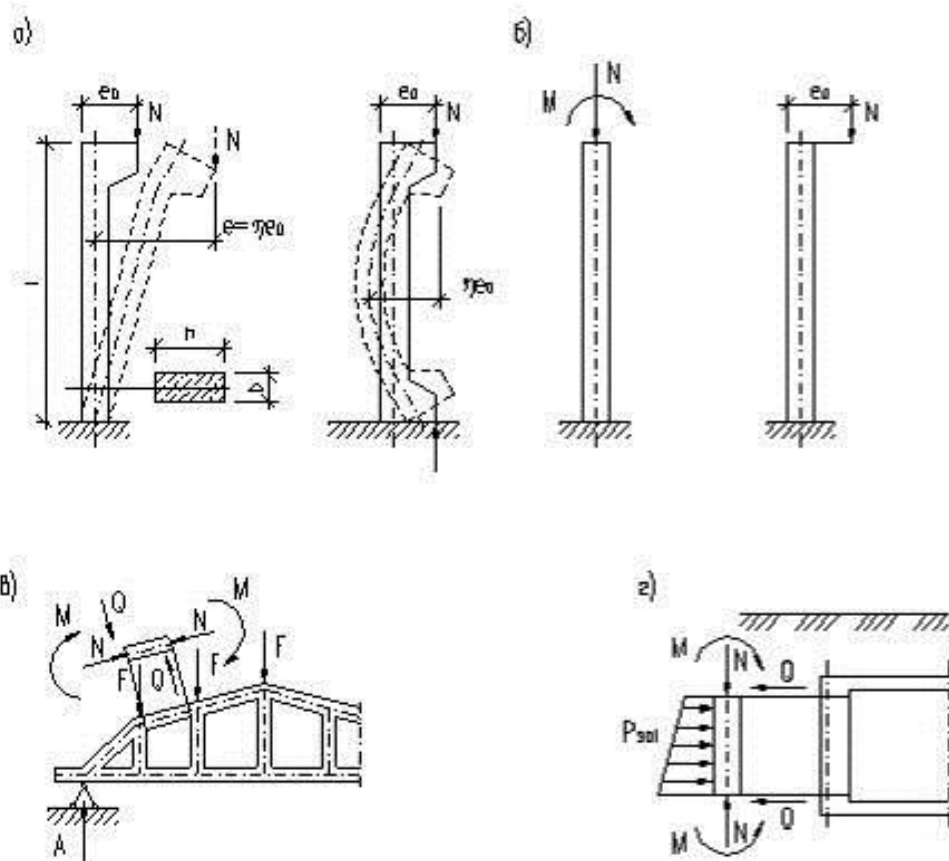
V–Боб. СИҚИЛУВЧАН ЭЛЕМЕНТЛАРНИНГ МУСТАҲКАМЛИГИНИ ҲИСОБЛАШ

5.1. Сиқилувчан элементларнинг турлари ва уларнинг қўлланилиши

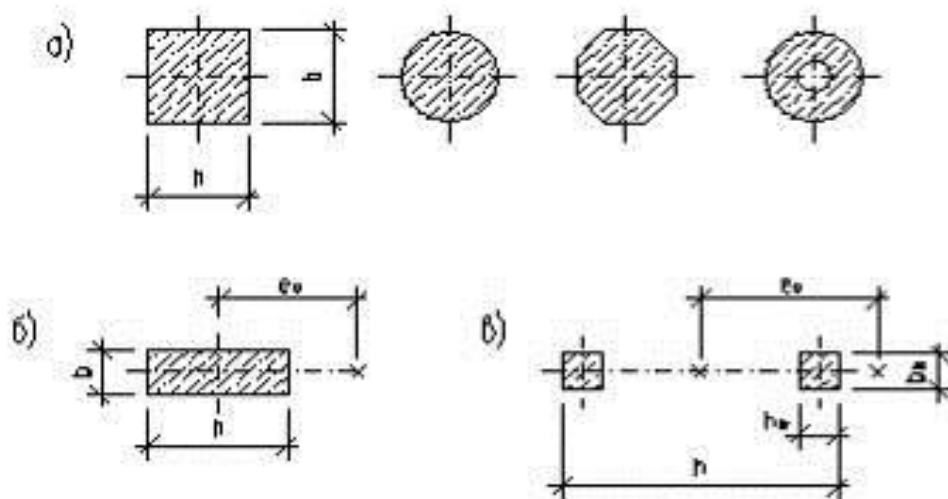
Марказий сиқиладиган элементларга шартли равишда бино ва иншоотларнинг ўрта устунларини, ташқи юклар тугунларга қўйилган ҳовонли фермаларнинг юқори тасмалари, бази бир ҳовонлари ва устунларини (5.1–расм) мисол келтириш мумкин (5.1–расм). Ҳақиқатда тўсинлар, тўсиқлар, бино деворлари, ферманинг юқори пояслари ва устунлари, тўғри бурчакли резервуар деворлари, тупроқ ёки суюқликнинг ён босимини қабул қилувчи элементлар, қишлоқ хўжалик қурилишида ишлатиладиган рамалар элементлари киради. Ишлаб чиқариш ва уларни қўллашда келиб чиқадиган геометрик ўлчовлардаги хато ва камчиликлар натижасидан, элементларнинг кўндаланг кесимидаги бетоннинг бир турда эмаслиги ва бўйлама арматура ҳолатининг ўзгарувчанлигидан марказий сиқилиш вужудга келмайди. Ҳисоблашда эътиборга олинмаган факторлар сабабли келиб чиқадиган эксцентриситетларни тасодифий эксцентриситет e_a дейилади. Тасодифий эксцентриситет e_a нинг ўлчовларини қиймати қуйидагича қабул қилинади: 1/600 элемент узунлиги ёки 1/30 элемент кесими баландлигига тенг деб қабул қилинади.

Бўйлама сиқувчи куч N ва эгувчи момент M нинг бир вақтдаги таъсирини ҳисоблаш учун бошланғич эксцентриситет $e_{ON} = M / N$ билан ҳисобланган момент M билан алмаштириш мумкин. (расм.5.1).

Тўсинларнинг иш турига кўра уларнинг кўндаланг кесимлари ва арматуралаш белгиланади. (5.2–расм). Кичик эксцентриситетларда тасодифий эксцентриситет мавжуд бўлганда тўсинларнинг кўндаланг кесими кўринишини тўғри тўртбурчак, айлана ва доиравий шаклда қабул қилинади (фақат тасодифий эксцентриситет мавжуд бўлганда).



5.1– расм.Сиқилган элементлар: а–номарказий сиқилувчан устунлар;
б–устунлар, бир вақтда синалаётган бўйлама сиқилувчи куч N ва момент M ;
в–сиқилган ферма элементлари; г – ер ости резервуар девори.



5.2–расм. Сиқилган элементларни арматуралаш:
а–кичик; б–катта; в–ниҳоятда катта. Бўйлама кучи қўйилиши

Катта эксцентриситет бўлган ҳолатида ($e_0 = e_{ON} + e_\alpha$) кўндаланг кесим кўринишини тўғри тўртбурчак шаклида, ўта катта бўлганда эса икки шахобчали шаклда қабул қилинади.

Квадрат ва тўғри тўртбурчак кесимли тўсинлар ўлчови 500 мм гача бўлганда оралиқ масофа 50 мм каррали, 500 мм дан катта бўлганда ўлчовларда 100 мм каррали қабул қилинади. Кесими тўғри бурчакли бўлганда томонлар нисбатини $h = (1,3 - 3)b$ чегарасида қабул қилинади.

Бўйлама ишчи арматура элементнинг кўтариш хусусиятини ошириш учун, тасодифий эксцентриситет таъсирини, бетоннинг бир турда эмаслигини ва бетоннинг оқувчанлигини камайтириш учун хизмат қилади.

Тўсинларни диаметри 12 – 40 мм ли бўйлама стерженлар А–II ва А–III синф пўлатидан ва А–I ва Вр–I синф пўлатидан кўндаланг стерженлар билан арматураланади. Эгилувчан ишчи арматураларни нормал кесим периметри бўйича текис жойлаштирилади. Арматуралаш симметрик ва носимметрик бўлиши мумкин.

Симметрик арматуралашда қарама–қарши қирраларида бир хил арматура қўлланилади. Ишчи стерженлар бир–биридан 400 мм гача масофа оралиғида жойлаштирилади. Агар, ишчи стерженлар ўқи оралиғи 400 мм дан ортиқ бўлса улар орасига 12 мм дан кам бўлмаган диаметрли конструктив арматура ишлатилади.

Кўндаланг кесимда бўйлама ишчи арматурани иложи борида элемент юзасига яқинроқ қилиб, муҳофаза қатлами минимал қалинлигига риоя қилган ҳолда, яъни стержен диаметридан кам бўлмаган ва 20 мм дан кам бўлмаган, масофада жойлаштирилади. Сиқилган элементлар кўндаланг кесимини бўйлама арматура билан кўпайтириш арматуралаш коэффиценти орқали баҳоланади ($\mu\%$). Тасодифий эксцентриситетли элементларда $\mu = (A_s + A'_s) / (bh)$ нисбати, ҳисобий эксцентриситетли элементларда эса — $\mu = A_s / (bh_0)$ ва $\mu' = A'_s / bh_0$ нисбати орқали аниқланади. Иқтисодий нуқтаи назардан арматуралашнинг оптимал проценти 1...2 деб қабул қилинади, элементлар

эгилувчанлигига кўра минимал миқдор ўрнатилади, у ҳисобга олинмаган таъсирларни қабул қилишни таъминлайди (харорат, қисқариш) ва ёрилиш ҳосил бўлганда тез синишнинг олдини олади. Ҳисобий эксцентриситетли элементларда $\mu_{\min} \% = 0,05 \div 0,25\%$ тасодифий эксцентриситетли элементларда эса уни икки марта оширилади. Максимал қиймати $\mu = 3\%$ миқдорда тавсия этилади, арматуралашнинг юқори миқдорда қўйилиши далилларга мос келган ҳолатлардагина рухсат берилади.

Элементлардаги арматуранинг бўйлама ишчи лойиҳавий ҳолати кўндаланг арматуралар ёрдами билан таъминланади. Хомутлар оралиғи $R_{SC} \leq 400$ МПа бўлганда 500 мм дан оширмасдан ва 20 d дан ортиқ бўлмаган пайвандланадиган каркасларда ёки 15 d дан ортиқ бўлмаган тўқима каркасларда қўлланилади. Агар $R_{SC} \geq 450$ МПа бўлса хомутлар оралиғи 400 мм дан ва 15 d дан ортиқ бўлмаслиги керак.

Бўйлама арматуралар миқдори билан 3% дан ортиқ бўлганда хомутлар оралиғи 300 мм дан оширмай ва 10 d қабул қилинади. Хомутлар оралиғи белгиланганда 12 мм диаметрли конструктив бўйлама стерженлар эътиборга олинмайди.

Номарказий сиқилган элементларни бетон синфи В15 дан паст бўлмаслиги, оғир юклантирилганда эса В25 дан паст бўлмаган бетонлардан қўлланиш керак.

5.2. Шартли марказий сиқилган элементларнинг мустваҳкамлигини ҳисоблаш

Шартли марказий **сиқилган элементларнинг** ҳисоби ҳудди номарказий сиқилган элементлардек умумий ҳолатда бўйиича бажарилади. Қурилиш нормаларини бажаришда баъзи бир элементлар тўғри бурчакли кесим ҳисобий узунликда , $l_0 \leq 20h$, симметрик арматура А–I; А–II; А–III синфлар билан арматураланади.

Мустваҳкамлик шarti қуйидаги кўринишига эга:

$$N \leq \eta \varphi [R_b A + R_{sc} (A_s + A'_s)] \quad (5.1)$$

N —бўйлама ҳисобий куч; $A=bh$ – кўндаланг кесимдаги бетон юзаси.

η – коэффициент, $h \leq 200$ мм $\eta=0,9$ деб қабул қилинади, $h \leq 200$ мм бўлганда эса ; $\eta=1,09$ деб қабул қилинади; φ —элемент эгиловчанлигини юклаш муддати ва арматуралаш характерини ҳисобга олувчи коэффициент эмперик формула орқали аниқланади

$$\varphi = \varphi_b + 2(\varphi_a - \varphi_b) \frac{R_{sc} (A_s + A'_s)}{R_b A} \quad (5.2)$$

бу ерда

φ_a ва φ_b – 5.1–жадвал орқали топиладиган коэффициент;

φ коэффициентини φ_b дан ортиқ олинмайди. Бу ерда φ_b бетон кесимга боғлиқ, φ_a эса арматурани конструкциянинг бардошлик хусусиятини ошишини кўрсатади.

Элементни мустаҳкамлигини маълум кўндаланг кесими, арматуралар сони ва тушаётган юкларни элементнинг кўтариш хусусияти маълум бўлганда 5.1 – жадвал ёрдамида φ қийматини (5.2) формула билан аниқланади, кейин мустаҳкамлик (5.1) шартга кўра текширилади.

Талаб қилинган арматура кесим юзасини маълум кесим бўйича берилган куч билан элементнинг ҳисобланган узунлигидан бетон ва арматура характеристикаси билан аниқлаш учун ҳисоблашни қуйидаги формула билан олиб борилади: $A_s + A'_s = N(\eta \varphi R_{sc}) - AR_b / R_{sc}, \quad (5.3)$

Жадвал 5.1. φ_b ва φ_a коэффициентларининг қийматлари

l_0/h нисбати	φ_b қиймати учун			$\varphi_a N_1/N_2$ қиймати учун		
	0	0,5	1	0	0,5	1
6	0,93	0,92	0,92	0,93/0,92	0,93/0,92	0,92/0,92
10	0,91	0,90	0,89	0,91/0,91	0,91/0,90	0,90/0,89
14	0,89	0,85	0,81	0,89/0,87	0,87/0,83	0,86/0,80
16	0,86	0,80	0,74	0,87/0,84	0,84/0,79	0,82/0,74
18	0,83	0,73	0,63	0,84/0,80	0,80/0,72	0,77/0,66

20	0,80	0,65	0,55	0,81/0,75	0,75/0,65	0,70/0,58
----	------	------	------	-----------	-----------	-----------

Илова: l_0 – ҳисобий узунлик, кўп қаватли йиғма биноларнинг тўсинлари учун, $l_0=h$, яхлит ораёпмали биноларнинг тўсинлари учун, $l_0=0,7h$ деб қабул қилинади, бу ерда h –қават баландлиги.

Формула суратида φ_a оралиқ стерженлар кесими юзаси $A_{s,i} < (A_s + A'_s)/3$, махражда эса, агар $A_{s,i} \geq (A_s + A'_s)/3$, N_1 –доимий ва вақтинча юкдан бўйлама куч; N_2 – тўлиқ юкдан тушадиган бўйлама куч.

φ нинг қийматини 5.1-жадвал ёрдами билан аниқланади. Ҳисоблаш тартиби 5.3 – расмнинг блок–схемасида келтирилган. Дастлабки ҳисобда $\varphi = \varphi_b$ деб қабул қилинади. Берилган юк таъсирида бетон юзаси ва арматура юзасини характеристикалари аниқлашда

$\varphi=\eta=1$ формула алоҳида $A_s + A'_s = (\mu + \mu')A = 0,01$ деб олинади (5.3)

Кўндаланг кесим ўлчамларини аниқлаш учун қуйидаги формула олинади.

$$A = N[\eta\varphi(R_b + \mu R_{sc})] \quad (5.4)$$

Унификация талабини ҳисобга олган ҳолда бетон кесими ўлчамлари белгиланади. Юқорида берилган кўрсатмага кўра арматура юзаси танланади. Агар, арматуралаш коэффиценти $\mu_{\min} \leq \mu + \mu' \leq \mu_{\max} = 0,03$ шартни қониқтирмаса, кўндаланг кесим ўлчовлари ёки бетон синфи ўзгартирилади ва қўшимча қайта ҳисоб қилинади.

5.3–расм. Тасодифий эксцентриситетли номарказий сиқилган элементларни ҳисоблаш блок–схемаси: $\Delta\mu$ –арматура кесим юзасининг олдинги ва кейинги кўрсаткичлари фарқи ($\approx 5\%$).

Эксцентриситетнинг миқдорида боғлиқ ҳолда бўйлама куч N таъсирида бўлган номарказий сиқилган элементларнинг бузилиши икки кўринишда бўлади.

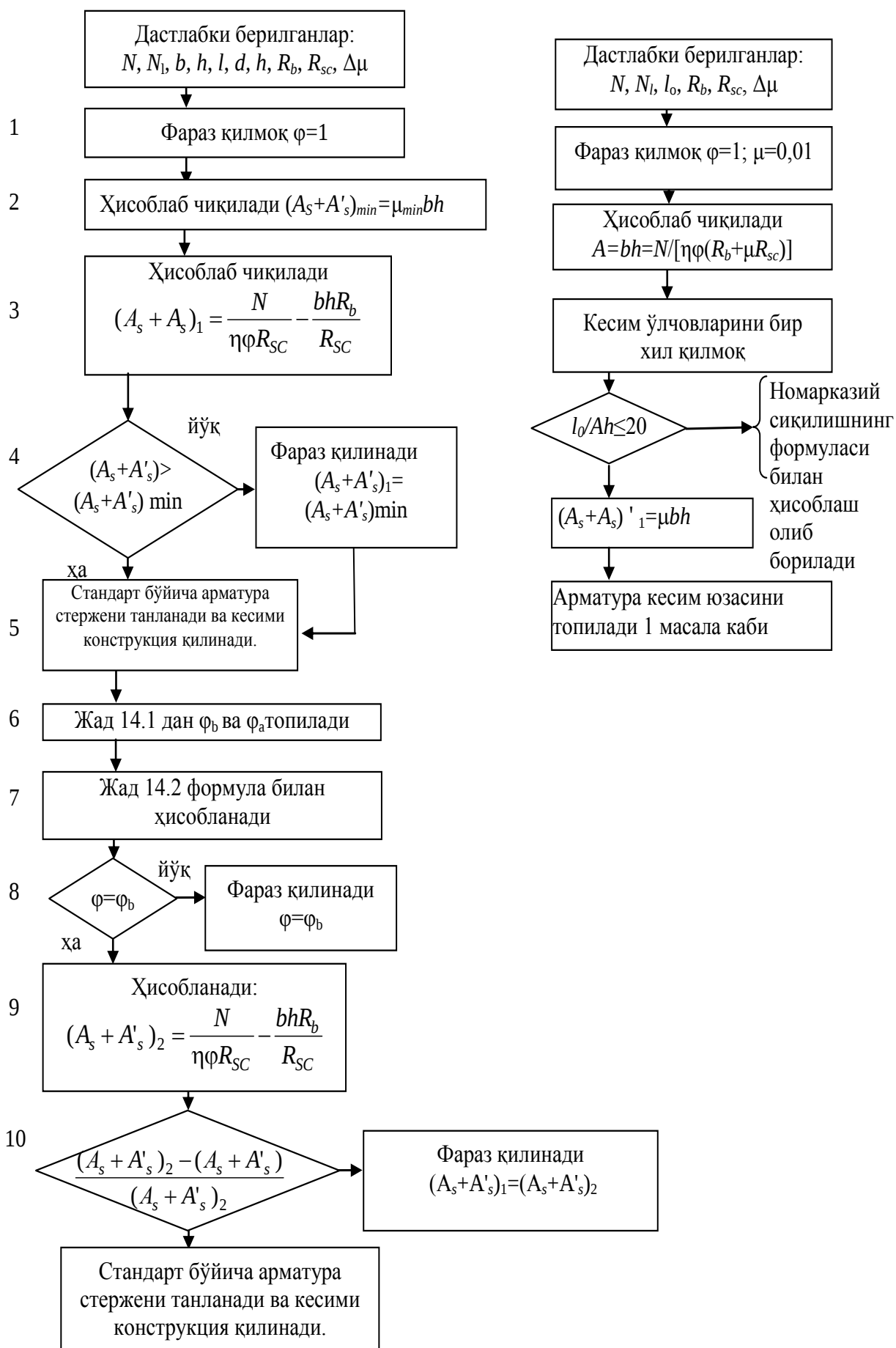
Эксцентриситетнинг миқдори катта бўлганда бузилиш чўзилган арматура томонидан бетонда ёриқларнинг пайдо бўлишидан бошланади. Кейинчалик юк миқдори ортиб борган сари арматурадаги кучланишлар оқувчанлик чегарасига етиб келади, сўнгра сиқилган бетоннинг бузилиши бошланади. (1–ҳолат).

Бундай бузилиш нисбий баландлик чегаравий нисбий баландликдан кам бўлганда, яъни $\xi = x/h_0 \leq \xi_R$ бўлганда рўй беради.

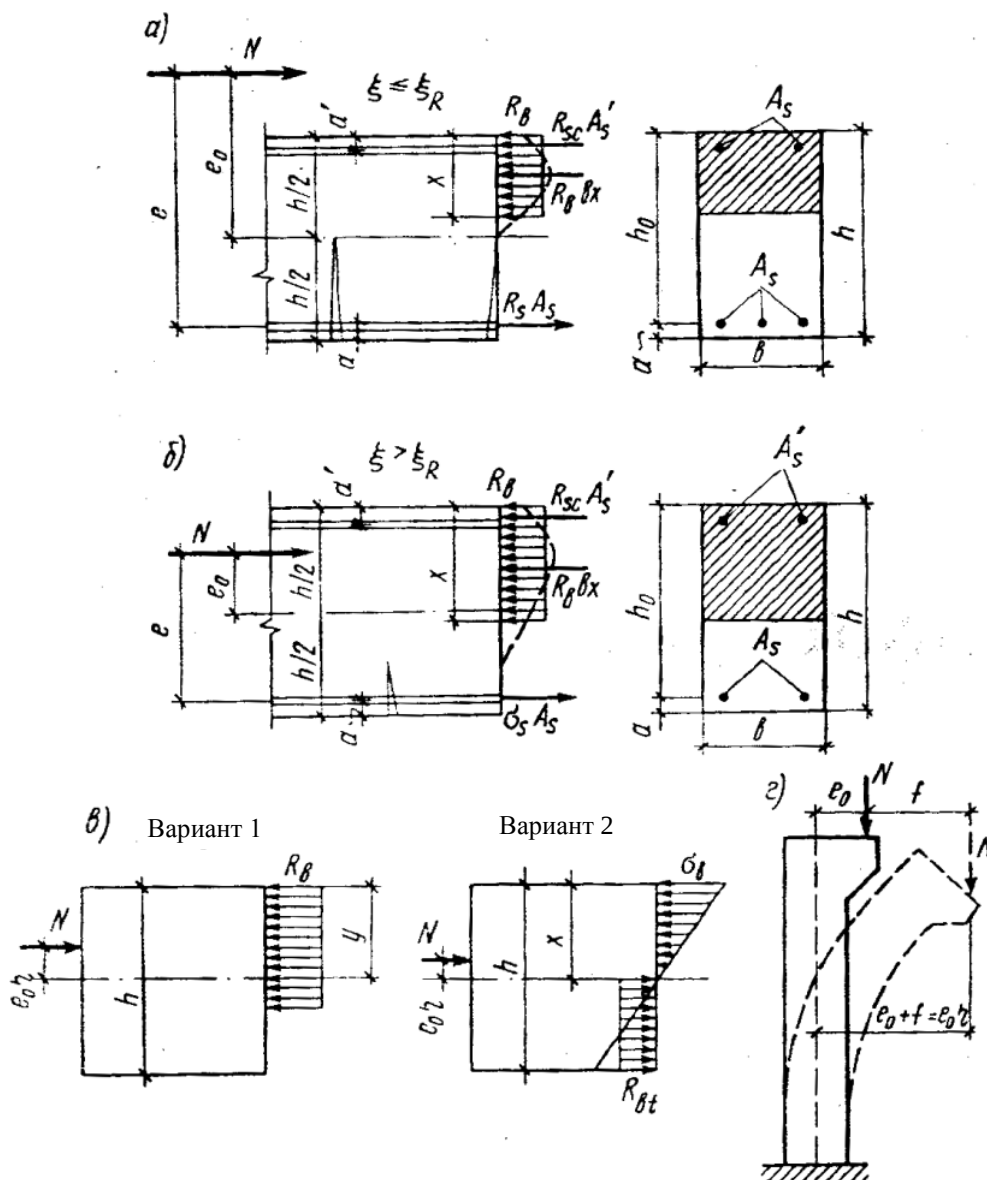
Кичик эксцентриситет билан сиқиладиган элементларда кучланганлик ҳолатининг икки варианты учрайди. Кучланганлик ҳолатининг биринчи вариантыда элемент кўндаланг кесими тўлиқ сиқилса (5.4, в – расмнинг 1–эпюраси), иккинчи вариантда кесимнинг бир қисми сиқилиб, бошқа бир қисм эса чўзилади (5.4, в – расмнинг 2–эпюраси). Элементнинг бузилиши иккала вариантда ҳам элемент кўндаланг кесими сиқилган зонасидаги бетон ва сиқилган арматура чегаравий қаршиликларги етиши натижасида бошланади. Ҳамма ҳисоблаш ҳолатларида сиқувчи кучланишнинг ҳақиқий эгри чизикли эпюраси ҳисоблашни осонлаштириш учун ординатани R_b га тенг бўлган тўғри тўртбурчак билан алмаштирилади.

I Арматура кесим юзасини
аниқлаш $A_s + A'_s$.

II Бетоннинг кесим ўлчовларини b ва
 h ни ва арматураларни $(A_s + A'_s)$ ни
аниқлаш.



5.3. Ҳисобий эксцентриситетли сиқилган элементларнинг мустаҳкамлигини ҳисоблаш



5.4-расм. Сиқилган темирбетон элементларида ҳисобий кучланиш

схемаси: а) $\xi = \frac{x}{h_0} \leq \xi_R$ бўлганда; б) $\xi > \xi_R$ бўлганда

Элементлар бузилишининг биринчи ҳолатида чўзилган арматурадаги кучланиш R_s га тенг деб қабул қилинади, иккинчи ҳолатдаги бузилишда арматура чўзилган ҳолда $\sigma_s < R_s$ ва арматура сиқилган ҳолда эса, R_{sc} деб қабул қилинади.

Элемент мустаҳкамлигининг етарли шарти ташқи юклардан $M=N \cdot e$ ва ички зўриқишлардан чўзилган арматура оғирлик маркази S га нисбатан олинган моментларни таққослаш билан аниқланади:

$$N_e \leq R_b b x (h_0 - 0,5x) + R_{sc} A'_s (h_0 - a'). \quad (5.5)$$

Сиқилган зона баландлиги кесимдаги юклар мувозанати шартидан аниқланади ($\Sigma x=0$):

$$1\text{--хoлат учун: } N = N_b + N'_s - N_s = R_b b x + R_{sc} A'_s - R_s A_s \quad (5.6)$$

$$2\text{--хoлат учун: } N = R_b b x + R_{sc} A'_s - \sigma_s A_s \quad (5.7)$$

бу ерда σ_s – синфи В30 бўлган бетон ва зўриқтирилмаган синфлари А–I...А–III бўлган арматура учун қуйидаги формуладан аниқланади:

$$\sigma_s = [2(1-\xi)/(1-\xi_R) - 1] R_s \quad (5.8)$$

Сиқилувчан элементларни лойиҳалашда икки хил масала учраши мумкин:

Биринчи масала:

1) берилган микдорлар бўйича элемент мустаҳкамлигини таъминлаш учун талаб этиладиган арматура кесим юзаларини аниқлаш;

2) берилган микдорлар бўйича элемент мустаҳкамлигини текшириш.

2 масала. Берилган кесим ўлчамлари, бетон ва арматура синфлари ва арматуралар кесим юзалари берилганда 5.6 формуладан сиқилган зона баландлиги x аниқланади:

$$x = \frac{N - R_{sc} A'_s + R_s A_s}{R_b b}. \quad (5.9)$$

Агар $x \leq x_R$ ($\xi \leq \xi_R$) шарт бажарилса номарказий сиқилишининг биринчи ҳолатига эга бўламиз ва кесим мустаҳкамлигини (5.5) формула билан текширамыз.

Агар $x > x_R$ ($\xi > \xi_R$) бўлса, элемент номарказий сиқилишининг 2–ҳолатга мансуб бўлади. Бу ҳолда сиқилган зона баландлиги x (5.7) формуладан аниқланади:

$$x = (N - R_{sc} A'_s + \sigma_s A_s) / (R_b b) \quad (5.9)$$

Арматурадаги σ_s кучланиш (5.8) формуладан аниқланади.

Элементнинг мустаҳкамлиги (5.5) шартдан текширилади. Кесим мустаҳкамлигини ҳисоблаш тартиби 5.5– расмда келтирилган блок–схемада кўрсатилган. Бу блок–схемани номарказий сиқилган тўғрибурчакли В30 синф бетонли элементни, симметрик арматураланган арматура А–I, А–II, А–III синфи ҳисоби учун қўллаш мумкин.

Блок–схема бўйича ҳисобланганда 14 пунктга чиқиш, кесим мустаҳкамлиги таъминланганлигини билдиради, 14 пунктига чиқиш эса дастлабки берилган кўрсаткичларни ҳисоблаш учун ўзгартириш зарурлигини билдиради: $(b \times h)$ – кесим ўлчовларини ошириш, (В) бетон синфини ёки арматурани ($\uparrow R_s$) – ошириш ёки арматура юзасини ($\uparrow A_s$)ошириш.

Иккинчи масала. Берилган ҳисобий куч, бетон кесими ва материаллар характеристикалари. Талаб этилади арматура кесим юзасини танлаш. Дастлаб биринчи яқинлашишда арматура кесими юзаси, $\frac{A_s + A'_s}{bh} = 0,05 \dots 0,035$ ва A_s / A'_s нисбати берилади. Кейин шартли критик куч ҳисобланади

$$N_{cr} = \frac{6,4E_b}{l_0^2} \left[\frac{I_b}{\varphi_l} \left(\frac{0,11}{0,1 + \frac{\delta_e}{\varphi_r}} + 0,1 \right) + \alpha I_s \right] \quad (5.10)$$

бу ерда: E_b – бетоннинг бошланғич эластиклик модули; l_0 – элементнинг ҳисобий узунлиги; I_b, I_s – бетон кесими оғирлик марказига нисбатан бетон кесими ва арматура кесими инерция моментлари; $\alpha = E_s / E_b$ (E_s – арматуранинг бошланғич эластиклик модули); $\varphi_p = 1$ – оғир бетон конструкцияси учун; φ_l – чегаравий ҳолатдаги юк таъсири давомийлигининг элементни эгилишига таъсирини ҳисобга олувчи коэффициент

$$\varphi_l = 1 + \beta M_l / M, \quad (5.11)$$

бу ерда: β – бетон турини ҳисобга олувчи коэффициент; оғир бетон учун $\beta = 1$, майда донли бетонлар учун $\beta = 1,0 \dots 1,5$, енгил бетон учун $\beta = 1,0 \dots 2,5$; M ва M_l –

Энг чўзилувчан арматурага нисбатан олинган умумий ва доимий ва давомли таъсир қилувчи юклардан олинган моментлар.

Ҳисоблашда (5.10) формуладан фойдаланилади;

$$(l_0 / h)_{\min} = 0,5 - 0,01l_0 / h - R_b / R_2,$$

бу ерда: $R_2=100$ МПа қабул қилинади.

Бунда $N < N_{cr}$ шарт доим бажарилиши лозим. Агар бу шарт бажарилмаса, унда кесим ўлчовларини ўзгартириш талаб этилади.

Критик куч N_{cr} аниқлангандан кейин бўйлама эгилишдан куч елкасининг ошишини эътиборга олувчи коэффициент η ҳисобланади:

$$\eta = 1 / (1 - N / N_{cr}). \quad (5.13)$$

Элементлар эгилувчанлиги $\lambda = \frac{l_0}{i} < 14$ бўлганда $\eta=1$ қабул қилинади.

Чўзилган арматура оғирлик марказидан N куч қуйилган нуқтагача бўлган масофа аниқланади:

$$e = e_0 \eta + \frac{h}{2} - a, \text{ бу ерда } a_0 = \frac{M}{N} + e_a, \quad (5.14)$$

(5.9) формуладан сиқилган зона баландлиги x ҳисоблаймиз, шунингдек, $\xi = x / h_0$ деб олиб, олдиндан A_s ва A'_s нисбати аниқланади. (5.13) ва (5.14) ни қийматларини ξ ни ξ_R га ва α_0 ни α_R га алмаштирилади, қуйидаги формулани оламиз:

$$A'_s = \frac{N \times e - \alpha_R R_b b h_0^2}{R_{sc} (h_0 - a')}; \quad (5.15)$$

$$A_s = \frac{\xi_R R_b b h_0}{R_s} + A'_s \frac{R_{sc}}{R_s}. \quad (5.16)$$

(5.15) ва (5.16) формулалардан A_s ва A'_s ҳисобланиб чиқилади ва арматура кесимининг умумий юзаси аниқланади. $(A_s + A'_s) / (bh)$ ҳисобланиб қабул қилинган миқдор билан солиштирилади. Агар фарқ 0,005 (0,5%) дан ошмаса, такрорий ҳисоб бажарилмаслиги мумкин. Акс ҳолда, янги қиймат бўйича такрорий ҳисоб бажарилади.

Агар, арматура миқдори 0,035 (3,5%) дан ошса, бу ҳолда бетон синфини ошириш зарур бўлади.

Элемент кўндаланг кесими юзаси арматура билан симметрик равишда арматураланганда ҳисоблаш 5.6–расмда келтирилган блок–схемаси бўйича бажарилади.

5.3. Марказий чўзилувчи элементлар.

Марказий чўзилувчи элементлар турлари ва уларнинг қўлланиши.

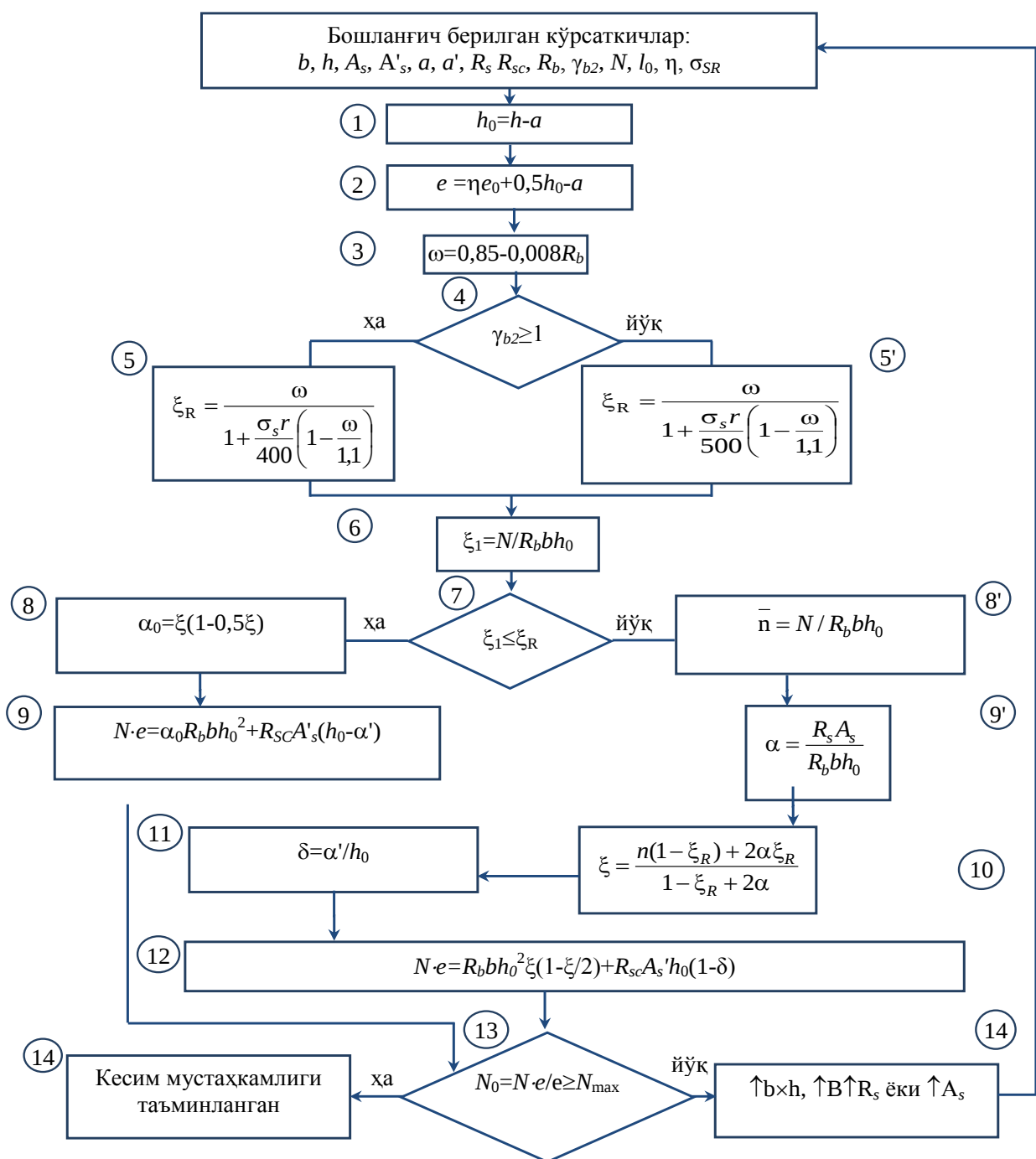
Марказий чўзилувчи элементлар деб, шундай конструкцияларга айтиладики, уларда чўзувчи куч N нинг йўналиш нуқтаси бўйлама арматурадаги тенг таъсир этувчи кучланиш йўналиши нуқтаси билан мос келади.

Марказий чўзилувчи элементларга арка тортиқлари, планда айлана шаклидаги резервуарлар, бункерлар, силослар, босимли трубалар деворлари ва бошқалар киради. Марказий чўзилувчи элементлар алоҳида стерженлар ёки пайвандланган синчлар билан арматураланади. Бунда ишчи арматура элемент кўндаланг кесими бўйича текис жойлаштирилади. Кесим кенглиги катта бўлса (цилиндр резервуар деворлари) пайвандланган тўрлардан фойдаланилади ва конструкция юзасига жойлаштирилади. Бунда ҳимоя қатлами қалинлиги мумкин даражада ками қабул қилиниши шарт. Марказий чўзилувчи элементларда бўйлама арматуралар чўзувчи куч N ни қабул қилиш учун мўлжалланади. Кўндаланг кесим чўзилган стерженли элементлар тўғрибурчакли, қўштаврли, қувур кўринишидаги ва бошқа шаклларда бўлиши мумкин.

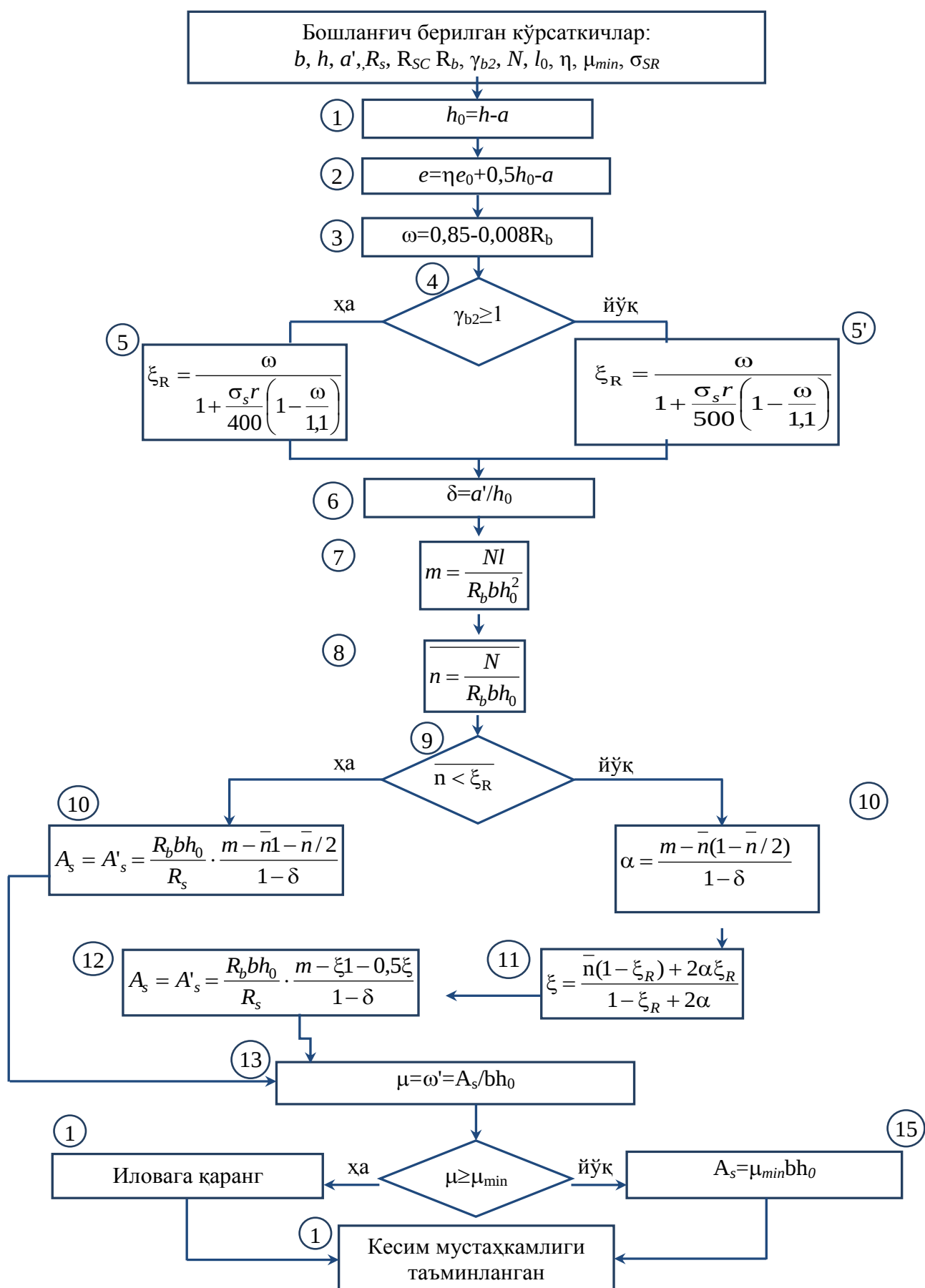
Тайёрлаш шароитининг қулайлиги ва эксплуатация қилиш афзаллигига кўра бошқа шакллардан кўра тўғри бурчакли кесимли конструкциялар кўпроқ қўлланилади.

Чўзилган элементларни арматуралаш характери сиқилган элементлар каби бажарилади. Бўйлама ишчи арматурани кесим томонлари бўйича чўзилиш юзасига перпендикуляр ўрнатилади ва пайвандланган ёки тўқилган хомутлар

билан боғланади. Чўзилувчи элементларда имкони борида арматура стерженларининг яхлит бўлишига ҳаракат қилиш керак. Зарурат бўлган ҳолатда стерженлар пайвандланиб уланади. Фақат плитали элементларда, айлана резервуарлар, трубалар, бункерлар, силослар деворларида арматурани пайвандсиз улаш ёрдамида чокларнинг бир–биридан қочиши чекланади. Бир кесимда уланадиган сирти текис бўлган стержен кесими юзаси 25% дан ортиқ бўлмаслиги керак. Бир кесимда уланадиган сирти даврий профилга эга бўлган стерженлар кесим юзаси умумий юзанинг 50% дан ортиқ бўлмаслиги шарт. Кўндаланг арматура (хомут) конструктив тартибда ўрнатилади ва у хама бўйлама арматурани қамраб олиши керак.



5.5–расм. Номарказий симметрик арматураланган тўғрибурчакли элементларни мустаҳкамлигини ҳисоблаш блок–схемаси



5.6–расм. Номарказий симметрик арматураланган тўғрибурчакли элементларда профили арматуранинг кўндаланг кесим юзасини ҳисоблаш блок–схемаси.

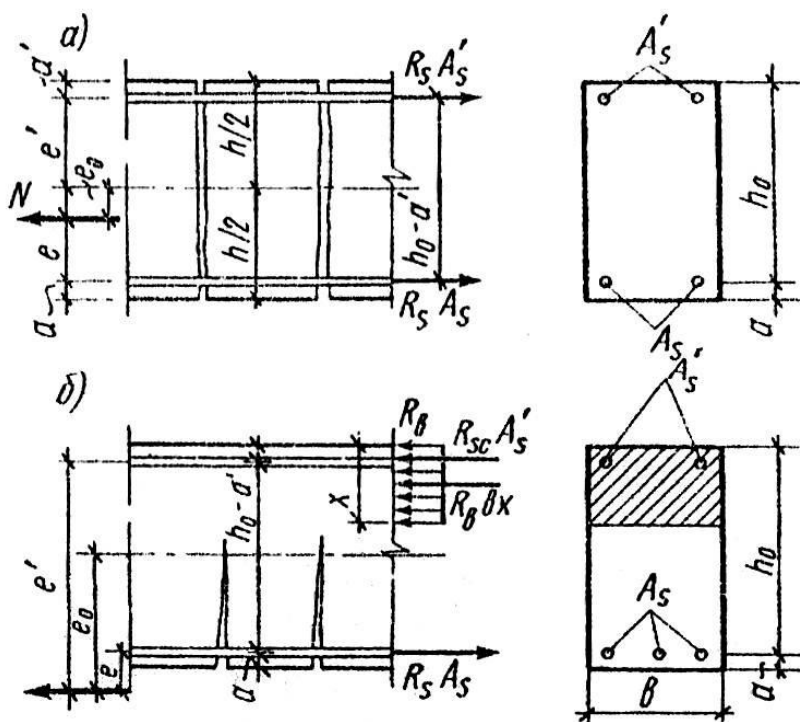
Хомутлар оралиғи элемент кесими энг кичик ўлчамининг иккиланганидан ортиқ қабул қилинмайди.

Чўзилувчи элементлар учун бетон синфи арматураланишига боғлиқ ҳолда белгиланади. Асосан, синфлари: В15...В22,5 бетонлар қабул қилинади. Катта оралиқли фермалар учун бетон синфи В30 дан паст бўлмаслиги, босим трубалари ва цилиндр резервуарлар учун бетон синфи В20 дан паст бўлмаслиги керак.

5.4. Марказий чўзилган элементларнинг кучланганлик ҳолати

Ташқи юклар билан юкланмаган темирбетон элементларда ҳам атроф муҳит ҳарорати ва намлиги таъсирида ички зўриқишлар, яъни арматурада сиқувчи, бетонда эса чўзувчи кучланишлар содир бўлади. Бўйлама арматуранинг маълум бир қийматида бу кучланишлар элементларда ёриқлар пайдо бўлишига олиб келади. Бу ҳолат элементларни чегаравий ҳолатларнинг иккинчи гуруҳи бўйича ҳисоблашда эътиборга олинади.

Ташқи юклар таъсиридан чўзиладиган элементларда кучланиш ҳолатининг уч босқичи учрайди.



5.5–расм. Марказий чўзилган элементлар кесимдаги ҳисобий кучланиш схемаси

I босқич элементда ёриқлар пайдо бўлмаганлиги билан характерланади. Бунда ташқи юклар таъсиридан бетон ва арматура бирга деформацияланади, яъни $\varepsilon_s = \varepsilon_{bt}$.

Босқичнинг охирида бетондаги чўзувчи кучланиш бетоннинг чўзилишдаши чегаравий қаршилиги R_{bt} га яқинлашади. Арматура ва бетоннинг бирга деформацияланиши ($\varepsilon_s = \varepsilon_{bt}$) шартидан

$$\varepsilon_s = \sigma_s / E_s \text{ ва } \varepsilon_{bt} = \sigma_{bt} / \nu E_{bt} \quad (5.17)$$

қабул қилиб чўзилган арматурадаги кучланишни аниқлаймиз:

$$\sigma_s = 2\alpha \sigma_{bt}. \quad (5.18)$$

Бу ерда, $\alpha = E_s / E_b$, $\nu = 0,5$. Элемент чўзилган зонасида ёриқлар пайдо бўлиш чегарасида арматурага кучланиш тахминан $\sigma_s \approx 30 \text{ МПа}$ га тенг бўлади.

II босқич элемент чўзилган зонасида ёриқларнинг пайдо бўлиши билан характерланади. Бетонда кўндаланг ёриқлар пайдо бўлади, улар элементни узунлиги бўйича қисмларга ажратади (5.5, *a* – расм). Элементнинг ёриқлар пайдо бўлган участкасида арматура ва бетондаги деформация ва кучланишлар нотекис тақсимланади. Ёриқлар пайдо бўлган кесимларда арматурадаги деформация ва кучланишлар энг ката қийматларига эришади, бетонда эса нолгача тенг бўлади. Ёриқлардан узоқлашган сари арматурадаги деформация ва кучланишлар камайиб боради, бетонда эса аксинча, кўпайиб боради. Бунга сабаб арматура билан бетон орасида уринма кучланишларнинг пайдо бўлиши ҳисобланади.

Арматура эластикликнинг модулининг ўртача қиймати E_{sm} ва ёриқлар орасидаги арматурадаги ўртача кучланиш миқлори σ_{sm} қуйидагича аниқланади:

$$E_{sm} = \psi_s E_s; \quad \sigma_{sm} = \psi_s \sigma_s. \quad (5.19)$$

II босқич чўзилган арматурадаги кучланишларнинг физикавий ёки шартли эластиклик чегарасига етиши билан яқунланади.

III босқич элемент юк кўтариш қобилятининг йўқолиши билан характерланади. Бунда ташқи юк таъсиридан чўзилган арматурадаги

кучланишлар миқдори физикавий оқувчанлик ёки шартли оқувчанлик чегарасига етади.

5.5. Марказий ва номарказий чўзилган элементлар мустаҳкамлигини ҳисоблаш.

Марказий чўзилган элементларнинг мустаҳкамлиги ташқи куч таъсиридан вужудга келадиган кучланиш ҳолатининг III босқичи бўйича ҳисобланади. Бунда мустаҳкамлик чўзилган арматурадаги кучланишларнинг физик, шатли оқиш чегараларига ёки вақтинчалик қаршилигига етиши билан ифодаланади. Мустаҳкамликка бетон таъсир кўрсатмайди.

Юқорида келтирилган мулоҳазаларга асосланган ҳолда марказий чўзиладиган элементларнинг мустаҳкамлиги қуйидаги шарт бўйича ҳисобланади

$$N \leq \varphi_{s6} R_s A_{sp} + R_s A_s, \quad (5.20)$$

бу ерда φ_{s6} – шартли оқувчанлик чегарасидан юқори бўлган кучланишда юқори мустаҳкамли арматура ишини ҳисобга олувчи коэффициент.

Номарказий чўзиладиган элементлар. Кўндаланг кесими тўғри бурчакли бўлган номарказий чўзилган элементларда ташқи чўзувчи N кучнинг кесимда жойлашишига қараб 2 ҳоли учрайди. 1 ҳолатда бўйлама таъсир қилаётган N куч A_s ва A_s' арматуралар оралиғида жойлашган бўлади (5.5,а – расм). 2 ҳолатда бўйлама таъсир қилувчи N куч арматура оралиғидан ташқарида жойлашган бўлади (5.5,б – расм). 2 ҳолатда элементнинг ишлаши эгиладиган элементларга яқин бўлади.

Номарказий чўзиладиган элементнинг 1 ҳолат бўйича мустаҳкамлиги қуйидаги шартлардан текширилади:

$$N \times e \leq R_s A_s' (h_0 - a'); \quad (5.21)$$

$$N \times e' \leq R_s A_s (h_0 - a). \quad (5.22)$$

Номарказий чўзиладиган элементнинг 2 ҳолат бўйича мустаҳкамлиги қуйидаги шартлардан текширилади:

$x \leq \xi_R h_0 = x_R$ бўлганда, ташқи таъсир қилаётган куч моменти ва ички чўзилган арматурани оғирлик марказига нисбатан олинган моментларни таққослаш орқали топилади:

$$N e \leq R_b b \cdot x (h_0 - 0,5x) + R_s A'_s (h_0 - a') = M_b + M'_s \quad (5.23)$$

Сиқилган зона баландлиги x қуйидаги тенглик орқали топилади

$$N + R_b b x + R_{sc} A'_s - R_{sc} A_s = 0. \quad (5.24)$$

$x > \xi_R h_0 = x_R$ бўлганда, ҳисоблаш формулаларида $x = \xi_R h_0 = x_R$ қабул қилинади ва сиқиладиган арматуранинг кесим юзаси A'_s (5.15) ифодадан аниқланади:

$$A'_s = \frac{N \times e - \alpha_R R_b b h_0^2}{R_{sc} (h_0 - a')}. \quad (5.25)$$

Чўзиладиган арматуранинг кесим юзаси A_s (5.16) ифодадан аниқланади:

$$A_s = \frac{N}{R_s} + \frac{\xi_R R_b b h_0^2}{R_s} + A'_s \frac{R_{sc}}{R_s}. \quad (5.26)$$

Агар сиқилувчан арматура ҳисоб бўйича талаб қилинмаса $A'_s = 0$ у ҳолда сиқилувчан арматура миқдори конструктив талаблар бўйича қабул қилинади, яъни $A'_s = \mu_{\min} b h_0$ У ҳолда нисбий момен коэффиценти қуйидаги формуладан ҳисобланади:

$$\alpha_m = \frac{N \times e - R_s A'_s (h_0 - a')}{R_b b h_0^2}. \quad (5.27)$$

α_m коэффицентга мос бўлган коэффицент $\xi = 1 - \sqrt{1 - 2\alpha_m}$ 1 формуладан ҳисобланиб чўзиладиган арматуранинг кесим юзаси қуйидаги формуладан ҳисобланади:

$$A_s = \frac{N}{R_s} + \frac{\xi R_b b h_0^2}{R_s} + A'_s \frac{R_{sc}}{R_s}. \quad (5.28)$$

НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ

1. Темирбетон устуннинг арматураланишини кўрсатинг.
2. Кўндаланг арматуралар нима учун ишлатилади? Кўндаланг арматураларнинг диаметри ва қадами (улар орасидаги масофа) қандай тайинланади?
3. Тасодифий ва ҳисобий эксцентриситетлар қандай аниқланади?
4. Устуннинг бўйлама эгилиши ҳисобларда қандай эътиборга олинади?
5. Кучланиш ҳолатининг III босқичида устун бузилишининг икки ҳоли тўғрисида нимани биласиз?
6. Тасодифий эксцентриситет билан сиқиладиган элементлар учун мустаҳкамлик шартини келтиринг.
7. Номарказий сиқиладиган элементларнинг биринчи ҳоли учун $\xi \leq \xi_R$ шарт бажарилгандаги мустаҳкамлик шартини ёзинг.
8. Номарказий сиқиладиган элементларнинг иккинчи ҳоли учун $\xi > \xi_R$ бўлганда мустаҳкамлик шартини ёзинг.
9. Номарказий сиқиладиган элементларни арматуралаш учун талаб этиладиган A_s ва A_s' арматураларининг кесим юзаларини аниқлаш формулаларини ёзинг.
10. Чўзиладиган элементларга мисоллар келтиринг.
11. Марказий чўзиладиган элементлар учун мустаҳкамлик шартининг ёзинг.
12. Номарказий чўзиладиган элементларнинг икки ҳоли ҳақида нима биласиз?
13. Бўйлама чўзувчи N куч A_s ва A_s' арматураларда ҳосил бўладиган зўриқишлар орасида жойлашганда элемент учун мустаҳкамлик шартининг ёзинг.
14. Чўзиладиган элементлар арматуралар билан қандай жиҳозланади?

VI–Бoб. ОЛДИНДАН ЗЎРИҚТИРИЛГАН ЭЛЕМЕНТЛАРНИ ҲИСОБЛАШ ВА УЛАРНИ ЛОЙИҲАЛАШ ПРИНЦИПЛАРИ

6.1. Олдиндан зўриқтиришнинг моҳияти ва зўриқтириш усуллари

Бетоннинг асосий камчиликларидан бири унинг чўзилишдаги мустаҳкамлигининг юқори эмаслигидир. Бу ҳолат темирбетон конструкцияларнинг ёриқлар пайдо бўлишига қаршилигини пасайтириб, хизмат қилиш муддатини камайтиради. Темирбетонни олдиндан зўриқтириш ғояси чўзилишга қаршилиги паст бўлган бетонда сунъий равишда сиқувчи кучланишлар ҳосил қилиб, унинг чўзилишдаги қаршилигини оширишдан иборат. Темирбетон конструкцияларнинг чўзиладиган арматуралари тайёрланиш жараёнида олдиндан таранглаштирилиб кўзгалмас таянчларга маҳкамланади. Натижада арматураларда маълум бир миқдордаги кучланиш ҳосил бўлади. Бетон маълум бир мустаҳкамликка эришгандан кейин арматуралар таянчлардан бўшатилади. Бўшатиш арматуралар бетонни қисиб унда сунъий сиқувчи кучланиш ҳосил қилади. Бу конструкцияларни олдиндан зўриқтириш деб айтилади. Конструкцияларни олдиндан зўриқтириш юқори мустаҳкамликка эга бўлган арматурадан фойдаланиш имконини беради ва пўлат сарфини камайтиради. Олдиндан зўриқтирилган конструкцияларни қўллаш иқтисодий жиҳатдан самарали ҳисобланади. Чунки бунда бетон ва арматуранинг мустаҳкамлик хусусиятларидан тўлиқ фойдаланилади. Бундан ташқари олдиндан зўриқтирилган конструкцияларнинг ёриқбардошлиги ошади ва уларнинг хизмат қилиш муддати узаяди. Юқори мустаҳкамликка эга бўлган бетон ва арматуралардан фойдаланиш ҳисобига бетон ва арматура сарфи камаяди.

Олдиндан зўриқтирилган конструкциялардан фойдаланиш биринчи марта Францияда 1928 йилда француз инженери Э.Фрейсинэ томонидан амалга оширилган. Россияда олдиндан зўриқтирилган конструкцияларни амалиётга жорий қилишда 1932 йили проф. В.В.Михайлов томонидан кенг кўламда бажарилган амалий тадқиқотлар асос бўлган.

Олдиндан зўриктирилган конструкцияларни қурилиш амалиётида қўллаш натижасида темирбетон конструкцияларнинг ишлатилиш қўлами кенгайиб борди. Катта оралиқларни ёпиш учун олдиндан зўриктирилган конструкциялар сифатида тўсин ва фермалар, юпка деворли том конструкциялари ишлатилмоқда.

Олдиндан зўриктирилган конструкциялар саноат ва фуқаро қурилишида, махсус иншоотлар қурилишида (элеваторлар, силослар, босимли остида ишлайдиган қувурлар, аэродром плиталари, темирбетон қозиклар, кўприк таянчи қозиклари) кенг қўламда қўлланилмоқда.

6.2. Олдиндан зўриктириш усуллари

Олдиндан зўриктирилган темирбетон конструкциялар икки усул билан амалга оширилади:

1) конструкция арматураси бетонлашдан аввал таянчларга маҳкамлаб таранглаш йўли билан (6.1–расм);

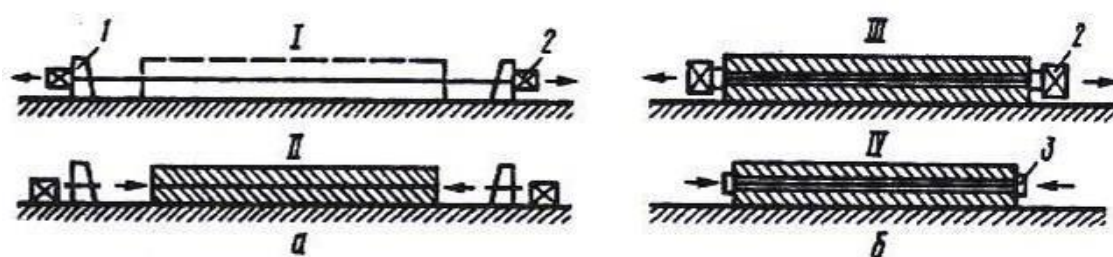
2) конструкция арматураси бетон ёки кам арматураланган темирбетон конструкцияси танасида қолдирилган каналлардан ўтказиб бетон танасига тортиб таранглаш йўли билан.

Арматурани таранглаш учун конструкция турига, қўланилаётган арматуранинг турига, олдиндан зўриктириши учун қўлланиладиган мосламаларнинг турига қараб иқтисодий жиҳатдан энг самарали бўлган усул танланади.

Арматураларни таянчларга тортиб таранглаштириш усули билан асосан ўлчами катта бўлмаган олдиндан зўриктириладиган конструкциялар тайёрланади.

Бу усулда конструкция арматурасининг бир учи биринчи таячга маҳкамланади, иккинчи учидан чўзиб, арматурадаги кучланиш маълум миқдорга етгандан кейин, иккинчи таячга маҳкамланади (6.1,а – расм). Қолибга қўшимча равишда кўндаланг ва конструктив арматуралар жойлаштирилгандан

кейин қолиб бетон билан тўлдирилади ва бетон зичлаштирилади. Бетоннинг мустаҳкамликка маълум бир микдорга етгандан кейин арматура таянчлардан бўшатилади. Таянчлардан бўшатилган олдиндан чўзилган арматура дастлабки ҳолатига қайтишга ҳаракат қилади. Арматура билан бетон бир-бирига яхши боғлангалиги сабабли арматуранинг қискаришига бетон қаршилиқ кўрсатади. Натижада арматура бетонни қиса бошлайди ва бетонда сиқувчи кучланишлар ҳосил бўлади.



6.1–расм. Конструкцияни олдиндан зўриктириш усуллари.

а) арматурани таянчларга маҳкамлаб чўзиш; I – арматура таянчлардан бўшатилгунча;

II – арматура таянчлардан бўшатилгандан кейин; б) арматурани бетонга маҳкамлаб чўзиш:

III – арматура бетонга тортиб чўзилгунча; IV – арматура чўзилгандан кейин:

1–таянч; 2–домкрат; 3–анкер.

Арматурани бетонга тортиш усли анча меҳнат сарф қилишни талаб этади. Бу усул, асосан, таянч орқали тортишни бажариб бўлмайдиган ҳолатлардагина қўлланилади (масалан, катта ўлчамли иншоотларда, кўприклар қурилишида ва яхлит конструкциялар қўлланилганда). Конструкцияларни зўриктиришнинг бу усулида арматуралар олдиндан тайёрланган бетон ёки кам микдорда арматураланган темирбетон танасида қолдирилган каналлардан ўтказилиб чўзилади. Арматуранинг бир учи махсус анкерлар ёрдамида бетонга маҳкамланиб, иккинчи учидан чўзилади. Арматурадаги кучланиш маълум бир микдорга етгандан кейин арматуранинг иккинчи учи ҳам анкерлар ёрдамида

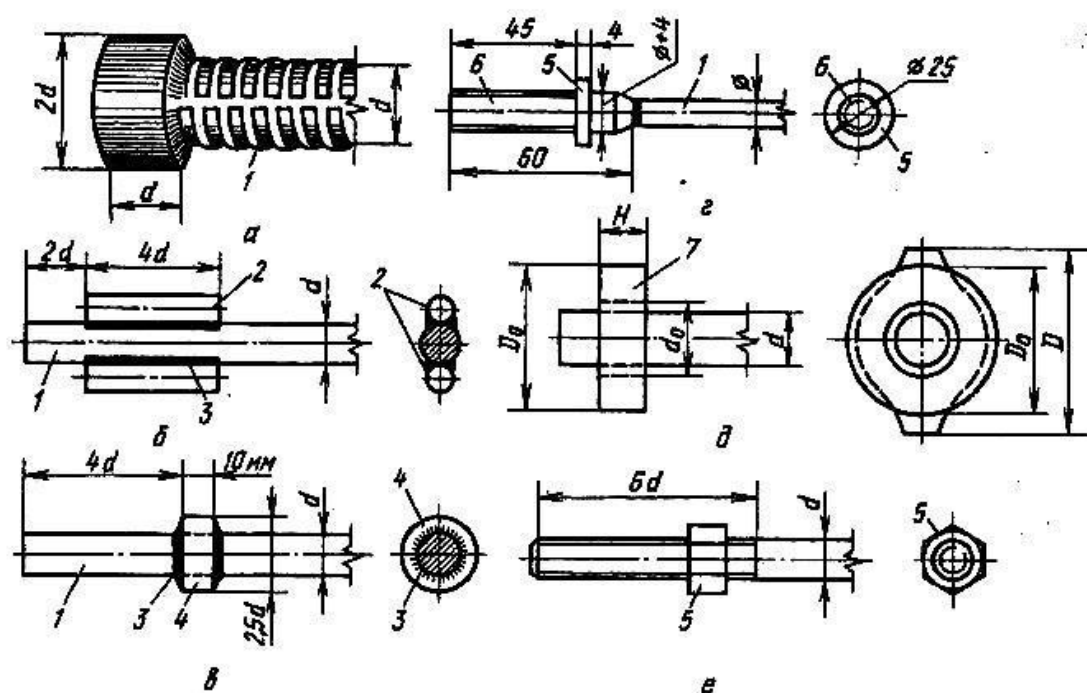
бетонга маҳкамланади (6.1.б–расм). Арматурани чўзилиш жараёнида бетон сиқилади ва бетонда сиқувчи кучланишлар ҳосил бўлади.

Бетон билан арматуранинг ўзаро боғланишини таминлаш учун каналлар цементли ёки цемент–қумли қоришмалар билан тўлдирилади.

Арматурани таранглаш *механик, электротермик, электротермомеханик ва физик–кимёвий* усуллар билан бажарилиши мумкин. Арматураларни механик усулда таранглаш гидравлик домкратлар, ўрайдиган машина ва бошқа механизмлар билан амалга оширилади. Электротермик усул билан таранглашда эса, икки учларида анкерлар ҳосил қилинган арматурлар электр токи билан 300...350°C қиздирилади. Қиздирилган арматуралар таянчларда ҳосил қилинадиган ўйиқларга жойлаштирилади. Совуш жараёнида арматура қиздирилгунча бўлган ҳолатига қайтишга ҳаракат қилади. Бу ҳаракатга таянчлар қаршилик кўрсатади. Натижада арматурада чўзувчи кучланишлар ҳосил бўлади.

Арматураларни электротермомеханик усулда таранглашда электротермик ва механик усуллар биргаликда бир вақтда бажарилади.

Физик–кимёвий усул билан арматурани таранглашда бетоннинг кенгайиши хусусияти натижасида эришилади. Бу жараён содир бўлиши учун бетонга махсус кенгаювчи цементлар (НЦ) қўшилади. Кенгаювчи цементлар асосида тайёрланган бетон қотиши жараёнида кенгаяди. Бетон танасидаги арматура эса бетоннинг кенгайишига қаршилик қилади ва натижада арматурада чўзувчи бетонда эса, сиқувчи кучланишлар пайдо бўлади. Кенгаювчи цемент ишлатилганда арматурани таранглаш учун қўлланилган мосламага эҳтиёж қолмайди.



Расм. 6.2. Чўзилган стерженли арматуранинг анкерланиши.

6.3. Олдиндан зўриқтирилган элементларни лойиҳалашнинг асосий қоидалари

Олдиндан зўриқтирилган конструкциялар учун бетон синфи таранглаштириладиган арматуранинг синфларига боғлиқ равишда В 20 дан паст қабул қилинмайди.

Қабул қилинадиган бетон синфининг таранглаштириладиган арматуранинг синфларига боғлиқ энг паст синфи 6.1 жадвалда келтирилган

6.1—жадвал

Таранглаштириладиган арматура тури ва синфи	Бетон синфи
1. Симли арматура синфи: В–II (анкер мавжуд бўлганда) В _р –II (анкер мавжуд бўлмаганда), диаметри: 5 мм гача бўлганда 6 мм ва ундан катта бўлганда К–7 ва К–19	В–20 В–20 В–30 В–30
2. Стерженли арматура (анкер мавжуд бўлмаганда) диаметри 10 дан 18 мм гача бўлганда	

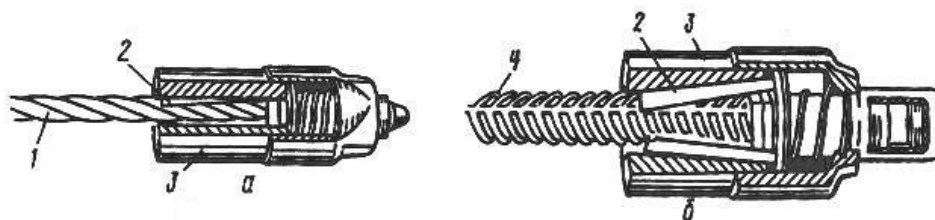
A–IIIв	B–15
A–IV	B–15
A–V	B–20
A–VI ва A _T –IV	B–30
диаметри 20 мм ва катта бўлганда синфи A–IIIв	B–15
A–IV	B–20
A–V	B–25
A–VI	B–30
Изоҳ: Синфи A–IIIв бўлган арматура ЎзР Давархитектура ва қурилиш қўмитаси билан келишилган ҳолда ишлатилади.	

Олдиндан зўриктирилган конструкцияларнинг четларида ўрнатиладиган махсус анкерлар зўриктирувчи кучларни узатишни таъминлаши учун ишончли бўлиши керак. Конструкцияларнинг таранглаштирилган бўйлама арматуралар жойлашган сатҳларида бўйлама ёриқлар пайдо бўлмаслиги учун конструкцияларнинг четлари зўриқишни узатиш участкаларида қўшимча равишда пайвандланган кўндаланг арматурали тўрлар ёки спирал шаклидаги арматуралар билан жиҳозланиши талаб этилади.

Анкерловчи мосламалар зўриқишларни узатиш зонаси узунлиги l_p таъминланмаган ҳолларда қўлланилади. Зўриқишларни узатиш зонаси узунлиги l_p арматуранинг диаметри d га, арматурани олдиндан таранглаш учун бериладиган кучланиш σ_{sp} га, конструкцияни зўриктирувчи куч билан қисиш вақтидаги бетоннинг мустаҳкамлиги R_{bp} га боғлиқ ва қуйидаги формуладан аниқланади:

$$l_p = \left(\omega_p \frac{\sigma_{sp}}{R_{bp}} - \lambda_p \right) d \quad (6.1.)$$

бу ерда, ω_p ва λ_p – арматуранинг хили, синфи ва диаметрига боғлиқ бўлган коэффициентлар. Стержен арматуралар учун $l_p \geq 15d$ қабул қилинади.



6.3–расм. Яримавтоматли қисқич.

а–арқонли арматурага; б–стерженли арматурага;

1–арқон; 2–қисқичли губка; 3–корпус; стерженли арматура

Бир неча симлардан тўқилган арқонлар қаторидан ташкил топган бақувват арматура тўплами «стакан» типдаги анкерлар билан мустаҳкамланади. Арматура пўлатининг турига қараб, чўзиш усули ва бошка баъзи–бир омилларга қараб олдиндан зўриқтириш усули танланади. Арматурани олдиндан таранглашда бериладиган кучланиш микдори қанча катта бўлса, конструкция ишига ижобий таъсири шунча юқори бўлади. Бирок, арматурани таранглашдан ҳосил бўладиган кучдан бетондаги сиқувчи кучланишлар микдори чегараланади.

Арматурани таранглашда бериладиган кучланиш микдори қуйидаги шартлар бўйича тайинланади:

$$0,3R_{s,ser} \leq \sigma_{sp} - \rho; \quad \sigma_{sp} + \rho \leq R_{s,ser} \quad (6.2.)$$

бу ерда, ρ – арматурани таранглашда рухсат этилган кучланиш оғиши; механик усулда таранглаштирилганда $\rho = 0,05\sigma_{sp}$, электрик усулда таранглаштирилганда эса $\rho = 30 + 360/l, l$ – чўзиладиган стержен узунлиги.

Арматурани таранглашда бериладиган дастлабки кучланиш микдори ҳисобларда таранглаш аниқлиги коэффиценти γ_{sp} орқали қабул қилинади.

Таранглаш аниқлиги коэффиценти γ_{sp} қуйидаги формуладан аниқланади

$$\gamma_{sp} = 1 \pm \Delta \gamma_{sp} \quad (6.3)$$

Формуладаги «плюс» ишора арматурани олдиндан таранглаш конструкция ишига салбий (мустаҳкамликнинг камайиши, ёриқларнинг пайдо бўлиши) таъсир кўрсатганда, «минус» ишора эса ижобий таъсир кўрсатганда қабул қилинади.

Арматура механик усулда таранглаштирилганда $\Delta\gamma_{sp} = 1,0$ қабул қилинади. Арматура электротермик ва электротермомеханик усулларда таранглаштирилганда $\Delta\gamma_{sp}$ қуйидаги формуладан аниқланади:

$$\Delta\gamma_{sp} = 0,5 \frac{p}{\sigma_{sp}} \left(1 - \frac{1}{\sqrt{n_p}} \right) \geq 0,1, \quad (6.4)$$

бу ерда, n_p —элемент кесимидаги таранглаштириладиган стерженлар сони.

6.4. Олдиндан зўриктириладиган элемент нормал кесимининг ташқи куч таъсиридан кучланганлик ҳолатлари

Арматураси олдиндан таянчларга тортиб зўриктириладиган эгилувчи элементлар нормал кесимларининг ташқи куч таъсиридан зўриқиш ҳолатларини кўриб чиқамиз.

1 ҳолат. Элементнинг чўзилиш зонасида жойлаштириладиган A_{sp} ва сиқилиш зонасида жойлаштириладиган A'_{sp} арматураларига мос равишда σ_{sp} ва σ'_{sp} кучлашлар ҳосил қилиниб таянчларга маҳкамлаб олдиндан таранглаштирилган (6.4 расм).

2 ҳолат. Элемент арматураларини олдиндан таранглаш учун бериладиган дастлабки кучланишлар миқдорлари кучланишларнинг релаксацияланиши, ҳарорат фарқи (бетонга иссиқлик таъсирида ишлов берилганда), таранглаштирувчи мосламалардаги анкерларнинг деформацияланиши ва ҳ.о омиллар таъсиридан камаяди.

3 ҳолат. Арматуралари таранглаштирилиб таёрланган элемент бетони етарли мустаҳкамликка эга бўлгандан кейин арматуралар таянчлардан бўшатилади. Таянчлардан бўшатирилган арматуралар дастлабки, таранглаштиргунча бўлган ҳолатга қайтишга ҳаракат қилади. Қотган бетон арматура билан яхши боғланганлиги сабабли арматураларнинг бу ҳаракатига қаршилик кўрсатади. Натижада олдиндан таранглаштирилган арматуралар бетонни қиса бошлайди. Элемент кесимидаги бетонда сиқувчи кучланишлар ҳосил бўлади. Элемент арматуралар билан икки томонлама носимметрик арматураланган бўлса, элемент юқорига қараб букилади.

Таранглаштирилган арматуралардаги олдиндан берилган кучланишлар миқдорлари бетоннинг қисилиши натижасида яна ҳам камаяди.

Арматуралардаги кучланишлар қуйидагиларга тенг бўлади: $\delta_{sp} - \delta_{\cos 1} - \alpha \delta_{bp}$ ва $\delta'_{sp} - \delta'_{\cos 1} - \alpha \delta'_{bp}$.

4 ҳолат. Элемент тайёрлангандан кейин вақт ўтиши билан бетон қотиши натижасида унда ҳажмий кириш деформациялари ҳосил бўлади. Арматураларни таранглаш натижасида ҳосил бўлган қисувчи куч таъсиридан бетонда пластик деформациялар ҳосил бўлади. Бу ҳолатлар натижасида таранглаштирилган арматурадаги дастлабки кучланишлар янада камаяди.

ши ва оқиши ҳисобига арматурадаги кучланиши пасайиши давом этади, яъни иккинчи камайишлари мавжуд бўлади $\delta_{\cos 2}$. Бетондаги эластик кучланиш миқдори ҳам камаяди ва δ_{bp1} га етади. Ҳамма камайишлар ҳисобга олинади.

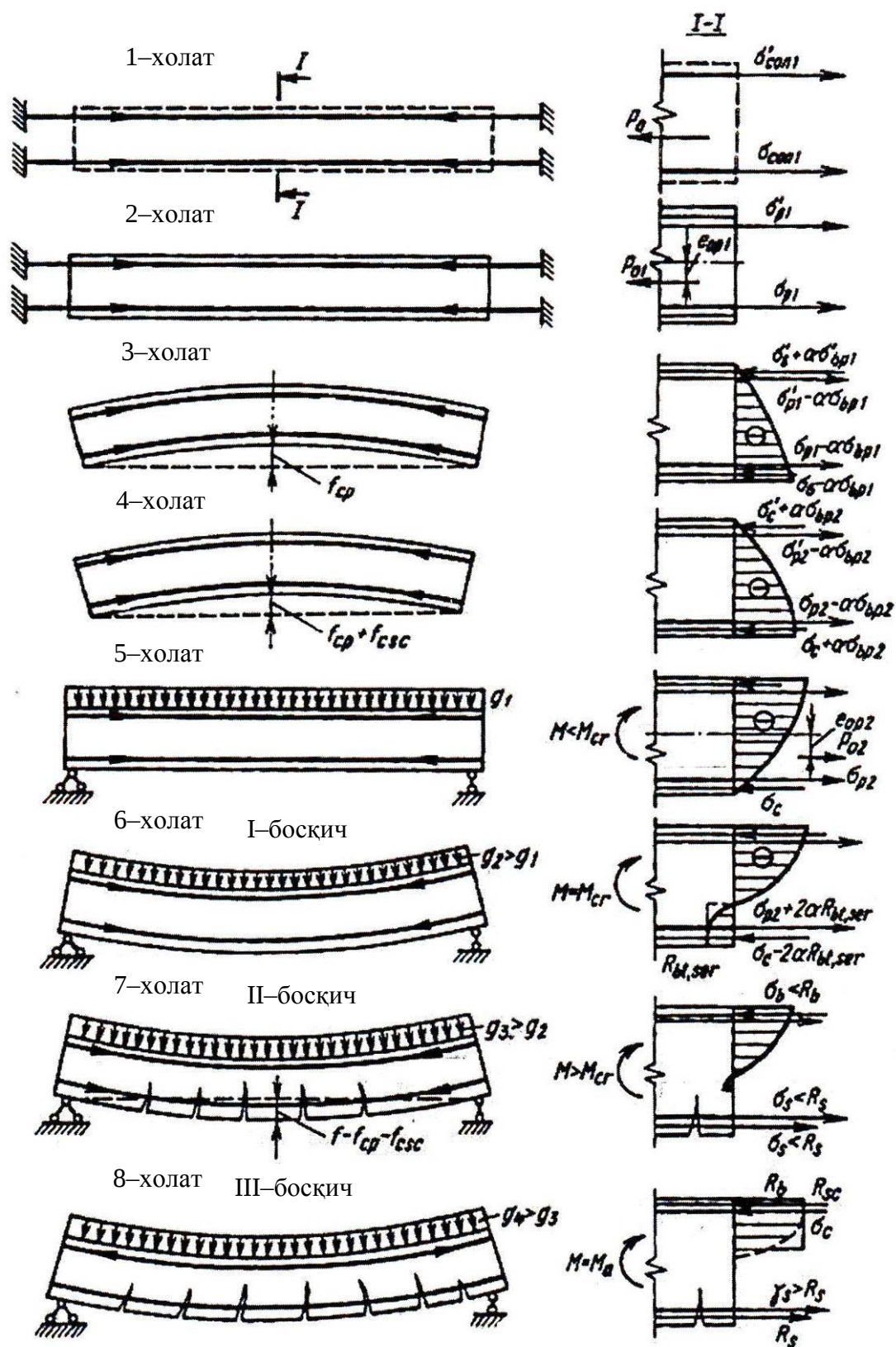
$$\delta_{sp} - \delta_{\cos 1} - \delta_{\cos 2} - \alpha \delta_{bp1} = \delta_{sp} - \delta_{\cos} - \alpha \delta_{bp1}; \delta'_{sp} - \delta'_{\cos} - \alpha \delta'_{bp1}.$$

1–4 ҳолатлар элементларга куч қўйилишдан олдин содир бўлади.

5 ҳолат. Олдиндан зўриктирилган элементга ташқи юк таъсир қила бошлагандан сўнг элементнинг пастки толаларида чўзувчи кучланишлар пайдо бўлади. Бу чўзувчи кучланишларнинг миқдори қисувчи куч таъсиридан арматура сатҳида ҳосил бўлган бетондаги сиқилган кучланиш миқдорига тенг бўлганда арматура сатҳидаги бетондаги кучланиш нолга тенг бўлади. Арматурадаги кучланиш кўпая боради.

6 ҳолат. Ташқи юкнинг миқдори оша борган сари элемент чўзилган зонасидаги бетондаги кучланиш ошиб боради ва унинг қиймати R_{bt} га тенг бўлади. Арматурадаги кучланиш эса $\Delta\sigma_s = \Delta\varepsilon_s E_s = 2\alpha R_b$ миқдорга ошади. Олдиндан таранглаштирилган арматурадаги кучланиш $\sigma_s = \sigma_{sp} - \sigma_{\cos} + 2\alpha R_b$ га тенг бўлади.

Шундай қилиб олдиндан зўриктирилган эгиладиган элементларнинг чўзиладиган зоналарида ёриқ пайдо бўлишидан олдин арматурадаги кучланиш оддин элементлардаги арматураган нисбатан юқори бўлади. Шунинг ҳисобига олдиндан зўриктирилган конструкцияларнинг ёриқбардошлиги юқори бўлади.



6.4-рasm. Олдиндан зўриқтирилган элементларда кучланганлик холатлари

7 ҳолат. Ташқи юклар миқдорининг навбатдаги ошиши элемент чўзилган зонасида ёриқлар пайдо бўлишига олиб келади (II босқич). Ёриқлар пайдо бўлган кесимларда ҳамма чўзувчи зўриқишларни A_s арматура қабул қилади. Элемент сиқилиш зонасидаги бетонда сиқувчи кучланишларнинг миқдори ошиб боради.

8 ҳолат. Ташқи юклар миқдорининг навбатдаги ошишидан элемент чўзилган зонасидаги A_s арматурадаги кучланишлар R_s га тенг бўлади. Элемент сиқилган зонасидаги бетондаги кучланиш ҳам R_b га етади ва элемент бузилади (III босқич).

6.5. Олдиндан зўриқтирилган эгилувчан элементларни чегаравий ҳолатларнинг биринчи гуруҳи бўйича ҳисоблаш

Олдиндан зўриқтирилган эгиладиган элементларнинг нормал кесимлар бўйича мустаҳкамлиги қуйидаги шартлардан текнирилади:

а) элемент олдиндан таранглаштириладиган арматуралар билан бир томонлама жиҳозланганда:

$$M \leq M_u = R_b b x (h_0 - 0,5x) + R'_s A'_s (h_0 - a'_s), \quad (6.5)$$

бу ерда сиқилиш зонасининг баландлиги x қуйидаги тенгламадани аниқланади:

$$x = \frac{R_s A_s - R_{sc} A'_s + \gamma_{s6} R_{sp} A_{sp}}{R_b b}, \quad (6.6)$$

бу ерда A_{sp} – олдиндан таранглаштирилган арматура кўндаланг кесим юзаси;

A_s – олдиндан таранглаштирилмайдиган (оддий) арматура кўндаланг кесим юзаси;

R_s – оддин арматуранинг чўзилишдаги ҳисобий қаршилиги;

R_{sp} – олдиндан таранглаштирилган арматуранинг чўзилишдаги ҳисобий қаршилиги;

R_b – бетоннинг сиқилишдаги ҳисобий қаршилиги

γ_{s6} – олдиндан таранглаштириладиган арматуранинг ишлаш шароитини ҳисобга оладиган коэффицент, қуйидаги формуладан аниқланади

$$\gamma_{s6} = \eta - (\eta - 1) \left(2 \frac{\xi}{\xi_R} - 1 \right) \leq \eta, \quad (6.7)$$

η коэффициентнинг қиймати қуйидагича қабул қилинади:

A–IV синфли арматура учун – $\eta = 1,2$; A–V, B–II, B_p–II, K–7 ва K–19 синфли арматуралар учун $\eta = 1,15$; A–VI ва Ат–VII синфли арматуралар учун $\eta = 1,1$.

б) элемент олдиндан таранглаштириладиган арматуралар билан икки томонлама жиҳозланганда:

$$M \leq M_u = R_b b x (h_o - 0,5x) + R_{sc} A'_s (h_o - a'_s) + \sigma_{sp} A'_{sp} (h_o - a'_{sp}), \quad (6.8)$$

бу ерда сиқилиш зонасининг баландлиги x қуйидаги тенгламадани аниқланади:

$$x = \frac{R_s A_s - R_{sc} A'_s + \gamma_{s6} R_{sp} A'_{sp} + \gamma_{s6} R_{sp} A_{sp}}{R_b b}. \quad (6.9)$$

6.6. Олдиндан зўриқтирилган марказий чўзилган элементларни чегаравий ҳолатларнинг биринчи гуруҳи бўйича ҳисоблаш

Арматуралари олдиндан таранглаштирилиб тайёрланган марказий чўзиладиган элементларнинг мустаҳкамлиги қуйидаги шартдан текширилади:

$$N \leq N_u = R_s A_s + \gamma_{s6} R_{sp} A_{sp}, \quad (6.10)$$

бу ерда A_{sp} – олдиндан таранглаштирилган арматура кўндаланг кесим юзаси;

A_s – олдиндан таранглаштирилмайдиган (оддий) арматура кўндаланг кесим юзаси;

R_s – оддин арматуранинг чўзилишдаги ҳисобий қаршилиги;

R_{sp} – олдиндан таранглаштирилган арматуранинг чўзилишдаги ҳисобий қаршилиги;

γ_{s6} – олдиндан таранглаштириладиган арматуранинг ишлаш шароитини ҳисобга оладиган коэффициент (6.30) формуладан аниқланади.

НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ

1. Олдиндан зўриқтиришнинг моҳияти ва зўриқтириш усуллари.
2. Олдиндан зўриқтириш усуллари.
3. Олдиндан зўриқтирилган элементларни лойиҳалашнинг асосий қоидалари.
4. Олдиндан зўриқтириладиган элемент нормал кесимининг ташқи куч таъсиридан кучланганлик ҳолатлари
5. Олдиндан зўриқтирилган эгилувчан элементларни чегаравий ҳолатларнинг биринчи гуруҳи бўйича ҳисоблаш
6. Олдиндан зўриқтирилган марказий чўзилган элементларни чегаравий ҳолатларнинг биринчи гуруҳи бўйича ҳисоблаш

VII–Бoб. КЎП ҚАТЛАМЛИ КОНСТРУКЦИЯЛАР

7.1. Кўп қатламли темирбетон конструкцияларни лойиҳалаш ва ишлатиш

Ҳозирги вақтда турар–жой бинолари қурилишидаги асосий муаммолардан бири ёқилғи–энергияси сарфини камайтириш ҳисобланади. Бу борада нафақат қурилиш материалларини ишлаб чиқаришда, балки бино ва иишоотларни эксплуатация қилишда, уларни иситишда сарфланаётган энергияни тежаш ҳам асосий масала бўлиб қолмоқда.

Замонавий бино ва иишоотларни иситиш учун ялпи энергия ресурсларининг қарийб 35% сарфланмоқда. МДХ мамлакатларида бир бирлик турар–жой майдони учун Европа мамлакатларига нисбатан 2–3 марта ортиқ энергия сарфланмоқда. Худди шундай Россиядаги кўп қаватли турар жой бинолари учун иссиқлик сарфи 350–550 кВтс/(м²йил)ни ташкил этса, коттедж туридаги алоҳида уй–жойларда бу кўрсаткич 600–800 кВтс/(м²йил) ни ташкил этади. Германияда, масалан, ҳовли типидagi турар–жой биноларида ўртача 250 кВт ч/(м² йил), Швецияда –135 кВт ч/(м² йил), энг сифатли чет эл турар–жой биноларида эса 90–120 кВт ч/(м² йил) энергия сарф қилинади.

Шартли равишда олинган турар–жой бинолари конструкцияларининг иссиқлик йўқотиш кўрсаткичлари қуйидагича: девор орқали – 36%, деразадан – 24%, орасида инфильтрацияланувчи ҳаво бўшлиғи бўлган дераза тиркишларидан – 37% га тенг. Бошқа манбалар бўйича эса қуйидагича: девор орқали – 45% дераза ва эшик – 33 %, том ва ораёпмалар орасидан –22% ни ташкил қилади. Бу кўрсаткичларга биноан иссиқлик йўқолишини камайтириш учун энг аввало уй–жойларнинг девор ва ораёпмаларини иссиқни сақловчи қатламлар билан жиҳозлаш талаб этилади.

Тўсиқ конструкцияларининг термик қаршилигини оширишга бутун дунё ва МДХ давлатларида катта аҳамият берилмоқда. Мисол сифатида Россиянинг Давқурилиш кумитаси томонидан чиқарилган 1994 йил 25 мартдаги қарори билан ёнилғи энергетик манбаларни иктисод қилиш мақсадида йиғма

темирбетон турар жой ва жамоат бинолари қурилишида зичлиги 900 кг/м^3 дан юқори бўлган материалдан тайёрланган бир қатламли панелларни қўллаш ман этилиб, уларни уч қатламли ёки термовкладишли панеллар билан алмаштириш тавсия этилган. 1995 йил 1 сентябрдан СНиП II– 3–79 "Қурилиш иссиқлик техникаси" қурилиш меъёрлари ва қоидаларининг 3–бандга ўзгартиришлар киритилган бўлиб, унда ташқи тўсиқ конструкцияларининг иссиқлик–техник характеристикаларини босқичма–босқич ошириш назарда тутилган.

Биринчи босқичда деворларнинг иссиқликни узатиш қаршилиги коэффициентини $1,16 \text{ м}^2 \text{ С/Вт}$ дан $2,2 \text{ м}^2 \text{ С/Вт}$ га ошириш, замонавий биноларда иссиқлик сарфини 17% га камайтиришга имкон беради. Бу босқич талабларига термовкладиши пенополистеролбетон плиталаридан иборат бўлган учқатламли керамзитбетон панеллар жавоб беради.

2000 йилнинг 1 январидан эътиборан Россия энергия сарфини камайтиришнинг иккинчи босқичига ўтган. СНиП II–3–79 га мувофиқ R^{np} ни $3 \text{ м}^2\text{с/Вт}$ етказиш назарда тутилган. Бу ўз навбатида иситиш учун сарф қилинадиган иссиқликни 22 % га камайтириш имконини беради. Мазкур босқич талабига чеккалари ва ўрта қисмларида бўйлама қобурғалари бўлмаган, самарали пенополистиролдан иборат иссиқлик сақловчи қатлами бўлган учқатламли панеллар жавоб беради. Ташқи ва ички юк кўтарувчи бетон қатламларини бир–бирига боғловчи элементлар сифатида ушбу маҳсулотлар учун «нуқтали» боғланишларни қўллаш мумкин. Улар эластик боғловчилар ёки "ҳаво кўприкчалари" ни ҳосил қилмайдиган, дискрет – жойлаштирилган бетонли арматураланган шпонкалар бўлиб, иккаласи ҳам ГОСТ 11024–84* "Турар жой ва жамоат бинолари учун бетон ва темирбетон девор панеллари" талабларига жавоб беради.

Бизнинг республикамызда ҳам мазкур йуналишда тадқиқотлар ишлари олиб борилмоқда. Республикада КМК 2.09.15–97 "Қурилиш иссиқлик техникаси" меъёрий хужжати амалда жорий этилди ва унда тўсиқ конструкцияларига қўйиладиган талаблар собиқ иттифоқ давридаги меъёрларга нисбатан янада оширилди. Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг

2000 йил 9 октябрь, 389—сонли қарори билан Республика Давархитектқурилиш зиммасига биноларни иссиқлик изоляцияси бўйича меъёрлар ишлаб чиқиш топширилган.

Уй жой ЦНИИЭП (Россия) да олиб борилган тадқиқотлар ҳозирги даврда бир қатламли енгилбетон, ғишдан, ёғоч ва ғовакли бетондан тайёрланган конструкциялари замонавий иссиқлик—техник ва иқтисодий мезонларга жавоб бермаслиги исботланган. Асосий қўлланилаётган материал хусусиятидан катъий назар иссиқлик сақлаш хусусиятини ошириш учун, деворбоб конструкциялар самарали иссиқлик ўтказмайдиган материаллар қўлланган ҳолда кўп қатламли бўлиши талаб этилади.

Уч қатламли деворбоб панел конструкциялари деб икки ташқи қисми бетон ёки темирбетон қатламдан ва ўрта қисми иссиқлик сақловчи қатламдан иборат бўлган конструкцияларга айтилади. Ташқи қатламлар ўзаро, одатда тайёрланиш жараёнида, арматурали пайвандланган синчлар ёрдамида ёки панелнинг мустаҳкамлиги ва бикрлигини таъминловчи бошқа усулларни қўллаган ҳолда боғланади. Ўрта қатламдаги иссиқлик сақловчи сифатида ишлатиладиган пенопластлар, кўпикшишалар, пенополистирол, минералватали плиталар, шунингдек турли керамзитбетон, йирик ғовакли бетон, перлитбетон, арболитбетон каби ўртача зичлиги $400\ldots 800 \text{ кг/м}^3$ бўлган паст мустаҳкамликдаги бетонлар ишлатилади.

Уч қатламли панеллар учун иссиқлик сақлайдиган ўрта қатлам зичлиги $300\text{--}500 \text{ кг/м}^3$, сиқилишга мустаҳкамлиги $0,5\ldots 2,5 \text{ МПа}$ бўлган бетонларни қўллаш самарали бўлиб, қўлланилиб келинаётган бир қатламли енгил бетонларга нисбатан уларнинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти $2,5\ldots 4$ марта паст бўлиши талаб этилади. Ушбу ҳолларда анъанавий қўлланилиб келинаётган тўлдирувчилар (перлит, керамзит ва унинг турлари), аморф (ғовак) лаштирилган структурали тўлдирувчилар (пеностеклогранулянт, азерит, баротелит, диолит ва стеклозит), қўлланилиши мумкин бўлиб, уларнинг иссиқлик ўтказувчанлиги кристалл структурадаги, ёғоч ва қишлоқ хўжалиги

чиқиндиларидан олинадиган ҳамда кўпчитилган полимер доначаларга нисбатан 25–30% паст бўлади.

Уч қатламли панеллар ўрта қатламидаги бетоннинг иссиқлик сақлаш хусусиятини портландцемент ўрнига саноат чиқиндилари ёки тоғ–вулқон чиқиндилари (туф, пемза, вулқон шлаклари ва бошқалар) асосида олинадиган кам энергия сарфланадиган клинкерсиз ёки кам клинкерли боғловчилар каби актив қўшимчаларни қўллаш орқали ҳам 20–30% га ошириш мумкин.

Уч қатламли тўсиқ конструкцияларини қўллаш жараёнида иссиқлик сақловчи қатламнинг термик қаршилиги ҳисобига девор ва томлар қалинлигини (2–3 марта) камайтирилган тақдирда ҳам уларнинг иссиқлик ўтказувчанликка бўлган қаршилигини 2–2,5 марта оширишга, материал сарфини камайтиришга, эксплуатацион талаблар нуктаи назаридан келиб чиқадиган омиллар, яъни берилган иқлим ҳал қилувчи аҳамият касб этадиган хоналардаги иссиқлик–намлик режимини муътадиллаштиришга эришилади.

Қурилишда уч қатламли конструкцияларни қўллашнинг техник авфзаллиги тўсиқ конструкцияларни енгиллаштириш (ўртача 4–5 марта) имконияти билан ифодаланиб, таянч конструкциялари оралиғини ошириш ва турар–жой бинолари, жамоат ва саноат иншоотлари ичида эркин режалаштиришда қулайлик яратади, инерцион массасининг камайиши ҳисобига зилзилага қарши турғунлиги ортади.

Уч қатламли конструкцияни қўллаш қурилиш сифатининг ошишига – иншоотларнинг иссиқ сақлаш хусусиятини яхшиланишига; конструкцияларнинг овоз ўтказмаслик хусусиятини ошишига; декоратив ва бадий сифат жиҳатидан қўйиладиган талаблар асосида бино ва иншоотларга замонавий кўриниш беришга хизмат қилади.

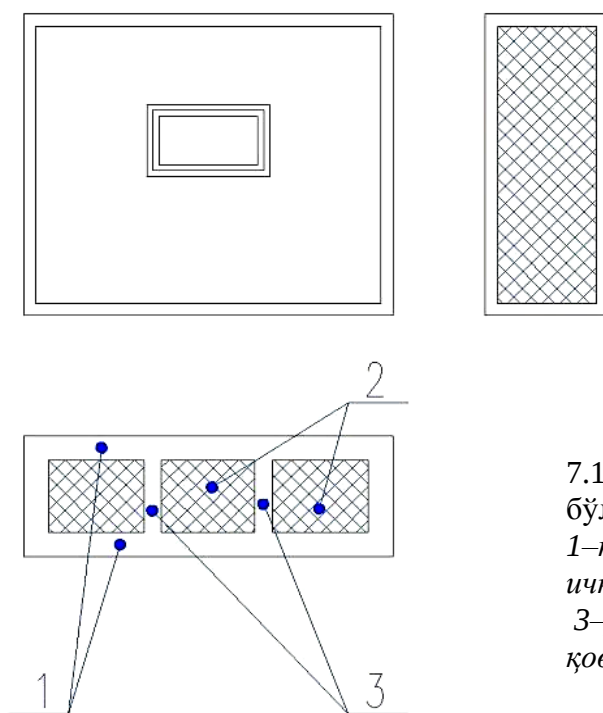
7.2. Уч қатламли панел конструкциялари.

7.2.1. Эластик боғловчили уч қатламли панел конструкциялари.

Кўп қатламли деворларни қурилишда қўллаш узоқ тарихга эга бўлиб, хусусан улардан Кадимги Римда, Юнонистонда ва бошқа мамлакатларда фойдаланилган.

Собиқ иттифок даврида уч қатламли конструкциялар устида тадқиқотлар олиб бориш ўтган асрнинг 30 йилларидан бошланган. Комплекс девор конструкцияларининг турли вариантлари ишлаб чиқиладиган бўлган. Уларга мисол сифатида уч қатламли, ташқи–ички икки қавати ғиштин ва ўрта қатлами бетондан тайёрланган конструкцияларни келтириш мумкин. Бироқ, иккинчи жаҳон урушига қадар бундай конструкцияларни қўллаш маълум бир сабабларга кўра амалга оширилмади. Чунки ташқи темирбетон қатламларни рационал тарзда ўзаро боғлашни амалга ошириш учун самарали ечимлар ва материаллар мавжуд бўлмаганлиги ҳамда панели бинолар қурилиши хажмининг камлиги сабаб бўлган. Урушдан кейинги даврда уч қатламли панелларни қурилишда тажриба сифатида қўллаш ва тадқиқ қилиш бўйича ишланмалар ҳажми ошди. Бир вақтнинг ўзида бетон қовурға шаклидаги ташқи қатламлари темирбетондан ва ўрта қатлами минералватадан тайёрланган иссиқлик сақловчи плитали панеллар кенг ишлаб чиқариладиган бўлди (7.1–расм).

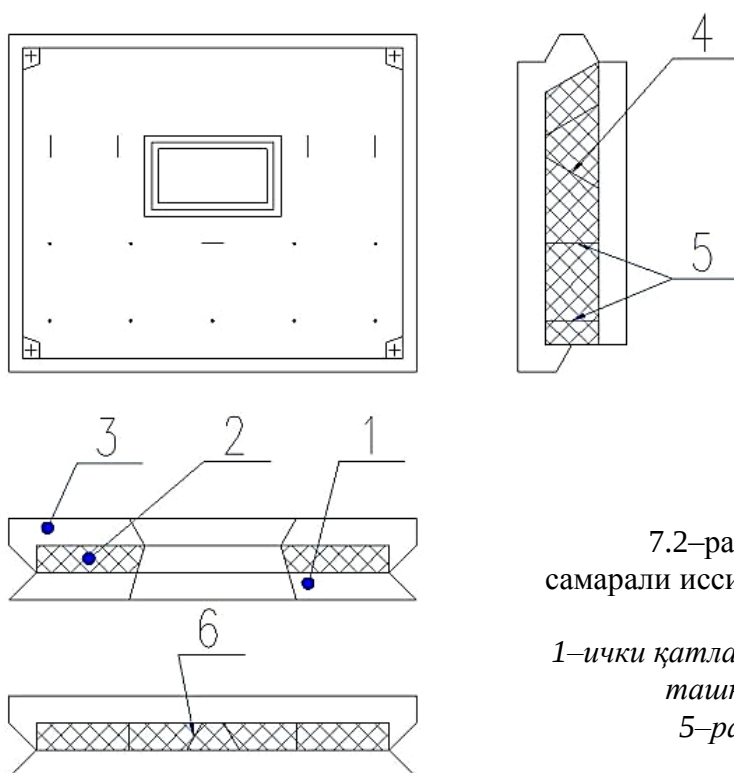
Бундай конструкциялар жиддий камчиликларга эга. Қатламларни мустаҳкам боғловчи туташ қовурғалар ташқи панелнинг ҳарорат остида деформацияланишига қаршилик кўрсатади. Бир вақтнинг ўзида бинонинг ички конструкциясига боғланган панел ва тугунлар ишлай бошлайди. Мавсумий ва суткалик ҳарорат ўзгаришлари сабабли ташқи деворларда сезиларли ҳарорат кучланишлари содир бўлади ва улар мустаҳкам қовурғалар ҳамда панелнинг ташқи сиртида ёрилишларни юзага келтиради. Ўйроғи этилган камчиликлар туфайли қовурғали уч қатламли панелларни ишлаб чиқариш ҳажми сезиларли даражада қисқарди.



7.1–расм. Мустаҳкамлик қовурғаси бўлган уч қатламли панел:
1–ташқи темир бетон қатлам, 2–
ички иссиқлик сақловчи қатлам,
3–ўрта қисмдаги мустаҳкамлик
қовурғалари

Бундай конструкциялар жиддий камчиликларга эга. Қатламларни мустаҳкам боғловчи туташ қовурғалар ташқи панелнинг ҳарорат остида деформацияланишига қаршилик кўрсатади. Бир вақтнинг ўзида бинонинг ички конструкциясига боғланган панел ва тугунлар ишлай бошлайди. Мавсумий ва суткалик ҳарорат ўзгаришлари сабабли ташқи деворларда сезиларли ҳарорат кучланишлари содир бўлади ва улар мустаҳкам қовурғалар ҳамда панелнинг ташқи сиртида ёрилишларни юзага келтиради. Ўтироф этилган камчиликлар туфайли қовурғали уч қатламли панелларни ишлаб чиқариш ҳажми сезиларли даражада қисқарди.

Вақт ўтиши билан мамлакатимизда уч қатламли панеллардаги бириктирувчи туташ қовурғаларни ташқи қатламни бириктирувчи эластик металл боғланишларга алмаштириш билан такомиллаштирилди. Бу ҳолда бикр иссиқлик сақловчи материалларга афзаллик берилиб, уларни тайёрлашда панелни лойиҳавий қалинлигини таъминлаш имконини беради. Бундай панеллар турар–жой бинолари қурилиши учун "Турар–жой" ЦНИИЭП ва бошқа илмий ҳамда лойиҳалаштириш ташкилотлари томонидан тадқиқ қилинган ва амалиётга жорий этилган (7.2–расм).



7.2–расм. Эластик боғловчи ва самарали иссиқлик сақловчи уч қатламли панеллар:

1–ички қатлам; 2–иссиқлик сақловчи; 3–ташқи қатлам; 4–осқи; 5–распорка; 6–подкос

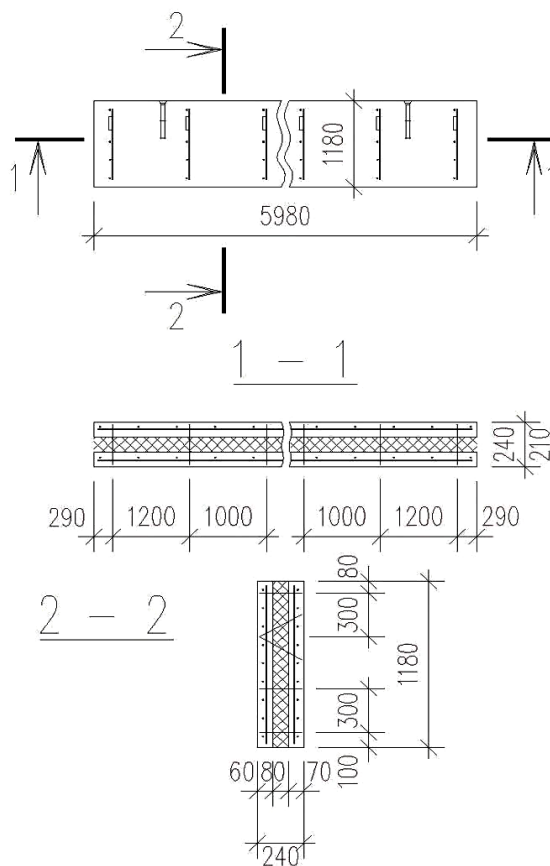
ИИ–04 ЦНИИЭП ТВЗ ва ТК бошқа институтлар билан биргаликда жамоат, маъмурий–маиший, ёрдамчи ва саноат каркас панелли бинолар учун уч қатламли панелларнинг иссиқлик сақловчи қатлами минерал пахтадан тайёрланган эластик боғловчили лентасимон бўлган плиталарни ишлаб чиқилган. (“Уч қатламли темирбетон девор панелли эластик боғланиш ва минералпахтали совуқ ўтказмайдиган плиталар” Москва, 1978 йил) (7.3–расм).

Кучеренко номидаги ЦНИИСК бошқа ташкилотлар билан бир қаторда саноат ва жамият бинолари деворлари учун уч қатламли лентасимон кесим юзадаги панелларни ишлаб чиқган. Бу панеллар совуқ ўтказмайдиган қатлами зичлиги $40\text{--}60\text{ кг/м}^3$ бўлган фенолли пенопластдан ва эластик (“Саноат ва жамоат бино учун совуқ ўтказмайдиган қатлами марки ФРП–1 бўлган фенолли пенопластдан тайёрланган уч қатламли девор панеллар” ВТУ6694–73). Плитанинг ташқи қатлами 40 ва 50 ички қатлами эса 80мм бўлиб, В15 класс бетондан, А–1 классдаги арматура пўлатидан тайёрланади. Қатламлар бир бутун фазовий каркас билан арматураланади. Кўндаланг стерженлар эса 10 ХСНД маркали 10 мм диаметрдаги пўлатдан тайёрланади ва у эластик боғловчи

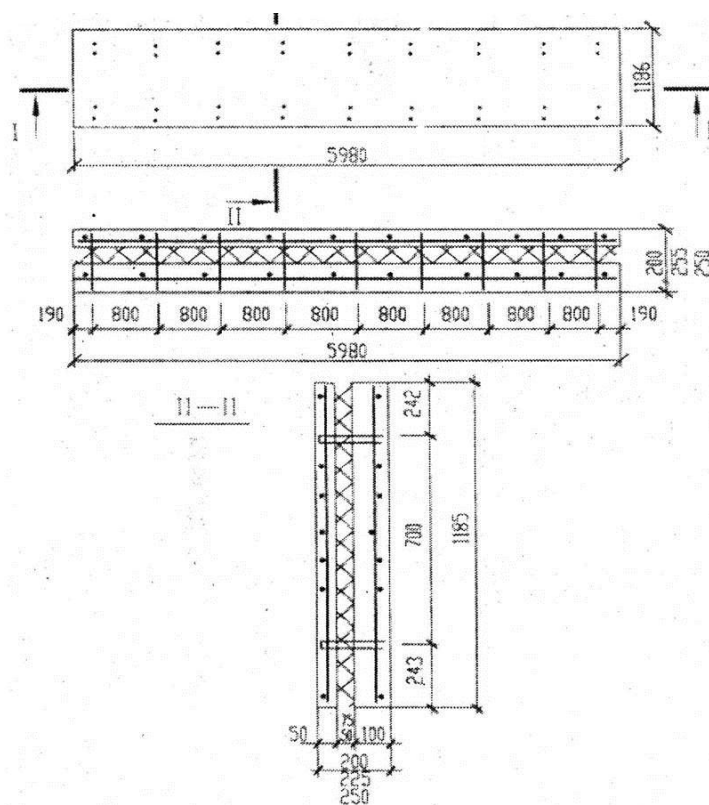
бўлиб хизмат қилади ва иссиқлик сақловчи каркас ичига бетонлашдан аввал тўшалади.

Саноат бинолари учун ЦНИЭП саноат бинолари ва бир қатор институтлар билан биргаликда ўз-ўзини кўтариб турувчи уч қатламли горизонтал панеллар ишлаб чиқилган. (серия 1.432–12/80 "Нормал ва юқори намлик режимидаги бинолар учун ҳисобий зилзилабардошлиги 7, 8 ва 9 балл бўлган эластик боғланишдаги эффектив иссиқлик сақловчи киритилган уч қатламли деворбоб темир бетон панеллар").

Ҳавонинг нисбий намлиги 85% ва ташқи ҳаво ҳарорати 50°C бўлган чорва ва паррандачилик бинолари учун горизонтал кесимдаги уч қатламли деворбоб панеллар ишлаб чиқилган бўлиб, улар заводда йириклаштириб тайёрланади. (серияси 1.832.1–8/Д–112 булган "Қишлоқ хўжалиги бинолари учун эффектив совуқ ўтказмайдиган қатламли ва эластик боғланишли уч қатламли темирбетон девор панеллари").

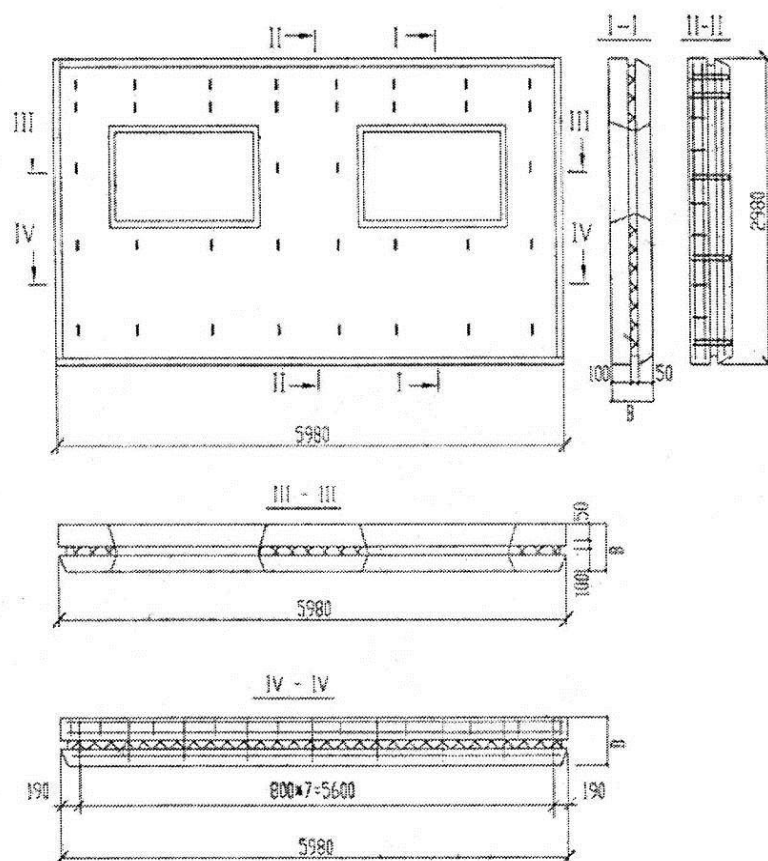


7.3–расм. Жамоат бинолари учун мўлжалланган уч қатламли панел



7.4–расм. Саноат бинолари учун мўлжалланган уч қатламли панел

Саноат бинолари учун 35 см қалинликдаги термовкладишли ва намунавий серия бўйича ўлчамлари 1.030.1./0–54 бўлган уч қатламли конструкциялари ЦНИИЭП ТБЗ ва ТК билан НИИЖБ биргаликда лойиҳалаштирилган. Бундай конструкциялар чекка қисмлари қобурғали ва вкладишлари орлиғининг эни 10–14см бўлиб, қобурғалар оралиғи 12,5см бўлган ҳолатда В3,5 классдаги керамзитбетондан тайёрланади. Термовкладишлар полистирол пенопласдан тайёрланиб қалинлиги 10см дан иборат бўлади. Уларнинг ҳисобий иссиқлик ўтказувчанлик қаршилиги $1,48\text{м}^{20}$ С/Втни ташкил қилади. Айнан шунга ўхшаш қалинлиги 24см бўлган ва ҳисобий шамол босими $3,6\text{кН/м}^2$ бўлган конструкциялар КТБ НИИ ЖБ томонидан лойиҳаланган. Бу ерда қобурғалар қалинлиги 4–9см ҳолатида, ташқи қатламлар 5см бўлиб, В15 классдаги енгил бетондан тайёрланган. Ҳисобий иссиқлик ўтказувчанлик қаршилиги $2,63\text{м}^2$ С/Вт ни ташкил қилади.

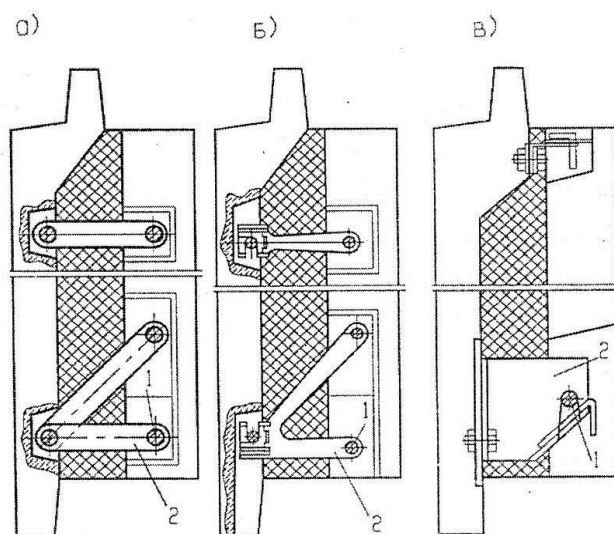


7.5–расм. Қишлоқ–хўжалиги бинолари учун мўлжалланган уч қатламли панел

Эффектив иссиқлик тутувчиси полистирол пенопластдан ва минералпахтадан тайёрланган эластик боғловчили деворбоб темирбетон панеллар чет эллардаги тураржой қурилишида кенг қўлланилади. Ҳалқаро қурилиш кенгашининг маълумотларига кўра бундай панелларнинг қўлланилиши йирик панелли деворларнинг умумий ҳажмига нисбатан у қадар катта эмас. Масалан, Буюк Британияда 75, Данияда 60, Норвегияда 100, Югославияда 94, Францияда 70 ва Швецияда 78%ни ташкил қилади.

Эффектив иссиқлик тутувчи қўлланилган конструкцияларни ишлаб чиқариш ва қўллаш тажрибасидан қуйидаги қатор камчиликлар аниқланди: иссиқлик тутувчи қатламни ўлчамлари буйича тайёрлаш ва тушаш жараёнида қўл меҳнати 15–18%га ортиши, эластик боғловчиларни коррозиядан, эффектив иссиқлик тутувчини эса ёнишдан ҳимоялаш учун қўшимча сарф харажатларнинг мавжудлиги ва бошқалар. Баъзи ҳолларда қатламларнинг зарурий қатлам қалинлигини таъминлашда кийинчиликлар (қатламнинг юпқалашуви) юзага келиши шунингдек иссиқлик сақловчи плиталар орасидаги

тиркишлардан қоришманинг оқиб чиқиши сабабли совук кўприкчалар" юзага келиши оқибатида иссиқлик ўтказувчанлик қаршилигининг пасайиши кузатилади.



7.6–расм. Харакатланувчи боғланишлари панелнинг чеккалари (а, б) ва ичкараси (в) бўйича жойлаштирилган йиғма панеллар:

1 – монолитлашган элемент; 2 – боғловчи элемент

Шунинг учун эластик боғловчили уч қатламли панеллар тайёрлаш технологиясини ва конструкцияларини такомиллаштириш, тўсиқ конструкцияларининг сифатини ошириш борасида бошқа илғор йўналишларни ишлаб чиқиш катта аҳамият касб этади.

ЦНИИЭП турар жой (Россия) томонидан қобиклари олдиндан шакллантириладиган, эффектив иссиқлик сақловчини икки қатлами орасида кетма–кет қуйиш билан махсус постда йиғиладиган уч қатламли панеллар таклиф этилган.

Алоҳида шакл беришда анъанавий қатламли шакл беришга нисбатан, қатламлар қалинлиги аниқлиги ошади. Бунда "совук кўприкча"нинг йўқлигидан таркибли панелнинг иссиқ сақлаш сифати ошади ва мустаҳкамланади. Бу ҳолда турли иссиқлик сақловчилар, шунингдек уларнинг қўшма турларидан фойдаланиш имконияти юзага келади. Янада самара берадиган турларига шунингдек, анъанавий ечиладиган ва намлик тортувчи иссиқлик сақловчи

плиталарни ҳам ишлатиш мумкин. Бунинг асосий сабаби уларни котиб улгурган қобиклар орасига тўшалишидир.

ОАО "Биолар" ЦНИИС Илмий тадқиқот маркази томонидан янги уч қатламли ташқи девор панели конструкциясини ишлаб чиқилди. Бу панеллар иккинчи босқич СНиП II-3-79 "Қурилиш иссиқлик техникаси" талабини қондиради. Иссиқлик узатиш қаршилиги бундай конструкцияларда 2,6 – 3,1 м²⁰С/Вт ни ташкил қилади. Панеллар қурилиш саноати корхоналаридаги мавжуд металл қолдиқларидан фойдаланиш ва йирик панелли, йирик биоларни барпо этиш мақсадларида мамлакатнинг турли ўлкаларида шунингдек, табиий–иқлимий шароитлари оғир ва мураккаб геологик шароитларда ҳам фойдаланиш мумкин. Ишлаб чиқилган ташқи девор панели уч қатламли конструкцияга эга. Ташқи ва ички юк кўтарувчи бетон қатламлар оддий оғир ёки енгил конструкцион бетондан арматураланган тўр ёки каркасни қўллаган ҳолда тайёрланади.

Ишлаб чиқилган ташқи девор панеллари уч қатламли конструкция шаклида бўлиб ички юк кўтарувчи қатлами тўрсифат ёки каркас сифат армирланган конструкцион енгил ёки оддий оғир бетондан тайёрланади. Бетон қатламларини боғловчи туташмалари сифатида алоҳида бетон шпонкалардан фойдаланилади. Шпонкаларнинг ўлчамлари ва сони иссиқлик – техник ва мустаҳкамлик талаблари асосида аниқланади. Ўрта қатламдаги панел пенополистирол плитадан тайёрланади ва йўғонлиги иссиқлик техника ҳисобининг амалий шартларини бино конструкциясида қўллаб, ўрнатади. Бундай панелнинг ҳусусияти шундаки, темирбетон шпонка билан ташқи ва ички бетон қатламини бириктирилиши музлаш хавфини йўқотади. Тавсия қилинаётган панел уч қатламли эластик боғловчили панелга нисбатан алоҳида эътиборга лойиқ.

Уч қатламли деворбоб панеллар куйидаги афзалликларга эга:

- танқислиги сезилаётган керамзит ёки бошқа енгил тўлдирувчиларни оғир бетонга ёки бошқа маҳаллий материалларга алмаштириш;

- пўлат арматура сарфини 20–25%га камайтириш билан мустаҳкамликни ошириш;
- панелнинг ички қатлами юзасидан талаб этиладиган ҳароратни ва янада ишончлироқ иссиқлик сақланишини таъминлаш;
- тайёрлашнинг юқори даражада технологиялаштирилиши ва маҳсулотга шакл бериш жараёнида плитанинг иссиқлик сақловчи қатлами "сизиб чиқиши"ни олдини олиш;
- иш кучини 30% дан кам бўлмаган миқдорда камайтириш;
- темирбетон шпонкаларда занглашдан ҳимоялаш қопламасини талаб этмайдиган оддий пўлат арматураларни қўллаш имконияти;
- бетон сарфининг 25–30%га камайтириш;
- панелларнинг узунлиги бўйича ва уларни транспортга ортиш, ташиш ҳамда туширишда мустаҳкамлигини таъминлаш.

7.2.2. Монолит боғланган уч қатламли темир бетон конструкциялар

Сўнгги йилларда классик кўпқатламли конструкцияларга альтернатива сифатида иссиқлик сақлайдиган қатлами енгил бетондан тайёрланган янги турдаги уч қатламли панеллар тавсия этилмоқда. Уларнинг юк кўтарувчи қатламлари сиқилишга мустаҳкамлиги B15 ва ундан юқори бўлган оғир ёки конструкцион енгил бетонлардан, иссиқлик сақловчи қатлами эса B1...B3,5 классдаги, ўртача зичлиги $400...800 \text{ кг/м}^3$ бўлган керамзит бетон, арболит ва бошқа шу каби конструкцион–иссиқлик сақловчи бетонлардан тайёрланган. Бу конструкциялар номенклатурасида ташқи девор панеллари, ораёпмалар (чордоқ ва ертўла усти) сифатида ва турар–жой, жамоат, қишлоқ хўжалиги ҳамда иситиладиган ишлаб чиқариш бинолари томёпмаларида фойдаланиш назарда тутилади.

Эффектив енгил бетоннинг турларидан бири полистирол–бетон бўлиб, у кўпиртирилган полистирол грануллари, кум, боғловчи модда (аксарият цемент) сув ва ғовак ҳосил қилувчи қўшимчалардан тайёрланади. Полистирол–бетоннинг ўртача зичлиги $200...1200 \text{ кг/м}^3$ ва сиқилишга мустаҳкамлиги

0,5...10МПа ни ташкил этиши ундан қурилишда фойдаланиш мумкинлигини ифодалайди. Полистиролбетон ва ундан барпо этилган конструкцияларнинг хусусиятларини МДХ ва хорижий давлатларда 60– йиллардан эътиборан ўрганила бошланган.

1967 йил ВНИИСМ ва МНИИТЭПда полистиролбетон, (таркиби) пишиқлиги пайвандлашга имкон берадиган ва бетон қоришма таркибига кўра деформацияга чидамлилиги характеристикаси ишлаб чиқилган.

Тайёрлашдаги оддийлигидан, полистирол биноларда панелларни тик бириктиришни ва девор материаллари сифатини мустакамлаш учун тавсия этилган. Полистиролбетонда бундай боғловчи, яъни гипс, суюқ шиша ва бошқаларнинг қўлланилиши таркиби яратилган.

Паст мустаҳкамликли полистиробетон совуқ ўтказмайдиган қатлам конструкцияси турли мақсадда қўлланилган. 1973 йилда Киев шаҳридаги ЭКБ НИИСК заводда полистиролбетондан совуқ ўтказмайдиган икки ёқлама қатлам плита қобик юзасига ётқизилган.

Твер ДСК уй жой уйлари учун 121 к серияли чердак ораёпма панели 160 мм йўғонликда оғир бетондан ишлаб чиқарилган, яъни, қурилиш майдонида талаб қилинган иссиқ узатувчи конструкция қаршилигини таъминлаш учун совуқ ўтказмайдиган пенопластлар ёрдами билан таъминланади. Уларни, уч қатламли иссиқлик изоляцияловчи полистиролбетон қалинлиги 6 см қатлам билан алмаштирилганда панел конструктив ўлчовларининг сақланишига эришилган. "Стройиндустрия" СКТБ нинг маълумотига кўра – (Твер шаҳри), иқтисодий фойда қўллаш ва ишлаб чиқаришдан 4,2р ўлчовида. 1м² конструкцияда (1980й. баҳоси билан) ишлаб чиқилган кесимлар уч қатламли панел ташқи қатлам шлакопемзобетон ва совуқ ўтказмайдиган полистиролбетон қатлам Челябинск области қурилиши учун уч қатламли худди шундай ташқи қатламли ва полистирол пенопластдан совуқ ўтказмайдиган қатлам ўрнига "Челябқурилиши конструкция" заводининг ЖБИ–2 трестиди ишлаб чиқариладиганига алмаштирилади. Ишлаб чиқилган конструкция тежашли бўлиб, нархи 3,02 руб. (1980 й баҳосида) 1 м² л конструкцияга. Бу

билан улар тайёрлашга меҳнат сарфини 32% га камайтиради. 30 йилдан кўпроқ чет эл мамлакатларида полистиролбетон қўлланиб келинади. Конструкция наменклатурасидан фойдаланиб МДХ мамлакатларида ҳам тарқалиш имконини олган.

Ресурсларни тежаш ва иқтисод қилиш нуқтаи назаридан келиб чиққан ҳолда ўрта қатламдаги иссиқлик тутувчи сифатида иссиқлик тутиш хусусияти юқори бўлган арболитдан фойдаланиш истиқболли ҳисобланади. Уни ишлаб чиқариш учун мамлакатимизда қарийб чекланмаган миқдорда ҳомашё (ғўзапоя) базаси мавжуд бўлиб, ушбу ҳомашё тўлдирувчи учун узлуксиз таъминланиши мумкин.

Арболитобетон эгилишга бўлган мустаҳкамлиги кўп бўлиб, товуш тўлқинларини ютиш хусусиятига эга. Бу конструкцион бетонларни эгилишга бўлган мустаҳкамлиги юқори бўлиб, чегаравий юклардан кейин ўз формасини қайтадан ўрнини тўлдириш хусусиятига эга.

Арболитобетонни асосий камчиликларидан, уларни намлик ютиш хусусиятини кўрсатиш мумкин. Шунинг учун ташқи девор учун арболитобетондан қилинган конструкциялар керакли миқдори қатлами билан бажарилиши керак.

Полистиролбетон ва ғўзапоя асосидаги арболитбетонни қўллаш тажрибасини таҳлили, шунингдек қатор тадқиқотларнинг натижалари мустаҳкамлиги 0,5 МПа ва ундан паст, ўртача зичлиги $200\ldots 300 \text{ кг/м}^3$ бўлган полистиролбетонни ва мустаҳкамлиги 1 МПа, ўртача зичлиги 500 кг/м^3 бўлган арболитобетонни уч қатламли монолит конструкцияларда иссиқлик сақловчи сифатида қўллаш самарали ҳисобланади.

Қатламлари монолит боғланган ва турли мустаҳкамликдаги темирбетон тўсиқ конструкциялари хорижий давлатларда ҳам кенг қўлланилади. Швеция ва Финландияда саноат бинолари учун уч қатламли девор панеллари ишлаб чиқилган. Бу конструкцияларда ташқи қатламлар мустаҳкамлик синфи В22,5 бўлган керамзитобетон ишлатилган. Ўрта қатлами эса кўпғовакли мустаҳкамлиги 1–4 МПа бўлган бетонлар ишлатилган.

Сунгги йилларда Бельгияда лойдан кўпиртириб олинган ғовак грануллар кўринишидаги тўлдирувчиларни ишлаб чиқариш технологияси амалиётга жорий этилган. Улар асосида бетондан уч қатламли девор, ёпма ва ораёпма панеллари тайёрланмоқда. Уч қатламли юк кўтарувчи қатлам панели 25...30 мм, икки қатламли 55...60 мм йўғонликда тайёрланади. Саноат, чорвачилик ва паррандачилик объектлари, мактаб, болалар боғчаси, магазин бинолари қурилишда "DURISOL" фирмаси маҳсулоти қўланилиши кенг тарқаланган.

Кейинги йилларда Бельгияда лойдан енгилаштирилган ғовак грануллар турида ишлаб чиқариш технологияси ишлаб чиқилган. Бетондан унинг асосида уч қатламли девор панели ва ораёпма ва ёпиш панеллари, ташқи қатлам тўлдирувчи фракциялари 1...10 мм, ўртача 1...30 мм фойдаланилади. Бунда бетон пишиқлиги ташқи қатламда 20...30 ва ўрта қатламида 3...4 МПа ни, зичлиги эса 1100...1400 ва 550...600 кг/м³ни ташкил қилади.

Уч қатламли тўсиқ конструкциянинг кенг қўлламда қўллаш учун ўрта қатламдаги совуқ ўтказмайдиган қатлам таркибини қайта ишлаб чиқиш ва тайёрлаш технологияси шунингдек ўта енгил тўлдирувчи ишлаб чиқаришни кенгайтириш зарур. Бундай бетонларнинг физик–механик хусусиятини комплекс тадқиқот олиб борилиши, конструкцион бетоннинг ташқи қатлами ва уч қатламли конструкциянинг турли куч таъсирида ёрилишларининг ҳосил бўлиши, қаттиқлик ва мусаҳкамлигини ҳисоблаш усулини ишлаб чиқиш талаб қилинади.

Шундай қилиб, эластик боғловчили уч қатламли темирбетон конструкциялар ва монолит боғланган уч қатламли конструкцияларни қурилишда қўллаш техник ва иқтисодий томондан қаралганда жуда ҳам самарали натижаларни беради. Улар юқори иссиқлик изоляция хусусиятларига эга бўлиб, ёқилғи–энергия маҳсулотини сарфлашни камайтиради. Бу конструкцияларни лойиҳалаш усуллари норматив хужжатларда ўз аксини топмаган.

7.3. Уч қатламли конструкцияларни лойиҳалаш моҳиятлари

7.3.1. Эффе́ктив иссиқлик сақловчи уч қатламли, эластик боғловчили девор панеллари

Турар жой биноларида уч қатламли девор панелларини лойиҳалашда хисоблаш ўз оғирлигидан, тиранган ораёпмалар, балконлар оғирлигидан, улар номарказий сиқилишга ишлайди. Лойиҳалаш ҳосил бўладиган юкни хисобга олган ҳолда бажарилади. Улар номарказий сиқилишга: саноат, ижтимоий ва қишлоқ хўжалик биноларини ўз оғирлигидан ҳосил бўладиган юк, дераза ўрнини тўлдирувчи ва шамолдан эгилишга ишлайди.

Эффе́ктив иссиқлик сақлаб берувчи эластик боғловчили уч қатламли панеллар ва эластик боғловчилар учун ўз оғирлигини кўтарадиган ва саноат, жамоат ва қишлоқ хўжалик биноларининг осма деворларини, қия эгилишига ишлайдиган вертикал ва горизонтал (шамол) юкдан хисобланади. Чунки ЦНИИ Пром зданий (саноат бинолари) ва ЦНИИЭП сельстрой (қишлоқ қурилиши) (Россия), ишчи чизмаларини ишлаб чиқиш уч қатламли панелларни хисоблашда панелнинг фақат темир бетон ички қатлами горизонтал ва вертикал юкни қабул қилади, ЦНИИЭПТБЗ ва ТК ҳисоби бўйича горизонтал юкни алоҳида ишловчи иккала қатлам қабул қилади, деб тахмин қилади.

Бироқ, тахминий ҳисоб ва назорат туридаги тажрибаларнинг панелларнинг емирилишигачан етказмасдан ўтказилган тажрибаларни авторлар изланишларни кўрилатган конструкциялар учун кенгайтирилган изланишларнинг олиб борилиши мақсадга мувофиқ деб ҳисоблайдилар.

Қатламларнинг эластик боғловчилари билан иссиқ сақлаб қолувчи материалларнинг биргаликдаги ишини ўрганиш учун эластик боғловчилар, иссиқлик сақлаб қолувчи материаллар ва юпқа темир бетон плиталари ишлари авторнинг Россиядаги ҳамкасабалари билар биргаликдаги назарий–экспериментал йўналишидаги изланишлари олиб борилган ва уч қатламли эгилувчан эластик боғловчили ва эффе́ктив иссиқлик сақлаб қолувчи материали панелларни деформацияниши, қаттиқлиги ва мустаҳкамлигини ҳисобга олиб биргаликда ишлашини хисоблаш усули ишлаб чиқилган.

7.3.1.1. Эластик босқичда қатламларнинг биргаликдаги ишини ҳисобга олиш

Эластик боғловчилар ва иссиқлик сақлаб қолувчи материалларнинг мавжудлиги, юқорида кўрсатилгандан, учқатламли эгиловчи элементларнинг ишига таъсир қилади. Бобда учқатламли элементларни ҳисоблаш кўриб чиқилади ва назарий ва экспериментал натижалар таққосланиши берилган. Эластик босқичда ҳисобланганда проф. А.Р.Ржанициннинг ишлаб чиққан стерженларнинг таркиби назарияси қўлланилган, бунда, боғланишнинг ишлов беришга мослигини баҳолаш учун олинган эксперимент натижалардан фойдаланилади; мустаҳкамлик бўйича ҳисоблаш чегаравий мувозанат, автор томонидан бажарилган экспериментал изланишлар ва таҳлиллар асослашга хизмат қилади. Эластик боғловчиларнинг таъсирини ҳисобга олиш, момент, уч қатламли панелларда қабул қилиниши, моментлар йиғиндиси деб қабул қилиниши мумкин, темир бетон қатламлари ва кесим билан яхлит.

$$M_n = M_{cl} + M_{сеч} \quad (7.1)$$

$$\text{бунда: } M_{сеч} = T \cdot V \quad (7.2)$$

бу ерда: T – сурулувчан кучланиши,

V – темир бетон қатламлари ўқи орасидаги масофа.

Оралик ўртасида эгиловчи элементларда силжувчи куч (ҳисобий кесимда) тенг тақсимланган юк учун қуйидаги формула билан топилади:

$$T = \frac{qV}{2\gamma \sum EJ} l^2 - \frac{qV}{\gamma \lambda^2 \sum EJ} \left(1 - \frac{1}{ch\eta l} \right) \quad (7.3)$$

Бу ерда: γ – формула билан аниқланган коэффициент:

$$\gamma = \frac{1}{E_H A_H} + \frac{1}{E_{BH} A_{BH}} + \frac{V^2}{\sum EJ} \quad (7.4)$$

бу ерда E_H ва E_{BH} – ташқи ва ички қатламга мос; бетоннинг эластик модули;

A_H ва A_{BH} – темир бетон қатлами кесимининг юзаси;

$\sum EJ$ – темир бетон қатламларнинг эгилишига умумий қаттиқлиги;

λ – коэффициент,

$$\lambda = \sqrt{\varepsilon_{CB}} \nu \text{ га тенг (7.5.)}$$

бу ерда, γ – эластик боғланишларнинг қаттиқлик коэффиценти;

$$\gamma = \sqrt{\varepsilon_{cb}} \gamma \quad (7.6)$$

бу ерда: $\varepsilon_{CB} = \frac{12E_{CB}J_{CB}}{\delta_B^3} m$ боғловчини қаттиқлиги

бу ерда, $E_{CB} J_{CB}$ —боғловчини қаттиқлиги;

m – боғланишлар сони; узунлик бирлигига мос равишда;

δ — темирбетон қатламлари орасидаги масофа.

Топилган моментлар $M_{сл}$ ва $M_{кес}$ қиймати бўйича таркибий элемент эгилишини аниқлаш қийин эмас. У эгилишлар йиғиндисига тенг:

а) қатламларнинг биргаликдаги ишини ҳисобга олмаганда

$$f_{сл}^{расч} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_H L^4}{E_H J_H} \cdot \frac{M_{кам}}{M_n} \quad ёки \quad f_{сл}^{расч} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_{BH} L^4}{E_{BH} J_{BH}} \cdot \frac{M_{сл}}{M_n} \quad (7.7.)$$

б) яхлит кесим учун f формула бўйича:

$$f_{сл}^{расч} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q l^4}{E J_H} \cdot \frac{M_{сл}}{M_n} \quad (7.8.)$$

q_H ва q_{BH} – ички ва ташқи қатламга мос куч;

q – панелга таъсир қилаётган куч.

Уч қатламли элементнинг эгилиши тенг бўлади:

$$f_{2с}^{расч} = f_{сл}^{расч} + f_{сл}^{расч} \quad (7.9.)$$

Кузатилаётган тажрибалардаги эгилишлар синаётган элементлардан ўрни бор.

Бу фарқ шундай тушунтирилади, эгилувчан боғловчилардаги бетон эгилишини ҳисобга олинмаслигидир. Эгилувчан боғловчиларнинг узунлигини ҳар томондан 1,3 диаметрға кўпайтириш, яъни $l_{CB} = \delta_{ym} + 2,6d$

Иссиқлик сақлаб қолувчи материалнинг таъсирининг ишики таркибий стерженлар назариясида ҳисобга олинганда коэффицент ε_{yT} , иссиқлик сақлаб қолувчи материалнинг қаттиқлигини ҳисобга олувчи, тенг:

$$\varepsilon_{\phi\phi} = \frac{Gb}{h_{\phi\phi}} \quad (7.10)$$

G – иссиқлик сақлаб қолувчи материалнинг силжиши;

b – намунанинг кенглиги;

h_{yt} – иссиқлик сақлаб қолувчи материалнинг қалинлиги.

Эластик боғловчи ва иссиқлик сақлаб қолувчи материал мавжудлигида қаттиқлик коэффиценти тенг бўлади:

$$\varepsilon = \varepsilon_{cb} + \varepsilon_{yt}$$

Иссиқлик сақлаб қолувчи материалнинг ҳисобга олиниши ҳисоблашда эгилиш қийматини 15 % гача пасайтиради, эластик боғловчиларни ҳисобга олганга нисбатан.

Қатламларнинг биргаликдаги ишини эластик боғловчилар ва иссиқлик сақлаб қолувчи материал эгилишини ҳисобий ва фактли қийматларнинг ҳамма синалаётган намуналарда ўхшашлиги ҳосил бўлади.

Бетонда шундай эгилишлардаги кучланишини ҳисобга олиш учун ҳисоблашни, қатлам ва кесим бўйича яхлит юкки тақсимлаб юқорида кўрсатилганидек алоҳида олиб борилади.

Биргаликдаги ишини ҳисобга олмай куч таъсирини қатламлар қаттиқлигини пропорционал тақсимланади, бунда:

$$\sigma_H^{P1} = \pm \frac{q_H \cdot l^2}{8 \cdot W_H} \quad (7.11.)$$

$$\sigma_{BH}^{P1} = \pm \frac{q_{BH} \cdot l^2}{8 \cdot W_{BH}} \quad (7.12.)$$

W_H ва W_{BH} – ташқи ва ички қатламларга мос қаршилик моментлари. Бетон кесимидаги кучланишини ҳисоблашни формула билан олиб борилади:

$$\sigma_n^{P2} = \sigma'_H \frac{M_{\tilde{n}\tilde{e}}}{\tilde{I}_{\tilde{i}}} + \sigma_H^{P3} = \sigma'_H \frac{M_{\tilde{n}\tilde{a}\div}}{\tilde{I}_{\tilde{i}}} \quad (7.13.)$$

$$\sigma_{AH}^{P2} = \sigma'_{AH} \frac{M_{\tilde{n}\tilde{e}}}{\tilde{I}_{\tilde{i}}} + \sigma_{BH}^{P3} \frac{M_{\tilde{n}\tilde{a}\div}}{\tilde{I}_{\tilde{i}}} \quad (7.14.)$$

W_H ва W_{BH} – кесимдаги қаршиликлар моменти. Худди моментдаги каби.

Уч қатламли эластик боғловчини ва совуқдан сақловчи панеллардан ёриқлар ҳосил бўлишини ҳисоблашда, ёриқ ҳосил бўладиган момент $M_{сгс}$ ички қатламнинг иш шароитидан номарказий чўзилиш кучланишининг чўзилган

чегарасига етиши, бетоннинг чўзилишга қаршилигига тенг ва бетоннинг эластик бўлмаган деформациясининг юзага келишига мос КМК 2.03.01 қабул қилинган холига (7.1):

$$M_R \leq M_T \text{ ёки } \sigma(\sigma_0 + r_y) \leq R_{bt} \cdot W_T - 400 \cdot A_s r_y$$

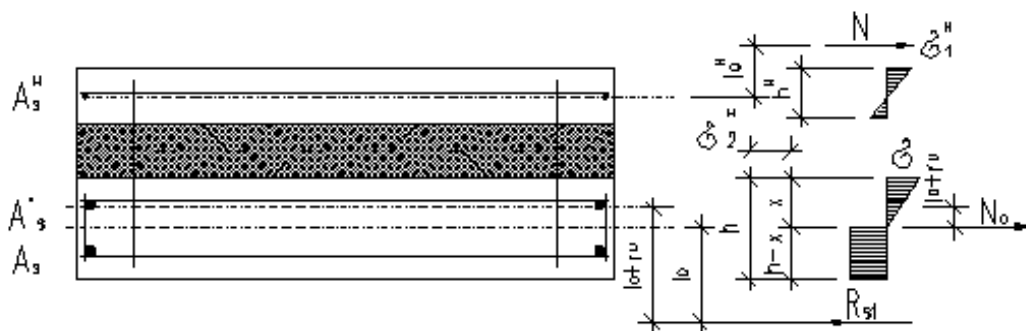
M_R – кузатилаётган қатламда ташқи куч таъсиридаги момент;

R_{bt} – бетоннинг ўқ бўйича чўзилишдаги ҳисобий қаршилиги;

W_T – келтирилган кесимнинг чегаравий чўзилувчан толали эластик бўлмаган деформацияли чўзилувчи бетоннинг қаршилик моменти;

e_0 – нормал кучнинг ички қатлам эксцентриситети;

r_y – келтирилган кесим марказидан асосий нуқтасигача бўлган масофа.



7.7–расм. Эгилувчи уч қатламли элементларда дарз пайдо бўлиши ҳисобига

Тенгламанинг чап томонида ўқи нисбатан ички қатлам учун ташқи кучдан момент ёзилган, ўнг томонида кесимда қабул қилувчи момент.

Қатламлардаги кучланиш унинг қалинлигича пропорционал, демак ҳисоб бўйича аниқланадиган ёриқнинг ҳосил бўлиши қаттиқ кучли эсан шамолда қаттиқ ички қатламга тушади. Ҳисоблашда қатламнинг кўтариш хусусияти қатламларнинг биргаликдаги иши ички ва ташқи қатламларнинг кўтариш хусусияти йиғиндиси каби аниқланади.

Қатламларнинг кўтариш хусусиятини аниқлашда нормал кучланишнинг мавжудлиги, яъни бирликдаги иши даврида – ички чўзилиш ва ташқи сиқилишнинг пайдо бўлиши ҳисобга олинади.

$$\text{Формула қуйидаги кўринишга эга: } M_p = \overline{M_{BP}^B} + \overline{M_{BC}^H} + M_{BC}^U \quad (7.17.)$$

$\overline{\dot{I}}_{\hat{A}\hat{D}}$ – ички номарказий чўзилган темирбетон қатлами билан қабул қилинадиган момент;

$\overline{\dot{I}}_{\hat{A}\hat{N}}$ – ташқи номарказий сиқилган темирбетон қатламда қабул қилинадиган момент;

M_{BC}^U – бутун кесимда қабул қилувчи момент, нормал куч (T_{CB}) ни ички юklar елкасига кўпайтмаси орқали топилади

$$M_{BC}^U = T_{BC} \cdot z \quad (7.18.)$$

$$z = \delta + h_n + \frac{x_B}{2} - \frac{x_H}{2} \quad (7.19.)$$

δ – қатламлар оралиғи (иссиқликни сақлаб қолувчи материал);

h_n – ташқи қатлам қалинлиги;

x_B, x_H – қатламлардаги сиқилган зона баландлиги.

Чегараланган кесим T_{CB} ҳисобланган кесимга (оралиқ ўртасида) тенг:

$$T_{CB} = T_1 m \cdot \frac{l}{2} \cdot \frac{2}{3} \quad (7.20.)$$

m – узунлик билишдаги боғловчилар сони;

l – панел оралиғи;

T_1 – бир боғловчи қабул қиладиган максимал куч қуйидагича топилади

$$T_1 = \frac{2 \cdot \overline{M_{CB}}}{\delta} = \frac{2W_{пл} \sigma_t}{\delta} \quad (7.21.)$$

$W_{пл}$ – боғловчи кесимнинг қаршилиги ноэластик моменти, $0,167 d^2$ га тенг.

Эластик боғловчи ва иссиқлик сақлаб қолувчи материалнинг мавжудлигида

$$\overline{T} = \overline{T_{CB}} + \overline{T_y} \quad (7.22.)$$

Иссиқлик сақлаб қолувчи материалнинг ҳисобий кесимда чегаравий куч $\overline{T_y}$ қуйидагича топилади:

$$\overline{T_y} = \frac{2}{3} \delta_{cq} \frac{1}{2} B \quad (7.23.)$$

бу ерда, δ_{cq} – иссиқлик сақлаб қолувчи материалнинг силжишдаги мустаҳкамлиги; B – панел кенглиги.

7.3.2. Эгилувчан кўпқатламли монолит кесимли элементларни ҳисоблаш

СНГ олимлари томонидан ва бошқа чет эл давлатларида кўп қатламли конструкцияларни ишлаб чиқиш ва ҳисоблашни такомиллаш мақсади экспериментал ва назарий изланишлар ўтказилган.

Назарий ҳисоблаш асоси қатор ишлар асосида қабул қилинган назарий конструкцияларни ҳисоблаш асосида жорий этилади: Н.Э.Брокер, Л.М.Куршин, А.П.Прусаков, Stamm ва Н.Witte ва бошқа олимлар. Монолит кесимли темир бетон конструкцияларини ҳисоблаш бўйича изланишлар: А.А.Евдокимов, В.Ф.Майборода, В.И.Менторов, Ю.В.Чиненков, Е.А.Кудрявцев, И.Л.Жодзинский, Н.А.Корнев, Е.А.Король, И.А.Дорожкова, V.Sussman, R.Trautnyetter, A.G.B, Richthe, D.Potll, A.P.Clork ва бошқалар. Бунда олинган экспериментал кўрсаткичлар ташқи қатламда оғир ва конструктив енгил бетонлардан, ички қатламда эса асосан кам мустаҳкамлигидаги, яъни пенобетон, йирикғовакли бетон, керамзебетон арболитобетон, полистирол бетондан фойдаланилган. Кўпқатламли монолит кесимдаги элементларни ҳисоблаш ва конструкторлаш амалдаги нормаларда тавсиялар мавжуд эмас, бироқ кўпчилик авторларнинг тавсияларига кўра, нормада қабул қилинган ёндошишлардан, геометрия хусусиятларини ҳисобга олган ҳолда мустаҳкамлик ва қатламларда деформация хусусиятларидан фойдаланиб ҳисоблашни тавсия этганлар.

Эгилувчан элементларни ҳисоблашда ҚМҚ даги қатламлар ҳар хил мустаҳкамликка эга бўлган бетонлар ва нам мустаҳкамликка эга бўлган бетонлар ўзларига мос ҳисобий қаршиликларни ҳисобга олишни тавсия этади, бироқ энг паст маркадан бир даража юқори бўлмаган ва энг паст марка қаршилигидан ошмаслиги керак. ҚМҚ – 2.03.01–96 амалдаги нормаларида кўп қатламли элементларнинг нормал кесимининг мустаҳкамлиги бўйича ҳисоблашда тавсиялар мавжуд эмас. Кўп қатламли элементларнинг

мустаҳкамлигини баҳолашда қатор муаллифлар техник механикадаги келтирилган кесим методи ҳисоблашни ҚМҚ 2.03.01–96 талабларига мос бир хил материал конструкцияси деб қабул қилиниши асосида ҳисоблаш усулидан фойдаланадилар.

Бир қатор муаллифлар уч қатламли кесимни бир турдаги анча мустаҳкам бетонга келтирилиши, бетон қатламлари эластиклиги модулининг нисбатидан келиб чиққан ҳолда ҳисоблашни тавсия этмоқдалар. Бошқа муаллифлар, икки ва уч қатламли кесимни бир турдаги кесимга келтиришни, бетон қатлами сиқилишга қаршилигининг ҳисобий нисбатидан келиб чиққан ҳолда тавсия этмоқдалар. Бунда, авторлар бир турдаги мустаҳкам бетон кесимини ҳисоблашни мақсадга мувофиқ деб ҳисоблайдилар. Уч қатламли элементларнинг деформациясини ҳисоблашда кўпчилик муаллифлар, бетон қатламларининг эластиклик модули нисбатига мос келадиган кесимга алмаштиришни тавсия этиб, кейин эса, элементлар эгилишини ҚМҚ талабига мос формулалар билан аниқлашни тавсия этганлар.

Шундай қилиб лойиҳалаш қоидаларида кўп қатламли элементларни ҳисоблаш усуллари кўрсатилган бўлса ҳам, уларни ҳисоблашда кесимни бир қатламли кесимга келтиришни бетон мустаҳкамлигини ҳисоблаган ҳолда тавсия этилади. Уч қатламли элементларни лойиҳалашда қатламларни арматуралаш улуши камлигини ҳисобга олганда сиқилган зона асосан ташқи қатламга тўғри келишини инобатга олиш зарур.

Уч қатламли элементларни деформациясини ҳисоблашда ҳам кесимни бир турдаги бетонга келтириб бетонларни эластик модуллари нисбатига асосида олинади. Кейинчалик эса эгилишни ҚМҚ талабларига мос равишда олиб борилади. Бу ерда келтирилган кесим қалинликларини камайиши қатлам бетонларини деформацияси хусусиятлари нисбатини кўпайишига боғлиқ. Шунинг учун ҳам уч қатламли элементларни эгилиши ўрта қатламни силжиш деформациясига боғлиқ. Олиб борилган изланишларда уч қатламли монолит боғланган ўрта қатлами паст мустаҳкамликка эга бўлган элементларда ўрта қатламининг силжиши деформация элементи умумий эгилишига таъсири

камлиги кузатилган. Бу конструкцияларда ўрта қатламни мустаҳкамлиги етарли бўлгани учун ҳам уларни силжиш деформациясини таъсири камлиги кўрсатилган.

7.4. Уч қатламли девор панелларининг иқтисодий самарадорлиги

Техник–иқтисодий ҳисоблар кўрсатадики, корхонада ишлаб чиқарилган енгил бетонли икки қатламли панеллар ва цокол панеллари горизонтал 1.832.1–9 серияга мос тайёрланган панеллардан анча самаралидир. Цокол девор панелларининг (этаж баландлиги) қўлланилиши пўлат сарфини 20–25% га тежаш имконини беради, нархини 5–15% га камайтиради, монтаж иш ҳажмини 20–40% га камайтириш имконини беради. Уч қатламли панелларнинг техник–иқтисодий кўрсаткичлари 10–20% га юқори, енгил бетонга нисбатан, панелларни йириклаштириш тўсинларини қўлламасликдан ва дераза, эшик блокларини ўрнатиш ҳисобига монтаж иш ҳажмини 50–60% га камайтиради. Енгил бетонли икки қатламли панелларда иссиқлик узатишда қаршилиқнинг ошиши, цемент сарфи уч қатламли панелга нисбатан баланддир.

Енгил бетондан тайёрланган икки қатламли панелларни термик қаршилиқнинг ошиши билан уларни оғирликлари, цемент миқдори ва нархини уч қатламли панелларга нисбатан ошишини кузатиш мумкин. Термик қаршилиқни 0.61 дан 1.47 м² с/Вт ни ошириш билан уларни қатлам қалинликларини (200 дан 500 мм гача) ошириш, уч қатламли панелларда эса фақатгина ўрта қатлам қалинлигини ошириш кифоя, шунинг учун уч қатламли панелларни қўллаш самаралидир.

Уч қатламли тўсиқ конструкцияларни қўллаш бинонинг умумий оғирлигини оширмасдан (фақатгина ўрта қатлам ҳисобига) бино йиллик ёқилғи миқдорини 10% га камайтириш мумкин.

7.2-жадвалда бир қатламли ва уч қатламли деворнинг ўртача таннархи ҳисоби, қурилиш материаллари ва махсулотларини тайёрлаш учун (ИЭС) иссиқлик энергетик сарф миқдори, уларни транспортга ортиш ва монтаж, енгил

ва кам энергия сарфлайдиган махсулотларни қўллаш ҳисоби натижалари келтирилган.

Ҳисоблашда бир қатламли бир турдаги панелларда иссиқлик техник коэффицент 0,9 га, уч қатламлида – 0,7 га тенг деб қабул қилинган. Девор ташқи қатлам қалинлиги 20 см. Биринчи босқич керамзитбетонли ташқи қатлам ($\gamma=1200\text{кг/м}^3$), иккинчи босқич қумли бетондан тайёрланган конструкция учун ($\gamma=1800\text{кг/м}^3$). Арболитдан тайёрланган бирқатламли девор ва иссиқлик сақлаб қоладиган фибролитли қатлам кўрсаткичлари шундай уяли бетондан тайёрлангани билан мос келади ва шунинг учун жадвалда кўрсатилмаган. Таққослашдан, биринчи босқич учун бир қатламли уясимон бетондан ёки арболитдан тайёрланган панелли тежамли, иккинчи босқичда эса нархи ва энергия сарфи бўйича уч қатламли деворлар тежамлироқ эканлиги таққослашдан маълум. Бироқ, конкрет ҳолатлар учун, бошқа эффектив иссиқлик сақлаб қолувчи материалларни қўллаш мумкин, айниқса маҳаллий ва экологик тоза (эковата, торфли плиталар, арболит, фибролит, уяли бетон, перлитбетон, вермикулитобетон, шиша толали ва базальтов толали махсулотлари ва бошқалар).

Иккала босқич учун рақобатбардош бўлмаган бир қатламли керамзитбетонли деворлардир. Хатто уч қатламли деворнинг ташқи қатламида қўллаш (1 чи босқич) кам самаралидир, қумли бетонни қўллашга (2 босқич), уялига нисбатан эса умуман самарасиз. Ташқи қатлам қалинлигининг камайиши, нархи ва энергосарфининг ярмига тўғри келади, сезиларли даражада уч қатлимли девор кўрсаткичларини яхшилаш ва уларнинг қалинлигини камайтириш имконини беради. Бундай ҳолатда ташқи қатламни армоцементдан, армостеклофибробетондан, асбестоцемент, цементли–қириндли плита, сувга чидамли фанерлар ва ГКЛ дан тайёрлаш мумкин. Таққослаш учун конструкция лойиҳалари бир хил турдаги ёки шунга яқин юкларга мўлжалланганлари танланган. Ҳар бир турдаги конструкция учун оптимал вариантини танлашда келтирилган конструкцияларнинг турли қалинликдаги СНиП II–3–79 талабига жавоб берадиган эксплуатация сарфлари,

иссиқлик узатишдаги термик қаршилик билан таъминлайди. Ҳамма такомиллаштирилган конструкция панеллари оптиментал вариантыда кенглиги 25 см, бир қатламли керамзибентли учун $\nu=1100 \text{ кг/м}^3$ – қалинлиги 30 см. (7.2-жадвал). Бу ҳолда пўлат сарфи бир қатламли панелларда 12.1% га кўп, монолит боғланган ўрта қатлами полистиролбетонли конструкцияга нисбатан. Бу эса, бир қатламли панеллардаги кўндаланг конструктив арматуралашда пўлат сарфининг ортиқчалиги билан боғлиқдир. Эластик боғловчили уч қатламли панелларда пўлат сарфи, бир қатламли конструкцияга нисбатан (42.4%) га кўп ва монолит боғланган уч қатламли конструкцияга нисбатан (49.1%) га кўп. Бу бир қатламли панелда цемент сарфи – $57,8 \text{ кг/м}^2$ ни ташкил қилса, уч қатламли монолит боғланган конструкцияларда $83,6 \text{ кг/м}^2$, иссиқ сақлаб қолувчи қатламда паст мустаҳкамликдаги тўлдирувчининг қўлланилиши натижасидир.

7.2-жадвал

Девор конструкцияси	Бир қатламли		Уч қатламли		
	бетон		Пенопо- листерол	МНВ	Уяли бетон
	енгил	уяли			
Деворда иссиқликни сақлаб қолувчи матер.					
Иссиқлик сақлаб қолувчи материалнинг ҳажмий оғирлиги, кг/м^3	800	600	40	150	300
λ_r – иссиқлик сақлаб қолувчи, Вт ($\text{м}^0\text{с}$)	0.35	0.25	0,05	0.075	0.15
Девор қалинлиги, см.	61	43	30	35	50
Девор ИЭС, кг.ут/м^2	226	105	108	109	148
Девор таннархи, минг руб/м^2	128	63	80	78	95
Девор қалинлиги, см.	–	84	41	51	82
ИЭС деворга, кг.ут/м^2	–	197	117	118	200
Девор таннархи, минг руб/м^2	–	110	102	93	130

Бунинг сабаби тўлиқ келтирилган сарфларни конструкцияларда бир–бирига солиштирилганда, уч қатламли монолит боғланган ўрта қатлами полистеролбетондан қалинлиги 25 см бўлган конструкциялар самарали эканлигини кўриш мумкин.

Бу ҳолда тўлиқ келтирилган сарфлар – $44,85 \text{ у.е./м}^2$ ни ташкил қилади. Кейинги самарали конструкция сарфи $48,2 \text{ у.е. /м}^2$ бўлган уч қатламли эластик боғланган эффектив ўрта қатламли конструкциялардир.

Бир қатламли конструкцияларни қалинлиги 25 см бўлган панеллардаги тўлиқ келтирилган сарфлар анча юқори бўлиб, бу панелларни самарадорлиги

анча паст. Тўлиқ келтирилган конструкцияларни сарфлари бир–бирига солиштирилганда монолит боғланган уч қатламли панелларни самарадорлигини ортиқлигини кўриш мумкин. Бир қатламли керамзитбетондан тайёрланган панеллардан 10,7% самаралидир, эластик боғланган уч қатламли панелларга нисбатан 6,8% ва 30 см $\nu=1100$ кг/м³ қалинликдаги бир қатламли керамзитобетонли панелларни 18,3% га самаралидир.

Девор панелларни техника–иқтисодий кўрсаткичлари солиштирилганда монолит боғланган уч қатламли панеллар самараси юқоридир.

Келгусида девор панелларини иқтисодий жиҳатдан самарасини ошириш учун қатлам бетонларини оғирлигини камайтириш, уч қатламли темирбетон панелларида арматура сарфини камайтириш ва ўрта қатлам бетон зичлигини камайтириш, уларни иссиқлик изоляция хусусиятларини ошириш ишларини давом эттириш керак.

7.3-жадвал

Панел конструкцияси	Қалин- лиги, см	$R_0^{тр},$ М ²⁰ с/Вт	$R_0,$ М ²⁰ с/Вт	Тўлиқ иш ҳажми, одам– соат	Тўлиқ энергия ҳажми, ёкилғи
Бир қатламли керамзитбетонли $\nu=900$ кг/м ³	25	0,79	1,08	2,83	0,102
	30	0,93	1,27	2,87	0,118
	35	1,01	1,38	3,04	0,180
$\nu=1100$ кг/м ³	30	0,76	1,04	2,87	0,113
	35	0,87	1,19	3,04	0,133
Эффектив иссиқлик сақлаб қолувчи материалли эластик боғловчили уч қатламли	20	0,81	1,11	3,45	0,073
	25	1,46	2,00	4,08	0,089
	30	2,12	2,90	4,24	0,112
Ўрта қатламли полистеролбетонли монолитли уч қатламли	20	0,73	1,00	2,71	0,085
	25	1,12	1,53	2,96	0,095
	30	1,50	2,06	3,13	0,106

НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ

1. Кўп қатламли темирбетон конструкцияларни лойиҳалаш ва ишлатиш
2. Уч қатламли панел конструкциялари.
3. Эластик боғловчили уч қатламли панел конструкциялари.
4. Монолит боғланган уч қатламли темир бетон конструкциялар
5. Уч қатламли конструкцияларни лойиҳалаш моҳиятлари

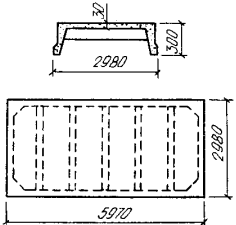
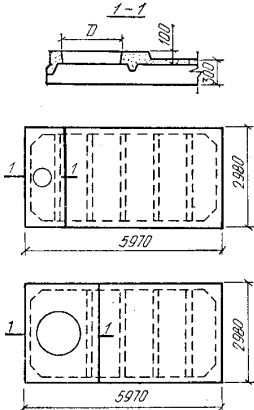
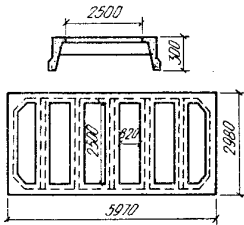
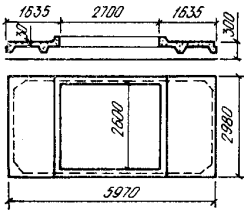
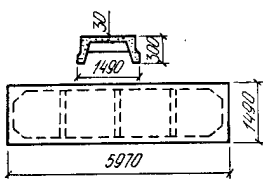
6. Эффектив иссиқлик сақловчи уч қатламли эластик боғловчили девор панеллари
7. Эластик босқичда қатламларнинг биргаликдаги ишини ҳисобга олиш
8. Эгилувчан кўпқатламли монолит кесимли элементларни ҳисоблаш
9. Уч қатламли девор панелларининг иқтисодий самарадорлиги

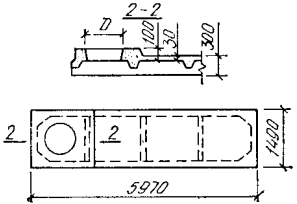
Фойдаланган адабиётлар

1. Аскарлов Б.А., Низомов Ш.Р., Хабилов Б.А. Темирбетон ва тош—ғишт конструкциялари. Тошкент., 1997 й.
2. Акрамов Х.А., Курилиш ашёлари саноати корхоналарни лойиҳалаш. Ўқув қўлланма. Тошкент 2003 й.
3. Акрамов Х.А., Нурийтинов Х.Н. Бетон ва темирбетон буюмлари ишлаб чиқариш технологияси. Ўқув қўлланма. 1 ва 2 қисм. Тошкент 2007 й.
4. Акрамов Х.А., Нурийтинов Х.Н. Бетон технологияси. Ўқув қўлланма. 1—2 қисм. Тошкент., 2006 й.
5. Акрамов Х.А., Газилов У.А. Саноат чиқиндилари асосида бетон ва темирбетон ишлаб чиқариш. Ўқув қўлланма. Тошкент., 2007 й.
6. Акрамов Х.А., Орнакова И.Г. Строительные конструкции заводского изготовления. Ўқув қўлланма. Тошкент 2012 й.
7. Акрамов Х.А., Рахимов Ш.Т. Бетон тўлдирувчилар технологияси. Ўқув қўлланма. Тошкент., 2009 й.
8. Акрамов Х.А., Нурийтинов Х.Н. Бетон ва темирбетон буюмлари ишлаб чиқариш технологияси. Дарслик. Тошкент., 2012 й.
9. Усманов В.Ф. Темирбетон конструкциялари элементларини ҳисоблаш асослари. Ўқув қўлланма. Самарқанд 2009 й.
10. Акрамов Х.А. Трёхслойные изгибаемые железобетонные стеновые панели с гибкими связями и эффективным утеплителем. Ташкент: Фан, 1999 г.
11. КМК 2.03.01—96 «Бетон ва темирбетон конструкциялар»/Ўзбекистон Республикаси Давархитектқурилишқўми.—Тошкент ш.,1996, 215 б.
12. Байков В.Н., Сигалов Э.Е. Железобетонные конструкции. М.: Стройиздат, 1985г.
13. Бондаренко В.М., Судинцин А.И., Назаренко В.Г. Расчет железобетонных и каменных конструкций. М.: Высшая школа. 1988г.
14. Берлинов М.В., Ягулов Б.А. Строительные конструкции. М.: Агропромиздат. 1990г.
15. Зайцев Ю.В. Строительные конструкции заводского исполнения. М.: Высшая школа, 1987г.
16. Мандриков А.П. Примеры расчеты железобетонных конструкций. М.: Стройиздат. 1989 г.
17. Цай Т.Н., Бородич М.К., Мандриков А.П. Строительные конструкции: В 2—х т. М.: Стройиздат. 1985 г.
18. КМК 2.02.01—98 «Бино ва иншоотлар заминлари»/ЎЗР, Давархитектқурилиш— қўми.—Тошкент ш.,1998, 144 б.
19. Голышев А.Б., Бачинский В.Я., Полищук В.П. Железобетонные конструкции. Том II. Строительная механика железобетона.. Киев, Логос, - 2003. - 415 с.

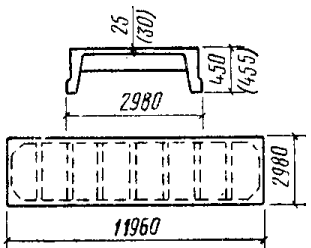
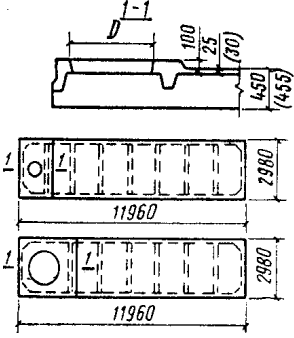
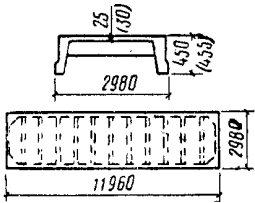
ИЛОВАЛАР

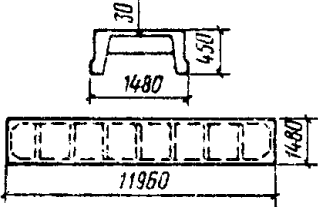
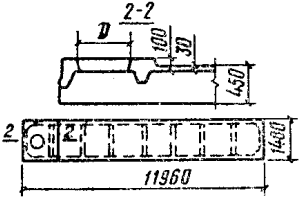
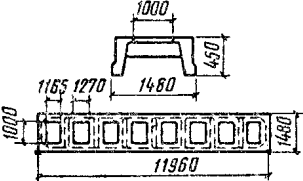
И.1– жадвал. Узунлиги 6 м бўлган типик плиталар ўлчамлари

Плита кўриниши	Бетон хажми, м ³	Бетон массаси (т)		Плитанинг томда жойлашиш ўрни
		тяжелог о	легко го	
	раф қалинлиги 30 мм			Томнинг ҳамма участкаларида
	1,07	2,7	2,4	
	раф қалинлиги 35 мм			
	1,15	2,9	–	
 D=400 мм D=700 мм D=1000 мм D=1450 мм	1,31 1,28 1,45 1,37	3,3 3,2 3,6 3,4	2,9 2,8 3,1 2,9	Томдан ўтказиладиган вентиляция шахталари ва томга ўрнатила- диган вентилятор хаво кувурлари ўтказиладиган жойларида
	0,7	1.8 1,4		Цехларнинг портлаш хавфи бор хоналари томларининг енгил олиб ташланадиган участкаларида
	0,91	2,3	2	Томларнинг зенитли фонар жойлаган участкаларида
	0,62	1,5	–	Эни 3,0 м бўлган плиталарнинг юк кўтариш қобилияти етарли бўлмаган тақдирда катта микдорда қор уюми ҳосил бўладиган том участкаларида

					
D=400 мм D=700 мм D=1000 мм		0,78	2	—	Эни 3,0 м бўлган плиталарнинг юк кўтариш қобилияти етарли бўлмаган тақдирда томдан ўтказиладиган вентиляция шахталари ва томга ўрнатиладиган вентилятор ҳаво қувурлари ўтказиладиган жойларида
		0,76	1,9	—	
		0,72	1,8	—	

И.2 жадвал. Узунлиги 12 м бўлган типик плиталар ўлчамлари

Плита кўриниши	Бетон ҳажми, м ³	Бетон массаси (т)	Плитанинг томда жойлашиш ўрни
1 тип плита 	2,28 (2,46)	5,7 (6,2)	Қор оғирлиги бўйича I и II районларда қуриладиган бинолар томининг ҳамма ўчасткаларида
	B=400 мм B=700 мм D=1000 мм D=1450 мм	2,63 (2,79) 6,6 (7) 6,5 (6,9) 6,4 (6,8) 7 (7,4)	Томдан ўтказиладиган вентиляция шахталари ва томга ўрнатиладиган вентилятор ҳаво қувурлари ўтказиладиган жойларида (I типдаги плиталар ишлатилганда)
II тип плита 	2,78 (2,96)	7(7,4)	Қор оғирлиги бўйича III и IV районларда қуриладиган бинолар томининг ҳамма ўчасткаларида

I тип плита учун келтирилган расмга қаранг	D=400 мм D=700 мм D= 1000 мм D= 1450 мм	3,04 (3,2) 3,01 (3,17) 3,16 (3,3) 3,07 (3,21)	7,6 (8) 7,5 (7,9) 7,9 (8,3) 7,7 (8)	Томдан ўтказиладиган вентиляция шахталари ва томга ўрнатиладиган вентилятор ҳаво қувурлари ўтказиладиган жойларида (II типдаги плиталар ишлатилганда)
		2,04	5,1	Эни 3,0 м бўлган плиталарнинг юк кўтариш қобилияти етарли бўлмаган тақдирда катта миқдорда қоруюми ҳосил бўладиган том участкаларида
	D=400 мм D=700 мм D=1000 мм D=1450 мм	2,2 2,18 2,14	5,5 5,5 5,4	Эни 3,0 м бўлган плиталарнинг юк кўтариш қобилияти етарли бўлмаган тақдирда томдан ўтказиладиган вентиляция шахталари ва том остига вентилятор ўрнатиладиган
		1,8	4,5	На участках покрытия с легкосбрасываемой кровлей

Изоҳ. Қавс ичида келтирилиган миқдорлар эни 3,0 м ва рафининг қалинлиги 30 мм бўлган плиталарга таълуқли.

И.3 – жадвал. Рухсат этилган чегаравий салқилик қийматлари

№	Конструкция элементлари	Қўйиладиган талаблар	Вертикал чегаравий салқилик f_u	Вертикал салқиликларни аниқлаш учун
---	-------------------------	----------------------	-----------------------------------	-------------------------------------

	косоурлар), балконлар элементлари	Физиолгик	[1] адабиётнинг 10.10 банди тавсиялари бўйича аниқланади	
4	Ёнидаги элементлар салқилигига таъси кўрсатмайдиган ораёпма плиталари , новонлар зиналари ва майдончалари	Физиолгик	0,7 мм	Равоқ ўртасига қўйилган миқдори 1 кН (100 кгс) бўлган юкдан
5	Девор ва дераза устидаги перемычка ва осма девор панеллари	Конструктив	/200	Юк кўтарувчи элемент ва унинг остида жойлашган дараза ёки эшик орасидаги ораликнинг камайи– шига олиб келадиган
		Эстетик– психологик	2,а банда келтирилган шартлар бўйича	
I – конструкция элементининг ҳисобий равоғи; Изоҳ:1. Консол учун ҳисобий узунлик икки марта оширилади. 2. Салқиликнинг оралик қийматлари чизиқли интерполяцилаш йўли билан ҳисобланади.				

И.3 – жадвал. **Стерженли ва симли арматуранинг сортаменти**

Диаметр, мм	Стерженлар сони, симли ва стерженли арматурани кўндаланг кесимининг ҳисобий юзаси, мм ²									Масса, 1 м/кг	Учун диаметр	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		сим	стерженл и арматура
3	7,1	14,1	21,2	28,3	35,3	42,4	49,5	56,5	63,6	0,055	+	-
4	12,6	25,1	37,7	50,2	62,8	75,4	87,9	100,5	113	0,099	+	-
5	19,6	39,3	58,9	78,5	98,2	117,8	137,5	157,1	176,7	0,154	+	-
6	28,3	57	85	113	141	170	198	226	254	0,222	+	+
7	38,5	77	115	154	192	231	269	308	346	0,302	+	-
8	50,3	101	151	201	251	302	352	402	453	0,395	+	+
10	78,5	157	236	314	393	471	550	628	707	0,617	-	+
12	113,1	226	339	452	565	679	792	905	1018	0,888	-	+
14	153,9	308	462	616	769	923	1077	1231	1385	1,208	-	+
16	201,1	402	603	804	1005	1206	1407	1608	1810	1,578	-	+
18	254,5	509	763	1018	1272	1527	1781	2036	2290	1,998	-	+
20	314,2	628	942	1256	1571	1885	2199	2513	2827	2,466	-	+
22	380,1	760	1140	1520	1900	2281	2661	3041	3421	2,984	-	+
25	490,9	382	1473	1963	2454	2945	3436	3927	4418	3,84	-	+
28	615,8	1232	1847	2463	3079	3695	4310	4926	5542	4,83	-	+
32	804,3	1609	2413	3217	4021	4826	5630	6434	7238	6,31	-	+
36	1017,9	2036	3054	4072	5089	6107	7125	8143	9161	7,99	-	+
40	1256,6	2513	3770	5027	6283	7540	8796	10053	11310	9,865	-	+

И.4 – жадвал. Бетоннинг ҳисобий қаршиликлари R_b , ва R_{bt} , МПа

Қаршилик тури	Бетон	Сиқилишдаги мустаҳкамлиги бўйча бетоннинг синфи														
		B3.5	B5	B7.5	B10	B12.5	B15	B20	B25	B30	B35	B40	B45	B50	B55	B60
Ўқ бўйича сиқилиш (призматик мусҳкамлиги) R_{bn} ва $R_{bt,ser}$	Оғир ва майда донали	2.1	2.8	4.5	6.0	7.5	8.5	11.5	14.5	17.0	19.5	22.0	25.0	27.5	30	33.0
	Енгил	2.1	2.8	4.5	6.0	7.5	8.5	11.5	14.5	17.0	19.5	22.0	–	–	–	–
	Ковакли	2.2	3.1	4.6	6.0	7.0	7.7	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Марказий чўзилиш R_{bn} ва $R_{bt,ser}$	Оғир	0.26	0.37	0.48	0.57	0.66	0.75	0.90	1.05	1.20	1.30	1.40	1.45	1.55	1.6	1.65
	Майда донали. Гурухлар															
	А	0.26	0.37	0.48	0.57	0.66	0.75	0.95	1.05	1.20	1.30	1.40	–	–	–	–
	Б	0.17	0.27	0.40	0.45	0.57	0.64	0.77	0.90	1.00	–	–	–	–	–	–
	В	–	–	–	–	–	0.75	0.90	1.05	1.20	1.30	1.40	1.45	1.55	1.60	1.65
	Майда тўлдирувчи-ли:															
	енгил	0.26	0.37	0.48	0.57	0.66	0.75	0.90	1.05	1.20	1.30	1.40	–	–	–	–
	зич	0.26	0.37	0.48	0.57	0.66	0.74	0.80	0.90	1.00	1.10	1.20	–	–	–	–
	ғовак	0.18	0.24	0.28	0.39	0.44	0.46	–	–	–	–	–	–	–	–	–

И.5 – жадвал. Сикилишдаги ва чўзилишдаги бошланғич эластиклик модули $E_6 \cdot 10^3$ МПа

Бетон	Сикилишга мустақамлиги бўйича бетон синфи										
	B12.5	B15	B20	B25	B30	B35	B40	B45	B50	B55	B60
Оғир бетонлар учун											
<i>Табиий қотирилган</i>	21	23	27	30	32.5	34.5	36	37.5	39	39.5	40
<i>Иссиқлик ишлов берилган</i>	19	20.5	24	27	29	31	32.5	34	35	35.5	36
Майда донадор А тури											
<i>Табиий қотирилган</i>	17.5	19.5	22	24	26	27.5	28.5	-	-	-	-
<i>Иссиқлик ишлов берилган</i>	15.5	17	20	21.5	23	24	24.5	-	-	-	-
Майда донадор Б тури											
<i>Табиий қотирилган</i>	15.5	17	20	21.5	23	-	-	-	-	-	-
<i>Иссиқлик ишлов берилган</i>	14.5	15.5	17.5	19	20.5	-	-	-	-	-	-
Майда донадор В тури	-	16.5	18	19.5	21	22	23	23.5	24	24.5	25
Қуйидаги зичликдаги енгил бетонлар учун											
1400	11	11.5	12.5	13.5	14.5	-	-	-	-	-	-
1800	14	15	16.5	18	19	20	20.5	-	-	-	-

И.6 – жадвал. Чегаравий ҳолатдаги 2-гурух учун бетоннинг норматив R_{bn} , R_{btn} ва ҳисобий қаршилиги R_{bser} , R_{btser} МПа.

Қаршилик тури	Бетон	Сиқилишдаги мустаҳкамлиги бўйича бетоннинг синфи														
		B3.5	B5	B7.5	B10	B12.5	B15	B20	B25	B30	B35	B40	B45	B50	B55	B60
Марказий сиқилиш (призматик мустаҳкамлиги) R_{bn} ва $R_{bt,ser}$	Оғир ва майда донадор	2.7	3.5	5.5	7.5	9.5	11.0	15.0	18.5	22.0	25.5	29.0	32.0	36.0	39.5	43
	енгил	2.7	3.5	5.5	7.5	9.5	11.0	15.0	18.5	22.0	25.5	29.0	–	–	–	–
	ячейкали	3.3	4.6	6.9	9.0	10.5	11.5	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Марказий чўзилиш R_{bn} ва $R_{bt,ser}$	Оғир майда донадор гуруҳлар:															
	А	0.39	0.55	0.70	0.85	1.00	1.15	1.40	1.60	1.80	1.95	2.10	–	–	–	–
	Б	0.26	0.40	0.60	0.70	0.85	0.95	1.15	1.35	1.50	–	–	–	–	–	–
	В	–	–	–	–	–	1.15	1.40	1.60	1.80	1.95	2.10	2.20	2.30	2.40	2.5
	енгил, майда тўлдирувчилар қуйидаги турларида:															
	зич	0.39	0.55	0.70	0.85	1.00	1.15	1.40	1.60	1.80	1.95	2.10	–	–	–	–
	ғовакдор	0.39	0.55	0.70	0.85	1.00	1.10	1.20	1.35	1.50	1.65	1.80	–	–	–	–
	ковакли	0.41	0.55	0.63	0.89	1.00	1.05	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Темирбетон конструкцияларини лойиҳалашга доир

мисол ва масалалар

Бетон қаршиликларини чегаравий ва ҳисобий қийматларини ҳисоблаш

Масала -1. Бетоннинг сиқилишга бўлган ўртача норматив

мустаҳкамлилигини топиш $R_m = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_n}{n}$

1) Бетоннинг ўртача квадратик фарқи

$$\Delta = R_1 - R_m$$

$$\Delta = R_2 - R_m$$

$$\Delta_n = R_n - R_m$$

2) Вариация коэффиценти $V_m = \frac{S_m}{R_m}$

$$S_m = \sqrt{\frac{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \dots + \Delta_n^2}{n - 1}}$$

3) $B = R_m - \theta S_m$ ёки $B = R_m(1 - \theta V_m)$

Мисоллар

Бетоннинг кубик мустаҳкамлиги	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	17.7	18.5	18.7	19	20	20.2	21.7	22	22.4
2	18.5	18	19.2	18	21	21.2	22.7	23	22.7
3	19	20	18.7	21	21.8	22.1	23	22	23.7
4	17	17.3	18.7	19.4	20.2	20.8	21	21.5	22
5	15.6	17	16.7	18	17.9	20.2	20.7	19.3	18.7
6	19.7	20.5	21.7	19	20.7	21.2	24.7	22	24.4
7	18.5	18.7	19.2	18	21.4	21.2	24.7	23.9	22.7
8	17.4	20	19.7	21.7	22.8	22	23	24.4	25
9	19.7	17.3	18.7	19.4	20.2	20.8	21	21.5	22.7
10	21.6	20	16.7	18	17.9	20.2	20.7	19.3	19.7

Масала -2.Бетонинг чўзилишга бўлган ўртача норматив мустахкамлилигини топиш.

$$R_{bm} = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_n}{n}$$

1) Бетонинг ўртача квадратик фарқи

$$\Delta = R_1 - R_{bm}$$

$$\Delta = R_2 - R_{bm}$$

$$\Delta_n = R_n - R_{bm}$$

2) Вариация коэффиценти $V_m = \frac{S_m}{R_{bm}}$

$$S_m = \sqrt{\frac{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \dots + \Delta_n^2}{n - 1}}$$

3) $B = R_{bm} - \theta S_m$ ёки $B = R_{bm}(1 - \theta V_m)$

Мисоллар

Бетоннинг призматик мустахкамлиги	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	22	23.1	21.5	20	19.6	20.2	22.9	23	24
2	22.2	22.9	23.5	24.6	24.8	25.2	25.9	26	25.4
3	19	19.8	20.5	20.4	19.4	21.2	24.9	23	22
4	22	23.1	21.5	20	18.8	20.2	22.7	23.7	24.2
5	19	23.2	22.5	20.7	19.7	19.1	21.9	23	25.7
6	22	23.1	21.5	20	20.8	20.2	22.9	23.4	24
7	20.2	22.9	23.5	24.4	24.9	25.2	25.8	26	25.4
8	17	19.8	20.5	20.7	19.8	18.4	24.9	23.9	26.4
9	22	23.1	21.5	20	18.4	20.2	22.6	23	24
10	19	23.1	22.5	20	19.8	21.2	24.9	23	22

Нормал кесим элементларни лойихалашга доир масалалар

Якка арматурали тўғри тўртбурчак кесимли элементларни лойихалашга доир масалалар

3–масала

Берилган: Ҳисобий эгувчи момент $M=4000 \text{ Н}\cdot\text{м}$, бетоннинг класс $B25$ (ҳисобий қаршлиғи $R_b=14,5 \text{ МПа}$) арматуранинг класс $A-I$ (ҳисобий қаршлиғи $R_s=225 \text{ МПа}$) бўлган монолит ораёпма плита учун арматуранинг кўндаланг кесим юзаси аниқлансин.

Ечиш:

Плитанинг ўртача арматуралаш фоизини олдиндан $\mu=0,4 \%$ қабул

қиламиз. У ҳолда:
$$\xi = \mu \left(\frac{R_s}{R_b} \right) = 0,004 \cdot \left(\frac{225 \cdot 100}{14,5 \cdot 100} \right) = 0,062;$$

3-иловадан $\eta=0,969$ ва $A_o=0,06$ ни аниқлаймиз.

Плитанинг ишчи баландлиги:

$$h_o = \sqrt{\frac{M}{A_o \cdot R_b \cdot b}} = \sqrt{\frac{4000 \cdot 100}{0,06 \cdot 14,5 \cdot 100 \cdot 100}} = \sqrt{40,58} = 6,78 \text{ см}$$

$h=h_o+a=6,78+1,5=8,28 \text{ см}$. Плитанинг қалинлигини $h=8 \text{ см}$ қабул қиламиз.

Демак, кесимнинг ишчи баландлиги $h_o=h-a=8-1,5=6,5 \text{ см}$ га тенг бўлади.

Арматуранинг кўндаланг кесим юзаси:

$$A_s = \frac{M}{R_s \cdot \eta \cdot h_o} = \frac{4000}{225 \cdot 0,969 \cdot 6,5} = 2,83 \text{ см}^2;$$

6-иловадан $6\emptyset 8 \text{ A-I}$ арматура танлаймиз. Унинг юзаси $A_s=3,02 \text{ см}^2 > 2,83 \text{ см}^2$;

Масала-4.

Берилган: $M=150 \text{ кНм}$, $b=25 \text{ см}$, $h=50 \text{ см}$, бетон В 20, $R_b=11,5 \text{ МПа}$, арматура А-III, $R_s=365 \text{ МПа}$, $\alpha=3 \text{ см}$. Эгилувчи элементнинг арматура юзаси топилсин $A_s=?$

Ечим. h_o ни аниқлаймиз $h_o=50-3=47 \text{ см}$. Сўнг A_o ни топамиз.

$$A_0 = \frac{M}{R_b h_0^2} = \frac{15000000}{11,5 \cdot 25 \cdot 47^2 \cdot (100)} = 0,262$$

Жадвалдан $\eta = 0,845$ ни оламиз ва арматура юзаси A_s -топамиз.

$$A_s = \frac{M}{R_s \eta h_0} = \frac{15000000}{365 \cdot 0,845 \cdot 47 \cdot (100)} = 10,35 \text{ см}^2$$

Сортаментдан арматура $4\phi 18$ А-III, $A_s = 10,18 \text{ см}^2$ оламиз.

5–масала

Берилган: Қалинлиги $h=6 \text{ см}$ бўлган монолит ораёпма плита учун юк кўтариш қобилияти аниқлансин. Бетоннинг классси $B15$ (ҳисобий қаршлиги $R_b=8,5 \text{ МПа}$), арматура классси $Bp-I$ (ҳисобий қаршлиги $R_s=360 \text{ МПа}$), юзаси $A_s=1,96 \text{ см}^2$ ($10\phi 5 Bp-I$).

Ечиш:

Сиқилувчи зонанинг баландлигини аниқлаймиз:

$$x = \frac{R_s A_s}{R_b \cdot b} = \frac{360 \cdot 1,96 \cdot 100}{8,5 \cdot 100 \cdot 100} = 0,83 \text{ см};$$

У ҳолда плитанинг юк кўтариш қобилияти:

$$M = R_b \cdot b \cdot x \cdot (h_0 - 0,5x) = 8,5 \cdot 100 \cdot 0,83 \cdot (4,5 - 0,5 \cdot 0,83) = 2882 \text{ Н} \cdot \text{м} \text{ га тенг.}$$

6–масала

Берилган: Қуйидаги берилганлар асосида балканинг кўндаланг кесим ўлчамлари ва арматуранинг кўндаланг кесим юзаси аниқлансин. Ҳисобий эгувчи момент $M=150000 \text{ Н} \cdot \text{м}$. Бетоннинг классси $B25$ ($R_b=14,5 \text{ МПа}$), арматуранинг классси $A-III$ ($R_s=365 \text{ МПа}$).

Ечиш:

Балканинг энини олдиндан $b=20 \text{ см}$ қилиб танлаймиз. Сиқилувчи зона нисбий баландлигининг оптимал қиймати $\xi=0,35$ ва унга мос ҳолда 3-иловадан $A_0=0,289$ ни оламиз.

Кесимнинг ишчи баландлиги:

$$h_0 = \sqrt{\frac{M}{A_0 \cdot R_b \cdot b}} = \sqrt{\frac{150000 \cdot 100}{0,289 \cdot 14,5 \cdot 20 \cdot 100}} = 42,3 \text{ см}$$

Балка кесимининг баландлиги $h=h_0+a=42,3+4=46,3$ см. $h=50$ см қабул қиламиз. У ҳолда $h_0=50-3=47$ см.

$$A_0 = \frac{M}{R_b \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{150000 \cdot 100}{14,5 \cdot 47^2 \cdot 20 \cdot 100} = 0,234;$$

3-иловадан A_0 нинг қийматига мос келувчи $\eta=0,866$ ва $\xi=0,27$. Арматуранинг кўндаланг кесим юзаси:

$$A_s = \frac{M}{R_s \cdot \eta \cdot h_0} = \frac{150000 \cdot 100}{365 \cdot 0,866 \cdot 47 \cdot 100} = 10,1 \text{ см}^2;$$

6-иловадан $4\emptyset 18$ А-III ва унинг юзаси $A_s=10,18 \text{ см}^2 > 10,1 \text{ см}^2$ бўлган арматурани қабул қиламиз.

7-масала

Берилган: Қуйидаги берилган асосида ишчи арматура кўндаланг кесим юзасини аниқлансин. Тўсиннинг кўндаланг кесим ўлчамлари: $h=50$ см, $b=20$ см; $a=4$ см; $M=175000$ Н·м; арматура класс A -III ($R_s=R_{sc}=365$ МПа); бетоннинг класс $B20$ ($R_b=11,5$ МПа);

Ечиш:

$$A_0 = \frac{M}{R_b \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{175000 \cdot 100}{11,5 \cdot 100 \cdot 0,9 \cdot 20 \cdot 46^2} = 0,4 < A_{0\max} = 0,42;$$

3-иловадан $A_0=0,4$ бўлганда $\eta=0,725$ ва $\xi=0,55$ эканлигини аниқлаймиз, у ҳолда сиқилувчи зонанинг нисбий баландлиги: $x=\xi \cdot h_0=0,55 \cdot 46=25,3$ см;

$$\xi_R = \frac{\omega}{1 + \frac{\sigma_{SR}}{500} \cdot \left(1 - \frac{\omega}{1,1}\right)} = \frac{0,77}{1 + \frac{365}{500} \cdot \left(1 - \frac{0,75}{1,1}\right)} = 0,632;$$

бу ерда: $\omega=0,85-0,008 \cdot 11,5 \cdot 0,9=0,77$; $\xi < \xi_R$ шарт бажарилганлиги сабабли

$$A_s = \frac{M}{R_s \cdot \eta \cdot h_0} = \frac{175000 \cdot 100}{365 \cdot 0,725 \cdot 46 \cdot 100} = 14,376 \text{ см}^2$$

6-иловадан $4\emptyset 22$ А-III унинг юзаси $A_s=15,2 \text{ см}^2$ арматура танлаймиз.

8–масала

Берилган: Арматуралаш фоизи $\mu=1\%$ бўлган тўсин учун ишчи арматура юзаси ва кесим ўлчамлари аниқлансин. Арматура классси $A-II$ ($R_s=280$ МПа); бетоннинг классси $B25$ ($R_b=14,5$ МПа); $a=4$ см; $M=180000$ Н·м.

Ечиш:

Тўсин учун $\xi=0,35$ бўлганда $A_o=0,289$ ва $\eta=0,825$ бўлади. Тўсин эини олдиндан $b=20$ см қилиб белгилаймиз.

$$h_0 = \sqrt{\frac{M}{A_o \cdot R_b \cdot b}} = \sqrt{\frac{180000 \cdot 100}{0,289 \cdot 14,5 \cdot 20 \cdot 100}} = 46,4 \text{ см}$$

Тўсин кесимининг баландлиги $h=h_0+a=46,4+4=50,4$ см. $h=50$ см қабул қиламиз. У ҳолда $h_0=50-4=46$ см га тенг.

Арматура кўндаланг кесим юзасини аниқлаймиз: $A_s=\mu b h_0=0,01 \cdot 20 \cdot 46=9,2$ см²
6-иловадан юзаси $A_s=9,43$ см² бўлган $3\varnothing 20$ $A-II$ классли арматурани қабул қиламиз.

9–масала

Берилган: Икки чети билан устун (30×30 см) юқорисига қўйилган, узунлиги $l=6$ м бўлган тўғри тўртбурчак кесимли тўсин учун ишчи арматура кесим юзаси аниқлансин: томёпмадан тушаётган ҳисобий юклама: $q=50$ кН/м; $a=4$ см; арматура классси $A-III$ ($R_s=365$ МПа); бетон классси $B20$ ($R_b=11,5$ МПа);

Ечиш:

Тўсиннинг кўндаланг кесим ўлчамларини белгилаймиз:

$$h = \frac{1}{12} L = \frac{1}{12} \cdot 600 = 50 \text{ см}; \quad b = (0,3 \div 0,4) \cdot h = 20 \text{ см};$$

Тўсин 1 м узунлигига тўғри келадиган ҳисобий юкламани ва тўсиннинг ҳусусий оғирлигини ҳисобга олган ҳолда аниқлаймиз.

$$q = 50 + 0,50 \cdot 0,2 \cdot 25 \cdot 1,1 = 50 + 2,75 = 52,75 \text{ кН/м};$$

бу ерда: 1,1-темирбетон учун юклама бўйича ишончлилик коэффиценти;

Тўсиннинг ҳисобий узунлиги аниқлаймиз:

$$l_o = L_2 - h_{col}/2 = 600 - 30/2 = 585 \text{ см} = 5,85 \text{ м};$$

бу ерда h_{col} - устун кўндаланг кесими ўлчами. Ҳисобий эгувчи момент ва кесувчи куч:

$$M = \frac{ql^2}{8} = \frac{52,75 \cdot 5,85^2}{8} = 225,7 \text{ кН} \cdot \text{м}; \quad Q = \frac{ql}{2} = \frac{52,75 \cdot 5,85}{2} = 154,3 \text{ кН};$$

Тўсин нархи оптимал нархга яқинроқ бўлиши учун $\xi = 0,35$ деб белгилаб 3-иловадан бунга мос қиймат $A_o = 0,289$ ни оламиз.

Кесим ҳисобий баландлигини аниқлаймиз:

$$h_o = \sqrt{\frac{225,7 \cdot 10^5}{0,289 \cdot 11,5 \cdot 20 \cdot 100}} = 58,3 \text{ см}; \quad h = 58,3 + 4 = 62,3 \text{ см};$$

Тўсин баландлигини $h = 60 \text{ см}$ деб қабул қиламиз.

Лекин баландлиги олдин қабул қилинганидан фарқ қилгани учун кесим энини қайтадан белгилаймиз $b = (0,3 \dots 0,4)h = 25 \text{ см}$

$$h_o = \sqrt{\frac{225,7 \cdot 10^5}{0,289 \cdot 11,5 \cdot 25 \cdot 100}} = 52,1 \text{ см}; \quad h = 52,1 + 4 = 56,1 \text{ см};$$

$h = 60 \text{ см}$ қабул қиламиз. Бунда кесим ишчи баландлиги $h_o = 60 - 4 = 56 \text{ см}$.

Тўсин кесими ўлчамлари ўзгарганлиги сабабли юклама ва ҳисобий зўриқишлар қийматини қайта ҳисоблаймиз

$$q = 50 + 0,6 \cdot 0,25 \cdot 25 \cdot 1,1 = 54,13 \text{ кН/м}$$

$$M = \frac{ql^2}{8} = \frac{54,13 \cdot 5,85^2}{8} = 231,6 \text{ кН} \cdot \text{м}; \quad Q = \frac{ql}{2} = \frac{54,13 \cdot 5,85}{2} = 158,4 \text{ кН};$$

$$A_o = \frac{M}{R_b b h_o} = \frac{231,6 \cdot 10^5}{11,5 \cdot 25 \cdot 56^2 \cdot 100} = 0,257$$

A_o қийматига мос келган $\eta = 0,849$ ни 3-иловадан оламиз.

Ишчи арматура юзасини аниқлаймиз:

$$A_s = \frac{231,6 \cdot 10^5}{365 \cdot 0,849 \cdot 56 \cdot 100} = 13,35 \text{ см}^2;$$

6-иловадан юзаси $A_s = 14,73 \text{ см}^2$ бўлган 3Ø25 А-III классли арматурани қабул қиламиз.

Масала 10. Ригельда нормал кесим бўйича арматура юзаси A_s ҳисоблансин?

Берилган: $M = 208 \text{ кНм}; h = 50 \text{ см}; v = 20 \text{ см}; a = 6 \text{ см};$ бетон синфи В30; $\gamma_{e2} = 0,9$; арматура синфи А-III.

Ечим: Қуйидаги қийматларни аниқлаймиз:

$$h_o = h - a = 50 - 6 = 44 \text{ см}; \quad \sigma_{SR} = R_s = 365 \text{ МПа}$$

$$\zeta_R = \frac{\omega_o}{1 + \frac{\sigma_{SR}}{500} \left(1 - \frac{\omega_o}{1,1}\right)} = \frac{0,72}{1 + \frac{365}{500} \left(1 - \frac{0,7}{1,1}\right)} = 0,575$$

Бу ерда $\omega_o = 0,85 - 0,008 \gamma_{e2} R_e = 0,85 - 0,008 \cdot 0,9 \cdot 17 = 0,72$

$$A_o = \frac{M}{\gamma_{e2} R_e h_o^2} = \frac{20800000}{0,9 \cdot 17 \cdot 20 \cdot 44^2 \cdot (100)} = 0,35; \quad \text{жадвалдан коэффицентлар } \eta = 0,773 \text{ ва}$$

$$\zeta = 0,455 \text{ оламиз.}$$

Қуйидаги шартни текширамыз: $\zeta \leq \zeta_R$

$$\zeta = 0,455 < \zeta_R = 0,575; \quad \text{шарт бажарилди.}$$

$$A_s = \frac{M}{R_s \eta h_o} = \frac{20800000}{365 \cdot 0,773 \cdot 44 \cdot (100)} = 16,8 \text{ см}^2$$

Сортаментдан арматура юзасини $2\phi 22 \text{ А-III}$ $A_s = 7,6 + 9,82 = 17,42 \text{ см}^2$ оламиз.

Масала 11. Тўсиннинг юк кўтариш қобилияти текширилсин?

Берилган: $M = 150 \text{ кНм}; \quad h = 50 \text{ см}; \quad v = 25 \text{ см}; \quad a = 3 \text{ см};$ бетон синфи В20; $\gamma_{a2} = 0,9$; арматура синфи $2 \phi 4 \text{ А-III}$,

$$\left. \begin{array}{l} A_s = 3,08 \text{ см}^2 \\ A_s^1 = 3,08 \text{ см}^2 \\ A_s = 7,6 \text{ см}^2 \end{array} \right\} = 10,68 \text{ см}^2; \quad R_e = 0,9 \cdot 11,5 = 10,35 \text{ МПа} \quad 2 \phi 22 \text{ А-III},$$

$$A_s = 7,6 \text{ см}^2$$

Ечим. Қуйидаги қийматларни аниқлаймиз

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

$$\xi_R = \frac{\omega_o}{1 + \frac{\sigma_{SR}}{500} \left(1 - \frac{\omega_o}{1,1}\right)} = \frac{0,77}{1 + \frac{365}{500} \left(1 - \frac{0,77}{1,1}\right)} = 0,632$$

Бу ерда $\omega_o = 0,85 - 0,008\gamma_{\hat{a}2}R_{\hat{a}} = 0,85 - 0,008 \cdot 0,9 \cdot 11,5 = 0,77$; $\sigma_{SR} = R_s = 365 \text{ МПа}$

$$\xi = \frac{R_s A_s}{R_{\hat{a}} \hat{a} h_o} = \frac{365 \cdot 10,68}{10,35 \cdot 25 \cdot 47} = 0,32; \quad \text{жадвалдан } A_o = 0,29 \text{ ни олди. Тўсиннинг юк}$$

кўтариш қобилиятини текширамыз

$$M_{\text{кес}} = A_o R_{\hat{a}} h_o^2 = 0,29 \cdot 10,35 \cdot 25 \cdot 47^2 \cdot (100) = 15361950 \text{ Нсс} = 153,6 \text{ кНм} > M = 150 \text{ кНм}$$

Тўсиннинг юк кўтариш қобилияти етарли.

Масала 12. Регелдаги бўйлама ишчи арматуранинг кесим юзаси A_s аниқлансин?

Берилган: $M = 149 \text{ кНм}$; $h = 45 \text{ см}$; $b = 20 \text{ см}$; $a = 4 \text{ см}$; бетон синфи В30; $R_{\hat{a}} = 17 \text{ МПа}$ $\gamma_{\hat{a}2} = 0,9$; арматура синфи А-III. $R_s = 365 \text{ МПа}$

Ечим. Сиқилувчи зонанинг кесим юзаси юқорида, шунинг учун тўртбурчакли кесим юзасини оламыз. Қуйидаги қийматлар аниқланади:

$$h_o = 45 - 4 = 41 \text{ см}; \quad R_{\hat{a}} = 0,9 \cdot 17 = 15,3 \text{ МПа}.$$

$$\zeta_R = \frac{\omega_o}{1 + \frac{R_s}{500} \left(1 - \frac{\omega_o}{1,1}\right)} = \frac{0,728}{1 + \frac{365}{500} \left(1 - \frac{0,728}{1,1}\right)} = 0,584$$

бу ерда $\omega_o = 0,85 - 0,008 \cdot \gamma_{\hat{a}2} R_{\hat{a}} = 0,85 - 0,008 \cdot 0,9 \cdot 17 = 0,728$

$$A_R = \zeta_R (1 - 0,5 \zeta_R) = 0,584 (1 - 0,5 \cdot 0,584) = 0,414$$

$$A_o = \frac{M}{R_{\hat{a}} h_o^2} = \frac{14900000}{15,3 \cdot 20 \cdot 41^2 \cdot (100)} = 0,297$$

$A_o = 0,297 < A_R = 0,414$ шунинг учун жадвалдан $\zeta = 0,362$ ни оламыз.

Арматуранинг кесим юзасини аниқлаймыз:

$$A_s = \zeta \epsilon h_o \frac{R_g}{R_s} = 0,362 \cdot 20 \cdot 41 \cdot \frac{15,3}{365} = 12,29 \text{ см}^2$$

Сортаментдан арматурани $2\phi 28 A - III$, $A_s = 12,32 \text{ см}^2$ оламиз.

Масала 13. Қобирғали ораёпма плитанинг ишчи арматураси A_s ҳисоблансин?

Берилган: Ўлчамлари $\ell = 6 \text{ м}$; $\epsilon = 1,2 \text{ м}$; Бетон синфи В25. $R_g = 14,5 \text{ МПа}$ арматура синфи А-I; $R_s = 225 \text{ МПа}$ $M = 520 \text{ Нм}$; $h = 20 \text{ см}$; $a = 2,5 \text{ см}$.

Плитанинг кўндаланг қобирғаси тавр шаклида, токчаси эса сиқилувчи зонада.

Ечим. Қуйидаги қийматларни аниқлаймиз.

$$\epsilon_f^1 = \epsilon_p + 2\ell_1 / 6 = 8,5 + 2 \cdot 96 / 6 = 40 \text{ см}.$$

Бу ерда $\ell_1 = 96 \text{ см}$ - плитанинг эни, бўйлама қобирғалар ички сиртигача бўлган масофа.

$$\epsilon_p = (110 + 60) / 2 = 8,5 \text{ см}; \quad h_o = h - a = 20 - 2,5 = 17,5 \text{ см}.$$

$A_o = \frac{M}{\gamma_{\epsilon 2} R_g \epsilon_f^1 h_o^2} = \frac{52000}{0,9 \cdot 14,5 \cdot (100) \cdot 40 \cdot 17,5^2} = 0,0033$; жадвалдан коэффициент $\eta = 1$ деб оламиз

Плитадаги кўндаланг қобирғанинг бўйлама арматура юзасини топамиз.

$$A_s = \frac{M}{R_s \eta h o} = \frac{52000}{225 \cdot 1 \cdot 17,5 \cdot (100)} = 0,132 \text{ см}^2$$

Конструктив мулохазаларга кўра $\phi 6 A - I$, $A_s = 0,28 \text{ см}^2$ оламиз.

Масала 14. Тўсиннинг ишчи арматура юзаси A_s топилсин?

Берилган: $M = 150 \text{ кНм}$; $\epsilon \times h = 25 \times 50 \text{ см}$; бетон синфи В20 ($R_g = 11,5 \cdot 0,9 = 10,35 \text{ МПа}$); арматура синфи А - III ($R_s = 365 \text{ МПа}$); $\gamma_{\epsilon 2} = 0,9$; $a = 3 \text{ см}$.

Ечим. $h_o = h - a = 50 - 3 = 47 \text{ см}$

$$A_o = \frac{M}{R_s \eta h_o^2} = \frac{15000000}{10,35 \cdot 25 \cdot 47^2 \cdot (100)} = 0,262 \quad \text{жадвалдан} \quad \text{коэффициентлар} \quad \zeta = 0,31;$$

$$\eta = 0,845. \text{ олинади.}$$

У ҳолда қуйидаги шартни текширамыз. $\zeta \leq \zeta_R$

$$\zeta_R = \frac{\omega_o}{1 + \frac{R_s}{500} \left(1 - \frac{\omega_o}{1,1}\right)} = \frac{0,77}{1 + \frac{365}{500} \left(1 - \frac{0,77}{1,1}\right)} = 0,63;$$

бу ерда $\omega_o = 0,85 - 0,008 R_a = 0,85 - 0,008 \cdot 10,35 = 0,77$; $\zeta = 0,31 < \zeta_R = 0,63$

шарт бажарилди. У ҳолда

$$A_s = \frac{M}{R_s \eta h_o} = \frac{15000000}{365 \cdot 0,845 \cdot 47 \cdot (100)} = 10,4 \text{ см}^2$$

Сортаментдан қуйидаги арматураларни оламыз.

$$\left. \begin{array}{l} 2\phi 14 A - III, A_s = 3,08 \text{ см}^2 \\ 2\phi 22 A - III, A_s = 7,6 \text{ см}^2 \end{array} \right\} A_s = 10,68 \text{ см}^2 > 10,4 \text{ см}^2$$

Масала 15. Плитанинг мустаҳкамлиги текширилсин?

Берилган: Кесим юзасининг 1м узунлигидаги моменти $M = 3800 \text{ Нм}$;
 $h_{пл} = 8 \text{ см}$. плита арматураси С-1, 150/250/6/4, Вр-I классли, бетон В15; $a = 1,5 \text{ см}$.

Ечим. $R_s = 8,5 \text{ МПа}$; $R_s = 375 \text{ МПа}$; $A_s = 2,07 \text{ см}^2$; $h_o = h - a = 8 - 1,5 = 6,5 \text{ см}$

Бўйлама арматуралаш проценти $\mu = 100 \frac{A_s}{\eta h_o} = 100 \frac{2,07}{100 \cdot 6,5} = 0,32\%$

$$\zeta = \frac{M}{100 \cdot R_s} = \frac{0,32}{100} \cdot \frac{375}{8,7} = 0,138 \quad \zeta \leq \zeta_R \text{ шартни текширамыз, бунинг учун}$$

$$\zeta_R = \frac{\omega_o}{1 + \frac{R_s}{400} \left(1 - \frac{\omega_o}{1,1}\right)} = \frac{0,78}{1 + \frac{375}{400} \left(1 - \frac{0,78}{1,1}\right)} = 0,612 \quad \text{бу ерда } \omega_o = 0,85 - 0,008 \cdot 8,7 = 0,78$$

$\zeta = 0,138 < \zeta_R = 0,612$ шарт бажарилди.

ζ бўйича жадвалдан A_o қийматини $A_o = 0,13$ олиб, мустаҳкамлик шартини текширамыз

$$M = A_o R_s \epsilon h_o^2 = 0,13 \cdot 8,7 \cdot 6,5^2 \cdot (100) = 4778 \text{ Нсс}^2 > M = 3800 \text{ Нм}$$

Плитанинг мустаҳкамлиги етарли.

Масала 16. Тўсиннинг юк кўтариш қобилияти аниқлансин?

Берилган: $M = 155 \text{ кНм}$; $b \times h = 20 \times 40 \text{ см}$; бетон синфи В25 ($R_s = 14,5 \cdot 0,9 = 13,05 \text{ МПа}$; $\gamma_{s2} = 0,9$); арматура; синфи 2 $\phi 10 \text{ А-III}$; $A_s^1 = 1,57 \text{ см}^2$; 8 $\phi 16 \text{ А-III}$; $A_s = 16,08 \text{ см}^2$; $R_s = R_{sc} = 365 \text{ МПа}$; $a = 4 \text{ см}$; $a^1 = 3 \text{ см}$;

Ечим. $h_o = h - a = 40 - 4 = 36 \text{ см}$;

$$\zeta_R = \frac{\omega_o}{1 + \frac{R_s}{500} \left(1 - \frac{\omega_o}{1,1}\right)} = \frac{0,75}{1 + \frac{365}{500} \left(1 - \frac{0,75}{1,1}\right)} = 0,61$$

Бу ерда $\omega_o = 0,85 - 0,008 R_s = 0,85 - 0,008 \cdot 13,05 = 0,75$

$$A_R = \zeta_R (1 - 0,5 \cdot \zeta_R) = 0,61 (1 - 0,5 \cdot 0,61) = 0,59$$

$$A_o = \frac{M - R_{sc} A_s^1 (h_o - a^1)}{R_s \epsilon h_o^2} = \frac{15500000 - 365 \cdot 1,57 (36 - 3) \cdot 100}{13,05 \cdot 20 \cdot 36^2 \cdot (100)} = 0,4$$

$A_o < A_R$ шарт бажарилди.

$$M_{\text{кyc}} = A_o R_s \epsilon h_o^2 + R_{sc} A_s^1 (h_o - a^1) = 0,4 \cdot 13,05 \cdot 20 \cdot 36^2 \cdot (100) + 365 \cdot 1,57 (36 - 3) (100) = 15421305 \text{ Нсс} = 154,2 \text{ кНм} < M = 155 \text{ кНм}$$

Тўсиннинг юк кўтариш қобилияти етарли эмас.

Масала 17. Тўсиннинг юк кўтариш қобилияти текширилсин?

Берилган: $M = 300 \text{ кНм}$; $b \times h = 20 \times 50 \text{ см}$; $\epsilon_f^1 = 40 \text{ см}$; $h_f^1 = 12 \text{ см}$; бетон синфи

$B20 (R_g = 11,5 \cdot 0,9 = 10,35 \text{ МПа}; \gamma_{e2} = 0,9)$; арматура синфи

$6\phi 25 \text{ A-II}$; $A_s = 29,45 \text{ см}^2$; $a = 3 \text{ см}$.

Ечим. $h_o = h - a = 50 - 3 = 47 \text{ см}$;

Қуйидаги шарт текширилади.

$$M = 300 \text{ кНм} > R_g \epsilon_f^1 h_f^1 (h_o - 0,5 h_f^1) = 10,35 \cdot 40 \cdot 12 \cdot (47 - 0,5 \cdot 12) (100) = 20368800 \text{ Нсс} = 203,7 \text{ кНм}.$$

демак, нейтрал ўқ қобирғани кесиб ўтади, у ҳолда кесим юзаси тавр шаклида олинади.

$$A_o = \frac{M - R_g (\epsilon_f^1 - \epsilon) h_f^1 (h_o - 0,5 h_f^1)}{R_g \epsilon h_o^2} = \frac{3000000 - 10,35 (40 - 20) 12 (47 - 0,5 \cdot 12) (100)}{10,35 \cdot 20 \cdot 47^2 \cdot (100)} = 0,43$$

$$M_{\text{кес}} = A_o R_g \epsilon h_o^2 + R_g (\epsilon_f^1 - \epsilon) h_f^1 (h_o - 0,5 h_f^1) = 0,43 \cdot 10,35 \cdot 20 \cdot 47^2 \cdot (100) + 10,35 (40 - 20) \cdot 12 (47 - 0,5 \cdot 12) (100) = 29844500 \text{ Нсс} = 298,4 \text{ кНм} < M = 300 \text{ кНм}$$

Демак, тўсиннинг юк қўтариш қобилияти етарли эмас.

Масала 18. Тўсиннинг кўндаланг кесим юзасининг ўлчамлари ва A_s топилсин?

Берилган: $M = 100 \text{ кНм}$, бетон $B = 25$, $R_g = 14,5 \text{ МПа}$; арматура $A\text{-III}$.

$R_s = 365 \text{ МПа}$; $\epsilon = 20 \text{ см}$.

Ечим: қабул қиламиз ва оптимал арматуралаш проценти бўйича $\tau = 0,35$ бўлганда $A_o = 0,289$ ни жадвалдан оламиз.

$$h_o = \sqrt{\frac{M}{A_o R_b \cdot b}} = \sqrt{\frac{10000000}{0,28 \cdot 14,5 \cdot 20 \cdot (100)}} = 34,97 \text{ см}$$

$$h = h_o + a = 34,97 + 3,0 = 37,97 \text{ см}$$

бу ерда $a = 3 \text{ см}$ $h = 45 \text{ см}$, қабул қиламиз, бунда $h_o = 45 - 3 = 42 \text{ см}$

Арматура юзасини топамиз.

$$A_s = \frac{M}{R_s \cdot \eta \cdot h_o} = \frac{1000000}{365 \cdot 0,82 \cdot 42 \cdot (100)} = 7,96 \text{ см}^2$$

сортамент бўйича $4\phi 16 \text{ A III}$, $A_s = 8,04 \text{ см}^2$ бу ерда, $\eta = 0,135$ бўйича жадвалдан коэффицент $\eta = 0,82$ ни оламиз

Демак, тўсиннинг ўлчами $\hat{a}\hat{o}h = 20 \times 40 \text{ см}$ ва $A_s = 8,04 \text{ см}^2$ $4\phi 16$ А – III

Масала 19. Эгилувчи элементнинг нормал кесим бўйича мустаҳкамлиги текширилсин?

Берлган: $M=74 \text{ кНм}$, $b \times h = 20 \times 40 \text{ см}$, ишчи арматура $4\phi 16$ А-III, $R_s=365 \text{ МПа}$, $A_s=8.04 \text{ см}^2$ В20, $R_b=11.5 \text{ МПа}$, $a=2,5 \text{ см}$,

Ечими: h_o ни аниқлаймиз.

$$h_o = h - a = 40 - 2,5 = 37,5 \text{ см}$$

Сиқулувчи зонанинг баландлиги:

$$X = \frac{R_s A_s}{R_b b} = \frac{365 \cdot 8,04}{11,5 \cdot 20} = 12,8 \text{ см} :$$

Қуйидаги шартни текширамыз: $X \leq \zeta_R h_o$ бунинг учун ζ_R ни топамиз.

$$\zeta_R = \frac{W_o}{1 + \frac{R_s}{400} \left(1 - \frac{W_o}{1,1} \right)} = \frac{0,76}{1 + \frac{365}{400} \left(1 - \frac{0,76}{1,1} \right)} = 0,6$$

бу ерда $\omega_o = \omega = 0,85 - 0,008 R_b = 0,85 - 0,008 \cdot 11,5 = 0,76$; $X = 12,8 < 0,6 \cdot 37,5 = 22,5 \text{ см}$

шарт бажарилди.

У ҳолда мустаҳкамликни текширамыз.

$$M = R_s A_s (h_o - 0,5x) = 365 \cdot 8,04 (37,5 - 0,5 \cdot 12,8) \cdot (100) = 91,3 \text{ кНм}$$

Демак, нормал кесим бўйича тўсиннинг мустаҳкамлиги етарли.

Масала 20. Тўсиннинг юк кўтариш қобилияти текширилсин?

Берилган: $M=150 \text{ кНм}$, $b \times h = 25 \times 50 \text{ см}$ В20, ($R_b = 11,5 \times 0,9 = 10,35 \text{ МПа}$, $\gamma_g = 0,9$)

$$2\phi 14 \text{ АIII}, A_s = 3,08 \text{ см}^2 \quad a = 3 \text{ см}$$

бўйича. $2\phi 22 \text{ АIII}$, $A_s = 7,6 \text{ см}^2$ $A_s = 3,08 + 7,6 = 10,68 \text{ см}^2$

Ечими: $h_o = h - a = 50 - 3 = 47 \text{ см}$

Қуйидаги шартни текширамыз: $\tilde{O} \leq \zeta_R h_o$ бунинг учун ζ_R ни топамиз.

$$\zeta_R = \frac{\omega_o}{1 + \frac{R_s}{500} \left(1 - \frac{\omega_o}{1,1} \right)} = \frac{0,77}{1 + \frac{365}{500} \left(1 - \frac{0,77}{1,1} \right)} = 0,623$$

бу ерда $\omega_o = 0,85 - 0,008R_a = 0,85 - 0,008 \cdot 10,35 = 0,77$

$$A_s = \frac{R_s A_s}{R_s \cdot b \cdot h_o} = \frac{365 \cdot 10,68}{10,35 \cdot 25 \cdot 47} = 0,32 \text{ жадвалдан коэффициент } A_o = 0,269 \text{ оламиз.}$$

$$M_{\text{кес}} = A_o \cdot R_b \cdot b \cdot h_o^2 = 0,269 \cdot 10,35 \cdot 25 \cdot 47^2 \cdot (100) = 153,6 \text{ кНм} > 150 \text{ кНм}$$

Демак, тўсиннинг юк кўтариш қобилияти етарли.

Масала 21. Берилган: $M=150 \text{ кНм}$, $b \times h=25 \times 50 \text{ см}$ В20, $(R_b=11,5 \times 0,9=10,35 \text{ МПа}, \gamma_s=0,9)$ АIII, $R_s=365 \text{ МПа}$ бўйича Тўсиннинг арматура юзаси A_s ва стерженлар сони η топилсин?

Ечими:

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

$$\zeta_R = \frac{\omega_o}{1 + \frac{R_s}{500} \left(1 - \frac{\omega_o}{1,1}\right)} = \frac{0,77}{1 + \frac{365}{500} \left(1 - \frac{0,77}{1,1}\right)} = 0,63$$

бу ерда $\omega_o = 0,85 - 0,008R_a = 0,85 - 0,008 \cdot 10,3 = 0,77$

Қуйидаги шарт текширилади: $\zeta \leq \zeta_R$ $\zeta = 0,31 \leq \zeta_R = 0,63$ $\zeta = 0,31$ деб оламиз, у ҳолда $\eta = 0,845$ шарт бажарилди. У ҳолда

$$A_s = \frac{M}{R_s \cdot \eta \cdot h_o} = \frac{15000000}{365 \cdot 0,845 \cdot 47 \cdot (100)} = 10,35 \text{ см}^2$$

Сортаментдан арматуранинг юзаси $2\phi 14$ АIII, $A_s=3,08 \text{ см}^2$
 $A_s = 10,94 \text{ см}^2 > 10,35 \text{ см}^2$ $2\phi 22$ АIII, $A_s=7,86 \text{ см}^2$ деб қабул қиламиз.

Қўш арматурали тўғри тўртбурчак кесимли элементларни лойихалашга доир масалалар

22–масала

Берилган: Қуйидаги берилганлар асосида балкадаги арматуранинг кўндаланг кесим юзаси аниқлансин. Эгувчи момент $M=600000 \text{ Н}\cdot\text{м}$. балканинг кўндаланг кесим ўлчамлари $b=25 \text{ см}$, $h=60 \text{ см}$; бетоннинг класс $B25$ ($R_b=14,5 \text{ МПа}$); арматуранинг класс $A-III$ ($R_s=R_{sc}=365 \text{ МПа}$).

Ечиш:

Кесимнинг ишчи баландлиги $h_0=h-a=60-4=56 \text{ см}$;

$$A_0 = \frac{M}{R_b \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{600000}{14,5 \cdot 25 \cdot 56^2} = 0,44;$$

3-иловадан $\xi=0,65$ ни оламиз ва сиқилувчи зонанинг нисбий чегаравий

баландлиги
$$\xi_R = \frac{\omega}{1 + \frac{\sigma_{sR}}{\sigma_{sc,u}} \left(1 - \frac{\omega}{1,1}\right)} = \frac{0,746}{1 + \frac{365}{500} \left(1 - \frac{0,746}{1,1}\right)} = 0,604$$

бу ерда оғир бетон учун $\omega=\alpha-\beta R_b=0,85-0,008 \cdot 14,5 \cdot 0,9=0,746$. $\xi>\xi_R$ бўлганлиги сабабли, сиқилувчи арматуранинг юзасини ҳисоблаш зарур.

Қуйидаги формула билан сиқилувчи зонадаги арматуранинг юзаси аниқлаймиз.

$$A'_s = \frac{M - A_{0,max} \cdot R_b \cdot b \cdot h_0^2}{R_{sc} \cdot (h_0 - a')} = \frac{600000 - 0,421 \cdot 14,5 \cdot 25 \cdot 56^2}{365 \cdot (56 - 4)} = 6,397 \text{ см}^2;$$

бу ерда: $A_{0,max}=\xi_R(1-0,5\xi_R)=0,604 \cdot (1-0,5 \cdot 0,604)=0,421$

Чўзилувчи зонадаги арматуранинг кўндаланг кесим юзаси:

$$A_s = \frac{\xi_y \cdot R_b \cdot b \cdot h_0 + R_{sc} \cdot A'_s}{R_s} = \frac{0,604 \cdot 14,5 \cdot 25 \cdot 56 \cdot 100 + 365 \cdot 100 \cdot 6,397}{365 \cdot 100} =$$
$$= 33,59 + 6,397 = 39,99 \text{ см}^2$$

6-иловадан сиқилувчи арматураники $3\emptyset 18 \text{ A-III}$ ($A'_s=7,64 \text{ см}^2$) ва чўзилувчи арматураники эса $5\emptyset 32 \text{ A-III}$ ($A_s=40,21 \text{ см}^2$) қабул қиламиз.

23–масала

Берилган: Кўндаланг кесими тўғри тўртбурчак бўлиб. Унинг ўлчамлари $b=30$ см, $h=60$ см ва $h_0=56$ см бўлган балканинг юк кўтариш қобилияти аниқлансин. Арматуранинг кўндаланг юзаси $A_s=18,47$ см² (3Ø28 А-III) ва $A'_s=5,09$ см² (2Ø18 А-III); арматуранинг ҳисобий қаршилиги $R_s=R_{sc}=365$ МПа; бетоннинг класс $B20$ ($R_b=11,5$ МПа).

Ечиш:

Сиқилувчи зонанинг баландлигини аниқлаймиз:

$$x = \frac{(R_s A_s - R_{sc} \cdot A'_s)}{R_b \cdot b} = \frac{365 \cdot (18,47 - 5,09) \cdot 100}{11,5 \cdot 20 \cdot 100} = 21,23 \text{ см}$$

У холда балканинг юк кўтариш қобилияти:

$$M = R_b \cdot b \cdot x \cdot (h_0 - 0,5x) + R_s \cdot A'_s \cdot (h_0 - a') = 11,5 \cdot 20 \cdot 21,23 \cdot (56 - 0,5 \cdot 21,23) + 365 \cdot 5,09 \cdot (56 - 4) = 318219 \text{ Н} \cdot \text{м} = 318,22 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Масала 24. Қўш арматураланган тўсиннинг арматуранинг юзаси топилсин $A_s=?$

Берилган: $M=690$ кНм; $bxh=30 \times 60$ см; бетон синфи. $B25$ ($R_b = 14,5 \cdot 0,9 = 13,05$ МПа; $\gamma_{c2} = 0,9$); $a = 6,5$; $a' = 3$ см; арматура синфи. А-III ($R_s = 365$ МПа):

Ечим. $h_0=60-6,5=53,5$ см;

$$\xi_R = \frac{\omega_o}{1 + \frac{R_s}{500} \left(1 - \frac{\omega_o}{1,1}\right)} = \frac{0,746}{1 + \frac{365}{500} \left(1 - \frac{0,746}{1,1}\right)} = 0,604 :$$

бу ерда $\omega_o = 0,85 - 0,008R_b = 0,85 - 0,008 \cdot 13,05 = 0,746$

$$A_R = \xi_R (1 - 0,5\xi_R) = 0,604(1 - 0,5 \cdot 0,604) = 0,422$$

$$A_o = \frac{M}{R_b b h_o^2} = \frac{69000000}{13,05 \cdot 30 \cdot 53,5^2 \cdot 100} = 0,615; \quad A_o = 0,615 > A_R = 0,422 \text{ бўлгани учун қўш}$$

арматура олинади.

$$A_s = \frac{M - A_R R_s h_o^2}{R_{sc} Z_s} = \frac{69000000 - 0,422 \cdot 13,05 \cdot 30 \cdot 53,5^2 \cdot 100}{365 \cdot 50,5 \cdot (100)} = 11,78 \text{ см}^2$$

Сортаментдан сиқилган арматура учун $3 \phi 22$ А-III, $A_s^1 = 11,4 \text{ см}^2$ ни оламир.

$$A_s = \frac{\xi_R R_s \cdot h_o + R_{sc} A_s^1}{R_s} = \frac{0,604 \cdot 13,05 \cdot 30 \cdot 53,5 + 11,4 \cdot 365}{365} = 46,06 \text{ см}^2$$

Сортаментдан чўзилган арматура учун $8 \phi 22$ А-III, $A_s = 49,2 \text{ см}^2 > 46,16 \text{ см}^2$ ни оламир.

Масала 25. Қўш арматурали тўсиннинг чўзилган арматура юзаси A_s аниқлансин?

Берилган: $M = 155 \text{ кНм}$, $b = 20 \text{ см}$, $h = 50 \text{ см}$, $b_f^1 = 30 \text{ см}$ $h_f^1 = 8 \text{ см}$ В20,
 $R_b = 11,5 \text{ МПа}$, сиқилиш зонасидаги арматура синфи:
 $4\phi 10$ АII, $A_s = 3,14 \text{ см}^2$ $R_{sc} = 280 \text{ МПа}$, $A_s = 2,5 \text{ см}$ чўзилувчи зонадаги арматура
 синфи АII

Ечими:

$$h_o = 50 - 3 = 47 \text{ см}, a = 3 \text{ см}, Z_s = 50 - 3 - 2,5 = 44,5 \text{ см}$$

Қуйидаги шартни текширамир.

$$M > R_b b_f^1 h_f^1 (h_o - 0,5 \cdot h_f^1) + R_{sc} \cdot A_s \cdot Z_s = 11,5 \cdot 30 \cdot 8 (47 - 0,5 \cdot 8) (100) + 280 \cdot 3,14 \cdot 44,5 \cdot (100) = 145 = 90000 \text{ Н.м} = 145,9 \text{ кНм} < 155 \text{ кНм}$$

нейтрал ўқ қобирғадан ўтади, у ҳолда

$$A_o = \frac{M - R_b (b_f^1 - b) h_f^1 (h_o - 0,5 h_f^1) - R_{sc} A_s^1 Z_s}{R_b b h_o^2} = \frac{155000 - 11,5 (30 - 20) 8 (47 - 0,5 \cdot 8) (100) - 280 \cdot 3,14 \cdot 44,5 \cdot (100)}{11,5 \cdot 20 \cdot 47^2 \cdot (100)} = 0,17$$

жадвалдан

коэффициент $\xi = 0,195$ ни оламир.

$$A_s = \frac{\xi R_b b h_o + R_b (b_f^1 - b) h_f^1 + R_{sc} A_s^1}{R_s} = \frac{0,195 \cdot 20 \cdot 47 \cdot 11,5 + 11,5 (30 - 20) 8 + 280 \cdot 3,14}{280} = 16,3 \text{ см}^2$$

Сортаментдан $4\phi 25$ А-II $A_s = 19,6 \text{ см}^2$ арматура оламир

Масала 26. Қўш арматурали тўсиннинг юк кўтариш қобилияти текширисин?

Берилган: $M = 155 \text{ кНм}$; $b \times h = 20 \times 40 \text{ см}$; бетон синфи В25; $\gamma_{\text{с2}} = 0,9$;
арматура: синфи 2 $\phi 10 \text{ А-III}$; $A_s^1 = 1,57 \text{ см}^2$; 8 $\phi 16 \text{ А-III}$; $A_s = 16,08 \text{ см}^2$; $a = 4 \text{ см}$;
 $a^1 = 3 \text{ см}$;

Ечим. Қуйидаги қийматларни аниқлаймиз:

$$h_o = h - a = 40 - 4 = 36 \text{ см};$$

$$R_g = 0,9 \cdot 14,5 = 13,05 \text{ МПа}$$

$$R_s = R_{sc} = 365 \text{ МПа}$$

$$\zeta_R = \frac{\omega_o}{1 + \frac{\sigma_{SR}}{500} \left(1 - \frac{\omega_o}{1,1} \right)} = \frac{0,75}{1 + \frac{365}{500} \left(1 - \frac{0,75}{1,1} \right)} = 0,61$$

$$\text{бу ерда } \omega_o = 0,85 - 0,008 \cdot \gamma_{\text{с2}} \cdot R_g = 0,85 - 0,008 \cdot 0,9 \cdot 14,5 = 0,75$$

$$\zeta = \frac{R_s A_s - R_{sc} A_s^1}{R_g b h_o} = \frac{365 \cdot 16,08 - 365 \cdot 1,57}{13,05 \cdot 20 \cdot 36} = 0,56$$

$\zeta = 0,56 < \zeta_R = 0,61$ шунинг учун жадвалдан коэффициент $A_o = 0,406$ ни олаимиз.

$$M_{\text{ки}} = A_o R_g b h_o^2 + R_{sc} A_s^1 (h_o - a^1) = 0,406 \cdot 13,05 \cdot 20 \cdot 36^2 \cdot (100) + 365 \cdot 1,57 \cdot (36 - 3) \cdot 100 = 15758265 \text{ Нсс} = 157,6 \text{ кНм} > M = 155 \text{ кНм}$$

Тўсиннинг юк кўтариш қобилияти етарли.

Масала 27. Қўш арматурали тўсиннинг юк кўтариш қобилияти текширилсин?

Берилган: $M = 690 \text{ кНм}$, $h = 60 \text{ см}$, $b = 30 \text{ см}$, $a = 6,5 \text{ см}$, $a^1 = 3 \text{ см}$ Бетон синфи В25,
 $R_b = 0,9 \cdot 14,5 = 13,05 \text{ МПа}$ $\gamma_{\text{с2}} = 0,9$

Арматура синфи 3 $\phi 22 \text{ АIII}$, $A_s = 11,4 \text{ см}^2$ 8 $\phi 28 \text{ АIII}$, $A_s = 49,26 \text{ см}^2$ $R_s = 365 \text{ МПа}$

Ечими: Қуйидаги қийматларни аниқлаймиз: $h_0 = 60 - 3 + 35 = 53.5 \text{ см}$,

$$\zeta = \frac{R_s A_s - R_{sc} A_s}{R_b \cdot b \cdot h_0} = \frac{365 \cdot 49,26 - 365 \cdot 11,4}{13,05 \cdot 30 \cdot 53,5} = 0,66 \quad \text{жадвалдан} \quad \text{коэффициент}$$

$A_0 = 0,45$ оламиз.

Юк кўтариш қобилиятини текшираимиз.

$$M_{\text{кес}} = A_0 \cdot R_b \cdot b \cdot h_0^2 + R_{sc} A_s (h_0 - a^1)(100) = 0,45 \cdot 13,05 \cdot 30 \cdot 53,5^2 \cdot (100) + 365 \cdot 11,4 \cdot (53,5 - 3)(100) = 50404225 + 21013050 = 741,2 \text{ кНм}$$

Тўсиннинг юк кўтариш қобилияти етарли.

Масала 28. Тўсиннинг чўзилган зонадаги арматура юзаси топилсин

$A_s = ?$

Берилган: $M = 155 \text{ кНм}$; $b \times h = 20 \times 40 \text{ см}$; бетон синфи

$B25 (R_g = 14,5 \cdot 0,9 = 13,05 \text{ МПа}; \gamma_{g2} = 0,9)$; арматура $2 \phi 12 \text{ А-III}$; $A_s^1 = 2,26 \text{ см}^2$;

$$R_s = R_{sc} = 365 \text{ МПа}; a = 4 \text{ см}; a^1 = 3 \text{ см}.$$

Ечим: $h_0 = 40 - 4 = 36 \text{ см}$;

$$\zeta_R = \frac{\omega_0}{1 + R_s / 500(1 - \omega_0 / 1,1)} = \frac{0,75}{1 + 365 / 500 \left(1 - \frac{0,75}{1,1} \right)} = 0,61$$

Бу ерда: $\omega_0 = 0,85 - 0,008 R_g = 0,85 - 0,008 \cdot 13,05 = 0,75$

$$A_R = \zeta_R (1 - 0,5 \cdot \zeta_R) = 0,61 (1 - 0,5 \cdot 0,61) = 0,59$$

$$A_0 = \frac{M - R_{sc} A_s^1 (h_0 - a^1)}{R_g b h_0^2} = \frac{15500000 - 365 \cdot 2,26 (36 - 3) \cdot 100}{13,05 \cdot 20 \cdot 36^2 \cdot (100)} = 0,38$$

Жадвалдан $\zeta = 0,51$ олдик $\zeta = 0,51 < \zeta_R = 0,61$

$$A_s = \frac{\zeta_R h_0 R_g + R_{sc} A_s^1}{R_s} = \frac{0,61 \cdot 20 \cdot 36 \cdot 13,05 + 365 \cdot 2,28}{365} = 15,36 \text{ см}^2$$

Сортаментдан арматурани $8 \phi 16 \text{ А-III}$, $A_s = 16,08 \text{ см}^2$ олдик.

Масала 29.

Берилган: $M = 690 \text{ кНм}$; $b \times h = 30 \times 60 \text{ см}$; бетон синфи В25; $\gamma_{a2} = 0,9$ арматура синфи: $3 \phi 22 \text{ А-III}$; $A_s^1 = 11,4 \text{ см}^2$; $8 \phi 28 \text{ А-III}$, $A_s = 49,26 \text{ см}^2$; $a = 6,5 \text{ см}$; $a^1 = 3 \text{ см}$

Қўш арматурали тўсинни юк кўтариш қобилияти аниқлансин $M_{\text{қўш}} = ?$

Ечим. Қуйидаги қийматлар аниқланади.

$$h_0 = h - a = 60 - 6,5 = 53,5 \text{ см}; \quad R_s = 0,9 \cdot 14,5 = 13,05 \text{ МПа}$$

$$\xi = \frac{R_s A_s - R_{sc} \cdot A_s^1}{R_s b h_0} = \frac{365 \cdot 49,26 - 365 \cdot 11,4}{13,05 \cdot 30 \cdot 53,5} = 0,66$$

Жадвалдан $A_0 = 0,45$ ни оламир

Тўсиннинг мустаҳкамлигини аниқлаймиз

$$M_{\text{кес}} = A_0 R_s b h_0^2 + R_{sc} A_s^1 (h_0 - a^1) = 0,45 \cdot 13,05 \cdot 30 \cdot 53,5^2 \cdot (100) + 365 \cdot 11,4 (53,5 - 3) (100) = 71417273 \text{ Нсс} = 714,2 \text{ кНм} > M = 690 \text{ кНм}$$

Тўсиннинг юк кўтариш қобилияти етарли.

30–масала

Берилган: Қўш арматурали тўғри тўртбурчак кесимли тўсин учун чўзилувчи бўйлама ишчи арматуранинг юзаси аниқлансин: $M = 210 \text{ кНм}$; $h = 60 \text{ см}$; $b = 25 \text{ см}$; $a = a' = 4 \text{ см}$; $A_s' = 4,02 \text{ см}^2$; арматура классси А–III ($R_s = R_{sc} = 365 \text{ МПа}$); бетоннинг классси В20 ($R_b = 11,5 \text{ МПа}$).

Ечиш:

Кесимнинг ишчи баландлиги $h_0 = h - a = 60 - 4 = 56 \text{ см}$.

$$N_s = R_s A_s; \quad N_s' = R_s A_s'; \quad N_b = R_b b x; \quad z_b = h_0 - 0,5x;$$

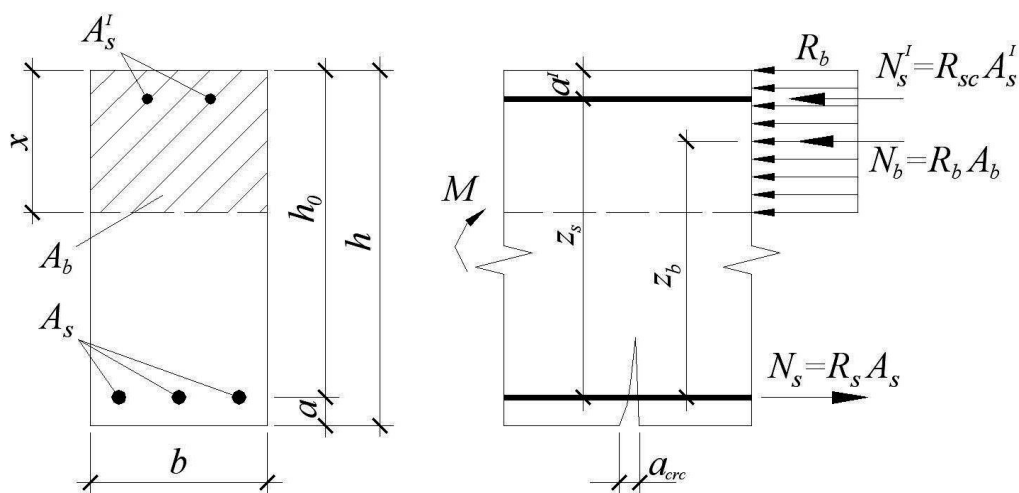
$$\Sigma M = 0$$

$$M - N_b z_b - N_s' (h_0 - a') = 0$$

$$M - R_b b x (h_0 - 0,5x) - R_s A_s' (h_0 - a') = 0$$

бу ерда: $x = \xi \cdot h_0$ га тенглигидан фойдаланиб

$$M - R_b b \xi h_0 (h_0 - 0,5 \xi h_0) - R_s A_s' (h_0 - a') = 0$$



$$M - R_b \cdot b \cdot h_o^2 \cdot \xi(1 - 0,5\xi) - R_s \cdot A'_s \cdot (h_o - a') = 0$$

$\xi(1 - 0,5\xi) = A_o$ қўйсак

$$M - R_b \cdot b \cdot h_o^2 \cdot A_o - R_s \cdot A'_s \cdot (h_o - a') = 0$$

$$A_o = \frac{M - R_s \cdot A'_s \cdot (h_o - a')}{R_b \cdot b \cdot h_o^2} = \frac{210 \cdot 10^5 - 365 \cdot 100 \cdot 4,02 \cdot (56 - 4)}{11,5 \cdot 100 \cdot 25 \cdot 56^2} = 0,148;$$

3-иловадан $\xi = 0,16$ ни олағиз ва сиқилувчи зонанинг баландлиги

$$x = \xi \cdot h_o = 0,16 \cdot 56 = 8,96 \text{ см}$$

$$\Sigma F_{kx} = 0$$

$$N_s - N'_s - N_b = 0$$

$$R_s \cdot A_s - R_{sc} \cdot A'_s - R_b \cdot b \cdot x = 0$$

$$A_s = \frac{R_b \cdot b \cdot x + R_{sc} \cdot A'_s}{R_s} = \frac{11,5 \cdot 100 \cdot 25 \cdot 8,96 + 365 \cdot 100 \cdot 4,02}{365 \cdot 100} = 10,99 \text{ см}^2;$$

6-иловадан 3Ø22 A-III унинг юзаси $A_s = 11,4 \text{ см}^2$ арматура танлаймиз.

31-масала

Берилган: Қўш арматурали тўғри тўртбурчак кесимли тўсин учун, чўзилувчан бўйлама ишчи арматуранинг кесим юзаси аниқлансин ва зарур бўлганда мустаҳкамлиги таъминлансин: $M = 350 \text{ кН} \cdot \text{м}$; $h = 60 \text{ см}$; $b = 40 \text{ см}$; $a = a' = 5 \text{ см}$; $A'_s = 9,82 \text{ см}^2$; сиқилувчи арматура классси A-III ($R_s = 365 \text{ МПа}$); чўзилувчи арматура классси A-II ($R_{sc} = 280 \text{ МПа}$); бетон классси B20 ($R_b = 11,5 \text{ МПа}$); Бетоннинг иш шароити коэффиценти $\gamma_{b2} = 0,9$;

Ечиш:

Кесимнинг ишчи баландлиги: $h_0 = h - a = 60 - 5 = 55$ см. Чизмадан: $N_s = R_s \cdot A_s$; $N'_s = R_s \cdot A'_s$; $N_b = R_b \cdot b \cdot x$; $z_b = h_0 - 0,5x$ ҳосил бўлади. Чўзилувчи зонада жойлашган арматура оғирлик марказига нисбатан момент оламиз

$$\underline{\Sigma M(F_i) = 0} \quad M - N_b \cdot z_b - N'_s \cdot (h_0 - a') = 0 \quad (1)$$

$$M - R_b \cdot b \cdot x \cdot (h_0 - 0,5x) - R_{sc} \cdot A'_s \cdot (h_0 - a') = 0 \quad (2)$$

бу ерда: $x = \xi \cdot h_0$ га тенглигидан фойдаланиб

$$M - R_b \cdot b \cdot \xi \cdot h_0 \cdot (h_0 - 0,5\xi \cdot h_0) - R_{sc} \cdot A'_s \cdot (h_0 - a') = 0 \quad (3)$$

$$M - R_b \cdot b \cdot h_0^2 \cdot \xi(1 - 0,5\xi) - R_{sc} \cdot A'_s \cdot (h_0 - a') = 0 \quad (4)$$

$\xi(1 - 0,5\xi) = A_0$ деб белгиласак қуйидаги тенглик ҳосил бўлади:

$$M - R_b \cdot b \cdot h_0^2 \cdot A_0 - R_{sc} \cdot A'_s \cdot (h_0 - a') = 0 \quad (5)$$

$$A_0 = \frac{M - R_{sc} \cdot A'_s \cdot (h_0 - a')}{R_b \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{350 \cdot 10^5 - 280 \cdot 100 \cdot 9,82 \cdot (55 - 5)}{11,5 \cdot 0,9 \cdot 100 \cdot 40 \cdot 55^2} = 0,153;$$

интерполяция йўли билан 3-иловадан $\xi = 0,17$ ни оламиз ва сиқилувчи зонанинг баландлиги: $x = \xi \cdot h_0 = 0,17 \cdot 55 = 9,35$ см. X ўқига нисбатан барча кучларни проекцияласак:

$$\underline{\Sigma F_{kx} = 0} \quad N_s - N'_s - N_b = 0 \quad (6)$$

$$R_s \cdot A_s - R_{sc} \cdot A'_s - R_b \cdot b \cdot x = 0 \quad (7)$$

$$A_s = \frac{R_b \cdot b \cdot x + R_{sc} \cdot A'_s}{R_s} = \frac{11,5 \cdot 0,9 \cdot 100 \cdot 40 \cdot 9,35 + 280 \cdot 100 \cdot 9,82}{365 \cdot 100} = 18,14 \text{ см}^2;$$

6-иловадан 4Ø25 A-III ва унинг юзаси $A_s = 19,64 \text{ см}^2$ бўлган арматура танлаймиз. Сиқилувчи зонадаги бетоннинг оғирлик марказига нисбатан момент олиб мустаҳкамлик шартини ҳосил қиламиз:

$$\underline{\Sigma M(F_i) = 0} \quad M - N_s \cdot z_b - N'_s \cdot (0,5x - a') = 0 \quad (8)$$

$$M \leq R_s \cdot A_s \cdot (h_0 - 0,5x) + R_{sc} \cdot A'_s \cdot (h_0 - a') \quad (9)$$

$$350 \cdot 10^5 \text{ Н} \cdot \text{м} \leq 365 \cdot 100 \cdot 19,64 \cdot (55 - 0,5 \cdot 9,35) + 280 \cdot 100 \cdot (55 - 5) = 374,76 \cdot 10^5 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

шарт бажарилди.

Тавр кесимли элементларни лойihalашга доир масалалар

Масала 32 Тавр кесимли тўсиннинг арматура юзаси топилсин $A_s = ?$

Берилган: $M = 155 \text{ кНм}$; $b \times h = 20 \times 50 \text{ см}$; $e_f^1 = 30 \text{ см}$; $h_f^1 = 8 \text{ см}$; бетон синфи $B20 (R_b = 11,5 \cdot 0,9 = 10,35 \text{ МПа}; \gamma_{b2} = 0,9)$; арматура $A - II (R_s = 280 \text{ МПа})$; $a = 3 \text{ см}$;

Ечим. $h_o = h - a = 50 - 3 = 47 \text{ см}$; қуйидаги мустаҳкамлик шартини текширамыз:

$$M = 155 \text{ кНм} > R_b e_f^1 h_f^1 (h_o - 0,5 \cdot h_f^1) = 10,35 \cdot 30 \cdot 8 (47 - 0,5 \cdot 8) 100 = 10671200 \text{ Нсм} = 106,7 \text{ кНм}$$

демак, нейтрал ўқ қобирғани кесиб ўтади, у ҳолда кесим тавр шаклида олинади.

$$A_o = \frac{M - R_b (e_f^1 - e) h_f^1 (h_o - 0,5 \cdot h_f^1)}{R_b e h_o^2} = \frac{15500000 - 10,35 (30 - 20) 8 (47 - 0,5 \cdot 8) 100}{10,35 \cdot 20 \cdot 47^2 \cdot (100)} = 0,26$$

Жадвалдан $\xi = 0,308$ оламыз

$$A_s = \frac{\xi R_b e h_o + R_b (e_f^1 - e) h_f^1}{R_s} = \frac{0,308 \cdot 20 \cdot 47 \cdot 10,35 + 10,35 (30 - 20) 8}{280} = 13,73 \text{ см}^2$$

Сортаментдан $4\phi 22 A-II$, $A_s = 15,20 \text{ см}^2 > 13,73 \text{ см}^2$ ни топамыз.

Масала 33. Тавр шаклидаги тўсиннинг юк кўтариш қобилияти текширилсин?

Берилган: $M = 200 \text{ кНм}$; $b \times h = 20 \times 50 \text{ см}$; $e_f^1 = 40 \text{ см}$; $h_f^1 = 12 \text{ см}$; бетон синфи

$B20 (R_b = 11,5 \cdot 0,9 = 10,35 \text{ МПа}; \gamma_{b2} = 0,9)$; арматура синфи

$$\left. \begin{array}{l} 2\phi 20 A - III, A_s = 6,28 \text{ см}^2 \\ 2\phi 22 A - III, A_s = 7,6 \text{ см}^2 \end{array} \right\} A_s = 13,88 \text{ см}^2$$

Ечим. $h_o = h - a = 50 - 3,5 = 46,5 \text{ см}$

Қуйидаги шарт текширилади.

$$M = 200 \text{ кНм} < R_b e_f^1 h_f^1 (h_o - 0,5 \cdot h_f^1) = 10,35 \cdot 40 \cdot 12 (46,5 - 0,5 \cdot 12) 100 = 20217600 \text{ Нм} = 202,2 \text{ кНм}$$

демак, нейтрал ўқ токчадан ўтади, у ҳолда кесим юзаси тўғри тўртбурчак шаклида олинади.

$$\zeta = \frac{R_s A_s}{R_b e_f^1 h_o} = \frac{365 \cdot 13,88}{10,35 \cdot 40 \cdot 46,5} = 0,26; \text{ жадвалдан коэффициентни } A_o = 0,226 \text{ оламыз}$$

$$M_{\text{кес}} = A_o R_b e_f^1 h_o^2 = 0,226 \cdot 10,35 \cdot 40 \cdot 46,5^2 \cdot (100) = 20584620 \text{ кНм} = 205,8 \text{ кНм} > M = 200 \text{ кНм}$$

Демак, тўсиннинг юк кўтариш қобилияти етарли.

Масала 34. Тавр шаклидаги тўсиннинг юк кўтариш қобилияти текширилсин?

Берилган: $M = 250 \text{ кНм}$; $b \times h = 20 \times 50 \text{ см}$; $\epsilon_f^1 = 45$; $h_f^1 = 10 \text{ см}$; бетон синфи $B20 (R_b = 11,5 \cdot 0,9 = 10,35 \text{ МПа}, \gamma_{b2} = 0,9)$; арматура синфи $4\phi 22 A-III$; $A_s = 10,2 \text{ см}^2$; $(R_s = 365 \text{ МПа})$; $a = 3 \text{ см}$.

Ечим. $h_o = h - a = 50 - 3 = 47 \text{ см}$;

Қуйидаги шартни текширамыз:

$M = 250 \text{ кНм} > R_b \epsilon_f^1 h_f^1 (h_o - 0,5 h_f^1) = 10,35 \cdot 45 \cdot 10 (47 - 0,5 \cdot 10) (100) = 19561500 \text{ Нсс} = 195,6 \text{ кНм}$.
демак, нейтрал ўқ қобирғани кесиб ўтади, у ҳолда кесим юзаси тавр шаклида олинади.

$$A_o = \frac{M - R_b (\epsilon_f^1 - \epsilon) h_f^1 (h_o - 0,5 h_f^1)}{R_b \epsilon h_o^2} = \frac{25000000 - 10,35 (45 - 20) 10 (47 - 0,5 \cdot 10) (100)}{10,35 \cdot 20 \cdot 47^2 \cdot (100)} = 0,31$$

$$M_{\text{кес}} = A_o R_b \epsilon h_o^2 + R_b (\epsilon_f^1 - \epsilon) h_f^1 (h_o - 0,5 h_f^1) = 0,31 \cdot 10,35 \cdot 20 \cdot 47^2 \cdot (100) + 10,35 \cdot (45 - 20) 10 (47 - 0,5 \cdot 10) \cdot (100) = 25049280 \text{ Нсс} = 250,5 \text{ кНм} > M = 250 \text{ кНм}$$

Демак, тўсиннинг юк кўтариш қобилияти етарли.

35–масала

Берилган: Тавр профили эгилувчи элементнинг юк кўтариш қобилиятини қуйидагиларга асосан аниқлансин: $h=60 \text{ см}$, $b=20 \text{ см}$; сиқилувчи токчанинг ўлчамлари $h'_f=7 \text{ см}$, $b'_f=50 \text{ см}$; $a=a'=4 \text{ см}$; арматура класс $A-III$ ($R_s=R_{sc}=365 \text{ МПа}$); бетоннинг класс $B20$ ($R_b=11,5 \text{ МПа}$); $A_s=19,60 \text{ см}^2$; $A'_s=3,08 \text{ см}^2$;

Ечиш:

Тавр шакли кесимларда нейтрал ўқ ҳолатини қуйидаги икки ҳол ёрдамида аниқлаш мумкин:

1) Агар A_s ва кесим ўлчамлари маълум бўлса, $R_s \cdot A_s \leq R_b \cdot b'_f h'_f$ бўлганда, нейтрал ўқ токчадан ўтади, акс ҳолда ўқ қовурғани кесиб ўтади;

2) Агар ҳисобий эғувчи момент ва кесим ўлчамлари маълум бўлиб, A_s номаълум бўлса, у ҳолда $M \leq R_b \cdot b' \cdot h'_f (h_o - 0,5h'_f)$ бўлганда нейтрал ўқ тоқчадан ўтади, акс ҳолда ўқ қовурғани кесиб ўтади;

Кесимнинг ишчи баландлиги $h_o = h - a = 60 - 4 = 56$ см; Нейтрал ўқ ҳолатини аниқлаймиз. Сиқилувчи зонада арматура борлиги сабабли юқоридаги икки ҳолнинг биринчи ифодасига ўзгартириш киритиб қуйидагини ҳосил қиламиз:

$$R_s \cdot A_s \leq R_b \cdot b' \cdot h'_f + R_s \cdot A'_s$$

$$365 \cdot 100 \cdot 19,6 \leq 11,5 \cdot 100 \cdot 50 \cdot 7 + 365 \cdot 3,08 \cdot 100$$

$7154 \text{ Н} \cdot \text{м} \leq 5149,2 \text{ Н} \cdot \text{м}$ шарт бажарилмади, шунинг учун нейтрал ўқ қовурғани кесиб ўтади. Сиқилувчи зонанинг баландлиги (x)ни аниқлаймиз:

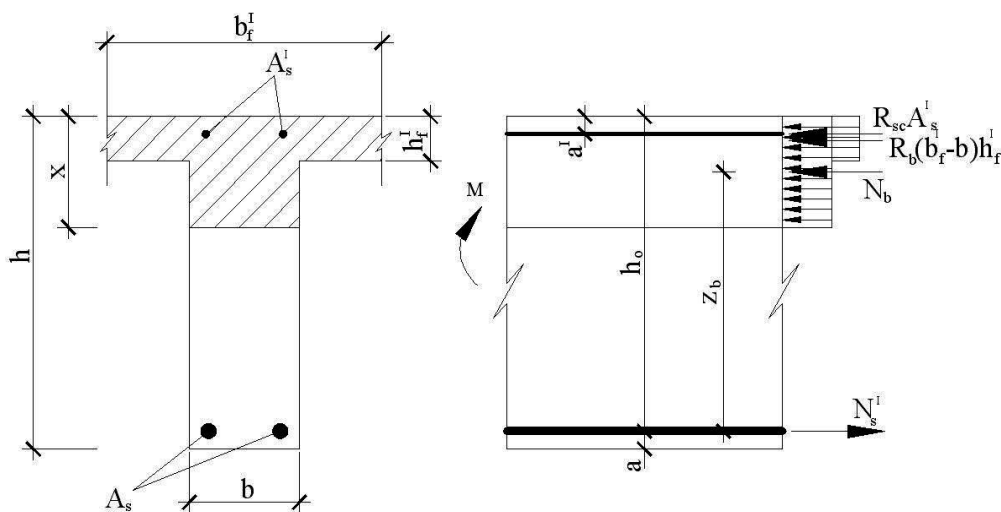
$$\underline{\Sigma F_{kx} = 0}$$

$$R_s \cdot A_s - R_b(b'_f - b) \cdot h'_f - R_b \cdot b \cdot x - R_{sc} \cdot A'_s = 0$$

$$x = \frac{R_s A_s - R_{sc} A'_s - R_b(b'_f - b)h'_f}{R_b b} = \frac{365 \cdot 100 \cdot 19,6 - 365 \cdot 100 \cdot 3,08 - 11,5 \cdot 100 \cdot (50 - 20) \cdot 7}{11,5 \cdot 100 \cdot 20} =$$

$$= \frac{715400 - 112420 - 241500}{23000} = 15,72 \text{ см}$$

$$z_b = h_o - 0,5x = 56 - 0,5 \cdot 15,72 = 48,14 \text{ см};$$



Чўзилувчи зонада жойлашган арматура оғирлик марказига нисбатан момент олиб тўсиннинг юк қўтариш қобилиятини аниқлаймиз:

$$\underline{\Sigma M(F_i) = 0}$$

$$M - R_b(b'_f - b) \cdot h'_f (h_o - 0,5 \cdot h'_f) - R_b \cdot b \cdot x \cdot (h_o - 0,5x) - R_{sc} \cdot A'_s \cdot (h_o - a') = 0$$

$$M = R_b(b'_f - b) \cdot h'_f (h_o - 0,5 \cdot h'_f) - R_b \cdot b \cdot x \cdot (h_o - 0,5x) - R_{sc} \cdot A'_s \cdot (h_o -$$

$$a') = 11,5 \cdot 100 \cdot 20 \cdot 15,72 \cdot 48,14 + 11,5 \cdot 100 \cdot (50 - 20) \cdot 7 \cdot (56 - 0,5 \cdot 7) + 365 \cdot 100 \cdot 3,08 \cdot (56 - 4) = 35930088 \text{ Н} \cdot \text{см} = 359,3 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

35–масала

Берилган: Кўндаланг кесим ўлчамлари $h=50$ см ва $b=20$ см бўлган тавр кесимли тўсининг юк кўтариш қобилиятини қуйидагиларга асосан аниқлансин: сиқилувчи токчанинг ўлчамлари $h'_f=6$ см, $b'_f=60$ см; $a=4$ см; арматура класс $A-II$ ($R_s=280$ МПа); бетоннинг класс $B25$ ($R_b=14,5$ МПа); $A_s=12,56$ см² ($4\varnothing 20$);

Ечиш:

Кесимнинг ишчи баландлиги $h_0=h-a=50-4=46$ см; Нейтрал ўқ ҳолатини аниқлаймиз:

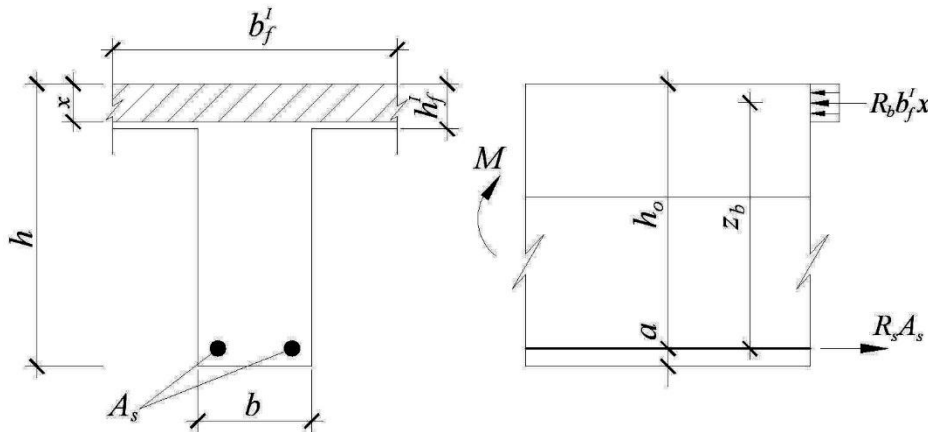
$$R_s \cdot A_s \leq R_b \cdot b'_f \cdot h'_f$$
$$280 \cdot 100 \cdot 12,56 \leq 17 \cdot 100 \cdot 60 \cdot 6$$

$3516,8 \text{ Н} \cdot \text{м} \leq 5220 \text{ Н} \cdot \text{м}$ шарт бажарилди, демак нейтрал ўқ токчадан ўтади.

Сиқилувчи зонанинг баландлиги (x)ни аниқлаймиз:

$$\underline{\Sigma F_{kx}=0} \quad R_s \cdot A_s - R_b \cdot b'_f \cdot x = 0$$
$$x = \frac{R_s A_s}{R_b b'_f} = \frac{280 \cdot 100 \cdot 12,56}{14,5 \cdot 100 \cdot 60} = \frac{351680}{87000} = 4,04 \text{ см}$$

Ички кучлар елкаси: $z_b = h_0 - 0,5x = 46 - 0,5 \cdot 4,04 = 43,98$ см;



$$\underline{\Sigma M(F_i)=0} \quad M - R_b \cdot b'_f \cdot x \cdot z_b = 0$$
$$M = R_b \cdot b'_f \cdot x \cdot z_b = 14,5 \cdot 100 \cdot 60 \cdot 4,04 \cdot 43,98 = 15458090 \text{ Н} \cdot \text{см} = 154,58 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

36–масала

Берилган: Юк кўтариш қобилияти $M=210$ кН·м бўлган тавр кесимли тўсин учун ишчи арматура кесим юзаси аниқлансин. Кўндаланг кесим ўлчамлари

$h=45$ см ва $b=20$ см; сиқилувчи токчанинг ўлчамлари $h'_f=7$ см, $b'_f=55$ см; арматуранинг ҳимоя қатлами $a=3,5$ см; арматура класс $A-II$ ($R_s=280$ МПа); бетоннинг класс $B25$ ($R_b=14,5$ МПа);

Ечиш:

Кесимнинг ишчи баландлиги $h_0=h-a=45-3,5=41,5$ см. Кўрилатган тавр кесим қайси ҳолга тўғри келишини аниқлаймиз.

$$R_b \cdot b'_f \cdot h'_f (h_0 - 0,5 \cdot h'_f) = 14,5 \cdot 100 \cdot 55 \cdot 7 \cdot (41,5 - 0,5 \cdot 7) = 214926 \text{ Н} \cdot \text{м} > 210000 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Демак, нейтрал токчадан ўтади.

$$A_0 = \frac{M}{R_b \cdot b_f \cdot h_0^2} = \frac{210000 \cdot 100}{14,5 \cdot 100 \cdot 55 \cdot 41,5^2} = 0,153$$

3-иловадан $A_0=0,153$ бўлганда $\eta=0,916$ ва $\xi=0,168$ эканлигини аниқлаймиз.

Сиқилувчи зонанинг оғирлик марказига нисбатан барча кучларни момент олинса:

Қуйидаги формуладан арматуранинг кўндаланг кесим юзасини аниқлаймиз:

$$A_s = \frac{M}{R_s \cdot \eta \cdot h_0} = \frac{210 \cdot 10^5}{280 \cdot 100 \cdot 0,916 \cdot 41,5} = 19,73 \text{ см}^2$$

6-иловадан $2\emptyset 36 A-II$ ($A_s=20,36 \text{ см}^2$) арматурани танлаймиз.

Масала 37. Ора ёпма плита токчасининг юк кўтариш қобиляти текширилсин?

Берилган: $M = 257000 \text{ Н} \cdot \text{м}$; $h_{\text{ток}} = 30 \text{ мм}$; $a = 15 \text{ мм}$; ҳисобий тасманинг эни $\hat{a} = 100 \text{ мм}$; бетон синфи $B20$; $\gamma_{e2} = 0,9$; арматура синфи B_p-I ; плита қуйидагича арматураланган: $7\emptyset 3, B_p - I, A_s = 49 \text{ мм}^2$

Ечим. Қуйидаги қийматларни аниқлаймиз:

$$h_0 = 30 - 15 = 15 \text{ мм};$$

$$A_0 = \frac{M}{\gamma_{e2} R_s b h_0^2} = \frac{257000}{0,9 \cdot 11,5 \cdot 100 \cdot 15^2} = 0,11$$

Жадвал бўйича коэффициент $\zeta = 0,12$ ни оламмиз.

Плита токчасининг мустаҳкамлиги аниқлаймиз.

$$M = 257000 \text{ Н} \cdot \text{м} < M_{\text{кес}} = R_s A_s (1 - 0,5\zeta) h_0 = 375 \cdot 49 (1 - 0,5 \cdot 0,12) 15 = 259087,5 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Масала 38. Плита токчасининг мустаҳкамлиги таъминланган. Плитанинг мустаҳкамлиги текширилсин?

Берилган: $M = 4100 \text{ Нм}$ кесимнинг 1 м узунлигида; $h_{nl} = 10 \text{ см}$; В_p-I синфли арматура сим тўри олинган 150/250/6/4 маркали; бетон синфли В20; $a = 1,5 \text{ см}$.

Ечим. $R_g = 11,5 \text{ МПа}$; $R_s = 375 \text{ МПа}$; $A_s = 2,07 \text{ см}^2$; h_o ни топамиз $h_o = 10 - 1,5 = 8,5 \text{ см}$. Бўйлама йўналишдаги арматуралаш процентини.

$$\mu = 100 \frac{A_s}{bh_o} = 100 \frac{2,07}{100 \cdot 8,5} = 0,24\%$$

$$\zeta = \frac{\mu}{100} \frac{R_s}{R_g} = \frac{0,24}{100} \frac{375}{11,5} = 0,078;$$

$$\omega_o = 0,85 - 0,008 \cdot R_g = 0,85 - 0,008 \cdot 11,5 = 0,76$$

$$\zeta_R = \frac{\omega_o}{1 + \frac{R_s}{400} \left(1 - \frac{\omega_o}{1,1}\right)} = \frac{0,76}{1 + \frac{375}{400} \left(1 - \frac{0,76}{1,1}\right)} = 0,59;$$

$\zeta = 0,078 < \zeta_R = 0,59$ шарт бажарилди.

Жадвалдан коэффицент $\zeta = 0,078$ бўйича коэффицент $A_o = 0,077$ оламиз

$$M = A_o R_g b h_o^2 = 0,077 \cdot 11,5 \cdot 100 \cdot 8,5^2 \cdot (100) = 664700 \text{ Нсс} = 6647 \text{ Нм}$$

$\dot{I}_{\text{дан}} = 6647 \text{ Нм} > M = 4100 \text{ Нм}$ плитанинг мустаҳкамлиги таъминланган.

Масала 39. Тўсинни ишчи арматура юзаси A_s ва A_s^1 топилсин?

Берилган; $M = 690 \text{ кНм}$; $b \times h = 30 \times 66 \text{ см}$; бетон синфи В25; $R_g = 14,5 \text{ МПа}$ $\gamma_{s2} = 0,9$; арматура синфи А-III; $a = 6,5 \text{ см}$.

Ечим. Қуйидаги қийматларни аниқлаймиз:

$$h_o = 60 - 6,5 = 53,5 \text{ см}, \quad R_g = 0,9 \cdot 14,5 = 13,05 \text{ МПа}.$$

$$\zeta_R = \frac{\omega_o}{1 + \frac{\sigma_{SR}}{500} \left(1 - \frac{\omega_o}{1,1}\right)} = \frac{0,746}{1 + \frac{365}{500} \left(1 - \frac{0,746}{1,1}\right)} = 0,604;$$

Бу ерда: $\omega_o = 0,85 - 0,008 R_g \gamma_{s2} = 0,85 - 0,008 \cdot 13,05 = 0,746$

$$A_o = \frac{M}{R_s \epsilon h_o^2} = \frac{69000000}{13,05 \cdot 30 \cdot 53,3^2 \cdot (100)} = 0,615 > A_R = 0,422 \quad \text{бўлгани учун кесим}$$

сиқилувчи зонасини кучайтириб, қўш арматурали кесим оламиз. $a^1 = 3\text{см}$.

$$Z_s = h_o - a^1 = 53,3 - 3 = 50,5\text{см}.$$

$$A_s^1 = \frac{M - A_R \epsilon h_o^2 R_s}{R_{sc} Z_s} = \frac{69000000 - 0,422 \cdot 30 \cdot 53,5^2 \cdot 13,05 \cdot (100)}{365 \cdot 50,5 \cdot (100)} = 11,78\text{см}^2$$

Сортаментдан чўзилган арматуранинг юзасини $3\phi 22 A - III$, $A_s^1 = 11,4\text{см}^2$ оламиз

$$A_s^1 = \frac{\zeta_R \epsilon h_o R_s + R_{sc} A_s^1}{R_s} = \frac{0,604 \cdot 30 \cdot 53,5 \cdot 13,05 + 11,4 \cdot 365}{365} = 46,06\text{см}^2$$

Сортаментдан сиқилган арматуранинг юзасини $8\phi 28 A - III$, $A_s = 49,29\text{см}^2$ қабул қиламиз.

40–масала

Берилган: Ҳисобий эгувчи момент $M = 240000 \text{ Н}\cdot\text{м}$, $A-II$ классдаги арматура ($R_s = R_{sc} = 280 \text{ МПа}$); бетоннинг класс $B20$ ($R_b = 11,5 \text{ МПа}$) қўлланилган тавр кесимли балкада $h = 50 \text{ см}$, $b = 20 \text{ см}$, сиқилувчи токчанинг ўлчамлари $h'_f = 12 \text{ см}$, $b'_f = 40 \text{ см}$; Арматуранинг кўндаланг кесим юзаси аниқлансин.

Ечиш:

Кесимнинг ишчи баландлиги $h_o = h - a = 50 - 4 = 46 \text{ см}$. Кўрилатган тавр кесим қайси ҳолга тўғри келишини аниқлаймиз.

$$R_b \cdot b'_f \cdot h'_f (h_o - 0,5 \cdot h'_f) = 11,5 \cdot 100 \cdot 40 \cdot 12 \cdot (46 - 0,5 \cdot 12) = 220800 \text{ Н}\cdot\text{м} < 240000 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Демак, нейтрал ўқ қовурғани кесиб ўтади. Шунинг учун M_T ва A_T ни аниқлаймиз. Токча қабул қиладиган момент:

$$M_T = R_b (b'_f - b) \cdot h'_f (h_o - 0,5 \cdot h'_f) = 11,5 \cdot 100 \cdot (40 - 20) \cdot 12 \cdot (46 - 0,5 \cdot 12) = 11040000 \text{ Н}\cdot\text{см} = 110400 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

$$A_{sm} = \frac{M_{св}}{R_s (h_o - 0,5 h'_f)} = \frac{11040000}{280 \cdot 100 \cdot (46 - 0,5 \cdot 12)} = 9,86\text{см}^2;$$

Қовурға қабул қиладиган моментни ҳисоблаймиз:

$$M_I = M - M_T = 240000 - 110400 = 129600 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$A_0 = \frac{M}{R_b \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{129600 \cdot 100}{11,5 \cdot 100 \cdot 20 \cdot 46^2} = 0,266 < A_{0_{max}} = 0,43;$$

Демак, сиқилувчи арматура талаб қилинмайди. 3-иловадан $A_0=0,266$ бўлганда $\eta=0,842$ эканлигини аниқлаймиз ва арматура кўндаланг кесим юзасини топамиз.

$$A_s = \frac{M}{R_s \cdot \eta \cdot h_0} = \frac{129600 \cdot 100}{280 \cdot 0,842 \cdot 46 \cdot 100} = 11,95 \text{ см}^2$$

6-иловадан чўзилувчи арматуранинг тўла кесими $A_s = A_{ст} + A_{с1} = 9,86 + 11,95 = 21,81 \text{ см}^2$ бундан $4\text{Ø}28 \text{ А-II}$ ($A_s = 24,63 \text{ см}^2$) танлаймиз.

Эгилувчи элементларни қия кесим бўйича лойихалашга доир масалалар

Масала 41. Берилган: $Q = 200 \text{ кН}$ $bxh = 20 \times 50 \text{ см}$; бетон синфи В25
 $R_{bt} = 1,05 \cdot 0,9 = 0,945 \text{ МПа}$; кўндаланг арматура синфи
 $\text{А-I} (R_{sw} = 175 \text{ МПа}; d_w = 8 \text{ мм}; f_w = 0,503 \text{ см}^2)$ $a = 6 \text{ см}$ Тўсиннинг қия кесим бўйича мустаҳкамлиги $Q_{sw\theta}$ аниқлансин?

Ечим. $S = 15 \text{ см}$ қабул қиламиз; $h_0 = h - a = 50 - 6 = 44 \text{ см}$;

$$A_{sw} = f_w \cdot n = 0,503 \cdot 2 = 1,006 \text{ см}^2; \quad g_{sw} = \frac{R_{sw} A_{sw}}{S} = \frac{175 \cdot 1,006 \cdot (100)}{15} = 1173,6 \text{ Н / см}$$

Қуйидаги шарт текширилади.

$$Q = 200 \text{ кН} > \varphi_{\theta 3} R_{bt} b h_0 = 0,6 \cdot 0,945 \cdot 20 \cdot 44 = 49896 \text{ Н} = 49,9 \text{ кН}$$

демак, кўндаланг арматура юзаси хисоб бўйича аниқланади.

$$Q_{sw\theta} = 2 \sqrt{\varphi_{\theta 2} R_{bt} b h_0^2 q_{sw}} = 2 \sqrt{2 \cdot 0,945 \cdot 20 \cdot 44^2 \cdot 1173,6} = 175000 \text{ Н} = 175 \text{ кН}$$

$$Q_{sw\theta} = 175 \text{ кН} < Q = 200 \text{ кН}$$

Тўсиннинг қия кесим бўйича юк кўтариш қобилияти етарли эмас.

42–масала

Берилган: Кўндаланг кесим ўлчамлари $h=60$ см ва $b=25$ см бўлган тўғри тўртбурчак кесимли тўсиннинг қия кесим бўйича мустаҳкамлиги таъминлансин: ҳисобий юклама ва кўндаланг куч: $q=60$ кН/м; $Q=175$ кН; ишчи арматура $4\varnothing 22$ А-III ($A_s=15,20$ см²) каркаслар сони иккита; бетон класс $B25$ ($R_b=14,5$ МПа, $R_{bt}=1,05$ МПа); $a=4$ см;

Ечиш:

$Q \leq \varphi_{b3} R_{bt} b h_0$ бу ерда: φ_{b3} – коэффициент, оғир бетон учун $\varphi_{b3}=0,6$ га тенг. Агар юқоридаги формулада шарт бажарилса, қия кесим бўйича мустаҳкамликка ҳисоблаш шарт эмас, арматура эса конструктив мулоҳазаларга кўра ўрнатилади, акс ҳолда қия кесимни мустаҳкамликка ҳисоблаш шарт, бунда кўндаланг арматуралар ҳисоб асосида ўрнатилади.

$Q=175\ 000$ Н $\leq \varphi_{b3} R_{bt} b h_0=0,6 \cdot 1,05 \cdot 25 \cdot 56 \cdot 100=88\ 200$ Н шарт бажарилмади, демак, қия кесим бўйича мустаҳкамликка текшириш лозим.

Кўндаланг арматура диаметри d_{sw} , бўйлама арматура билан пайвандланиш шarti асосида белгиланади $d=22$ мм бўлганда $d_{sw}=6$ мм А-III классли, каркаслар сони 2 та $A_{sw}=2 \cdot 0,283=0,57$ см²

Конструктив шартлар асосида кўндаланг арматура қадами $s=h/3=60/3=20$ см, сарров таянч олди $l/4$ қисмида масофада кўндаланг арматура қадами $s=200$ мм қабул қиламиз. Сакрамни ўрта қисми $l/2$ да эса қадамни $s=3h/4=3 \cdot 60/4=45$ см бўлгани учун $s=40$ см қабул қиламиз.

$$q_{sw} = \frac{R_{sw} \cdot A_{sw}}{S} = \frac{285 \cdot 0,57 \cdot (100)}{20} = 812 \text{ Н/см};$$

$$Q_{b,min} = \varphi_{b3} (1 + \varphi_f + \varphi_n) R_{bt} b h_0 = 0,6 \cdot 0,9 \cdot 1,05 \cdot 25 \cdot 56 \cdot 100 = 79380 \text{ Н};$$

бу ерда: φ_f , φ_n – сиқилган токча ва арматуранинг олдиндан зўриқтирилишини ҳисобга олувчи коэффициент (φ_f , $\varphi_n=0$)

$$q_{sw} = 812 \text{ Н/см} > Q_{b,min} / 2h_0 = 79\ 380 / 2 \cdot 56 = 709 \text{ Н/см шарт бажарилди.}$$

Кўндаланг арматурани ҳисобий қадами

$$S_{max} = \frac{\varphi_{b4} R_{bt} h_0^2}{Q_{max}} = \frac{1,5 \cdot 0,9 \cdot 1,05 \cdot 25 \cdot 56^2 \cdot (100)}{175000} = 63,5 \text{ см} > 20 \text{ см};$$

шарт бажарилди.

Мустаҳкамлик текширишда ҳисобланади

$$M_b = \varphi_{b2}(1 + \varphi_f + \varphi_n)R_{bt}bh_o^2 = 2 \cdot 0,9 \cdot 1,05 \cdot 25 \cdot 56^2 \cdot 100 = 14817600 \text{ Н} \cdot \text{см};$$

$$q_1 = q = 60 \text{ кН/м} = 600 \text{ Н/см} > 0,56 q_{sw} = 0,56 \cdot 812 = 455 \text{ Н/см};$$

$q_1 > 0,56 q_{sw}$ бўлганлиги учун

$$C = \sqrt{\frac{M_b}{q_1 + q_{sw}}} = \sqrt{\frac{14817600}{812 + 600}} = 102 \text{ см} < 3,33h_o = 3,33 \cdot 56 = 187 \text{ см};$$

$$Q_b = \frac{M_b}{C} = 14817600 / 102 = 144660 \text{ Н} > Q_{b,min} = 79380 \text{ Н};$$

Ҳисобий қия кесимни проекцияси узунлиги

$$C_o = \sqrt{\frac{M_b}{q_{sw}}} = \sqrt{\frac{14817600}{812}} = 135 \text{ см} > 2h_o = 2 \cdot 56 = 112 \text{ см};$$

$$Q_{sw} = q_{sw} \cdot c_o = 812 \cdot 112 = 90972 \text{ Н}$$

Мустаҳкамлик шarti:

$$Q_b + Q_{sw} = 144660 + 90972 = 235632 \text{ Н} = 235,63 \text{ кН} > Q_{max} = 175 \text{ кН}$$

бажарилди.

Изоҳ: Агар юқорида келтирилган шарт бажарилмаса кўндаланг стерженларни қадамини кичрайтириш ёки кесим энини катталаштириш лозим.

Сиқилувчи қия полоса бўйича мустаҳкамликка текширамыз

$$\mu_{sw} = A_{sw} / b \cdot s = 0,57 / 25 \cdot 20 = 0,00114$$

$$\alpha = E_s / E_b = 200000 / 27000 = 7,4$$

$$\varphi_{w1} = 1 + 5\alpha\mu_{sw} = 1 + 5 \cdot 7,4 \cdot 0,00114 = 1,04$$

$$\beta = 0,01; \varphi_{b1} = 1 - \beta R_b = 1 - 0,01 \cdot 0,9 \cdot 14,5 = 0,87$$

Мустаҳкамлик шarti $Q = 175000 \text{ Н} < \varphi_{w1} \cdot \varphi_{b1} \cdot R_b \cdot b \cdot h_o = 0,3 \cdot 1,04 \cdot 0,87 \cdot 14,5 \cdot 25 \cdot 56 \cdot 100 = 551023 \text{ Н}$ қаноатлантиради.

Олдиндан зўриктирилган элементларни ҳисоблашга доир масалалар.

Масала 43. Олдиндан зўриктирилган тўсин кучланишни йўқолишларини ҳисобга олган ҳолда A_s топилсин?

Берилган: $M = 150 \text{ кНм}$; $b \times h = 25 \times 50 \text{ см}$; бетон синфи В30 ($R_b = 17 \cdot 0,9 = 15,3 \text{ МПа}$, $\gamma_{s2} = 0,9$); арматура синфи А-VI ($R_{sp} = 815 \text{ МПа}$);

$\sigma_{sp2} = 600 \text{ МПа}$, $\gamma_{s6} = 1,1$; $a = 3 \text{ см}$ ушбу қийматлар олинган

Ечим: $h_o = h - a = 50 - 3 = 47 \text{ см}$

$$A_o = \frac{M}{R_b b h_o^2} = \frac{15000000}{15,3 \cdot 25 \cdot 47^2 \cdot (100)} = 0,1, \quad \text{жадвалдан } \xi = 0,2; \eta = 0,902; \quad \text{олинди. Қуйидаги}$$

шартни текширамыз $\xi = \xi_R$, бунинг учун:

$$\xi_R = \frac{\omega_o}{1 + \frac{R_{sd}}{500} \left(1 - \frac{\omega_o}{1,1} \right)} = \frac{0,73}{1 + \frac{215}{500} \left(1 - \frac{0,73}{1,1} \right)} = 0,65 \text{ бу ерда}$$

$$\omega_i = 0,85 - 0,008 R_a = 0,85 - 0,008 \cdot 15,3 = 0,73$$

$$\sigma_{sd} = R_{sd} - \sigma_{sd2} = 815 - 600 = 215 \text{ МПа}$$

$$\xi = 0,2 < \xi_R = 0,65$$

шарт бажарилди.

$$A_s = \frac{M}{R_{sd} \gamma_{s6} \eta h_o} = \frac{15000000}{815 \cdot 1,1 \cdot 0,902 \cdot 47 \cdot (100)} = 3,98 \text{ см}^2$$

Сортаментдан арматурани $2 \phi 16$ А-IV, $A_{sp} = 4,02 \text{ см}^2$ оламыз

Масала 44. Кўп бўшлиқли зўриктирилган ора ёпма платада нормал ёриқлар эни $a_{сч}$ аниқлансин?

Берилган: $M = 47 \text{ кНм}$, $h = 22 \text{ см}$, бетон синфи В20, $R_{bt,ser} = 1,4 \text{ МПа}$, $R_{s,ser} = 15 \text{ МПа}$, $\gamma_{s2} = 0,9$ $P_\eta = 208887 \text{ кН}$ тўлиқ йўқолишларни ҳисобга олган ҳолда,

$$A_{red} = 1484 \text{ см}^2, \quad \gamma_{sp} = 0,86, \quad J_{red} = 89636 \text{ см}^4, \quad W_{pl} = 12500 \text{ см}^3, \quad W_{red} = 8370 \text{ см}^3, \quad \gamma_o = 10,7 \text{ см}$$

$$e_{op} = 8,2 \text{ см}.$$

Ечим: Ёриқбардошлик шарти $M \leq M_{crc}$ Сиқулувчан зонадаги максимал кучланиш қиймати:

$$\sigma_e = \frac{M}{I_{red}} y + \frac{P_2}{A_{red}} - \frac{P_2 l_{op}}{I_{red}} y = \frac{4700000}{89636 \cdot (100)} (22 - 10,7) + \frac{208887}{1484 \cdot (100)} - \frac{208887 \cdot 8,2}{89636 \cdot (100)} (22 - 10,7) = 5,1 \text{ МПа}$$

$$r = \varphi \frac{W_{red}}{A_{red}} = 1 \frac{8370}{1484} = 5,6 \text{ см, бу ерда } \varphi = 1,6 - \frac{\sigma_b}{R_{b,ser}} = 1,6 - \frac{5,1}{15} = 1,26 > 1 \quad \varphi = 1 \text{ қабул}$$

қиламиз. У ҳолда

$$M_{crc} = R_{b,t,ser} W_{pe} + \gamma_{sp} P(e_{op} + r) = 1,4 \cdot 12500(100) + 0,86 \cdot 208889 \cdot (8,2 + 5,6) = 422907 \text{ Нм} = 42,3 \text{ кНм} < M = 47 \text{ кНм}$$

Ёриқ пайдо бўлади.

Масала 45. Зўриқтирилган ораёпма плитанинг солқилиги аниқлансин?

Берилган: $M = 50 \text{ кНм}$; $l = 580 \text{ см}$; $h = 22 \text{ см}$; $a = 2,5 \text{ см}$; $\varphi_{e2} = 2$; $\gamma_f = 1,2$ $Y_o = 10,7 \text{ см}$;

$$J_{red} = 89636 \text{ см}^4;$$

Ечим. Сиқилиш зонасидаги максимал кучланиш қийматини топамиз.

$$\sigma_e = \frac{M}{J_{red}} y = \frac{5000000}{89636} \cdot 100$$

Доимий ва узок муддатли юклар таъсиридан

$$\frac{1}{\eta} = \frac{M \varphi_{e2} \gamma_s}{E_s J_{red}} = \frac{5000000 \cdot 2 \cdot 1,2}{26500 \cdot 89636 \cdot (100)} = 5,05 \cdot 10^{-5} \text{ см}$$

Плита солқилиги

$$f = \frac{5}{48} \frac{1}{\eta} l^2 = \frac{5}{48} \cdot 5,05 \cdot 10^{-5} \cdot 580^2 = 1,48 \text{ см} < 2,9 \text{ см} = \frac{1}{200} l$$

Масала 46. Зўриқтирилмаган арматуранинг юзаси ва стерженлар сони

топилсин $A_s = ?$

Берилган: Арматура синфи А-III, $R_s = 365 \text{ МПа}$; $M = 150 \text{ кНм}$; $e = 25 \text{ см}$;

$h = 50 \text{ см}$; бетон синфи В20, $R_b = 11,5 \text{ МПа}$, химоя қатлами $a = 3 \text{ см}$

Ечим. h_0 ни аниқлаймиз. $h_0 = 50 - 3 = 47\text{см}$; A_0 ни топамиз.

$$A_0 = \frac{M}{R_s \eta h_0^2} = \frac{15000000}{11,5(100)25 \cdot 47^2} = 0,262, \text{ жадвалдан коэффициент } \eta = 0,845 \text{ ни оламиз.}$$

Арматура юзасини топамиз.

$$A_s = \frac{M}{R_s \eta h_0} = \frac{15000000}{365(100)0,845 \cdot 47} = 10,35\text{см}^2$$

Сортаментдан арматурани 4 ϕ 18 А-III; $A_s = 10,18\text{ см}^2$ оламиз

Сиқилувчи элементларни лойихалашга доир масалалар

Масала 47. Марказий сиқилувчи колоннанинг арматура юзаси A_s топилсин?

Берилган: $N = 1500\text{кН}$, бетон синфи В20, $R_b = 11,5\text{МПа}$, Арматура синфи АII, $R_{sc} = 280\text{МПа}$, кесим юзаси $A_b = 40 \times 40\text{см}$

Ечим: Қуйидаги формуладан A_s ни топамиз.

$$A_s = \frac{N}{R_{sc}} - A_b = \frac{R_b}{R_{sc}} = \frac{1500000}{280 \cdot (100)} - 1600 \frac{11,5}{280} = 22,4\text{см}^2$$

Сортаментдан арматуранинг юзасини 4 ϕ 28 АII, $A_s = 24,6\text{см}^2 > 22,4\text{см}^2$ оламиз.

Масала 48.

Берилган: $N = 100\text{кНм}$. $\epsilon \times h = 30 \times 40\text{см}$: В20 ($R_s = 11,5 \cdot 0,9 = 10,35\text{МПа}$; $\gamma_{s2} = 0,9$)

А – II ($R_s = 280\text{МПа}$); $a = a^1 = 4\text{см}$; $l_o = 35\text{см}$ Номарказий сиқилган устун ҳисоблансин?

Ечим. Қуйидагиларни аниқлаймиз. $e = e_o + 0,3h - f = 35 + 20 - 4 = 51\text{см}$.

$$h_o = h - a = 40 - 4 = 36\text{см}; \quad M = N \cdot e = 100000 \cdot 51 = 5100000\text{Нс} = 51\text{кНм}$$

Устунни номарказий сиқилишга ҳисобланади.

$$\zeta_R = \frac{\omega_o}{1 + \frac{R_s}{500} \left(1 - \frac{\omega_o}{1,1}\right)} = \frac{0,77}{1 + \frac{280}{500} \left(1 - \frac{0,77}{1,1}\right)} = 0,63$$

Бу ерда $\omega_o = 0,85 - 0,008R_s = 0,85 - 0,008 \cdot 10,35 = 0,77$.

$$A_o = \frac{M}{R_e \sigma h_o^2} = \frac{5100000}{10,35 \cdot 30 \cdot 36^2 \cdot (100)} = 0,08 \quad \text{жадвалдан } \zeta = 0,11 \text{ оламиз.}$$

$$\zeta = 0,11 < \zeta_R = 0,63$$

У ҳолда катта эксцентриситетли номарказий сиқилиш бўлади

$$M \leq A_o R_e \sigma h_o^2 + R_{sc} A_s (h_o - a^1) \quad \text{бу ердан}$$

$$A_s^1 = \frac{M - A_o R_e \sigma h_o^2}{R_{sc}} = \frac{100000 \cdot 51 - 0,08 \cdot 10,35 \cdot 30 \cdot 36^2 \cdot (100)}{280 \cdot (100)} = 17,8 \text{ см}^2$$

$$A_s = \frac{R_e \sigma \zeta h_o + R_{sc} A_s^1 - N}{R_s} = \frac{10,35 \cdot 30 \cdot 0,11 \cdot 36 + 280 \cdot 17,8 - 100000}{280 \cdot (100)} = 19,8 \text{ см}^2$$

Сортаментдан $4\phi 25$; $A - II$; $A_s = 19,63 \text{ см}^2$ арматура қабул қиламиз.

Масала 49.

Берилган: Бўйлама куч: $N = 100 \text{ кН}$; $\sigma \times h = 30 \times 40 \text{ см}$; бетон синфи $B20 (R_e = 11,5 \cdot 0,9 = 10,35) \text{ МПа}$ $\gamma_{\sigma} = 0,9$; арматура синфи $A = III (R_s = 365 \text{ МПа})$; $a = a^1 = 4 \text{ см}$; $\ell_o = 14 \text{ см}$; Номарказий сиқилган устуннинг ишчи арматураси юзаси A_s ва A_s^1 аниқлансин?

Ечим. Қуйидагиларни аниқлаймиз:

$$e = e_o + 0,5h - a = 14 + 0,5 \cdot 40 - 4 = 30 \text{ см}; \quad h_o = 40 - 4 = 36 \text{ см}$$

$$M = Ne = 100000 \cdot 30 = 3000000 \text{ Нсс} = 30 \text{ кНм.}$$

Номарказий сиқилиш ҳолати аниқланади.

$$\zeta_R = \frac{\omega_o}{1 + \frac{R_s}{500} \left(1 - \frac{\omega_o}{1,1} \right)} = \frac{0,77}{1 + \frac{365}{500} \left(1 - \frac{0,77}{1,1} \right)} = 0,63$$

$$\omega_o = 0,85 - 0,008 R_e = 0,85 - 0,008 \cdot 10,35 = 0,77$$

$$A_o = \frac{M}{R_e \sigma h_o^2} = \frac{3000000}{10,35 \cdot 30 \cdot 36^2 \cdot (100)} = 0,77.$$

$$\text{Жадвалдан коэффициент } \zeta = 0,075; \quad \zeta = 0,075 < \zeta_R = 0,63$$

У ҳолда, катта эксцентриситетли номарказий сиқилиш бўлади.

$$N\ell \leq A_o R_g \varrho h_o^2 + R_{sc} A_s^1 (h_o - a^1) \quad \text{бу ердан}$$

$$A_s^1 = \frac{N\ell - A_o R_g \varrho h_o^2}{R_{sc}} = \frac{100000 \cdot 30 - 0,07 \cdot 10,35 \cdot 30 \cdot 36^2 \cdot (100)}{365 \cdot (100)} = 5,5 \text{ см}^2$$

Сортаментдан арматуранинг юзасини $4\phi 14 A - III$; $A_s = 6,16 \text{ см}^2 > A_s^1 = 5,5 \text{ см}^2$

$$A_s = \frac{\zeta \eta_g \varrho h_o + R_{sc} A_s^1 - N}{R_s} = \frac{0,075 \cdot 10,35 \cdot 30 \cdot 36 \cdot (100) + 365 \cdot 6,16 - 100000}{365 \cdot (100)} = < 0$$

Конструктив мулохазаларга кўра арматуранинг юзасини $4\phi 14 A - III$; деб $A_s = 6,16 \text{ см}^2$ оламиз.

Масала 50. Номарказий сиқилувчи элемент ҳисоблансин?

Берилган: $N = 120 \text{ кН}$; $\varrho x h = 30 \times 40 \text{ см}$; $B \ 25 (R_g = 14,5 \cdot 0,9 = 13,03 \text{ МПа}, \gamma_{e2} = 0,9)$

$A - III (R_s = 365 \text{ МПа})$; $a = a^1 = 4 \text{ см}$; $\ell_o = 35 \text{ см}$

Ечим. Қуйидагиларни аниқлаймиз: $e = e_o + 0,5h - a = 35 + 20 - 4 = 51 \text{ см}$

$h_o = h - a = 40 - 4 = 36 \text{ см}$; $M = Ne = 120000 \cdot 51 = 612000 \text{ Нсс} = 61,2 \text{ кНм}$ номарказий сиқилиш холи аниқланади.

$$\xi_R = \frac{\omega_o}{1 + \frac{R_s}{500} \left(1 - \frac{\omega_o}{1,1} \right)} = \frac{0,75}{1 + \frac{365}{500} \left(1 - \frac{0,75}{1,1} \right)} = 0,61$$

Бу ерда $\omega_o = 0,85 - 0,008 R_g = 0,85 - 0,008 \cdot 13,05 = 0,75$:

$$A_o = \frac{M}{R_g \varrho h_o^2} = \frac{612000}{13,05 \cdot 30 \cdot 36^2 \cdot (100)} = 0,12 \quad \text{жадвалдан} \quad \xi = 0,13 < \xi_R = 0,61$$

У ҳолда катта эксцентриситетли номарказий сиқилиш бўлади.

$$N\ell \leq A_o R_g \varrho h_o^2 + R_{sc} A_s^1 (h_o - a^1) \quad \text{бу ердан}$$

$$A_s^1 = \frac{N\ell - A_o R_g \varrho h_o^2}{R_{sc} (h_o - a^1)} = \frac{120000 \cdot 51 - 0,12 \cdot 13,05 \cdot 30 \cdot 36^2 \cdot (100)}{365 \cdot (100)(36 - 4)} = 0,43 \text{ см}^2$$

Конструктив мулохазаларга кўра арматура юзасини

4 ϕ 12 А-III; $A_s = 4,52 \text{ см}^2$ деб қабул қиламиз.

51–масала

Берилган: Номарказий сиқилувчи элемент кесимлари: $h=60 \text{ см}$, $b=30 \text{ см}$; ҳисобий узунлиги $l_o=9 \text{ м}$; бетон класс $B20$; $R_b=11,5 \text{ МПа}$; эластиклик модули $E_b=24\,000 \text{ МПа}$; арматура класс $A\text{-III}$; $R_s=365 \text{ МПа}$; $E_s=200\,000 \text{ МПа}$; Ҳисобий бўйлама куч ва эгувчи момент: доимий юкламадан $N_n=400\,000 \text{ Н}$; $M_n=150\,000 \text{ Н}\cdot\text{м}$; узоқ муддатли юкламадан $N_{ол}=200\,000 \text{ Н}$; $M_{ол}=100\,000 \text{ Н}\cdot\text{м}$; қисқа муддатли юкламадан $N_k=150\,000 \text{ Н}$; $M_k=50\,000 \text{ Н}\cdot\text{м}$;

Арматура кўндаланг кесим юзаси A_s ва A'_s аниқлансин.

Ечиш:

1. Эксцентриситетни аниқлаймиз:

$$e_{op} = \frac{M}{N} = \frac{300000 \cdot 100}{750000} = \frac{3000}{75} = 40 \text{ см}$$

2. Тасодифий эксцентриситет:

$$e_a = \frac{h}{30} = \frac{60}{30} = 2 \text{ см} \text{ ёки } e_a = \frac{l_o}{600} = \frac{900}{600} = 1,5 \text{ см}$$

Катта қийматни қабул қиламиз: $e_a=2 \text{ см}$.

3. Элементнинг эгилувчанлиги: $\lambda = \frac{l_o}{h} = \frac{900}{60} = 15$

Элементнинг эгилувчанлиги $20 > \lambda = 15 > 10$ оралиғида, шундай қилиб бўйлама эгилиш ва узоқ муддатли юкламани ҳисобга олиб аниқлаймиз. $\lambda \leq 20$ бўлганда тахминан олиниши мумкин, арматуралаш коэффиценти μ нинг қийматини қуйидагича яъни $\mu=0,01$ деб оламиз. (4-илова)

4. Умумий эксцентриситет e_o ни ҳисоблаймиз: $e_o = e_a + e_{op} = 2 + 40 = 42 \text{ см}$;
 $e = e_o + 0,5(h_o - a) = 42 + 0,5 \cdot (56 - 4) = 68 \text{ см}$.

5. ϕ_l коэффицентини аниқлаймиз, чегаравий ҳолат бўйича элемент мустаҳкамлигига узоқ муддатли юкланинг таъсирини ҳисобга олиб. Оғир бетон учун $\beta=1$ бўлганда:

$$\varphi_l = 1 + \beta \frac{M_l}{M} = 1 + 1 \cdot \frac{(150000 + 100000 + 50000)}{(150000 + 100000)} = 1 + 1,2 = 2,2$$

6. $\delta = e_o / h = 42 / 60 = 0,7$ ни топамиз ва қуйидагини ҳисоблаймиз.

$$\delta_{min} = 0,5 - 0,01(l_o / h) - 0,01R_b = 0,5 - 0,01 \cdot (900 / 60) - 0,01 \cdot 11,5 = 0,24$$

$$7. N_{cr} = \frac{6,4E_b}{l_o^2} \left[\frac{I_b}{\varphi_l} \left(\frac{0,11}{0,1 + \delta} + 0,1 \right) + \nu I_s \right] = \frac{6,4 \cdot 24000 \cdot 100}{900^2} \left[\frac{540000}{2,20} \cdot \frac{0,11}{0,1 + 0,7} + 0,1 \right] + \frac{200000}{24000} \cdot (30 - 4)^2 \cdot 0,01 \cdot 30 \cdot 60 = 18,96 \cdot (58909 + 101400) = 3039460 H$$

8. Бўйлама эгилиш коэффиценти η ни аниқлаймиз:

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{N}{N_{cr}}} = \frac{1}{1 - \frac{400000 + 200000 + 150000}{3039460}} = 1,328$$

9. Номарказий сиқилиш ва бўйлама эгилишни ҳисобга олиб эксцентриситетни аниқлаймиз: $e_o \eta = 42 \cdot 1,328 = 55,8 \text{ см} > 0,3h_o = 0,3 \cdot 56 = 16,8 \text{ см}$.

10. Эксцентриситет e ни аниқлаймиз:

$$e = e_o \eta + e_u = 42 \cdot 1,328 + 0,5 \cdot (56 - 4) = 81,8 \text{ см}$$

11. Талаб қилинган арматура кўндаланг кесим юзаси:

$$A'_s = \frac{N_e - 0,4R_b b h_o^2}{R_{s,c}(h_o - a')} = \frac{750000 \cdot 81,8 - 0,4 \cdot 11,5 \cdot 100 \cdot 30 \cdot 56^2}{365 \cdot 100 \cdot (56 - 4)} = \frac{61350000 - 43276800}{365 \cdot 100 \cdot 52} = 9,52 \text{ см}^2$$

$$\mu = (9,52 / 30 \cdot 56) \cdot 100\% = 0,567\% > \mu_{min} = 0,2\%$$

$$A_s = \frac{R_b}{R_s} b \xi h_o + \frac{R_{s,c} A'_s}{R_s} - \frac{N}{R_s} = \frac{11,5 \cdot 100}{365 \cdot 100} \cdot 30 \cdot 0,55 \cdot 56 + 9,52 - \frac{750000}{365 \cdot 100} =$$

$$= 29,1 + 9,52 - 20,55 = 18,07 \text{ см}^2;$$

$$\mu = \frac{A_s + A'_s}{bh} \cdot 100\% = \frac{18,07 + 9,52}{30 \cdot 60} \cdot 100\% = 1,53\%;$$

Сиқилувчи $4\emptyset 8$ A-III ($A'_s = 10,17 \text{ см}^2$) ва чўзилувчи $4\emptyset 25$ A-III ($A_s = 19,64 \text{ см}^2$) бўлган арматураларни қабул қиламиз.