

Ўзбекистон Республикаси Қишлоқ ва сув хўжалиги вазирлиги

Тошкент ирригация ва мелиорация институти

Назарий ва қурилиш механикаси кафедраси

Қурилиш механикаси фанидан

Р Е Ф Е Р А Т

Мавзу: Статик аниқ системаларни қўзғалмас юкларга ҳисоблаш.

**Бажарди: ИГТИК ва УФ факультети ИТСЭФйуналиши 3 боскич,
7 гуруҳ талабаси Р.Тиллабоев**

Қабул қилди: катта ўқитувчи Б.Х.Уринов

Тошкент – 2011 й.

Мундарижа

1	Кириш	3
2	Кўп оралиқли шарнирли балкалар.	3
3	Шарнирли балкалар ҳисобининг аналитик усули.	7
4	Фойдаланилган адабиётлар	13

КИРИШ

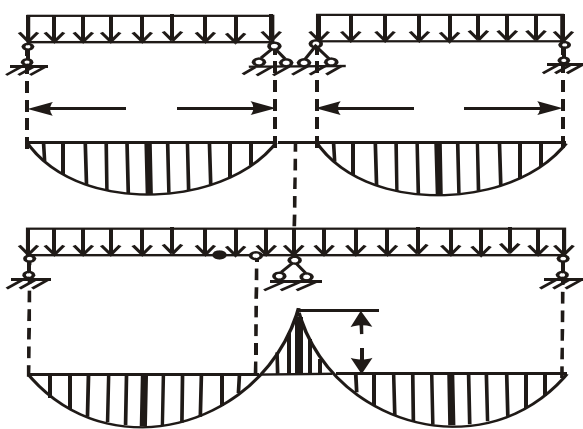
Қурилиш практикасида кўп оралиқли балкалар, фермалар, рамалар ва аркалар жуда кенг тарқалган конструкциялардан ҳисобланади. Бу конструкцияларни мустаҳкамликка, бикрликка, ва устиворликка ҳисоблаш учун уларнинг элементларидаги ички куч факторларини аниқлаш ва иншоот бўйлаб тарқалиш қонунини тасоввур қилиш керак бўлади.

Тажрибада булар кўпинча статик аниқмас кўринишда учрайди, шунга қарамасдан биз қуйида бундай конструкцияларни оддий, статик аниқ кўринишдагилари билан шуғулланамиз, чунки статик аниқмас конструкцияларни ҳисоблашда бу натижалардан фойдаланилади.

Кўп оралиқли шарнирли балкалар.

Шарнирлар билан боғланган бир қанча бир оралиқли (консолли ва консолсиз) балкалардан ташкил топган статик аниқ ўзгармас системага кўп оралиқли статик аниқ балка ёки кўп оралиқли шарнирли балка дейилади. Бундай балкалар ҳисоби 1981 йилда инж. Селиколенов томонидан ишлаб чиқилган. Иқтисодий нуқтаи назардан қараганда кўп оралиқли статик аниқ балкалардан фойдаланиш алоҳида бир оралиқли балкаларга нисбатан афзалликка эга. Буни қуйидаги оддий мисолда кўрсатиш мумкин. (шакл 39).

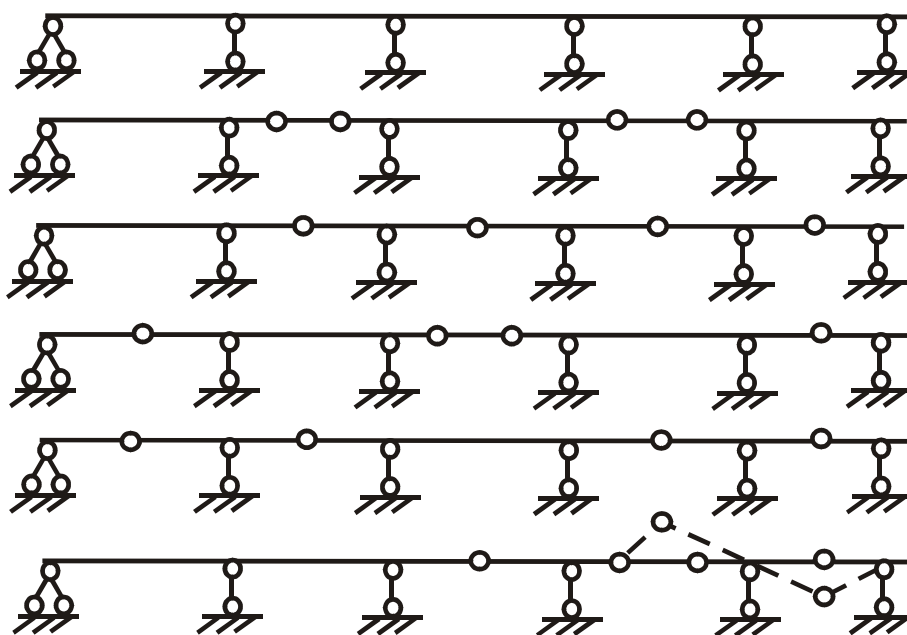
Иккита, узунлиги $l = 10$ м қўшни пролетларни қоплаш учун аввал алоҳида балкалардан фойдаланамиз. Балкаларга тенг тарқалган $q = 2$ т/м куч таъсир этади. (шакл 39а). Ҳар бир пролетнинг ўртасидаги эгувчи момент $M_0 = ql^2/8 = 2 \times 10^2 = 25$ тм



(шакл 39)

Эгилувчи моментлар этораси (шакл 39б) да тасвирланган. Энди шу оралиқларни шарнирли икки оралиқли балка билан қоплаймиз. Агар бу балка учун эгувчи қурилса, (эпюра қуриш қоидасини §12 кўрамиз) максимал эгувчи момент қийматлари аввалги ҳолатга нисбатан анча камайганини сезамиз.

Шарнирли балкадан фойдаланиш натижасида максимал эгувчи моментни 5тм га камайтиришга эришилди. Балка кесимининг ўлчамлари эса мустахкамлик шартидан ана шу моментнинг қийматига боғлиқ ҳолда аниқланади. Бундан ташқари шарнирли балка яна бир қанча афзалликларга эгадир: а) алоҳида қисмлардан йиғилгани учун бу қисмларни завод цехларида таёрлаб қурилиш майдонига келтириш ва монтаж қилиш осон; б) Таянчларни чўкишидан балкада кўшимча зўриқишлар ҳосил бўлмайди. Бундай балкаларни умуман олганда кўп оралиқли туташ балкалардан оралиқларига шарнирлар киритиш билан ҳосил қилинса бўлади. Бу шарнирларнинг сони туташ балканинг статик аниқмаслик даражасига тенг бўлади. Буни қуйидаги беш оралиқли балка мисолида кўрамиз. (шакл 40а). Бу балка асосга еттита таянч стерженлар орқали боғланган. Таянч реакцияларни аниқлаш учун статиканинг фақат учта тенгламаласи мавжуд.



(шакл 40)

Агар таянч стерженлар сонини C_T деб белгиласак, балканинг статик аниқмаслик даражаси $n = C_T - 3 = 7 - 3 = 4$ га тенг бўлади. Тўртта шарнир киритиш билан 40 а)шаклдаги балкани статик аниқ шарнирли балкага айлантириш

мумкин, чунки мавжуд 3та статика тенгламасига яна 4та тенглама келиб қўшилади, яъни шарнирларга нисбатан бир томонда жойлашган кучлардан (реакциялардан) олинган моментларнинг 0 га тенглик шартлари. Лекин шарнирларни жойлаштиришда балканинг ҳар бир элементини геометрик ўзгармаслигини ва статик аниқлигини таъминлаш керак. (Бу ҳақда §7, шакл 32 да айtilган).

Шарнирли балкаларнинг иккита асосий тури мавжуд. 1-ҳолда шарнирли балканинг схемаси навбатма-навбат келадиган оддий ва консол балкалардан тузилади (шакл 40 б). Бунда ҳар бир пролетдан сўнг иккитадан оралик шарнир ўрнатилади. Бошқа ҳолда шарнирли балканинг схемаси консол балкалардан ёки битта оддий, қолганлари эса консол балкалардан тузилади (шакл 40 в). Бу балкаларда иккинчи пролётдан бошлаб биттадан шарнири қўйиб борилади. Шарнирли балкаларнинг бу ҳилларида аралаш система ҳосил қилиш мумкин (шакл 40 д,г). Охирги балка (шакл 40 е) геометрик ўзгарувчан, чунки қўшни пролетларда шарнирлар бўлган ҳолда иккита оралик шарнир киритилган, ундан ташқари балканинг чап томонида икки пролетли статик аниқмас балка ҳосил бўлган. Фақат цилиндрик таянчлари бўлган балкалар учун оралик шарнирларни жойлаштиришнинг қуйидаги қоидасини киритиш мумкин.

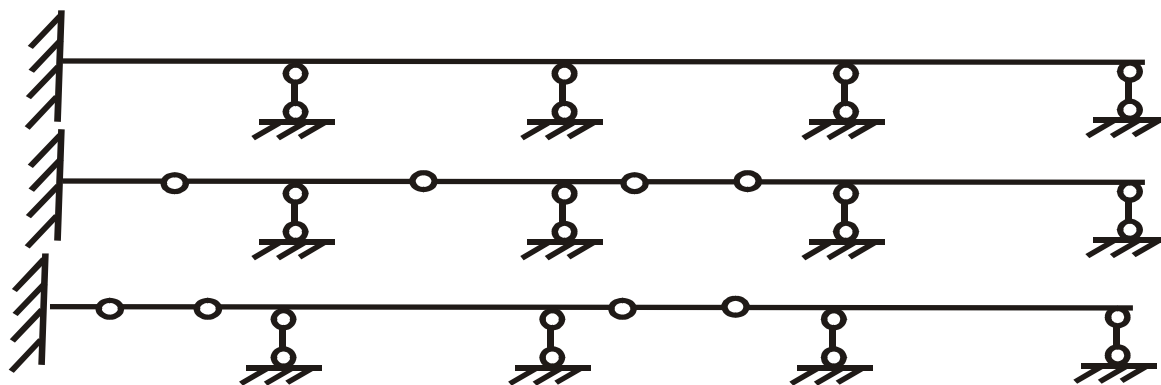
1. Иккита шарнирли пролетларни шарнирсиз пролетлар билан навбатма-навбат қўйиши зарур.

2. Битта шарнирли пролетлар бошланишдан иккинчи пролетдан бошлаб кетма-кет қўйилиши мумкин.

3. Битта пролетда иккитадан ортиқ шарнир киритиш мумкин эмас. Шарнирли балкаларнинг қўзғалмаслигини ва ўзгармаслигини таъминлаш учун таянчлардан биттаси қўзғалмас бўлиши керак. Қолган таянчлар эса температура ўзгариб туриши туфайли балканинг узунлиги эркин ўзгариб туриши учун қўзғалувчан қилинади.

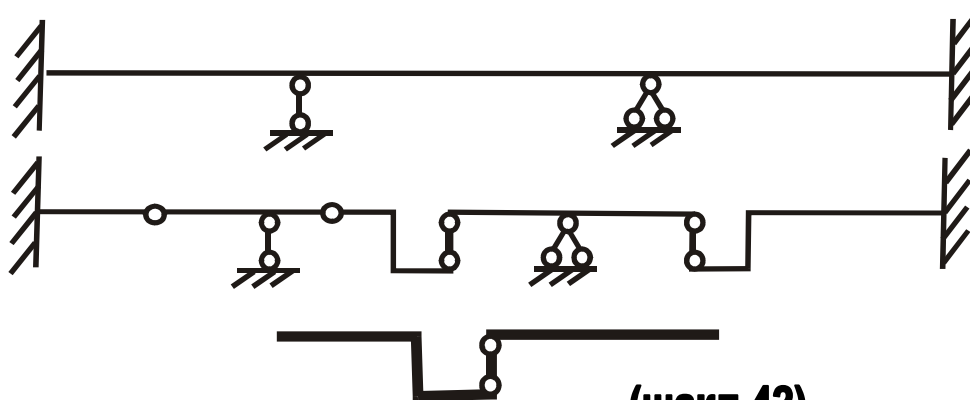
Бир томони бикр маҳкамланган балкалар учун шарнирлар киритишни алоҳида қоидалари мавжуд. Масалан, (шакл 41 а) қуйидаги туташ балка 4

марта статик аниқмас, чунки бу балкада бикр таянч 3 боғланишга эга ва 4 та вертикал боғланишларни ҳисобга олинганда жами $С_t = 7$ бўлади. Шунинг учун $n = С_t - 3 = 4$ бўлади. Демак бу балкага 4та стержен киритилиш керак (шакл 40 б,в).



(шакл 41)

Баъзан икки томони бикр маҳкамланган балкаларни ҳисоблашга тўғри келади (шакл 42 а). Бу балкада 9та боғланиш бор. Статик аниқмаслик даражаси $n = 9 - 3 = 6$, яъни 6 та шарнир киритилса статик аниқ балка ҳосил бўлиш керак.



(шакл 42)

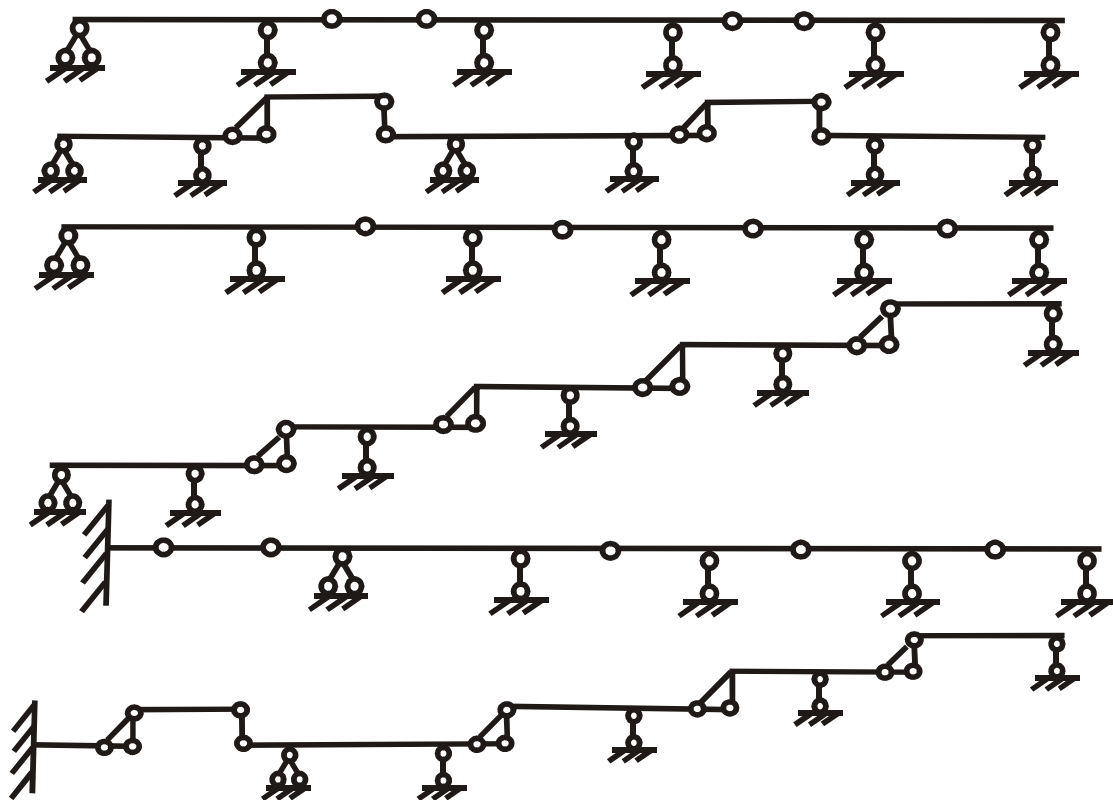
Лекин 6 та шарнирни киритиб бўлмайди, чунки балка геометрик ўзгарувчан бўлиб қолади. Бу балкада 2 та горизонтал боғланиш ортиқча, балка ўқиға эса максимум 4та шарнир киритиш мумкин, шунинг учун қолган иккита шарнирда горизонтал кўчишга имкон яратиш учун фойдаланамиз

(шакл 42б). Бу балкада қўлланилган (шакл 42в) боғланиш икки вазифани бажаради:

- 1). Балка қисмлари бир бирига нисбатан бурчак кўчиш.
- 2). Чизиқли кўчиш имкониятига эга.

Шарнирли балкалар ҳисобининг аналитик усули.

Шарнирли балкаларни ҳисоблашдан аввал уни ҳосил қилувчи элементларининг ўзаро таъсири ҳақида аниқ тасаввур ҳосил қилиш зарур. 43-нчи шаклда кўрсатилган шарнирли балкаларнинг схемаларини кўриб чиқамиз. Балка элементларининг айримлари, масалан 43-шакл а) да II, V, IV 43-шакл б) да V, в) да V ва VI лар асос билан бевосита боғланган. Булар фақат ўзларига қўйилган кучларнигина эмас, балки уларга тиралган кўшни балкаларнинг босимини ҳам қабул қилади. Бундай балкаларни асосий балкалар деб аталади.

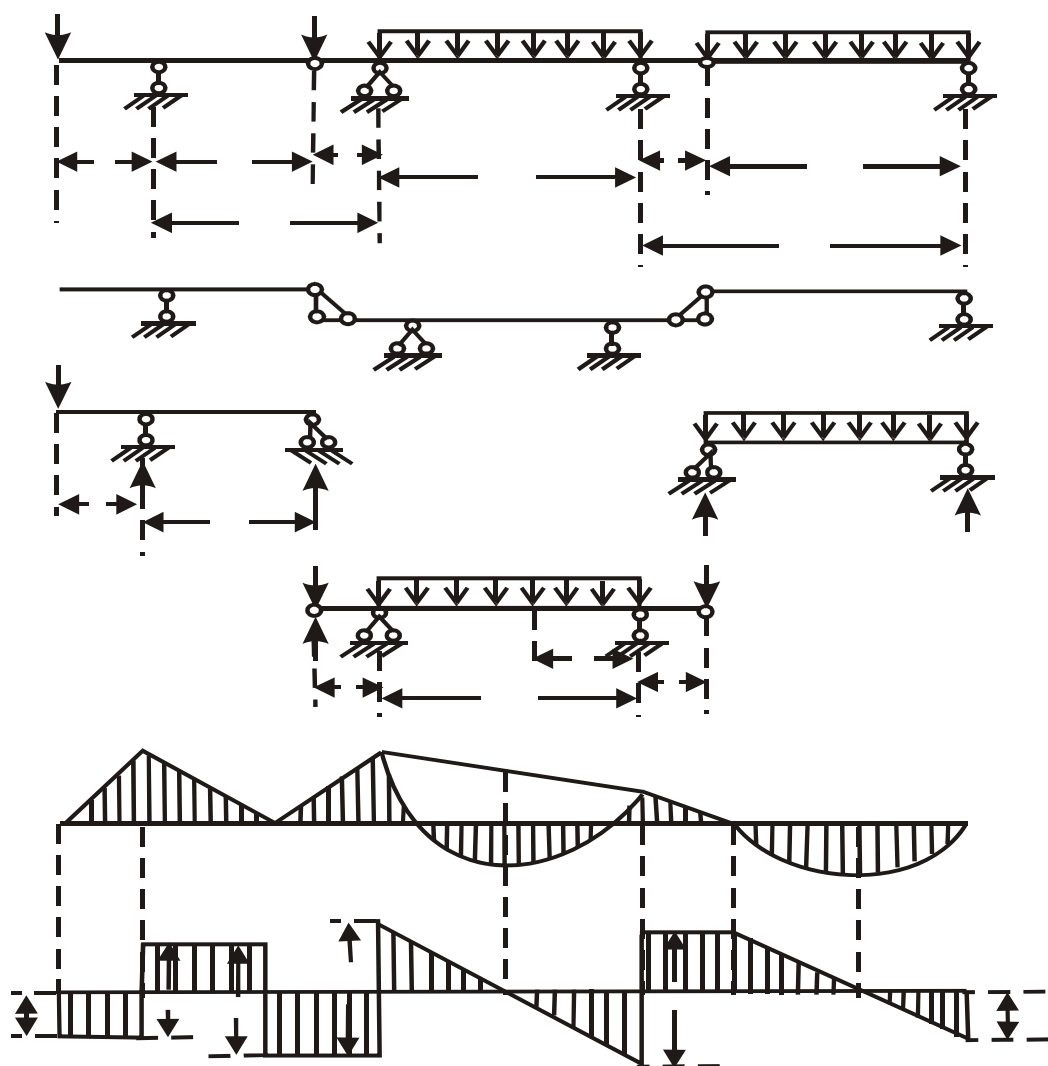




(шакл 43)

Масалан, асосий V консол балкага 43-шакл б) IV балка орқали

I-IV балкаларнинг, асосий VI балкага в) да III балка орқали I-III балкаларнинг босими узатилмоқда ва ҳ.к. Демак асосий балкани ҳисоблаш учун унга таъсир кўрсатаётган ҳамма балкаларни ҳисоблаш керак бўлади. Бошқа ташкил этувчи элементлар, масалан, оддий I ва III балкалар (шакл 43а) иккала учи билан асосий балкаларнинг консолларига тиралган. Булар осма балкалар деб аталади. Улар ўзларига бевосита қўйилган кучларнигина қабул қилади, шунинг учун уларни ҳисоблаш қўшни элементларга боғлиқ эмас. Баъзи элементлар кучнинг бир қисmini бевосита асосга, иккинчи қисmini бошқа балкаларнинг консолига узатади (шакл 43б, в). Бундай элементларни баъзан узатувчи балкалар ҳам деб аталади. 43-шаклда кўрсатилган схемалар ўзаро таъсир схемалари (иш схемалари ёки қаватли схемалар) дейилади. Бундай схема тузилгандан сўнг уни ҳисоблаш ишини ўзаро таъсирни ҳисобга олган ҳолда оддий ва консол балкаларнинг ҳисобига келтириш мумкин. Бунда ҳисоблаш тартиби 43-шаклда рақамлари билан кўрсатилган. Кўп оралиқли шарнирли балкалар ҳисоби билан қуйидаги балка мисолида танишиб чиқамиз (шакл 43а) 43б да элементларнинг ўзаро таъсир схемаси кўрсатилган.



(шакл 44)

Ҳисобни айтганимиздек осма АШ₁, Ш₂Д балкалардан бошлаймиз, чунки асосий балка Ш₁Ш₂ ни ҳисоблаш учун унинг консолларига Ш₁ ва Ш₂ шарнирлар орқали таъсир этадиган осма балкаларнинг босимини аниқлаш керак.

АШ₁ ва Ш₂Д балкаларни реакцияларини аниқлаш учун назарий механика ва материаллар қаршилигидан ўқувчига маълум бўлган қоидаларни қўллаб

$$R_A = P_1(a+a_1)/a_1, \quad R_{Ш1} = -P_1a/a_1, \quad R_{Ш2} = R_D = q_2a_4/2$$

аниқлаймиз.

Асосий элемент Ш₁Ш₂ га P_2 ва q_1 кучладан ташқари, консолларига $V_{Ш1}$ ва $V_{Ш2}$ босимлар таъсир этади. Кучлардан c ва b таянчларга нисбатан моментлар йиғиндисини нолга тенглаб R_b ва R_c ни аниқлаймиз. Реакциялар тўғри аниқланганлигини қуйидаги шартдан аниқлаш мумкин ёки шу масала учун:

$$R_A + R_B + R_C + R_D - q_1 l_2 - q_2 a_4 - P_1 - P_2 = 0.$$

Реакциялар аниқланилгандан сўнг эгувчи момент этораларини кўришга ўтса бўлади.

АШ₁ элементнинг куч P_1 қўйилган нуқтасида момент нолга тенг, А таянчда эса $M_A = -P_1 a$. Бу элементда М эторасини қуриш учун шуни ўзи етарли. Ш₂Д элементда эгувчи момент этораси квадрат параболадан иборат, четки нуқталарида $M=0$ балка ўртасида $M_{l_{max}} = q_2 a_4^2 / 8$

Асосий элемент Ш₁Ш₂ В ва С таянчларидаги эгувчи моментлар $M_B = (V_{Ш1} - P_2) a_2$ ва $M_C = -V_{Ш2} a_2$

M_B моментини ишораси $V_{Ш1} - P_1$ нинг ишорасига боғлиқдир. Оралиқдаги момент қуйидаги формула бўйича аниқланади $M_{x1} = -V_{Ш2} a_2 + R_C x_1 - q x_1^2 / 2$ $0 \leq x_1 \leq l_2$. Айнан шу тартибда балка элементларининг ҳарбири учун қирқувчи куч Q эпюраси қурилади. Шарнирли балканинг М ва Q эпюралари 44-шакл е), ж) ларда тасвирланган.

Бу усулдан кўп оралиқли статик аниқ рамаларни ҳисоблашда ҳам фойдалансак бўлади. Масалан 45-шаклда тасвирланган кўп оралиқли рама учун М, Q, N эпюраларини қурамиз. Бу рамани асосий ВКЛС ва осма Г-симон АЕ/, СНД элементлардан ташкил топган деб қараш мумкин. (шакл 44 а, б, в, г). Асосий раманинг / кесимига чап томондаги ригельдан 8Т вертикал куч таъсир етаяпти. Асосий раманинг Г кесимига ўнг ригельдан 8Т. вертикал куч таъсир етаяпти. Шаклларда раманинг барча элементларида ҳосил бўладиган реакциялари тасвирланган.

$$8 \times 1 \times 4 = V_A \times 8 ; V_A = V_F = 4 \text{ т} ; V_G = V_D = 2 \times 8 : 2 = 8 \text{ т}.$$

$$8 \times 8 + 4 \times 12 = V_B \times 12 ; V_B = 112 : 12 = 9.33 \text{ т}$$

$$V_C = (8 \times 12 + 8 \times 8) : 12 = 13.33 \text{ т}$$

45-шаклда ушбу рама учун эгувчи момент эпюраси ва таянч реакциялар тасвирланган. Мувозанат шартлардан бу реакцияларни тўғри аниқланганлигига ишонч ҳосил қиламиз:

$$\sum x = 0 ; 1 \times 8 - 8 = 0 ;$$

$$\sum y=0; 4 \cdot 9.33 + 13.33 - 2 \times 8 + 8 = 0$$

Тугун нуқталарда эгувчи момент қийматлари қуйидагилардан иборат

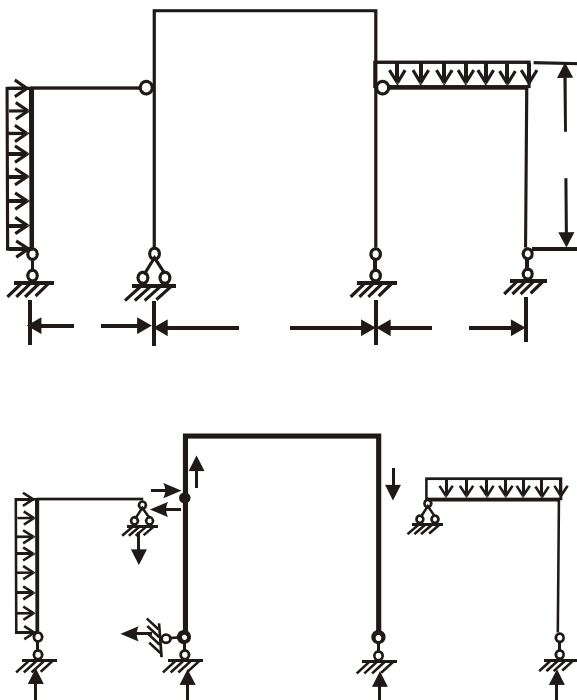
$$M_E = 1 \times 8 \times 4 = 32 \text{ т.м}; M_7 = 8 \times 8 = 64 \text{ т.м}; M_K = 64 \text{ т.м}; M_L = 0$$

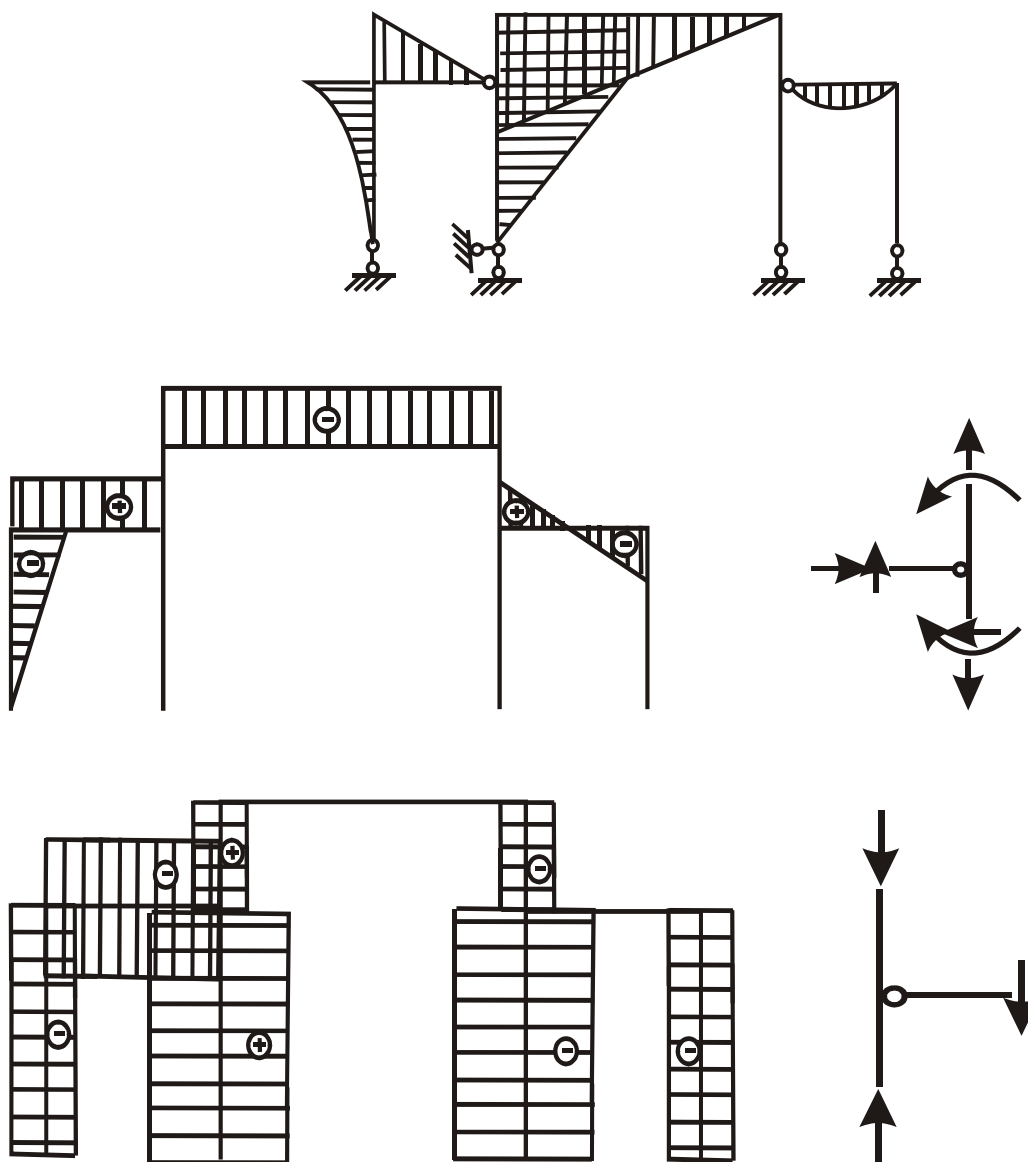
$$\text{Ўнг ригель ўртасидаги момент } ql^2/8 = 2 \times 8^2/8 = 16 \text{ т.м}$$

Қирқувчи куч эпюрасини куришда рамани ҳарбир тўғри чизиқли қисми учун материаллар қаршилигидан оддий балка учун қўлланилган усулдан фойдаланса бўлади ёки қуйидаги формуладан:

$$Q = Q^0 + (M_{\text{ўнг}} - M_{\text{chap}}) / l$$

Бунда Q^0 -рамани тўғри чизиқли элементида фақат ораликдаги кучлардан ҳосил бўлган қирқувчи куч, иккинчи ҳади эса таянч(тугун) моментларининг таъсири. Бўйлама куч эпюраларини куришда тугунларни ажратиб олиб, уларни кўндаланг ва бўйлама кучлар таъсирида мувозанатини текширамыз. Масалан С тугунни текширсак $N_{CA} = 8\text{т}$ ва $N_{ДВ} = -8\text{т}$. Д тугундан эса $N_{ДС} = 0$, $N_{ДВ} = -8\text{т}$ келиб чиқади.(шакл 45 д,е,ж).





(шакл 45)

Фойдаланилган адабиётлар.

1. Х.Ш.Тўраев, М.Х.Исмаев, Ф.Х.Юлдашев, Б.К.Жавлиев “Қурилиш механикаси назарий асослари ва амалий масалалар”, Тошкент: “Молия”, 2002.
2. Строительная механика. Под ред. А.В.Даркова. М.: Высш.школа 1976. - 600 с.
3. Э.А.Одилхўжаев, Т.Г.Ғуломов, Т.К.Абдукомиллов "Қурилиш механикаси", Тошкент: "Ўқитувчи", 1985. - 272 б.
4. Э.А.Одилхўжаев, Т.Г.Ғуломов, Т.К.Абдукомиллов "Қурилиш механикасидан мисол ва масалалар", Тошкент: "Ўқитувчи", 1974. - 438 б.