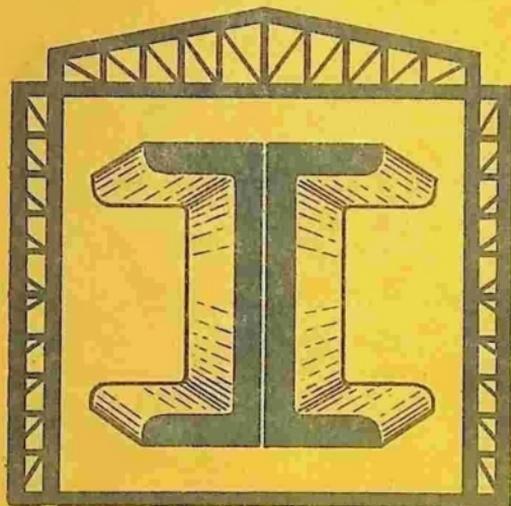


Р.И.Холмуродов, С.А.Аслиев

МЕТАЛЛ ҚУРИЛМАЛАР



Р. И. ХОЛМУРОДОВ, С. А. АСЛИЕВ

МЕТАЛЛ ҚУРИЛМАЛАР

Ўзбекистон Олий ва махсус ўрта таълим вазирлиги
Олий ўқув юртларининг қурилиш ихтисосликлари
учун ўқув қўлланма сифатида тавсия этган

ТОШКЕНТ "ЎҚИТУВЧИ" 1994

Сўқув,
X-700

Ўқув қўлланмада бино ва иншоотларнинг металл қурилмалари материалларига оид маълумотлар баён қилинган, металлларнинг юк остида ишлаши, тўсин, ферма ва колонналарнинг ишлатилиш соҳалари, бу қурилмалар элементларини ҳисоблаш ва лойиҳалаш принциплари кўриб чиқилган. Қўлланма олий ўқув юртларининг қурилиш ихтисосликлари талабаларига мўлжалланган.

Тақризчилар — т.ф.д. *К.И. РЎЗИЕВ*, т.ф.н. *А.К. РАҲИМОВ*.

Библиотека
СамСХИ
МНН № 353197

2608000000 — 160
X _____ 100 — 93
353 (04) — 94

© "Ўқитувчи", 1994

ISBN 5—645—01923—7

Сўз боши

Ушбу ўқув қўлланмаси қурилишда қўлланадиган металл қурилмалар (конструкциялар) ни лойиҳалаш асосларига бағишланган. Металл қурилмаларда ишлатиладиган материалларнинг асосий хусусиятлари, қурилма элементларини ҳисоблаш, бирикмалар тузиш ва ҳисоблаш, тўсин (балка), устун (колонна) ва фермаларни лойиҳалашга катта эътибор берилган. Ўқув қўлланмасида энг янги Давлат стандарти (ГОСТ), қурилиш нормалари ва қоидаларидан (СН и П) фойдаланилган.

Республикамиз мустақилликка эришгани муносабати билан ўзбек тили давлат тилига айланганлиги туфайли олий техника ўқув юртларида дарслар ўзбек тилида олиб борилмоқда. Металл конструкциялари фани асосларидан ўзбек тилида дарслик йўқлигини эътиборга олиб, муаллифлар ўзларининг кўп йиллик педагогик тажрибаларига асосланиб ушбу қўлланмани ёзишга жазм қилдилар.

Муаллифлар қўлланмани ёзишда бевосита фойдали маслаҳатлар берганлари учун т. ф. д., проф. К.И. Рузиевга, т. ф. н., доц. А.К. Раҳимовга ўзларининг чексиз миннатдорчиликларини билдирадилар.

К И Р И Ш

1.1. МЕТАЛЛ ҚУРИЛМАЛАРНИНГ ИШЛАТИЛИШ СОҲАЛАРИ

Ҳозирги даврда металл қурилмалар, амалда қурилишнинг барча соҳаларида қўлланилмоқда. Бино ва иншоотларда металл қурилмалардан фойдаланиш иқтисодий жиҳатдан афзал, айниқса, баланд ва кенг, кўп юк таъсир қиладиган бино ва иншоотлар қурилишида металл қурилмаларнинг аҳамияти каттадир.

Металл қурилмалар, асосан, қурилишнинг қуйидаги соҳаларида:

1. Саноат бинолари каркасларида (синчларида);
2. Катта пролётли кўприкларда;
3. Махсус аҳамиятга эга бўлган бинолар — ангарлар (самолётлар сақланадиган бинолар), кемасозлик эллинглари (махсус кемасозлик иншоотлари) ва ҳоказолар қуришда;
4. Кўп қаватли ижтимоий бинолар, гумбазлар ва кўрғазма бинолар қуришда.
5. Радио ва телевизион эшиттириш миноралари, нефть қазиб чиқариш иншоотлари, сув хўжалиги иншоотлари қуришда, кранлар, эстакадаларда;
6. Газ ва суюқликларни сақлаш ҳамда тақсимлаш иншоотлари қуришда;
7. Суюқлик ва газ узатиш қувурлари ётқизишда ва бошқа мақсадларда кўп қўлланилади.

1.2. МЕТАЛЛ ҚУРИЛМАЛАРНИНГ АСОСИЙ ХУСУСИЯТЛАРИ ВА УЛАРГА ҚЎЙИЛАДИГАН ТАЛАБЛАР

Металл қурилмалар қуйидаги асосий афзалликларга эга:

1. Юк кўтариш қобилияти юқори. Кесим юзаси кичик бўлган металл элементлар ҳам анча юк кўтариш қобилиятига эга.
2. Металл конструкциялар шу вазифани бажарадиган, бошқа қурилиш материалларидан ясалган конструкцияларга нисбатан енгил бўлади. Ҳар қандай материалнинг қурилмага сарф бўлиш даражаси қуйидаги нисбат билан аниқланади:

$$C = \gamma / R_{\gamma},$$

бунда γ — материалнинг ҳажмий оғирлиги;

R_y — материалнинг ҳисобий қаршилиги.

С қанча кичик бўлса, конструкция шунча енгил бўлади. Масалан, кам углеродли пўлатлар учун $C=3,7 \cdot 10^{-4}$ 1/м, 09 Г2С маркали пўлат учун $C=1,7 \cdot 10^{-4}$, В-20 синфли бетон учун $C=1,85 \cdot 10^{-3}$ 1/м, ёғоч учун $C=5,4 \cdot 10^{-4}$ 1/м.

3. Металл, айниқса, пўлат қурилмалар ишончли ҳисобланади. Пўлатнинг механик хусусиятлари унинг бир жинслилиги билан белгиланади, қурилмаларнинг ишончли ишлашини таъминлайди.

4. Пўлатнинг зичлиги анча катта бўлганлиги туфайли ундан ясалган қурилмалар ҳаво ва сув ўтказмайди.

5. Металл қурилмалар саноатбоп бўлади, яъни улар асосан завод шароитида тайёрланиб, қурилиш жойида механизмлар ёрдамида бир бутун ҳолда йиғилади.

Металл қурилмаларнинг кенг қўлланишини чеклайдиган баъзи камчиликлари ҳам бор. Пўлат қурилмаларнинг асосий камчилиги уларнинг турли таъсирлар остида емирилишидир. Бу ҳол қурилмаларни коррозиядан муҳофаза қилишнинг турли хил усулларини қўллашни талаб қилади. Пўлатнинг иссиқбардошлиги ҳам катта эмас. Температура 200°C га яқинлашганда пўлатнинг эластиклик модули камайиб боради ва 600°C да пўлат батамом пластик (юмшоқ) ҳолатга ўтади.

Иншоотнинг вазифасига қараб, металл қурилмалар юк кўтариш қобилиятига эга бўлиши, яъни мустақамлик, устиворлик ва бикрлик талабларига жавоб бериши керак.

Металл қурилмаларга оз металл ва меҳнат сарфланиб, улар тез вақтда монтаж қилинадиган бўлса, бундай конструкциялар иқтисодий жиҳатдан тежамли ҳисобланади.

Қурилмаларга сарфланадиган металл миқдори энг мақбул конструктив схемалар ва кўндаланг кесимлар танлаш, мустақамлиги юқори бўлган пўлат ва алюминий қотишмалар ишлатиш йўли билан камайтирилади.

Қурилмаларни қуришга сарф бўладиган меҳнат миқдорини ва монтаж қилиш муддатларини камайтириш учун унумли усулларни қўллаш, унификациялашган ва стандарт элементлардан кенг миқёсда фойдаланиш зарур.

Металл қурилмалар қўлланиладиган иншоот ва бинолар, айниқса граждан бино ва иншоотлари ташқи кўриниши жиҳатидан ҳам гўзал бўлиши, яъни эстетик талабларга ҳам жавоб бериши керак.

МЕТАЛЛ ҚУРИЛМАЛАРДА ИШЛАТИЛАДИГАН МАТЕРИАЛЛАР ВА УЛАРНИНГ ИШЛАТИЛИШИ

2.1. ПЎЛАТЛАР

Металл қурилмаларда қўлланиладиган пўлатларнинг сифати қуйидаги механик хусусиятлари: мустақкамлиги, эластиклиги, пластиклиги, мўртлик даражаси, юқори температурада “оқувчанлиги” билан белгиланади. Пўлатнинг сифати унинг пайвандланувчанлиги билан ҳам белгиланади. Пайвандланувчанлик пўлатнинг кимёвий таркибига ва уни ишлаб чиқариш технологиясига боғлиқ.

Пўлатнинг қурилмада ишончли ишлашига ва унинг кучланганлик ҳолатига қурилманинг шакли, ташқи таъсирнинг (кучнинг) тури, миқдори, йўналиши ва таъсир тезлиги, муҳитнинг температураси катта таъсир кўрсатади.

Мустақкамлиги бўйича пўлатлар шартли равишда 2 гуруҳга бўлинади:

- 1) мустақкамлиги оддий кам углеродли пўлатлар;
- 2) мустақкамлиги юқори бўлган пўлатлар.

СНиП II-23-81* (Лойиҳалаш нормалари. Металл қурилмалар) га мувофиқ пўлатларнинг турлари бир-биридан муваққат қаршилиги, оқувчанлик чегараси ва бошқа бир қатор механик хусусиятлари билан фарқ қилади. Пўлатлар таркибидаги углерод турли қўшимча металл ва металлмас моддаларнинг миқдори, қуйиш усули, қиздириб ишлов берилганлиги билан ҳам бир-биридан фарқ қилади.

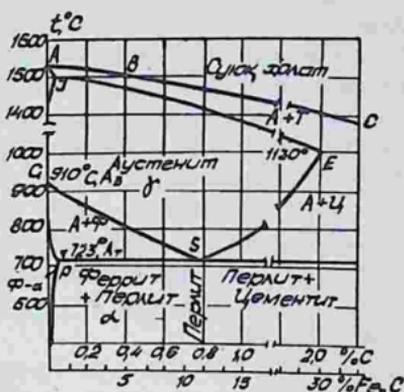
Юқорида айтилган икки гуруҳ пўлатлар билан батафсилроқ танишиб чиқайлик.

2.1.1. Мустақкамлиги оддий пўлатлар

Одатда пўлатларнинг механик хусусиятларини белгилайдиган ички атом тузилиши (структураси) температурага боғлиқ. Темир-углерод қотишмаларининг суоқланиш температураси уларнинг таркибидаги углероднинг миқдорига боғлиқ. Одатдаги температурада пўлатлар кристалл жисм шаклидаги қаттиқ қотишмадан иборат бўлади. Перлит, ўз навбатида, жуда қаттиқ бирикма — темир карбиди Fe_3C (цементит) билан феррит аралашмасидан иборат.

Маълумки, соф темир 1535°C да суюқланади ва температура қандайлигига қараб темир икки хил кристалл тузилишга эга бўлиши мумкин. Темир кристаллари 723°C дан паст температурада атом ўлчами $2,88^{\circ}\text{A}$ га тенг бўлган ҳажмий марказлашган кубсимон кристаллик панжарага эга α — темир). Температура 910°C дан ошгач, темир кристалларининг тузилиши қирраси марказлашган кубсимон панжарага айланади γ -темир).

2.1.- расмда темир-углерод қотишмаси ҳолатининг температурага қараб ўзгариши кўрсатилган. Углерод темирда деярли эримайди, аустенит эса углероднинг темирдаги қаттиқ эритмасидан иборат. Температура $t = 1130^{\circ}\text{C}$ бўлганда аустенит таркибида 2% гача, $t = 723^{\circ}\text{C}$ да эса 0,8% гача углерод бўлади. Суюқ ҳолатдан қаттиқ ҳолатга ўтишда пўлат δ - темир шаклида кристалланади. Қотишманинг совиши давом этиши билан ундан углерод ажралиб чиқади ва 723°C дан паст температурада у цементит таркибига кириб, феррит ва перлитнинг аралашмасини ҳосил қилади.



2.1-расм. Углерод қотишмаси ҳолатининг температурага қараб ўзгариш диаграммаси.

Пўлатнинг таркибида ҳамма вақт марганец, кремний, фосфор ва олтингурут аралашмалари бўлади. Бу аралашмаларнинг умумий миқдори 1% дан ошмайди. Фосфор ва олтингурут зарарли аралашмалардир, аммо уларни пўлатнинг таркибидан бутунлай чиқариб бўлмайди. Пўлат таркибида фосфорнинг миқдори 0,045% дан ошса, паст температураларда пўлатнинг мўртлиги кўпаяди. Олтингурут миқдорининг 0,055% дан ортиши пўлатда қизиган пайтида дарзлар ҳосил бўлишига олиб келади. Қурилишда ишлатиладиган пўлат асосан икки усул билан: мартен печида ва конверторларда ишлаб чиқарилади. Бу икки усул билан ишлаб чиқарилган пўлатлар сифати ва механик хусусиятлари жиҳатидан деярли бир хил бўлади. Аммо кислородли конверторларда пўлат ишлаб чиқариш бирмунча арзонга тушади ва кам меҳнат талаб қилади. Шу сабабли кейинги йилларда мартен усулига нисбатан бу усулидан кўпроқ фойдаланилмоқда.

Пўлат эритилгач, махсус чўмичларда қолипларга қуйилади. Қолипларда пўлат совийди ва кристалланади. Кристалланиш жараёнида ҳали қотишга улгурмаган пўлатдан кўп миқдорда турли газлар ва нOMETALL қўшимчалар ажралиб чиқиб кетади. Газларнинг тезда ажралиб чиқиши натижасида қотишмада кичик-кичик пуфакчалар ҳосил бўлади. Бу пуфакчалар атрофида пўлатнинг сифатини бузадиган турли нOMETALL қўшимчалар, шу жумладан олтингугурт бирикмалари йиғилиб қолади. Бундай пўлат қайновчи пўлат деб аталади.

Пўлатнинг қотиш жараёнидаги қайнаш шиддати унга кремний, алюминий, марганец каби оксидловчилар қўшиш билан пасайтирилади. Гап шундаки, бу оксидловчилар газлар билан бирикиб шлак ҳосил қилади ва қайнаш жараёни жуда секинлашади. Ҳосил бўлган шлаклар пўлат қуймасининг сиртида тўпланади. Қуйманинг бу қисми (у тахминан 15% ни ташкил этади) кесиб олиниб, қайта эритишга жўнатилади. Пўлатнинг қолган қисми оксидсизлантирилади ва у тинч пўлат деб аталади. Бундай пўлат кимёвий таркиби ҳамда механик хусусиятлари жиҳатидан деярли бир жинсли бўлиши билан қайновчи пўлатдан фарқ қилади.

Етарли даражада оксидсизлантирилмаган қайновчи пўлатларнинг мўртлиги тинч пўлатникига нисбатан катта, лекин у тинч пўлатга қараганда 10-12% га арзон тушади. Шу сабабли қайновчи пўлатлар ҳам халқ хўжалигида ишлатилади.

Қайновчи ва тинч пўлатлардан ташқари ярим тинч пўлат ҳам бор. Кремний 0,05-0,15% миқдорда қўшиб ҳосил қилинган пўлат ярим тинч пўлат дейилади. Ярим тинч пўлат сифати жиҳатидан қайновчи ва тинч пўлатлар оралиғида бўлади.

Юқорида келтирилган турли хил углеродли пўлатлар хусусиятларига қараб ҳар хил қурилмалар ясада ишлатилади:

а) тинч пўлат (ТП)* — минус 30⁰ С дан паст температурада фойдаланиладиган ва оғир шароитларда (ўзгарувчан юклар таъсирида) ишловчи қурилмаларда;

б) ярим тинч пўлат (ЯТП)** ёпма ва томларнинг асосий юк кўтарувчи қурилмалари (ферма, рама, ригел, тўсин) ясада;

в) қайновчи пўлат (ҚП)*** бошқа ҳамма ҳолларда.

Металлургия саноати ГОСТ 23570-79 га мувофиқ ишлаб чиқарадиган оддий сифатли углеродли пўлатларга мансуб 18 Г сп (Г-марганецнинг миқдори кўпроқ) маркали пўлат қурилишда айниқса кўп ишлатилади.

Фойдаланишда қўйиладиган талабларга кўра пўлат қуйидаги уч гуруҳда тайёрланади:

А — механик хусусиятлари бўйича;

Б — кимёвий таркиби бўйича;

В — механик хусусиятлари ва кимёвий таркиби бўйича.

Қурилиш қурилмалари учун ишлатиладиган пўлатлар мустаҳкам ва пайвандланувчан, шунингдек, емирилишга ва динамик таъсирларга бардошли бўлиши лозим, яъни бундай қурилмалар қуришда асосан В гуруҳдаги пўлат талаб қилинади.

Қурилмалар пўлатига қўйиладиган талаблар қурилманинг турига ва ишлатилиш шароитига боғлиқ. Бу талаблар ГОСТларда келтирилган.

Ҳар қандай пўлат хусусиятларини, турли хил сифатларини кўрсатувчи белги билан белгиланади (маркаланади). Масалан Ст3 тоифали қайновчи, В гуруҳга кирувчи, 2- туркумга мансуб пўлат ВСт3кп2 шаклда белгиланади.

2.1.2. Мустаҳкамлиги юқори пўлатлар

Қурилишда пўлатни тежаш йўлларида бири — мустаҳкамлиги юқори пўлатлар ишлатишдир.

Пўлатнинг мустаҳкамлигини оширишнинг асосан икки хил усули бор: юқори температурада ишлов бериш ва легирлаш.

Юқори температурада ишлов беришдан асосий мақсад пўлатнинг атом тузилишини ўзгартириш ва зарраларини майдалаштиришдир. Бу жараён натижасида пўлатнинг эластиклиги бир оз камайгани ҳолда мустаҳкамлиги ва оқувчанлик чегараси ортади. Юқори температурада ишлов беришнинг асосий турлари: тоблаш, нормаллаш ва бўшатиш.

Тоблаш пўлатни аустенит тузилиш ҳосил бўлгунча (γ - темир) юқори температурада (910°C дан юқорида) қиздириб, кейин тезлик билан совитишдан иборат. Бунда пўлатнинг механик хусусиятлари анча яхшиланади.

*Нормаллаш*да тобланган ёйма пўлат қайтадан аустенит тузилиши ҳосил бўладиган температурагача қиздирилиб, кейин ҳавода совитилади. Нормаллаш натижасида пўлатнинг тузилиши анча яхшиланиб, ички кучланишлар йўқолади, бу эса ўз навбатида пўлатнинг мустаҳкамлиги ва пластик хусусиятлари, зарбга чидамлилиги орттирилади.

Бўшатиш — бу пўлатни аустенитнинг фаза ўзгаришлари температурасидан юқори температурагача (273°C) қиздириб, кейин совитишдан (ҳавода ёки сувда) иборат. Бунда пўлатнинг мўртлиги камайиб, зарбга чидамлилиги ортади.

Пўлатнинг мустаҳкамлигини л е г и р л а ш орқали оширишда пўлат таркибига легирловчи элементлар киритилади, улар темир билан қаттиқ карбидлар, нитридлар ва бошқа бирикмалар ҳосил қилиб, пўлатнинг хусусиятларини ўзгартиради.

Турли хил моддалар пўлатнинг хусусиятларига турлича таъсир кўрсатади: углерод (У) мустаҳкамликни ошириб, пластикликни камайтиради, пайвандланиш хусусиятларини бирмунча ёмонлаштиради. Шу сабабли унинг пўлат таркибидаги миқдори чекланган бўлиши керак. Марганец (М) мустаҳкамликни бирмунча оширади ва пўлатга аралашган олтингугурт (S) билан бирикиб, унинг зарарли таъсирини камайтиради. Аммо марганец миқдори 1,5% дан ортиб кетса, пўлатнинг мўртлиги кўпаяди. Ваннадий (V), Хром (Cr), молибден (Mo), бор (B) ва бошқалар билан легирлаш пўлатнинг мустаҳкамлигини оширади.

Турли тоифали пўлатларнинг кимёвий таркибини ифодалаш учун ГОСТларда қуйидаги белгилаш тартиби қабул қилинган: дастлабки иккита рақам фоизнинг юздан бир улушида углероднинг ўртача миқдорини кўрсатади, ҳарфлар билан эса пўлатнинг таркибий қисмини ташкил этувчи кимёвий элементларнинг шартли номлари белгиланади: марганец (Г), кремний (С), хром (Х), никель (Н), мис (Д), бор (Р), ваннадий (Ф), молибден (М), азот (А), титан (Т), алюминий (Ю), фосфор (П). Ҳарфдан кейинги рақамлар эса шу элементнинг фойиз ҳисобидаги миқдорини кўрсатади. Агар бу миқдор 1% дан кам бўлса, у кўрсатилмайди. Пўлатнинг таркибига кирган қўшимча элементлар миқдори 0,3% дан кам бўлганда ҳам улар белгида кўрсатилмайди.

Масалан, 14ГС тоифали пўлат таркибида ўртача 0,14% углерод ва жами 2% гача марганец билан кремний бўлади.

Қурилмаларда мустаҳкамлиги оширилган пўлатлар ишлатилганда оддий кам углеродли пўлат ишлатилгандагига нисбатан металл 20... 25% гача, юқори мустаҳкамли пўлатлар ишлатилганда эса 25... 50% гача тежаллади. Аммо мустаҳкамлиги оширилган ва юқори мустаҳкамли пўлатларнинг таннархи оддий кам углеродли пўлатникига нисбатан бирмунча юқори бўлади.

2. 2. АЛЮМИНИЙ ҚОТИШМАЛАР

Алюминий хоссалари жиҳатидан пўлатдан анча фарқ қилади. Унинг солиштирма оғирлиги 26,4 28,0 кН/м³, эластиклик модули $E=7,1 \cdot 10^3$ кН/см², бу пўлатникига нисбатан уч марта кам.

Алюминийнинг чўзилиш диаграммасидан (2.2- расм), унда оддий пўлатга ўхшаш оқувчанлик чегараси йўқлигини кўрамиз. Нисбий қолдиқ деформация 0,2% га тенг бўлгандаги кучланишнинг миқдори шартли равишда оқувчанлик чегараси деб қабул қилинади. Алюминий жуда ҳам юмшоқ металл: соф алюминийнинг чўзилишдаги нисбий узайиши 60% гача етади. Аммо алюминийнинг мустаҳкамлиги пўлатникига нисбатан анча паст, соф алюминийнинг мустаҳкамлик чегараси 7,5 ... 9 кН/см² ни, оқувчанлик чегараси эса 3...4 кН/см² ни ташкил этади.

Мустаҳкамлиги паст бўлганлиги туфайли соф алюминий қурилмада деярли ишлатилмайди. Қурилиш мақсадлари учун турли хил кимёвий элементлар (магний, марганец, кремний, мис) билан легирланган алюминий қотишмалари ишлатилади. Легирлашдан ташқари баъзи қотишмаларнинг мустаҳкамлиги юқори температурада ишлов бериш билан ҳам оширилади.

Термик ишлов бериш билан қотишмаларнинг мустаҳкамлик кўрсаткичларини 1,3... 1,5 марта ошириш мумкин, лекин бунда материалнинг пластиклиги камаяди.

Алюминий қотишмалари таркибида қандай легирловчи элементлар борлигига ёки ишлов бериш усулига қараб тоифага бўлинади (тамғаланади):

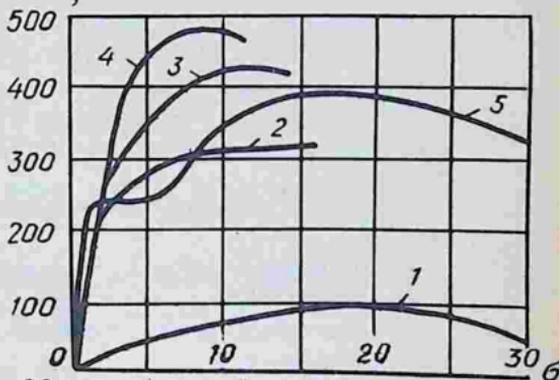
АМг — алюминий-магнийли қотишма;

АМц — алюминий- марганецли қотишма;

АВ (авиаль) ва АД — алюминийнинг магний ва кремний билан қотишмаси;

Д1, Д16 ва ҳ. — дюралюминийлар бўлиб, бу қотишмалар таркибининг асосини алюминий-мис ташкил этади, рақамлар қотишма номерини билдиради;

В — юқори мустаҳкам қотишмалар (В 65, В 92), улар асосан алю-



2.2-расм. Алюминий қотишмаларининг чўзилишдаги диаграммалари: 1- соф алюминий; 2- АМг; 3- АВ-ТЧ; 4-Д16-Т; 5- Ст3 маркали пўлат

миний, магний, мис ва рухдан иборат; бу қотишмалар анча қиммат туради.

Қурилишда ишлатиладиган алюминий қотишмаларнинг асосий афзалликлари қуйидагилардан иборат:

а) зичлиги пўлатникига нисбатан қарийб 3 марта кичик ($\gamma = 2640 \text{ кг/м}^3$), демак пўлатга нисбатан 3 марта енгил;

б) коррозияга чидамлилиги оддий пўлатникига нисбатан 10... 20 марта кўп;

в) алюминий профилларини ясашда асосан исканжага олиш усули қўлланилади, бу усул пўлат профилларини ҳосил қилишда қўлланиладиган ёйиш (прокатка) усулига нисбатан оддийроқ ва арзонга тушади;

г) 0°C дан паст температурада алюминий қотишмаларнинг мўртлиги камаяди, бу эса совуқ иқлимли жойларда айниқса қулайлик туғдиради.

Алюминий қотишмаларининг камчиликларига қуйидагилар киради:

а) эластиклик модули пўлатникига нисбатан кичик;

б) пўлатга нисбатан қимматроқ тушади;

в) чизиқли кенгайиш коэффициенти пўлатникига нисбатан қарийб икки марта катта.

Алюминий қотишмалари қуйидаги қурилиш ишларда ишлатилади:

а) витриналар, дераза тавақалари, меъморчилик деталлари ясашда;

б) катта пролётли биноларда, яъни қурилманинг хусусий оғирлигини камайтириш катта аҳамиятга эга бўлган ҳолларда — том ёпмаларида;

в) агрессив муҳитда ишлайдиган қурилмаларда;

г) тоғли ва бориш қийин бўлган бошқа олис жойларда қуриладиган юк кўтарувчи қурилмалар (енгиллиги туфайли алюминийни ташиб олиб бориш осон) ҳамда совуқ иқлимда ишлатиладиган қурилмаларда (алюминий қотишмалари қаттиқ совуқда ҳам хусусиятларини йўқотмайди) ишлатилади.

2.3. ПЎЛАТНИНГ СТАТИК ЮК ТАЪСИРИ ОСТИДА ИШЛАШИ

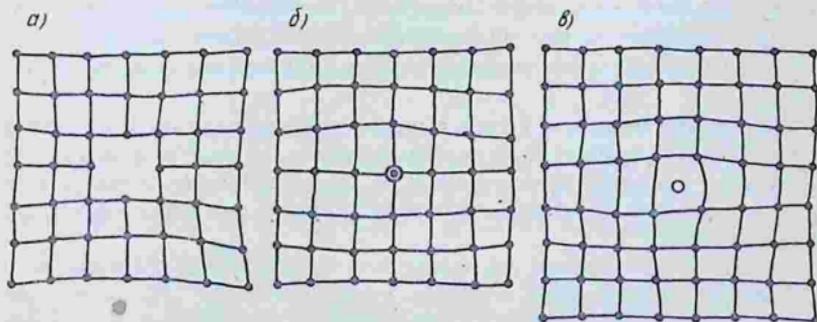
Кучланганлик ҳолатида бўлган қурилмада пўлатнинг ишончли ишлаши унинг тузилишига боғлиқ. Пўлатнинг қурилмада ишлашига кесим бўйлаб кучланишларнинг нотекис тақсимланиши катта таъсир

кўрсатади. Кучланишларнинг тўплами (концентраторлари) таъсирида бўладиган бундай кучланганлик ҳолати, айниқса, қурилмага тушадиган юк миқдори ўзгарувчан бўлганда паст температураларда салбий оқибатларга олиб келиши мумкин.

Пўлатнинг ишлашини тушунтиришдан олдин уни ташкил этувчи заррачаларнинг ишини кўриб чиқайлик.

Т е м и р м о н о к р и с т а л л и н г и ш л а ш и. Назарий тадқиқотлар ҳамда тажриба натижалари монокристаллнинг бир қисмини иккинчисига нисбатан силжитиш уларни узиб олишга нисбатан осонроқ эканлигини кўрсатади. Шунинг учун ҳам темир зарраларида силжиш натижасида пластик деформациялар рўёбга келади. Бунда силжишдаги назарий қаршилик амалдаги қаршиликка нисбатан юзлаб марта катта бўлади. Бунга сабаб шуки, бикр блоклар идеал панжарали атом текисликлари (сиртлари) бўйича ўзаро силжиши мумкин эмас, ҳақиқатда эса силжиш кристал ичидаги атомлар гуруҳининг кетма-кет кўчиши натижасида содир бўлади. Атомлар гуруҳининг осон кўчишига сабаб мунтазам тузилган кристаллнинг айрим қисмларида атомларнинг нотўғри жойлашганлигидир. Кристаллнинг силжиш содир бўлган қисми ўртасидаги чегара *дислокация (тўпланш)* чизиги деб аталади.

Металл тузилишида кўплаб нуқсонлар бўлади. Бу нуқсонлар кристалланиш ва зарралар ҳосил бўлиш жараёнида металлга турли хил механик таъсирлар кўрсатиш натижасида (масалан, ёйиш пайтида) пайдо бўлади. Нуқсонлар икки хил: нуқтали ва кристалл панжаранинг мунтазамлигини бузадиган чизиқли нуқсонлар бўлади.



2.3-расм. Атом панжараларининг нуқсонлари

Қуйдагилар нуқтали нуқсон ҳисобланади: тугунда атомнинг йўқлиги ёки тугунлараро ортиқча атомнинг борлиги (2. 3- расм).

Бундай ҳолларда атомлар ўртасидаги таъсир кучлари ёки кучланиш майдони бирмунча ўзгаради. Ташқи кучлар таъсирида дислокация чизиқларда атомнинг бири иккинчисининг ўрнига кўчади ва атом панжарасининг янги (силжитилган) жойланиши ҳосил бўлади, бундай силжишда металлнинг яхлитлиги бузилмайди.



2.4-расм. Монокристалларда дислокация сони (n) билан силжишдаги мустақамлик (τ) орасидаги боғланиш

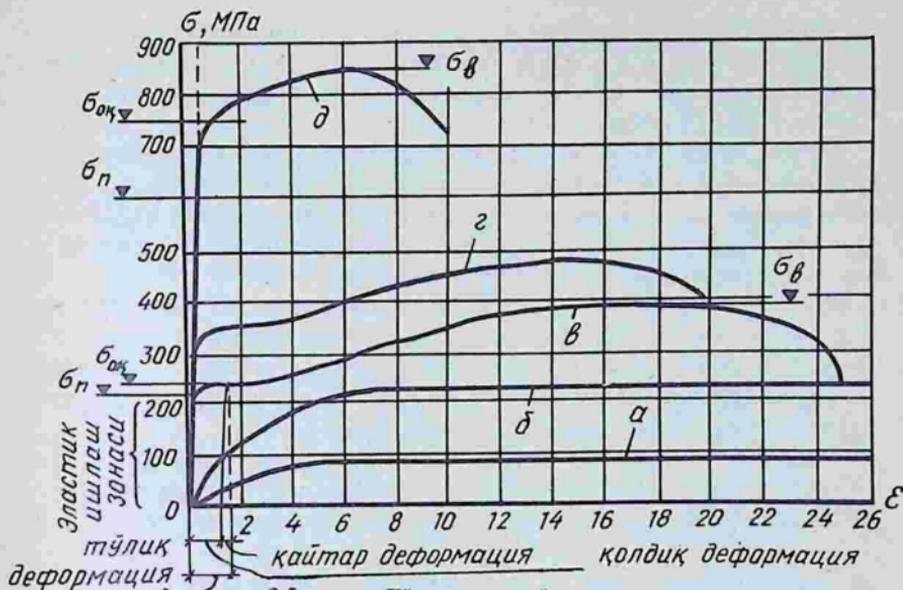
Маълум кучланишда дислокациялар (кўчишлар) кучайиб кетади. Бу оқувчанлик чегарасига мос келади. 2. 4- расмда кўрсатилганидек, дислокациялар сони ортиши билан монокристалнинг мустақамлиги камайиб боради ва маълум вақтдан кейин мустақамлик камайиши тўхтайди. Шундан кейин дислокациялар сони яна ҳам ошиб борса монокристалнинг мустақамлиги яна орта бошлайди, яъни пўлатда мустақамланиш ҳодисаси содир бўлади.

Темир поликристаллининг ишлаши. Одатда темир поликристаллининг пластик “оқиши” айрим зарралар (кристаллар) бўйлаб уринма кучланишлар таъсирида силжиш билан содир бўлади.

Темир поликристаллининг ҳар бир заррачаси фазода турлича жойлашган бўлади, бу ҳол темирнинг бир қисмининг бошқасига нисбатан умумий силжишини қийинлаштиради. Шу сабабли темир поликристаллининг пластик деформацияга қаршилиги айрим монокристаллининг қаршилигига нисбатан катта бўлади.

Пўлатнинг ишлаши. Пўлатда феррит заррачаларининг силжишга кўрсатадиган қаршилиги мустақамлиги анча юқори бўлган перлит зарралари туфайли вужудга келади. Шу сабабли пўлатнинг мустақамлиги соф темирнинг мустақамлигига нисбатан бирмунча юқори бўлади.

Турли пўлатларнинг чўзилишдаги кучланишлар диаграммаси 2.5- расмда тасвирланган. Масала, углеродли пўлат Ст 3 нинг чўзилиш диаграммасини анализ қилиб чиқайлик. Диаграммадан кўринадики, кучланиш маълум миқдорга етгунча кучланиш σ билан нисбий чўзилиш ε ўртасидаги муносабат тўғри чизиқ билан тасвирланади, яъни улар бир-бирига тўғри мутаносиб бўлади:



2.5-расм. Пўлатларнинг чўзилишдаги диаграммаси:

α — темир монокристалли; β — темир поликристалли; в — оддий мустаҳкамли пўлат (СтЗ); 2 — мустаҳкамлиги оширилган пўлат (10ХСНД); δ — юқори мустаҳкамли пўлат (16Г2АФ)

$$\sigma = E \cdot \epsilon \quad (2.1)$$

Кучланиш маълум миқдорга $\sigma_{\text{п}}$ етгандан кейин мутаносиблик бузилади; бу биринчи босқичда кучланишга мутаносиб эластик деформациялар содир бўлади, шу сабабли бу босқич пўлатнинг эластик ишлаш босқичи дейилади. Бу босқичдаги чўзилиш деформациялари атом панжарасининг эластик бузилиши натижасида содир бўлади, кучланиш олингандан кейин эса намуна дастлабки ўлчамларига қайтади. Юк миқдори янада ошиши билан дислокациялар феррит зарралари чегараси олдида тўплана бошлайди, бу эса аста-секин феррит зарраларида айрим силжишлар пайдо бўлишига олиб келади. Деформация билан кучланиш ўртасидаги мутаносиблик бузилади ($\sigma_{\text{п}}$ билан $\sigma_{\text{оқ}}$ орасидаги соҳа).

$\sigma_{\text{оқ}}$ оқувчанлик чегараси дейилади. Бу нуқтага етиш олдида эгри чизиқнинг ҳолати кескин ўзгаради ва кейин абсцисса ўқига деярли параллел бўлади. Бу пўлат намуна сезиларли даражада чўзилишига мувофиқ келади. Кучланиш эса деярли ўзгармайди. Айтилган босқич (оқувчанликнинг бошланиши) феррит зарраларида дислокациялар зичлигининг ортиши ва силжиш чизиқларининг кўпайиши билан ту-

шунтирилади. Ст3 маркали пўлатда оқувчанлик майдончасининг узунлиги тахминан 1,5... 3% ни ташкил этади. Бу босқичда юк таъсири остида деформациянинг эластик қисми қайтиб, бошқа қисми сақланиб қолади. *У қолдиқ деформация* дейилади.

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

Юкнинг миқдори ортиши билан кучланиш муваққат қаршиликка (σ_B) яқинлашган сари материалнинг энг заиф жойида чўзилиш деформациялари кучайиб, “бўйин” ҳосил қилади. Кучланиш қиймати муваққат қаршиликка тенглашгандан сўнг (мустаҳкамлик чегараси) бўйин ингичкалашиб боравериб, намуна тезда узилади.

Таркибида 0,1...0,3% углерод бор пўлатларнинг (масалан, Ст 3 маркали пўлат) ҳолат диаграммасидагина чўзиқ оқувчанлик майдончаси ҳосил бўлади. Мустаҳкамлиги оширилган пўлатларнинг — диаграммасида (2.5- расмдаги δ - эгри чизиқ) оқувчанлик майдончаси деярли бўлмайди. Бир қатор пўлатларда, айниқса юқори температурада ишлов берилган пўлатлар диаграммасида оқувчанлик майдончаси умуман бўлмайди. Бундай пўлатлар учун шартли оқувчанлик чегараси деган тушунча қўлланилади, яъни оқувчанлик чегарасидаги кучланиш қолдиқ деформация 0,2 % бўлган ҳолдаги кучланишга тенг деб олинади.

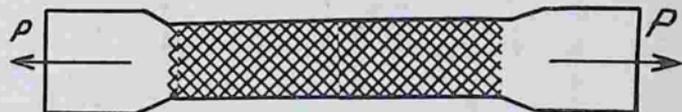
Пўлатнинг $\sigma - \varepsilon$ диаграммаси анализ қилинганда материалнинг чўзилишдаги асосий кўрсаткичлари қуйидагилар эканлиги маълум бўлади: катта деформациялар бошланишини белгилайдиган кўрсаткич — оқувчанлик чегараси, қурилма қабул қилиши мумкин бўлган энг кўп юкка мос келадиган кўрсаткич — муваққат қаршилик ва материалнинг пластиклик хусусиятини белгилайдиган кўрсаткич — нисбий чўзилиш. Бу учала кўрсаткичнинг қийматлари турли хил пўлатлар учун ГОСТда берилади.

Ёйилма пўлатлар учун эластиклик модули $21 \cdot 10^3$ кН/см² га тенг бўлади. Кучланиш мутаносиблик чегарасидан σ_p оқувчанлик чегараси $\sigma_{ок}$ га ўтганда эластиклик модули камаяди. Бу қурилманинг умумий деформацияси ортишига кам, аммо сиқилган элементларнинг устиворлигига анчагина таъсир кўрсатади.

Синалаётган намунанинг силлиқ сирти оқиш чегарасида хиралашиб, қия чизиқлар билан қопланади. Чўзувчи куч ошган сари чи-

зиқлар қалинлашиб, 2.6- расмда кўрсатилгандек, намуна сиртини икки томонлама қоплай бошлайди. Бу чизиқларни биринчи марта Чернов ва Людерс деган олимлар аниқлагани учун улар *Чернов-Людерс чизиқлари* дейилади. Энди мураккаб кучланганлик ҳолатлари учун материалнинг бузилиш механизми қандай бўлиши билан қисқача ташииб чиқамиз.

2.6-расм. Чўзилишга синаладиган доиравий кесимли пўлат намуна



Икки ўқ бўйича оддий юкланишда (иккала йўналишда ҳам юк бир хил ошиб боради) кесим бўйича кучланиш текис тақсимланган бўлса, ўзаро перпендикуляр бўлган икки текисликда силжиш вужудга келиши билан пластик оқиш (материалнинг бузилиши) ортиб боради. Бинобарин, материал бир ўқ бўйича кучланганлик ҳолатидаги кучланиш қийматида пластик ҳолатга ўтади. Икки ўқ бўйича оддий юкланишда бир йўналишдаги кучланиш чўзувчи, унга тик йўналишдаги кучланиш эса сиқувчи бўлса, уринма кучланишлар қиймати юқори бўлган текисликлар бўйлаб силжиш натижасида материал пластик ҳолатга ўтади. Бошқача айтганда, бундай кучланганлик учун хавфли ҳолат учинчи мустақамлик назарияси — энг катта уринма кучланишлар назариясига мувофиқ, яъни:

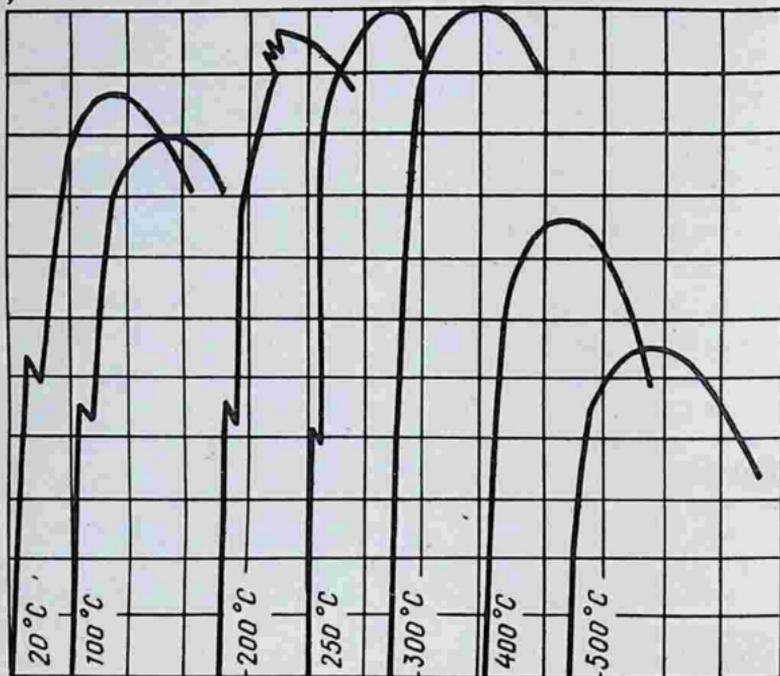
$$\tau_{max} = \sigma_{max} / 2 \quad \text{бўлганда вужудга келади.}$$

Мураккаб кучланганлик ҳолатида (бир йўналишдаги юкланиш тезлиги бошқа йўналишдаги юкланиш тезлигидан ортиб кетса ёки аввал бир йўналишда, кейин бошқа йўналишда юк қўйилса) ҳам металл материали уринма кучланишлар назариясига мувофиқ пластик ҳолатга ўтади.

2.3.1. Пўлатнинг механик хоссаларига температуранинг таъсири

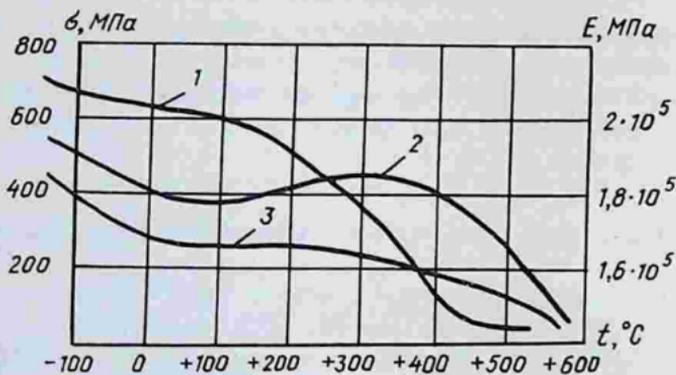
Пўлатнинг оқувчанлик чегараси ва муваққат қаршилиқ қийматлари нормал температура (20°C) учун берилади. 2.7- расмда углеродли пўлатнинг турли хил температуралардаги чўзилиш диаграммалари келтирилган. Диаграммадан кўриниб туриптики, температура 300°C га етганда диаграммада пўлатнинг оқиш майдончаси мутлақо йўқолиб, диаграмма мис, алюминий диаграммаларига ўхшаб

σ , МПа



t , °C

2.7-расм. Кам углеродли пўлатнинг турли температурадаги чўзилиш диаграммалари



2.8-расм. Кам углеродли пўлатлар механик хоссаларининг температура ўзгаришига қараб ўзгариш диаграммаси:

1— бўйлама эластиклик модули E ; 2— муваққат қаршилик $\sigma_{0.2}$;

3— оқувчанлик чегараси $\sigma_{0.05}$ оқ.

қолади. Температура кўтарилиши билан пўлатнинг эластиклик модули (E), оқувчанлик чегараси ($\sigma_{ок}$) ва мустақ камлик чегараси (σ_B) ўзгариб боради, бу 2.8- расмда кўрсатилган. Агар температура пасайиб манфийга ўтса (σ_B) билан ($\sigma_{ок}$) бир-бирига яқинлашади, яъни пўлатнинг пластик ҳолат соҳаси кичраяди. Температура аста-секин кўтарилиб, 200°C га етгунча муваққат қаршилик билан оқувчанлик чегаралари деярли ўзгармайди. Температура 400°C дан ошганда E , σ_B ва $\sigma_{ок}$ ларнинг кескин пасайиши кузатилади; 600°C да уларнинг қиймати нолга яқинлашади ва пўлатнинг юк кўтариш қобилияти деярли тугайди ва металл ўз-ўзидан чўзила бошлайди.

Юқори температура шароитида иссиққа чидамли махсус пўлатлар ишлатиш керак. Бундай пўлатлар жумласига никелли, хромли, ванадийли ва бошқа легирланган пўлатлар киради. Улар юқори температурада ҳам механик хоссаларини, ташқи юклар таъсирига қаршилик кўрсатиш хусусиятларини сақлаб қолади.

2.3.2. Кучланишлар тўпланганда пўлатнинг ишлаши

Қурилмада пўлатнинг кўндаланг кесими ўзгарган жойда (тешик, ўйиқлар бор ёки йўғонлашган жойда) кучланишлар тўпланади, яъни шу жойда текис кучлар оқими қийшаяди ва кучланиш кесимнинг бошқа нуқталаридаги кучланишларга қараганда бир неча марта катта бўлади (2.9- расм).

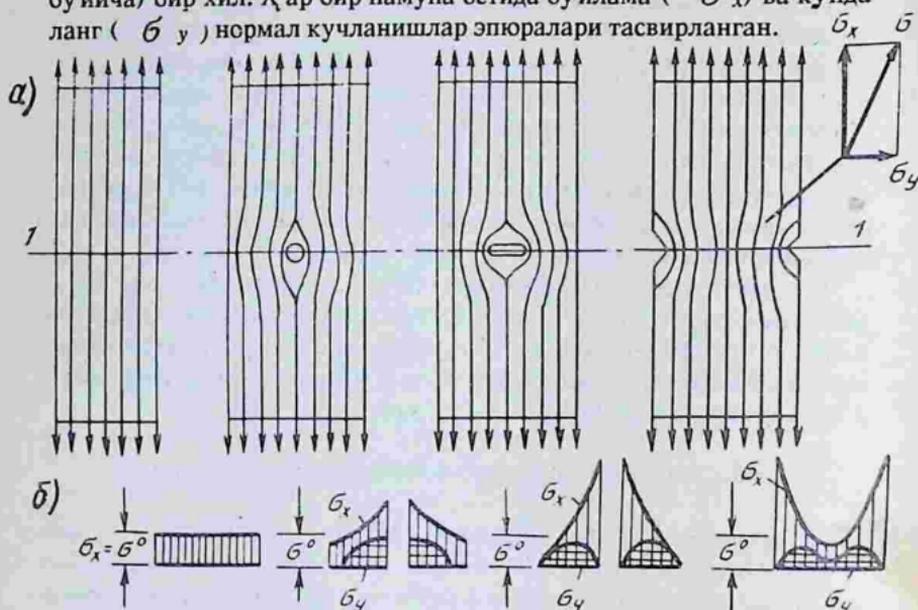
Тешик ёки ўйиқ бор жойдан узоқроқда чўзувчи кучланишлар кесим юзаси бўйича текис тақсимланиб, $\sigma_x = P/A$ формула билан аниқланади.

Масалан, стерженнинг заифлашган жойидаги (тешикдаги) кесимни олсак, тешикка яқин нуқталарда ҳосил бўладиган кучланишларга нисбатан бир неча баравар ортиқ бўлади. Текис кучлар оқимини тўғри йўналишдан оғдиришга сабаб бўладиган омиллар (тешиклар, ўйиқлар, тирналган жойлар ва ҳ.) кучланиш тўплагичлар деб аталади. Тўпланиш жойидаги максимал кучланишнинг нормал кесимдаги кучланишга нисбати кучланишнинг тўпланиш коэффициентини деб аталади.

Тўпланиш коэффициенти доиравий тешиклар ва ярим доиравий ўйиқлар олдида 2...3 га тенг, ўткир учли ўйиқлар олдида эса 9...10 гача етади.

2.9- расмда яхлит кесимли ва доиравий тешикли ўткир ўйиқли намуналарда кучлар оқимини ифодаловчи бош кучланишлар траекто-

риялари тасвирланган. Барча намуналарда кесим юзаси (I — I кесим бўйича) бир хил. Ҳар бир намуна остида бўйлама (σ_x) ва қўнда-ланг (σ_y) нормал кучланишлар эпюралари тасвирланган.



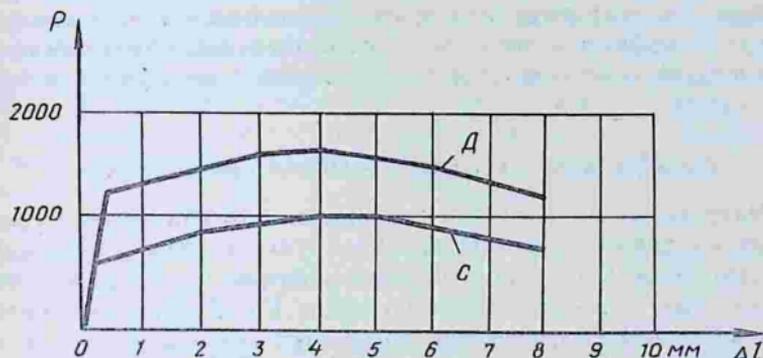
2.9-расм. Пўлатнинг ишлашида кучланишлар тўпламининг таъсири:
 а— кучланишлар траекторияси; б— намуналарнинг ишлашида куч-
 ланишлар тўпламининг ҳосил бўлиш диаграммаси

Эгри чизикли траекториядаги бош кучланишни икки ташкил этув-
 чига ажратиш мумкин, шунинг учун унга доим мураккаб кучланган-
 лик ҳолати тўғри келади. Мураккаб кучланганлик ҳолатида кучла-
 нишлар ишораси бир хил бўлса, оқувчанлик ва мустаҳкамлик чегара-
 си ошади ва нисбий чўзилиш камайиб, материалнинг мўртлиги
 ортади. Кесимни заифлаштирувчи тешик ва ўйиқлар қанча ўткир
 учли бўлса, кучлар оқими чизиклари шунча эгри бўлади ва, демак,
 металлнинг мўртлиги катта бўлиб, қурилма тўсатдан бузилиши мум-
 кин.

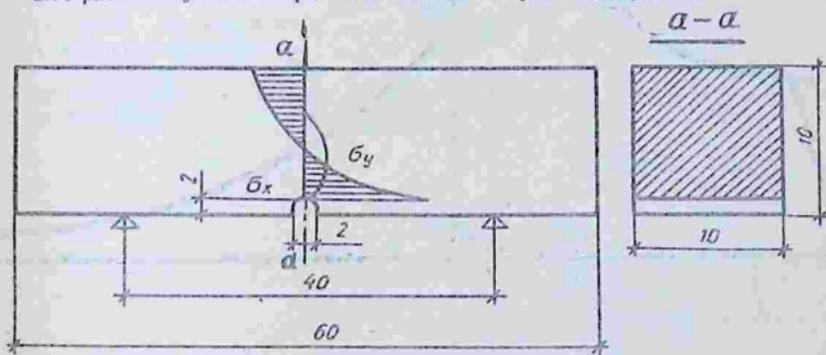
Металл қурилмалар бузилишининг кўп ҳолларида кучланишлар
 тўплами ҳосил бўлиб, пўлат мўрт бўлиб қолган бўлади. Кучланиш-
 лар тўпланган жойдаги кучланишнинг ҳақиқий қийматини ҳисоблаш
 йўли билан аниқлаш жуда қийин, ҳисоблаб топилганда ҳам унинг
 аниқлик даражаси унча юқори бўлмайди.

2.3.3. Зарбий қовушоқлик

Металлнинг мўртликдан бузилишга мойиллиги ва кучланишлар тўпламининг таъсири зарбий қовушоқликка синаш билан аниқланади. Намуна зарб таъсирида ўзгармас (статик) юк таъсиридагига қараганда бирмунча оз деформация билан емирилганидан, тегишли диаграмманинг ординатаси баланд бўлса ҳам ўзгармас юк таъсирида синалаётган намуна диаграммасига қараганда қисқароқ бўлади.



2.10-расм. Пўлатнинг зарбий ва статик юк таъсиридаги диаграммаси



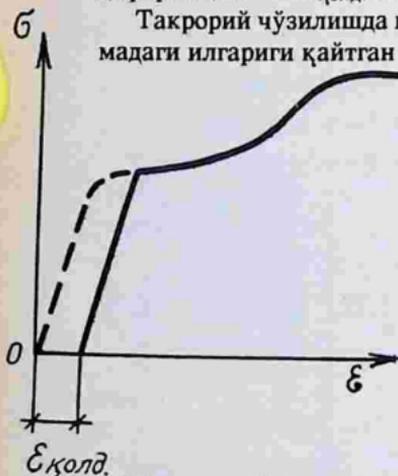
2.11-расм. Зарбий қовушоқликни аниқлаш учун намуна

2.10- расмда юмшоқ пўлатдан ясалган намуна зарбий (D) ва статик юк таъсирига (C) синалгандан ҳосил бўладиган деформация диаграммаси келтирилган. Кўпинча, намуна ўзгармас юк таъсирида синалганда пластиклик хусусиятини намоён қилса, зарб таъсиридан ўзини мўрт материал каби тутати. Шунинг учун ҳам зарб таъсирига дуч келадиган иншоот қисмларига материал танлаганда унинг зарбий қовушоқлигини эътиборга олиш керак. Зарбий қовушоқликни аниқлаш учун зарбга дуч келадиган қурилма материалнинг намунаси олиниб, у чўзувчи, кўпинча, эгувчи зарб таъсирида синдирилади ва унга сарфланган иш миқдори аниқланади. Намунани синдириш учун сарфланган иш T нинг намунанинг синган жойидаги кўндаланг кесим юзаси A га нисбати (T/A) зарбий қовушоқлик дейилади (2.11- расм).

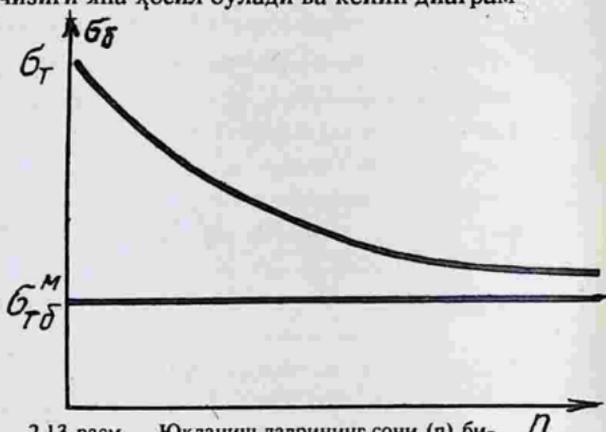
2.3.4. Пўлатнинг такрорий юклар таъсирида ишлаши

Материал эластиклик босқичида ишлаганда унга такрор юк қўйиш унинг ишлашига таъсир кўрсатмайди, чунки эластик деформация қайтар бўлади. Агар пўлатни эластиклик чегарасидан юқорироқ кучланиш бериб чўзсак ва кейин юкни олсак, $\sigma - \varepsilon$ диаграммада эластик иш чизигига параллел чизиқ ҳосил бўлади ва намунада қолдиқ деформация $\varepsilon_{\text{қолд.}}$ пайдо бўлади (2.12- расм).

Такрорий чўзилишда пўлат аввало эластик ишлаб, унинг диаграммадаги илгариги қайтган чизиги яна ҳосил бўлади ва кейин диаграм-



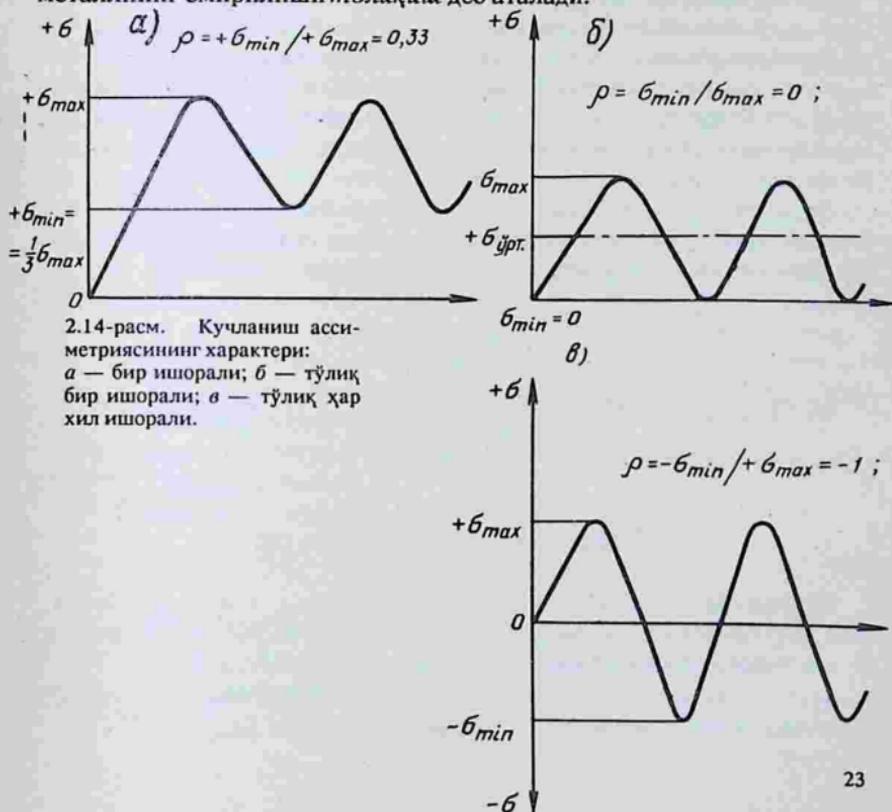
2.12-расм. Пўлатнинг такрорий юк остида ишлаш диаграммаси



2.13-расм. Юкланиш даврининг сони (n) билан бузувчи кучланиш (σ_{δ}) орасидаги муносабат

манинг тўхтаган нуқтасидан давом этади. Олдинги қолдиқ деформация туфайли пўлатда эластикликнинг ортиши “наклёп” дейилади. Наклёп пўлатнинг пластиклигини камайтириб, мўртлигини оширади, шу сабабли қурилишда ишлатиладиган пўлатлар учун бу ҳодиса номақбулдир.

Кўп марта такрорланадиган кучланишлар таъсиридан металл қурилма сиртида дарзлар ҳосил бўлиб, такрорланувчи кучланишларнинг таъсир муддати ошган сари дарзлар тобора чуқурлашади. Деформация ўзгарувчан бўлганлиги туфайли қурилма метали сиртида ҳосил бўлган дарз қирғоқлари олдин ўзаро яқинлашади, кейин эса узоқлашади. Бу жараён жуда кўп марта такрорланганлиги сабабли дарз кетган жой сиртлари бир-бирига ишқаланиб силлиқлашади. Дарз чуқурлашган сари кўндаланг кесимнинг қаршилиқ кўрсатиш қобилияти ҳам озая боради, яъни металл емирилади. Ўзгарувчан юклар таъсирида ҳосил бўладиган дарзнинг чуқурлашиши натижасида металлнинг емирилиши *толиқиш* деб аталади.



2.14-расм. Кучланиш асимметриясининг характери:
 а — бир ишорали; б — тўлиқ бир ишорали; в — тўлиқ ҳар хил ишорали.

Узлуксиз равишда тебранувчи кучланишнинг қиймати маълум чегарадан ўтиши билан металлда толиқиш содир бўлади. Кучланишнинг бу қиймати толиқиш чегараси ёки чидамлилиқ чегараси σ_{ch} деб аталади. Пўлат учун такрорий юк таъсири даврлари сони $n = 2 \cdot 10^6$ га етганда толиқиш вужудга келади.

2.13- расмда бузувчи кучланиш билан даврлар сони n орасидаги муносабатни тасвирловчи график берилган. Чидамлилиқ чегараси даврлар сонидан ташқари давр характериға ҳам боғлиқ. Тебранувчи кучланишларнинг энг юқори қиймати σ_{max} ва кичик қиймати σ_{min} бўлса, $\rho = \sigma_{max}/\sigma_{min}$ нисбат давр характери дейилади (2.14- расм).

Кучланиш тўпланиши мавжуд бўлган жисмларда толиқиш жараёни тезлашади, чидамлилиқ чегараси яхлит кесимли намунага қараганда бирмунча паст бўлади.

Мустақ камлиги оширилган пўлатларнинг чидамлилиқ чегараси Ст 3 маркали пўлатниқига нисбатан юқори бўлсада, кучланишлар тўпланиши мавжуд бўлганда уларнинг чидамлилиқ чегараси Ст 3 маркали пўлатнинг чидамлилиқ чегарасидан паст бўлади. Шунинг учун ўзгарувчан юклар таъсирида ишловчи қурилмаларда юқори мустақкамли пўлатларни ишлатиш ҳамма вақт ҳам мақсадга мувофиқ бўлавермайди.

Толиқиш фақат кўп даврли такрорланувчи кучланишларда содир бўлмай, баъзан кам даврли катта кучланишларда ҳам юзага келади. Бундай толиқиш *кам даврли толиқиш* дейилади.

III. БОБ.

МЕТАЛЛ КОНСТРУКЦИЯЛАР ҲИСОБИНИНГ АСОСЛАРИ

3.1. МЕТАЛЛ ҚУРИЛМАЛАРНИ ЧЕГАРА ҲОЛАТЛАР БУЙИЧА ҲИСОБЛАШ УСУЛИ

Қурилмаларнинг чегара ҳолатлари ҳақида тушунча. Чегара ҳолатлар деганда қурилмаларнинг ишлатилиш жараёнида олдиндан белгиланган талабларга жавоб бермай қолиши тушунилади.

Қурилмаларни статик ва динамик нағрузкалар таъсирига ҳисоблашда қуйидаги чегара ҳолатлар эътиборга олинади:

а) биринчи гуруҳ — қурилманинг юк кўтариш қобилиятини йўқотиши ёки фойдаланишга бутунлай яроқсиз бўлиб қолиши бўйича;

б) иккинчи гуруҳ — иншоотдан нормал фойдаланиш қийинлашиб қолганлиги бўйича.

Биринчи гуруҳ чегара ҳолатларга қуйидагилар киради:

шакл умумий устиворлигининг йўқолиши; вазият устиворлигининг йўқолиши; қурилма металининг толиқиши ёки бошқа бирор характердаги бузилиш; юкларнинг ва ташқи муҳитнинг биргаликдаги ноқулай таъсири натижасида бузилиш; қурилмалардан фойдаланишни тўхтатишга олиб келадиган резонанс тебранишлар; металл материалнинг оқувчанлиги, бирикмалардаги силжишлар, ўз-ўзидан чўзилувчанлик ёки дарзларнинг ҳаддан ташқари очилиши натижасида қурилмадан фойдаланиш мумкин бўлмай қоладиган ҳолатлар.

Иккинчи гуруҳ чегара ҳолатларга қурилмалардан нормал фойдаланишни қийинлаштирадиган ёки йўл қўйиб бўлмайдиган силжишлар, тебранишлар, дарзлар пайдо бўлиши натижасида ишлаш муддатининг камайишига олиб келадиган ҳолатлар киради.

Қурилмаларни чегара ҳолатларга ҳисоблаш иншоотни қуриш ёки ундан фойдаланиш даврининг барча босқичларида чегара ҳолатлардан бирортасининг ҳам вужудга келмаслигини таъминлайди. Бунда материал хусусиятларининг ноқулай ўзгаришлари, юкларнинг ноқулай бирга таъсир этиш эҳтимоли, фойдаланиш шароитлари ва қурилма ишлашининг ўзига хос томонлари ҳисобга олинган бўлади. Бунинг учун қуйидаги тузатма коэффициентлар киритилади: ортиқча юкланиш δ_f (юк бўйича ишончлилик коэффициенти), юкларнинг биргаликда таъсир этиш эҳтимолиги n , материалнинг ишончлилик коэффициенти δ_m , ишлаш шароити коэффициенти δ_c , вазифасига кўра ишончлилик коэффициенти δ_n .

Биринчи гуруҳ чегара ҳолатлари учун чегаравий шарт умумий ҳолда қуйидагича ёзилади:

$$\delta_n Q(q_n, \delta_f, \delta_c) \leq S(R_n, \delta_m, \delta_c), \quad (3.1)$$

бу ерда Q —зўриқиш ёки ташқи юк функцияси; S — юк кўтариш қобилияти функцияси; R_n — пўлатнинг норматив қаршилиги; q_n — ташқи юкнинг норматив қиймати.

Иккинчи гуруҳ чегара ҳолатлари учун чегаравий шарт:

$$f = [f] , \quad (3.2)$$

бу ерда f — қурилманинг силжиши ёки деформацияси, $[f]$ — рухсат этилган энг кўп силжиш ёки деформация.

3.2. ИНШООТГА ТАЪСИР ЭТАДИГАН ЮКЛАР ВА ТАШҚИ ТАЪСИРЛАР

Қурилмага таъсир муддати жиҳатидан юклар ва таъсирлар доимий, муваққат ҳамда махсус бўлади.

Доимий юкларга қурилмаларнинг хусусий оғирлиги, ёпмалар, томлар, деворлар, тупроқнинг босими, олдиндан зўриқтиришнинг таъсири ва шунга ўхшашлар киради. Муваққат юклар ўз навбатида узоқ муддатли ва қисқа муддатлига бўлинади.

Қисқа муддатли муваққат юкларга қор, шамол, синчларга боғланган кранларнинг таъсири, технологик жараёнга боғлиқ бўлган юклар, биноларда одамларнинг таъсири ва бошқалар киради.

Муваққат узоқ муддатли юкларга қўзғалмас ускуналарнинг оғирлиги, сифимлардаги суюқлик ва сочиладиган моддалар оғирлиги, омборлар ёпмаларига тушадиган юклар, узоқ муддат таъсир этадиган температура ва шунга ўхшашлар киради.

Махсус юкларга zilзила ва портлаш таъсирлари, замин чўкиши, технологик жараённинг бузилиши натижасида ҳосил бўладиган таъсир кучлари киради.

Қурилмаларни ҳисоблашда юклар ва таъсирларнинг қийматлари СНиП 2.01.07-85 бўйича олиниши шарт.

Юк ва таъсирлар норматив ва ҳисобий бўлади. Нормал фойдаланиш шароитида назарда тутилган юклар ва таъсирлар норматив деб аталади ва умумий ҳолда F_n деб белгиланади.

Қурилманинг ишлаши жараёнида тасодифий ўзгаришлар сабабли нормал юк ва таъсирларнинг қиймати бир оз бошқача бўлиши мумкин, қурилмани ҳисоблашда асосан уларнинг кўпайиш эҳтимоли ҳисобга олинади. Ана шундай ҳисоб қилинган юк ва таъсирлар ҳисобий дейилади ва F билан белгиланади. Ҳисобий юкнинг қиймати норматив юк қийматини ишончлилик коэффициенти γ_f га кўпайтириш йўли билан аниқланади:

$$F = F_n \cdot \gamma_f \quad (3.3)$$

Юк бўйича ишончилилик коэффициенти нормативларда келтирилган бўлиб, у юкларнинг ўзгарувчанлигини ҳисобга олади. Бу коэффициент иншоотлардан фойдаланиш жараёнида юкларининг ҳақиқий қиймати тўғрисида тўпланган маълумотларга статистик ишлов бериш натижасида келиб чиқади. Масалан, агар қурилма завод шароитида, зичлиги ўзгармас бўлган пўлатдан ясалган бўлса, қурилманинг ҳисобий хусусий оғирлигини аниқлашда $\delta_f = 1,05$ бўлади; қурилма қурилиш майдончаси шароитида тайёрланган бетондан ясалган бўлса, $\delta_f = 1,3$ бўлади. Агар доимий юк иншоотнинг ишлашига қулайлик берса, ортиқча юкланиш коэффициенти бирдан кичик бўлиши ҳам мумкин. Масалан, қурилма ва иншоотларни тўнтарилишдан сақлаб қолиш учун текширганда $\delta_f = 0,9$ бўлади.

Одатда иншоотга бир неча хил юклар биргаликда таъсир этади, лекин ҳамма мавжуд юкларнинг иншоотга бир вақтнинг ўзида таъсир этиш эҳтимоли кам. Шу сабабли бино ва иншоотларни тежамли қилиб лойиҳалаш мақсадида биргаликда таъсир этиш эҳтимоллиги бор юклар иккита гуруҳга ажратилади:

1) Ψ_1 — юкларнинг асосий биргалиги, бунга доимий, муваққат узоқ ва қисқа муддатли юклар киради.

2) Ψ_2 — юкларнинг махсус биргалиги, бунга доимий, узоқ муддатли муваққат, қисқа муддатли муваққат юклар ва битта махсус юк киради.

Қурилмалар юкларнинг бирга келиб қолиш эҳтимоллигининг биринчи гуруҳи бўйича ҳисобланса ва муваққат юклар сони биттадан ортиқ бўлса, узоқ муддатли муваққат юклар қиймати $n_c = 0,95$ га, қисқа муддатли муваққат юклар қиймати $n_c = 0,9$ га кў пайтирилади; иккинчи гуруҳда эса муваққат юкларнинг қиймати мос равишда $n_c = 0,95$ ва $n_c = 0,8$ га кў пайтирилади ҳамда махсус юкнинг миқдори камайтирмай олинади.

3.3. ПЎЛАТНИНГ ЧЕГАРА ҚАРШИЛИГИ

Пўлатнинг чегара қаршилиги деганда қурилманинг юк кўтариш қобилияти йўқоладиган даражадаги кучланишни тушунамиз. Пўлат учун норматив чегара қаршилик сифатида оқувчанлик чегарасидаги кучланиш R_{up} ёки вақтинча қаршилик R_{up} қабул қилинади.

Ҳар турли пўлатлар учун норматив ва ҳисобий қаршилик қийматлари ГОСТ ларда белгиланган ва улар СНиП II-23-81* да кел-

тирилган. Ҳисобий қаршилик норматив қаршиликни материал бўйича ишончлилик коэффициентига бўлиш натижасида келиб чиқади:

$$R_y = \frac{R_{yn}}{\gamma_m} \quad (3.4)$$

$$R_u = \frac{R_{un}}{\gamma_m} \quad (3.5)$$

γ_m — материал бўйича ишончлилик коэффициенти кучланиш таъсирида пўлатнинг механик хусусиятлари ўзгарувчанлигини ҳисобга олади.

Материал бўйича ишончлилик коэффициентлари пўлатларнинг қайси ГОСТ ёки ТУ (техникавий шартлар) га мансублигига қараб $\gamma_m = 1,025 \dots 1,15$ бўлади.

Баъзи ёйилма пўлатлар учун ҳисобий қаршилик қийматлари III.1-жадвалда келтирилган (иловага қ.).

Турлича хил қурилмаларнинг ишлаш шароитлари турлича бўлади. Бу ҳолат қурилманинг ишлаш шароити коэффициенти γ_c ва тайинланиши бўйича ишончлилик коэффициентлари γ_n билан ҳисобга олинади. Кўпчилик қурилмалар учун ишлаш шароити коэффициенти қийматлари СНиП II-23-81* да келтирилган (6-жадвал).

Тайинлаш бўйича ишончлилик коэффициенти иншоотнинг аҳамиятлилиқ даражасини ҳамда у ёки бу чекли вазият бошланиши натижасининг аҳамиятини ҳисобга олади. Масалан, халқ хўжалиги ёки ижтимоий аҳамиятга эга бўлган ўта муҳим бинолар учун $\gamma_n = 1$.

3.4. ҚУРИЛМА ЭЛЕМЕНТЛАРИНИ ҲИСОБЛАШ

Маълумки, пўлатларнинг пластик ҳолатга ўтиши $\sigma - \epsilon$ диаграммада оқувчанлик чегарасидан бошланади. Баъзан қурилмаларнинг фақат эластик соҳадагина эмас, балки оқувчанлик соҳасига ҳам ўтиб ишлашга рухсат этилади ва ҳисоблашда бу омил эътиборга олинади. Пўлатнинг эластик-пластик соҳада ишлашида ҳисоблашни соддалаштириш мақсадида чўзилишнинг ҳақиқий диаграммаси идеаллаштирилган диаграмма билан алмаштирилади (3.1-расм). Диаграммадан кўринадики, маълум бир кучланишгача материал идеал эластик (му-



3.1-расм. Пўлатнинг эластик-пластик ишлашиқ идеаллаштрилган диаграмма

таносиблик чегарасигача), оқувчанлик чегарасидаги кучланишдан бошлаб эса идеал пластик ҳолатда бўлади. Бунда йўл қўйилган “хато” қурилманинг кучланганлик ҳолатига сезиларли таъсир кўрсатмайди.

Асос қилиб олган фаразимизга кўра, бир ўқ бўйича оддий кучланганлик ҳолатида материалнинг пластик ҳолатга ўтиши нормал кучланишнинг оқувчанлик чегарасига эришиши билан бошланади. Бир неча ўқ бўйича кучланганлик ҳолатида эса пластик соҳага ўтиш кучланишлар функциясига боғлиқ. Мустаҳкамликнинг тўртинчи (энергетик) назариясини қўллаган ҳолда келтирилган кучланиш $\sigma_{кр}$ ни аниқлаймиз. Энергетик назарияга кўра, материал пластик ҳолатга ўтаётганда келтирилган кучланиш қуйидагича ифодаланади:

$$\begin{aligned} \sigma_{кр} &= \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 - (\sigma_1\sigma_2 + \sigma_2\sigma_3 + \sigma_3\sigma_1)} = \\ &= \sqrt{1/2[(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2]} = \\ &= \sqrt{2(\tau_{12}^2 + \tau_{23}^2 + \tau_{31}^2)} = \sigma_{0K} \end{aligned} \quad (3.6)$$

ёки

$$\begin{aligned} \sigma_{кр} &= \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + \sigma_z^2 - (\sigma_x\sigma_y + \sigma_y\sigma_z + \sigma_z\sigma_x) + 3(\tau_{xy}^2 + \tau_{yz}^2 + \tau_{zx}^2)} = \\ &= \sigma_{0K} \end{aligned} \quad (3.7)$$

Бундан эгилиш учун $\sigma_x \neq 0$, $\tau_{xy} \neq 0$ пластиклик шarti:

$$\sigma_{кр} = \sqrt{\sigma_x^2 + 3\tau_{xy}^2} = \sigma_{0к} \quad (3.8)$$

оддий силжиш учун

$$\sigma_{кр} = \sqrt{3\tau_{xy}^2} = \sigma_{0к} \quad (3.9)$$

3.4.1. Марказий чўзилган ва сиқилган элементларни ҳисоблаш

Пластик деформацияларни чеклаш мақсадида, чўзилишга ишлайдиган элементлар материалнинг эластик ишлаш чегараси бўйича мустақамлиги қуйидагича аниқланади:

$$\sigma = N/A_n \leq R_y \gamma_c, \quad (3.10)$$

бу ерда N — ҳисобий зўриқиш; A_n — элемент кўндаланг кесимининг нетто юзаси; γ_c — ишлаш шароитига боғлиқ бўлган коэффициент; R_y — элемент материалнинг ҳисобий қаршилиги.

Марказий сиқилган элементлар биринчи гуруҳ чегара вазиятлари бўйича мустақамликка ва устиворликка ҳисобланади. Сиқилаётган стерженлар икки хил шароитда ишлайди. Калта стерженлар юк кўтарувчанликни сиқилиш натижасида ҳосил бўлган кучланишнинг қиймати R_{yn} ёки R_{un} га эришуви натижасида йўқотса, ингичка ва узун стерженлар тўғри чизиқли устивор мувозанат ҳолатидан оғиши натижасида юк кўтарувчанликни йўқотади.

Демак, стерженнинг узунлиги билан кўндаланг кесим юзаси орасидаги муносабат унинг мустақамлик шартларини тамомила ўзгартирар экан.

Марказий сиқилишга ишлайётган калта стерженларда пўлат ўзини марказий чўзилишда ишлагандагидек тутати. Шунинг учун марказий сиқилган калта стерженлар ҳам (3.10) формула бўйича ҳисобланади.

Марказий сиқилишга ишлайдиган ва кўндаланг кесими ўлчамларининг нисбати $b/l < 1/6$ бўлган стерженларнинг устиворлиги қуйидагича аниқланади:

$$\sigma = \frac{N}{\varphi A} \leq R_y \gamma_c \quad (3.10)$$

Бу ерда φ — бўйлама эгилиш коэффициенти бўлиб, эгилувчанлик (λ) га боғлиқ равишда 3.3- жадвалдан олинади.

3.4.2. Эгилишга ишлайдиган элементларни ҳисоблаш

Эгилишга ишлайдиган элементларнинг биринчи гуруҳига тааллуқли чегаравий ҳолат деганда уларнинг юк кўтарувчанликни йўқотиши тушунилади. Бунда элементда қовушоқ бузилиш, устиворликни йўқотиш ҳамда ҳаддан зиёд пластик деформация содир бўлади. Элементларнинг иккинчи гуруҳига мансуб чегаравий ҳолат деганда элементларда катта пластик деформацияларнинг ривожланиши натижасида улардан мўътадил фойдаланиш мумкин эмаслиги тушунилади.

Эгилишга ишлайдиган қурилмалар учун мустаҳкамлик бўйича чегаравий ҳолат уларнинг эластик ишлаш соҳасида мазкур қурилмаларнинг қовушоқ бузилиши билан белгиланади. Шунга мувофиқ, эгилишда бош текисликлардан бири учун қуйидаги шартлар қаноатлантирилиши зарур:

$$\sigma = \frac{M}{W_{n,min}} \leq R_y \gamma_c; \quad \tau = \frac{QS}{Jt} \leq R_s \gamma_c \quad (3.11)$$

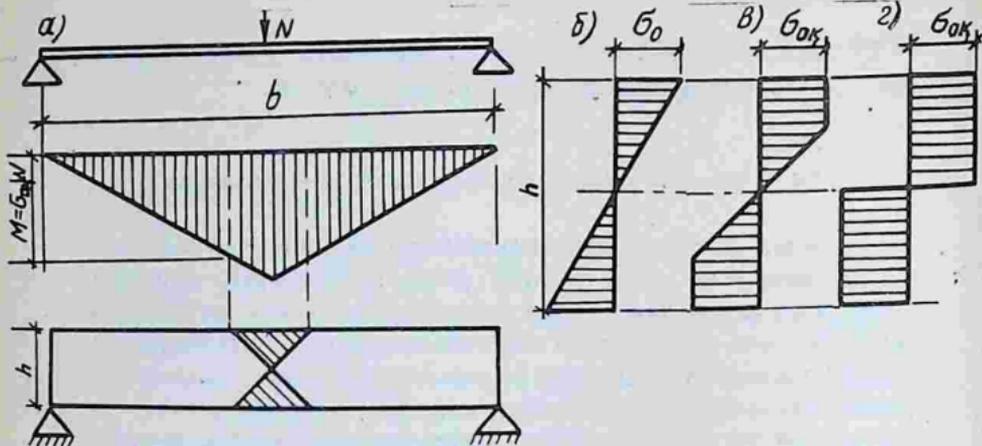
бу ерда M ва Q — мос равишда ҳисобий юклар бўйича аниқланган энг катта эгувчи момент ва кесиб ўтувчи куч; $W_{n,min}$ — заиф кесимнинг энг кичик қаршилик моменти; S — кесимнинг нейтрал ўққа нисбатан силжиган қисмининг статик моменти; t — тўсин деворчасининг қалинлиги; R_s — пўлатнинг қирқилишдаги ҳисобий қаршилиги.

Агар элемент иккала бош текисликлар бўйича эгилса:

$$\sigma = \frac{M_x}{J_{x,n}} \cdot y \pm \frac{M_y}{J_{y,n}} \cdot x \leq R_y \gamma_c, \quad (3.12)$$

бу ерда x ва y — текшириляётган нуқтанинг бош ўқларга нисбатан координаталари; M_x ва M_y , $J_{x,n}$, $J_{y,n}$ — x ва y ўқларга нисбатан эгувчи моментлар ва нетто юза бўйича инерция моментлари.

Умумий ҳамда маҳаллий устиворлиги таъминланган тўсинлар оқувчанлик чегараси 580 МПа гача бўлган пўлатдан ясалган ва статик юклар таъсирида ишлаётган бўлса, пластик деформациянинг ривожланиши натижасида улар юк кўтарувчанликни йўқотади (3.2- расм).



3.2-расм. Эгилаётган тўсин кўндаланг кесимидаги кучланишнинг ривожланиш босқичлари

Юкланишнинг ошиши билан тўсин кесимининг четки толаларидаги кучланиш оқувчанлик чегарасига етади. Юкланишнинг янада оширилиши бу толалардаги кучланишга таъсир кўрсатмайди. Қўшимча юкни қабул қилиш учун тўсиннинг энг зўриққан толалари яқинидаги толаларда ҳам кучланишлар аста-секин σ_0 га тенглаша боради ва пировардида кўндаланг кесимнинг кучланишлар эпюраси тўғри тўртбурчак шаклини олади (3.2- расм, б-г). Бу кесим энг катта эгувчи момент қийматига мос келиб, *пластиклик шарнири* деб аталади. Пластиклик шарнирининг тарқалиш соҳаси r а с м д а штрихлаб кўрсатилган. Элементнинг бундай ҳолатига жавоб берадиган чекли эгувчи момент:

$$M = \sigma_{0k} \int_A y dA = \sigma_{0k} 2S \quad (3.13)$$

бу ерда S — ярим кесимнинг шу кесим оғирлик марказидан ўтдиган ўққа нисбатан статик momenti.

(3.13) формулани одатдаги формула ($M = \sigma W$) билан таққосласак, $W = 2S = W^{пл}$ эканлигини кўрамиз. Бу ерда $W^{пл}$ — пластик қаршилик momenti.

Пластик қаршилик momenti $W^{пл}$ оддий қаршилик momentига нисбатан бироз каттароқ:

$$W^{пл} = C_1 W \quad (3.14)$$

Коэффициент C_1 уринма кучланишга, пўлатнинг қирқилишдаги ҳисобий қаршилиги R_s ва тўсиннинг кўндаланг кесим шаклига боғлиқ равишда аниқланади (бу коэффициентни аниқлаш тартиби СНиП да батафсил келтирилган). Бинобарин, пластик деформациянинг ривожланиши рухсат этилган эгиладиган элементлар учун биринчи чегара ҳолатининг бошланишига йўл қўймайдиган шарт ($\mathcal{T} \leq 0.9 R_s$ ҳолат учун):

$$b = M/C_1 W_{n,min} \leq R_y \chi_c \quad (3.15)$$

Нормативларга биноан, устивор ҳолатни таъминлаш мақсадида маҳкамланган ва статик юк кўтарувчи шарнир-таянчли оддий тўсинлар учун пластик деформациянинг ривожланишини ҳисобга олишимиз мумкин. Ўзгармас кесимли, пайвандлаб уланган улама тўсинларда ҳам умумий ва маҳаллий устиворлик шартлари СНиП нинг 5.20, 5.21, 7.5 ва 7.24 бандларига мувофиқ қаноатлантирилганда пластик деформациянинг ривожланишини ҳисобга олиш керак.

Агар соф эгилиш соҳаси тўсиннинг катта қисмига тарқалган бўлса, (3.15) формулада C_1 нинг ўрнига

$$C_{1m} = 0,5(1 + C_1) \quad \text{ни қўйиш лозим.}$$

Туташ тўсинларда чегара ҳолатда пластиклик шарнирлари ҳосил бўлади деб ҳисобланади, аммо бунда системанинг ўзгармаслиги, яъни пластиклик шарнирларининг ҳосил бўлиши стерженлар системасини механизмга айлантирмаслик шarti қаноатлантирилиши зарур.

Юқорида келтирилган барча ҳисоблашларимиз қурилмага фақат эгувчи момент таъсир этган ҳол учун бажарилган. Бир вақтнинг ўзида ҳам эгувчи момент, ҳам кесиб ўтувчи куч таъсир этган ҳолни текширайлик.

Эгилаётган тўсинда бир вақтнинг ўзида нормал ва уринма кучланишлар таъсир этганда тўсиннинг пластик ҳолатга ўтиши 3.4.1- § да кўрсатилгандек, келтирилган кучланиш орқали ифодаланади.

Аммо, оқувчанлик бошлангунга қадар, эгилаётган тўсинга ҳали қўшимча юк қўйиш мумкин. Катта уринма кучланишлар ($\mathcal{T} > 0,5 R_s$) таъсир этганда, оқувчанлик фақат нормал кучланишлар таъсир этган ҳолдагига қараганда тезроқ тарқала бошлайди. Бинобарин, уринма кучланишлар ошганда нормал кучланишлар камайиши керак, чунки

келтирилган кучланиш ҳисобий қаршиликдан ошмаслиги шарт. Б ва τ кучланишларни келтириб чиқарувчи зўриқишлар M ва Q ўртасидаги муносабатлар аниқ белгиланмаган. Бироқ маълумки, кесиб ўтувчи куч ҳам мавжуд бўлган ҳолда чегаравий эгувчи момент M^Q соф эгилишдаги чегаравий эгувчи моментдан кичик, яъни $S = M^Q / M^0 < 1$. Бу қонуният кесиб ўтувчи кучга ҳам тааллуқли, яъни $t = Q^M / Q^0 < 1$. Демак, M ва Q бир вақтнинг ўзида таъсир этганда пластиклик шарнири пайдо бўлиши шарти туфайли қандайдир S ва t параметрларни координаталар деб қараб, пластик соҳани эластик соҳадан ажратадиган қандайдир эгри чизиқни тасвирлаш мумкин бўлади. Б.М. Броуденинг тадқиқотлари асосида келтириб чиқарилган эгри чизиқ қуйидаги тенглама билан тасвирланган:

$$S^2 + t^2 - a S^2 t^2 = 1, \quad (3.16)$$

бу ерда a — қўштаврли кесимлар учун тааллуқли коэффициент ($a = 0,8, -0,9$).

$M^Q = \mathcal{B}W$ деб қабул қилиб ва кесиб ўтувчи кучни асосан тўсин деворчаси қабул қилади десак, қўштаврли тўсинлар учун:

$$S = M^Q / M^0 = \mathcal{B}W / \mathcal{B}_0 W^0 = 0,896 / \mathcal{B}_0 ;$$

$$t = Q^M / Q^0 = \frac{\tau \cdot A_w}{\mathcal{B}_0 / \sqrt{3} \cdot A_w} = \tau \sqrt{3} / \mathcal{B}_0 ;$$

бу ерда $\tau = Q / h_w t_w$ — тўсин деворчасидаги ўртача уринма кучланиш; $\mathcal{B} = M / W$ — кўндаланг кесимдаги нормал кучланиш.

Бу қийматларни (3.16) тенгламага қўйиб ва $\mathcal{B}_0 = R_y$ эканлигини ҳисобга олиб, пластик момент ҳосил бўлиш вақти учун чегаравий келтирилган кучланиш қийматини аниқлаймиз:

$$\mathcal{B}_{хр} = \sqrt{0,756^2 + 3\tau^2(1 - 0,5 \frac{\mathcal{B}^2}{R_y^2})} \leq R_y \quad (3.17)$$

Нормал кучланиш \mathcal{B}_x ва \mathcal{B}_y икки йўналишда уринма кучланиш билан биргаликда таъсир этса, у ҳолда келтирилган кучланиш СНИП II-23-81* га мувофиқ қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$\sigma_{кр} = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x \sigma_y + 3\tau_{xy}^2} \leq 1,15 R_y \gamma_c ; \quad (3.18)$$

(3.18) ифода бажарилиши учун нормал ва уринма кучланишлар қиймати ўзларининг ҳисобий қаршилиги қийматларидан ошмасликлари керак, яъни

$$\sigma_x \leq R_y ; \quad \sigma_y \leq R_y ; \quad \tau_{xy} \leq 0,58 R_y ;$$

Аввал таъкидланганидек, иккинчи чегаравий ҳолат бўйича текширишдан мақсад қурилмадан мўътадил фойдаланишга имконият бермайдиган эластик деформациялар пайдо бўлишининг олдини олишдир. Бошқача айтганда, норматив юклар таъсирида вужудга келадиган солқилик жоиз солқиликдан ошмаслиги лозим.

$$f = [f] ; \quad (3.19)$$

бу ерда $[f]$ — жоиз солқилик бўлиб, унинг қиймати СНиП да берилган.

3.4.3. Марказий қўйилмаган чўзувчи ва сиқувчи кучлар таъсири

Марказий бўлмаган куч таъсирида чўзилган ва сиқилган калта элементларнинг чегара ҳолати уларнинг мустақкамлиги, яъни юк қўтарувчанлиги ёки пластик деформациясининг ривожланиши билан белгиланади.

Марказий бўлмаган куч таъсирида сиқилган узун элементларнинг чегаравий ҳолати эса уларнинг устиворлиги йўқолиши билан белгиланади. Металл қурилмаларнинг устиворлиги масаласига алоҳида параграф ажратилганлиги туфайли, бу ерда марказий бўлмаган куч таъсирида чўзилган ва сиқилган элементларни мустақкамликка ҳисоблаш билангина танишамиз.

Марказий бўлмаган куч таъсирида чўзилган ва сиқилган элементларнинг мустақкамлик бўйича чегаравий ҳолатлари, уларга динамик юк таъсир этмаганда ва улар оқувчанлик чегараси 580 МПа гача бўлган пўлатдан ясалганда, қуйидаги формула бўйича текширилади:

$$\left(\frac{N}{A_n R_y \gamma_c} \right)^n + \frac{M_x}{C_x W_{x\eta, \min} R_y \gamma_c} + \frac{M_y}{C_y W_{y\eta, \min} R_y \gamma_c} \leq 1 \quad (3.20)$$

бу ерда n, C_x, C_y — лар пўлатнинг пластиклик соҳасида ишлашни ҳисобга оладиган, элементнинг кўндаланг кесими шаклига боғлиқ бўлган эмпирик коэффициентлар (3.2- жадвал); N, M_x, M_y — мос равишда бўйлама куч ва моментларнинг абсолют қийматлари; A_n — элементнинг нетто кўндаланг кесим юзаси; $W_{xn, min}, W_{yn, min}$ — мос равишда x ва y ўқларига нисбатан минимал, нетто қаршилиқ моментлари.

(3.20) ифода пўлатнинг пластик соҳага ўтиб ишлашига имконият беради. Аммо, бундай ишлаш бир қатор шартлар билан чегараланган. Бу шартлар бажарилмайдиган бошқа барча ҳолларда мустақкамлик қуйидаги формула билан текширилади:

$$\sigma = N/A_n \pm M_{xy}/J_{xn} \pm M_{yx}/J_{yn} \leq R_y \gamma_c . \quad (3.21)$$

бу ерда J_{xn}, J_{yn} — мос равишда x ва y ўқларига нисбатан инерция моментлари; x ва y — мос равишда элемент кўндаланг кесимининг оғирлик марказидан ўтайдиган ўқ координатасининг бошидан элементнинг қиррасигача бўлган масофалар.

3.4.4. Буралишга ишлайдиган элементларни ҳисоблаш

Аксарият қурилма элементлари бошқа кучланганлик ҳолатлари (эгилиш, сиқилиш, чўзилиш) билан бир қаторда буралиши ҳам мумкин. Буралиш соф ҳолда камдан-кам учрайди, асосан, иккиламчи омил сифатида юзага келади, яъни эгилишга ишлайдиган элементларда куч кесим марказига нисбатан эксцентриситет билан қўйилиши натижасида қўшимча кучланганлик — буралиш пайдо бўлади. Буралиш ҳодисаси машинасозлик қурилмаларида кўп учрайди.

Буралишга ишлаётган элементнинг кесимидаги кучланиш ва деформация унинг кўндаланг кесимига боғлиқ. Материаллар қаршилиги фанидан маълумки, буралишга яхши ишлайдиган стержень — доиравий кесимли стержендир. Бундай кесимдаги буралиш соф ҳолда бўлиб, ясси кесимлар гепотезасига асосан юзага келади, яъни деформациягача ясси текислик бўлган иккита қўшни кесим деформациядан

кейин ҳам яссилигини ва элемент ўқига перпендикулярлигини сақлаб қолиб, бир-бирига нисбатан буралади, холос. Бу ҳол учун энг катта (максимал) уринма кучланиш:

$$\tau_{max} = \frac{M_{бур}}{W_K} = \frac{M_{бур} \cdot r}{J_K} \leq R_S \quad (3.22)$$

бу ерда $M_{бур}$ — буровчи момент; $W_K \approx 0,2d^3$ ва $J_K \approx 0,1d^4$ қутбли қаршилиқ ва инерция моментлари; r ва d — доиравий элемент кўндаланг кесимининг радиуси ва диаметри.

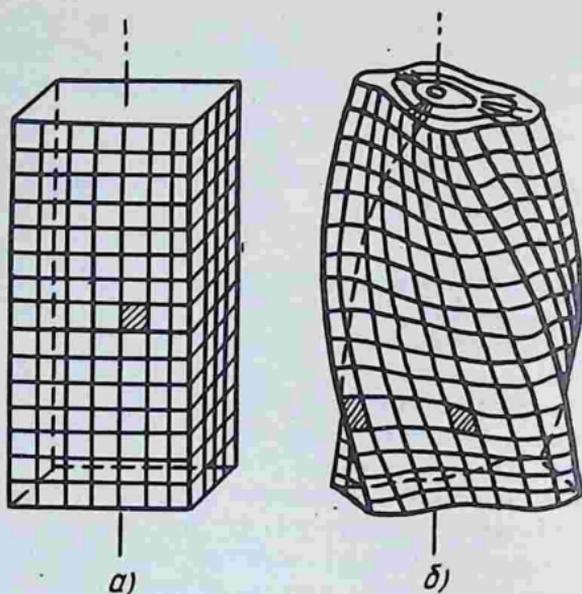
Инженерлик иншоотлари элементларининг кўпчилиги доиравий бўлмаган кесимлар (юпқа деворли ёйма профиллар)дан иборат. Бундай стерженлар буралганда уларнинг кўндаланг кесимлари текислигича қолмайди, балки қийшаяди. Натижада кучланиш мазкур кесим юзаси бўйлаб мураккаб қонун асосида тарқалади. Кўндаланг кесими тўғри тўртбурчакдан иборат элемент мисолида кўрсатилганидек, мазкур кесимнинг нуқталари текисликдан чиқади (баъзилари ичкарига, бошқалари ташқарига), бошқача айтганда, кесим депланацияга (қийшайишга) учрайди (3.3- расм).

Қўшимча боғланишдан озод бўлган элементнинг буралиши натижасида унинг кўндаланг кесимида фақат уринма кучланиш пайдо бўлиб, нормал кучланиш нолга тенг бўлади. Бундай буралиш эркин буралиш дейилади (3.4- расм). Қурилмаларнинг бундай элементлари кесимидаги максимал уринма кучланиш (3.22) формула бўйича аниқланади. Бунда қутбли инерция моменти қуйидагича топилади:

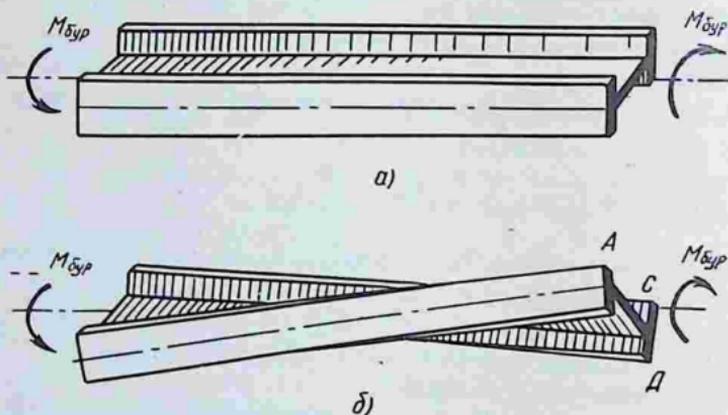
$$J_K = \alpha (J_{K1} + J_{K2} + \dots + J_{Kn}) = \alpha \sum_{i=1}^n J_{Ki} \quad (3.23)$$

бу ерда α — кўндаланг кесимнинг (профилларнинг) турига боғлиқ бўлган коэффициент (масалан, қўштавр учун $\alpha = 1,3$; швеллер учун $\alpha = 1,12$; бурчаклик учун $\alpha = 1,0$); J_{Ki} — элементлар учун кесимнинг қутбли инерция моменти (ҳар қандай мураккаб кесим элементар кесимларга бўлинади).

Агар доиравий бўлмаган стерженнинг ҳеч бўлмаганда битта кесимининг эркин қийшайишига бирор сабабга кўра имконият берилмаса, буралиш эркин бўлмай қолади, яъни элементнинг кўндаланг кесимларида нормал кучланишлар ҳам пайдо бўлади. Бундай кучланганлик

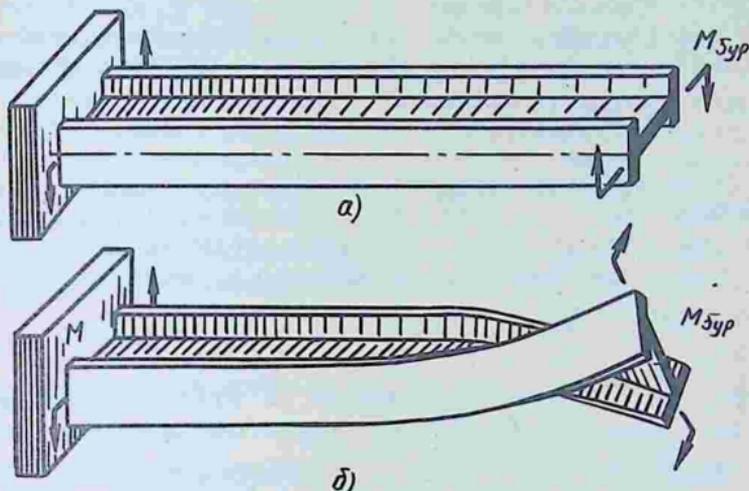


3.3-расм. Деplanation ҳодисаси:
 а — тинч ҳолатдаги кўриниш; б — буралишдан кейинги ҳолат.



3.4-расм. Эркин буралиш ҳодисаси:
 а — тинч ҳолатдаги кўриниш; б — буралишдан кейинги кўриниш

ҳолати эркин бўлмаган буралиш дейилади. Масалан, қўштак кесими элементнинг тоқчалари қўшимча яна эгилаётганлигини кўриш мумкин (3.5- расм). Шунинг учун бундай буралиш баъзан, эгилма буралиш деб ҳам юритилади.



3.5-расм. Эркин бўлмаган буралиш (эгилма буралиш):
 а — буралишдан олдинги кўриниш; б — буралишдан кейинги кўриниш

Эркин бўлмаган ҳолда буралаётган элементнинг ҳисоби анча мураккаб бўлиб, эластиклик назарияси курсида батафсил изоҳланган.

3.5. МЕТАЛЛ ҚУРИЛМАЛАР ЭЛЕМЕНТЛАРИНИНГ УСТИВОРЛИГИ

Биз шу пайтгача пўлат элементларни турлича юкланган ҳолларда ҳисоблаш усуллари билан танишдик ва уларнинг кўндаланг кесим ўлчамларини (юзасини) мустаҳкамлик шартлари орқали текширдик. Аммо призмасимон стерженлар, эгри стерженлар, шунингдек цилиндрсимон ёки айланиш сирти кўринишидаги идишлар фақат мустаҳкамлик шarti бузилгандагина ишдан чиқмай, балки уларнинг муайян шакли ўзгарганда ҳам ишдан чиқади. Бу ҳолда элемент мувозанатини йўқотиб, ундаги кучланиш ҳолатининг характери ҳам

ўзгаради. Қурилма шаклини мувозанат ҳолатидан чиқарадиган кучлар критик кучлар, кучланишлар эса критик кучланишлар деб аталади ($N_{кр}$, $M_{кр}$, $\sigma_{кр}$).

Устиворлик масаласи металл қурилмаларни ҳисоблаш ва лойиҳалашда катта аҳамиятга эга.

Металл қурилмалардаги критик зўриқишларни тўғри ҳисобга олмастик бино ва иншоотларнинг бузилишига олиб келиши мумкин.

3.5.1. Марказий сиқилган элементларнинг устиворлиги

Аввал айтилганидек, узун стерженларнинг чегара ҳолати устиворлик билан белгиланади. Стерженнинг геометрик ўқи бўйича қўйилган сиқувчи куч таъсиридаги стержен ишини кўриб чиқайлик. Бундай юкланган стерженнинг мустаҳкамлик шarti қўйидагича ёзилади:



$$\sigma = N/A \leq R_y \gamma_c$$

Бу шарт ёзилганда σ кучланишнинг қиймати $R_y \gamma_c$ га эришгунга қадар стержен фақат ўқ бўйлаб сиқилишга ишлайди, деб фараз қилган эдик. Аммо ингичка стерженлар учун бундай фараз қилиш тўғри натижалар бермайди, чунки ингичка стерженлар тўғри чизикли ҳолатини сақлаб тура олмайди, улар тасодифий сабаблар оқибатида бирор томонга эгилади. Бунинг натижасида сиқувчи N куч эгувчи момент ҳосил қилади. Сиқувчи кучдан ҳосил бўладиган кучланишга эгилишдан ҳосил бўладиган кучланиш қўшилади. Бу кучланишнинг биргаликда таъсир этиши натижасида стержень устивор мувозанатини йўқотади.

Бир учи қистириб тиралган ингичка стержень иккинчи томондан ўқи бўйлаб йўналган аста-секин ортиб боровчи сиқувчи куч таъсирида бўлсин (3.6- расм).

Сиқувчи куч етарли даражада кичик қийматда бўлганда стержень ўзининг тўғри чизикли шаклини сақлайди. N кучнинг бундай қийматларида стерженга қисқа муддат ичида кўндаланг куч билан таъсир қилинган, яъни кўндаланг йўналишда туртки берилганда ҳам, у бирмунча вақт тебра-

3.6-расм.
Марказий
сиқилаётган
элементдаги
критик куч

ниб, яна ўзининг олдинги тўғри чизиқ шаклидаги мувозанат ҳолатига қайтади. N кучнинг миқдори катталашган сари стерженнинг, туртки натижасида ҳосил бўладиган тебранишлардан ўзининг олдинги мувозант ҳолатига қайтиши қийинлаша боради. Кучнинг қиймати маълум даражага етганда стержень тўғри чизиқли мувозанат ҳолатига қайтмасдан эгилганича қолади. N кучнинг бу қийматида стерженни олдинги тўғри чизиқли ҳолатига қайтариб бўлмайди.

Сиқувчи N кучнинг мазкур қиймати критик қиймат ёки критик куч ($N_{кр}$) дейилади. Критик куч ($N_{кр}$) стерженнинг кўндаланг кесимида критик кучланиш ($\sigma_{кр}$) ни ҳосил қилади. Ушбу критик кучланишнинг қиймати оқувчанлик чегарасидаги кучланиш ($\sigma_{ок}$) га нисбатан анча кичик.

Эластик соҳада ишлайдиган стерженлар учун критик кучланишни Л. Эйлер қуйидагича ифодалашни тавсия қилган:

$$\sigma_{кр} = \pi^2 E / \lambda_{max}^2, \quad \lambda_{max} = \mu l / i_{xy} \quad (3.25)$$

бу ерда E — эластиклик модули; λ_{max} — энг катта эгилувчанлик; μl — элементнинг келтирилган узунлиги; μ — элемент узунлигини келтириш коэффициенти, бу коэффициент стержень учларининг боғланиш шартларига боғлиқ.

$$i_{x,y} = \sqrt{J_{x,y} / A}$$

$J_{x,y}$ — кесимнинг x ва y ўқларига нисбатан инерция моменти; A — кўндаланг кесимнинг брутто юзаси.

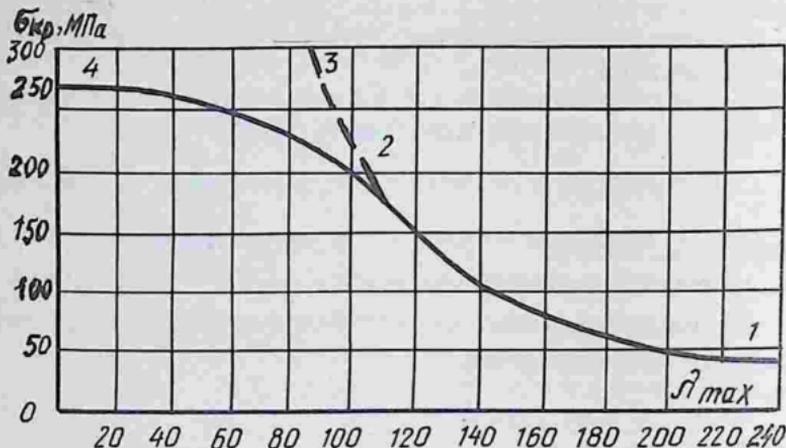
Критик кучланиш ($\sigma_{кр}$) ни аниқловчи (3.25) формуланинг суратидаги ифода ўзгармасдир, чунки E пропорционаллик чегарасигача ўзгармайди. Тўғри бурчакли координатлар системасини олиб, абсцисса ўқи бўйлаб эгилувчанлик (λ_{max}) ни, ордината ўқи бўйлаб критик кучланиш ($\sigma_{кр}$) ни қўйсақ, (3.25) тенглама гипербола чизигини ифодалайди (3.7- расмдаги 1-2-3 чизиқлар). Бу чизиқ Эйлер гиперболаси дейилади.

Амалда, эгилувчанлиги 40...100 чегарада ўзгарадиган конструкция элементлари кўп учрайди. Бу чегарада ҳосил бўладиган критик кучланишнинг қиймати пропорционаллик чегарасига тегишли кучланиш-

дан катта бўлиб, проф. Ф.Ясинский таклиф қилган формула бўйича қуйидагича аниқланади.

$$B_{кр} = \frac{\pi^2 T}{\lambda_{max}^2}, \quad (3.26)$$

бу ерда T — келтирилган эластиклик модули. 3.7- расмда (3.26) формула бўйича ҳосил қилинган (2—4) эгри чизиқ тасвирланган бўлиб, улар Ясинский чизиғи деб аталади.



3.7-расм. Марказий сиқилаётган стерженнинг кўндаланг кесимидаги критик кучланиш диаграммаси: 1-2-3 — чизиқлар Эйлер гиперболаси чизиғи; 2-4 — Ясинский чизиғи

Амалда, сиқилишга ишлайдиган стерженларнинг устиворлик бўйича ҳисоби мустаҳкамлик бўйича ҳисоблаш усулига ўхшайди, бунда фақат ҳисоблаш формуласига φ коэффициент киритилади. Бу коэффициент бўйлама эгилиш коэффициенти деб аталади ва қуйидагича ифодаланади:

$$\varphi = \frac{B_{кр}}{K \cdot R_y} \quad (3.27)$$

Бу ерда K — қурилманинг устиворлигини пасайтирадиган сабабларни ҳисобга оладиган хавфсизлик коэффициенти ($K = 1, 4$).

Коэффициент φ нинг қийматлари эгилувчанликни ҳисобга олган ҳолда иловада берилган (3.3- жадвал).

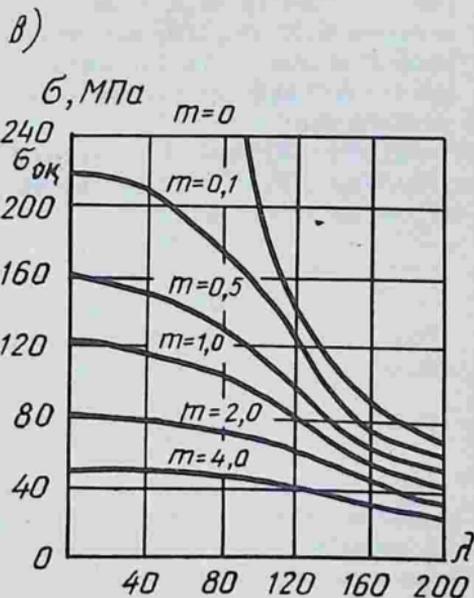
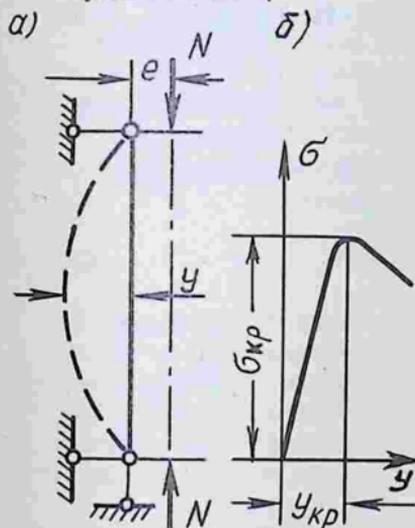
Шундай қилиб, марказий сиқилган стерженларнинг устиворлиги қуйидаги формула бўйича текширилади:

$$\sigma = N / \varphi A \leq R_y \chi_c, \quad (3.28)$$

бу ерда χ_c — элементнинг ишлаш шароитини ҳисобга олувчи коэффициент (СНиП II-23-81* бўйича олинади).

3.8-расм. Номарказий сиқилган стерженларнинг ишлаши:

a — бўйлама эгилиш;
b — кучланиш билан солқилик орасидаги муносабат; *v* — критик кучланишнинг нисбий эксцентриситет ва эги-лувчанликка боғлиқлиги



3.5.2. Марказий бўлмаган куч таъсирида сиқиладиган стерженнинг устиворлиги

Стерженга таъсир этаётган куч стержень кўндаланг кесимининг оғирлик маркази бўйича таъсир этмаслиги натижасида унинг кесимида бўйлама зўриқишдан ташқари, Ne га тенг бўлган (e — эксцентри-

ситет) эгувчи момент ҳам пайдо бўлади (3.8- расм, а). Бинобарин, бу ҳол учун устиворликнинг йўқолишига олиб келадиган критик куч $N_{кр}$ нинг қиймати марказий сиқилишда ишлайдиган стерженга таъсир этадиган бўйлама кучга нисбатан кичик бўлади, чунки бунда устиворликнинг йўқолишига эгувчи момент ҳам кўмаклашади. Эгувчи моментнинг мавжудлиги номарказий сиқилган стерженнинг марказий сиқилган стерженга нисбатан ишлаш хусусиятини ўзгартиради.

Бўйлама куч миқдори ошган сари стерженнинг узунасига пайдо бўлган кўндаланг солқилиги оша боради, кесимда пластик деформациялар ривожлана боради. Ошиб борувчи эгувчи момент таъсирини инobatга олиб, кучланишлар мувозанатини сақлаш талаб қилинса, у ҳолда бўйлама сиқувчи кучнинг миқдорини камайтириш керак. Критик кучланишлар билан солқилик орасидаги муносабат 3.8- расм, б да тасвирланган.

Марказий бўлмаган куч таъсирида сиқиладиган элементнинг кўндаланг кесимидаги максимал нормал кучланиш қуйидаги формула бўйича аниқланилади:

$$\sigma_{max} = \frac{N}{A} + \frac{N \cdot e}{W_c} \quad (3.29)$$

$W_c = A \cdot \rho$ ва $\rho = e/m$ эканлигини ҳисобга олсак (ρ — кесим ядроси радиуси; m — нисбий эксцентриситет):

$$\sigma_{max} = \frac{N}{A} (1 + m) \quad (3.30)$$

Нисбий эксцентриситет (m) эгувчи моментнинг таъсирини акс эттирганлиги туфайли марказий бўлмаган куч таъсирида сиқилган стерженларнинг критик кучланиши ҳам марказий сиқилган стерженлар учун ифодаланганидек стерженнинг эгиловчанлиги λ га боғлиқ. Уни график тарзда тасвирлаш мумкин (3.8- расм, в). Бунда эгри чизиклар сони кўп бўлиб, ҳар бир эгри чизик m нинг муайян қийматига мос келади.

Ҳисоблаш ишларини соддалаштириш учун (3.30) тенгламадаги $(1 + m)$ ни $1/\varphi_e$ га алмаштириб, марказий бўлмаган куч таъсирида сиқилган стерженларнинг устиворлигини қуйидаги ифода билан аниқлаймиз:

$$\sigma = N/\varphi_e \cdot A \leq R_y \gamma_c \quad (3.31)$$

бу ерда N — бўйлама куч.

φ_e — коэффициент стерженнинг шартли эгилювчанлиги

$$\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{R_y/E}$$

ва келтирилган нисбий эксцентриситет $m_{ef} = \gamma \cdot m$ га боғлиқ равишда жадваллар бўйича аниқланади (3.4- жадвал, 3.5- жадваллар илова-си).

γ — пластик деформациялар ривожланганда стержень кўндаланг кесими шаклининг таъсирини ҳисобга оладиган коэффициент (3.6- жадвалдан олинади). $m = eA/W_c$ нисбий эксцентриситет (бу ерда W_c — энг кўп сиқилган толалар учун кесимнинг қаршилиқ моменти).

Момент таъсир этаётган текисликка перпендикуляр бўлган текисликка нисбатан стерженнинг устиворлиги марказий сиқилган стерженники каби бўлиши керак эди. Аммо, момент таъсир этадиган текисликда пластик деформациянинг ривожланиши натижасида момент таъсир этмайдиган текислик бўйича кесимнинг эластик соҳада ишлайдиган қисми камаяди. Натижада, стержень бу текислик бўйича ўз устиворлигини муддатидан олдин йўқотиши мумкин. Шу сабабли марказий бўлмаган куч таъсирида сиқилган стерженларнинг устиворлиги момент таъсир этадиган текисликка тик бўлган текислик бўйича ҳам текширилиб кўрилиши лозим:

$$\sigma = \frac{N}{C \varphi_y A} \leq R_y \gamma_c \quad (3.32)$$

бу ерда φ_y — момент таъсир этмайдиган ўққа нисбатан бўйлама эгилиш коэффициенти бўлиб, марказий сиқилган стерженлардаги каби аниқланади; C — кесимнинг шаклига эгилювчанликка ва нисбий эксцентриситетга боғлиқ бўлган коэффициент.

3.5.3. Эгиладиган элементларнинг устиворлиги

Характер жиҳатидан, эгиладиган элементлар устиворлигининг йўқолиши марказий сиқилган элементларникига ўхшайди. Дастлаб элементнинг ўз текислигида эгилиш содир бўлади, юк критик қийматга етганда тўсин қийшайиб буралади ва устиворлигини йўқотади.

Марказий сиқилган ҳол учун критик бўйлама куч $N_{кр}$ ни аниқлаганимиздек, эгилиш учун ҳам тўсин кесимининг геометрик характеристикалари ва узунлигига боғлиқ равишда критик эгувчи момент $M_{кр}$ ни аниқлашимиз мумкин:

$$M_{кр} = \frac{\beta \gamma \sqrt{E J_y G J_{\delta y p} (1 + \frac{\pi^2}{\alpha})}}{l_{ef}} \quad (3.33)$$

бу ерда $E J_y$ — тўсиннинг юк таъсир этаётган текисликка тик бўлган текислик бўйича бикрлиги; $G J_{\delta y p}$ — буралиш бикрлиги; α — буралишнинг эркинмаслигини ҳисобга оладиган коэффициент;

$$\alpha = 1,54 \left(l_{ef} / h \right)^2 \frac{J_{\delta y p}}{J_y}$$

Соф буралишдаги инерция momenti (қўштаврли кесим учун):

$$J_{\delta y p} = \gamma \frac{\sum t \cdot b}{3},$$

бу ерда γ — кўндаланг кесимнинг шаклига боғлиқ бўлган коэффициент (қўштавр учун $\gamma = 1,3$); t — пластинанинг қалинлиги; b — пластинанинг эни; β — юкни тўсиннинг узунлиги бўйлаб ўрнатишга боғлиқ бўлган коэффициент; γ — тўсиннинг таянчларга маҳкамланишига, қуйи ва юқори токчаларда юкнинг ўрнатилишига боғлиқ бўлган коэффициент; l_{ef} — сиқилган токчанинг боғламлари орасидаги масофаси.

Эгиладиган элементлар устиворлигининг йўқолишида кучланишни камайтириш коэффициенти (φ_b) тушунчасини киритсак, эгиладиган элемент устиворлиги формуласини қуйидагича ёзиш мумкин:

$$\sigma = M / \varphi_b W_c \leq R_y \gamma_c \quad (3.34)$$

бу ерда φ_b — тўсиннинг геометрик характеристикаларига ва юкнинг ўрнатилиш ўрнига боғлиқ коэффициент бўлиб, жадваллар бўйича аниқланади.

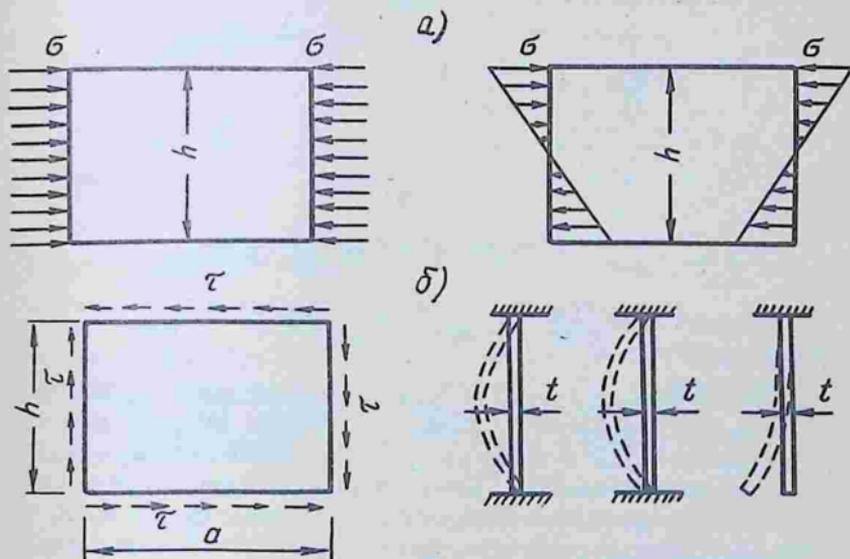
3.5.4. Металл қурилмалар элементларининг маҳаллий устиворлиги

Металл қурилмалар элементлари, одатда, юпқа деворчали бўлиб, уларнинг кесими ўзаро бириккан бир нечта юпқа деворли тасма ва пластиналардан ташкил топган. Шу тасма ва пластиналарда ташқи юк таъсирида кучланишлар ўзининг критик қийматига етганда мазкур элементлар эгилиб, маҳаллий устиворлигини йўқотиши мумкин.

Агар қурилма элементида маҳаллий устиворликнинг йўқолиши содир бўлса, унинг қавариб чиққан қисми ишдан чиқади ва элементнинг ҳисобий кўндаланг кесими кичраяди.

Қурилма элементларини мустаҳкамлик ва устиворлик бўйича ҳисоблашда ҳисобий кесим юзаси қатнашади. Шу сабабли, элементнинг маҳаллий устиворлиги доимо таъминланган бўлиши учун кўндаланг кесим шикастланмаслиги, яъни эгилмаслиги шарт.

Устиворликни таъминлаб турувчи айрим пластиналардаги критик кучланиш пластинанинг ўлчамларига, кучланганлик ҳолатига ва пластина қирраларининг маҳкамланиш турига боғлиқ (3.9- расм).



3.9-расм. Пластиналардаги критик кучланиш

Агар ташқи юк таъсирида пластина кесимида фақат (σ) нормал кучланишлар пайдо бўлса, шу пластиналар учун критик кучланишлар ($\sigma_{кр}$) нинг қиймати аниқланиб, уларни ўзаро таққослаш йўли билан элементнинг маҳаллий устиворлиги ҳақида бирор фикр билдириш мумкин. Одатда, маҳаллий устиворликни таъминлаш шартини қуйидагича ёзилади:

$$\sigma \leq \sigma_{кр} \quad \text{ёки} \quad \sigma/\sigma_{кр} \leq 1 \quad (3.35)$$

Агар пластинада фақат уринма кучланишларгина мавжуд бўлса, унинг маҳаллий устиворлик шартини қуйидагича ифодаланади:

$$\tau \leq \tau_{кр} \quad \text{ёки} \quad \tau/\tau_{кр} \leq 1 \quad (3.36)$$

Бир вақтнинг ўзида пластина кесимида уринма ва нормал кучланишлар ҳосил бўлса, устиворлик шартини:

$$\sqrt{(\sigma/\sigma_{кр})^2 + (\tau/\tau_{кр})^2} \leq 1 \quad (3.37)$$

IV Б О Б

СОРТАМЕНТ

4.1. СОРТАМЕНТ ПРОФИЛЛАРИНИНГ ХАРАКТЕРИСТИКАЛАРИ

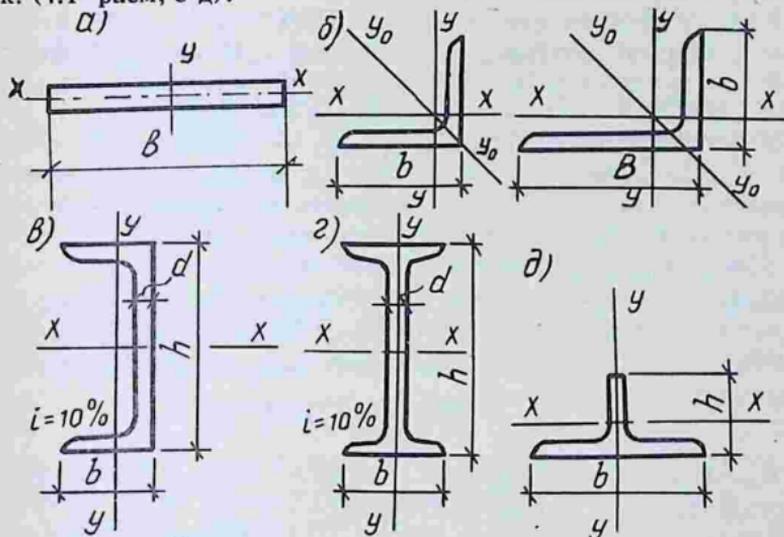
Металл қурилмалар турли хил шаклли профиллардан ташкил топади. Шакли ва геометрик ўлчамларига кўра фарқ қилувчи прокат, труба ва бошқа металл буюмлар ҳақидаги маълумотлар мажмуи (жадвали) сортамент деб аталади. Сортаментда профилларнинг кўндаланг кесим юзаси, ўлчамлари, геометрик характеристикалари (A , W , S , i), бир метрнинг оғирлиги кўрсатилади. Сортаментлар давлат стандартлари асосида тузилади.

Металл қурилмаларнинг кўп йиллар давомида такомиллаша бори-

ши натижасида ҳозирги кунда турли профилларнинг универсал тўплами ташкил топган. Профилларнинг мазкур тўпламидан турли хил қурилмалар қуриш мумкин.

Металл қурилмаларда қўлланиладиган ёйма пўлат икки гуруҳга бўлинади:

- 1) юққа ёки қалин листли пўлат (4.1- расм, а);
- 2) профилли пўлат — бурчаклик, швеллер, тавр, қўштавр ва ҳ.к. (4.1- расм, б-д).



4.1-расм. Ёйма пўлат профилларининг турлари:
 а — лист пўлат; б — бурчаклик; в — швеллер; г — қўштавр; д — тавр.

Ёйма профил турлари қуриладиган конструкциянинг шаклини белгилайди ва мазкур конструкцияни ишлаб чиқаришга сарфланадиган меҳнат ҳамда материал миқдорига катта таъсир кўрсатади. Шу туфайли рационал кесимли хилма-хил профиллар ишлаб чиқариш тежамли қурилмаларни лойиҳалашга имкон беради.

4.2. Лист пўлат

Қалин листли пўлат (ГОСТ 19903-74). Бу хилдаги листли пўлат 4...160 мм қалинликда ёйилади. Аммо қурилиш конструкцияларида қалинлиги 40 мм дан ортиқ пўлатлар кам ишлатилади, чунки

қалинлик ошган сари листли пўлатнинг сифати ва унинг ҳисобий қаршилиги камаё боради.

Листли пўлат қалинлигининг ўзгариш қонунияти қуйидагича: қалинлиги 4 дан 6 мм гача ўзгарганда — 1 мм дан; 6 дан 22 мм гача — 2 мм дан ва ундан кейин 25, 28, 30, 32, 36, 40, 50, 80, 100 мм тарзда ошиб боради. Пўлат листнинг кенглиги 600 ... 3600 мм, узунлиги 2000 — 12000 мм қилиб ишлаб чиқарилади. Бундай пўлатлар тўсинлар ва листли конструкцияларда қўлланилади.

Кенг тасмасимон универсал пўлат (ГОСТ 8200 — 70). Бундай универсал пўлат листларнинг қалинлиги 6 ... 60 мм, кенглиги 200 ... 1050 мм ва узунлиги 5000 ... 12000 мм қилиб чиқарилади. Универсал пўлат ялпи тўсинлар ва устунлар қуришда ишлатилади.

Юпқа листли пўлат (ГОСТ 19904-74). Бу хилдаги пўлат листлар 0,2 ... 3,9 мм қалинликда, 60 ... 200 мм кенгликда 1200 ... 5000 мм узунликда ишлаб чиқарилади. Қурилишда бундай пўлат листлар эгма профиллар ясашда ва том тунукаси сифатида ишлатилади.

Ўрама листли пўлат (ГОСТ 19903-74). Бундай пўлат листлар ўрамлар ҳолида ишлаб чиқарилади. Уларнинг қалинлиги 10 мм дан ошмайди, ўрамнинг кенглиги эса 200 ... 2300 мм. Улар, асосан, юпқа деворли йирик элементлар ва листли конструкцияларда қўлланилади.

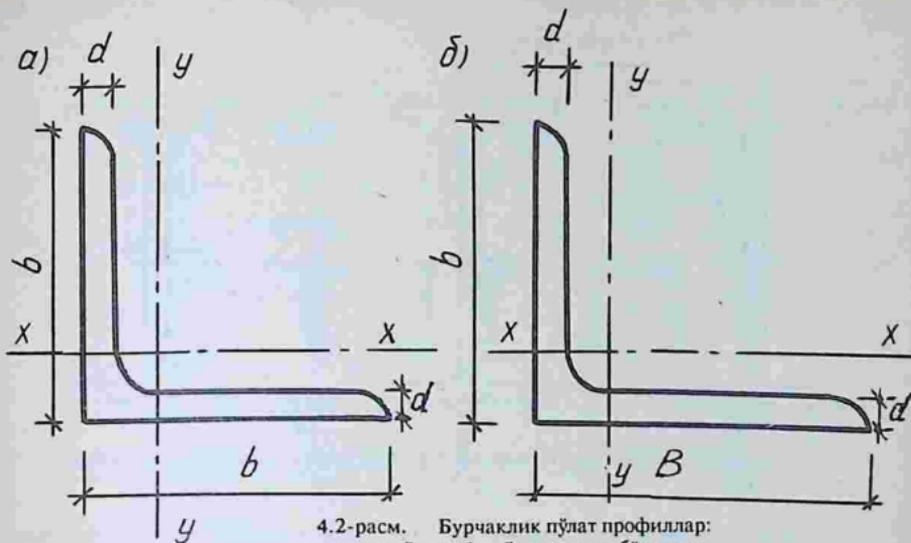
4.3. ПРОФИЛЛИ ПЎЛАТ

Бурчакликлар икки: тенг ёнли (ГОСТ 8509-72) ва ёнлари тенг бўлмаган (ГОСТ 8510-72) хилларга бўлинади. Ёнлари тенг бўлмаган бурчакликларда ёнларнинг ўзаро нисбати 1 : 1,6 дан ошмаслиги керак.

Тенг ёнли бурчакликлар (4.2- расм, а) сортаментига 70 дан ортиқ профиллар киради. Бурчаклик ёнларининг хусусий устиворлигини таъминлаш мақсадида улар кенглигининг қалинлигига нисбати $b/d < 17$ тарзда қабул қилинган.

Бурчакликлар қуйидагича белгиланади: L50 x 5 ёки L63 x 40 x 5. Биринчи ҳолда ёнларининг кенглиги 50 мм, қалинлиги 5 мм бўлган тенг ёнли бурчаклик ва иккинчи ҳолда ёнларининг кенглиги 63 ва 40 мм, қалинлиги 5 мм бўлган ёнлари тенг бўлмаган бурчаклик ифодаланган. Бурчаклик профилларининг сортаменти жуда кенг бўлиб, энг кичик профил L20 x 3, энг каттаси эса L250 x 30 дан иборат.

Прокатлаш ва бир ердан иккинчи ерга ташиш шартларига биноан, ишлаб чиқариладиган бурчакликларнинг узунлиги 6 ... 12 метрдан ошмаслиги керак.

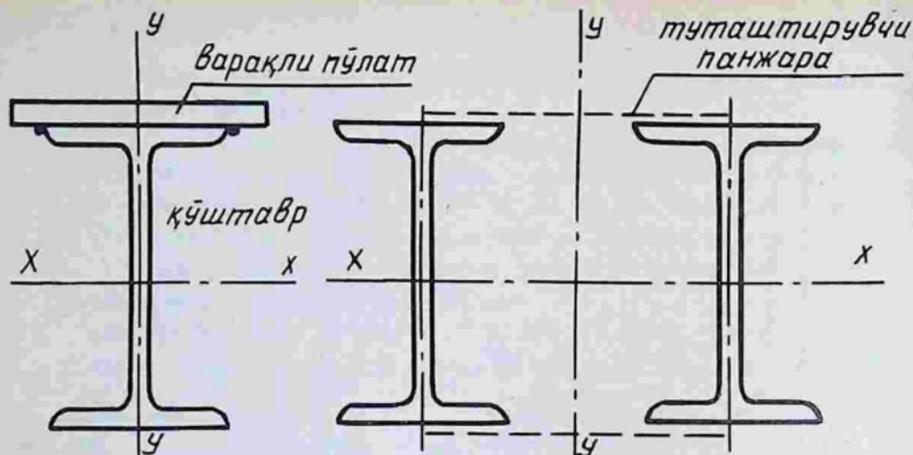


4.2-расм. Бурчаклик пўлат профиллар:
a — тенг ёнли; *b* — ёнлари тенг бўлмаган

Қўштаврлар (ГОСТ 8239-72) асосан эгилишга ишловчи тўсинлар сифатида ишлатилади (4.1- расм, з). Маълумки, ҳар қандай кесимда материалнинг асосий кесим юзаси марказий ўқдан қанча узоқда жойлашса, мазкур кесим шу ўққа нисбатан эгилишга шунча бардошроқ ҳисобланади. Қўштаврли профиллар шу талабга нисбатан тўлиқроқ жавоб беради. Қўштаврли профиллар, шунингдек устунларнинг тузма кесимларини ташкил этишда ҳам қўлланилади (4.3- расм).

Сортаментга кўра қўштаврларнинг 10 дан 60 гача номерлари мавжуд. Қўштаврнинг номери унинг см ларда ифодаланган баландлигига мос келади. Масалан, қўштавр №30 нинг баландлиги $h = 30$ см. Қўштаврларнинг узунлиги 13 м гача бўлиб, асосан 6, 9 ва 12 м ли қилиб тайёрланади.

ТУ 14-2-24-72 га мувофиқ кенг токчали қўштаврлар ҳам ишлаб чиқарилади. Улар уч хил бўлади: тўсинлар учун *B* маркали; енгил ва оғир устунлар учун *K* маркали ва универсал *Ш* маркали. Кенг токчали тўсинбоп профилларнинг баландлиги 1000 мм гача бўлади. Бундай қўштаврларда токча кенглигининг профиль баландлигига нисбати $b/h = \frac{1}{1,65} - \frac{1}{2,5}$ оралиқда бўлади. Устунбоп профилларда бу нисбат 1 га яқин бўлади. Токчаларнинг кенг бўлиши профилнинг $y - y$ ўққа нисбатан турғунроқ бўлишини таъминлайди. Кенг токчали қўштаврлар кўп қаватли биноларнинг синчларида, кўприкларда, sanoat биноларининг тўсинли конструкцияларида қўлланилади.



4.3-расм. Қўштаврдан ташкил топган устуннинг кўндаланг кесимлари

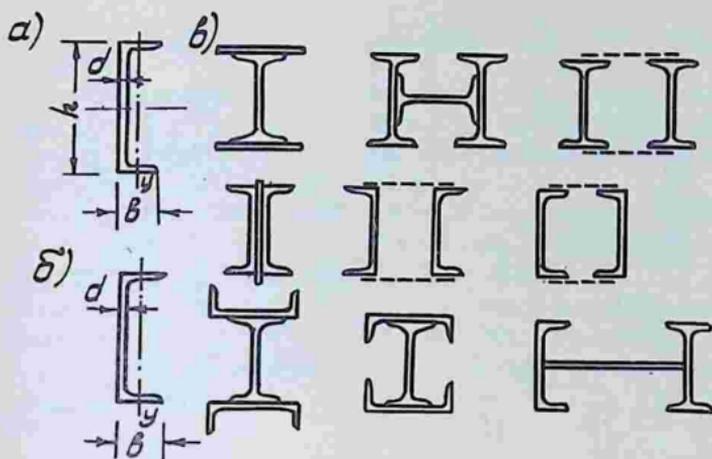
Швеллерлар (ГОСТ 8240-72). Швеллерларнинг (4.4- расм) ўлчамлари ҳам уларнинг номерлари орқали ифодаланади. Сортамент №5 дан №40 гача бўлган швеллерларни ўз ичига олади. ГОСТ 8240-72 га мувофиқ икки хил швеллерлар ишлаб чиқарилади: токчаларнинг ички қирралари ташқи қирраларига нисбатан қия бўлган ва параллел бўлган швеллерлар (4.4- расм, α , δ)

Швеллер ҳам эгилишга яхши ишлайди. Шу сабабли ундан кўпинча енгил тўсинлар сифатида фойдаланилади. Бундан ташқари, тузма кесимларда (сиқилишга ишлайдиган турли хил устунларда) ҳам швеллерлардан фойдаланилади (4.4- расм, σ).

Ишлаб чиқариладиган швеллерларнинг узунлиги 4 ... 13 м бўлади.

Эгма профиллар қалинлиги 2 ... 16 мм, кенглиги 80 ... 160 мм бўлган листли пўлатдан махсус дастгоҳларда (станокларда) эгиш усули бўйича тайёрланади. Энг кўп қўлланиладиган эгма профилларга эгма бурчаклик ва швеллерлар киради (4.5- расм, $a-b$). Махсус буюртмалар бўйича ва ишлаб чиқарувчи корхонанинг имкониятига кўра турли шаклдаги эгма профилларни ҳосил қилиш мумкин (4.5- расм, σ). Металл қурилмаларда эгма профилларни қўллаш металл сарфини 10 % гача тежаш имкониятини беради.

Кўриб чиқилган асосий пўлат профиллардан ташқари, қурилиш қурилмаларида осма йўллар учун M маркали қўштаврли тўсинлар, чоксиз пўлат трубалар, темир йўл рельслари, доира ва квадрат кесимли пўлат профиллар ҳам ишлаб чиқарилади.



4.4-расм. Швеллерлар:

a — токчаларининг ички қирралари қия бўлган; *б* — токчаларининг ички қирралари параллел бўлган швеллерлар; *в* — швеллер ва қўштаврдан тузилган кесимлар

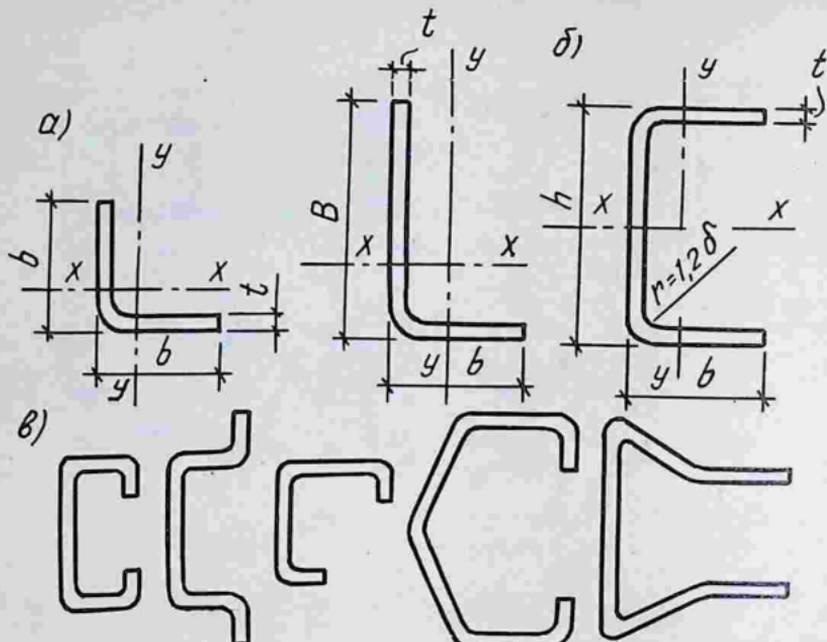
4.4. АЛЮМИНИЙЛИ ПРОФИЛЛАР

Қурилиш қурилмалари учун қўлланиладиган алюминийли профиллар ёйиш, пресслаш ёки эгиш йўллари билан ҳосил қилинади. Фақат листлар каби ясси текис алюминий профилларгина ёйиш усули билан олинади. Бошқа турли шаклдаги алюминий профиллар эса пресслаш йўли билан ҳосил қилинади (4.6- расм). Эгма профиллар юққа листли ёки тасмали алюминий қотишмасини махсус дастгоҳда эгиш усули билан олинади.

Алюминий сортаменти қуйидагиларни ўз ичига олади: алюминий листлар, стандарт ва стандарт бўлмаган прессланган профиллар, эгма профиллар.

Алюминийдан тайёрланган листларнинг қалинлиги 0,3 ... 10 мм, қалинлиги 400 ... 2000 мм ва узунлиги 2 ... 6 м бўлади.

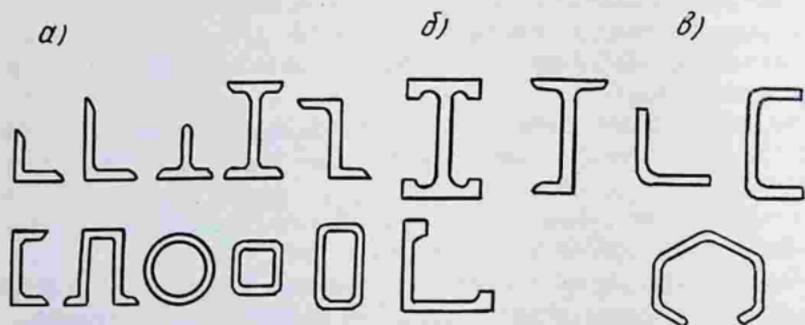
Прессланган стандарт профиллар бурчаклик, Z шакли, таврли, қўштаврли, швеллер, квадрат кесимли ва труба шаклларда тайёрланади (4.6- расм, *a*). Стандарт алюминий профиллар, асосан, катта бўлмаган енгил қурилмаларда ёки жиҳозлаш элементи сифатида ишла-



4.5-расм. Эгилма профиллар.

тилиши мумкин. Баъзан махсус буюртмалар бўйича муайян қурилма учун керакли профиль (стандарт бўлмаган прессланган профиль) тайёрланиши мумкин (4.6- расм, б).

Баъзи эгма алюминий профилларнинг кўндаланг кесимлари 4.6-расм, в да келтирилган.



4.6-расм. Алюминий профиллар

МЕТАЛЛ ҚУРИЛМАЛАРНИНГ БИРИКМАЛАРИ

Металл қурилмалар алоҳида элементларни ўзаро бириктириш на-тижасида ҳосил қилинади. Ҳозирги вақтда металл қурилмаларнинг элементлари икки усулда бириктирилади: болтлар ёки парчин михлар ёрдамида ҳамда пайвандлаш ёрдамида.

Болтли бирикмаларнинг ишончлилиқ даражаси юқори бўлганлиги сабабли улар бино ва иншоот қурилмаларида, динамик юк таъсирида бўлган қурилмаларда, кўприкларда қўлланилади.

Пайванд бирикмалар технологик жиҳатидан қулай бўлганлиги, сифатининг юқори бўлиши ва болтли бирикмаларга нисбатан металл камроқ сарфланиши сабабли кейинги вақтларда қурилишнинг кўп соҳаларида ишлатилмоқда.

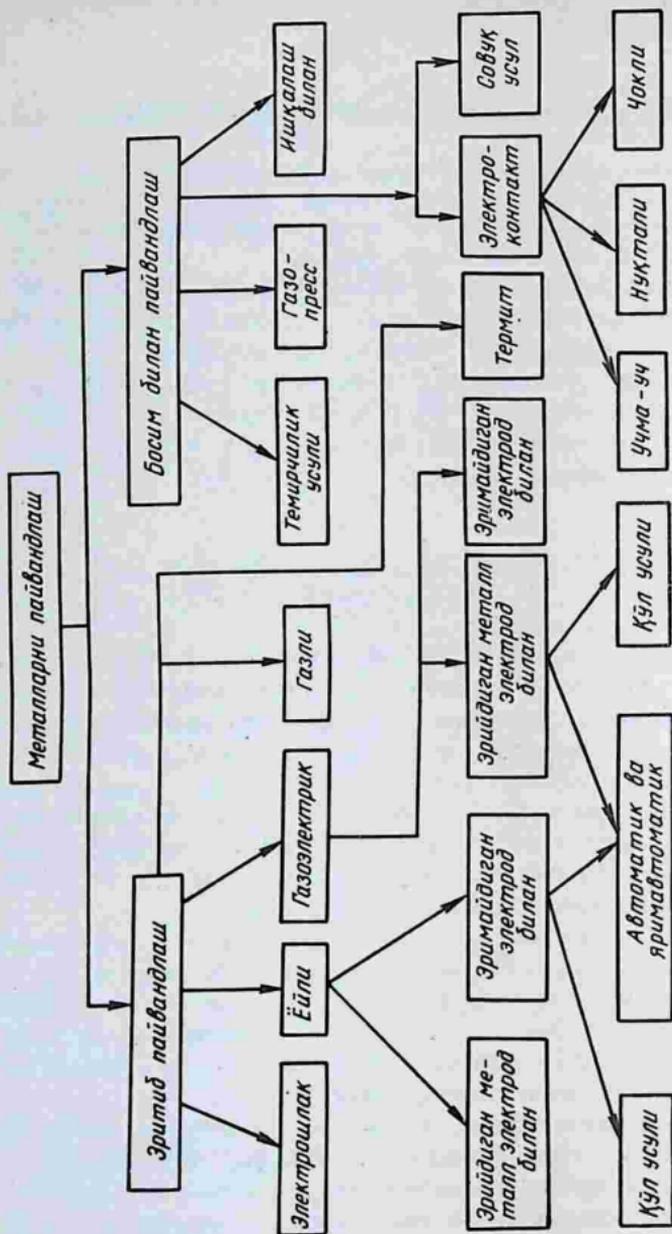
5.1. ПАЙВАНДЛАШ УСУЛЛАРИ ҲАҚ ИДА ҚИСҚАЧА МАЪЛУМОТ

Ҳозирги пайтда бирор қурилиш йўқки, у ерда металлларни пайвандлаш ёки аланга ёрдамида кесиш усулидан фойдаланмаса. Бириктиришда металлни тежаш, ишлаб чиқариш жараёнини тезлаштириш, қурилма таннархини камайтириш, юқори сифатли бирикма ҳосил қилиш — буларнинг ҳаммасига пайвандлаш усулини қўллаш билан эришиш мумкин. Болтли бирикмалар ўрнига пайванд бирикмаларни қўллаш металлни 15-30 % гача тежаш имконини беради. Пайвандлаш йўли билан турли хил профиллардан фойдаланган ҳолда хилма-хил конструкцияларни ҳосил қилиш мумкин.

Металл ва йиғма темир-бетон қурилмаларни ясаш ва уларни йиғиш (монтаж қилиш), кўп ҳолларда, пайвандлашнинг турли усулларини қўллаш билан амалда оширилади. Пайвандлаш усулларини, асосан, икки гуруҳга (5.1- расм) бўлиш мумкин: бириктирилаётган деталларни эритиб пайвандлаш ва қиздириб, босим билан пайвандлаш. Баъзан бу икки усул биргаликда қўлланилади.

Металлларни пайвандлаш учун иссиқлик энергиясининг манбаи сифатида электр ёки ёки газ алангасидан фойдаланилади.

Ишлаб чиқариш технологиясига кўра пайвандлашнинг қуйидаги хиллари мавжуд: қўлда пайвандлаш, ярим автоматик ва автоматик усулда пайвандлаш.

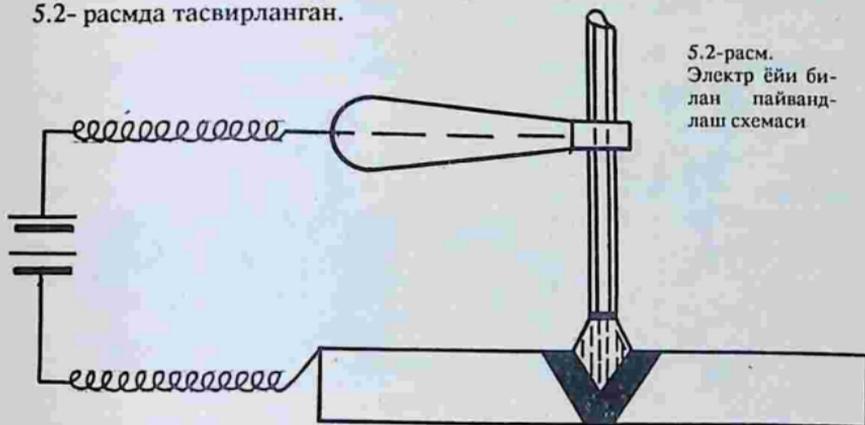


5.1- расм. Пайвандлаш усуллари.

5.1.1.Электр ёйи ёрдамида қўлда пайвандлаш

Металлни электр ёйи ёрдамида пайвандлаш XIX асрнинг охирида рус инженерлари Н.Н.Бенардос ва Н.Г.Славянов томонидан кашф этилиб, бутун дунёга кенг тарқалди. Электр ёйи ёрдамида пайвандлаш қуйидагича амалга оширилади. Бириктириладиган деталларнинг учларига электрод яқинлаштирилганда электр ёйи ҳосил бўлиб, ундан катта миқдордаги иссиқлик ажралиб чиқади ва бу иссиқлик электродни эритиб, унинг деталга кўчиб ўтишига кўмаклашади, деталнинг электродга яқинлашган жойи ҳам суюқланиб, қайнай бошлайди. Натижада, деталлар орасидаги бўшлиқ электрод метали билан тўлади ва деталлар яхлит элементга айланади.

Электрод сифатида пўлат сим ишлатилади. Пайвандланаётган элементларнинг электрод билан тўлдирилган оралиғи совигандан сўнг, шу жойда чок ҳосил бўлади. Электр ёйи билан пайвандлаш схемаси 5.2- расмда тасвирланган.

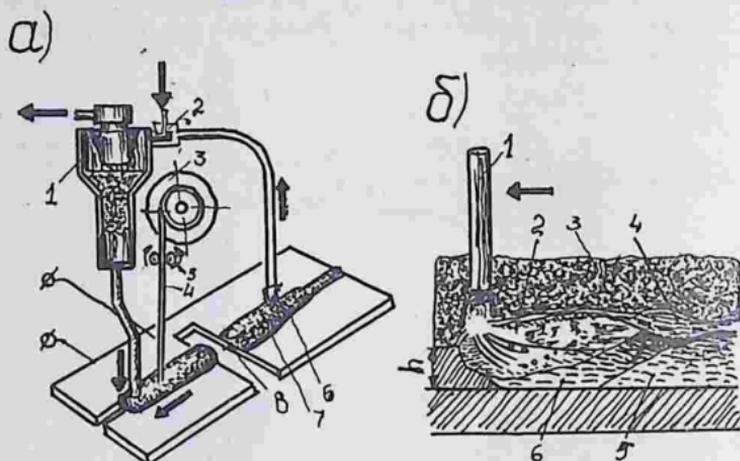


Пайвандлаш пайтида чок металига ҳаводан зарарли газ моддалари аралашмаслиги учун электроднинг сирти махсус ҳимояловчи модда билан қопланган бўлади. Электрод суюқланганда мазкур моддадан кўп миқдорда газ ажралиб чиқиб, чок атрофидаги ҳавонинг металлга аралашishiга тўсқинлик қилади. Бундай тадбир кўрилмаса, ҳаво таркибидаги кислород ва азот суюқ металлга қўшилиб, чокнинг сифатини пасайтириб юборади. Электроддаги ҳимояловчи қатламнинг қалинлиги 0,1 ... 3 мм бўлиб таркибида бўр ёки поташ, калий селитраси, барий карбонат, титан концентрати, калий силикати, дала шпати ва ҳоказолар бўлади.

5.1.2. Электр ёйи ёрдамида автоматик тарзда пайвандлаш

Бу усулда электр ёйини бошқариш, электрод ва флюсни етказиб бериш ва пайвандловчи аравагани чок бўйлаб ҳаракатга келтириш автоматик равишда амалга оширилади.

Автоматик мосламанинг остига пайвандланадиган деталлар қўйилади. Электр токи таъминлаш манбаидан пайвандланадиган буюм ёки пайвандловчи каллакка келтирилади (5.3- расм). Бириктири- лаётган элементларнинг пайвандланадиган жойига электроддан олдинроқда ўрнатилган бункердан флюс сепилади. Электр ёйи пайванд- ланаётган буюм билан электрод сим орасида ҳосил бўлади. Ажралиб чиққан иссиқлик таъсири натижасида флюс қатлами остида суюқ ме-



5.3-расм. Флюс остида пайвандлашнинг автоматик усули:

a — механизмнинг схемаси: 1 — бункер; 2 — флюсни қайта тортиб оладиган мослама; 3 — кассета; 4 — симли электрод; 5 — электрод узатувчи механизм; 6 — шлак қобиғи; 7 — флюс; 8 — пайванд чок; *б* — пайвандлаш жараёни: 1 — электрод; 2 — ҳаво пуфакчалари; 3 — флюс; 4 — шлак қатлами; 5 — чок метали; 6 — суюқ металл ваннаси; 7 — эритиш чуқурлиғи

талл ваннаси ҳосил бўлади. Бунда ёй флюс қатлами остида ёнади, демак, пайвандлаш жараёни ҳавосиз муҳитда олиб борилади. Эрмай қолган флюс шланг ёрдамида бункерга қайтариб олинади. Бундай пай- вандлашда юқори сифатли текис сиртга эга бўлган кумуш рангли пай-

ванд чок ҳосил бўлиб, унинг устки қисми флюсинг куйишидан ҳосил бўлган шлак пўстлоғи билан қопланган бўлади. Бу пўстлоқни пайванд чок сиртидан осонлик билан кетказиш мумкин.

5.1.3. Ҳимояловчи газлар муҳитида пайвандлаш

Пайвандлашнинг бу усули суюқланувчи электрод ёрдамида ярим автоматик тарзда бажарилади. Пайвандловчи каллакка қайишқоқ шланг орқали электрод (сим) ва карбонат ангидрид газы узатилади. Карбонат ангидрид газы ёйнинг ёниш доирасидан ҳавони сиқиб чиқариб, суюқланган металлни кислород ва азот таъсиридан ҳимоя қилади.

5.1.4. Пайвандлашнинг электрошлак усули.

Бу усулда пайвандланадиган элементлар 20 ... 40 мм оралиқда вертикал қўйилади. Бу оралиқ остки томондан пўлат пластина билан, ён томонларидан эса сув ёрдамида совитиб туриладиган мис ясовчилар билан чегараланади. Электрод билан пайвандланувчи сиртлар орасига флюс солинади. Пайвандлаш жараёнида электрод автоматик равишда узатилади ва мис ясовчилар пайвандлаш йўналишида ҳаракатлантирилади. Электрошлак усули пайвандланадиган элементларнинг қалинлиги 20 мм дан ортиқ бўлганда қўлланилади.

5.1.5. Пайвандлашнинг электроконтакт усули.

Контакт усулда пайвандлаш деб, бириктириладиган элементларнинг пайвандланадиган жойларини ток кучи ёрдамида иситиш йўли билан пластик ёки суюқ ҳолатга келтириб, уларни босим билан сиққанда ажралмас бирикма ҳосил бўлишига айтилади. Бирикиш металл атомларининг ўзаро таъсири натижасида содир бўлади.

Контакт усули билан арматуралар, каркаслар, сеткалар ва листли металллар пайвандланади. Бу усул унумдорлиги юқори ҳисобланади. Контакт усулида пайвандлашнинг икки: учма-уч ва нуқтали пайвандлаш хиллари мавжуд. Контакт усулида пайвандлашда ток кучининг қиймати 100000 А гача етади ва у жуда қисқа вақт (импульс) билан таъсир этади.

5.1.6. Газ алангасида пайвандлаш.

Пайвандлашнинг ушбу усулида бириктириладиган деталлар ёнучи газлар (ацетилен, табиий газ, керосин ва бензин буғлари) ёрдамида қиздирилиб, уларнинг пайвандланадиган жойи суюқлангандан кейин, ёнаётган алангага металл (сим) киритилади. Бу сим асосий деталь метали билан бирга суюқланиб, бир бутун яхлит бирикма ҳосил қилади.

Газ алангасида пайвандлаш усули қалинлиги 0,2 ... 5 мм бўлган металл деталларни пайвандлашда кенг қўлланилади. Мазкур пайвандлаш усулида ишлатиладиган симнинг химиявий таркиби ва механик хоссалари пайвандланадиган металлникига мос бўлиши керак. Сим диаметри пайвандланадиган металлнинг қалинлигига боғлиқ равишда қуйидаги формула билан аниқланади. Агар пайвандланадиган деталнинг қалинлиги $S \leq 10$ мм бўлса, $d = 0,5 S + 1$ мм, агар $S > 10$ мм бўлса, $d = 5$ мм қилиб олинади.

5.2. ПАЙВАНД БИРИКМАЛАР

Икки ва ундан ортиқ деталларни ўзаро пайвандлаш натижасида ҳосил қилинган ажралмайдиган бирикма пайванд бирикма деб аталади.

5.2.1. Пайванд бирикмаларнинг хиллари

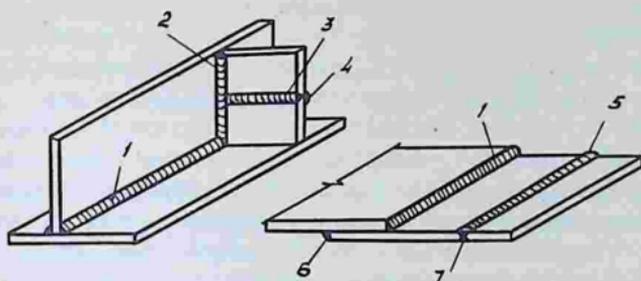
Пайванд бирикмаларда деталлар учма-уч ва устма-уст уланган бўлади. Баъзан бу икки хил усулдан аралаш фойдаланиш ҳам мумкин (5.1- жадвал иловага қаранг).

Пайванд чоклар бир қатор аломатларига кўра қуйидагиларга бўлинади:

а) фазода жойлашиш вазиятига кўра пастки, вертикал, горизонтал ва шипдаги (5.4- расм);

б) чокнинг тузилишига кўра учма-уч ва бурчакли. Бурчакли чоклар, ўз навбатида, таъсир этаётган кучга нисбатан жойлашишига кўра кўндаланг ва ёнбош хилларга бўлинади. Чокнинг жойлашиши куч йўналишига тик бўлса, кўндаланг, агар параллел бўлса, бўйлама ёки ёнбош чок деб аталади;

в) деталнинг пайвандланадиган қирраларига илгаридан ишлов бе-



5.4-расм.

Пайванд чокларнинг фазодаги вазиятига қараб турланиши:

1 — пастки бурчакли чок; 2 — вертикал бурчакли чок; 3, 4 — горизонтал учма-уч чоклар; 5 — пастки учма-уч чок; 6, 7 — шипдаги бурчакли учма-уч чоклар

риш турига қараб V — шаклли, К — шаклли, X — шаклли ва U — шаклли чоклар (5.2- жадвал, иловага қаранг);

г) чокнинг ётқизирилишига қараб узлукли ва узлуксиз чоклар бўлади.

Пайванд чокларнинг чизмалардаги шартли белгиланиши 5.3- жадвалда келтирилган. (иловага қаранг).

5.2.2. Пайванд бирикмаларни ҳисоблаш

Пайванд бирикманинг мустаҳкамлиги бириктирилган деталларнинг материалига, чок металнинг мустаҳкамлигига, бирикманинг шакли ва турига, кучлар таъсирининг характерига, пайвандлаш усулига ва пайвандчининг малакасига боғлиқ бўлади.

Учма-уч чокни ҳисоблаш. Чўзилиш ёки сиқилишда ишлайдиган пайванд бирикмаларнинг мустаҳкамлиги, биринчи навбатда, асосий металл билан чок металнинг мустаҳкамлигига боғлиқ. Аммо чок металнинг бир жинслилиги ундаги мавжуд камчиликлар туфайли асосий металлнинг бир жинслилигидан пастроқ бўлади. Бу хусусият чок металнинг ҳисобий қаршилигини бироз камайтиради (5.4- жадвал).

Учма-уч пайванд чокларга бўйлама куч таъсир этганда (5.5- расм) чокнинг мустаҳкамлиги қуйидагича текширилади:

$$\sigma_w = N/t \cdot l_w \leq R_w \gamma_c \quad (5.1)$$

бу ерда N — бўйлама ҳисобий зўриқиш; t — чокнинг қалинлиги (бириктирилган деталларнинг энг юпқасининг қалинлиги); l_w — чокнинг ҳисобий узунлиги; R_{wy} — учма-уч пайвандланган бирикмадаги чокнинг сиқилиш ва чўзилишга ҳисобий қаршилиги.

Чокнинг ҳисобий қаршилиги R_{wy} бириктирилган буюмлар металинигикига нисбатан бирмунча кам бўлгани учун чок билан бириктириладиган деталлардаги кучланишларни тенглаштириш мақсадида чокни бирмунча узайтиришга тўғри келади. Шу боис учма-уч бириктириладиган деталлар баъзан қийшиқ чок билан пайвандланади (5.5- расм). Бу ҳолда чокдаги кучланиш:

$$\sigma_w = N \cdot \sin \alpha / t \cdot l_w \leq R_{wy} \gamma_c \quad (5.2)$$

Чок металининг ҳисобий қаршилиги.

5.4-жа д в а л

Пайванд бирикмалар	Кучланганлик ҳолатлари		Шартли белгила-ниши	Пайванд бирикманинг ҳисобий қаршилиги
Учма-уч	Автоматик, ярим автоматик ҳамда қўл усулида ба-жарилиб, сифати физикавий йўл билан текширилган пайванд чок-ларнинг чўзилиши ва эгилиши	Оқувчанлик чегарасига кў-ра	R_{wy}	$R_{wy} = R_y$
		Муваққат қаршиликка кўра	R_{wu}	$R_{wu} = R_u$
	Сиқилган ва эгилган пайванд чоклар автоматик, ярим автоматик ҳамда қўл билан бажарилса	Оқувчанлик чегарасига кў-ра	R_{wy}	$R_{wy} = 0,85 R_y$
	Силжиш		R_{ws}	$R_{ws} = R_s$
Бурчакли чок	Кесилиш (шартли)	Чок металли бўйича	R_{ws}	$R_{wf} = 0,55 \frac{R_{wul}}{\gamma_{wm}}$
		Эриш чега-раси металли бўйича	R_{wz}	$R_{wz} = 0,45 R_{un}$

Эслатма: 1. Қўлда бажариладиган пайванд чоклар учун R_{wul} нинг қиймати чок металининг узилишдаги муваққат қаршилигига тенг деб олинади.

2. Автоматик ва ярим автоматик усулда бажариладиган пайванд чоклар учун $R_{\text{шп}}$ СНшП II -23-81 жадвалидан олинади.

3. Чок материали учун ишончлилик коэффициентининг қиймати ($R_{\text{шп}} < 490$ МПа бўлса, $\gamma_{\text{шт}} = 1,25$ қилиб олинади, агар $R_{\text{шп}} > 590$ МПа бўлса, $\gamma_{\text{шт}} = 1,35$).

Қийшиқ чокнинг мустақкамлиги етарли бўлиши учун $\text{tg}\alpha = 2$ шарт бажарилиши лозим. Шунда чокнинг мустақкамлигини ҳисобла-маслик ҳам мумкин.

Пайванд бирикмага эгувчи момент таъсир этганда (5.5- расм, в) чокдаги кучланиш қуйидагича бўлади:

$$\sigma_{\omega} = M/W_f \leq R_{\omega y} \gamma_c \quad (5.3)$$

бунда, $W_f = t l_{\omega}^2 / 6$ — чокнинг қаршилик моменти.

Бир вақтнинг ўзида бўйлама куч ва эгувчи момент таъсир этганда чокда пайдо бўладиган кучланиш қуйидагича топилади:

$$\sigma = N/t \cdot l_{\omega} + M/W_f \leq R_{\omega f} \gamma_c \quad (5.4)$$

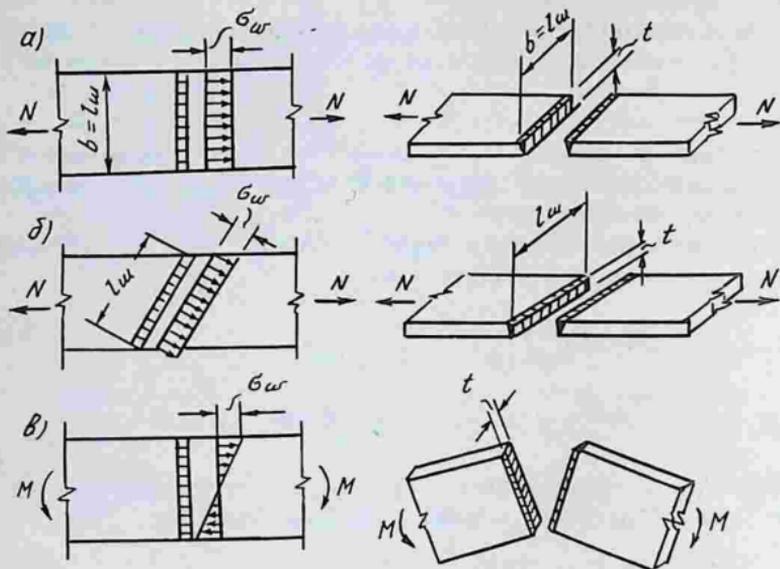
Бир вақтнинг ўзида бўйлама ва кесиб ўтувчи куч таъсирида ишлаётган учма-уч пайванд бирикманинг мустақкамлиги қуйидаги формуладан аниқланади:

$$\sqrt{\sigma_{\omega x}^2 + \sigma_{\omega y}^2 - \sigma_{\omega x} \cdot \sigma_{\omega y} + 3\tau_{\omega xy}^2} \leq 1,15 R_{\omega y} \gamma_c \quad (5.5)$$

бу ерда $\sigma_{\omega x}$ ва $\sigma_{\omega y}$ — ўзаро перпендикуляр йўналган нормал кучланишлар; $\tau_{\omega xy}$ — пайванд бирикмада ҳосил бўладиган уринма кучланиш.

Бурчакли чокни ҳисоблаш. Бурчакли чок бириктириладиган деталлар қирраларининг бурчагида ҳосил бўлади. Бурчакли чок баландлиги шу бурчакни ташкил этувчи катетлар узунлигининг кичигига тенг бўлади (5.6- расм, а).

Ишлаш характери ва асосий куч оқимларига нисбатан фазода жойлашишига қараб бурчакли чок икки хил бўлади: ёнбош (5.6- расм, б) ва кўндаланг (5.6- расм, в). Ёнбош чок бўйлама куч таъсирида қирқилишга ишлайди (5.6- расм, б). Бунда қирқилиш сирти ба-



5.5-расм. Учма-уч чокларни ҳисоблаш:
 а, б — чўзувчи куч таъсирида; в — эгувчи момент таъсирида

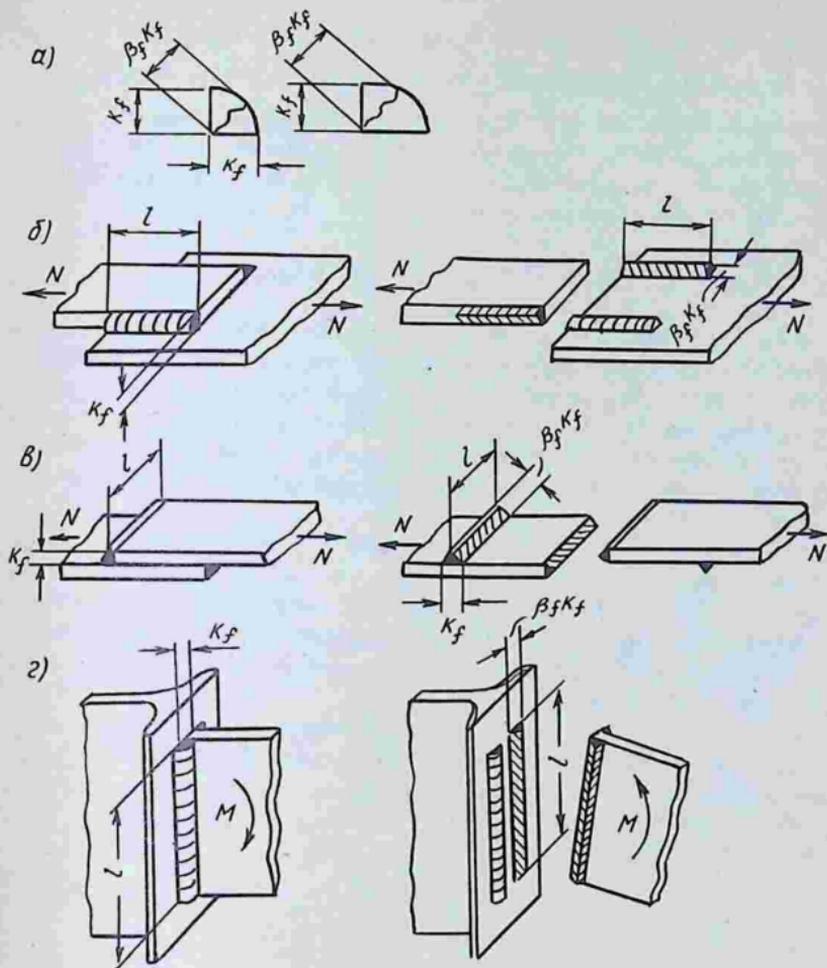
ландлиги $\beta_f K_f$ бўлган бурчак биссектрисаси бўйича йўналган бўлади. Бурчакли чоклар қуйидаги формулалар бўйича ҳисобланади. Чокнинг кесими бўйича:

$$\sigma_\omega = N / (\beta_f \cdot K_f l_\omega) \leq R_{\omega f} \gamma_{\omega f} \gamma_c \quad (5.6)$$

Чок атрофидаги металлнинг кесими бўйича

$$\sigma_\omega = N / (\beta_z K_f l_\omega) \leq R_{\omega z} \gamma_{\omega z} \gamma_c \quad (5.7)$$

бу ерда: $\beta_f K_f$ ва $\beta_z K_f$ — бурчакли чокнинг ҳисобий баландлиги; β_f, β_z — чокнинг шакли, суюқланиш чуқурлиги ва пайванд усулига боғлиқ бўлган коэффициентлар; $\gamma_{\omega f}, \gamma_{\omega z}$ —



5.6-расм. Бурчакли чокларни ҳисоблаш:
 а — чокнинг ҳисобий баландлиги; б — ёнбош чоклар; в, г — қўндаланг ва бурчакли чоклар

чокнинг ишлаш шароитига боғлиқ бўлган коэффициентлар; $R_{\omega f}$, $R_{\omega z}$ — бурчакли чокнинг қирқилишидаги ҳисобий қаршилиқлар; l_{ω} — пайванд бирикмадаги чоклар узунлиқларининг йиғиндиси.

Амалда, кўпинча, бўйлама кучнинг қиймати N ва ҳисобий қаршилиқлар $R_{\omega f}$, $R_{\omega z}$ маълум бўлган ҳолда чокнинг узунлигини аниқлаш талаб қилинади:

$$l_{\omega} = N / (\beta_f K_f R_{\omega f} \delta_{\omega f} \gamma_c); \quad l_{\omega} = N / (\beta_z K_f R_{\omega z} \delta_{\omega z} \gamma_c) \quad (5.8)$$

Кўндаланг бурчакли чоклар (5.6- расм, в) бўйлама куч таъсирида анча мураккаб кучланганлик ҳолатида бўлади. Куч оқими чизиклари ўзаро бириктирган деталларнинг бирдан иккинчисига чок орқали кескин бурилиб ўтади, шунинг учун чокда бир вақтнинг ўзида бўйлама куч ва эгувчи момент таъсирида кучланишлар ҳосил бўлади. Бу ҳолда ҳам чокнинг бузилиши тахминан биссектриса устида ётган сирт бўйлаб содир бўлади.

Кучланганлик ҳолатининг мураккаблиги туфайли кўндаланг бурчакли чоклар, шартли равишда, қирқилишга ҳисобланади. Бунда қирқилиш юзаси сифатида юзаларнинг энг кичиги қабул қилинади.

Шундай қилиб, кўндаланг бурчакли чоклардаги кучланишни текшириш учун (5.6) ва (5.7) ҳамда чокнинг узунлигини аниқлашда (5.8) ифодалардан фойдаланилади.

Бурчакли чоклар билан бириктирилган тўғри тўртбурчак шаклидаги деталга эгувчи момент таъсир этганда (5.6- расм, з) чоклардаги кучланиш қуйидаги формулалар ёрдамида аниқланади:

чок металнининг кесими бўйича

$$\sigma_{\omega} = M / W_f \leq R_{\omega f} \delta_{\omega f} \gamma_c \quad (5.9)$$

металлнинг суюқланиш чегараси бўйича

$$\sigma_{\omega} = M / W_f \leq R_{\omega z} \delta_{\omega z} \gamma_c \quad (5.9')$$

бу ерда, W_f , W_z — қаршилиқ моментлари.

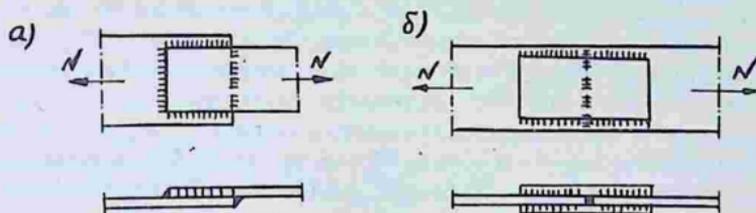
Бурчак чокли пайванд бирикмаларда бир неча хил зўриқиш ўзаро таъсир этади. Чоклардаги кучланишлар ҳар қайси зўриқиш таъсирига, юқорида келтирилган ифодалар ёрдамида, алоҳида ҳисобланади ва

пировардида натижаловчи кучланишлар (τ_f, τ_z) аниқланиб, қуйидаги шартларнинг бажарилиши текширилади:

$$\tau_f \leq R_{\omega_f} \gamma_{\omega_f} \gamma_c ; \quad \tau_z \leq R_{\omega_z} \gamma_{\omega_z} \gamma_c ; \quad (5.10)$$

Аралаш пайванд бирикмаларни ҳисоблаш. Агар пайванд бирикма бир неча хил чоклар (учма-уч, ёнбош ва кўндаланг бурчакли)дан ташкил топган бўлса, бундай бирикма аралаш пайванд бирикма деб аталади.

5.7- расм, а да деталларни устма-уст пайвандлашда ёнбош ва кўндаланг бурчакли чоклар кўрсатилган. Шартли равишда, бундай чокли бирикмаларда кучланиш қирқилиш сиртлари бўйлаб текис тақсимланган деб қабул қилинади. Бунда кучланишни (5.6) ва (5.7) ифодалардан фойдаланиб текшириш мумкин.



5.7-расм. Аралаш бирикмаларни ҳисоблаш:
а — кўндаланг ва ёнбош чоклар; б — бурчакли ва учма-уч чоклар

5.7- расм, б да учма-уч пайвандланган деталларнинг тахтакачлар ёрдамида мустаҳкамланган аралаш бирикмаси кўрсатилган. Бундай хилдаги бирикмаларни ҳисоблашда тахтакачлар ва учма-уч чокларнинг кўндаланг кесим юзасида кучланиш бир хил деб қабул қилинади.

5.2.3. Пайванд бирикмаларга қўйиладиган конструктив талаблар

Юқори сифатли пайванд чок ҳосил қилиш учун, пайвандлаш усули ва технологиясини ҳисобга олган ҳолда, пайванд қилиниши керак бўлган жойларга пайвандловчи ускунанинг осон (бошқа элементларнинг халақитисиз) ўрнатилишини таъминлаш зарур. Автоматик ва

ярим автоматик пайвандлаш усулларида мазкур вазифани амалга ошириш пайвандлаш ускунасининг ўлчамлари билан белгиланади.

Пайвандлаш ускунасининг бевосита иш бажарувчи қисмлари пайвандлаш технологияси талабига биноан пайванд чокларни бажара олиш имкониятига эга бўлиши керак. Маълумки, пайванд чок металнинг ҳароратлари ҳар хил бўлганлиги туфайли, шунингдек, чок ҳамда чок атрофидаги металлнинг турлича тезлик билан совиши натижасида, шу соҳада, ҳали бирикмага ташқаридан юк қўймасдан туриб, ички кучланишлар пайдо бўлади. Уларни биз пайванд чокнинг хусусий кучланишлари деб айтаемиз.

Кейинги зарурий конструктив шартлардан бири пайванд чокда ҳосил бўладиган ана шу хусусий кучланиш ва деформацияларни мумкин қадар камайтиришга эришишдан иборат. Бунинг учун металл қурилмадаги пайванд чокларнинг умумий ҳажмий миқдорини иложи борича камайтириш керак, яъни қабул қилинадиган чоклар кичик қалинликка эга бўлиши, иложи борича чоклар кесишувига, параллел чокларни бир-бирига жуда яқин жойлаштиришга йўл қўймаслик лозим. Учма-уч чокнинг қалинлиги бириктириладиган элементларнинг энг юққасининг қалинлигидан ошмаслиги керак. Бурчакли чокнинг қалинлиги 4 мм дан кам бўлмаслиги шарт. Пайвандланадиган элементлар қалинлигига боғлиқ равишда, бурчакли чокларнинг қалинлиги 5.5- жадвалида келтирилган қийматдан кам бўлмаслиги керак.

Бурчакли чокнинг энг катта қалинлиги $1,2 \cdot t$ га тенг қилиб олинди (t — бириктириладиган деталларнинг энг юққасининг қалинлиги).

Қўлда электр пайвандлаш усулида бир марта ўтишда қалинлиги 8 мм гача бўлган чок ҳосил қилиш мумкин. Бундан қалинроқ чокларни кўп қаватли чок қўйиш усули билан ҳосил қилинади. Бир қурилма таркибида бир неча хил қалинликка эга бўлган чокларни бажариш пайвандлаш ишларини мураккаблаштириб юборади, қўшимча меҳнат талаб қилади. Шу сабабли чокларнинг қалинликлари 2-3 хилдан ошмаслиги керак.

Бурчакли чокларнинг боши ва охирида кучланишлар тўпланишининг таъсири кескин ошиши сабабли чок узунлиги $4\beta \cdot K \cdot t$ ёки 40 мм дан кичик бўлмаслиги керак.

Ёнбош чокларнинг узунлиги ҳам чегараланган, улар $85 K_f \cdot \beta$ дан катта бўлмаслиги керак. Гап шундаки, кучланишлар ёнбош чок узунлиги бўйлаб бир текис тақсимланмайди, яъни чокнинг четлари ўрта қисмига нисбатан кўпроқ кучланган.

Чокларнинг чизмаларда кўрсатилган конструктив узунликлари

ҳисоб бўйича олинган узунликларга қараганда 10 мм каттароқ қилиб олинади. Бундай қилишдан мақсад чокнинг боши ва охирида вужудга келиши мумкин бўлган ишловсиз (пайвандлаш бошланишида асосий металл билан пайванд чокдаги металл ўзаро қўшилиши етарли бўлмайди, пайвандлаш охирида эса чокда тўлиқсиз соҳачалар ҳосил бўлади) соҳанинг ўрнини тўлдиришдир.

5.5- ж а д в а л

Бурчакли чокларнинг минимал қалинлиги

Бирикма тури		Икки томонидан бурчакли чок билан пайвандланган таврсимон бирикма; устма-уст ва бурчакли бирикма				Бир томонидан бурчакли чок билан пайвандланган бирикма	
		қўл усулида		автомат ва ярим автомат усулида		қўл усулида	автомат ва ярим автомат усулида
Пўлатнинг оқувчанлик чегараси, МПа (кгс/см ²)		430 (4400)	430 (4400) дан 580 (5900) гача	430 (4400) гача	430 (4400) дан 580 (5900) гача	380 (3900) гача	
Энг қалин пайвандланувчи элементнинг қалинлигига (t, мм) қараб чокларнинг минимал қалинлиги k _f , мм	4-6	4	5	3	4	5	4
	6-10	5	6	4	5	6	5
	11-16	6	7	5	6	7	6
	17-22	7	8	6	7	8	7
	23-32	8	9	7	8	9	8
	33-40	9	10	8	9	10	9
	41-80	10	12	9	10	12	10

Учма-уч чокларда чокнинг боши ва охирини махсус тахтакачга чиқариш ва кейин ортиқча қисмини кесиб ташлаб, бирикма қиррасини тозалаш тавсия этилади.

Бурчакли бўйлама ва кўндаланг пайванд чокларнинг катетлари нисбати 1:1 бўлиши керак.

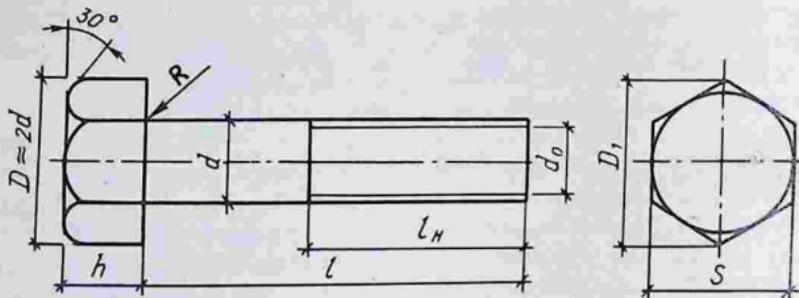
5.3. БОЛТЛИ БИРИКМАЛАР ВА УЛАРНИНГ ХОССАЛАРИ

Болтли бирикмалар айниқса саноат бинолари қурилишида кенг тарқалган бўлиб, оддий ва ишончли бирикмалардан ҳисобланади.

Болтлар қирқилиш, эзилиш ва чўзилишга ишлайди. Болтли бирикмаларнинг парчин миҳли бирикмадан асосий фарқи унинг нисбатан кўпроқ даражада деформацияланишидир, яъни болт парчин миҳга нисбатан камроқ куч билан тортиб маҳкамланган бўлади. Бинобарин, болтнинг каллаги билан бириктирилаётган қурилма сирти орасида маълум миқдорда оралиқ қолади.

Чўзилишга ишлайдиган болт ташқи чўзувчи кучга нисбатан катта-роқ куч билан тортиб маҳкамланиши зарур. Пўлат қурилмаларда оддий ва мустақамлиги юқори болтлар қўлланилади. Тайёрланиш аниқлигига қараб болтлар уч хил бўлади (5.8- расм):

- 1) юқори аниқликдаги (аниқлик синфи — А);
- 2) нормал аниқликдаги (аниқлик синфи — В);
- 3) паст аниқликдаги (аниқлик синфи — С).



5.8-расм. Нормал аниқликдаги болт

Нормал ҳамда юқори аниқликда тайёрланган болтларда, ГОСТ га мувофиқ, болт қалпоқчасининг таянч сирти стержень ўқиға перпендикуляр ва стерженнинг ўқи туғри чизиқли бўлиши лозим. Бундай болтларнинг диаметри лойиҳадагидан — 0,43 мм дан — 0,52 мм гача фарқ қилиши ҳамда диаметри 0,3 дан 0,5 мм гача катта бўлган тешикка ўрнатилиш мумкин. Бошқача қилиб айтганда, бундай болтлар тешикка зич киритилади. Бундай бирикма кам деформацияланади. Болт тешикка болга ёрдамида енгил уриш билан жойлаштирилади.

Паст аниқликдаги болтлар номинал лойиҳавий диаметрдан 1 мм

гача фарқ қилган ҳолда тайёрланиши мумкин. Бундай болтлар диаметри 2-3 мм гача катта бўлган тешикларга эркин ўрнатилиши мумкин. Бинобарин, бундай бирикма нисбатан катта деформацияга эга.

Болтлар узунликлари 40 ... 200 мм ва диаметрлари 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 27, 30, 36, 42, 48 мм ли қилиб тайёрланади. Резьбали қисмининг узунлиги (l_n) қуйидагича танланади: диаметри $d = 10 \dots 14$ мм бўлган болтлар учун $l_n = 20 \dots 25$ мм; $d = 16 \dots 20$ мм ли болтлар учун $l_n = 28 \dots 30$ мм; $d = 22 \dots 30$ мм ли болтлар учун $l_n = 35 \dots 50$ мм.

Болтлар ВСт5, ВСт5 маркали пўлатдан ҳамда 14Г2, 15ГС маркали, кам легирилган ва мустақамлиги оширилган пўлатлардан тайёрланади.

5.3.1. Юқори мустақамли болтлар.

Юқори мустақамли болтлар нормал аниқликдаги болтларга тааллуқли ГОСТ бўйича, лекин юқори мустақамли, юқори ҳарорат билан ишлов берилган (40Х, 40ХФА ва 38ХС) пўлатлардан тайёрланади. Бу пўлатларнинг юқори ҳарорат билан ишлов берилганидан кейинги чўзилишидаги муваққат қаршилиги қуйида келтирилган қийматдан кичик бўлмаслиги керак:

40Х пўлатдан тайёрланган болт учун — 110 кН/см^2 ;

40ХФА ва 38ХС пўлатдан тайёрланган болтлар учун — 135 кН/см^2 .

Юқори мустақамли болтли бирикмалар бириктириладиган деталларни юқори мустақамли болтлар билан тортиб, бир-бирига нисбатан катта куч билан сиқиш натижасида сиқиладиган сиртларда юзага келувчи ишқаланиш кучи туфайли ҳосил қилинади. Ишқаланиш кучини ошириш учун бириктирилаётган деталларнинг туташадиган сиртлари мой, занг ва бошқа ифлосликлардан тозаланади. Болтларнинг тортилиш кучини белгилаш мақсадида улар махсус калитлар билан маҳкамланади. Юқори мустақамли болтлар турли кучлар таъсирига бардош берадиган, ишончли, силжимайдиган бирикма ҳосил бўлишини таъминлайди. Шу сабабли улар аҳамиятли бирикмаларда қўлланилади.

Болтли бирикмаларнинг вибрацион мустақамлиги парчин михли бирикманикига нисбатан анча паст (тахминан 50 % гача). Шу сабабли паст аниқликдаги болтлар қирқилишга ишлаганда уларни фақат статик юкланган қурилмаларда қўллаган маъқул.

5.3.2. Болтли бирикмаларни ҳисоблаш

Юқорида айтганимиздек, болтлар қирқилиш, эзилиш ва чўзилишга ишлаши мумкин. Шу сабабли болтли бирикма учта кучланганлик ҳолати учун айрим-айрим текшириб қўрилади. Бу текширишдан асосий мақсад бирикмадаги таъсир этаётган ҳисобий кучни қабул қилиш қобилиятига эга бўлган болтлар сонини аниқлашдир. Битта болт қабул қилиши мумкин бўлган ҳисобий зўриқиш N_b қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$\text{қирқилишда} \quad N_b = R_{bs} \chi_b A z_c \quad (5.11)$$

$$\text{эзилишда} \quad N_b = R_{bp} \chi_b d \sum t_{min} \quad (5.12)$$

$$\text{чўзилишда} \quad N_b = R_{bt} \cdot A_{bn} \quad (5.13)$$

Бу ерда: R_{bs} , R_{bp} , R_{bt} — болтли бирикмаларнинг қирқилиши, эзилиш ва чўзилишдаги ҳисобий қаршиликлари (5.6- жадвал); d — болтнинг резьба очилмаган қисмининг диаметри; $A = \pi d^2/4$ — болтнинг ҳисобий кесим юзаси; A_{bn} — болтнинг нетто кесим юзаси; $\sum t_{min}$ — бир йўналишда эзилаётган деталлар қалинликларининг минимал йиғиндиси; n_s — болтнинг қирқилиш кесимлари сони; χ_b — бирикманинг ишлаш шароитини ифодаловчи коэффициент.

Бирикмадаги болтларнинг сони қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$n \geq N/\chi_c [N]_{min} , \quad (5.14)$$

бу ерда: $[N]_{min}$ — битта болтнинг (5.11) — (5.13) формулалар бўйича аниқланган юк қўтарувчанлигининг энг кичиги.

Юқори мустаҳкамли болтлар кам деформацияланадиган монтаж бирикмаларда ишлатилади. Болтларнинг тортилиш кучи шундай бўлиши керакки, бунда бирикма элементлари қабул қилиши мумкин бўлган зўриқишлар туташ сиртларда ҳосил бўладиган ишқаланиш кучлари орқали узатилиш имкониятига эга бўлсин.

Болтли бирикмаларнинг ҳисобий қаршиликлари

Кучланганлик ҳолатлари			Қирқилиш	Чўзилиш	Эзилиш	
					юқори аниқликдаги болтлар	нормал ва паст аниқликдаги болтлар
шартли белгилар			Rbs	Rbt	Rbp	
бир болтли бирикмаларнинг ҳисобий қаршилиги	болтларнинг синфлари	4.6; 5.6; 6.6;	Rbs = 0,38 Rbun	Rbt = 0,42 Rbun	—	—
		4.8; 5.8;	Rbs = 0,4 Rbun	Rbt = 0,4 Rbun	—	—
		8.8;	Rbs = 0,4 Rbun	Rbt = 0,5 Rbun	—	—
	эзилишга иш-лайдиган бирикмалар оқувчанлик чегараси 440 МПа гача бўлган пўлатлар учун		—	—	Rbp = = (0,5 + 340 $\frac{R_{un}}{E}$) R _{un}	Rbp = = (0,5 + 280 $\frac{R_{un}}{E}$) R _{un}

Юқори мустаҳкамли болтларни ҳисоблаш қуйидаги тартибда бажарилади. Аввало болтнинг тўла тортилишидаги бўйлама зўриқиш кучи топилади. Бу зўриқиш биринчи навбатда материалнинг механик хусусиятларига боғлиқ.

$$P = R_{bh} A_n \quad (5.15)$$

бу ерда $R_{bh} = 0,7R_{bun}$ — юқори мустаҳкамли болтнинг чўзилишдаги ҳисобий қаршилиги; A_n — болт резьбасининг ички диаметри бўйича олинган кесим юзаси; R_{bun} — болт материалининг муваққат қаршилик чегараси бўйича олинган норматив қаршилиги.

Битта болт билан маҳкамланган деталлардаги туташ сиртлардан ҳар бирининг қабул қилиши мумкин бўлган ҳисобий зўриқиш:

$$Q_{bh} = R_{bh} \gamma_b A_{bh}^m / \gamma_n \quad (5.16)$$

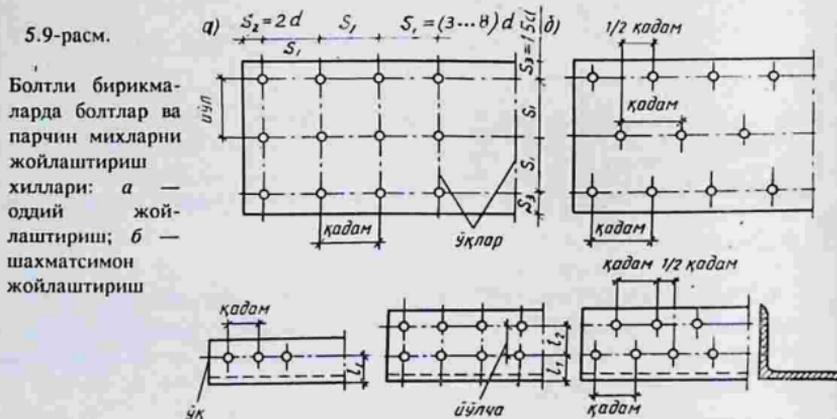
бу ерда μ — ишқаланиш коэффициенти ($\mu = 0,25-0,58$); γ_n — юқори мустаҳкамли болтли бирикманинг ишончилилик коэффициенти [$\gamma_n = 1,02-1,50$]; γ_b — юқори мустаҳкамли болтли бирикманинг ишлаш шароитини ҳисобга олувчи коэффициент ($\gamma_b = 0,8$; ($n < 50$) $\gamma_b = 0,9$; ($5 < n < 10$), $\gamma_b = 1$; ($n > 10$)].

Шундай қилиб, бирикма учун зарур бўлган юқори мустаҳкамли болтлар сони:

$$n \geq N / \gamma_i Q_{bh} \quad (5.17)$$

бу ерда N — бирикмадаги ҳисобий зўриқиш.

Болтларнинг чизмаларда тасвирланган шартли белгилари 5.7-жадвалда ва уларни бирикмаларда жойлаштириш 5.9-расмда кўрсатилган.



5.7-жадвал

Болт ва тешикларнинг шартли белгиланиши

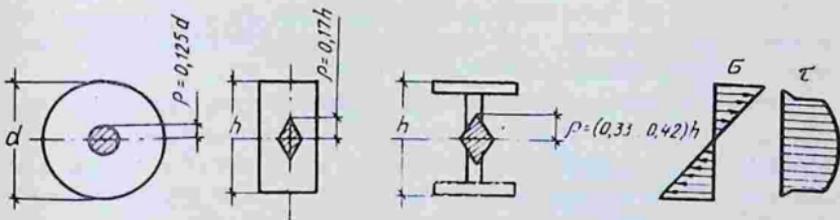
Номи	Белгиланиши
Доимий болтлар	
Муваққат болтлар	
Юқори мустаҳкамли болтлар	
Овалсимон тешиклар	

ТЎСИНБОП ҚУРИЛМАЛАР

6.1. ТЎСИНБОП ҚУРИЛМАЛАР ҲАҚИДА ТУШУНЧА

Тўсинлар турар-жой бинолари, давлат муассасалари, ишлаб чиқариш майдончаларини қуришда қаватлараро ёпмаларда, кўприкларда ва бошқа бир қатор соҳаларда қўлланилади. Тўсинлардан кенг кўламда фойдаланишнинг асосий сабабларидан бири тўсин конструкциясининг оддийлиги ва ундан фойдаланишнинг ишончлилигидадир. Пролётлари 15 ... 20 м келадиган бино ва иншоотларда ялпи кесимли тўсинлардан фойдаланиш мақсадга мувофиқдир.

Тўсинларнинг турлари. Эгилишга ишлайдиган тўсинбоп қурилмалар кесимининг самарадорлигини ифодаловчи кўрсаткич — кесимнинг ядро масофасидир: $\rho = W/A$ (кесим қаршилиқ моментининг кесим юзасига нисбати). Доира, тўғри тўртбурчак ва қўштавр шаклидаги тўсин кесимларининг ядро масофаларини таққослаганда (6.1- расм) қўштаврли кесим тўғри тўртбурчакли кесимга нисбатан 2 баробар, доиравий кесимга нисбатан эса 3 баробар самаралироқ эканлигини кўрамиз. Расмдан кўришиб турибдики, қўштаврнинг бундай хусусиятга эга бўлишига сабаб унинг кесимида материалнинг баландлик бўйича тақсимланиши нормал кучланишлар тарқалиши эпюрасига ўхшаб кетади. Шу сабабли металл тўсинлар сифатида асосан қўштавр ёки швеллер ишлатилади.



6.1-расм. Тўсин кўндаланг кесимининг оптимал шакллари

Тўсинларга тушадиган юк ва пролётга қараб тўсинлар ёйма ёки йиғма бўлиши мумкин. Йиғма тўсинлар пайвандли ёки болтли бўлади. Ёйма тўсинлар кам меҳнат талаб қилиши сабабли бошқа

тўсинларга нисбатан афзалроқдир. Аммо, сортаментнинг чегараланганлиги уларни эгувчи моментининг қиймати катта бўлган ҳолларда ишлатишга йўл қўймайди. Бундай ҳолларда йиғма тўсинлардан фойдаланишга тўғри келади. Бундан ташқари, қурилишда юпқа деворчали, эгма профиллардан ташкил топган тўсинлар, прессланган алюминий қотишмаларидан ясалган йиғма тўсинлар, икки хил маркали пўлатлардан ташкил топган тўсинлар ва олдиндан зўриқтирилган тўсинлар қўлланилади.

Статик схемаси бўйича тўсинлар бир пролётли ва кўп пролётли бўлиши мумкин.

6.2. ТЎСИНБОП ҚУРИЛМАЛАРНИ ЖОЙЛАШТИРИШ УСУЛЛАРИ

Ёпмаларда, ишлаб чиқариш майдончаларида, кўприкларда қурилманинг юк кўтарувчи қисмини тўсинлар системаси ташкил этади.

Ҳисобий юк миқдори ва режадаги ўлчамларига қараб тўсинлар системасини уч хил: оддий, нормал ва мураккаб усулда жойлаштириш мумкин.

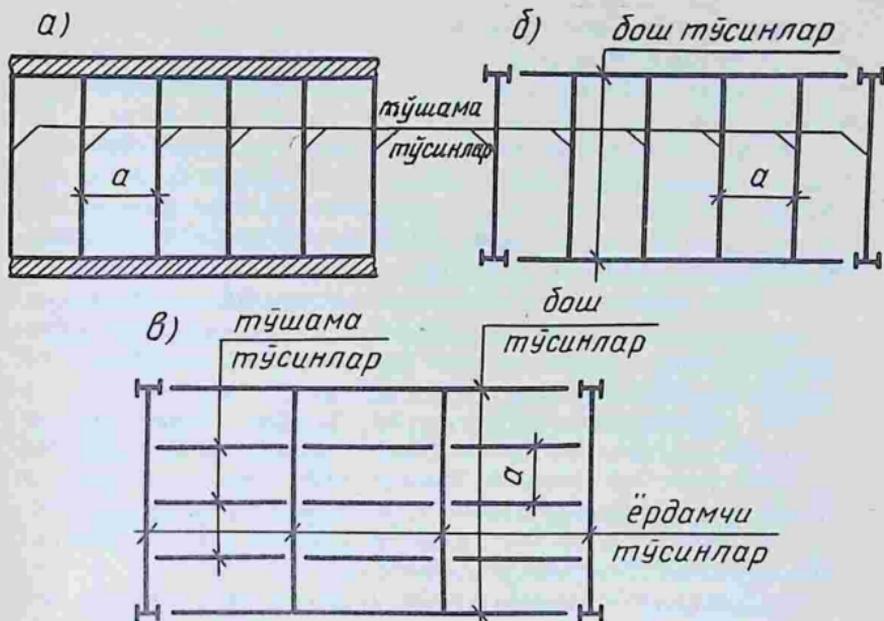
Оддий жойлаштиришда ёпмага қўйилган юк тўшама настил орқали тўшама тўсинларига ва тўшама тўсинлари орқали деворлар ёки устунларга узатилади (6.2- расм, а).

Нормал жойлаштириш усулида юк тўшама тўсинлари орқали бош тўсинларга узатилади, бош тўсинлар эса ўз навбатида, қабул қилган юкни таянчларга (устунларга) узатади (6.2- расм, б).

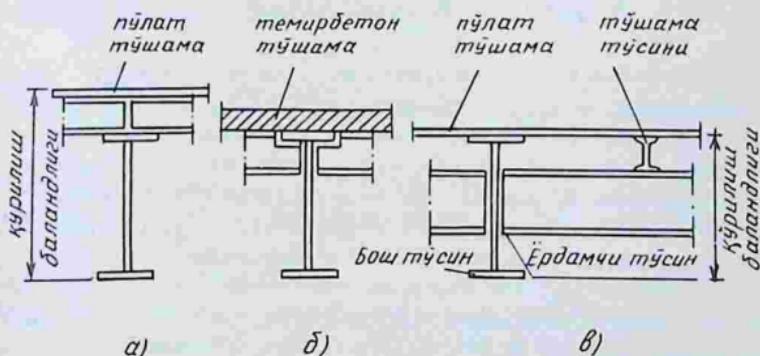
Мураккаб жойлаштиришда тўшама тўсинлари қабул қилган юк бирин-кетин ёрдамчи, бош тўсинларга ва ундан кейин устунларга узатилади (6.2- расм, в).

Бош тўсиннинг қуйи тоқчасидан тўшаманинг юқорисигача бўлган масофа (6.3- расм) тўсинлар системасининг қурилиш баландлиги деб аталади. Тўсинларнинг ўзаро тутатиши қаватли бир хил сатҳли ва пасайтирилган бўлиши мумкин (6.3- расм). Энг оддий тутатиш қаватли тутатишдир. Бу усул қурилиш баландлиги имкон бергандагина қўлланилади. Баъзи ҳолларда технологик шартларга кўра, қурилиш баландлиги чегараланган бўлади. Бундай пайтда бирмунча мураккаб бўлса ҳам, бир хил сатҳли ва пасайтирилган туташ схема-лар қўлланилади.

Тўсинлар системасининг режа ва қирқимдаги асосий ўлчамлари, яъни тўсинлар системаси майдончасининг ўлчамлари устунлар



6.2-расм. Тўсинлар системасининг турлари:
 a — оддий тўсинлар системаси; b — нормал тўсинлар системаси; $в$ — мураккаб тўсинлар системаси



6.3-расм. Тўсинларнинг ўзаро тутариши:
 a — қаватли; b — бир хил сатҳда; $в$ — пасайтирилган

орасидаги масофа, бино ёки иншоот ёпмасининг остигача ва тўшаманинг устигача бўлган баландлиги, ускуналарнинг жойлаштирилиши ва бинодан қулай фойдаланиш талабларига биноан технолог ёки мейморлар томонидан белгиланади.

Бош тўсинлар, одатда, устунларга таянади ва устунлар орасидаги катта масофалар бўйлаб жойлаштирилади. Тўшамани бевосита ушлаб турувчи тўсинлар (тўшама тўсинлари) орасидаги масофа (6.2-расмда *a* деб белгиланган) тўшаманинг юк кўтарувчанлигига боғлиқ бўлиб, одатда, пўлат тўшамали ёпмалар учун 0,6 ... 1,6 м, темир-бетон тўшамали ёпмалар учун эса 2 ... 3,5 м атрофида белгиланади.

Ёрдамчи тўсинлар орасидаги масофа 2 ... 5 м га тенг деб қабул қилинади. Ушбу масофа бош тўсин узунлигини касрсиз бутун сонли бўлакларга бўлиши керак.

Бош тўсинларнинг йўналиши ва узунлиги ҳамда тўшама тўсинлари орасидаги масофа аниқлангач, шундай хилдаги тўсинлар системаси танланиши лозимки, бунда умумий тўсинлар сони минимал бўлгани ҳолда тўшама ва ёрдамчи тўсинлар ёйма профиллардан иборат бўлиб, тўсинларнинг ўзаро туташishi оддий ва ёпманинг қурилиш баландлиги талабга жавоб берсин.

Шундай қилиб, тўсинлар системасини танлаш бир қанча омилларга боғлиқ экан. Бир нечта қонструктив вариантларни кўриб чиқиб, уларни ўзаро таққослаш натижасида муайян шароит учун мақбул бўлган усул танланади.

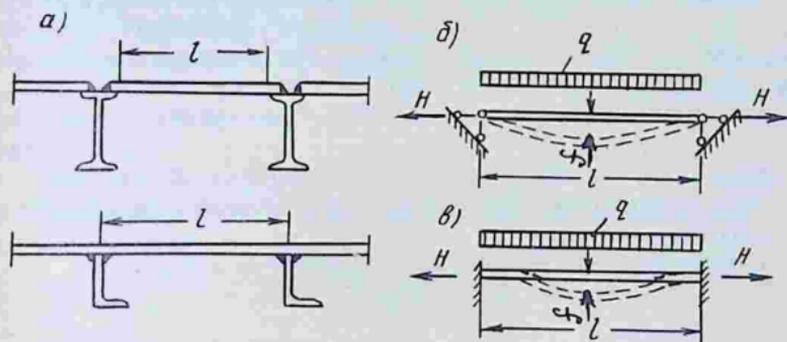
6.3. ТЎСИНЛАР СИСТЕМАСИДА ПЎЛАТ ТЎШАМА

Ёпмага ёки ишлаб чиқариш майдончасига тушадиган юкни бевосита қабул қиладиган тўшама сифатида аксарият ҳолларда ясси пўлат листлар ишлатилади. Кейинги пайтларда шчитли тўшамалар кўпроқ қўлланилмоқда. Шчитли тўшама юқори қисмида махсус ҳимоя қатлами бўлган ва пастдан бўйлама ва кўндаланг қовурғалар билан мустаҳкамланган 3 x 12 ўлчамли пўлат қурилмадир. Бундай шчитларни қўллаш ишлаб чиқариш самарадорлигини оширади.

Ясси пўлат листлар (тўшамалари) тўсин токчаларига пайванд қилиш йўли билан маҳкамланади (6.4- расм, *a*). Тўшаманинг қалинлиги, асосан, жоиз солқиликка боғлиқ равишда белгиланади. Шунинг учун лист тўшамани ҳисоблашда норматив юкдан фойдаланилади.

Лист тўшама ўзининг ишлаш характерига кўра плита билан мем-

брана ўртасидаги ҳолатни эгаллайди. Агар плита юк таъсирида фақат эгилишга ишласа, мембрана фақат чўзилишга ишлайди. Тўшама эса ҳам эгилиш, ҳам чўзилишга осма эластик қурилма сингари ишлайди (6.4- расм, б). Демак, тўшаманинг ишлаши тўшама ҳисобий узунлигининг тўшама қалинлигига нисбати (l/t)га боғлиқ. $l/t < 50$ бўлганда чўзувчи кучланишларнинг (горизонтал реакция таъсирида) миқдори жуда кичик бўлади, шу сабабли уларни ҳисобга олмаса ҳам бўлади. Бу ҳолда тўшама фақат эгилишга ишлайди деб ҳисобланади. $l/t > 300$ бўлганда, аксинча, эгилишдан пайдо бўладиган кучланишлар ҳисобга олинмай, фақат горизонтал реакциядан пайдо бўладиган чўзувчи кучланишлар ҳисобга олинади. Агар $50 < l/t < 300$ бўлса, ҳам эгилиш, ҳам чўзилишдан пайдо бўладиган кучланишлар ҳисобга олинishi керак. $l/t < 50$ бўлган пўлат тўшамалар жуда катта юклар мавжуд бўлган ҳолларда ишлатилади.



6.4-расм. Пўлат тўшамани ҳисоблаш:

а — тўшаманинг токчаларга маҳкамланиши; б ва в — тўшамаларнинг ҳисобий схемалари

Бикрлиги кичик ва $l/t < 300$ бўлган тўшамалар қурилишда кам ишлатилади. $50 < l/t < 300$ бўлган пўлат лист тўшамалар кенг кўламда ишлатилади.

Тўшамаларнинг таяниш шarti ҳам турлича бўлиши мумкин: $l/t < 50$ бўлган тўшама қўзғалмас шарнирли ёки қисилиб тиралган таянчга эга бўлиши мумкин. $50 < l/t < 300$ бўлган тўшамаларда қисилиб тиралишни конструктив жиҳатидан амалга ошириш қийин, шу сабабли улар қўзғалмас шарнирли таянчда деб ҳисобланади. $l/t < 300$ нисбатли тўшамалар фақат қўзғалмас шарнирли таянчга эга.

Амалда кенг қўлланиладиган ҳол учун ($50 < l/t < 300$) тўшама-

ларни ҳисоблаш билан танишиб чиқамиз. Бу ҳолда эгувчи моментдан ташқари горизонтал реакция (кериб турувчи реакция) нинг қийматини ҳам аниқлаш лозим (6.4- расм, б). Бунинг учун тўшамадан 1 см кенгликдаги тасма фикран қирқиб олинади ва унинг статик ҳолати таҳлил қилинади. Материаллар қаршилиги назариясидан маълумки, таянчлари қўзғалмас шарнирли бўлиб, кўндаланг юк (q) ва чўзувчи куч (H) таъсирида ишлаётган тўшамадан фикран кесиб олинган ва эни $b = 1$ см га тенг бўлган тасманинг солқилиги қуйидагича аниқланади:

$$f = f_0 / 1 + \alpha \quad (6.2)$$

бу ерда $f_0 = M_{\delta} l^2 / 10D$ — тасма пролётда кўндаланг юклар (q) дан пайдо бўладиган солқилик; α — чўзувчи куч H нинг таъсирини ҳисобга олувчи коэффициент ($\alpha = Hl^2 / \pi^2 D$); $M_{\delta} = q^2 l^2 / 8$ — тасмада текис тарқалган ёйилган норматив юк (q^n) дан ҳосил бўлган эгувчи момент; l — тўшаманинг қўзғалмас таянчлари орасидаги масофа (пролёт); $D = 1,1EJ_x$ — тасманинг цилиндрик эгилишдаги бикрлиги.

$$H = \gamma_f \frac{\pi}{4} [f/l]^2 E_1 t, \quad (6.3)$$

γ_f — таъсир этаётган юк бўйича ишончлилик коэффициенти; t — тўшама қалинлиги.

$$E_1 = \frac{E}{1 - \mu^2} = \frac{E}{1 - 0,3^2} \approx 1,1E$$

бу ерда μ — Пуассон коэффициенти (пўлат учун $\mu = 0,3$).

Тўшаманинг фикран кесиб олинган тасмасидаги энг катта эгувчи момент ҳам α га боғлиқ равишда аниқланади:

$$M_{max} = M_{\delta} - \frac{H \cdot f_0}{1 + \alpha} = M_{\delta} - \frac{10D\alpha}{l^2} \cdot \frac{M_{\delta} l^2}{10D} \cdot \frac{1}{1 + \alpha} = \frac{M_{\delta}}{1 + \alpha} \quad (6.4)$$

Тўшаманинг мустаҳкамлиги қуйидаги формула орқали текшириб кўрилади:

$$\begin{aligned} \sigma &= H/A + M_{max}/W = H/t + \sigma M_{max} / 1 \cdot t^2 = \\ &= \frac{1}{t} \left(H + \frac{\sigma M_{max}}{t} \right) \leq R_y \gamma_c. \end{aligned} \quad (6.5)$$

Лист тўшамаларни лойиҳа алашда коэффициент α ни ва бикрлик D ни аниқлаш учун лист қалинлигини белгилаб олиш керак. Тўшамалар учун l/t нисбатни аниқлашнинг қуйидаги формуласини келтирамиз:

$$l/t = \frac{4n_0}{15} \left(1 + \frac{72E_1}{n_0^4 \cdot q^n} \right), \quad (6.6)$$

бу ерда $n_0 = \left[\frac{l}{f} \right]$ — тўшама пролётининг унинг жоиз солқилигига нисбати. Излаётган нисбатни баъзи адабиётларда келтирилган С.Д.Лейтес графигидан ҳам аниқлаш мумкин.

(6.6) тенглама бўйича тўшама қалинлиги белгилангандан кейин, унинг пролётни аниқлаб олинади.

Ёйма тўсинлар. Тўшама тўсинлари ва ёрдамчи тўсинлар сифатида, асосан, қўштаврли (ГОСТ 8239-72) ва швеллерли (ГОСТ 8240-72) ёйма профиллар ишлатилади.

Мавжуд ёйма қўштавр профилли тўсинлар кўндаланг кесимининг бошқа кесимларга нисбатан афзаллиги туфайли эгилишга яхши қаршилиқ кўрсата олди ва 1000 кН · м гача эгувчи моментни қабул қила олади.

Швеллерлар мураккаб эгилишга яхши ишлайди, шу туфайли улар нишабли томларда тўшама тўсинлари сифатида ишлатилади.

6.4. ЁЙМА ТЎСИННИНГ КЎНДАЛАНГ КЕСИМИНИ ҲИСОБЛАШ

Ёйма тўсинни ҳисоблаш деганда — берилган ташқи юк таъсирини қабул қила оладиган ёйма профилнинг кесимини танлаш, унинг мустаҳкамлигини, бикрлигини ва устиворлигини текшириш тушунилади. Дастлаб тўсиннинг ҳисобий схемаси аниқланади, таъсир қилаётган ташқи юкдан ҳосил бўлувчи максимал момент бўйича талаб этилган қаршилиқ моменти топилади:

$$W_{T,K} = M / R_y \gamma_c \quad (6.7)$$

Агар тўсиннинг пластик ишлашини ҳисобга олсак, у ҳолда:

$$W_{T,K} = M / C_1 R_y \gamma_c \quad (6.8)$$

Талаб этилган қаршилиқ моменти $W_{T,K}$ аниқлангач, қаршилиқ моменти $W > W_{T,K}$ бўлган профиль танланади.

Кесим танлангандан сўнг ундаги кучланиш аниқланади ва у жоиз кучланиш (ҳисобий қаршилиқ) билан таққосланади. Кесим тўғри танланган бўлса, қуйидаги шарт бажарилиши лозим:

$$\begin{aligned} \sigma &= M/W_{n, \min} \leq R_y \gamma_c && \text{ёки} \\ \sigma &= M/C_1 W_{n, \min} \leq R_y \gamma_c, \end{aligned} \quad (6.9)$$

бу ерда M — максимал эгувчи момент; $W_{n, \min}$ — кесимнинг нетто қаршилиқ momenti; R_y — тўсин материалнинг ҳисобий қаршилиги; γ_c — ишлаш шароитига боғлиқ бўлган коэффициент; C_1 — материалнинг пластик ишлашини ҳисобга олувчи коэффициент.

Танланган кесимдаги уринма кучланиш:

$$\tau = \frac{Q_{\max} \cdot S}{J \cdot t_w} \leq R_s \cdot \gamma_c, \quad (6.10)$$

бу ерда Q_{\max} — тўсин кесимидаги энг катта кесувчи куч; S — тўсин ярим кесимининг нейтрал ўққа нисбатан статик momenti; R_s — тўсин материалнинг қирқилишдаги ҳисобий қаршилиги; t_w — тўсин деворининг қалинлиги.

(6.9) ва (6.10) тенгламалар ёрдамида тўсиннинг мустақкамлиги текширилади.

Тўсиннинг бикрлигини текшириш учун ундаги ҳақиқий нисбий солқилик аниқланади ва бу қиймат жоиз нисбий солқилик билан солиштирилади:

$$f/l \leq [f/l], \quad (6.11)$$

бу ерда $[f/l] \leq \frac{1}{250}$ бўлиб, ёйма тўсинлар учун нормаларда кўрсатилган жоиз нисбий солқилик дейилади.

Агар тўсиннинг юқори токчаси узунлиги бўйича боғламлар билан маҳкамланган бўлса, у вақтда тўсин бу йўналишда устивор ҳисобланади. Таъсир этаётган юк ўзининг критик қийматига етганда тўсин ўзининг деворча текислиги бўйлаб умумий устиворлигини йўқотади. Бунинг олдини олиш учун тўсинлар устиворлиги қуйидаги формула бўйича текширилади:

$$\sigma = M/\varphi_b W \leq R_y \gamma_c, \quad (6.12)$$

бу ерда W — тўсин тўлиқ (брutto) кесимининг қаршилиқ momenti.

$$\varphi_B = \psi \frac{J_x}{J_y} (h/le_f)^2 \cdot \frac{E}{R_y} , \quad (6.13)$$

бунда I_x ва I_y — тўсиннинг энг катта ва энг кичик бикрликка эга бўлган текисликлардаги инерция моментлари; $\psi - \alpha$ параметрга боғлиқ бўлган эмпирик коэффициент.

$$\alpha = 1,54 \frac{J_{\text{бур}}}{J_y} \cdot (l_{ef}/h)^2$$

бунда $J_{\text{бур}}$ — буралишдаги инерция моменти.

Агар бу текшириш натижасида тўсиннинг умумий устиворлиги қаноатлантирилмаса, у вақтда ҳисобий узунликни камайтириш учун махсус боғланишлар киритилади. Бу боғланишлар, одатда, тўсиннинг сиқилган юқориги тоқчаси бўйлаб жойлаштирилади.

Ёйма тўсинлар элементлари (тўсин тоқчаси ва деворчаси)нинг маҳаллий устиворлигини текшириш талаб этилмайди, чунки сортаментга киритилган барча тўсинлар маҳаллий устиворлик талабларини қондиради.

6.5. ЁЙМА ТЎСИНЛАРНИ БИРИКТИРИШ

Ёйма тўсинлар пайвандлаш воситасида ёки болтлар ёрдамида ўзаро бириктирилади.

Пайванд бирикманинг энг содда намунаси тўғри бирикмадир (6.5-расм, а). Аммо бундай бирикмалар қуйидаги шарт бажарилгандагина қўлланилади:

$$M \leq M_{\text{max}} \frac{R_{\omega y}}{R_y} \leq 0,85 M_{\text{max}} , \quad (6.14)$$

бу ерда M — бириктириляётган кесимдаги ташқи юкдан ҳосил бўлган эгувчи момент; M_{max} — бирикма қабул қилиши мумкин бўлган максимал эгувчи момент.

(6.14) шартни қаноатлантирмайдиган кесимлар (масалан, тўсиннинг ўрта кесимлари), 6.5-расм, б да кўрсатилганидек, қўшимча горизонтал тахтакачлар ёрдамида туташтирилади. Тахтакачнинг ўлчамлари шундай бўлиши керакки, бунда учма-уч пайванд чоқдаги кучланиш $R_{\omega y}$ дан ошмаслиги керак.

Мазкур бирикма учун, моментнинг бир қисмини учма-уч пайванд

чок, қолган қисмини эса тахтакач қабул қилади деб фараз қилиб, қуйидаги тенгликни ёзиш мумкин:

$$WR_{\omega y} + N^T h = M_{\max} \quad (6.15)$$

Бундан, тахтакач қабул қилаётган кучнинг қийматини келтириб чиқариш мумкин:

$$N^T = M_{\max} / h - WR_{\omega y} / h \quad (6.16)$$

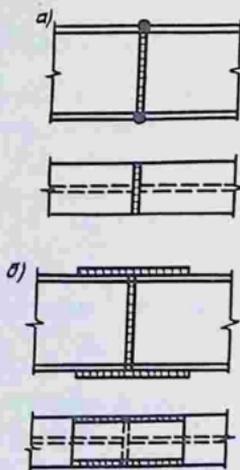
Тахтакачнинг минимал кесим юзаси:

$$A_T \geq N^T / R_{\omega y} = \frac{M_{\max}}{h \cdot R_{\omega y}} - \frac{W}{h}, \quad (6.17)$$

бу ерда h — тўсиннинг баландлиги; W — ёйма тўсин кўндаланг кесим юзасининг қаршилик моменти.

Айрим ҳолларда (кесувчи кучнинг миқдори катта бўлганда) тўсин туташмалари горизонтал тахтакачлардан ташқари, тўсин деворчасини бириктирувчи вертикал тахтакачлар билан ҳам мустаҳкамланади.

6.5-расм.
Ёйма
тўсинларнинг
туташishi:
а — учма-уч
пайванд ту-
ташма; б —
тахтакачли
пайванд ту-
ташма



Улама тўсинлар. Катта пролётли ва катта куч таъсирида бўлган тўсинли қурилмаларнинг кўндаланг кесим ўлчамлари катта бўлгани сабабли ёйма профиллар сортаменти жадвалидан керакли кесимни танлаш мумкин бўлмай қолади. Бунга сабаб ёйма профилларнинг тўсин сифатида кўп ишлатиладиган хили қўштакв бўлиб, улардан энг каттасининг баландлиги $h = 600$ мм бўлади, ваҳоланки, юқорида айтилган қурилмаларда ишлатиладиган тўсинларнинг баландлиги кўп

ҳолларда 3 метрдан ошади. Шунинг учун бундай ҳолларда пўлат листлардан тузилган улама тўсинлар ишлатилади. Улама

тўсинлар таркибидаги элементлар пайвандлаш усули ёки болт (парчин мих) билан туташтирилади. Парчин михлар ёрдамида туташтириш усули катта динамик юклар таъсирида ишлайдиган чидамли улама тўсинларни ясашда қўлланилади.

6.6. ТЎСИННИНГ КЎНДАЛАНГ КЕСИМИНИ ТАНЛАШ

Тўсин кесимини танлаш деганда, уни ташкил этадиган асосий элементларнинг ўлчамларини аниқлаш тушунилади. Энг асосий ўлчов тўсиннинг баландлиги ҳисобланади. Дастлаб тўсиннинг баландлиги аниқланади.

Тўсиннинг баландлигини белгилашдан олдин унинг учта қийматини аниқлаймиз: h_{\min} — минимал бикрлик, $h_{\text{опт}}$ — тежамлик ва h_c — ёпманинг қурилиш баландлиги шarti бўйича аниқланган баландликлар.

Тўсиннинг лойиҳага киритиладиган ҳақиқий баландлиги h_{\min} дан кичик ва $h_{\text{опт}}$ дан катта бўлмаслиги шарт, яъни:

$$h_{\min} \leq h < h_{\text{опт}}.$$

Тўсиннинг баландлигини белгилашда сортаментда берилган пўлат листнинг кенглигини ҳам эътиборга олиш керак. Тўсиннинг деворчаси битта яхлит листдан ясалгани маъқул. h_{\min} ни аниқлаш тенгламасини келтириб чиқарамиз. Маълумки, қўзғалувчи шарнирли таянчга эга бўлган тўсин учун нисбий солқилик қуйидагича аниқланади:

$$f/l = M^n \cdot l / 10EJ, \quad (6.18)$$

бу ерда M^n — норматив юк таъсиридаги эгувчи момент; l — тўсиннинг узунлиги; f — солқилик; EJ — тўсиннинг бикрлиги.

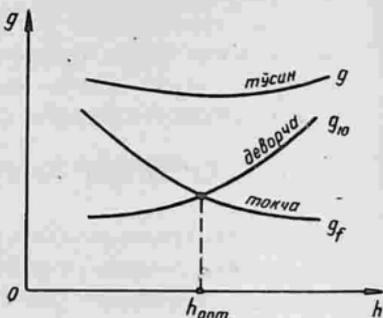
(6.18) тенгламага $J = Wh^3/12$ қийматни қўйиб, $M/W = R_y$ шарт бажарилишини ҳисобга олсак, у ҳолда қуйидаги ифода келиб чиқади:

$$f/l = M^n \cdot l / 5EWh^3 \approx lR_y \cdot M^n / 10^5 h^3 \cdot M \quad (6.19)$$

(6.19) тенгликни жоиз нисбий солқилик билан тенглаштириб, тўсиннинг минимал баландлигини топиш формуласини чиқарамиз:

$$h_{\min} = \frac{l \cdot R_y}{10^5 [f/l]} \cdot \frac{M^n}{M} = \frac{R_y l M^n}{10^5 M} \left[l/f \right]. \quad (6.20)$$

Тўсиннинг оптимал баландлиги g ($h_{\text{опт}}$) ни аниқлаш иқтисодий мулоҳазаларга асосланган. Тўсиннинг оғирлиги, асосан, унинг токчалари ва деворчасининг оғирлигидан иборат бўлиб, бу оғирликлар бир-бирига тескари мутаносибдир, яъни бирининг ошиши билан иккинчиси камайиб боради. Буни графикда кўрмоқчи бўлсак, баландлик ошиши билан токчалар оғирлиги камайиб, деворча оғирлиги оша беради (6.6- расм).



6.6-расм. Тўсин элементлари массасининг унинг баландлигига боғлиқлик графиги

Тўсиннинг баландлиги ўзгариши билан токчалар массаси ва деворча массаси функциялари ўзгариши нотекис бўлади — бири камайса, иккинчиси ошади. Иккала чизиқ бир нуқтада кесишадик, бунда тўсиннинг оғирлиги минимал қийматга эга бўлади ва тўсиннинг шу ҳолдаги баландлиги оптимал баландлик дейилади.

Тўсиннинг оптимал баландлигини қуйидаги тенгламадан аниқлаймиз:

$$g = g_f + g_w = 2 \frac{CM}{h R_y} \Psi_f \rho + h t_w \Psi_w \rho, \quad (6.21)$$

бу ерда h — тўсиннинг баландлиги; g — 1 м тўсиннинг оғирлиги; c — моментнинг токчалар қабул қиладиган қисми; M — тўсинга таъсир қиляётган ҳисобий момент; R_y — тўсин материалининг ҳисобий қаршилиги; t_w — тўсин деворчасининг қалинлиги (6.1- жадвал); ρ — металлнинг зичлиги; g_f — 1 метр тўсин токчаларининг оғирлиги; g_w — 1 метр тўсин деворчасининг оғирлиги; Ψ_f ва Ψ_w — тўсин токчаси ва деворчасининг конструктив коэффициентлари (тўсин элементларининг ҳақиқий оғирлигининг, баъзи қўшимча конструктив элементлар киритиш натижасида, назарий оғирликка нисбатан ўзгаришини ҳисобга оладиган коэффициент).

Тўсин деворчаси қалинлигининг тақрибий қийматлари 6.1- ж а д в а л

Тўсин узунлиги	6	12	18	24	30	36	42
t_w , мм	6-8	8-12	12-16	14-16	16-20	18-22	22

(6.21) тенгламадан h га нисбатан ҳосила олиб, натижани нолга тенглаштирсак, тўсиннинг баландликка нисбатан минимал оғирлигини аниқлаймиз:

$$\frac{\partial g}{\partial h} = - \frac{2CM}{h^2 R_y} \psi_f \rho + h_\omega \psi_\omega \cdot \rho = 0, \quad (6.22)$$

бундан

$$h_{\text{опт}} = \sqrt{\frac{2C \cdot \psi_f}{\psi_\omega}} \cdot \sqrt{\frac{M}{R_y \cdot t_\omega}} = K \sqrt{\frac{W}{t_\omega}} \quad (6.23)$$

K — тўсиннинг конструктив тузилишига боғлиқ бўлган коэффициент (пайвандланган тўсинлар учун $K = 1,2 \dots 1,15$, парчин миخلي тўсинлар учун $K = 1,25 \dots 1,2$).

Оптимал баландликка эга бўлган тўсин тоқчалар оғирлиги деворча оғирлигига тахминан тенг бўлади. Тўсиннинг баландлиги оптимал қийматдан 10 % гача ўзгартириб олинса, тўсиннинг оғирлиги 1,5 % гача ўзгариши мумкин, холос. Шунинг учун тўсин баландлигини оптимал қийматдан бироз камроқ олиш маъқулдир.

Тўсиннинг кесimini танлашда деворча қалинлигини аниқлаш иқтисодий жиҳатдан муҳим аҳамиятга эга. Деворча қалинлиги тўсин баландлиги ортиши билан ортиб боради. Тўсиннинг $h_{\text{опт}}$ — баландлигини (6.22) ифода орқали топиш учун, деворча қалинлиги t_ω нинг қийматини 6.1-жадвалдан олиш тавсия этилади.

Дастлабки ҳисоблашда, тўсиннинг оптимал баландлиги деворча қалинлигини ифодаловчи қуйидаги эмпирик формула бўйича аниқланади:

$$t_\omega = 7 + \frac{3h}{1000} \text{ мм} \quad (6.24)$$

Бунда тўсиннинг баландлигини $h = (1/8 - 1/10) l$ ораликда белгилаш керак (бунда l — тўсиннинг пролёти).

Конструктив мулоҳазаларга кўра тўсин деворчасининг минимал қалинлиги 6 мм дан кичик бўлмаслиги лозим.

Тўсин деворчасининг қалинлиги мустақкамлик нуқтаи назаридан қуйидаги шартга жавоб бериши керак:

$$t_{\omega, \text{min}} \geq \frac{3}{2} \frac{Q}{h \cdot R_s \cdot \gamma_c} \quad (6.25)$$

бу ерда Q_{\max} — тўсин таянчидаги максимал кўндаланг куч; R_s — пўлатнинг қирқилишдаги ҳисобий қаршилиги.

(6.25) ифода Н.Г.Журавский формуласидан келтириб чиқарилган бўлиб, бунда кўндаланг кучни фақат деворча қабул қилиши назарда тутилган.

Агар кўндаланг куч таъсирини тўсиннинг токчалари ҳам қабул қилса, мазкур ифода қуйидагича ёзилади:

$$t_{\omega, \min} \geq \frac{1,2 Q}{\bar{h} R_s \gamma_c} \quad (6.26)$$

Қабул қилинган тўсин деворчасининг мустаҳкамлиги қуйидаги формула бўйича текшириб кўрилади:

$$\tau = \frac{3}{2} \frac{Q_{\max}}{t_{\omega} \cdot h} \leq R_s \gamma_c \quad \text{ёки} \quad \tau = \frac{1,2 Q}{t_{\omega} h} \leq R_s \gamma_c \quad (6.27)$$

6.6.1. Пайванд тўсиннинг кесимини танлаш

Тўсинда ҳисобий ташқи юкдан ҳосил бўлган эгувчи момент ва кесувчи кучлар аниқлангандан кейин уларнинг энг катта қийматлари бўйича тўсиннинг кўндаланг кесими танланади. Дастлаб талаб қилинган қаршилик моменти аниқланади:

$$W_{T.қ} = M / R_y \gamma_c \quad (6.28)$$

Тўсин деворчасининг қалинлиги ва баландлигининг қийматлари олдинги ҳисоблардан маълум бўлганлиги туфайли, токчанинг қалинлиги t ва эни b ни аниқлаш зарур (6.7- расм).

Тўсин кесимининг қаршилик моменти токчалар ва тўсин деворчасининг қаршилик моментлари йиғиндисидан иборат:

$$W_{T.қ} = W_f + W_{\omega} \quad (6.29)$$

Токча ўлчамларини шундай танлаш зарурки, бунда ҳосил бўлган токчалар кесимининг қаршилик моменти W_f га тенг бўлсин:

$$W_f = W_{T.қ} - W_{\omega} = W_{T.қ} - \frac{t_{\omega} \cdot h^2}{6} \quad (6.30)$$

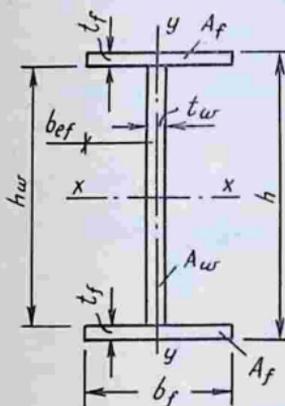
Агар $W_f = 2 A_f h / 2 = A_f h$ эканлигини ҳисобга олсак, битта токчанинг зарурий кесим юзаси қуйидагига тенг бўлади:

$$A_f = \frac{W_T \cdot \kappa}{h} - \frac{t_w h}{6} \quad (6.31)$$

Токчанинг кенглигини b_f , қалинлигини t_f деб белгиласак, $A_f = b_f \cdot t_f$ бўлади. Токчанинг қалинлиги ва кенглиги орасидаги муносабат конструктив ишлаб чиқариш талабларига жавоб бериши керак. Агар тўсиннинг кесим юзаси ўзгармаса-ю, токчанинг кенглиги катталашиб борса, тўсиннинг устиворлиги ҳам орта боради. Бироқ, бу кенглик жуда ҳам катта бўлганда токчанинг қалинлиги ҳаддан ортиқ юпқа бўлади. Натижада, сиқилишга ишлаётган токча нормал кучланишлар таъсири остида ўз устиворлигини йўқотиши мумкин.

Токчанинг эркин чиқиб турган b_{ef} қисмининг маҳаллий устиворлигини таъминлаш учун қуйидаги шарт бажарилиши керак (6.7- расм):

$$b_{ef} / t_f = 0,5 \sqrt{E / R_y} \quad (6.32)$$



6.7-расм. Пайванд тўсиннинг кўндаланг кесими

Демак, токчанинг тўлиқ кенглиги бўлиши зарур. Мазкур ифода токча кенглигининг юқори чегарасини белгилайди. Токча кенглигининг қуйи чегараси тўсиннинг горизонтал эгилишдаги умумий устиворлигини таъминлаш шартидан келиб чиқади. Ушбу минимал кенгликнинг қиймати пўлатнинг маркаси ва l_{ef} га боғлиқ равишда СНИП II -23-81* нинг жадвалидан танланади (бунда l_{ef} — тўсиннинг ҳисобий узунлиги).

Токчанинг кенглиги ҳар қандай ҳолда ҳам 180 мм дан кичик бўлмаслиги керак. Токчанинг қалинлиги 8...40 мм атрофида бўлиши керак, лекин бу қалинлик $t_w \leq t_f \leq 3 t_w$ оралиқда бўлиши лозим, чунки қалин листларни пайвандлаганда иссиқ чокнинг совиши натижасида унда катта қийматли қолдиқ чўзувчи кучланишлар

пайдо бўлиб, қурилманинг (тўсиннинг) ишига салбий таъсир кўрсатади. Токча кенглиги ва қалинлигини универсал пўлатларга тааллуқли ГОСТ га мувофиқ равишда танлаш керак:

Тўсин кесимини аниқлаш жараёнида танланган ўлчамлар маълум даражада яхлитлаб олинади ва шу боис кесимнинг ҳақиқий қаршилик momenti талаб қилинган қаршилик momentидан бироз катта бўлади.

Қабул қилинган кесимнинг геометрик характеристикаларини аниқлагандан кейин тўсиннинг мустаҳкамлиги ва бикрлиги қуйидагича текширилади:

$$\text{нормал кучланиш } \sigma = M/W_{n, \min} \leq R_y \gamma_c \quad (6.33)$$

$$\text{уринма кучланиш } \tau = QS/J_x \cdot t_w \leq R_s \gamma_c \quad (6.34)$$

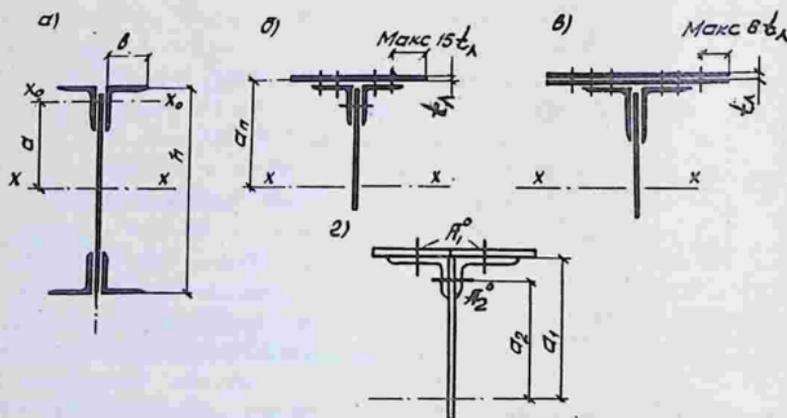
$$\text{нисбий солқилик } f/l = M^2/10 EJ_x \leq [f/l] \quad (6.35)$$

Бу ерда M ва Q — энг катта эгувчи момент ва кесувчи куч; M^2 — норматив эгувчи момент; EJ_x — тўсиннинг бикрлиги.

6.6.2. Болтли тўсиннинг кесимини танлаш

Болтли улама тўсиннинг кўндаланг кесими га энг оддий мисол қилиб вертикал лист ва тўртта бурчаклардан иборат қурилмани кўрсатиш мумкин (6.8- расм, а).

Оғир юкларни кўтарадиган тўсинлар токчаларининг мустаҳкамлигини қўшимча горизонтал листлар қўйиш билан ошириш мумкин (6.8- расм, б-в).



6.8-расм. Болтли улама тўсиннинг кўндаланг кесимлари

Болтли тўсинларнинг асосий ўлчамлари пайванд тўсинларнинг ўлчамларини аниқлашдаги каби аниқланади. Бунда кесимнинг болтлар ўрнатилиши натижасида заифлашишини ҳисобга олиш керак. Бу заифлашиш $A_n \geq 0,85 A$ бўлганда ҳисобий юза учун брутто кесим юзаси (A) ни ва $A_n < 0,85 A$ бўлганда шартли кесим юза ($A_c = 1,18 A_n$) ни қабул қилиш лозим (A_n — нетто кесим юзаси).

Тўсиндаги эгувчи момент бўйича нетто ва брутто қаршилик моментлари аниқланади. Агар кесимнинг заифлашиши тўлиқ мустақамликнинг тахминан 15 % ини ташкил қилади деб қабул қилинса, у ҳолда кесимнинг нетто ва брутто қаршилик моментлари қуйидаги формулалар билан ифодаланади:

$$W_n = M / R_y \cdot \gamma_c \quad (6.36)$$

$$W = W_n / 0,85. \quad (6.37)$$

Пайванд улама тўсинларни ҳисоблашда қўлланилган формулалардан фойдаланиб, тўсиннинг оптимал баландлиги ва деворчасининг қалинлиги аниқланади.

Тўсиннинг баландлиги белгилангандан сўнг кесимнинг талаб этилган инерция моментлари аниқланади.

Сортаментдан, токчага маҳкамланадиган бурчакликларнинг ўлчамлари аниқланади. Бунда, асосан, токчасининг кенглиги $b = (\frac{1}{10} - \frac{1}{11})h$ ва қалинлиги $t = (\frac{1}{10} - \frac{1}{11})b$ бўлган тенг ёнли бурчаклик танлаш мақсадга мувофиқ бўлади. Тўсин кўндаланг кесимининг талаб қилинган инерция моменти:

$$I_{т.к} = Wh/2 \quad (6.38)$$

Вертикал лист ва тўртта бурчакликдан иборат тўсиннинг инерция моменти:

$$J = J_{\omega} + J_{y_r} = \frac{t_{\omega} h_{\omega}^3}{12} + 4 (J_0 + a^2 A_{y_r}) , \quad (6.39)$$

бу ерда J_{y_r} — токчага маҳкамланган тўртта бурчакликнинг нейтрал ўққа нисбатан инерция моменти; J_{ω} — тўсин деворчасининг инерция моменти; J_0 — битта бурчакликнинг ўз ўқиға нисбатан инерция моменти; a — нейтрал ўқдан токча бурчакликлари оғирлик марказигача бўлган масофа; A_{y_r} — битта бурчакликнинг кўндаланг кесим юзаси.

Кўпинча, болтли тўсинларда токчалар бурчакликлар билан бир қаторда листлар билан ҳам мустақамланади. Бундай тўсиннинг инерция моменти

$$J = J_{\omega} + J_{y_r} + J_f \quad (6.40)$$

бу ерда, J_f — горизонтал листларнинг $x - x$ ўққа нисбатан инерция моменти.

Горизонтал листларнинг талаб этилган инерция моменти қуйидаги формула билан топилади:

$$J_{f_{T.K}} = J_{T.K} - (J_{\omega} + J_{y_r}), \quad (6.41)$$

Битта токча горизонтал листнинг талаб этилган кесим юзаси қуйидагига тенг:

$$A_{f_{T.K}} = J_{f_{T.K}} / 2(h/2)^2 = \frac{2J_{f_{T.K}}}{h^2} \quad (6.42)$$

Горизонтал листнинг қалинлиги 20 ... 25 мм дан ошмагани маъқул, акс ҳолда токча листлари икки қават қилиб олинади (6.8- расм, в).

Горизонтал листлар қўлланилганда тўсин токчаси зўриқишининг деворчага ишончли узатилишини таъминлаш учун битта токчадаги бурчакликларнинг юзаси токча умумий юзасининг 1/3 қисмидан кам бўлмаслиги керак.

Кесимнинг барча ўлчамлари аниқлангандан кейин унинг мустақамлиги қуйидаги формулалар билан текширилади:

$$\sigma = M/W_n \leq R_y \gamma_c ; \quad (6.43)$$

$$\tau = \frac{QS}{J_x t_{\omega}} \cdot \frac{S'}{S' - d} \leq R_s \gamma_c ; \quad (6.44)$$

бу ерда d — болт ўрнатиладиган тешикнинг диаметри; S' — тўсин узунлиги йўналиши бўйича тешиклар орасидаги масофа;

W_n — нетто қаршилиқ моменти.

Заифлашган кесимнинг инерция моменти:

$$J_n = J - J_0, \quad (6.45)$$

бунда J_6 — болт ўрнатилган тешиклар инерция моментларининг йиғиндиси.

6.7. ЎЗГАРУВЧАН КЕСИМЛИ ТЎСИНЛАР

Улама тўсиннинг кўндаланг кесимини танлашда шу кесимдаги энг катта эғувчи момент қийматига асосланган эдик. Бундай тўсинларнинг (эғувчи момент кичик бўлган жойларда) бошқа кўндаланг кесимлари ортиқча запас билан ишлайди. Аммо бу кесимнинг ўлчамларини тегишли эғувчи моментларга мувофиқ қилиб олиш мумкин. Бундай тадбир амалга оширилса, тўсиннинг ҳар бир кўндаланг кесимидаги максимал кучланиш ўзининг жоиз қийматидан ошмайди. Бу шартни қаноатлантирувчи тўсинлар эгилишга тенг қаршилиқ кўрсатувчи тўсинлар деб аталади. Эгилишга тенг қаршилиқ кўрсатувчи тўсинларнинг барча кесимларида қуйидаги муштаҳкамлик шarti бажарилиши керак:

$$\sigma = \frac{M_x}{W_x} \leq R_y \gamma_c \quad (6.46)$$

Бу ифоданинг маъноси шуки, эғувчи момент M_x тўсин бўйича қандай қонун бўйича ўзгарса, қаршилиқ momenti W_x ҳам худди шундай қонун бўйича ўзгариши лозим.

Аммо тўсинни эгилишга тенг қаршилиқ кўрсатадиган қилиб ясаш ортиқча меҳнат талаб қилади ва натижада бундай қурилма қимматга тушади. Лекин иқтисодий жиҳатдан, узунлиги 10-12 м ва ундан ортиқ бўлган тўсинларни ўзгарувчан кесимли қилиб ясаш мақсадга мувофиқдир.

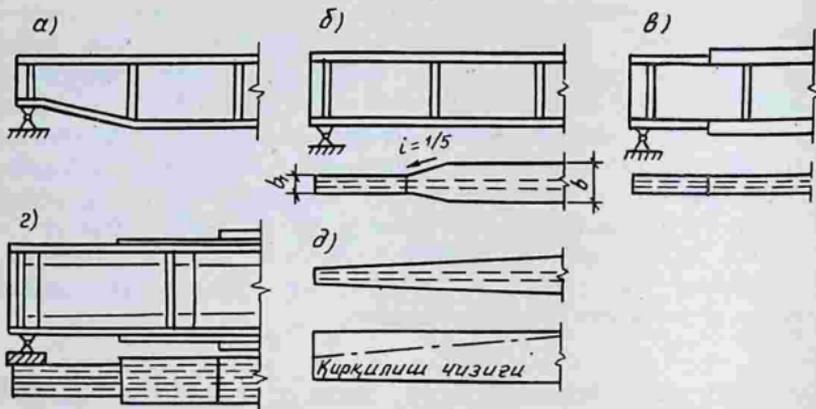
Тўсиннинг кўндаланг кесимини ўзгартиришнинг бир нечта усуллари мавжуд (6.9- расм). Бу усуллар орасида токчаларнинг кенглигини ўзгартириш анча қулай усул ҳисобланади. Чунки бу усулда тўсин юқори токчасининг сирти текислигича қолади ва унинг устига бошқа элементларни ўрнатиш осон бўлади (6.9- расм, б).

Болтли тўсинларда горизонтал листлар сонини камайтириш ёки ошириш йўли билан кўндаланг кесим ўзгартирилади (6.9- расм, г).

Узунлиги 30 м гача бўлган шарнир таянчли тўсинларда кесим фақат бир марта ўзгартирилади, чунки кесимни иккинчи бор ўзгартириш материални 3-4 % гина тежаш имконини беради, бироқ, иқтисодий жиҳатдан бундай қўшимча иш ўзини оқламайди.

Бир пролётли шарнир таянчли тўсинларнинг кесимини таянчдан $x = l/6$ масофада ўзгартириш мақсадга мувофиқ бўлади (6.10- рasm, а). Бу кесимдаги эгувчи момент:

$$M_x = q \cdot x (l - x) / 2 \quad (6.47)$$



6.9-расм. Тўсин кесимини узунлик бўйлаб ўзгартириш: а — тўсин баландлигини ўзгартириш; б — токчалар кенглигини ўзгартириш; в, з — токчалар қалинлигини ўзгартириш; д — токчалар кенглигини бир текисда ўзгартириш

Ўзгартирилган кесимнинг қаршилик momenti:

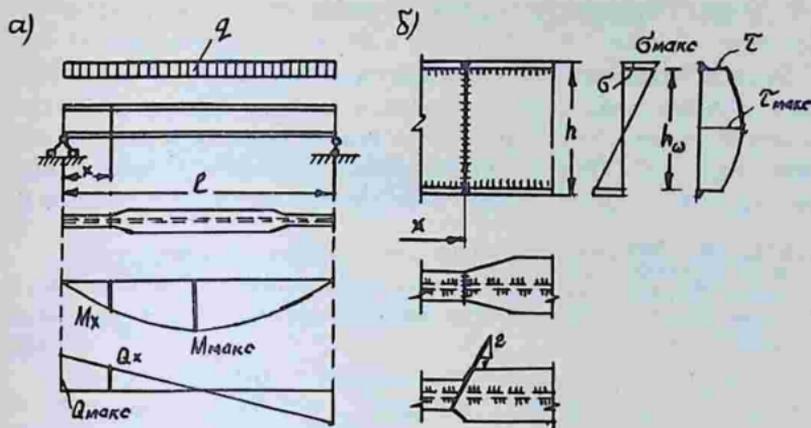
$$W_x = M_x / R_y \gamma_c \quad (6.48)$$

Ўзгартирилган кесим учун токчанинг кесим юзаси (6.32) формулага асосан қуйидагича аниқланади:

$$A'_f = W_x / h - t_w h_w / \delta \quad (6.49)$$

Токчанинг қалинлиги (t_f) ўзгармаслиги туфайли унинг ўзгарган кенглигини аниқлаш мумкин:

$$b'_f = A'_f / t_f$$



6.10-расм. Пайванд тўсинларнинг кўндаланг кесимини ўзгартиришни ҳисоблаш:

а — ҳисобий схема; б — кесим ўзгартирилган жойдаги кучланишлар

Ҳисоблаш натижасида ҳосил бўлган b'_f қуйидаги конструктив талабларни қондириши лозим:

$$b'_f \geq \frac{h}{10}; \quad b'_f \geq 160 \text{ мм}; \quad b'_f \geq b_f/2.$$

Ўзгартирилган кесимда бир вақтнинг ўзида нормал кучланишлар ва уринма кучланишлар таъсир қилади. Бундай ҳолда ўзгартирилган кесимнинг мустаҳкамлиги келтирилган кучланишлар орқали текшириб кўрилади:

$$\sigma_{\kappa\tau} = \sqrt{\sigma_x^2 + 3\tau_x^2} \leq 1,15 R_y \gamma_c, \quad (6.50)$$

Бунда

$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_x} \cdot \frac{h_w}{h}; \quad \tau_x = Q_x S'_f / J_x t_w \quad (6.51)$$

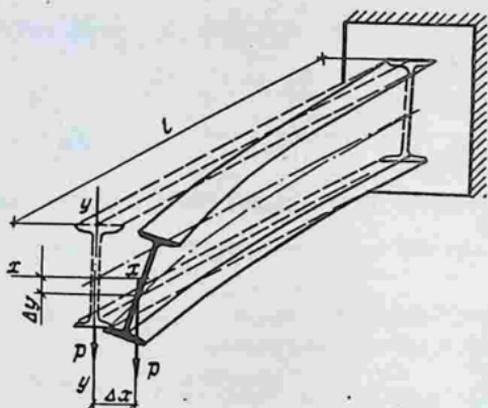
бу ерда S'_f — ўзгартирилган кесимнинг нейтрал ўққа нисбатан статик momenti.

Ўзгартирилган кесимда токчалар туташган жойнинг пайванд чоки тўғри ёки қийшиқ бўлиши мумкин. Чўзилишга ишлайдиган токча чокини қийшиқ қилиб бажарган маъқул, чунки бу ҳолда чокнинг мустаҳкамлиги юқорироқ бўлади.

6.8. ТҮСИНЛАРНИНГ УМУМИЙ УСТИВОРЛИГИ

Эгилиш текислиги энг катта бикрлик текислигига тўғри келган ҳолда эгувчи кучлар маълум миқдордан ортганда тўсин устивор мувозанатини йўқота бошлайди. Бу ҳодиса моҳиятини тушуниб олиш учун бир учи қистириб маҳкамланган консолли тўсинни кўриб чиқайлик (6.11- расм). Тўсин текислигини вертикал ҳолда сақлаб,

6.11-расм. Бир учи билан қистириб маҳкамланган қўштакв кесимли тўсиннинг умумий устиворликни йўқотиши



унинг эркин учига қўйилган юкни аста-секин кўпайтириб борсак, юкнинг маълум қийматида тўсин устивор мувозанатини йўқотади ва унинг вертикал текислиги эгила бошлайди. Тўсинларнинг кўндаланг (ёнбош) устиворлиги уларнинг кўндаланг ва бўйлама ўлчамларига боғлиқдир. Бошқача қилиб айтганда, тўсинни мувозанат ҳолатидан чиқаришга мажбур қиладиган критик кучнинг қиймати тўсиннинг ёнбош эгилишидаги ва буралишидаги бикрликлари (EJ_y ва GJ_p) га боғлиқ. Конструктив жиҳатдан, критик кучланишлар қиймати тўсиннинг конструктив шакли, схемаси ва, биринчи навбатда, тўсин ҳисобий узунлигининг унинг тоқчасининг кенглиги нисбати (l_{ef}/b_f) га боғлиқ (СНиП II-23-81* нинг 8- жадвалига қаралсин).

b_{ef}/b_f нисбатнинг катта қийматларида тўсиннинг умумий устиворлиги қўйдаги формула бўйича текширилиши керак:

$$\sigma = M/\varphi_b W_c \leq R_y \gamma_c . \quad (6.52)$$

Кўндаланг кесими турлича бўлган тўсинлар учун φ_E коэффициентни аниқлаш тартиби СНиП II-23-81* нинг 7- иловасида батафсил келтирилган.

6.9. ТЎСИН ЭЛЕМЕНТЛАРИНИНГ МАҲАЛЛИЙ УСТИВОРЛИГИ

Улама тўсинларда айрим элементларнинг (токча ёки деворчанинг) сиқувчи нормал ёки уринма кучланишлар таъсирида қавариб чиқиши мазкур элементлар маҳаллий устиворлигининг йўқолишидан далолат беради.

Тўсинларнинг сиқилган токчаси нормал куч таъсирида ўз устиворлигини йўқотиши мумкин. Элементлардан бирортаси устиворликни йўқотиши натижасида улар бутунлай ёки қисман ишдан чиқади. Натижада тўсиннинг иш қисми камаяди, кесими носимметрик шаклни олади, эгилиш маркази силжийди. Буларнинг ҳаммаси тўсиннинг юк кўтарувчанлиги муддатидан олдин йўқолишига олиб келади.

Тўсин элементларининг маҳаллий устиворлигини батафсил ўрганиш учун алоҳида олинган пластинканинг устиворлигини кўриб чиқамиз, чунки тўсин пластинкалардан ташкил топган системадир. Узун томони билан қистириб маҳкамланган пластинканинг критик кучланишлари ($\sigma_{кр}$ ва $\tau_{кр}$) ни аниқлаш формулаларини келтириб чиқарамиз.

Критик кучланиш материалнинг эластиклик характеристикаси E ва пластинканинг ўлчамлари (кенлиги, узунлиги ва қалинлиги)га боғлиқ. Узун томонлари билан маҳкамланган пластинка ўз устиворлигини тўлқинсимон сирт бўйлаб йўқотади. Тўлқинларни вужудга келтирадиган ва устиворликнинг йўқолишига сабаб бўладиган критик куч қиймати қуйидаги формуладан аниқланади:

$$N_{кр} = C\pi^2 EJ_4 / h_0^2 ,$$

бу ерда C — пластинканинг маҳкамланиш шarti ва кучланиш характерига боғлиқ функция; EJ_4 — пластинканинг цилиндрик бикрлиги.

$$EJ_4 = EJ / 1 - \mu^2 = E h_0 t^3 / 12 (1 - \mu^2) , \quad (6.54)$$

бу ерда μ — Пуассон коэффициенти; h_0 , t — пластинканинг кенглиги ва қалинлиги.

Критик кучдан пайдо бўладиган критик кучланиш қуйидагича топилади:

$$\sigma_{кр} = \frac{N_{кр}}{h \cdot t} = \frac{C \pi^2 E}{12(1-\mu^2)} \left(\frac{t}{h_0} \right)^2 = 10 K_0 \left(\frac{100t}{h_0} \right)^2. \quad (6.55)$$

бу ерда K_0 — материалнинг кучланганлик ҳолатига ва пластинка томонларининг маҳкамланишига боғлиқ бўлган коэффициент.

Пластинкага фақат уринма кучланишлар таъсир этса, $K_0=1,25$ бўлади. Бу қийматни (6.55) формулага қўйиб, критик уринма кучланишни аниқлаш формуласини келтириб чиқарамиз:

$$\tau_{кр} = 1,25 \left(\frac{100t}{h_0} \right)^2 \quad (6.56)$$

Битта узун томони билан маҳкамланган ва сиқилишга ишлайдиган пластинка учун (тўсиннинг тоқчаси бунга мисол бўла олади) $K_0 = 0,081$ ва $h = b_f/2$ ни (6.55) формулага қўйиб, критик кучланиш тенгласини келтириб чиқарамиз:

$$\sigma_{кр} = 0,081 \left(\frac{100t_f}{b_f} \right)^2, \quad (6.57)$$

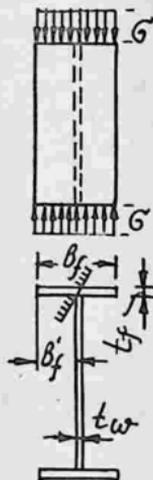
бу ерда b_f — тўсин тоқчасининг кенглиги; t_f — тўсин тоқчасининг қалинлиги.

Сиқилган тоқчанинг маҳаллий устиворлиги.

Тўсин тоқчасини, кенглиги t_f бўлган ва бир томони қистириб маҳкамланган пластина деб қараш мумкин (6.12- расм). Бундай пластина учун критик кучланишлар юқорида келтирилган (6.57) формула орқали топилади. Агар критик кучланишлар оқувчанлик чегараси ($\sigma_{оқ}$) дан катта бўлса, пластина ўз мувозанатини йўқотади.

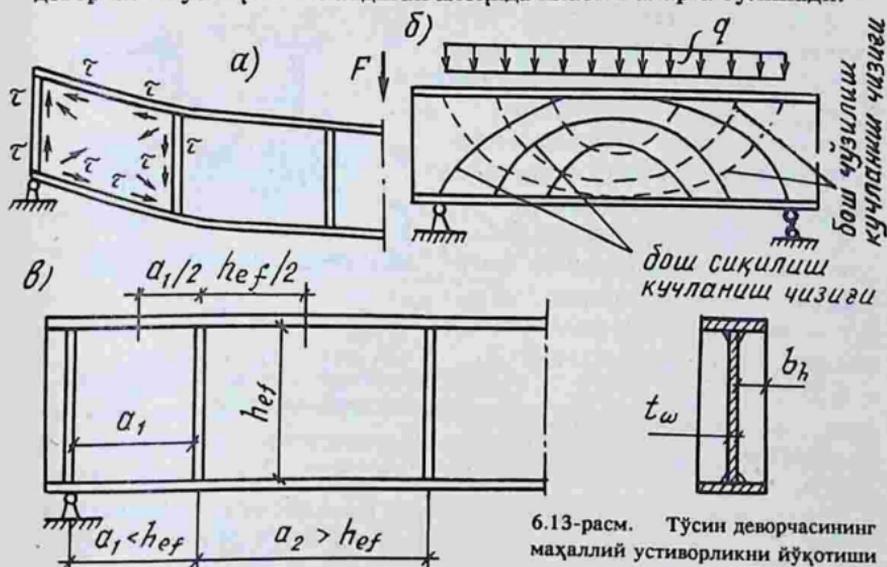
b_{ef}/t_f нисбатнинг тўсин тоқчасининг маҳаллий устиворлиги

6.12-расм.
Тўсин тоқчасининг маҳаллий устиворлигини текшириш



таъминланиши учун зарур бўлган қийматлари СНиП II-23-81* нинг 30- жадвалида келтирилган.

Тўсин деворчасининг маҳаллий устиворлиги. Тўсин деворчасини нормал ва уринма кучланишлар таъсирида ишлаётган пластина деб қараш мумкин. Деворчанинг устиворлиги, одатда, унинг қалинлигини ошириш йўли билан таъминланади. Бу усул материалнинг кўпроқ сарфланишига олиб келади. Маҳаллий устиворликни таъминлашнинг бошқа йўллари ҳам бор. Булардан бири деворчанинг маҳаллий устиворлигини пластинанинг чегаравий шартларини ўзгартириш йўли билан (пластинага тик қилиб муайян масофада кўндаланг бикрлик қовурғалари ўрнатиш йўли билан) таъминлашдир (6.13-расм, а, в). Кўндаланг бикрлик қовурғалари қўйилгандан сўнг тўсин деворчаси мустақил ишлайдиган алоҳида пластиналарга бўлинади.



6.13-расм. Тўсин деворчасининг маҳаллий устиворликни йўқотиши

Тўсиннинг таянчларига яқин кесимларда катта уринма кучланишлар таъсир этади. Ўрта кесимларда уринма кучланишлар кичик, нормал кучланишлар катта бўлади. Бу кучланишлар таъсири натижасида деворча бикрлик қовурғалари орасида диагонал бўйича сиқилиб қийшаяди ва текислигига тик йўналишда қавариб, тўсин ўқига нисбатан тахминан 45° да жойлашган тўлқинларни ҳосил қилади. Бу тўлқинлар йўналиши бош сиқувчи кучланишлар ($\sigma_{r.c}$) йўналишига мос тушади (6.13- расм, б).

Тўсин деворчасининг маҳаллий устиворлиги таъминланиши билан бирга бу деворча нормал кучланиш σ уринма кучланиш (τ) ва деворчада тўпланган кучдан ҳосил бўладиган маҳаллий кучланиш σ_{loc} лар таъсирида ўз мустақамлигини йўқотмаслиги керак, яъни

$$\sigma = M_y / J_x \leq R_y \gamma_c . \quad (6.58)$$

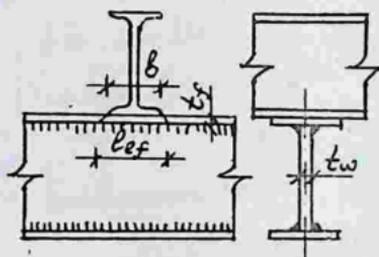
$$\tau = Q / t_w h \leq R_s \gamma_c . \quad (6.59)$$

$$\sigma_{loc} = F / t_w l_{ef} \leq F_p \gamma_c , \quad (6.60)$$

бу ерда $l_{ef} \neq b + 2t_f$ (6.14- расм); t_w — деворча қалинлиги; R_p — деворча материалининг эзилишдаги ҳисобий қаршилиги.

Агар тўсин деворчасида мустақамлик шартлари бажарилган бўлиб, шартли эгилувчанлик $\bar{\lambda}_w \leq h_{ef} / t_w \cdot \sqrt{R_y / E}$ қуйидаги тенгсизликларни қаноатлантирса, тўсин деворчасининг устиворлигини текширмаса ҳам бўлади.

$\bar{\lambda}_w \leq 3,5$ — токчаларга иккала томони билан пайвандланган деворчаларда ($\sigma_{loc} = 0$ бўлганда); $\bar{\lambda} \leq 3,2$ — токчаларга бир томони билан пайвандланган деворчаларда ($\sigma_{loc} = 0$ бўлганда); $\bar{\lambda} \leq 2,5$ — токчаларга иккала томони билан пайвандланган деворчаларда ($\sigma_{loc} \neq 0$ бўлганда).



6.14-расм. Тўсин токчасига тўшаётган тўпланган юкнинг тақсимланиши соҳаси

Тўсинлардаги юк қўзғалмас бўлиб, шартли эгилувчанлик $\bar{\lambda} > 3,2$ бўлганда ҳамда юк қўзғалувчан бўлиб, $\bar{\lambda} > 2,2$ бўлганда деворча бикрлик қовурғалари билан мустақамланиши шарт.

Тўсин деворчасининг маҳаллий устиворлигини таъминлаш асосан кўндаланг ва бўйлама бикрлик қовурғалари ўрнатиш билан амалга оширилади. $\bar{\lambda}_w > 3,2$ бўлганда кўндаланг бикрлик қовурғалари орасидаги масофа $2h_{ef}$ дан $\bar{\lambda}_w \leq 3,2$ бўлганда эса $2,5 h_{ef}$ дан ошмаслиги лозим. Кўндаланг қовурғаларни катта миқдордаги

қўзғалмас юклар қўйилган жойларга ва тўсиннинг таянч қисмларига жойлаштирган маъқул. Кўндаланг қовурғаларнинг кенглиги $b_h = \frac{h_{ef}}{30} + 40$ мм дан кичик бўлмаслиги керак. Қалинлиги эса $t_s \geq 2b_h \sqrt{R_y/E}$ бўлиши шарт.

Маҳаллий кучланиш $\sigma_{10c} = 0$ ва деворчанинг шартли эгилувчанлиги $\bar{\lambda}_\omega \leq 5,5$ бўлган ҳолда фақат кўндаланг бикрлик қовурғалари билан мустақкамланган симметрик кесимли тўсин деворчасининг маҳаллий устиворлиги қуйидаги формулалар бўйича текширилади:

$$\sqrt{(\sigma/\sigma_{cr})^2 + (\tau/\tau_{cr})^2} \leq 1 ; \quad (6.61)$$

$$\sigma_{cr} = C_{cr} R_y / \bar{\lambda}_\omega^2 ; \quad (6.62)$$

$$\tau_{cr} = 1,03 \left(1 + \frac{0,76}{\mu} \right) R_y / \bar{\lambda}_{ef}^2 \quad (6.63)$$

(6.62) формуладаги C_{cr} коэффициент пайванд тўсинлар учун (6.2- жадвалдан) $\delta = 0,8 \frac{b_{ef}}{h_f} (t_f/t_\omega)^3$ га боғлиқ равишда танланади. Масалан, болтли тўсинлар учун $C_{cr} = 33,3$.

$$\bar{\lambda}_{ef} = \frac{d}{t_\omega} \sqrt{R_y/E} ,$$

бу ерда, d — пластина томонлари (h_{ef} ва a) дан энг кичиги; μ — пластина катта томонининг кичигига нисбати (6.13- расм).

Агар деворчанинг шартли эгилувчанлиги 5,5 дан катта бўлса, деворча кўндаланг бикрлик қовурғасидан ташқари бўйлама бикрлик қовурғалари билан ҳам мустақкамланиши керак. Бундай қовурғаларнинг кенглиги ва қалинлиги кўндаланг қовурғаларники каби қабул қилинади. Улар тўсиннинг узунлиги бўйлаб юқори токчадан $(0,2-0,3)h_\omega$ масофада жойлаштирилади.

6.10. ТҮСИН ТУГУНЛАРИ ВА ТУТАШМАЛАРИ

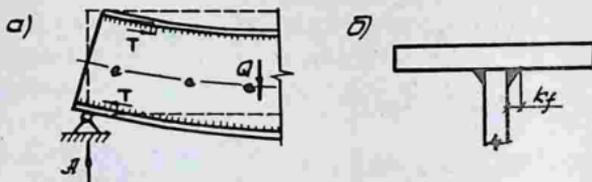
6.10.1. Тўсин деворчасини токчалар билан маҳкамлаш.

Улама тўсиннинг токчаси ва деворчаси ўзаро бириккан жой тўсиннинг узунлиги бўйлаб силжитувчи куч таъсирини қабул қилади (6.15- расм, а).

6.2- ж а д в а л

δ	0,8	1,0	2,0	4,0	6,0	10,0	30
C_{cr}	30,0	31,5	33,3	34,6	34,8	35,1	35,5

6.15-расм.
Тўсин токчаси билан деворчасини пайвандловчи чокнинг ишлашига доир



Пайванд тўсинларда 1 см тўсиннинг узунлигига тўғри келадиган силжитувчи куч:

$$T = \tau \cdot t_w = QS/J \quad (6.64)$$

бу ерда Q — ҳисобий кесиб ўтувчи куч; S — токчанинг нейтрал ўққа нисбатан статик моменти; J — тўсин кесимининг брутто инерция моменти.

Пайванд тўсинларда силжитувчи куч (T) токча чокларини қирқишга интилади, шу сабабли бу чокларнинг юк кўтарувчанлиги қуйидаги шартни қаноатлантириши лозим:

$$T \leq 2R_{wf} \gamma_{wf} \beta_f K_f \gamma_c ;$$

ёки

$$T \leq 2R_{wz} \gamma_{wz} \beta_z K_f \gamma_c ;$$

Юқоридаги ифодалардан пайванд чокнинг талаб қилинган қалинлигини топиш мумкин:

$$K_f = \frac{QS}{2JR_{wf} \gamma_c \beta_f} \quad \text{ёки} \quad K_f = \frac{QS}{2JR_{wz} \gamma_{wz} \gamma_c \beta_z} \quad (6.65)$$

Бу ерда келтирилган коэффициентлар ҳақидаги маълумот 5- бобда берилган.

Тўсин деворчаси билан токчани ўзаро бириктирадиган чокларнинг минимал қалинлиги қийматлари СНиП II-23-81* нинг 3- жадвалидан олиниши керак.

Болтли улама тўсинларда силжишни болтлар қабул қилади. Токча билан тўсин деворчасини маҳкамлайдиган битта болтни силжитадиган куч ўзаро қўшни болтлар орасидаги масофа бўйича аниқланади, чунки шу масофада таъсир этаётган силжитувчи кучни фақат битта болт қабул қилади. Бу куч қуйидаги қийматдан ошмаслиги керак:

$$T \leq Q_{bh} \cdot \delta_c / d, \quad (6.66)$$

Бунда болтлар орасидаги масофа (қадам):

$$d = Q_{bh} \cdot \delta_c / T = Q_{bh} \sqrt{\delta_c} / Q_s \quad (6.67)$$

бу ерда Q_{bh} — мустаҳкамлиги юқори битта болтнинг қабул қилиши мумкин бўлган зўриқиш [(5.16) формула бўйича аниқланади].

6.10.2. Тўсиннинг тутатиш жойлари.

Тўсин қисмлари пайвандланиши ёки болтлар ёрдамида ўзаро туташтирилиши мумкин. Тўсинларни тайёрлаш учун ишлатиладиган стандарт ёйма профилларнинг узунликлари тўсиннинг лойиҳадаги узунлигидан кичик бўлса, тўсин қурилмаси алоҳида элементлардан тайёрланиб, сўнгра бу элементлар ўзаро уланади. Кўп ҳолларда қурилма завод шароитида тайёрланиб, керакли жойларга темир йўл транспорти воситасида етказиб берилади. Транспортлаш талабларига кўра ташиладиган элементларнинг узунлиги 13 м, кенглиги 3,8 м дан ошмаслиги лозим. Қурилманинг алоҳида қисмлари элемент деб аталади, уларни йиғишда ҳосил бўладиган тутатиш жойлари монтаж тугунлари деб аталади.

Монтаж туташмалар заводда бажариладиган туташмаларга нисбатан қимматроқ, шу сабабли қурилмани лойиҳалаш вақтида уларнинг сонини камайтиришга интилиш керак.

6.16- расмда пайвандлаш воситаси билан бириктирилган улама тўсинларнинг туташмалари кўрсатилган. Тўсинни ясашда пайванд-

лаш тартиби катта аҳамиятга эга. Дастлаб кўндаланг чоклари бор элементларни айрим-айрим пайвандлаш керак (токча листларининг туташмалари, деворча туташмалари, бикрлик қовургаларининг чоклари), чунки кўндаланг чокларни пайвандлашда бирикманинг совиши натижасида катта қисқариш деформациялари пайдо бўлиб, улар маҳаллий кучланишларни вужудга келтиради.

6.16- расм, в да 1-5 рақамлар билан монтаж туташмани пайвандлаш тартиби кўрсатилган. Дастлаб кўндаланг чоклар (1) пайвандланади, 2, 3 чокларнинг совиши натижасида эркин қисқаришни таъминлаш учун токча чокларининг иккала томондан 500 мм пайвандланмаган жой қолдирилади. Охирида 4 ва 5 бўйлама чоклар пайвандланади.

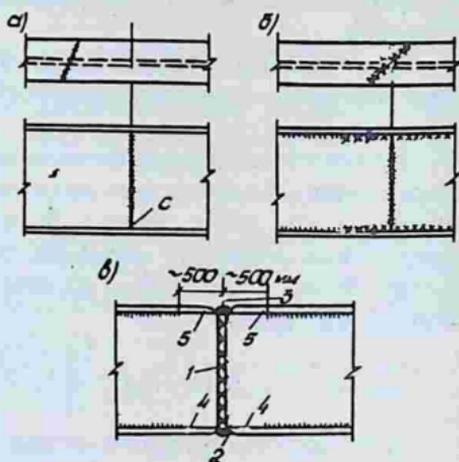
Пайванд туташмаларни ҳисоблаш. Туташмадаги ҳар бир элемент алоҳида ҳисобланади. Бунда бутун кесим қабул қилаётган эгувчи момент элементлар ўртасида уларнинг инерция моментларига пропорционал равишда тақсимланади. Масалан, тўсин деворчаси қабул қиладиган эгувчи момент:

$$M_{\omega} = \frac{J_{\omega}}{J} M \quad (6.68)$$

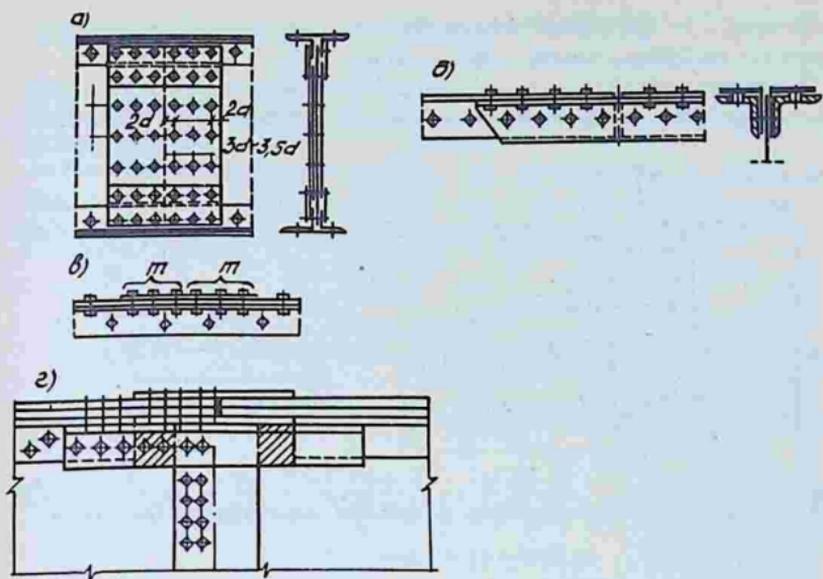
бу ерда M — тўсиннинг туташмиш жойидаги эгувчи момент; J_{ω} — тўсин деворчасининг инерция momenti; J — тўсин кўндаланг кесимининг инерция momenti.

Туташмага таъсир этаётган кесиб ўтувчи кучни фақат тўсин деворчаси қабул қилади, деб қаралади.

Юқори мустаҳкамли болтли туташмалар. Бундай туташмаларни ҳосил қилишда биринчи шарт шуки, тўсиннинг ҳар бир элементи



6.16-расм. Улама тўсинларнинг туташмалари: а — заводда бажарилган пайванд чоклар; б — монтаж вақтида (жойда) бажарилган пайванд чоклар; в — пайванд чокларнинг бажарилиш тартиби



6.17-расм. Тўсинларнинг болтли туташмалари

(деворчаси ёки токчаси)ни туташтиришда туташтирилувчи тахтачаларнинг умумий юзаси бириктириладиган элементларнинг шу кесимдаги юзасидан кичик бўлмаслиги керак. 6.17- расмда тўсин деворчасининг заводда бажарилган туташмаси тасвирланган. Туташма деворчанинг икки томонидан тахтакач қўйиб бириктириш орқали бажарилган. Токча бурчакликлари ўша катталиқдаги бурчаклик тахтакачлар ёрдамида туташтирилади.

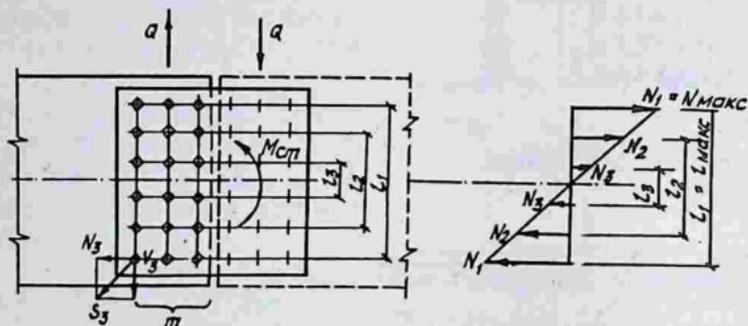
Туташтириш элементларининг оғирлигини оширмаслик мақсадида, туташмаларга қўйиладиган болтларнинг қадами $(2 \dots 2,5)d$ дан кичик бўлмаслиги шарт. Ҳар бир элементнинг болтли туташмаси алоҳида ҳисобланади.

Токчаларнинг горизонтал листлари ва бурчакликларни туташтириш учун зарур бўлган болтлар сони қуйидаги формула орқали топилади:

$$n = N / Q_{b\bar{h}} \cdot \gamma_c, \quad (6.69)$$

бу ерда n — юқори мустаҳкамли болтлар сони; N — элементнинг кесим юзаси бўйича таъсир этаётган зўриқиш.

Эгилишга ишлайдиган тўсин деворчасини бириктирувчи туташма, деворча қабул қиладиган ташқи эғувчи момент, болтларнинг горизон-



6.18-расм. Тўсин туташмасидаги деворчанинг бириктирувчи болтларини ҳисоблашга доир

тал қаторлари бўйлаб таъсир этаётган зўриқишлардан иборат деб, нейтрал ўққа нисбатан симметрик елкали жуфтлар йиғиндисига тахминан тенглаштириб олиш билан ҳисобланади (6.18- расм):

$$M_{\omega} = \sum N_i l_i = N_1 l_1 + N_2 l_2 + \dots + N_n l_n + \dots$$

Барча N_i зўриқишларни максимал зўриқиш N_1 орқали қуйидагича ифодалаш мумкин:

$$N_2 = N_1 l_2 / l_1 ; \quad N_3 = N_1 l_3 / l_1 ;$$

ва ҳоказо. У вақтда

$$M_{\omega} = N_1 / l_1 \cdot (l_1^2 + l_2^2 + l_3^2 + \dots + l_n^2) .$$

Бунда четки болтлар қатори қабул қиладиган зўриқиш:

$$N_{max} = M_{\omega} l_{max} / \sum l_i^2 . \quad (6.70)$$

Битта болт қабул қиладиган горизонтал зўриқиш:

$$N_b = N_{max} / m$$

Бу ерда m — тахтакачнинг бир томонидаги вертикал болтлар қаторининг сони.

Туташмада моментдан ташқари, кесиб ўтувчи куч ҳам таъсир этиши мумкин. Уни барча болтлар ўртасида тенг тақсимланган деб фараз қилсак, битта болт қабул қиладиган вертикал куч:

$$V_b = Q/n \quad (6.71)$$

бу ерда n — туташманинг бир томонидаги (деворчадаги) болтлар сони.

Энг четки болтга тушадиган зўриқишларнинг тенг таъсир этувчиси:

$$S_b = \sqrt{N_b^2 + V_b^2} = \sqrt{\left(\frac{M\omega l_{max}}{m \sum l_i^2}\right)^2 + \left(\frac{Q}{n}\right)^2} \leq Q_{bh} \quad (6.72)$$

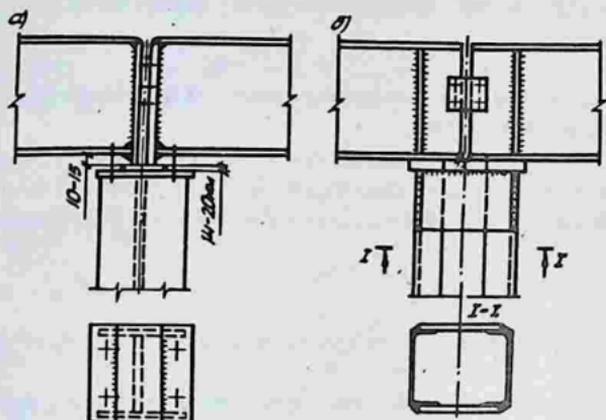
6.10.3. Туташиш тугунлари.

Тўсинларнинг устун ва деворларга, турли бетон таянчларга ўзаро таяниши турли хил усулларда амалга оширилади. Тўсинларни пўлат устунларга маҳкамлашнинг икки тури мавжуд: юқоридан таяниш ва ёндан ёндашиш. Бу туташишларнинг статик схемаси шарнирли ёки бикр тугун ҳосил қилиши мумкин. Шарнирли таяниш тўсинли қурилмаларнинг кўпчилигида қўлланилади. Синчли кўп қаватли биноларда эса бикр тугунлар кўпроқ қўлланилади.

6.19- расмда тўсинларнинг устунларга юқоридан таяниш усуллари келтирилган. Тўсиннинг охирига (деворчасига) таяниш қовурғаси маҳкамланган бўлиб, таянч реакцияси у орқали таянчга узатилади. 6.19- расм, а да тасвирланган тугунда таянч қовурғаси тўсиннинг ён томонига ўрнатилган бўлиб, пастки токчадан 15 ... 25 мм пастрок туширилган бўлади. Бу таянч қовурғаларининг пастки қирраси йўнилган бўлиб, таянч реакциясининг текис тақсимланишини таъминлайди. Тўсин устунига пастки токчаси орқали болтлар ёрдамида маҳкамланади.

6.19- расм, б да тугундаги реакция кучининг устунга таянч қовурғалари орқали узатилиши кўрсатилган. Бунда таянч қовурғаси реакцияни плитага бевосита эмас, қуйи токча орқали устун токча-

6.19-расм.
Тўсинларни ус-
тунларга юқори-
дан таянтириш



ларига узатади. Таянч қовурғалари тўсин деворчаси ва токчасига зич жойлаштириб пайвандланган бўлиши керак.

Таянч қовурғаларининг ўлчамлари қовурға таяниш қиррасининг эзилиш шартидан аниқланади

$$G = N / A_k \leq R_p \gamma_c, \quad (6.73)$$

бу ерда N — тўсиннинг таянч реакцияси; A_k — таянч қовурғасининг эзиладиган юзаси; R_p — таянч қовурғасининг эзилишдаги ҳисобий қаршилиги.

Таянч қовурғаларининг тўсин деворчасига маҳкамланган пайванд чоклари таянч реакциясига ҳисобланиши керак. Тўсинни устунга шарнирли бириктиришни ён томондан ёндаштириш усули билан ҳам бажариш мумкин (6.20- расм).

6.20- расм, *a* да тўсинни устунга ён томондан болтлар ёрдамида ёндаштириш билан ҳосил қилинган шарнирли тугун тасвирланган. Бу ерда болтлар қирқилишга ҳисобланиши, ҳисобий кесиб ўтувчи куч таянч реакциясидан 20 % кўпроқ олиниши керак.

Монтаж қилиш қулай бўлган шарнирли туташманинг яна бир тури 6.20- расм, *b* да келтирилган. Бу ерда ён томондан ёндаштириш усулида тўсинни ёнлари тенг бўлмаган бурчакликларидан иборат таяниш токчасига ўтқазилади. Таяниш токчаси таянч реакциясига ҳисобланади. Тўсин деворчасига пайвандлаб маҳкамланган бурчакликлар устунга болт билан маҳкамланади.

Таяниш токчаси, кўпинча, қалинлиги $t = 25 \div 30$ мм бўлган листдан тайёрланади.

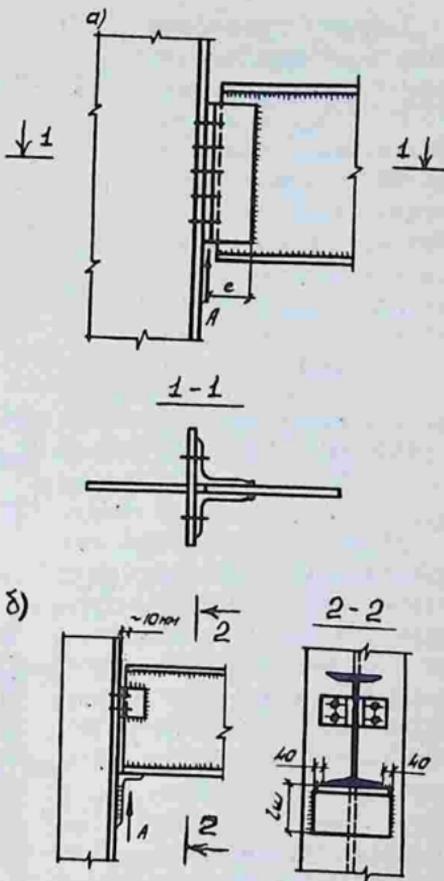
6.21- расм, а-б да ёндан ёндаштириш усули билан тўсинни устунга бикр маҳкамлаш усуллари тасвирланган.

Ёрдамчи тўсинларнинг бош тўсинларга бир сатҳда таянишида уларнинг ўзаро маҳкамланиши 6.22- расм, а да тасвирланган. Бу ҳолда ёрдамчи тўсинлар бош тўсиннинг кўндаланг қовурғаларига маҳкамланади. Ёрдамчи тўсинларнинг таянч реакциясини болтлар ёки пайванд монтаж чоклар қабул қилади. Бунда ёрдамчи δ) тўсиннинг деворчасини кесилишга текшириш керак:

$$\tau = N / h_p t_w \leq R_s \gamma_c, \quad (6.74)$$

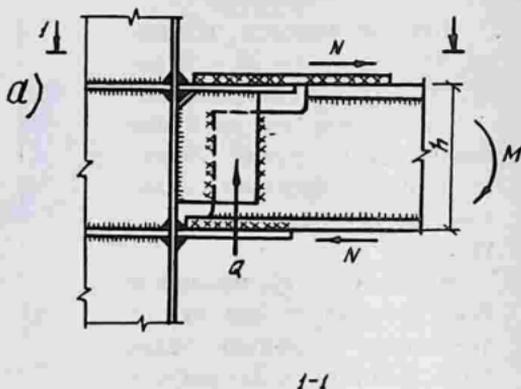
бу ерда N — ёрдамчи тўсиннинг таянч реакцияси; h_p — ёрдамчи тўсин деворчасининг баландлиги; t_w — ёрдамчи тўсин деворчасининг қалинлиги.

Ёрдамчи тўсинни пасайтириб туташтириш усулини ҳам бир сатҳда туташтириш каби бажариш мумкин. Бунда тўсинлар бош тўсиннинг бикрлик кўндаланг қовурғаларига пастроқдан маҳкамланади ёки бош тўсин деворчасига маҳкамланган таяниш токчасига маҳкамланади (6.22- расм, б).



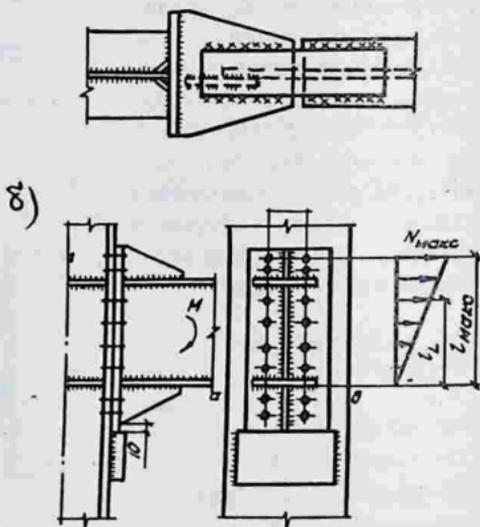
6.20-расм. Тўсинларни устунларга ён-томдан ёндаштириш

Ёрдамчи тўсинларни бош тўсинларга бикр туташтириш ҳам мумкин (6.23- расм). Бунда таянч momenti юқоридаги токча бўйлаб планка орқали ва пастки токча бўйлаб таяниш токчаси орқали узатилади. Юқоридаги планка $N = M/h$ зўриқишни қабул қила олиши керак.



6.11. УЛАМА ТЎСИНЛАРНИНГ БОШҚА АТУРЛАРИ

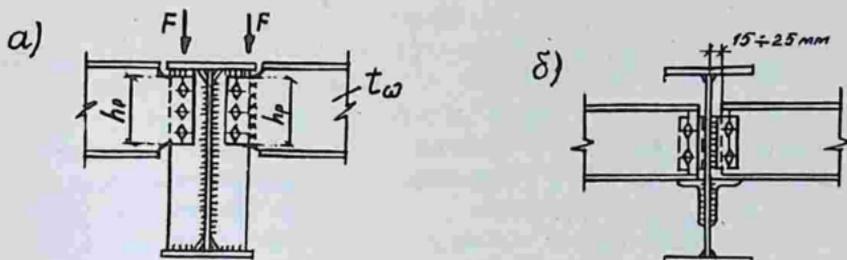
Юқорида улама тўсинларнинг фақат бир турини лойиҳалаш асослари билан танишиб чиқдик. Амалда, бундан ташқари, яна бир қанча (кўндаланг кесими симметрик бўлмаган тутах ҳамда консолли, юпқа деворчали, элементлари ҳар хил маркали пўлатдан ясалган, олдиндан зўриқтирилган, алюминий қотишмаларидан ясалган) тўсинлар қўлланилади. Шуларнинг баъзилари билан қисқача танишиб чиқамиз.



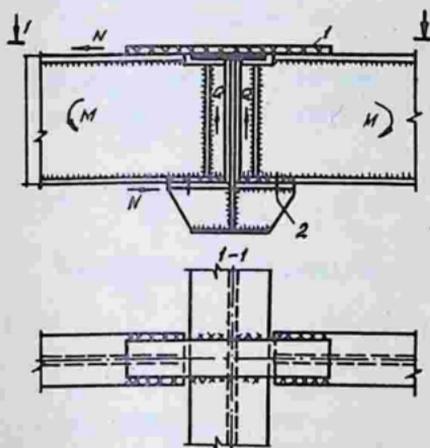
6.21-расм. Тўсинларни устунларга ён томондан ёндаштириб, бикр тутун ҳосил қилиш

6.11.1. Ҳар хил маркали пўлатдан ясалган тўсинлар.

Тўсинларда юқори мустаҳкамли пўлатларни ишлатиш материал тежашнинг йўлларидан бири ҳисобланади. Аммо бутунлай юқори мустаҳкамли пўлатдан ясалган тўсинларда бу афзалликлардан тўлиқ



6.22-расм. Ёрдамчи тўсинларни бош тўсинлар билан ўзаро маҳкамлаш



6.23-расм. Ёрдамчи тўсиннинг бош тўсин билан биқр тутashiши:
1 — тахтакач; 2 — болт

фойдаланиб бўлмайди, чунки тўсиннинг деворчасига таъсир этаётган кучланишлар пўлатнинг ҳисобий қаршилигидан анча паст бўлади. Шу сабабли ҳар хил маркали пўлатлардан ясалган тўсинларда токчалар юқори мустаҳкамли пўлатдан, тўсин деворчаси эса кам углеродли оддий пўлатдан тайёрланиши мақсадга мувофиқ бўлади. Бундай тўсиннинг кесимидаги нормал кучланишлар эпюраси 6.24-расмда тасвирлангани каби бўлади. Тўсиннинг ташқи юқлар таъсирида ишлаши жараёнида чегаравий ҳолатда токчалардаги кучланиш юқори мустаҳкамли пўлатнинг ҳисобий қаршилигига тенг қийматгача кў-

тарилади, тўсин деворчасининг токча билан туташган жойларида углеродли пўлатнинг оқувчанлиги пайдо бўлади (чунки углеродли пўлатнинг ҳисобий қаршилиги юқори мустаҳкамли пўлатникига нисбатан анча паст). Аммо бу оқувчанлик хавфли эмас, чунки у токчаларнинг эластик ишлаши билан чегараланган. Бундай шароитда тўсин қабул қилиши мумкин бўлган энг катта ҳисобий эғувчи момент:

$$M = R_{\text{ю.м}} A_f h_f + R_{\text{уг}} t_w h_w^2 / 4 \cdot \left[1 - \frac{1}{3} \left(\frac{R_{\text{уг}}}{R_{\text{ю.м}}} \right)^2 \right] \quad (6.75)$$

бу ерда $R_{\text{ю.м}}$ — юқори мустақамли пўлатнинг ҳисобий қаршилиги; $R_{\text{уг}}$ — углеродли пўлатнинг ҳисобий қаршилиги.

Лойиҳалашда (кесим танлашда) бундай тўсинларнинг минимал ва оптимал кесим баландликлари оддий тўсинлар учун қандай бўлса, шундай олинади, бунда фақат $R_y = R_{\text{ю.м}}$ деб олиш керак.

Тўсиннинг баландлиги ва деворчасининг қалинлиги аниқлангандан сўнг, деворча қабул қиладиган эғувчи момент миқдорини қуйидаги ифода бўйича аниқлаш мумкин:

$$M_w = R_{\text{уг}} \frac{t_w h_w^2}{4} \cdot \left[1 - \frac{1}{3} \left(\frac{R_{\text{уг}}}{R_{\text{ю.м}}} \right)^2 \right] \quad (6.76)$$

Токчалар қабул қилиши керак бўлган моментнинг улуши эса

$$M_f = M - M_w = R_{\text{ю.м}} A_f h_f \quad (6.77)$$

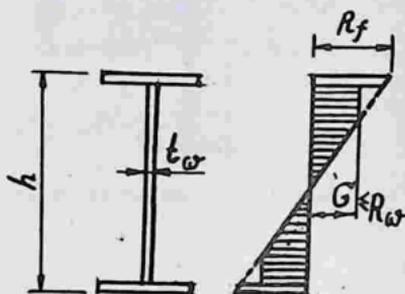
Бундан битта токчанинг кесим юзаси:

$$A_f = M_f / R_{\text{ю.м}} h_f \quad (6.78)$$

Аниқланган қийматлар асосида кесим танлангандан сўнг унинг аниқ геометрик характеристикалари аниқланади. Тўсиннинг мустақамлиги ва устиворлигини текшириш оддий улама тўсинни текширишдан фарқ қилмайди, бироқ бунда токча ҳамда деворча материалларини ҳақиқий ҳисоблашда қаршиликларни эътиборга олиш керак бўлади.

6.11.2. Олдиндан зўриқтирилган тўсинлар.

Олдиндан зўриқтириш усули металлни тежаш ва қурилманинг деформативлигини камайтириш мақсадида қўлланилади. Олдиндан



6.24-расм. Элементлари ҳар хил маркали пўлатлардан ясалган тўсин

зўриқтириш билан тўсинларда ташқи юк таъсирида ҳосил бўлган кучланишларга тескари ишорали кучланишлар ҳосил қилинади. Бунда тўсиннинг юк кўтарувчанлиги ва бикрлиги ошиши натижасида металл 15 % гача ва тўсин таннархи 10 % тежаллади.

Тўсинларни олдиндан зўриқтириш икки усул билан амалга оширилади: тўсин консолларини тортиб қўйиш ёки туташ тўсинларда таянчларни вертикал кўчириш (6.25- расм, а-б); мустаҳкамлиги юқори бўлган симли тутамлар ва трослардан иборат зўриқтирувчи (кучлантирувчи) элементларни қўллаш (6.26- расм).

Пастки токчасига яқин жойга кучлантирувчи элемент (тортқи) қўйиш билан олдиндан зўриқтирилган тўсиннинг ишлаши билан танишиб чиқайлик (6.26- расм, а). Олдиндан зўриқтирувчи куч таъсирида тўсиннинг ўрта кесимида сиқувчи кучланишлар ҳосил бўлади. Бу кучланишларни тортқидаги X кучнинг тўсиннинг нейтрал ўқига нисбатан e эксцентриситет билан таъсир этиши натижаси деб қараш мумкин. Бунда тўсин токчасининг юқори ва қуйи толаларидаги кучланишлар қуйидаги формулалар орқали топилади:

$$B_{\text{Ю.Т.}} = -n_1 X/A + \frac{n_1 X \cdot e}{W_{\text{Ю.Т.}}} \leq R_y \chi_c ; \quad (6.79)$$

$$B'_{\text{Қ.Т.}} = -\frac{n_1 X}{A} - \frac{n_1 X \cdot e}{W_{\text{Қ.Т.}}} \leq R_y \chi_c ; \quad (6.80)$$

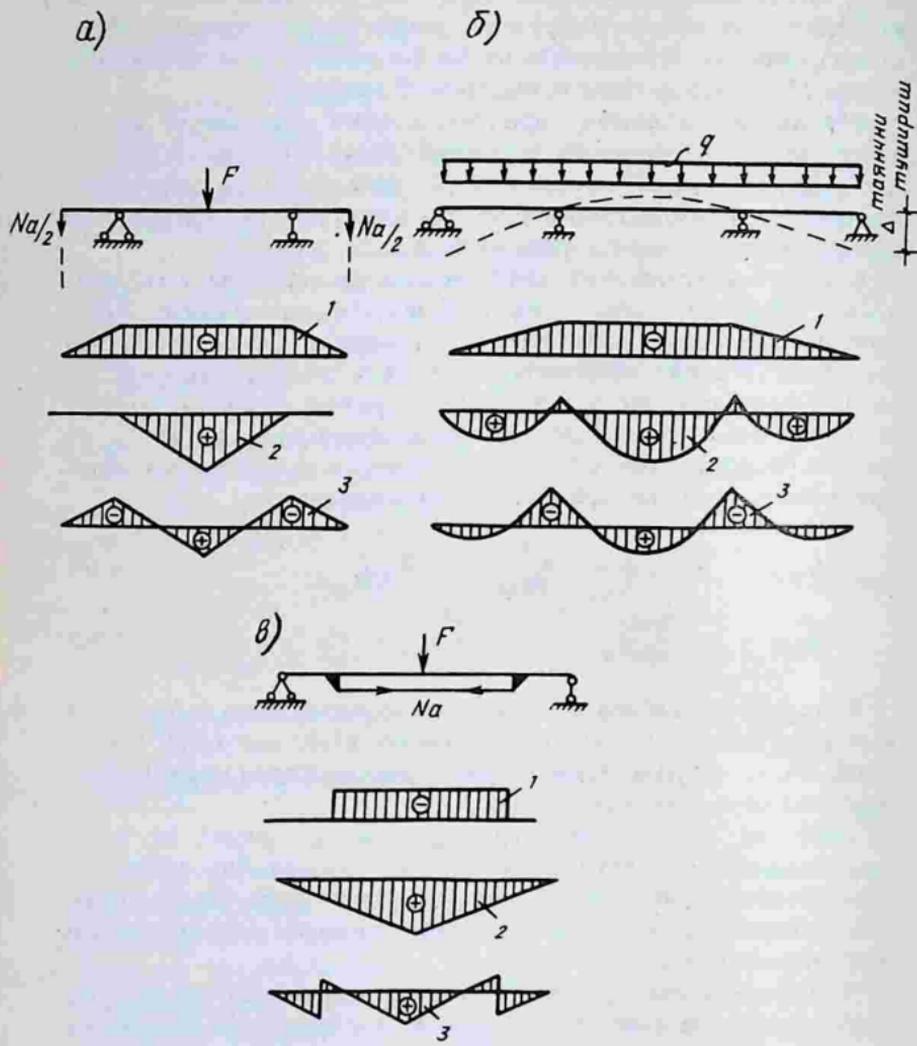
бу ерда n_1 — олдиндан зўриқтириш кучининг ортиқча юкланиш коэффициенти ($n_1 = 1,1$); A — тўсиннинг кўндаланг кесим юзаси; $W_{\text{Ю.Т.}}$, $W_{\text{Қ.Т.}}$ — тўсин кесимининг мос равишда юқори ва қуйи толаларининг қаршилик моментлари.

(6.79) ва (6.80) ифодаларда $B'_{\text{Ю.Т.}}$ ва $B'_{\text{Қ.Т.}}$ ларни R_y билан таққослашнинг моҳияти шуки, мазкур кучланишлар тўсин материалининг ҳисобий қаршилигидан ошганда тўсин ташқи юкнинг таъсирсиз олдиндан зўриқтирувчи куч таъсирида мустаҳкамлигини йўқотиши мумкин.

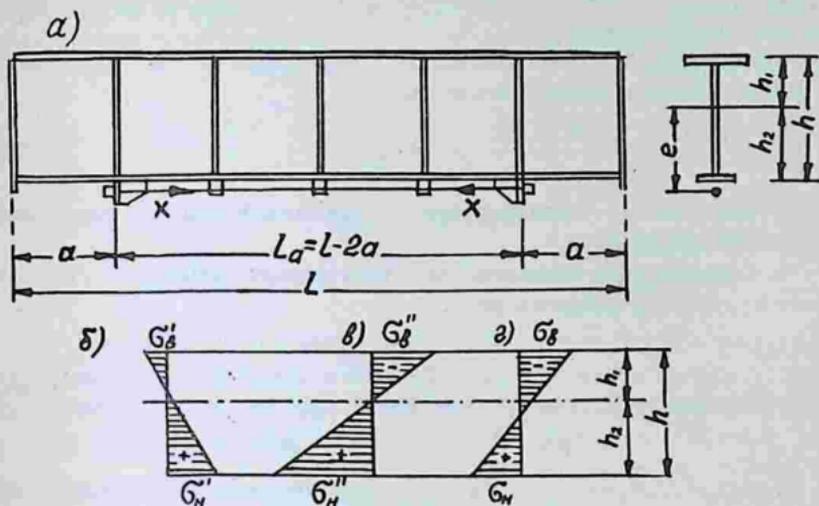
Ташқи юклардан ҳосил бўладиган эгувчи момент эпюрасининг ишораси тескари бўлиб (6.26- расм, в), улардан ҳосил бўлган кучланишлар қийматлари қуйидагича аниқланади:

$$B''_{\text{Ю.Т.}} = -M/W_{\text{Ю.Т.}}; \quad B''_{\text{Қ.Т.}} = M/W_{\text{Қ.Т.}} \quad (6.81)$$

Тўсин кесимидаги натижаловчи кучланиш ташқи юк ҳамда



6.25-расм. Тўсинларни олдиндан зўриқтириш усуллари:
 а — консоллар орқали тортқи билан зўриқтириш; б — таянчларни чўктириш
 усули; в — тўсин пастки тоқчасига зўриқтирувчи тортқи ўрнатиш усули



6.26-расм. Олдиндан зўриқтирилган тўсинларни ҳисоблашга доир:
 а — олдиндан зўриқтирилгандан кейинги кучланиш эпюраси; б — ташқи юкдан ҳосил бўлган кучланиш эпюраси; в — натижавий кучланиш эпюраси

олдиндан зўриқтириш кучлари таъсиридаги кучланишлар йиғиндисидан ташкил топади.

Ташқи юк таъсирида тўсин эгилиб, зўриқтирувчи элементни чўзишга интилади ва ундаги зўриқиш қандайдир X_1 миқдорга ортади. Бу ўз-ўзидан зўриқиш деб аталади. Шундай бўлганлиги туфайли (6.79) ва (6.80) ифодалардаги X нинг ўрнига $X + X_1$ ни қўйиш лозимлигини ҳисобга олсак, натижаловчи кучланишлар учун қуйидаги формулаларни ёзиш мумкин (6.26- расм, г):

$$\sigma_{ю.т.} = \sigma'_{ю.т.} + \sigma''_{ю.т.} = -\frac{n_2 X + X_1}{A} + \frac{(n_2 X + X_1)e}{W_{ю.т.}} - \frac{M}{W_{ю.т.}} \leq R_y \gamma_c ; \quad (6.82)$$

$$\sigma_{к.т.} = \sigma'_{к.т.} + \sigma''_{к.т.} = -\frac{n_2 X + X_1}{A} - \frac{(n_2 X + X_1)e}{W_{к.т.}} + \frac{M}{W_{к.т.}} \leq R_y \gamma_c , \quad (6.83)$$

бу ерда $n_2 = 0,9$ — олдиндан зўриқтириш кучининг ортиқча юкланиш коэффициентини (мазкур коэффициентнинг 1 дан кичик қилиб олинишига сабаб шуки, релаксация натижасида тортқидаги

зўриқтирувчи кучнинг камайиши натижаловчи кучланишнинг ошишига олиб келади.

Зўриқтирувчи элементлардаги (тортқидаги) кучланишлар қуйидаги формула бўйича текширилади:

$$\sigma_T = \frac{n_1 X + X_1}{A_T} \leq R_y \gamma_c, \quad (6.84)$$

бу ерда A_T ва R_y — зўриқтирувчи тортқи элементининг кесим юзаси ва ҳисобий қаршилиги.

X_1 катталиқнинг қиймати бир карра статик аниқмас системани ечиш йўли билан аниқланади:

$$X_1 = -\frac{\Delta_{1P}}{\delta_{11}} = \frac{\int \frac{M_1 M}{EJ} dx}{\int \frac{M_1^2}{EJ} dx + \frac{l_T}{EA} + \frac{l_T}{E_T A_T}}, \quad (6.85)$$

бу ерда M — асосий системада (тўсинда) ташқи юк таъсирида пайдо бўладиган эгувчи момент; M_1 — тортқидаги бирлик куч ($X = 1$) таъсирида пайдо бўладиган эгувчи момент; A , A_T ва E , E_T — тўсин ҳамда зўриқтирувчи элементнинг кесим юзалари. ва эластиклик модуллари. J — тўсиннинг инерция моменти.

Олдиндан зўриқтирилган тўсинлар учун қуйи гокчанинг маҳаллий устиворлигини текшириш муҳим шартлардан биридир, чунки бунда зўриқтириш вақтида мазкур токча сиқилади. Бу ҳол учун маҳаллий устиворликни текшириш шарти қуйидагича ёзилади:

$$X \leq \frac{\varphi_b R_y A W_{K.T.} \gamma_c}{W_{K.T.} + eA}, \quad (6.86)$$

бу ерда φ_b — бўйлама эгилиш коэффициенти; $W_{K.T.}$ — қуйи токча кўндаланг кесимининг қаршилиқ моменти; e — зўриқтирувчи элементдан тўсин кўндаланг кесимининг оғирлик марказигача бўлган масофа; A — тўсин кўндаланг кесимининг юзаси.

Олдиндан зўриқтирилган тўсинлар кам углеродли ва кам легирланган пўлатлардан тайёрланади. Зўриқтирувчи элементлар юқори мустаҳкамли симлар ёки трослардан иборат бўлиб, уларнинг учлари тўсиннинг пастки токчасига анкерлар орқали маҳкамланади. Олдиндан зўриқтириш, одатда, гидравлик домкратлар ёрдамида амалга оширилади. Бундан ташқари, агар зўриқтирувчи элемент бикр профилдан ясалган бўлса, у электр энергияси ёрдамида қиздирилиб,

олдиндан тайёрланган анкерларга ўрнатилади. Элемент совиши натижасида (қисқариши туфайли) тўсинни сиқа бошлайди.

VII БОБ.

УСТУНЛАР

7.1. УСТУНЛАР ҲАҚИДА УМУМИЙ ТУШУНЧА

Устунлар ўзидан юқорида жойлашган қурилмалардан тушадиган юкларни пойдевор орқали заминга узатувчи қурилмадир. Устунга қўйилган юк унинг нейтрал ўқиға нисбатан қандай жойлашганлиғига қараб устунлар марказий ҳамда номарказий сиқилган бўлади.

Марказий сиқилган устунларда ташқи юк қурилманинг бўйлама ўқи бўйича таъсир этиб, унинг кесимида текис тақсимланган сиқувчи кучланиш ҳосил қилади. Номарказий сиқилган устунларда эса бўйлама сиқувчи зўриқишдан ташқари, эгувчи момент ҳам таъсир қилади.

Устунлар қуйидаги қисмлардан иборат: юқорида жойлашган конструкциялардан келадиган юкларни бевосита қабул қиладиган қисми — бош қисм; юкни узатувчи асосий ўрта қисм — стержень, стержендан келган юкни пойдеворга узатадиган қуйи қисми — асос (7.1-расм).

Устунларнинг кўндаланг кесими стерженнинг баландлиғи бўйича ўзгармас, поғонали ва ўзгарувчан бўлади. Устун стерженининг кесими яхлит ёки панжарали бўлади.



7.2. МАРКАЗИЙ СИҚИЛГАН УСТУНЛАР

7.2.1. Ялпи кесимли устунлар.

Ялпи кесимлар очиқ (7.2- расм, а-г) ва берк (7.2- расм, д-з) бўлиши мумкин.

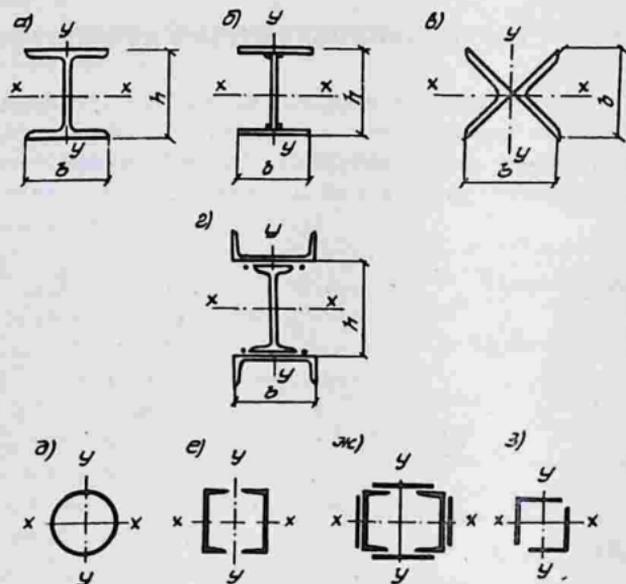
7.1-расм. Устуннинг умумий кўриниши

Устунларни лойиҳалаш уларнинг кесим турини танлашдан бошланади. Бунда устун $X-X$ ҳамда $Y-Y$ ўқлари текислигида бир хил устиворликка эга бўлиши мақсадга мувофиқ деб ҳисобланади ва қуйидаги шарт қаноатлантирилиши керак:

$$J_x = J_y \quad \text{ёки} \quad I_x = I_y \quad \text{бўлганда} \quad i_x = i_y \quad \text{бўлади} \quad (7.1)$$

7.2-расм.

Устунларнинг ялпи кўндаланг кесимлари: $a, b, в, г,$ — очик ялпи кесимлар; $д, е, ж, з$ — берк ялпи кесимлар



Оддий ёйма қўштавр бу талабга жавоб бермайди (7.1- жадвалга қ.). Ёйма кенг тоқчали қўштаврларда (7.2- расм, а) $b = h$ бўлиши мумкин, шунинг учун бундай кесим (7.1) шартнинг талабига яқинроқдир, иловага қаранг).

Пайванд қўштавр сиқилишга ишлайдиган устунларнинг асосий кесим турини ташкил этади (7.2- расм, б).

Хоч (крест) кесимли устунлар тайёрланиши жиҳатидан оддий ва устиворлиги иккала ўққа нисбатан ҳам бир хил бўлади (7.2- расм, в). Таъсир этадиган ташқи юк катта бўлмаганда бундай кесимли устунларни иккита тенг ёнли бурчакликлардан ясаган маъқул. Маҳаллий

устиворлик шартига кўра хоч кесимли устун токчасининг кенглиги (15 ... 22) t дан (t — токчанинг қалинлиги) ошмаслиги шарт.

Учта ёйма профилдан ташкил топган (7.2- расм) кесимли устунлар ҳам қўлланилади. Аммо улар одатдагиларга нисбатан анча оғир бўлади.

Кўндаланг кесим материалдан тўлиқ фойдаланиш нуқтаи назаридан қулай кесим доиравий кесимдир. Бундай кесимли устунларнинг афзалликлари уларнинг устиворлиги иккала ўққа нисбатан ҳам бир хил эканлиги ва ташқи кўриниши чиройлилигидир. Аммо ички сиртига ишлов бериш ноқулайлиги туфайли унинг занглашга чидамлилиги паст бўлади.

Устун стерженининг кесим юзаси сиқилишга ишлаётган стерженларни ҳисоблашнинг асосий формуласи бўйича аниқланади. Кесим танлангач, устуннинг устиворлиги қуйидаги формула бўйича текширилади:

$$\sigma = N/\varphi \cdot A \leq R_y \cdot \gamma_c, \quad (7.2)$$

бу ерда N — ҳисобий бўйлама куч; A — стержень кесимининг брутто юзаси; φ — эгилувчанликлар (λ_x ва λ_y) қийматларининг энг каттаси бўйича олинган бўйлама эгилиш коэффициенти;

$\lambda_x = l_x/i_x$ ва $\lambda_y = l_y/i_y$ ларни ҳисоблаганда ҳисобий узунликлар (l_x ва l_y) устуннинг боши ва охири қандай маҳкамланганлигига боғлиқ эканлиги эътиборга олинади.

Устуннинг энг катта эгилувчанлиги рухсат этилган чекли эгилувчанликдан ошмаслиги шарт: $\lambda_{x,y} \leq [\lambda]$; $[\lambda] \leq 120$.

Бундан ташқари, устун кесими элементларининг маҳаллий устиворлиги ҳам таъминланган бўлиши лозим. Масалан, қўштавр кесимли устун токчасининг маҳаллий устиворлиги таъминланиши учун токчанинг мумкин бўлган эркин кенглиги b_{ef} устуннинг шартли эгилувчанлигига боғлиқ равишда 7.1- жадвалда келтирилган.

(Шартли эгилувчанлик $\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{R_y/E}$; b_{ef} — токчанинг эркин кенглиги — токча деворининг қиррасидан токчанинг охиригача бўлган масофа).

7.1- жадвал.

Инерция радиусининг қиматлари.

Кўрсаткич					
i_x	$0,21h$	$0,43h$	$0,38h$	$0,43h$	$0,41h$
i_y	$0,20b$	$0,43b$	$0,60b$	$0,24b$	$0,41b$

Қўштавр деворининг маҳаллий устиворлиги таъминланиши учун қуйидаги шарт бажарилиши зарур:

$$\bar{\lambda} \leq 0,8 \quad \text{бўлганда} \quad h_{ef}/t_w \leq \sqrt{E/R_y} ;$$

$$\bar{\lambda} > 0,8 \quad \text{бўлганда} \quad h_{ef}/t_w \leq (0,36 + 0,8\bar{\lambda})\sqrt{E/R} , \quad (7.3)$$

бу ерда R_y — пўлатнинг ҳисобий қаршилиги (кН/см^2); h_{ef} — деворчанинг ҳисобий баландлиги. Пайванд қўштаврлар учун $h_{ef} = h_w$, t_w — деворчанинг қалинлиги.

Устун кўндаланг кесимидаги кучланиш устун материалнинг ҳисобий қаршилигидан анча кам бўлса, у вақтда чекли нисбатларни

$$\sqrt{(R \cdot \varphi) \beta} \leq 1,25 \quad \text{марта ошириш мумкин (бу ерда } \beta = N/A \text{), лекин}$$

$$h_{ef}/t_w \quad \text{нисбат } 3,2 \sqrt{E/R_y} \quad \text{дан катта бўлмаслиги керак.}$$

7.2 жадвал

Элементларнинг кесими ва токчасининг характеристикаси	b_{ef}/t_f нисбатнинг юқори қиймати
Токчаларига қовурғалар маҳкамланмаган таврлар ва қўштаврлар	$b_{ef}/t_f = (0,36 + 0,1\bar{\lambda})\sqrt{E/R_y}$
Токчаларига қовурғалар маҳкамланган таврлар ва қўштаврлар	$b_{ef}/t_f = (0,54 + 0,15\bar{\lambda})\sqrt{E/R_y}$

7.3 жадвал

m коэффициентининг қийматлари

Асос плитасининг эгилишдаги ҳисобий қаршилиги, R_y (МПа)	Пойдевор бетоннинг тоифаси		
	150	200	300
170	0,34	0,38	0,48
190	0,32	0,36	0,46
210	0,31	0,34	0,43
260	0,28	0,30	0,39
290	0,26	0,29	0,37

7.3- формуладаги шарт қаноатлантирилмаса, устун деворчасининг маҳаллий устиворлиги таъминланмайди ва, бинобарин, деворчани жуфт бўйлама бикрлик қовурғалари билан мустаҳкамлаш керак бўлади (7.3- расм). Устуннинг устиворлигини аниқлашда бўйлама қовурғанинг кесим юзаси тўсиннинг кесим юзасига қўшиб ҳисобланади. Бундан ташқари, $h_{ef}/t_w \geq 2,3 \sqrt{E/R_y}$ бўладиган устуннинг узунаси бўйлаб ҳар (2,5 ... 3) h_{ef} масофада кўндаланг бикрлик қовурғалари қўйилади. Пайвандлаб уланган қўштавр кесимли устунларда бўйлама ва кўндаланг қовурғаларнинг ўлчамлари конструктив мулоҳазалар асосида белгиланади: уларнинг эни $b_h \geq h_{ef}/30 + 40$ ва қалинлиги $t_h \geq 2b_h \sqrt{R_y/E}$ дан кичик бўлмаслиги керак.

7.2.2. Панжара кесимли устунлар.

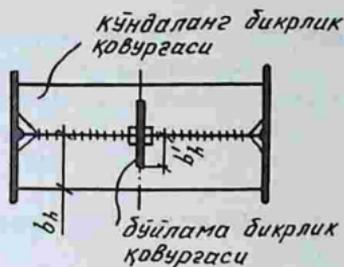
Панжара кесимли устунлар токчалари сатҳида ўзаро планкалар ёки панжаларалар ёрдамида бириктирилган икки ёки ундан ортиқ ёйма профиллардан ташкил топган бўлади (7.4- расм) ва панжарали устунлар деб аталади.

Панжарали устунларнинг асосий афзаллиги шундан иборатки, улар иккала йўналишда устивор бўлгани ҳолда кам металл сарфлаб қурилади. Бу устунларнинг камчилиги уларни қуришга яхлит кесимли устунларни қуришга нисбатан кўпроқ меҳнат талаб қилинишидир, шу сабабли улар кам қўлланилади.

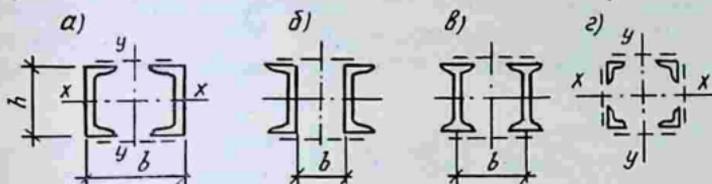
Иккита швеллердан ташкил топган кесимларда токчалар ичкарига ёки ташқарига қараган бўлиши мумкин (7.4- расм, а, б). Токчалари ташқарига қараган швеллерли кесимда токчалари ичкарига қараган кесимга нисбатан пўлат кўпроқ сарфланади. Шунинг учун бундай хил кесимлар фақат парчин миҳ билан парчинлаб бириктириладиган ҳоллардагина қўлланилади.

Устунга катта юклар таъсир этадиган ҳолларда икки қўштаврдан ташкил топган кесимлар (7.4- расм, в) ишлатилади.

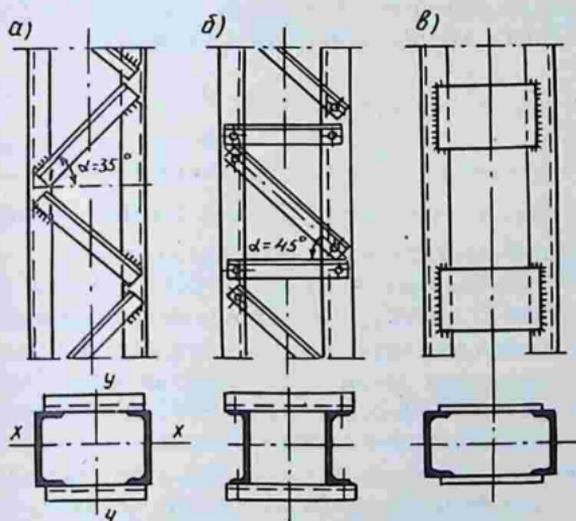
Тўртта тенг ёнли бурчакликлардан тузилган панжарали кесимлар (7.4- расм, г) металлнинг сарф бўлиши жиҳатидан анча тежамли ва шу сабабли энгил бўлади. Бу турдаги кесим узунлиги катта, стерженнинг иккала ўққа нисбатан ҳам бикрлиги бир хил бўлиши талаб қилинадиган ҳолларда қўлланилади. Панжаларалар тармоқларнинг ўзаро биргаликда ишлашини таъминлаб, устун устиворлигини оширади. Амалда турли шаклдаги: қия стерженли (7.5- расм, а); қия ҳамда кўндаланг (kerиб турувчи) стерженли (7.5- расм, б), кериб



7.3-расм. Устунлардаги бикрлик қовурғалари



7.4-расм. Панжарали устунларнинг кўндаланг кесимлари



7.5-расм. Панжарали устунларда панжара турлари

турувчи стерженли (планкали) (7.5- расм, в) панжаралар ишлатилади.

Устунларнинг панжаралари одатда бурчаклик профиллардан тайёрланади. Учбурчакли панжараларнинг (7.5- расм, а, б) бикрлиги анча юқори, аммо уларни яшаш қийинроқ. Планкали панжараларни яшаш осонроқ, аммо бундай панжарали устунларнинг бикрлиги пастроқ бўлади.

7.2.3. Панжарали устунлар ҳисоби.

Панжарали кесимли устунларнинг кесимини танлаш яхлит кесимли устунлардаги сингари кесим юзасини аниқлашдан бошланади. Бунинг учун дастлаб коэффициент $\varphi = 0,7 \dots 0,9$ атрофида белгиланиб, устуннинг талаб қилинган юзаси қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$A_{T.K} = N/\varphi \cdot R_y \cdot \gamma_c \quad (7.4)$$

Топилган юза бўйича сортаментдан швеллер ёки қўштавнинг номери танланади ва кесимнинг X-X ўқиға нисбатан эгилувчанлиги аниқланиб, бу ўққа нисбатан устиворлиги текширилади:

$$\sigma_x = N/\varphi_x \cdot A \leq R_y \gamma_c \quad (7.5)$$

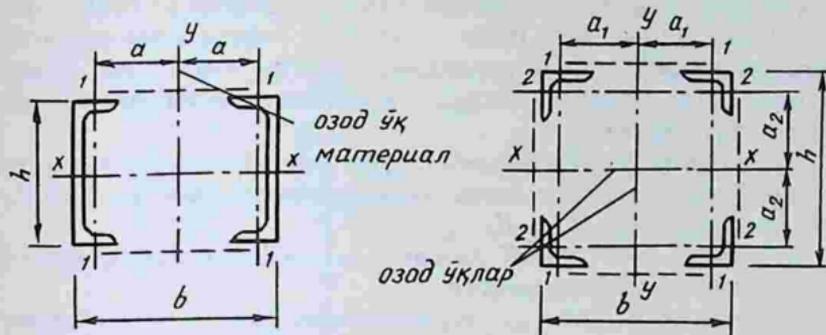
бу ерда A — кўндаланг кесимнинг брутто юзаси; φ_x — эгилувчанлик $\lambda_x = l_x/i_x$ учун олинган бўйлама эгилиш коэффициенти (унинг қийматлари иловадаги жадвалда келтирилган).

Одатда X-X ўқи кесимнинг материал ўқи, Y-Y эса эркин ўқ дейилади (7.6- расм). Тўртта бурчакликдан ташкил топган панжарали кесимнинг иккала ўқи ҳам эркин ўқ ҳисобланади (7.6- расм, б).

Устуннинг тармоқлари эркин ўққа нисбатан ялпи бирикмаган, балки панжара ёрдамида бир-бириға маҳкамланган. Шунинг учун бу йўналишда устуннинг бикрлиги пастроқ бўлади.

Бу хусусият эгилувчанлик λ_y ўрниға келтирилган эгилувчанлик λ_{ef} дан фойдаланиш билан ҳисобға олинади. Бунда Y-Y ўқиға нисбатан устиворлик қуйидаги ифодадан аниқланади:

$$\sigma_y = N/\varphi_y \cdot A \leq R_y \gamma_c \quad (7.6)$$



7.6-расм. Панжарали устунларнинг кўндаланг кесим ўқлари

бу ерда φ_y — эркин ўқ учун келтирилган эгилювчанлик h_{ef} бўйича олинган бўйлама эгилиш коэффициенти.

Келтирилган эгилювчанлик λ_{ef} панжаранинг деформацияга мойиллигини ҳисобга олади. Масалан, битта эркин ўқи бор кесимда (7.6- расм, а): қия стерженли панжарали устунлар учун:

$$\lambda_{ef} = \sqrt{\lambda_y^2 + \alpha_1 A / A_{d1}}; \quad \alpha_1 = 10 \cdot a^3 / b_1^2 l; \quad (7.7)$$

планкали устунлар учун:

$$\lambda_{ef} = \sqrt{\lambda_y^2 + \lambda_1^2} \quad (7.8)$$

бу ерда l — панжаранинг кўндаланг стерженлари марказлари орасидаги масофа; b_1 — тармоқлар ўқлари орасидаги масофа; λ_1 — битта тармоқнинг 1-1 ўқига тик текисликдаги эгилювчанлиги (панжаранинг икки кўндаланг стерженлари орасидаги масофа бўйича олинади); $\lambda_y = l_y / i_y$ — стерженнинг эркин ўқ ($Y-Y$) бўйича эгилювчанлиги; A — стерженнинг тўлиқ кесим юзаси; A_{d1} — панжара қия стерженининг кўндаланг кесим юзаси; a — қия стерженнинг узунлиги; $i_y = \sqrt{J_y / A} (y-y)$ ўқига нисбатан кесимнинг инерция радиуси.

Панжарали устунлар юк кўтариш қобилиятларини, уларнинг умумий устиворлиги йўқолгандан кейин йўқотадилар. Аммо айрим ҳолларда устуннинг битта тармоғи панжаралар орасида устиворлигини йўқотиш натижасида ҳам бу ҳодиса юз бериши мумкин. Шу сабабдан алоҳида тармоқнинг устиворлигини ҳам текшириб туриш керак.

Устунлар панжарасида планкаларни шундай жойлаштириш керакки, бунда тармоқ учун илгари қабул қилинган эгилувчанлик λ_1 , таъминлансин, яъни $l_b = \lambda_1 \cdot i_x$

бу ерда $\lambda_1 \leq 40$ қилиб олинади; i_x — битта тармоқнинг Х-Х ўқига нисбатан инерция моменти.

Планканинг узунлиги $b_{пл}$ тармоқлар орасидаги масофага боғлиқ $b_{пл} = c + 2K$ Пайванд устунларда планкалар тармоқ токчалари устига $k = 40 \dots 50$ мм гача чиқиб туради. Планкалар кенглиги $d_{пл} = (0,5 - 0,7) b_{пл}$ пайванд чоклар ёки болтларнинг жойлашган ўрнига қараб белгиланади. Планкалар қалинлиги $t_{пл} = 6 \dots 12$ мм орасида қабул қилинади. $c \geq 130$ мм. (7.7-расм, а).

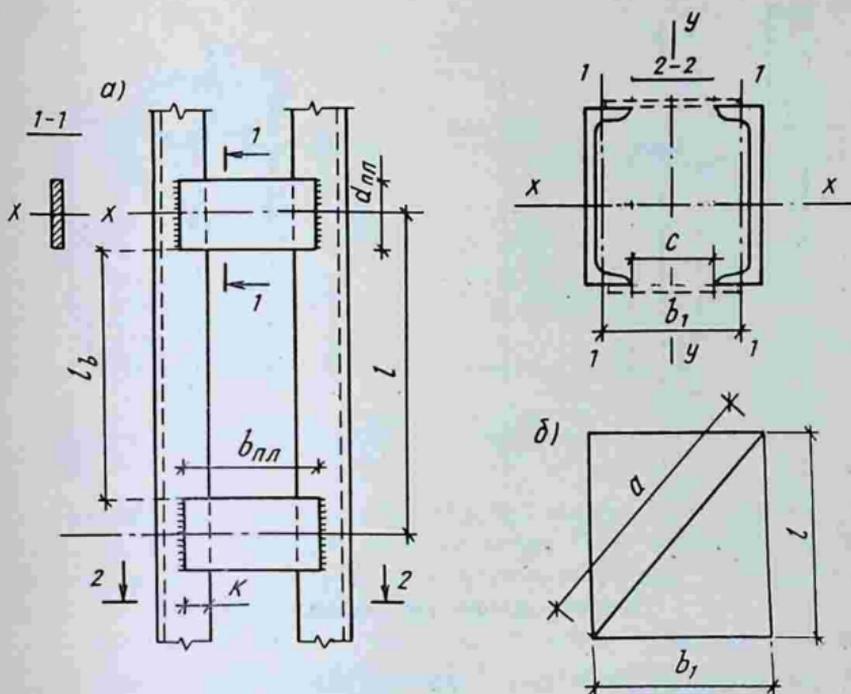
Марказий сиқилган стерженларнинг қия стержени ва планкаларида чекли вазият бошлангунга қадар ҳеч қандай зўриқишлар бўлмайди. Чекли вазиятда бўйлама куч ўзининг критик қийматига етганда стержень қийшайди. Натижада унинг кесимида эгувчи момент $M = N Y$ (Y — эгилиш ўқининг солқилиги) пайдо бўлади. Эгувчи момент ўз навбатида кесиб ўтувчи кучни вужудга келтиради. Бу кесиб ўтувчи куч Q_{fic} нинг катталиги (биз уни бундан кейин шартли кесиб ўтувчи куч деб атаймиз) кесимнинг геометрик ўлчамларига ва пўлатнинг тоифасига боғлиқ бўлади:

$$Q_{fic} = 7,15 \cdot 10^{-6} (2330 - E/R_y) \cdot N / \varphi, \quad (7.9)$$

бу ерда N — устунга таъсир этаётган бўйлама зўриқиш, φ — бириктирувчи элементлар текислигидаги бўйлама эгилиш коэффициенти.

Панжарали устунларнинг планкалари шартли кесиб ўтувчи куч таъсирида эгилиш ҳамда қирқилишга ҳисобланади. Тармоқлар планкалар билан биргаликда берк контурли рамалар системасини ташкил қилади. Бу рамалар Q_{fic} кучлар таъсирида бўлади (7.8- расм, а).

Қурилиш механикасида маълумки, кўп қаватли симметрик рамаларда горизонтал кучлар таъсир этганда нолли кесимлар қондасини қўллаб, 7.8- расм, б даги эпюрани қуришимиз мумкин. Бундан битта планкани кесиб ўтувчи куч:



7.7-расм. Панжарали устунни ҳисоблашга доир

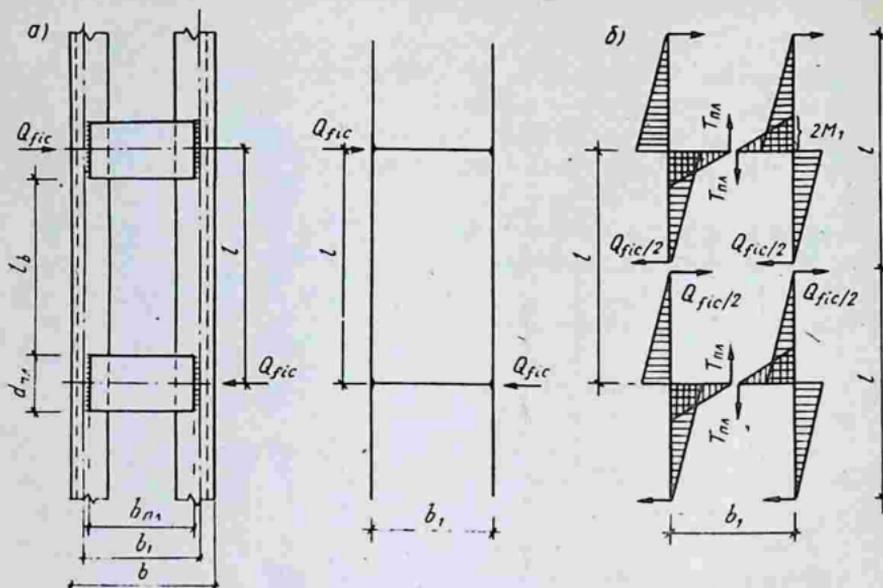
$$T_{пл} = Q_{fic} \cdot l / b_1 \quad (7.10)$$

ва битта планканинг эғувчи моменти:

$$M_{пл} = Q_{fic} \cdot l / 2, \quad (7.11)$$

бу ерда b_1 — тармоқларнинг оғирлик марказлари орасидаги масофа; l — планкалар ўқлари орасидаги масофа.

Планканинг ҳар бир учини устун тармоқларига маҳкамловчи пайванд чоклар нормал ва уринма кучланишларнинг биргаликдаги таъсирига ҳисобланиши шарт. Одатда, чокнинг қалинлиги планканинг қалинлигига нисбатан бир оз кичикроқ ёки унга тенг қилиб, чокнинг узунлиги эса планканинг энига тенг қилиб олинади.



7.8-расм. Планкаларни ҳисоблашга доир

Қия стерженларнинг кесими дастлаб чекли эгилувчанлик $[\lambda] = 150$ бўйича танланади, кейин эса уларнинг устиворлиги қуйидаги формула билан текширилади:

$$\sigma = N_p / \varphi \cdot A_p \leq R_y \gamma_c, \quad (7.12)$$

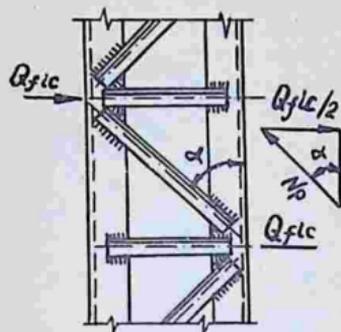
бу ерда $N_p = Q_{fic} / 2 \sin \alpha$ битта қия стержендаги зўриқиш (7.9-расм); φ — қия стержень учун бўйлама эгилиш коэффиценти; A_p — қия стерженнинг кесим юзаси.

Стерженнинг устиворлиги 7.12 шартни қаноатлантирмаса, қия стерженнинг кесим юзасини ошириш лозим.

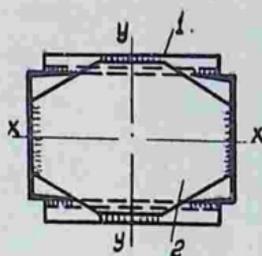
Қия ҳамда кўндаланг стерженлардан ташкил топган панжараларда кўндаланг стерженлар устиворлигини ҳам текшириб кўриш шарт:

$$\sigma = N_n / \varphi \cdot A_n \leq R_y \gamma_c, \quad (7.13)$$

бу ерда $N_n = Q_{fic} / 2$ — битта кўндаланг стержендаги зўриқиш; A_n — шу стерженнинг кесим юзаси.



7.9-расм. Панжарали устунларнинг қия стерженларини ҳисоблашга доир



7.10-расм. Панжарали устун диафрагмаси

Панжара элементлари сифатида қабул қилиниши мумкин бўлган энг кичик тенг ёнли бурчакликнинг ёнлари 45x45 мм бўлиши керак, деб қабул қилинган. Қия стерженларнинг ўқлари, одатда, тармоқларнинг ташқи қиррасига марказлаштирилади.

Панжарали баланд устунларни буралиб кетишдан сақлаш мақсадида устуннинг баландлиги бўйича тахминан ҳар 4 метр масофада кўндаланг бикрлик диафрагмалари қўйилади (7.10- расм).

7.3. НОМАРКАЗИЙ СИҚИЛГАН УСТУНЛАР

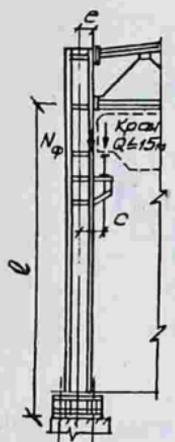
7.3.1. Номарказий сиқилган устунларнинг турлари.

Нормарказий сиқилган устунлар уч турли: баландлиги бўйича ўзгармас кесимли, поғонали — баландлиги бўйича ўзгарувчан кесимли ва ажратилган тармоқли бўлиши мумкин.

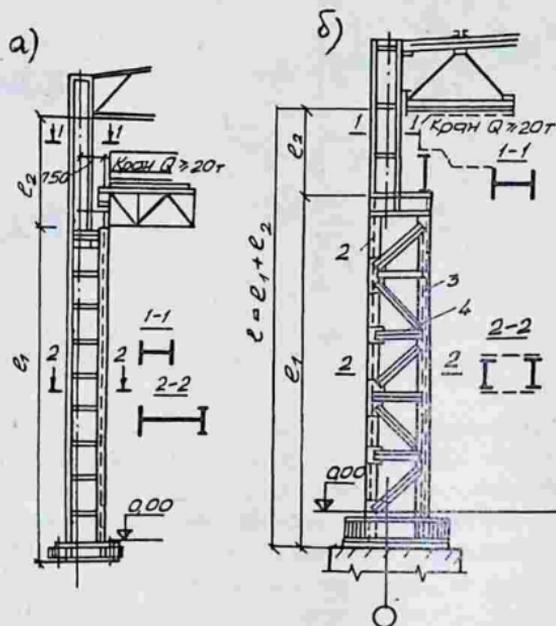
Ўзгармас кесимли устунлар юк кўтариши 10 ... 15 т бўлган кўприкли кранлар ишлайдиган цехларда қўлланилади (7.11- расм).

Поғонали устунлар (яхлит ва панжара кесимли) саноат биноларида энг кўп қўлланиладиган устунлар турига киради. Бундай устунлар ҳам оғир юк кўтарадиган кранлар ишлатилладиган цехларда қўлланилади (7.12- расм).

Устуннинг узунлиги l_1 га тенг бўлган пастки қисми кран ости қисм, узунлиги l_2 бўлган юқори қисми эса кран усти қисм деб



7.11-расм.
Узгармас кесимли устун



7.12-расм. Поғонали устунлар

аталади (7.12- расм). Бу ҳолда устуннинг кран усти қисми краности қисмига таянади ва бу қисмнинг ўқи билан мос тушади.

Бундай устунларнинг кран усти қисми яхлит кесимли қилиб, краности қисми эса кенглиги 1 м гача бўлганда яхлит кесимли, 1 м дан ошганда панжарали кесимли қилиб лойиҳаланади.

Ажратилган тармоқли устунларда (7. 13- расм) кран ости тармоқ асосий тармоқ билан қалинлиги $t = 10... 12$ мм бўлган эгилувчан горизонтал планкалар ёрдамида боғланади. Натижада кран ости тармоқ фақатгина крандан тушадиган юк таъсирига марказий сиқилган стержень каби мустақил ишлайди.

7.3.2. Яхлит кесимли устунлар.

Яхлит кесимли устунларнинг кесими одатда улама қўштавр шаклида олинади. Яхлит кесимли устунлар ва поғонали устунларнинг

кран усти қисмлари учун симметрик қўштавр кесим қўлланилади (7. 14- расм,а).

Поғонали устунларнинг кран ости қисмларида бўйлама куч ва эгувчи момент тармоқларда ҳар хил қимматга эга бўлгани учун симметрик бўлмаган қўштаврли кесимларни қўллаш маъқулроқдир (7. 14- расм, б-г).

Номарказий сиқилган устуннинг кесим юзаси аниқлангач, стерженнинг мустақамлиги, умумий устиворлиги ва элементларнинг маҳаллий устиворлиги текшириб кўрилади.

Номарказий сиқилган устунларнинг мустақамлиги (3. 20) формула бўйича текширилади. Устуннинг умумий устиворлиги $X-X$ ва $Y-Y$ ўқлари текислигида текширилади.

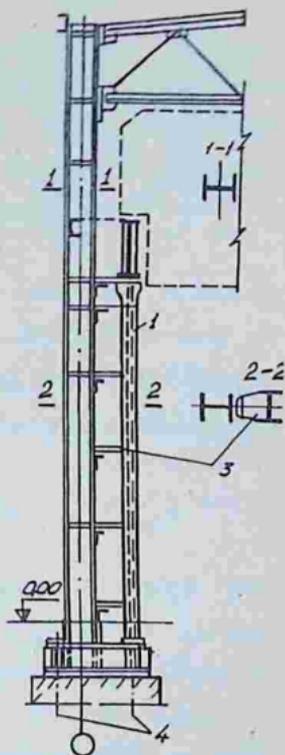
Эгувчи момент M_x таъсир қиладиган текисликда устиворлик қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$\sigma = N/\varphi_e \cdot A \leq R_y \gamma_c, \quad (7.14.)$$

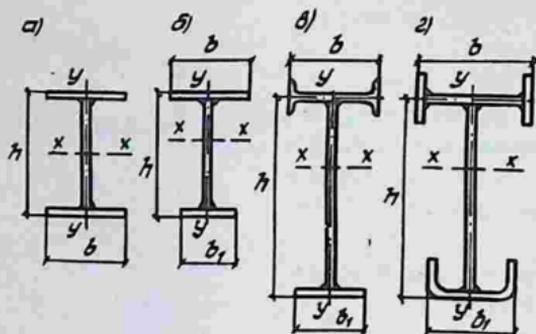
бу ерда φ_e номарказий бўйлама эгилишда эгувчи момент M_x таъсирини ҳисобга олувчи коэффициент. Бу коэффициент стерженнинг шартли эгилувчанлиги $\bar{\lambda}_x$ ва келтирилган нисбий эксцентриситет m_{ef} га боғлиқ равишда иловада келтирилган жадвалдан аниқланади. Стерженнинг шартли эгилувчанлиги:

$$\bar{\lambda}_x = \lambda_x \sqrt{R_y/E}, \quad (7.15)$$

бу ерда R_y ва E - пўлатнинг ҳисобий қаршилиги ва эластиклик



7.13-расм. Ажратилган тармоқли устунлар



7.14-расм. Номар-казий сиқилган ялпи кесимли устунларнинг кўндаланг кесимлари

модули; λ_x - стерженнинг X - X ўқига нисбатан эгилувчанлиги. Келтирилган нисбий эксцентриситет:

$$m_{ef} = \eta \cdot m_x = \eta e_x A / W_x, \quad (7.16)$$

бу ерда η - кесим шаклининг таъсирини ҳисобга олиш коэффициентини; $m_x = e_x A / W_x$ - нисбий эксцентриситет; $e_x = M_x / N$ - кучнинг X-X ўқига нисбатан қўйилиш эксцентриситети.

Стерженнинг баландлиги бўйича эгувчи момент номарказий сиқилган стерженларнинг устиворлигига ўзгарувчан эпюра шаклида таъсир кўрсатади, шунинг учун ҳисоблашда эгувчи момент қиймати қуйидагиларнинг бирига: а) ўзгармас кесимли устунлар учун — устун баландлиги бўйича энг катта моментга; б) поғонали устунлар учун — ўзгармас кесимли қисмидаги энг катта моментга; в) консолли устунлар учун — қистириб маҳкамланган кесимдаги моментга тенг деф олинади

Устуннинг Y-Y ўқига нисбатан умумий устиворлиги қуйидаги формула бўйича текширилади:

$$\sigma = N / c \cdot \varphi_y \cdot A \leq R_y \gamma_c, \quad (7.17.)$$

бу ерда φ_y - марказий сиқилишдаги бўйлама эгилиш коэффициентини бўлиб, унинг қиймати эгилувчанликка $\lambda_y = l_y / i_y$ боғлиқ бўлади; $C = \frac{\beta}{1 + \alpha m_x}$ - номарказий сиқилган стерженларнинг устиворлигига моментнинг таъсирини ҳисобга олувчи коэффициент. α ва β - коэффициентлар СНиП II-23-81* жадвалидан олинади.

Нисбий эксцентриситет m_x — ни аниқлашда эғувчи момент M_x қуйидагиларнинг бирига:

а) эғувчи момент таъсир этаётган текисликка тик йўналишда силжишдан сақлаш мақсадида учлари маҳкамланган стерженлар учун стерженнинг ўртасига ёки учдан бир қисмига таъсир этувчи максимал моментга тенг (аммо стерженнинг бутун узунлигида таъсир этаётган максимал эғувчи моментнинг ярмидан кичик бўлмаслиги керак);

б) консоллар учун — қистириб маҳкамланган кесимдаги моментга тенг, деб қабул қилинади.

Устун кесимининг элементларини маҳаллий устиворликка текшириб кўриш керак. Қўштаврили устунлар тоқчаларининг маҳаллий устиворлиги марказий сиқилган стерженлар учун аниқланади.

Устуннинг умумий устиворлиги (7.14) формула бўйича аниқланганда устун деворчасининг маҳаллий устиворлиги таъминланиши учун деворчанинг ҳисобий баландлиги h_{ef} нинг қалинлиги $1w$ га нисбати СНиП II-23-81* талабига жавоб бериши шарт (п.п.7.14*-7.19*). Устуннинг (7.17) формула билан аниқланадиган умумий устиворлиги устун деворчасининг маҳаллий устиворлигига $\alpha = b - b'/b$ ва τ қийматига боғлиқ. Бу ерда $b = \frac{N}{A} + \frac{M}{J} y_c$ — устун деворчасининг энг четки қиррасидаги сиқувчи кучланиш (φ_e) коэффициентни ҳисобга олмаган ҳолдаги), y_c — кесимнинг оғирлик марказидан деворчанинг энг кўп сиқилган

қиррасигача бўлган масофа; $B' = N/A - \frac{M}{J} y_p$ — деворчанинг энг кам сиқилган қиррасидаги кучланиш; y_p — кесимнинг оғирлик марказидан деворчанинг энг кам сиқилган қиррасигача бўлган масофа; $\tau = Q/t_{\omega} h$ — кесим деворчасидаги ўртача уринма кучланиш. $\alpha \leq 0,5$ бўлганда h_{ef}/t_{ω} нисбатнинг энг катта қиймати марказий сиқилган стерженлардаги каби қабул қилинади. $\alpha \geq 1$ бўлганда:

$$h_{ef}/t_{\omega} = 4,35 \sqrt{\frac{(2\alpha - 1) E}{6(2 - \alpha + \sqrt{\alpha^2 + 4\beta^2})}} \leq 3,8 \sqrt{E/R_y}, \quad (7.18)$$

бу ерда $\beta = 1,4(2\alpha - 1) \frac{\tau}{\sigma}$.

$0,5 < \alpha < 1$ бўлганда h_{ef}/t_{ω} нисбатнинг энг катта қиймати $\alpha = 0,5$ ва $\alpha = 1$ бўлгандаги қийматлар орасида чизиқли интерполяция йўли билан аниқланади.

Агар устун деворчаси устивор бўлмаса, деворчанинг қалинлиги оширилади ёки бўйлама қовурғалар қўйиб кучайтирилади. Бу ҳолда деворчанинг токча ва қовурға орасидаги қисми мустақил ишловчи пластинка деб қаралиб, унинг устиворлиги юқорида кўрсатилганидек текширилади. Бикрлик қовурғасининг инерция momenti $J_{SL} = 6h_{ef} \cdot t^3$ бўлиши шарт.

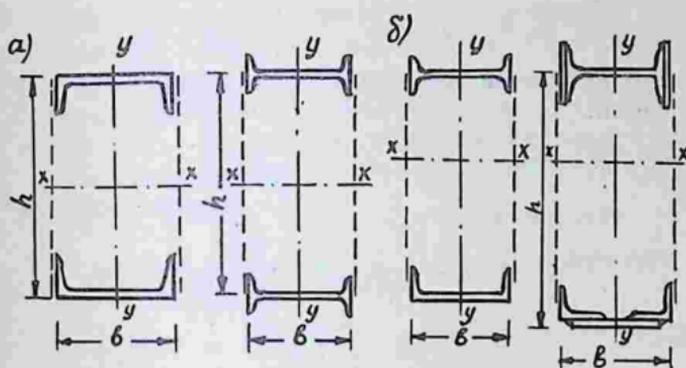
Устунлар қуришда бўйлама қовурғалар қўйиш кўп қўшимча меҳнат талаб қилади. Шунинг учун кесимни ҳисоблашда бўйлама қовурғаларни қўймаслик мақсадида деворчанинг устивор бўлмаган қисмини ҳисобдан чиқариб ташлаб, фақат токчалар ва деворчанинг $0,85t\sqrt{E/R_y}$ кенглигидаги икки четки қисмларини қолдириш керак бўлади.

$h_{ef}/t_{\omega} \geq 2,3\sqrt{E/R_y}$ бўлганда кўндаланг бикрлик қовурғалари қўйилади. Улар орасидаги масофа ва уларнинг ўлчамлари марказий сиқилган устунлардаги каби бўлади.

7.4. ПАНЖАРАЛИ КЕСИМЛИ НОМАРКАЗИЙ СИҚИЛГАН УСТУНЛАР

Зўриқишлар унчалик катта бўлмаганда ёки эгувчи момент икки томонлама бўлганда симметрик кесимли устунлар (7.15- расм, а)

қўлланилади. Эгувчи момент бир томонлама бўлганда устуннинг тармоқлари баравар юкланмайди ва бундай ҳолда симметрик бўлмаган кесимли устунларни қўллаш мақсадга мувофиқдир (7.15- расм, б). Панжара элементларини маҳкамлаш қулай бўлиши учун иккала тармоқнинг кенглиги бир хил олиниши лозим.



7.15-расм.

Панжарали номарказий сиқилган устунларнинг кўндаланг кесимлари

Эгувчи момент катта кесиб ўтувчи кучларни пайдо қилади, шунинг учун номарказий сиқилган устунларнинг тармоқлари одатда қия стерженлардан иборат панжара ёрдамида бириктирилади.

Панжарали кесимли устун тоқчалари параллел белбоғли ферма каби ишлайди: устуннинг ҳисобий зўриқишлари M ва N тоқчаларда фақат бўйлама зўриқишлар пайдо қилади (7. 16- расм).

Устуннинг панжараси кесиб ўтувчи кучдан келадиган зўриқишларни қабул қилади. Симметрик бўлмаган кесим учун умумий ҳолда устун тармоқларидаги бўйлама зўриқишлар қуйидаги формулалар бўйича аниқланади:

$$N_{b_1} = N \frac{y_2}{h_0} + \frac{M}{h_0}; \quad (7.19)$$

$$N_{b_2} = N \frac{y_1}{h_0} - \frac{M}{h_0} \quad (7.20)$$

бу ёрда N ва M —ҳисобий бўйлама куч ва эгувчи момент; y_1 ва y_2 —устун кесимининг оғирлик марказидан тармоқлар оғирлик марказларигача бўлган масофалар; $h_0 = y_1 + y_2$ — тармоқларининг оғирлик марказлари орасидаги масофа.

Тармоқлардаги ҳисобий зўриқишлар аниқлангач, улардан ҳар

ворлиги ҳам худди шундай текширилади.

Номарказий сиқилган панжарали устун яхлит улама кесимли стержень каби қаралиб, устиворлиги текширилиб кўрилади:

$$b = N / \varphi_e A \leq R_y \gamma_c, \quad (7.23.)$$

бу ерда A иккала тармоқнинг кесим юзалари йиғиндиси; φ_e — стерженнинг шартли эгилувчанлик ($\bar{\lambda}_x$) ва нисбий эксцентриситетга (m_x) боғлиқ равишда аниқланадиган бўйлама эгилиш коэффициентлари (унинг қийматлари иловада келтирилган). Шартли эгилувчанлик (7.7) ва (7.8) формулалар ёрдамида аниқланади.

Панжарали кесимлар учун нисбий эксцентриситет қуйидаги формуладан аниқланади:

$$m_x = e_x A_{sp} \cdot \alpha / J_x, \quad (7.24)$$

бу ерда $J_x = A_{b_1} \cdot y_1^2 + A_{b_2} \cdot y_2^2$ кесимнинг инерция моменти; α — устун кесимининг оғирлик марказидан энг кўп юкланган тармоқ кесимининг оғирлик марказигача бўлган масофа.

Устуннинг буралишга қаршилигини ошириш учун баландлиги бўйича ҳар (2,5-3) h масофада унинг тармоқлари кўндаланг бикрлик диафрагмалар билан бириктирилади. Бунда диафрагмалар орасидаги масофа 3 м дан ошмаслиги керак. h — устун кесимининг баландлиги.

Панжарали номарказий сиқилган устуннинг панжара элементлари қуйидаги икки кўндаланг кучнинг энг каттаси таъсирига ҳисобланади:

- а) статик ҳисоб натижасида аниқланган ҳақиқий кўндаланг куч;
- б) марказий сиқилган устунлар учун топилганидек, шартли кўндаланг куч.

Панжара элементларининг кесимлари марказий сиқилган стерженлар кесимлари каби танланади.

7.5. УСТУНЛАР ТУГУНЛАРИ ҲАМДА ҚИСМЛАРИНИ ТУЗИШ ВА ҲИСОБЛАШ

7.5.1. Устунларнинг бош қисмлари.

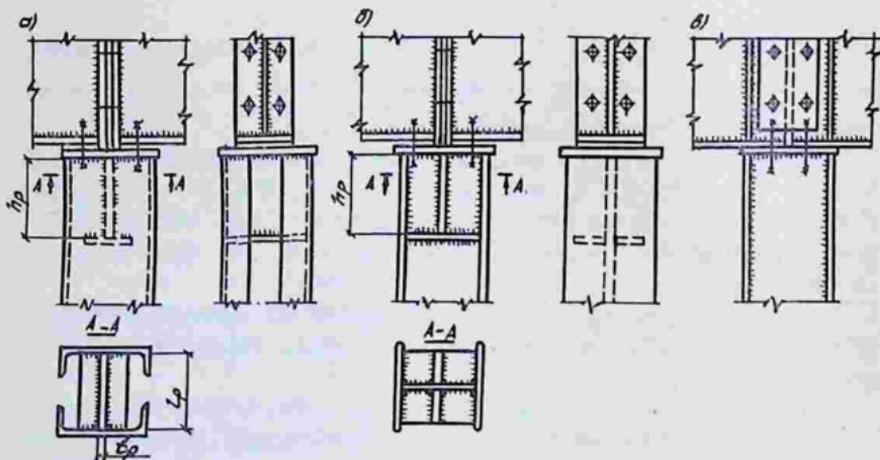
Устуннинг бош қисми устундан юқорида жойлашган конструкция

учун таянч бўлиб хизмат қилади ва тушадиган кучни устуннинг стер-
жень кесими бўйлаб текис тарқатади.

Устунлар тўсинлар билан шарнирли ёки бикр туташтирилган бўлиши мумкин. Шарнирли боғланишда устунга фақат вертикал куч узатилади. Бунда устунлар горизонтал йўналишда силжimasлиги учун пойдеворга маҳкамланган (бикр) ёки ўзаро боғланишлар систе-
маси ёрдамида қўзғалмас қилиб шарнирли маҳкамланган бўлиши шарт.

Тўсинлар устунлар билан бикр туташтирилганда горизонтал юкларни қабул қила оладиган рамалар системасини ҳосил қилади. Бу ҳолда тўсинлар устунларга ёнбошидан туташган бўлиши керак.

Шарнирли туташишда одатда тўсин устуннинг устига қўйилади. Бу ҳолда устуннинг бош қисми плита ва уни ушлаб туриб, юкни устун стерженига узатувчи қовурғалардан иборат бўлади (7.17- расм).



7.17-расм. Устунларнинг бош қисмлари

Агар устунга юк тўсинларнинг йўнилган қиррали таянч қовурғалари орқали узатилаётган бўлса, бош қисмнинг плитаси паст-
даги қовурғалар ёрдамида ушлаб турилади (7.17 расм- а, б).

Устун бош қисмининг қовурғалари таянч плитага ва устун тар-
моқларига (панжарали устунларда) ёки устун деворчасига (яхлит кесимли устунларда) пайвандланади. Бош қисмнинг қовурғасини та-

янч плитага маҳкамлайдиган чоклар бош қисмга тушадиган юкни қабул қила оладиган бўлиши керак ва бинобарин, уларнинг мустақамлиги қуйидаги формулалар бўйича текширилиши керак:

$$\sigma_{\omega} = N / (\beta_f K_f l_{\omega}) \leq R_{\omega f} \cdot \gamma_{\omega f} \cdot \gamma_c \quad , \quad (7.25)$$

$$\sigma_{\omega} = N / (\beta_z K_f l_{\omega}) \leq R_{\omega z} \cdot \gamma_{\omega z} \cdot \gamma_c \quad .$$

Қовурғанинг баландлиги шу қовурғани тармоқларга ёки деворчага маҳкамлайдиган пайванд чоклар узунлиги бўйича аниқланади:

$$h_p = N / 4 R_{\omega f} \cdot \gamma_{\omega f} \cdot \gamma_c \cdot \beta_f \cdot K_f \quad (7.26)$$

ёки
$$h_p = N / 4 R_{\omega z} \cdot \gamma_{\omega z} \cdot \gamma_c \cdot \beta_z \cdot K_f .$$

Бош қисм қовурғасининг қалинлиги қовурға қиррасининг эзилишга қаршилик кўрсатиш қийматига қараб аниқланади:

$$t_p = N / l_p \cdot R_p \cdot \gamma_c \quad . \quad (7.27)$$

Юқоридаги формулаларда N — устуннинг бош қисмига тушадиган тўлиқ юк;

K_f — пайванд чокнинг баландлиги (катети);

l_{ω} — пайванд чоклар узунлигининг йиғиндиси;

$R_{\omega z}$ — бурчакли пайванд чокнинг ҳисобий қаршилиги;

R_p — қовурға материалнинг (пўлатнинг) эзилишга ҳисобий қаршилиги;

$$l_p = b_f + 2t_n$$

b_f — тўсин таянч қовурғасининг эни;

t_n — устун бош қисмидаги таянч плитанинг қалинлиги.

Устуннинг бош қисмига тушадиган нотекис босим таъсирида таянч қовурғасини буралишдан сақлаш учун унинг пастки қисми кўндаланг қовурғалар билан маҳкамланади. Бундай нотекислик юқорида жойлашган қурилмаларнинг таяниш қисмларини тайёрлашда ёки монтаж қилишда хатога йўл қўйиш натижасида келиб чиқади.

Таяниш плитасининг қалинлиги конструктив мулоҳазалар асосида $t_n = 20 \dots 25$ мм қилиб белгиланади. Устуннинг юқори учи йўнилган

бўлса, тўсинлардан келадиган босим таяниш плитаси орқали бевосита вертикал қовурғага узатилади.

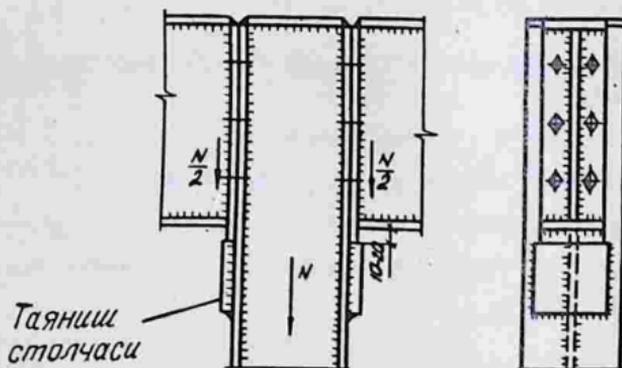
Тўсиндан тушадиган юк катта бўлса, ундан келадиган босим устунга тўсиннинг таянч қисмида жойлашган кўндаланг қовурғалар орқали узатилади (7.17- расм, в).

Тўсин устунга ёнбошидан туташган бўлса (7. 18- расм), вертикал реакция тўсиннинг таяниш қовурғасининг йўнилган қирраси орқали таяниш плитасига ва ундан устуннинг токчасига узатилади.

Таяниш плитасининг қалинлиги тўсиннинг таяниш қовурғаси қалинлигидан 5... 10 мм қалинроқ қилиб олинади. Таяниш плитасини устун токчасига бириктирувчи пайванд чокларнинг мустаҳкамлиги қуйидаги формулалар бўйича текширилади:

$$\begin{aligned} B_{\omega} &= 1,3N/2 \cdot K_f \cdot l_{\omega} \leq R_{\omega f} \cdot \delta_{\omega f} \cdot \delta_c \cdot \beta_f \\ B_{\omega} &= 1,3N/2 \cdot K_f \cdot l_{\omega} \leq R_{\omega z} \cdot \delta_{\omega z} \cdot \delta_c \cdot \beta_z \end{aligned} \quad (7.28.)$$

7.18-расм.
Тўсинга ёнбош-
дан туташган ус-
туннинг бош
қисми



Таяниш
столчаси

Тўсиннинг таянч қовурғасининг пастки қирраси билан таяниш плитасининг қирраси баъзи сабабларга кўра параллел бўлмай қолиши мумкин. Бунинг натижасида иккита вертикал чокдан (формуладаги 2 сони вертикал чоклар сонини билдиради) бирига $N/2$ дан кўпроқ юк тушиб қолиши мумкин. Шу эҳтимолликни ҳисобга олиш мақсадида (7. 28) формуланинг суратида реактив куч 1,3 марта ошириб олинган.

Тўсиннинг таянч қовурғаси устуннинг токчасига оддий ёки нормал аниқликдаги болтлар ёрдамида маҳкамланади. Тўсин устуннинг таяниш плитасига зич таяниб туриши (болтларга осилиб қолмаслиги)

учун плитадаги тешиклар диаметри болтлар диаметрига нисбатан 3 ... 4 мм каттароқ бўлиши керак.

7.5.2. Устунларнинг асослари

Устуннинг асоси стержендан келадиган умумий босимни таянч юзаси бўйлаб текис тақсимлашга хизмат қилади.

Шарнирли туташишда марказий сиқилган устунларнинг асосларини фақат битта плитадан иборат қилиб лойиҳалаш тавсия этилади (7.19- расм, а).

Устундан тушадиган босим катта бўлганда плитанинг қалинлигини камайтириш мақсадида бўйлама нормал куч плитага устуннинг стержени ва траверсалар орқали узатилади. Траверслар устундан келадиган кучнинг плита юзаси бўйлаб текис тақсимланишига имконият беради (7.19- расм, б).

Шарнирли асосларда асос плитаси пойдеворга бевосита анкер болтлар ёрдамида тортиб маҳкамланади. Плитанинг деформацияга мойиллиги бирикманинг шарнир каби ишлашини таъминлайди.

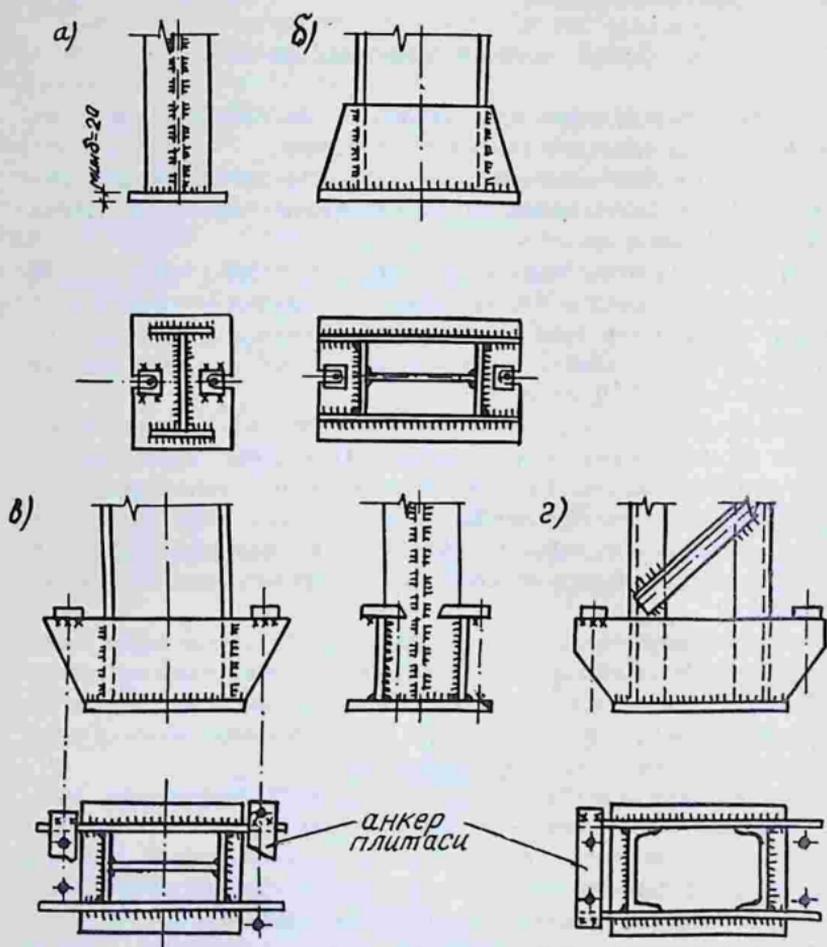
Бикр асосларда устуннинг таяниш қисми эгувчи моментни қабул қила олиш қобилиятига эга бўлиши керак. Бундай асосларда анкер болтлар траверсаларга анкер плиталари орқали маҳкамланади (7.19- расм, в, з).

Асос плитасининг қалинлиги ҳисоблаш йўли билан топилади, аммо конструктив мулоҳазаларга кўра, у 20 мм дан кам бўлмаслиги керак. Марказий сиқилган устунларда қўлланадиган анкер болтларининг диаметри: шарнирли асослар учун $d = 20 \dots 30$ мм, бикр асослар учун $d = 24 \dots 36$ мм ва ундан ортиқ бўлиши керак.

Монтаж қилиш осон бўлиши ва устунни маркашлаштиришда маълум даражада силжитиш мумкин бўлиши учун анкер болтлар қўйиладиган тешикларнинг диаметри болт диаметридан 10 ... 30 мм каттароқ қилинади. Шундан кейин болтга 20 ... 30 мм қалинликдаги шайбалар киритилиб, гайка маҳкамланади. Шайбалар асос плитаси ёки анкер плитасига пайвандланиб қўйилади.

Одатда, қурилмани коррозиядан сақлаш мақсадида устунларнинг асоси бино поли сатҳидан 500 ... 1000 мм пастда жойлаштирилади ва устига бетон қўйилади.

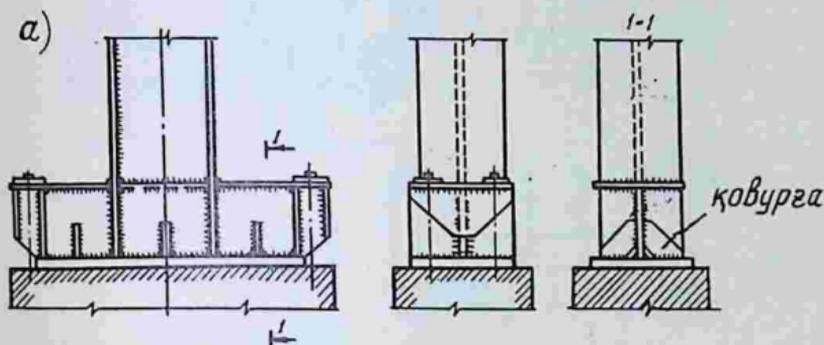
Номарказий сиқилган яхлит кесимли устунларда эгувчи моментни пойдеворга узата оладиган бикр асослар лойиҳаланади. Асосга бикрлик бериш учун асос плитаси момент таъсир этаётган ўқ



7.19-расм. Марказий сиқилган устулларнинг асослари

йўналишида узайтирилган бўлади. Таянч моментлар унча катта бўлмаганда траверслар 10 ... 12 мм қалинликдаги пўлат листлардан ёки швеллерлардан тайёрланади. Катта моментлар таъсир қиладиган асос-

ларда асос элементлари (плита, траверса) моментнинг таъсир текислигида чўзилган бўлиши керак. Пайвандлаш қулай бўлиши учун бир деворли траверслар билан кучайтирилган асослар (7.20-расм, а) қўллаш мақсадга мувофиқдир.



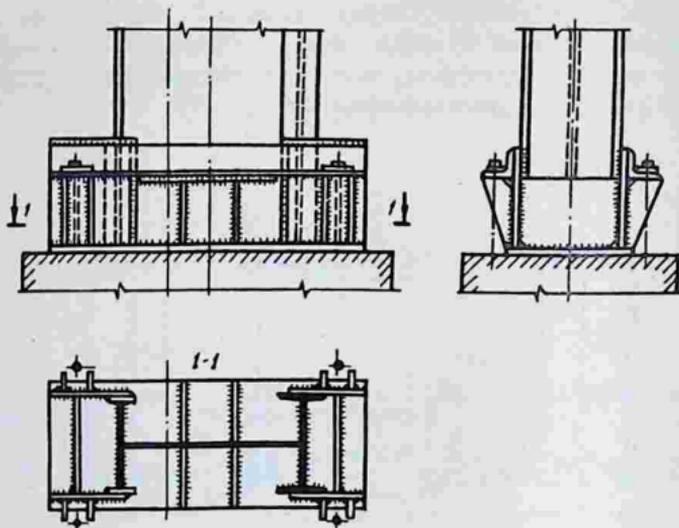
7.20-расм. Бир траверсли асос

Бир деворли траверсли асослар кўпинча қўзғолмас яхлит кесимли устунларда қўлланилади. Бундай асосларнинг бикрлиги момент текислигига тик бўлган текисликда нисбатан кичик бўлади. Ўзгарувчан яхлит кесимли устунларда 7.21-расмда тасвирланган асослар кўпроқ қўлланилади.

Саноат биноларининг панжарали номарказий сиқилган устунларига, одатда, ўзаро боғланган иккита тармоқ остида алоҳида-алоҳида асослар қўлланилади (7.22-расм). Тармоқлар орасидаги масофа катта бўлганда панжарали устун асосининг бундай ечими ялпи кесимли асосга нисбатан тежамлироқ бўлиб чиқади.

Номарказий сиқилган устунларнинг асосларида анкерли болтлар чўзилишга ишлайди (момент таъсирида), шу сабабли уларнинг узунлиги ва диаметри ҳисоб бўйича белгиланади.

Марказий сиқилган устунларнинг асослари пойдеворнинг акс таъсирига ҳисобланади. Бунда акс таъсир таянч плитасининг бутун юзаси бўйлаб текис тарқалган ёйилган куч деб қаралади. Таянч плитасининг зарурий юзаси қуйидаги формула бўйича аниқланади:



7.21-расм. Алоҳида траверслар билан бўлинган асос

(7.29)

бу ерда N — устундан тушаётган ҳисобий бўйлама сиқувчи куч;
 $R_{пр}$ — бетоннинг призмали мустаҳкамлиги; $\gamma - R_{пр}$ ни ошириш ко-
 эффициенти, унинг қиймати пойдевор юқори кесим юзасининг плита
 юзаси нисбатига боғлиқ; $\gamma = 3\sqrt{A_{ф}/A_{пл}}$ 1,5 дан катта эмас.

Фақат таянч плитасидангина иборат бўлган асосларда ҳисоблаш
 юзасига устун кесими контурига нисбатан C елкали консол ҳосил
 қиладиган соҳа киради (7.23- расмда бу соҳа штрихлаб тасвирланган).

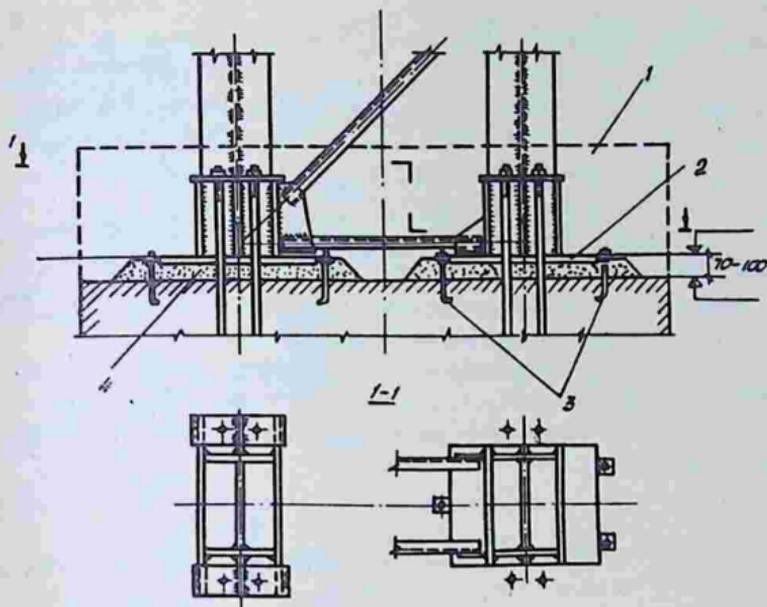
Устуннинг ўлчамлари h ва b берилган ($h > b$ бўлганда) ва зарурий
 таянч плитасининг юзаси маълум бўлса:

$$C = 0,5 (K - \sqrt{K^2 - A_{пл}}), \quad (7.30)$$

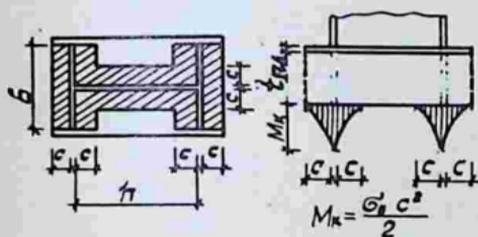
бу ерда $K = b + 0,5h$.

Плитанинг қалинлиги қуйидаги формула бўйича аниқланади:

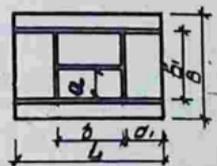
$$t_{пл} = m \cdot C \text{ (см)}; \quad m = 1,73 \sqrt{\frac{\gamma' R_{пр}}{R_y}}; \quad (7.31)$$



7.22-расм. Номарказий сиқилган панжарали устуннинг асоси



7.23-расм. Фақат таянч плитасидангина иборат бўлган асос



7.24-расм. Марказий сиқилган устунларнинг асосини ҳисоблашга доир

бу ерда R_y — таяниш плитасининг эгилишдаги ҳисобий қаршилиги. $A_f = A_{пл}$ бўлганда баъзи тоифали бетонлар учун коэффицент m нинг плитанинг эгилишдаги ҳисобий қарши-лигига боғлиқ ҳолдаги қийматлари 7.3- жадвалда келтирилган.

Таяниш плитаси қовурға ва траверслар билан маҳкамланган асос-

ларда шу элементлар билан қисмларга бўлинган плита қисмлари катта томонининг кичигига нисбати 2 дан ошса, таяниш плитаси кичик томони йўналиши бўйлаб кўп пролётли тўсин каби ҳисобланади.

Агар бу нисбат 2 дан кичик бўлса, у вақтда бўлинган таяниш плитаси қисмлари уч ва тўрт томонлари билан таянган пластинка каби ҳисобланади (7.24- расм).

Плитанинг 1 см кенгликдаги тасмасига таъсир этаётган максимал эгувчи момент қуйидаги формулалар орқали аниқланади:

тўрт томони билан таянган пластинка учун:

$$M = \alpha \sigma_f \cdot a^2; \quad (7.32)$$

уч томони билан таянган пластинка учун:

$$M = \beta \cdot \sigma_f \cdot a_1^2, \quad (7.33)$$

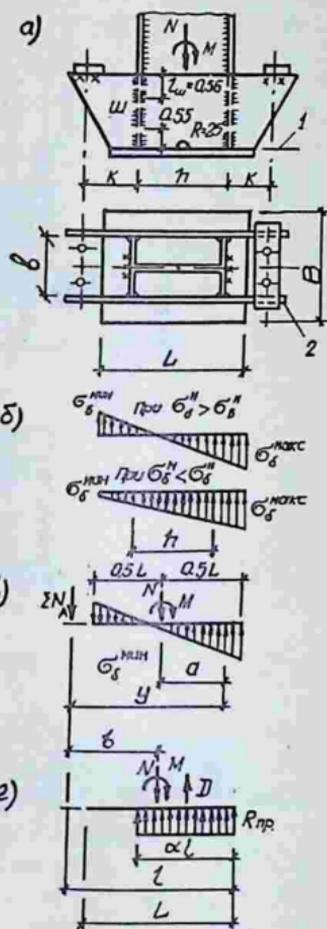
бу ерда σ_f — плитанинг пойдевор бастонига босими; α ва β — b, b_1 билан a, a_1 нисбатларига боғлиқ бўлган коэффициентлар, уларнинг қийматлари 7.4 ва 7.5- жадвалларда келтирилган.

Таяниш плитасининг қалинлиги қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$t_{пл} = \sqrt{6M/R_ч \delta_c}, \quad (7.34)$$

бу ерда M — 7.32 ва 7.33- формулалар билан аниқланган моментларнинг энг каттаси.

Одатда таяниш плитасининг қалинлиги 16 ... 40 мм оралиқда қабул қилинади.



7.25-расм. Номарказий сиқилган устуларнинг асосини ҳисоблашга доир

Номарказий сиқилган устуннинг асосидан пойдеворга босим текис тарқалмайди (7.25- расм), бунга эғувчи момент сабаб бўлади.

Эғувчи моментнинг таъсири йўналишда таяниш плитаси пойдеворни сиқади, қарама-қарши томондан эса (агар эғувчи момент катта бўлса) пойдевор сиртидан узилишга интилади. Плита пойдевордан узилиб кетмаслиги учун устуннинг асос қисми траверслар орқали пойдеворга анкер болтлар ёрдамида тортиб маҳкамланади.

Лойиҳалашда аввало қуйидаги формуладан асос плитасининг кенглиги B топилади:

$$B = b + 2t_{TP} + 2C_1$$

бу ерда b — устун стержени кесимининг эни; $t_{TP} = 10-12$ мм — траверса қалинлиги, C_1 — плитанинг консол қисми бўлиб, у 70 ... 100 мм оралиқда белгиланади.

7.4-жадвал

в/д	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2	>2
α	0,048	0,055	0,063	0,069	0,075	0,081	0,086	0,091	0,094	0,098	0,700	0,125

7.5-жадвал

а1/в1	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,2	1,4	2	>2
β	0,060	0,074	0,088	0,097	0,107	0,112	0,120	0,126	0,132	0,133

Плитанинг узунлиги L қуйидаги шартдан аниқланади:

$$\sigma_{\delta}^{max} = \frac{N}{A_{пл}} + \frac{M}{W_{пл}} \leq R_{пр} \gamma ; \quad (7.35)$$

$$\sigma_{\delta}^{min} = \frac{N}{A_{пл}} - \frac{M}{W_{пл}} \quad (7.36)$$

$A_{пл} = BL$ ва $W_{пл} = BL^2/6$ эканлигини эътиборга олсак:

$$L = \frac{N}{2B\gamma R_{пр}} + \sqrt{\left(\frac{N}{2B \cdot \gamma \cdot R_{пр}}\right)^2 + \frac{6M}{B\gamma R_{пр}}} \quad (7.37)$$

L ва B аниқлангач, асосни тузиш ва унинг пойдеворга кўрсатадиган босимини аниқлашга ўтилади. Плитанинг қалинлигини аниқлашда

унга $q = \sigma_{\delta}^{max}$ бўлган текис ёйилган куч тушади, деб фараз қилинади. Анкер болтларининг талаб қилинган юзасини топиш учун бу болтлар асос плитасини пойдевордан узувчи кучланишларнинг тенг таъсир этувчиси ($\sum N_a$) таъсирини қабул қилади, деб фараз қилинади (7.25- расм, в).

Анкер болтлари қабул қиладиган зўриқиш қуйидаги ифодадан аниқланади:

$$\sum N_a = \frac{M - N \cdot a}{y} . \quad (7.38)$$

Талаб қилинган кўндаланг кесим юзаси:

$$\sum A_n = \sum N_a / R_{ba} , \quad (7.39)$$

бу ерда M ва N — ҳисобий эгувчи момент ва бўйлама куч; a — устуннинг геометрик ўқидан плита остидаги бетоннинг сиқилган соҳаси эпюрасининг оғирлик марказигача бўлган масофа; y — анкер болтлари ўқидан айтилган эпюра оғирлик марказигача бўлган масофа; R_{ba} — анкер болтларининг чўзилишдаги ҳисобий қаршилиги.

7.39- формула бўйича аниқланган анкерли болт юзаси ҳисоблаб топилгандан бироз ортиқ олинади, чунки ҳисоблашда бетонда пластик деформацияларнинг ривожланиши натижасида унинг сиқилган соҳасида кучланишларнинг текис тақсимланиши эътиборга олинмаган бўлади (7.25- расм, г). Айтилган омилни ҳисобга олганда:

$$A_n = \frac{D - N}{R_{ba}} ; \quad D = \alpha L B R_{np} ; \quad (7.40)$$

бу ерда D — бетоннинг сиқилган соҳасининг акс таъсир кучи;

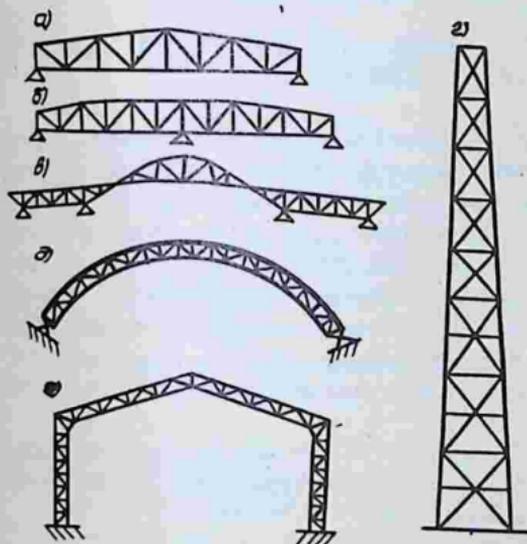
$$\alpha = 1 - \sqrt{1 - \frac{2Mb}{R_{np} L^2 B}} \quad (7.41)$$

Анкерли болтларни ҳисоблаганда юклар энг катта эгувчи момент ва энг кичик бўйлама куч ҳосил қиладиган қилиб олинади.

ФЕРМАЛАР

8.1. УМУМИЙ МАЪЛУМОТЛАР

Фермалар, тўсинлар сингари, қурилишда ёпма қурилмалар сифатида кенг қўлланилади. Фермаларнинг тўсинларга нисбатан афзаллиги шундаки, муайян мустақамликни таъминлаш учун нисбатан оз металл сарфланади. Бироқ, тайёрлашда тўсинга нисбатан кўпроқ меҳнат сарфланади. Технология, меъморчилик талаблари ва юкларнинг характерига қараб уларнинг ташқи кўриниши (шакли) турли хил бўлади.



8.1-расм.
Фермалар системаси

Пролёт 18 метрдан юқори бўлганда тўсинлар ўрнига фермаларни қўллаш иқтисодий жиҳатдан мақсадга мувофиқдир. Фермалар санатда турар жой бинолари қуришда, кўприklar, транспорт эстакадалари ва галерейлари, электр линиялари таянчлари, радио ва телеминоралар, мачталарнинг юк кўтарувчи қурилмалари сифатида қўлланилади. Ферманинг юк кўтарувчанлигига қараб унинг элемент-

лари ингичка сим-арқонлардан ёки ёйма профилдан ташкил топган бўлиши мумкин.

Таянч реакцияларининг йўналиши бўйича фермалар тўсинсимон ва арксимон бўлиши мумкин. Тўсинсимон фермалар бир равоқли оддий шарнир-таянчли (8.1- расм, *а*), кўп равоқли туташ (8.1- расм, *б*) бўлиши мумкин. Арксимон фермаларга панжарали арк ва рамалар кирди (8.1- расм, *д-е*). Миноралар вертикал консолли фазовий ферма шаклида бажарилади. Қурилишда шарнир-таянчли тўсинсимон фермалар кўпроқ ишлатилади. Туташ фермалар шарнир-таянчли фермаларга нисбатан бирмунча энгилроқ ва деформативлиги озроқ бўлгани сабабли уларнинг баландлиги ҳам нисбатан кичик. Туташ фермаларнинг шарнирли таянчлиларга нисбатан камчилиги шундан иборатки, уларни монтаж қилиш мураккаброқ ва таянчларининг тасодифий чўкиши уларнинг ишига салбий таъсир қилади.

8.2. ФЕРМАЛАРНИНГ ШАКЛИ, АСОСИЙ ЎЛЧАМЛАРИ ВА ПАНЖАРА СИСТЕМАСИ

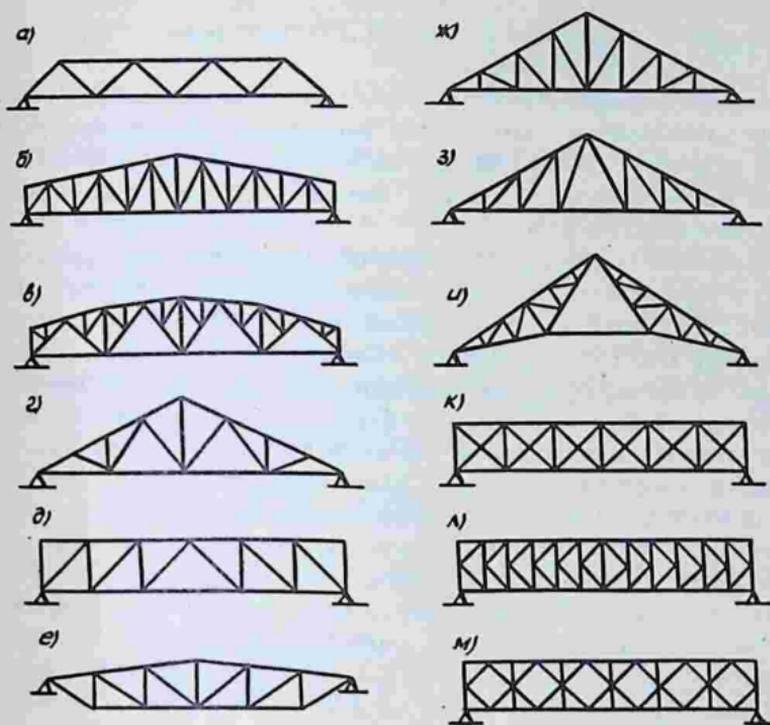
Ферманинг шаклини (контурини) танлашда иншоотнинг нима мақсадда қуриляётганлигини, томнинг турини, ёритиш воситаларининг мавжудлиги, ёпмадан ёмғир сувларини оқизиш қандай ташкил қилинишини, меъморчилик талабларини ва бошқа бир қатор омилларни эътиборга олиш лозим. Ферманинг шакли унинг оғирлигига, яшаш, ташиш ва монтаж қилишнинг қулайлигига таъсир кўрсатади. Буларнинг барчаси ферманинг техник-иқтисодий кўрсаткичларини белгилайди. Ҳозирги даврда параллел камарли, трапециясимон ва учбурчак шакли, кўпбурчакли (полигонал) фермалар қўлланилади (8.2- расм).

Параллел камарли фермалар (8.2- расм, *а*) саноат ишлаб чиқариши талабларини тўлароқ қондириши ва оддий кўринишга эга бўлгани сабабли қурилишда кўпроқ қўлланилади.

Трапециясимон фермалар (8.2- расм, *б, е*) томи кескин қия бўлмаган биноларда ишлатилади.

Кўпбурчакли фермаларнинг (8.2- расм, *в*) ташқи кўриниши эгувчи момент эпюрасининг шаклига яқин бўлганлиги туфайли улар материалнинг сарфланиши нуқтаи назаридан энг тежамли ҳисобланади. Шунинг учун бундай фермалар, асосан, катта равоқларни қоплашда ва юклар нисбатан катта бўлганда қўлланилади.

Учбурчак шакли фермалар (8.2- расм, *г, ж, з, и*) кескин қиялик



8.2-расм. Фермаларнинг турлари ва панжаралари системаси

(25^0-45^0) талаб этадиган (тўлқинли асбест-цемент листлар, черепицали ва б.) томларда қўлланилади.

Ферманинг узунлиги, равоқнинг ўртаси ва таянчдаги баландлиги унинг асосий ўлчамлари ҳисобланади. Аксарият ҳолларда ферманинг ўлчамлари ундан фойдаланишдаги, меъморчилик ва технологик талабларга кўра белгиланади.

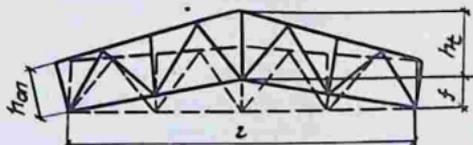
Трапециясимон ва параллел камарли фермаларнинг баландлиги узунлигининг $1/9 \div 1/7$ қисмига яқин қилиб белгиланади. Бундай баландлик ферманинг оптимал оғирлиги шартидан аниқланади. Ферманинг баландлигини белгилашда уни бир жойдан иккинчи жойга транспорт ёрдамида ташиш шартларини ҳам ҳисобга олиш лозим. Масалан, темир йўл транспорти воситаларидан фойдаланилганда фер-

манинг баландлиги 3,8 метрдан ошмаслиги керак. Трапециясимон фермаларнинг таянч кесимидаги баландлиги ферма узунлигининг $1/17+1/13$ қисмини ташкил этади.

Панжара ферманинг бикрлигини ва тўпланма юкларнинг тугунлар бўйича узатилишини таъминлайди. Ферманинг таннархига уларнинг ташқи кўриниши, унинг панжара системасини тайёрлаш учун сарфланган меҳнат таъсир кўрсатади. Панжараларнинг асосий турлари 8.2- расмда тасвирланган.

Ферманинг панжара системасини танлашда стерженларнинг ҳисобий узунликлари катта бўлмаслиги, стержень ва тугунлар сони мумкин қадар кам бўлишига интилиш керак. Сиқилишга ишлайдиган стерженлар калтароқ, чўзилишга ишлайдиганлари узунроқ бўлгани маъқул. Бу тадбирлар ферма оғирлиги ва таннархини камайтиришга олиб келади. Учбурчак панжарали ферма стерженларининг қуйи камарга нисбатан қиялигини 45° га яқин қилиб олиш мақсадга мувофиқдир. Учбурчакли панжара оддий панжара ҳисобланади (8.2- расм, а) ва юқорида келтирган умумий талабларга жавоб беради. Бундай панжаранинг камчилиги шундан иборатки, камарлар панеллари (тугунлараро масофа) нинг узунлиги катта бўлиши, юкнинг тугунлараро соҳага тушиб, қўшимча эгувчи момент ҳосил қилиши мумкин. Бу ҳолда учбурчакли панжарага вертикал стерженлар қўшилади (8.2- расм, б, в). Агар эни 1,5 м бўлган темир-бетон тўшама ишлатилса, юкларнинг тугунлар орқали узатилишини таъминлаш учун шпренгелли панжара қўлланилади (8.2- расм, в).

8.3-расм. Фермалардаги қурилиш кўтарилиши



Панжаранинг иккинчи тури қия стерженли системадир. Шунинг эътиборга олиш керакки, параллел камарли ва трапециясимон фермаларда марказга нисбатан қия бўлган стерженлар (8.2- расм, е) чўзилади, таянчларга нисбатан қия бўлган стерженлар (8.2- расм, д) сиқилади. Учбурчак шакли фермаларда эса ферма марказига нисбатан қия бўлган стерженлар сиқилади (8.2- расм, ж) ва таянчларга нисбатан қия бўлган стерженлар (8.2- расм, з) чўзилади.

Ўзгарувчан ишорали юклар таъсирида ишлайдиган фермаларда фақат чўзилишга ишлайдиган хочсимон панжаралар қўлланилади; бундай панжарадан минора ва кўприкларда фойдаланилади (8.2-расм, к).

Ярим қия стерженли (8.2-расм, л) ва ромб шаклидаги (8.2-расм, м) панжаралар катта бикрликка эга ва шу сабабли уларни кесиб ўтувчи куч миқдори катта бўлган фермаларда қўллаган маъқул.

Ёпмадан тушадиган юклар таъсири остида фермалар эгилади. Бу эгилиш ферманинг ташқи кўринишини бузади ва баъзан улардан нормал фойдаланишни қийинлаштиради. Ёпма фермаларининг эгилишини камайтириш мақсадида ферма камарлари қавариқ қилиб тайёрланади (8.3-расм). Бу қавариқлик қурилиш кўтарилиши (подъём) деб аталади.

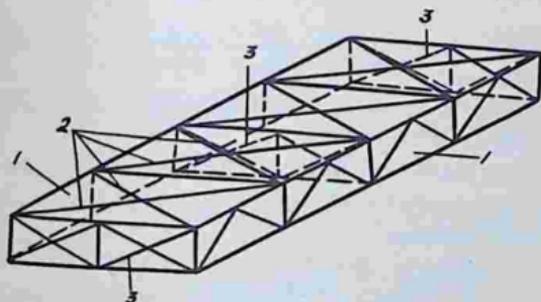
Қурилиш кўтарилишининг қиймати:

$$f = f' + \frac{L}{200}, \quad (8.1)$$

бу ерда f' — норматив юклар таъсиридаги солқилик; L — ферманинг узунлиги.

8.3. ФЕРМАЛАРНИНГ УСТИВОРЛИГИ. ФЕРМАЛАР ОРАСИДАГИ БОҒЛАНИШЛАР

Ясси фермалар ўз текислигида ишлаганда катта бикрликка эга, аммо ўз текислигига нисбатан тик текислик йўналишида ферманинг бикрлиги жуда ҳам кичик. Шу сабабли улар мазкур йўналишда устиворликни тез йўқотади. Устивор ишлай оладиган қурилма яратиш учун икки қўшни ферма ўртасида юқори ва пастки камарлар текислигида горизонтал, ферманинг вертикал стерженлари ўртасига

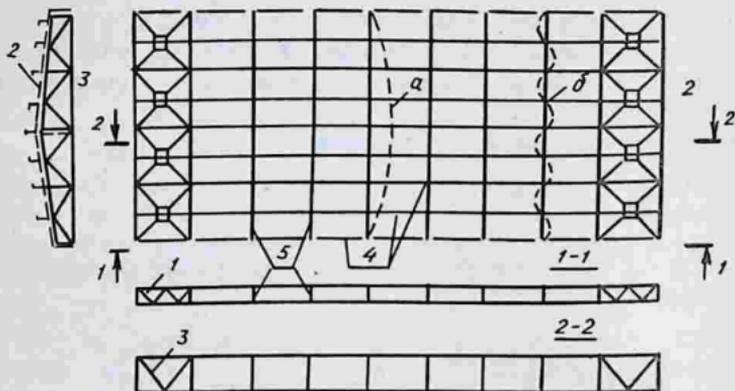


8.4-расм. Икки ферма боғланишларидан иборат фазовий блок:

1 — фермалар; 2 — юқори камар орасидаги боғланишлар; 3 — вертикал боғланишлар

эса вертикал боғланишлар қўйиб, устивор фазовий блок (8.4- расм) ҳосил қилинади.

Бинонинг ёпмалари бир нечта қатор фермалардан иборат. Уларнинг устиворлиги бир нечта фазовий блоклар ҳосил қиладиган боғланишлар системаси билан таъминланади. Блоклар орасида жойлашган фермалар шу блокларга прогонлар, ёпма плиталарининг қовурғалари ёки махсус кериб турувчи стерженлар воситасида бириктирилади (8.5- расм).



8.5-расм. Фермаларнинг блокларга боғланишлар орқали маҳкамланиши:
 а, б — устиворликни йўқотиш ҳоллари: 1 — ферманинг ён томонидаги вертикал боғланиш; 2 — фермалараро горизонтал боғланишлар; 3 — ферма орасидаги вертикал боғланишлар; 4 — тирак; 5 — фермалар

8.4. ФЕРМАЛАРНИ ҲИСОБЛАШ

Ёпма фермалари, одатда, тугунларга қўйиладиган қўйидаги ҳисобий юклар таъсирида бўлади:

доимий юк (ферма, прогон, боғланиш, ёпма қурилмалари, осма шип ва бошқаларнинг хусусий оғирликлари);

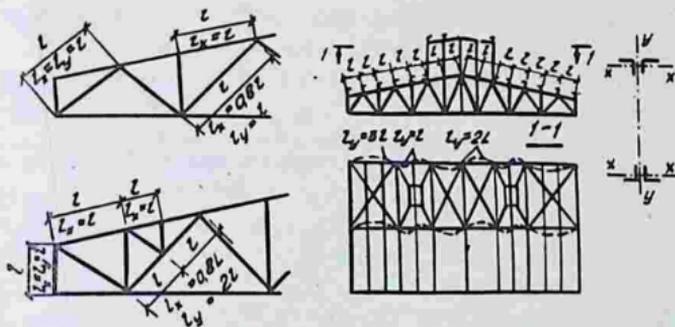
муваққат юк (осма шипга тушадиган юклар, осма кўтариш-ташиш воситалари, томдаги қордан тушадиган юклар ва бошқалар);

махсус таъсирлар (масалан, zilzila).

Ферма стерженлари кесимидаги зўриқишлар, қурилиш механикасининг усуллари (масалан, Максвелл-Кремон диаграммасини

қуриш)дан фойдаланиб, ҳар бир таъсир учун алоҳида-алоҳида аниқланади. Сўнгра юкларнинг бир вақтда таъсир қилиш эҳтимоллигини (СНиП 2.01.07-85 талабларига кўра) инobatга олган ҳолда ҳар бир стержень кесимидаги мумкин бўлган катта ҳисобий зўриқиш аниқланади. Бу зўриқиш орқали стерженьларнинг кўндаланг кесимлари танланади.

Маълумки, сиқилган стерженьнинг юк кўтарувчанлиги мазкур стерженьнинг мустаҳкамлиги билангина эмас, балки устиворлиги билан ҳам белгиланади. Демак, стерженьнинг кўндаланг кесимини танлашда унинг эгилювчанлиги, бинобарин, ҳисобий узунликлари l_x ва l_y ни ҳам эътиборга олиш лозим. Ҳисобий узунлик стерженьнинг бош ва охири учларини маҳкамлаш шартларига боғлиқ равишда 8.1- жадвалда ва 8.6- расмда келтирилган.

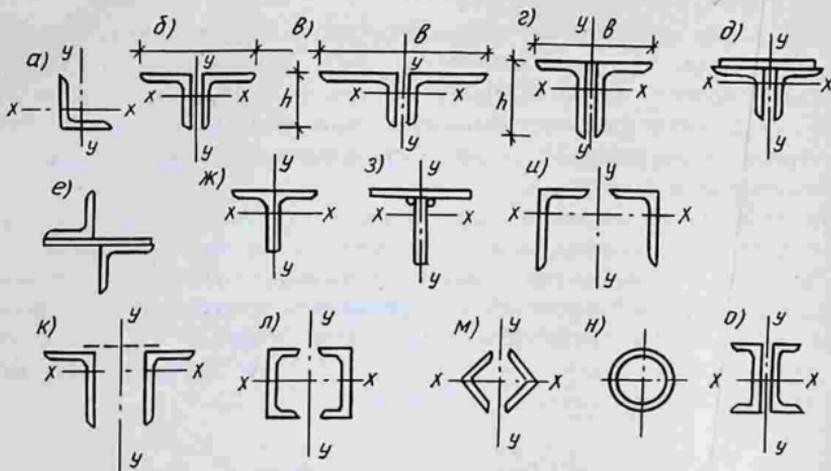


8.6-расм. Ферма стерженьларининг ҳисобий узунликларини аниқлашга доир

Ташиш ва монтаж қилишда ферманинг хусусий оғирлигидан ҳосил бўладиган солқиликни чеклаш мақсадида ферма стерженьлари учун эгилювчанликни чеклашнинг қуйидаги қийматлари белгиланади: сиқилган камарлар, таяниш қия стерженьлари ва ферманинг таянч босимига ишлайдиган стерженьлар учун $\lambda \leq 120$; ферманинг бошқа сиқилган элементлари учун $\lambda \leq 150$.

8.4.1. Ферма стерженьларининг кўндаланг кесим турини танлаш.

Ёпма фермалари учун қўлланиладиган кесим турлари 8.7- расмда тасвирланган. Камарлар ва панжара элементлари учун, одатда, жуфт

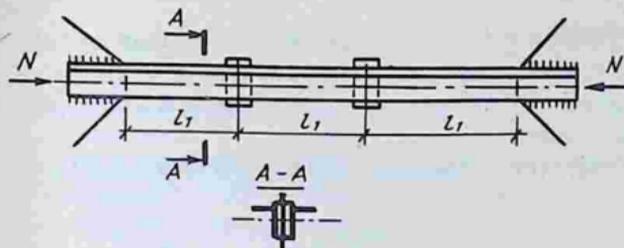


8.7-расм. Ферма стерженлари учун қўлланиладиган профиллар

бурчакликлардан тузилган тавр шакли кесимлар қўлланилади (8.7-расм, б-г). Хочсимон кесим (8.7-расм, е) ферманинг вертикал стерженлари учун қўлланилади. Битта бурчаклидан (8.7-расм, а) иборат кесим панжаранинг кучсиз юкланган элементларида қўлланилади. Доиравий кесимли элементлар (8.7-расм, н) энг қулай ҳисобланади. Трубасимон элементлардан ясалган фермаларнинг массаси бурчакликлардан ясалган фермаларнинг массасига қараганда 20 % камроқ бўлади. Доиравий кесимли элементларнинг маҳаллий устиворлиги нисбатан юқорироқ бўлганлиги туфайли юқори муштақамли пўлатларни ишлатишга имконият бор, бу эса ўз навбатида, бурчакликлардан ясалган фермаларга нисбатан, материални тежаш имконини беради.

Тўғри тўртбурчак ва квадрат кесимли, берк контурли, пайвандланган профилли (8.7-расм, л, м) фермалар ҳам мақсадга мувофиқдир. Кенг токчали таврларни (8.7-расм, ж, з) қўллаш ферманинг массасини бурчакликлардан ясалган фермаларга нисбатан 10-15 % камайтиради.

Икки профилдан (масалан, икки бурчакликдан) иборат стерженни лойиҳалашда, уларнинг биргаликда ишлашини таъминлаш учун, улар орасига пластинка (тахтакач) қўйилиб пайвандланади (8.8-расм). Шу тахтакачлар орасидаги масофа l , қуйидаги қийматлардан



8.8-расм.
Бирлаштирадиган
тахтакачларнинг
қўйилиш тартиби

ошмаслиги лозим: сиқилган элементлар учун $40 i$ дан, чўзилган элементлар учун $80 i$ дан (i — битта бурчакликнинг тахтакач текислигига параллел бўлган ўққа нисбатан инерция радиуси). Сиқилган битта элементда камида иккита тахтакач бўлиши керак.

Сиқилишга ишлайдиган минимал массали стерженга эга бўлиш учун I_x ва I_y ларнинг қиймат жиҳатидан ўзаро тенг ва минимал бўлишига интилиш керак. Шу муносабат билан, сиқиладиган стерженлар учун берилган кесим юзасида максимал инерция радиусига эга бўлган энг юпқа деворли профилларни қўллаш керак. Стерженнинг иккала ўққа нисбатан ҳам баробар устиворликка эга бўлиши ($I_x = I_y$) учун сиқилган элемент ҳисобий узунликларининг нисбатига боғлиқ равишда кесим турини тўғри танлаш керак. Масалан, $l_x = l_y$ бўлганда 8.7- расм, a да тасвирланган кесимни қабул қилган маъқул; $l_y = (2... 3)l_x$ да 8.7- расм, b даги кесимни ҳамда $l_x = 0,8 l_y$ да 8.7- расм, b даги кесимни қабул қилган маъқул.

Бироқ, кесим турини танлашда, баробар устиворликни таъминлаш шартидан ташқари, фермани тайёрлаш, бир жойдан иккинчи жойга кўчириш ва монтаж қилиш шартларини ҳам эътиборга олиш керак.

8.4.2. Ферма стерженларининг кўндаланг кесим юзасини танлаш.

Мақсадга мувофиқ кесим тури танлангач, стерженнинг кесим юзаси $A_{тк}$ танланади. Ҳисоблашнинг бу босқичи, чўзилиш ва сиқилишга ишлайдиган ихтиёрий стерженнинг кесим юзасини аниқлаш усулидан фарқ қилмайди (III ва VII бобларга қаранг).

Тугунлардаги фасонкалар қалинлиги ферманинг таянчга нисбатан қия стерженидаги зўриқишга боғлиқ равишда 8.2- жадвалда келтирилган маълумотларга асосан танланади.

Чўзилишга ишлайдиган стерженлар учун $\varphi \cdot \gamma_c$ нинг қийматлари

доимо бирга тенг деб қабул қилинади. Сиқилишга ишлайдиган стерженлар учун дастлаб 0,5 ... 0,9 га тенг деб қабул қилинади, сўнгра бу ифоданинг сон қиймати $\varphi \cdot \gamma_c$ нинг ҳақиқий қийматлари билан фарқ қилишига қараб тузатилади.

А; i_x ; i_y ларнинг ҳақиқий қийматлари пўлатнинг сортаментидан олинади.

8.1- ж а д в а л

Ферма стерженларининг ҳисобий узунликлари

Устиворликнинг йўқолиш йўналиши	Ҳисобий узунлик		
	камарлар	Таянч, қия ва вертикал стерженлар	бошқа стерженлар
Ферманинг ўз текислигида (l_x)	l	l	0,8 l
Ферма текислигига тик бўлган текисликда (l_y)	l_y	l_y	l_y

Э с л а т м а : l — ферма текислигидаги стерженларнинг геометрик узунлиги (тугунлар орасидаги масофа); l_y — ферма текислигига тик бўлган текисликдаги қўзғалмас тугунлар орасидаги масофа; l_x — ферманинг ўз текислигидаги стерженларнинг ҳисобий узунлиги; l_y — худди шу нарса, фақат ферма текислигига тик бўлган текисликда.

8.2- ж а д в а л

Ферма фасонкаларининг қалинлиги

Таянчдаги, қия стержендаги ҳисобий зўриқиш, кН	150 гача	160-250	260-400	410-600	610-1000	1010-1400	1410-1800	1800 дан юқори
Фасонка қалинлиги, мм	6	8	10	12	14	16	18	20

Ишлаш шароити коэффиценти (γ_c) иловадан олинади. Кучланишлар қиймати σ қуйидаги формулалар бўйича аниқланади:

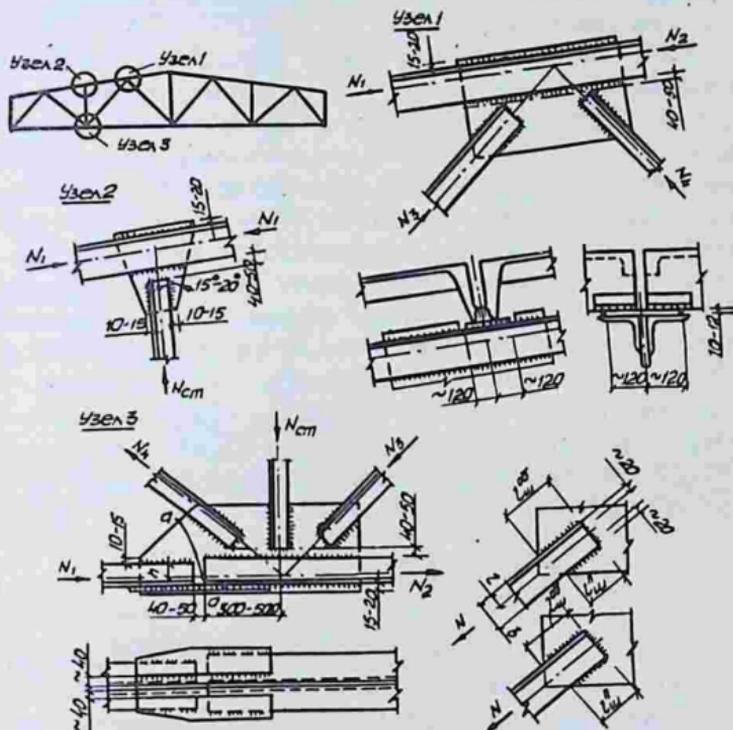
$$\text{чўзилган стерженлар учун} \quad \sigma = N / \gamma_c A \leq R_y \quad (8.2)$$

$$\text{сиқилган стерженлар учун} \quad \sigma = N / \varphi \gamma_c \Delta \leq R_y \quad (8.3)$$

8.5. ФЕРМАЛАРНИ ТУЗИШ

8.5.1. Ферма тугунлари.

Ферма стерженлари фақат бўйлама зўриқиш таъсирида ишлаши учун ташқи юк тўпланган ҳолда тугунларга қўйилиши ва стерженлар кесимининг оғирлик марказидан ўтувчи ўқлар тугунларда бир нуқтада кесишиши лозим.



8.9-расм. Бурчакликлардан ясалган ферма тугунларини тузишга доир

Тугунлардаги фасонкалар шакли шундай бўлиши керакки, стерженларни ўзаро бириктириш учун чокларни пайвандлаш қулай бўлсин, ноқулай кучланишлар тўпламини ҳосил қилмасин ва фермани яшаш учун оз меҳнат талаб қилиниб, харажатлар минимал

бўлсин. Фасонканинг ҳар бир кесими зўриқишни панжара стерженидан ферма камарига узатиш учун етарли бўлиши керак. Тугун фасонкалари камар бурчаклигининг ташқи тоқчасидан 15 ... 20 мм чиқариб қўйилади, шунда чок қўйиш осон бажарилади (8.9- расм).

Пайвандлашдан ҳосил бўладиган қўшимча номақбул кучланишларни камайтириш мақсадида панжара бурчаклилари камарларга 40 ... 50 мм етказилмай маҳкамланади ва камарларнинг туташуви жойларида 40 ... 50 мм ли оралиқ (тирқиш) қолдирилади. Фасонкаларга панжара стерженлари иккита ёнбош ва кўндаланг чоклар билан пайвандлаб маҳкамланади.

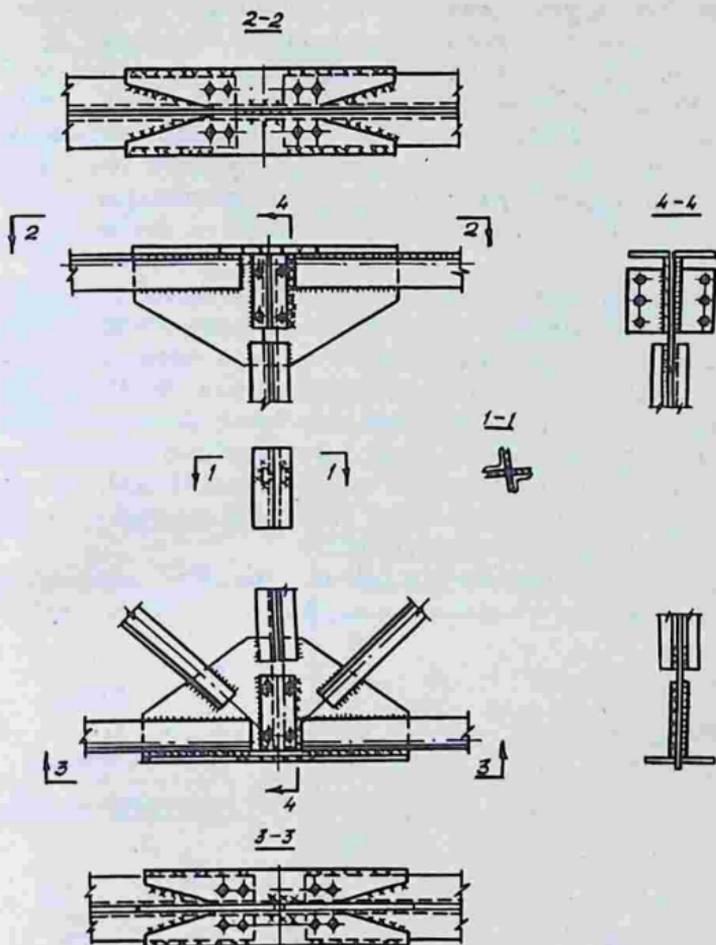
Фермаларнинг юқори камарига йирик панелли темир-бетон плиталар таянганда фермалар қадами 6 м бўлиб, бурчакликнинг юқори тоқчасининг қалинлиги 10 мм дан кичик ҳамда фермалар қадами 12 м бўлиб, тоқчасининг қалинлиги 14 мм дан кичик бўлса, ферма камарининг бурчакликлари юқоридан қалинлиги 10 ... 12 мм бўлган қўшимча таянч пўлат пластина қўйиш билан мустаҳкамланади.

Битта фермага қўйилган фасонкаларнинг қалинликлари икки хилдан ошмаслиги керак. Ферма таянч тугунидаги фасонканинг қалинлиги таянчга қия стержендаги зўриқишга қараб олинади (8.2-жадвал), қолган фасонкаларнинг қалинлиги ундан 2 мм кичик қилиб олинади. Ферма камарига фасонкалар ёнбош чоклар билан маҳкамланади. Бу чоклар битта тугунда учрашадиган ва камарнинг иккита қисмига таъсир этаётган зўриқишлар (N_1 ва N_2) айирмасига ҳисобланади. Агар тугунга ташқи тўпланма юк қўйилган бўлса, талаб этилган чоклар юзаси қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$A_{\omega} = \beta_f \cdot K_f \cdot l_{\omega} = \frac{\sqrt{(N_2 - N_1)^2 + F}}{R_{\omega f} \cdot \gamma_{\omega f} \cdot \gamma_c} \quad (8.4)$$

бу ерда β_f — пайвандлаш тури ва чокнинг жойлашиш усулига боғлиқ бўлган коэффициент; K_f — чокнинг қалинлиги; l_{ω} — чокнинг ҳисобий узунлиги (бу узунлик чокнинг ҳақиқий узунлигидан 10 мм кам қилиб олинади); N_1, N_2 — тугунда учрашадиган камар қисмларидаги зўриқишларнинг мос равишда кичиги ва каттаси; F — тугунга қўйилган ташқи тўпланма юк; $R_{\omega f}$ — чок металининг ҳисобий қаршилиги.

Камар қисмлари туташтириладиган кесим лист пўлат ёки бурчаклики тахтакачлар билан маҳкамланиши керак (8.10- расм). Туташма тугуннинг марказида бўлса, ҳисобий камар тахтакачлари



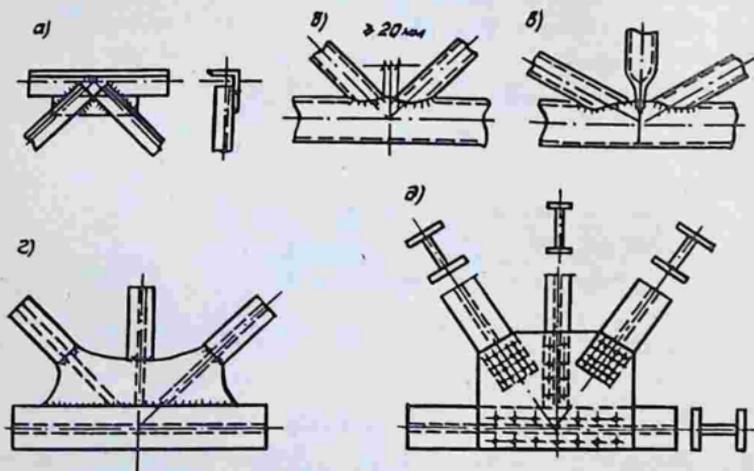
8.10-расм. Фермаларни йириклаштирувчи тугунлари

кесимига фасонка киритилмай (эътиборга олинмай) ҳисобланади. Агар туташма тугун марказидан 300 ... 500 мм га силжитилган бўлса (8.9- расмга қаранг)†, тугуннинг ишида фасонка юзасини ҳам ҳисобга олиш мумкин.

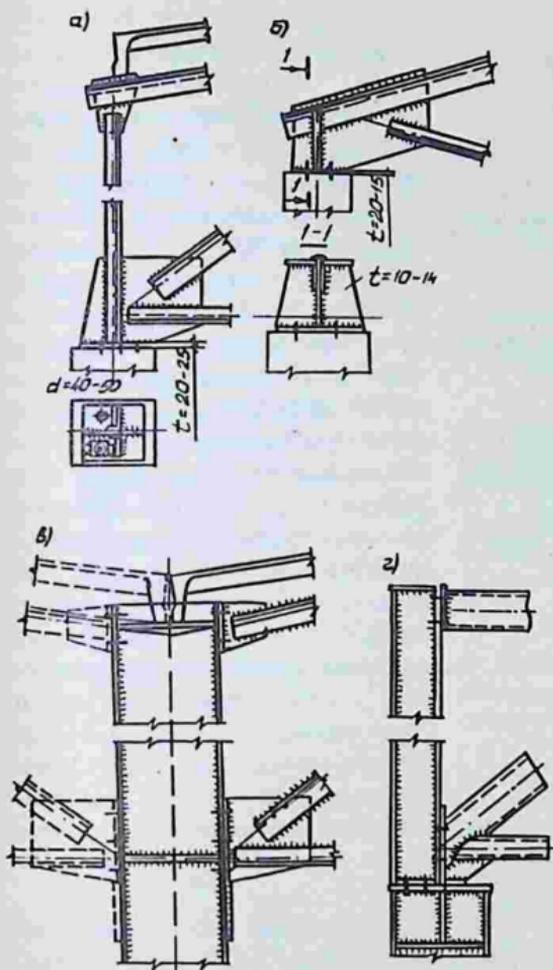
Йириклаштирувчи ҳамда монтаж тугунларни бажарганда (8.10-расм) чап ва ўнг ярим фермаларнинг симметрик бўлишини таъминлаш керак (ўринларини алмаштириш имкониятига эга бўлиш учун). Якка бурчакликлардан тузилган фермаларнинг тугунларини фасонкаларсиз лойиҳалаш мумкин. Бунда панжара стерженлари бевосита камар бурчаклигининг вертикал токчасига пайвандланади. Агар ферма камари бурчаклигининг токчасига стержень пайвандлаш мумкин бўлмаса, тугун планка билан (8.11- расм, а) кенгайтирилиши мумкин.

Трубасимон элементлардан тузилган фермаларнинг туташмалари, трубанинг ички сиртини коррозиядан сақлаш мақсадида, тугунда герметизацияни таъминлаши керак. Трубасимон фермаларнинг тугунларини фасонкаларсиз лойиҳалаш тавсия этилади (8.11- расм, б). Баъзан трубаларнинг учларини пачоқлаш билан фасонкасиз тугунлар ясалиши мумкин (8.11- расм, в). Оғир фермалар стерженларининг тугунли туташмалари, одатда, иккита фасонкали бўлиб, мазкур стерженлар пайвандлаш усули билан ёки юқори мустаҳкамли болтлар ёрдамида маҳкамланади (8.11- расм, д).

Фермаларнинг таяниш тугунларини ишлаб чиқишда таянчнинг (девор, устун ва ҳоказолар) материаллини, таяниш характерини



8.11-расм. Кесимлари ҳар хил профиллардан иборат ферма тугунларининг кўриниши



8.12-расм. Фермаларнинг таяниш тугунлари

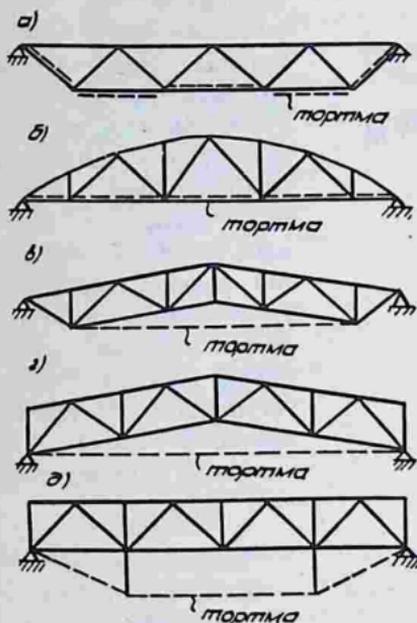
(шарнирли ёки бикр) эътиборга олиш ҳамда фермадан таянч орқали узатиладиган босимнинг таянч плитасининг маркази орқали узатилиши таъминланиши лозим (8.12- расм, а, б). Фермани устуннинг ёнбошидан таяниш тоқчасига ўрнатиб (8.12- расм, в), бикр боғланиш ҳосил қилиш мумкин. Ферма устуннинг бош қисмига шарнирли қилиб ўрнатилиши ҳам мумкин (8.12- расм, з).

8.5.2. Олдиндан зўриқтириладиган фермалар.

Фермаларни олдиндан зўриқтиришнинг кенг тарқалган усули бу пастки камарни тортқи билан тортишдир (8.13-расм, а). Тортқиларни маълум бир куч билан тортганда ферма камарларида шундай зўриқиш ҳосил бўладики, улар ишораси жиҳатидан

ташқи юклар таъсирида пайдо бўладиган зўриқишларга тескари бўлади. Бунда панжара системасини шундай танлаш мумкинки, тортқини тортиш билан улардаги зўриқиш камаяди.

Олдиндан зўриқтириладиган фермаларда узунликнинг ўрта кесими учун тортқидан юқори камаргача бўлган масофани $(1/6 \div 1/8) l$, ферманинг бикр қисми баландлигини эса $(1/10 - 1/12) l$ ораликда



8.13-расм. Олдинда зўриқтирилган фермаларда тортқини жойлаштириш усуллари

олиш мумкин (l — ферманинг узунлиги). Ферманинг қуйи камари тортқидан келадиган сиқувчи куч таъсирида ферма текислигига тик бўлган текисликда устиворлигини йўқотиши мумкин. Шунинг учун тортқилар, фермалар лойиҳада белгиланган жойларга ўрнатилиб, боғланишлар монтаж қилингандан кейингина тортилади. Олдиндан зўриқтирилладиган ферма юқори камарининг ишлаши 8.14-расмда тасвирланган. Олдиндан зўриқтириш тартиби ва зўриқиш қиймати тўғри танланганда фермаларга сарфланадиган материални 25-38 % гача тежаш мумкин. Фермаларда бикр қисмдан ташқарига чиқарилган шпренгелли тортқиларни қўллаш билан металлни яна ҳам кўпроқ тежаш мумкин (8.13-расм, д). Тортқиларни стержен-

ларнинг кўндаланг кесимига нисбатан жойлаштириш 8.15-расмда кўрсатилган. Тортқиларнинг анкерларга маҳкамланиши эса 8.16-расмда кўрсатилган.

Бирваракайига бир нечта стерженда зўриқиш ҳосил қиладиган тортқили фермалар статик аниқмас система каби ҳисобланади. Умумий ҳолда, k та тортқили n марта статик аниқмас фермани ҳисоблашда ферма $n + k$ та ортиқча номаълумга эга бўлади. Буни ечиш учун керак бўлган каноник тенгламалар системасини қуйидагича ёзиш мумкин:

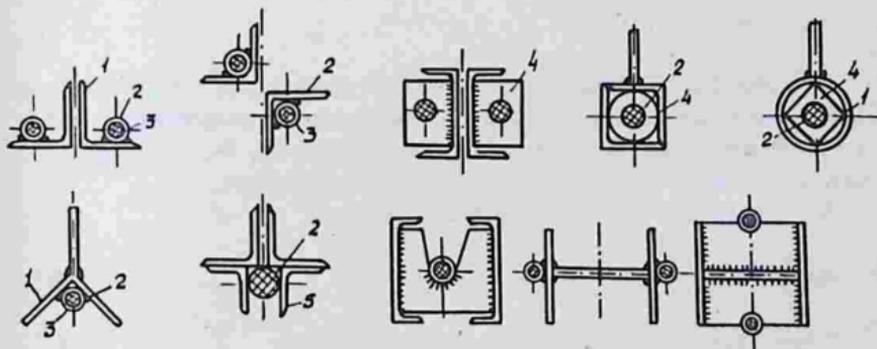
$$\begin{aligned} \delta_{11}X_1 + \delta_{12}X_2 + \dots + \delta_{1z_1}Z_1 + \delta_{1z_2}Z_2 + \dots + \Delta_{1p} &= 0 \\ \delta_{21}X_1 + \delta_{22}X_2 + \dots + \delta_{2z_1}Z_1 + \delta_{2z_2}Z_2 + \dots + \Delta_{2p} &= 0 \end{aligned} \quad (8.5)$$

бу ерда X_i — i тортқидаги зўриқиш; Z_k — k ортиқча стержендаги зўриқиш.

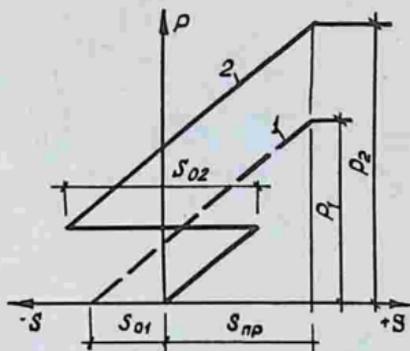
Олдиндан зўриқтирилган бир пролётли битта тортқили, арксимон фермаларни ҳисоблашда асосий система сифатида ферманинг бикр қисми олиниб, тортқидаги зўриқиш ортиқча номаълум деб қабул қилинади. Асосий система стерженларидаги зўриқишлар тўлиқ ҳисобий юк N_p , монтаж юки N_m ва тортқидаги бирлик зўриқиш N_l лар таъсиридан аниқланади. Кейин асосий системанинг қуйи камаридаги энг зўриққан стержень аниқланади, у критик стержень деб қабул қилинади. Критик стерженнинг A_k кўндаланг кесим юзаси чекли эгиловчанлик $\lambda = 120$ бўлган ҳол учун аниқланади.

Критик стерженнинг кесим юзаси бўйича унинг юк кўтарувчанлиги:

$$N_k = R_y A_k \quad (8.6)$$

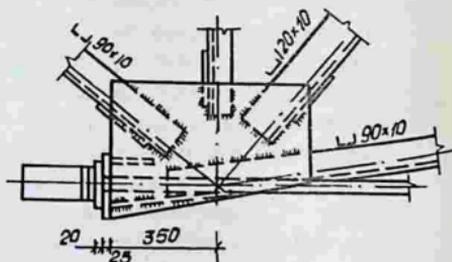
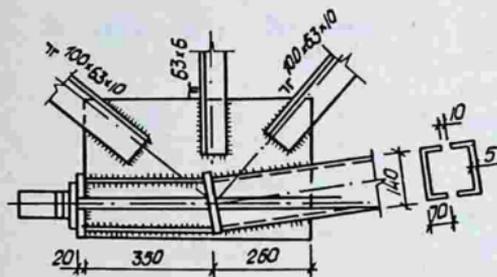
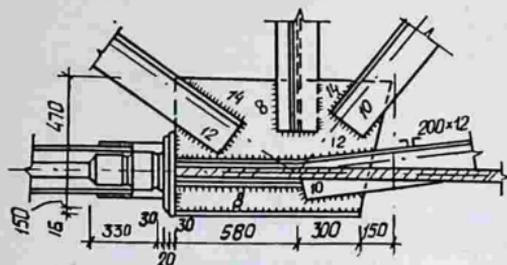


8.15-расм. Ферма стерженларининг кесими бўйлаб тортқини жойлаштириш усуллари



8.14-расм. Олдиндан зўриқтирилган ферма юқори камарининг ишлаш схемаси:

1 — юкланмаган ферма олдиндан зўриқтирилганда; 2 — худди шу ҳолат қисман юклангандан кейин



8.16-расм. Фермаларда тортқини маҳкамлаш усуллари

Ферманинг ихтиёрий i стерженидаги ҳисобий зўриқиш:

$$N_i = N_{pi} - N_{li} N_3 \quad (8.7)$$

бу ерда N_3 — тортқида ҳисобий юк таъсиридан ҳосил бўлувчи тўлиқ зўриқиш; N_{pi} — асосий системанинг i - стерженида тўлиқ ҳисобий юк таъсиридан ҳосил бўлувчи зўриқиш; N_{li} — тортқидаги бирлик кучдан i - стерженда ҳосил бўлувчи зўриқиш.

Критик стержень учун ҳисобий зўриқиш:

$$R_y A_k = N_{pk} - N_{lk} N_3 \quad (8.8)$$

$$\text{Тортқидаги зўриқиш } N_3 = N_{pk} - R_y A_k / N_{lk} \quad (8.9)$$

$$\text{Тортқининг кесим юзаси } A_3 = N_3 / R_3 \quad (8.10)$$

N_3 ни билган ҳолда юқоридаги формулалар ёрдамида бошқа стер-
женлардаги зўриқишларни ва уларнинг кесим юзаларини аниқлаш
мумкин.

Тортқидаги тўлиқ зўриқиш олдиндан зўриқтирилиш (X) ва ўз-
ўзидан зўриқтирилиш (X_1) лардан ташкил топган.

Ўз-ўзидан зўриқтирилиш:

$$X_1 = \frac{\sum \frac{N_{1i} \cdot N_{Pi}}{EA_i} l_i}{\sum \frac{N_{1i}^2 l_i}{EA_i} + \frac{l_3}{E_3 A_3}} \quad (8.11)$$

бу ерда l_3 ва E_3 — тортқининг узунлиги ва эластиклик модули.

Тортқининг олдиндан зўриқтирилиши:

$$X = N_3 - X_1 \quad (8.12)$$

И Л О В А

3.1- ж а д в а л

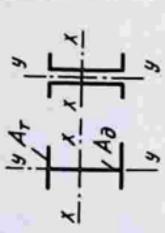
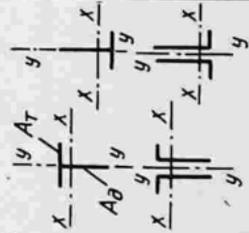
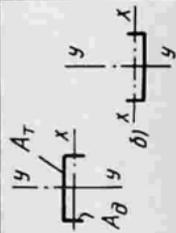
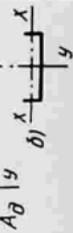
Пўлат, пайванд ва болтли бирикмаларнинг ҳисобий қаршиликлари, МПа

Пўлатнинг маркаси	Прокатнинг тури, қалинлиги (мм)	ГОСТ ёки ТУ	R _{yp} /Run	R _y	R _p	R _s	R _{wz}	R _{bp}
1	2	3	4	5	6	7	8	9
18 КП	Лист 4-20	ГОСТ 23570-79	325 365	220	355	125	165	440
	Лист 21-40		215 365	210	355	120	165	440
	Фасон 4-20		235 365	230	355	130	165	440
18ПС	Лист 4-20		235 370	230	360	130	165	450
	Фасон 4-20		245 370	240	360	140	165	450
18СП	Лист 4-20		235 370	230	360	130	165	450
	Фасон 4-20		245 370	240	350	140	165	450
В СтЗпс5 В СтЗпс6 В СтЗпс5 В СтЗпс2	Лист 21-40	ГОСТ 380- 71	225 370	215	350	125	165	450
	21-40		225 370	215	350	125	165	450
В СтЗпс6-1	21-40		215 365	205	350	120	165	440
	41-100		205 365	195	350	115	165	440
	Фасон 4-20		235 365	225	350	130	165	440
	Лист 4-10		235 365	230	355	135	165	440
ВСтЗпс6-2	Лист 11-20	ТУ 14-1- 3023-80	235 355	230	345	135	160	420
	Фасон 4-10		245 370	240	360	140	165	450
	Фасон 11-20		245 365	240	355	140	165	440
	Лист 4-10		275 370	270	360	155	165	450
ВСтЗпс5-1 ВстЗпс5-1	Лист 11-20		265 365	260	355	150	165	440
	Фасон 4-10		275 380	270	370	155	170	465
	Фасон 11-20		275 370	270	360	155	165	450
	Лист 4-10		245 365	240	355	140	165	440
ВСтЗпс5-2 ВстЗпс5-2	Лист 11-20		235 365	230	355	135	165	440
	Фасон 4-10		255 380	250	370	145	370	465
	Фасон 11-20		245 370	240	360	140	165	450
	Лист 4-10		275 380	270	355	170	370	465
09Г2С гр.1	Лист 11-20		265 370	260	360	150	165	450
	Фасон 4-10		285 390	280	380	160	175	485
	Фасон 11-20		275 380	270	370	155	170	465
	Лист 4-10		345 490	335	480	195	220	690
09Г2С гр.2	Лист 11-20		325 470	315	460	180	210	645
	Фасон 4-10		345 490	335	480	195	220	690
	Фасон 11-20		325 470	315	460	180	210	645
	Лист 4-10		365 510	355	500	205	230	735
	Лист 11-20		345 490	335	480	195	220	690

3.1-жадвалнинг давоми

1	2	3	4	5	6	7	8	9
09Г2С	Фасон 4-10	ГОСТ19282-73*	370 520	360	505	210	235	760
	Фасон 11-20		355 500	345	490	200	225	710
	Лист 4-9		345 490	330	465	195	220	690
	Лист 10-20	ГОСТ19281-73*	325 470	310	450	180	210	645
	Фасон 4-9		345 490	330	465	195	220	690
09Г2	Фасон 10-20		325 470	310	450	180	210	645
	Фасон 21-32		305 460	290	440	170	205	625
	Лист 4-20		305 440	290	420	170	200	580
	Лист 21-32		295 440	280	420	165	200	580
	Фасон 4-20		305 440	290	420	170	200	580
10ХСНД	Фасон 21-32		295 440	280	420	165	200	580
	Лист 4-32		390 530	355	480	205	240	775
15ХСНД	Фасон 4-32		390 530	355	480	205	240	775
	Лист 4-32		345 490	330	465	195	220	690
14Г2	Фасон4-9		345 490	330	465	195	220	690
	Фасон 10-32		325 470	310	450	180	210	645
	Лист 4-9		335 460	320	440	185	205	625
	Лист 10-32		325 450	310	430	180	205	600
	Фасон 4-9		335 460	320	440	185	205	625
	Фасон 10-32		325 450	310	430	180	205	600

Пластик деформацияни ҳисобга олиб пулдат қурилма элементларини
ҳисоблашда S_x , S_y ва n коэффициентларнинг қийматлари

Элемент қандалаган кесимининг кўриниши	A_T/A_B	Коэффициентлар қийматлари		
		S_x	S_y	n
	0,25 0,5 1,0 2,0	1,19 1,12 1,07 1,04	1,47	1,5
а)  б) 	—	1,6	1,47	а) 3 б) 1
а)  б) 	0,5 1,0 2,0	1,6	1,07 1,12 1,19	а) 3 б) 1

Марказий сиқилган стерженларнинг бўйлама эгилиш
коэффициенти

Эгилювчанлик λ	Ҳисобий қаршилиги қуйидагича бўлган n патлар учун φ коэффициентининг қийматлари R_y , МПА					
	200	240	280	320	360	400
10	988	987	985	984	983	982
20	967	962	959	955	952	949
30	939	931	924	917	911	905
40	906	894	883	873	863	854
50	869	852	836	822	809	796
60	827	805	785	766	749	721
70	782	754	724	687	654	623
80	734	686	641	602	566	532
90	665	612	565	522	483	447
100	599	542	493	448	408	369
110	537	478	427	381	338	306
120	479	419	366	321	287	260
130	425	364	313	276	247	223
140	376	315	272	240	215	195
150	328	276	239	211	189	171

Эслатма: коэффициент φ нинг қиймати 1000 марта катталаштирилган.

Номарказий сиқилган ялли кесимли стерженларнинг момент таъсир этувчи текислигидаги
устиворлигини аниқлашда φ_e коэффициентининг қийматлари

Шартли экилүв- чанлик $\lambda = \lambda \sqrt{R_y/E}$	Келтирилган нисбий эксцентриситет M_{ef} га мувофиқ φ_e нинг қийматлари													
	0,1	0,5	1	1,5	2	3	4	5	6	7	9	12	17	
0,5	967	850	722	620	538	417	337	280	237	210	164	125	090	
1	925	778	653	563	484	382	307	259	225	196	157	121	086	
1,5	875	716	593	507	439	347	283	240	207	182	148	114	082	
2	813	653	636	457	397	315	260	222	193	170	138	107	079	
2,5	742	587	480	410	357	287	238	204	178	158	130	101	076	
3	667	520	425	365	320	260	217	187	166	147	123	097	073	
3,5	587	455	375	325	287	233	198	172	153	137	115	092	069	
4	565	394	330	289	256	212	181	158	140	127	108	088	066	
4,5	418	342	288	257	229	192	165	146	130	118	101	083	064	
5	354	295	253	225	205	175	150	135	120	111	095	079	062	
5,5	302	256	224	200	184	158	138	124	112	104	089	075	060	
6	258	223	198	178	166	145	128	115	104	096	084	072	057	
6,5	223	196	176	160	149	132	117	106	097	089	080	068	054	
7	194	173	157	145	136	121	108	098	091	083	074	064	052	
8	152	138	128	117	113	100	091	083	078	074	065	057	047	
9	122	112	103	098	093	085	079	072	066	064	058	051	043	
10	100	093	090	081	079	072	069	062	059	057	052	046	039	
11	083	077	075	071	068	062	060	055	052	050	046	040	035	
12	069	064	062	059	058	054	052	050	048	046	042	037	032	
13	062	054	052	051	049	048	047	044	042	041	038	035	030	
14	052	049	048	047	045	043	042	040	039	038	036	034	029	

Э с л а т м а : φ_e нинг қийматлари 1000 марта катталаштирилган.

Номакказий сиқилган панжара кесимли стерженларнинг момент таъсир этувчи текислигидаги
устиворлигини аниқлашда φ_e коэффициентининг қийматлари

Келтирилган шартли эгилув- чанлик $M_{ef} = \beta_{ef} \sqrt{R_y/E}$	Келтирилган нисбий эксцентриситет M_{ef} га мувофиқ φ_e нинг қийматлари															
	0,1	0,5	1	1,5	2	3	4	5	6	7	9	12	17			
0,5	908	666	500	400	333	250	200	167	143	125	100	077	056			
1	872	640	483	387	328	243	197	165	142	121	098	077	055			
1,5	830	600	454	367	311	240	190	163	137	119	096	077	053			
2	774	556	423	346	293	228	183	156	132	117	095	076	052			
2,5	708	507	391	322	274	215	175	148	127	113	093	074	051			
3	637	455	356	296	255	201	165	138	121	110	091	071	051			
3,5	562	402	320	270	235	187	155	130	115	106	088	069	050			
4	484	357	288	246	215	173	145	124	110	100	084	067	049			
4,5	415	315	258	223	196	160	136	116	105	096	079	065	048			
5	350	277	230	201	178	149	127	108	100	092	076	062	047			
5,5	300	245	203	182	163	137	118	102	095	087	074	059	046			
6	255	216	183	165	149	126	109	097	090	083	070	056	045			
6,5	221	190	165	149	137	117	102	092	085	077	066	054	044			
7	192	168	150	135	125	108	095	087	079	074	063	051	043			
8	148	136	123	113	105	091	082	077	070	065	055	048	041			
9	117	110	102	094	087	079	072	067	062	056	050	045	039			
10	097	091	087	080	073	067	062	058	054	050	045	041	036			
11	082	077	073	068	064	058	054	052	048	044	042	038	032			
12	068	064	061	058	056	053	049	047	043	040	038	034	030			
13	060	054	052	050	049	047	045	044	041	038	036	032	028			
14	050	048	046	045	043	042	041	040	039	037	035	031	027			

Эслатма: φ_e нинг қийматлари 1000 марта катталаштирилган.

Коефициент η ник стержень кесини шаклига бөлгүч ҳардаги қийматлари

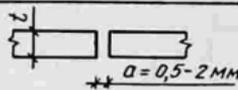
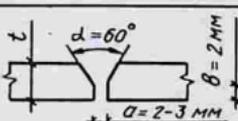
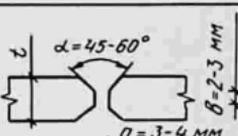
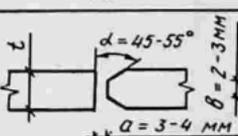
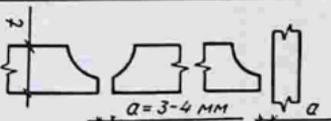
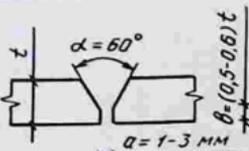
Арсим турлари	Кесим схемаси	$\frac{A_f}{A_w}$	η ник қийматлари		
			$0 \leq \bar{\lambda} \leq 5$	$\bar{\lambda} > 5$	
			$0,1 \leq m \leq 5$	$5 < m \leq 20$	
1.		-	1,0	1,0	1,0
2.		-	$(1,35-0,05m)-0,01(5-m)\bar{\lambda}$	1,1	1,1
3.		0,25	$(1,45-0,05m)-0,01(5-m)\bar{\lambda}$	1,2	1,2
		0,5	$(1,75-0,1m)-0,02(5-m)\bar{\lambda}$	1,25	1,25
		$\geq 1,0$	$(1,90-0,1m)-0,02(6-m)\bar{\lambda}$	1,4 - 0,02 $\bar{\lambda}$	1,3

Пайванд бирикмаларнинг хиллари

пайванд бирикманинг эскизи		аралаш бирикма	
учма - уч	устма - уст		
пайванд чокларнинг кўринишлари			
ёндаш		дурчакли	
учма - уч	кўндаланг	учма - уч ва дурчакли	

5.2- жадвал

Чокнинг турлари

Чокнинг номи	Қирраларнинг эскизлари	Қалинлик t - га қараб қадchl қилиниши (мм)
Ишловсиз		8-10 гача бўлса
Y - симои		10-20 бўлса
X - симои		20 дан қалин бўлса
K - симои		— " —
U - симои		>>
Автоматик пай- вандлашдаги Y - симои чок		16 дан қалин бўлса

Пайванд чокларнинг шартли белгилари

Чоклар	Чокларнинг дажариллиш шароитига қараб белгиланиши	Монтаждаги
Учма-уч		
Узлуқсиз бurchакли		
Узлуқли бurchакли		

Мундарижа

Сўз боши	3
I боб. Кириш	4
1.1. Металл қурилмаларнинг ишлатилиш соҳалари	4
1.2. Металл қурилмаларнинг асосий хусусиятлари ва уларга қўйиладиган талаблар	4
II боб. Металл қурилмаларда ишлатиладиган материаллар ва уларнинг ишлатилиши	6
2.1. Пўлатлар	6
2.2. Алюминий қотишмалар	10
2.3. Пўлатнинг статик юк таъсири остида ишлаши	12
III боб. Металл конструкциялар ҳисобининг асослари	24
3.1. Металл қурилмаларни чегара ҳолатлар бўйича ҳисоблаш усули	24
3.2. Иншоотга таъсир этадиган юклар ва ташқи таъсирлар	26
3.3. Пўлатнинг чегара қаршилиги	27
3.4. Қурилма элементларини ҳисоблаш	28
3.5. Металл қурилмалар элементларининг устиворлиги	39
IV боб. Сортамент	48
4.1. Сортамент профилларининг характеристикалари	48
4.2. Лист пўлат	49
4.3. Профилли пўлат	50
4.4. Алюминийли профиллар	53
V боб. Металл қурилмаларнинг бирикмалари	55
5.1. Пайвандлаш усуллари ҳақида қисқача маълумот	55
5.2. Пайванд бирикмалар	60
5.3. Болтли бирикмалар ва уларнинг хоссалари	70
VI боб. Тўсинбоп қурилмалар	75
6.1. Тўсинбоп қурилмалар ҳақида тушунча	75
6.2. Тўсинбоп қурилмаларни жойлаштириш усуллари	76
6.3. Тўсинлар системасида пўлат тўшама	78
6.4. Ёйма тўсиннинг кўндаланг кесимини ҳисоблаш	81
6.5. Ёйма тўсинларни бириктириш	82
6.6. Тўсиннинг кўндаланг кесимини танлаш	85
6.7. Ўзгарувчан кесимли тўсинлар	93
6.8. Тўсинларнинг умумий устиворлиги	96
6.9. Тўсин элементларининг маҳаллий устиворлиги	97
6.10. Тўсин тугунлари ва туташмалари	101
VII боб. Устунлар	117
7.1. Устунлар ҳақида умумий тушунча	117
7.2. Марказий сиқилган устунлар	117
7.3. Номарказий сиқилган устунлар	129

7.4. Панжарали кесимли номарказий сиқилган устунлар	134
7.5. Устунлар тугунлари ҳамда қисмларини тузиш ва ҳисоблаш	137
VIII боб. Фермалар	149
8.1. Умумий маълумотлар	149
8.2. Фермаларнинг шакли, асосий ўлчамлари ва панжара системаси	150
8.3. Фермаларнинг устиворлиги. Фермалар орасидаги боғланишлар	153
8.4. Фермаларни ҳисоблаш	154
8.5. Фермаларни тузиш	159
Илова	168

149 20.

РУСТАМ ИБРАГИМОВИЧ ХОЛМУРОДОВ
СИРОЖИДДИН АСЛИЕВИЧ АСЛИЕВ

МЕТАЛЛ ҚУРИЛМАЛАР

Олий ўқув юртлари учун ўқув қўлланма

Тошкент "Ўқитувчи" 1994

Редакция мудири *А. Раҳимов*
Муҳаррирлар *А. Раҳимов, Ш. Аъзамов*
Кичик муҳаррир *М. Иброҳимова*
Бадний муҳаррир *Ф. Некҳадамбоев*
Техник муҳаррир *Э. Вильданова*
Мусаҳҳиҳ *А. Одилов*

ИБ 6088

Оригинал-макетдан босишга рухсат этилди 10.11.93. Формати 60x84/16. Тип. қоғози. Кегель 10 шпонсиз. Литературная гарнитураси. Офсет усулида босилди. Шартли б.л. 10,46. Шартли кр-отт. 10.57. Нашр. л. 7,8. Тиражи 3000. Зак. 8

"Ўқитувчи" нашриёти. Тошкент, Навоий, 30. Шартнома 11-162-93.

Ўзбекистон Республикаси Давлат матбуот қўмитаси Янгийўл ижара китоб фабрикаси. Янгийўл ш., Самарқанд кўчаси, 44. 1994.

